

UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES
Faculté des Sciences, Ecole Interfacultaire de Bioingénieurs
Laboratoire de Botanique systématique
et de Phytosociologie

Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale

Thèse présentée pour
l'obtention du titre de
Docteur en Sciences
Agronomiques et
Ingénierie biologique

par

Bruno SENTERRE

Directeur de thèse : Prof. Jean LEJOLY

Composition du Jury :

Prof. Jan BOGAERT (Président)

Prof. Charles DE CANNIÈRE (Secrétaire)

Prof. Jean LEJOLY (Promoteur)

Prof. Martin TANGHE (ULB)

Dr. Olivier J. HARDY (ULB)

Prof. Elmar ROBBRECHT (UA, Université d'Anvers et
Jardin Botanique National de Belgique)

Prof. Guillaume DECOCQ (Université Picardie Jules Vernes, Amiens)

Prof. Bruno DE FOUCAULT (Université de Lille)

Dr. Robert NASI (CIRAD-Forêt, Montpellier)

Juin 2005

UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES (ULB)
Faculté des Sciences
Ecole Interfacultaire de Bioingénieurs
Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie

**Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et
la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale**

Thèse présentée pour
l'obtention du titre de
Docteur en Sciences
Agronomiques et
Ingénierie biologique
par

Directeur de thèse: Prof. Jean LEJOLY

Bruno SENTERRE

Composition du Jury:

Juin 2005

Prof. Jan BOGAERT (Président)

Prof. Charles DE CANNIÈRE (Secrétaire)

Prof. Jean LEJOLY (Promoteur)

Prof. Martin TANGHE (ULB)

Dr. Olivier J. HARDY (ULB)

Prof. Elmar ROBBRECHT (UA, Université d'Anvers et Jardin Botanique National de Belgique)

Prof. Guillaume DECOCQ (Université Picardie Jules Vernes, Amiens)

Prof. Bruno DE FOUCAULT (Université de Lille)

Dr. Robert NASI (CIRAD-Forêt, Montpellier)

Photo de couverture avant:

chutes de Mosumo, dans le Parc National de Monte Alén (Quinée Equatoriale), à la confluence du rio Laña avec le rio Uoro, cliché B. Senterre.

Photo de couverture arrière:

forêt de l'étage montagnard humide au Mont Cameroun, zone dégradée, cliché B. Senterre.

Les couvertures avant et arrière rappellent l'importance des types forestiers dits azonaux, montagneux et fluviaux, ainsi que l'importance de l'étude des strates forestières, notamment dans le contexte de l'étude de la biodiversité et de ses origines.

Comment citer:

SENTERRE B. (2005) Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, 345 p. + 111 p. d'annexes.

"Il faut sauver les condors. Pas tellement parce que nous avons besoin des condors, mais parce que nous avons besoin de développer les qualités humaines nécessaires pour les sauver. Car ce seront celles-là mêmes dont nous aurons besoin pour nous sauver nous-mêmes."

Mac MILLAN, ornithologue américain du XIX^{ème} siècle (cité par Nicolas Hulot, 2004)

REMERCIEMENTS

Au cours de ces quelques années passées à étudier les forêts tropicales, une multitude de personnes m'ont soutenu et ont contribué d'une manière ou d'une autre à forger les idées développées dans ce document.

Je ne remercierai jamais assez et, comme bon nombre de mes prédécesseurs, serai toujours infiniment reconnaissant envers celui qui m'a donné l'occasion de faire cette thèse.

Le Professeur Jean Lejoly, directeur du Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, promoteur de cette étude, est non seulement à l'origine du sujet présenté ici, et que je n'aurais échangé contre aucun autre, mais est aussi à l'origine de ma passion pour la botanique, bien que j'ai toujours été un naturaliste passionné. Les quelques occasions qui m'ont été offertes de pouvoir l'accompagner sur le terrain resteront pour moi autant de souvenirs inoubliables. Cette étude et les missions de plusieurs mois en pleine forêt dense, dans la chaleur et l'humidité, au milieu d'insectes fabuleux et de l'exubérante végétation ont été pour moi la réalisation d'un rêve.

Le Prof. Martin Tanghe a lui-aussi très fortement marqué ma façon de voir les choses en matière de phytosociologie, avec sa rigueur légendaire et ses connaissances hallucinantes. Les corrections qu'il a apportées à notre manuscrit ont été très enrichissantes et ses encouragements très chaleureux.

Le Dr. Olivier J. Hardy, chercheur FNRS à l'ULB, m'a beaucoup aidé et soutenu dans la rédaction de ce document. Je le remercie très sincèrement pour la confiance et l'intérêt qu'il m'a témoigné.

Je remercie aussi les autres membres de mon jury de thèse pour avoir accepté d'en faire partie et pour y avoir consacré l'attention indispensable à l'amélioration du document: merci infiniment au Prof. Jan Bogaert, Professeur à L'ULB, au Prof. Charles De Cannière, enseignant la Sylviculture, au Prof. Bruno de Foucault, spécialiste de la phytosociologie et enseignant à l'Université de Lille, au Prof. Elmar Robbrecht, de l'Université d'Anvers, qui m'a aussi beaucoup aidé dans la détermination des Rubiacées, au Dr. Robert Nasi, du Cirad-forêt de Montpellier, et au Prof. Guillaume Decocq, de l'Université Picardie Jules Vernes. Lors de la mise en route de notre étude, les critiques très pertinentes de Guillaume Decocq m'ont amené à laisser de côté une tradition bien ancrée qui consiste à étudier les strates au travers de catégories de diamètre de tronc. Aujourd'hui, je réalise à quel point cette remarque a contribué à l'originalité de notre approche.

Pour continuer avec ceux qui ont joué un rôle déterminant dans la réalisation de cette étude, je tiens à présenter mes compagnons de terrain. Il y a d'abord Diosdado Obiang, botaniste à l'Indefor (Bata), qui par sa connaissance extraordinaire des arbres m'a été d'un précieux secours. Domingo Ngomo, Norberto Nguema et Pablo Esono, botanistes à l'Indefor, m'ont aussi épaulé plus d'une fois, à Bata et en forêt, et sont véritablement devenus des amis. Les sardines à l'huile ont toujours été cuites à point grâce aux formidables talents culinaires de Felipe Esono, assistant botaniste au Projet Ecofac. Son travail lors de la réalisation des relevés s'est toujours montré irréprochable. Enfin, il y a Restituto Nguema, assistant botaniste à Ecofac, qui a su égayer nos longs séjours en pleine forêt et dont le sens de l'orientation hors pair s'est révélé primordial. Merci aussi à Deogracias Nculu, Donanciano Nbega, Pantaleon Ndong, et à tous mes amis de la station Ecofac de Moca, à Monte Alén.

Au Cameroun, Serge Kouob, botaniste au Programme Ecofac, et Moïse Mikamé m'ont accompagné lors de la réalisation des relevés du Dja et en sont grandement remerciés.

Une telle étude ne peut pas se faire sans un certain soutien logistique. Celui-ci a été assuré par la collaboration qui unit le laboratoire du Prof. Lejoly avec les deux projets de conservation et de gestion durable actifs dans la zone étudiée, les projets CUREF et ECOFAC. Je remercie tous les membres du personnel et les responsables de ces deux projets pour avoir tout mis en oeuvre pour que cette étude soit menée dans les meilleures conditions.

Je remercie en particulier Frank Stenmanns, qui dirigea le projet CUREF à l'époque de mon mémoire de fin d'études, Juan-Enrique Garcia, qui à la même époque m'accorda son amitié et m'apprit entre autres les bases du maniement d'un ordinateur.

Tout au long de ces quatre années de thèse, Crisantos Obama, actuel directeur de l'Indefor (ex-CUREF), n'a jamais cessé de veiller à ce que je sois dans les meilleures conditions possibles pour ce travail.

Jean-Paul Vautherin, qui assura le rôle d'assistant technique du projet Curef aux débuts de notre étude, ne m'a pas seulement soutenu moralement à coup de bons petits repas concoctés par sa charmante épouse, mais il m'a aussi transmis un peu de sa longue expérience de l'Afrique. Je garde en mémoire les longues soirées remplies de discussions variées.

Jacques Rosseel, dirigeant le projet Ecofac lors de ma première mission, au Cameroun, m'accorda le même soutien et m'accueillit sous son toit chaleureusement. Je lui suis infiniment reconnaissant.

Je remercie aussi Alejandro Boccoli, qui dirigea le projet Ecofac lors de ma deuxième mission de terrain et dont le dynamisme extraordinaire égaya ce séjour et fut particulièrement propice à l'efficacité de mon travail.

Michael Allen, puis Philippe Mortier, qui se succédèrent à ce poste, m'ont eux-aussi toujours accordé un soutien sans failles. Par son humour et le goût que nous partageons pour le terrain, Philippe m'a permis d'oublier lors de ma dernière mission le stress de l'organisation logistique de mes missions en forêt.

Une autre étape cruciale fut celle de l'étude et de la détermination des quelques milliers d'herbiers récoltés. Ce long travail n'aurait pas été une réussite sans l'aide des nombreux spécialistes qui y ont contribué. Je tiens à leur rendre l'hommage qu'ils méritent. Merci donc à J.Lejoly, S.Lisowski, M.Elad, J.-M.Onana, G.Achoundong, F.J.Breteler, J.J.F.E. de Wilde, M.Sosef, J.Wieringa, K.Jongkind, V.Malecot, P. De Block, D.Champluvier, P.Bamps, L.Pauwels, D.Geerinck, E.Robbrecht, S.Dessein, J.Degreef, P.Stoffelen, S.Ntore, A.Vrijdaghs, N.Danho, P.Goetghebeur, B.Sonké, E.Figueiredo, T.Stévert, I.Parmentier, G.Joffroy, F.Cabesas, R.B.Faden, A.Paton, P.Esono, N.Nguema, D.Obiang, C.Obama, L.Ngok, etc.

Chris Wilks tient une place particulière dans ces remerciements. Au cours des interminables soirées passées ensemble dans les entrailles du CUREF, alors qu'il rédigeait son somptueux guide des arbres de Guinée Equatoriale et que pour ma part je rédigeais mon mémoire de fin d'études, en fin 1998, il m'a transmis une partie de ses connaissances en matière d'identification des plantes sur le terrain et en herbiers. Chris fait partie de ceux à qui vous pouvez donner un fragment de plante et qui prennent plaisir à tenter d'y donner un nom.

Je remercie l'équipe du Real Jardín Botánico de Madrid pour l'accueil chaleureux qu'ils m'ont accordé lors de ma visite pour l'étude des Ebènes de Guinée Equatoriale: gracias a Mauricio Velayos, Francisco Cabezas, Carlos Aedo, y a toda la tripulación.

Remerciements

Si la détermination de ces herbiers ne fut pas une mince affaire, qui d'ailleurs pourrait être poursuivie encore longtemps, leur montage n'en reste pas moins une étape tout aussi longue. Pour y arriver, il aura fallu toute la patience et l'acharnement de Jean-Claude Moniquet, Raoul Van Nerum et Geoffrey Fadeur. Je les remercie pour le travail magnifique qu'ils ont réalisé et qui me donne plaisir à regarder mes herbiers.

Une thèse, c'est aussi quelques années à participer à la vie d'un laboratoire. L'ambiance particulièrement joviale et multiculturelle dans laquelle baigne le laboratoire du Prof. Lejoly a sans aucun doute contribué à faire de ces périodes d'entre missions des moments agréables. Parmi tous mes compagnons de travail, qu'il sera difficile de tous citer tant ils sont nombreux à avoir marqué l'emprunte de leur passage, je tiens à remercier tout particulièrement Tariq Stévant pour son amitié et son humour de tous les instants. Nos discussions phytogéographiques, de par sa vision taxonomique de la phytogéographie qui s'opposait à ma vision phytosociologique, ont très fortement marqué les idées défendues ici. Je lui dois aussi l'idée de l'utilisation de BioMapper pour la recherche des distributions potentielles des forêts submontagnardes et une collaboration soutenue pour la réalisation de ce chapitre. Ingrid Parmentier, assistante du Prof. Lejoly, et Nicolas Barbier n'ont cessé de m'apporter leurs lumières pour les analyses statistiques et m'ont accordé un soutien moral très précieux. Je remercie Ingrid pour les corrections très pertinentes dont elle m'a fait part.

Mes problèmes cartographiques ont été surmontés grâce à l'aide et à la disponibilité de Neuba Danho et de Renaat van Rompaey. Ce dernier a aussi contribué de manière très importante à ma bibliographie. A ce niveau, je suis particulièrement reconnaissant à Lazare Kouka qui, lors de mon mémoire de fin d'études, m'a transmis la majorité des sources qui constituent encore aujourd'hui l'essence même de ma bibliographie. Je tiens encore à témoigner ma reconnaissance à tous ceux qui ont partagé avec moi la vie au laboratoire. Merci à Gilles Joffroy, Ludovic Ngok, Laurence Hanon, Marcel Houinato, Vincent Droissart, Elias Bizuru, Vincent Deblauwe, Madjidou Oumourou, Ali Mahamane, Jean-Paul Heremans et Monique, ... Je remercie enfin Monique Lejoly pour le soutien qu'elle m'a accordé.

Au cours de mes recherches bibliographiques, les aides ont été nombreuses et parmi celles-ci je tiens à rendre un hommage particulier aux Dr. V.Malecot, A.D.Poulsen et D.McC. Newbery ainsi qu'à Daniel Geerinck, qui m'ont permis de mettre la main sur des documents essentiels. Le Prof. Francis Hallé a bien voulu m'apporter une aide précieuse dans l'étude des modèles architecturaux pour mes espèces d'arbres. Je lui suis très reconnaissant.

Enfin, au cours d'une thèse, la vie ne se limite pas à l'investigation scientifique et les remises en question auxquelles on est sujet de manière récurrente nécessitent d'avoir des amis qui vous soutiennent et vous permettent mieux que quiconque de surmonter toutes ces épreuves. Je tiens à leur faire part ici de ma plus sincère amitié, ce que je ne leur dis sans doute pas assez souvent. Je remercie tout particulièrement Jules et Nūsta, Phil et Chloé, Manu et Laurent, Cédric et Nathalie, Ben et Lucie, Didier Houv. et Valérie, Guy et Nadine, Didier de Mada., Samir, Dev, Isa, tous mes amis de l'athénée, ... Vous avoir parmi mes amis les plus proches est pour moi une chance inestimable.

Remerciements

Ma famille n'a pas cessé de m'encourager et a aussi contribué à la relecture du manuscrit. Je leur suis très reconnaissant pour leur aide et l'estime dont ils m'ont fait part.

Ma maman, Françoise, a usé le clavier de son ordinateur pour l'encodage de ma bibliographie et mon frère Olivier s'est arraché les cheveux qui lui restaient sur mes tournures de phrases à rallonges. Il est aussi en grande partie responsable de l'organisation et de la construction de ma base de données.

Merci aussi à Catherine, Julien, Suzanne, Pascal, Sim et Sam pour leurs encouragements sans cesse renouvelés. Je remercie ma belle-famille pour leur attention et particulièrement Olivier pour sa contribution à la relecture de mon manuscrit. Merci à Claude, Christiane, Olivier et Sylvie, Thomas et Isabelle, ...

Merci à vous tous et à tous ceux que je n'ai pas mentionnés mais auxquels je pense très fort.

Enfin, last but not least, je remercie ma compagne Marie qui s'est investie à 200% dans ma passion et a supporté jusqu'au bout la vie d'ermitte qu'attrape un thésard au terme de ses recherches. Elle n'a pas hésité à faire le déplacement jusqu'au cœur de la forêt dense pour partager avec moi ces moments uniques, remplis d'aventure. Les intempéries et les longues marches que nous y avons partagées resteront gravées dans ma mémoire.

Financements

La présente étude a été rendue possible grâce plusieurs sources de financement.

Je tiens à remercier le FRIA (Fonds pour la formation à la Recherche dans l'Industrie et dans l'Agriculture) qui m'a accordé sa confiance et dont la bourse m'a permis de réaliser cette recherche. La Fondation David et Alice Van Buuren m'a en outre aidé à terminer cette thèse dans de bonnes conditions.

Les cinq missions de terrain qui ont été réalisées en Guinée Equatoriale et au Cameroun ont fait l'objet de financements particuliers pour les transports et les frais de mission en forêt.

Pour les missions en forêts, le projet DIVEAC (www.ulb.ac.be/sciences/bota/diveac.htm) a apporté une contribution importante.

Les bourses du FNRS ont permis de réaliser plusieurs voyages dans des conditions particulièrement favorables. Cette bourse m'a aussi donné l'occasion de participer à un Congrès international de botanique, de l'IAVS, aux îles Hawai'i. Ce voyage absolument extraordinaire fait partie de mes plus beaux souvenirs.

D'autres voyages en Afrique centrale ont été financés par le Fonds Cassel, de l'ULB, la CUD (Coopération Universitaire au Développement) et par les bourses de la Communauté française de Belgique.

Enfin, l'étude des herbiers conservés à Madrid (MA), lors d'une mission de 10 jours, a été rendue possible grâce à une bourse obtenue auprès d'un projet de l'Union Européenne (Biod-Iberia).

Remerciements

MOTS CLÉS

phytosociologie, phytogéographie, classification ouverte, zonal, azonal, relevés emboîtés multistrates,

typologie forestière, types forestiers, marqueurs forestiers, IndVal, submontagnard, afromontagnard, forêt dense humide, forêt littorale, distribution potentielle, étage d'altitude, continentalité, gradient, compensations écologiques, disjonction,

Afrique centrale atlantique, Guinée Equatoriale, Monte Alén, Monts de Cristal, Réserve de Ndoté, Cameroun, Réserve de Biosphère du Dja,

strate forestière, sous-bois, ensemble structural, groupe socioécologique, groupe écologique, synusie, types fonctionnels, guild, modèles architecturaux, genres monotypiques, genres paucispecifics,

diversité végétale, courbes aire-espèces, courbes individus-espèces, courbes de raréfaction, courbes aire-constance, aire minimale, morpho-espèces,

pléistocène, Quaternaire, glaciation, refuge glaciaire, refuge de pied de massifs montagneux, stabilité environnementale, conservation, transgression forestière

KEY WORDS

phytosociology, plant community, phytogeography, open classification, zonal, non-zonal, nested plots,

forest typology, forest types, forest types indicators, IndVal, submontane, afromontane, rain forest, littoral forest, potential distribution, altitudinal belt, continentality, gradient, ecological equalization, disjunction,

atlantic central Africa, Equatorial Guinea, Monte Alén, Cristal mountains, Ndoté Reserve, Cameroon, Dja Biosphere Reserve,

forest stratum, forest layer, understory, understorey, structural ensemble, socioecological group, ecological group, synusia, plant functional type, guild, architectural model, monotypic genus, oligotypic genus

plant diversity, species-area curves, individuals-area curves, rarefaction curves, constancy-area curves, minimal area, morphospecies,

pleistocene, Quaternary, glaciation, glacial refuge, foothills refuge, environmental stability, conservation, rainforest transgression

ACCÈS AUX DONNÉES DE LA THÈSE

Cette thèse de doctorat a été soutenue publiquement le vendredi 17 juin 2005 à l'ULB. Le fichier pdf du présent document est accessible sur simple demande auprès de l'auteur (bsenterr@ulb.ac.be; 27 avenue des Boignéees, 1440 Braine-le-Château, Belgique) ou au Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie de l'ULB (50 avenue F. Roosevelt, 1050 Bruxelles). Les données brutes seront également disponibles prochainement. Certaines données doivent encore faire l'objet de publications et par conséquent il est demandé de ne pas utiliser les données de ce document à des fins de publication sans le consentement de l'auteur.

RÉSUMÉ – B.SENTERRE (2005) Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale.

I. Une réflexion méthodologique originale a été proposée sur la problématique de la typologie des communautés végétales en milieux forestiers tropicaux et a été testée sur l'étude des types forestiers le long d'un **gradient de continentalité** et d'un **gradient d'altitude**, au cœur de l'Afrique centrale atlantique. Les investigations sont ancrées sur le constat que les principaux problèmes récurrents en matière de typologie sont liés au caractère **azonal** ou **zonal** des différents types de végétation et à la méconnaissance des relations et différences entre strates.

II. La méthodologie testée est construite sur des **relevés homogènes** de type phytosociologique et placés dans différentes entités phytogéographiques reconnues, à l'endroit où celles-ci sont supposées les mieux développées et les mieux préservées en Afrique tropicale. Ces relevés, au nombre de **37**, s'étalent depuis les forêts atlantiques **littorales** de Ndoté, Guinée Equatoriale, dites hyperhumides, jusqu'aux forêts **continentales** du Dja, Cameroun, dites à tendance semi-décidue, en passant par les forêts atlantiques **orientales** de Guinée Equatoriale, dites à Césalpiniciées. A plusieurs niveaux du gradient de continentalité, des relevés sont placés dans un type de végétation climacique de type azonale: en forêt **submontagnarde**. L'accent est mis sur le Parc National de Monte Alén.

Chaque relevé phytocénotique est construit selon une approche nouvelle afin d'être "**complet**", toutes les strates étant incluses, "**quantitatif**", tous les individus étant énumérés, et "**représentatif**" pour chaque strate. Ces relevés multistrates sont décomposés en sous-relevés structuraux emboîtés, à effort d'échantillonnage fixé à **100 individus** pour les trois strates ligneuses distinguées (arbres dominants, arbres dominés et arbustes) et **200m²** pour les strates herbacée et sous-arbustive.

Les types forestiers sont définis indépendamment pour chaque strate et les différences sont analysées. Une méthode est imaginée pour analyser globalement l'ensemble des données floristiques, par transformation et standardisation des valeurs issues des espèces des strates ligneuses, d'une part, et des strates herbacée et sous-arbustive, d'autre part.

III. **Dix types forestiers** sont décrits par la méthode IndVal et replacés dans le contexte général de l'Afrique guinéo-congolaise, d'un point de vue syntaxonomique (classification agglomérative) et phytogéographique (classification divisive). Les homologues entre ces deux points de vue sont mises en évidence. Le système phytogéographique proposé est basé sur une **conception "ouverte" des classifications hiérarchiques**, tirant profit des classifications agglomératives d'une part et divisives d'autre part. Concrètement, les critères azonaux, par exemple les variantes afromontagnardes, sont catégorisés de manière parallèle aux critères de nature zonale, phytochories habituelles.

L'analyse des **relations écologiques** des 10 communautés a montré que les variables les plus liées à la variabilité floristique en forêt dense de terre ferme sont l'altitude, la pluviosité, l'hygrométrie (estimée au travers du taux de recouvrement des bryophytes) et la distance à l'océan. Les deux extrêmes du gradient de **microclimat vertical**, strate arborée supérieure et strate herbacée, mènent à des **typologies similaires**, toutefois une analyse canonique montre que pour la strate herbacée, les variables de nature azonale (hygrométrie et altitude) prennent plus d'importance tandis que l'influence des deux variables zonales est atténuée. Dans tous les cas, les effets d'autocorrélation spatiale sont inférieurs à la part de variabilité floristique expliquée par l'environnement. Ces effets spatiaux sont cependant supérieurs pour les espèces du sous-bois dont le potentiel de dissémination est en général moindre par rapport aux arbres de la canopée. La description phytosociologique, phytogéographique et écologique des groupements est accompagnée d'une description physiologique par le biais de spectres de **types biologiques**, de **modèles architecturaux**, de types foliaires, etc.

Quant à la **diversité**, nous avons montré que celle-ci augmente à hauteur de **strate** décroissante par accumulation d'espèces appartenant à différentes strates. En revanche, la diversité de l'élément propre de chaque strate, **ensemble structural**, diminue des arbres dominants aux arbustes. La diversité des espèces de la strate herbacée augmente à nouveau essentiellement par augmentation de la densité liée à l'existence de microstrates. Au sein des 37 relevés, **1.050** taxons ont été identifiés au niveau de l'espèce ou de la **morpho-espèce** pour un total d'environ **25.750** individus. Ces taxons représentent **442** genres répartis en **104** familles. Le type forestier le plus riche se situe au pied de la cordillère de Niefang, sur le versant exposé aux vents d'Ouest. Il est par ailleurs caractérisé par un nombre important de **genres paucispécifiques** et d'espèces appartenant à des **types fonctionnels** indicateurs de **refuges glaciaires**. Ces types fonctionnels sont définis sur base des capacités de dissémination et des types de supports colonisables. Nous avons émis l'hypothèse que ce type de "**refuge de pied de massifs montagneux**", caractérisé par sa nature zonale, pourrait avoir été un des rares à abriter des espèces de forêts denses de terre ferme tandis que les refuges montagneux et fluviaux auraient davantage accueilli des espèces de types forestiers azonaux: (sub)montagnards et hydromorphes.

Sur base des espèces indicatrices des **forêts submontagnardes**, une carte de **distribution potentielle** de ce type forestier a été réalisée à l'échelle de l'Afrique centrale atlantique. Plus de **400 localités** de forêts submontagnardes sont cartographiées. Celles-ci se développent à partir de moins de 400m d'altitude à proximité de la côte et "remontent" progressivement en altitude à distance croissante de l'océan. De nombreuses localités caractérisées par la présence d'espèces submontagnardes ont par ailleurs été identifiées en plaines et indiquent des phénomènes de **transgression écologique**. Ce type de phénomène amène l'hypothèse d'une voie de migration d'espèces submontagnardes entre massifs isolés, non pas uniquement en périodes glaciaires via les bourrelets Nord et Sud du bassin du Congo mais aussi de manière contemporaine par le réseau de forêts hydromorphes au centre de la cuvette. Une attention particulière a en outre été accordée aux **forêts littorales** et à des cas de **transgressions choroécologiques**, associées à des phénomènes de **compensations écologiques**.

ABSTRACT – B.SENTERRE (2005) Methodological investigations on vegetation typology and phytogeography of rain forests of tropical Africa.

I. An original methodological discussion is proposed on the problem of the typology of tropical rain forest's plant communities, based on the study of forest types across **gradients of continentality** and **elevation**, within Atlantic central Africa. These investigations were based on the statement that the main problems in forest typology are related to the **non-zonal** or **zonal** character of the different vegetation types and to non considering the relations and differences between forest strata.

II. Field data consisted in phytosociological **homogeneous sample plots** localized within different recognized phytogeographical entities, in a region of tropical Africa where these entities are known to be well conserved. A total of **37** such plots were inventoried in the region extending from the **littoral forests** of Ndoté, Equatorial Guinea, which are wet evergreen forests, to the **continental forests** of the Dja, Cameroon, known as evergreen seasonal forests. The studied region also included the **oriental Atlantic forests** of Equatorial Guinea, known as moist evergreen forests or caesalp forests. In various parts of this continentality gradient, some plots were localized within climax non-zonal formations, namely the **submontane rain forests**. The emphasis was put on the vegetation of the Monte Alén National Park.

The sampling methodology was willing to be as "**complete**", including all strata, "**quantitative**", enumerating all individuals, and "**representative**", within each stratum, as possible. These multi-layers plots were realised using nested sub-plots, with a sampling size of **100 individuals** for every ligneous stratum recognized (dominant trees, dominated trees and shrubs) and a sampling size of **200m²** for the herbaceous and suffrutex stratum.

Forest types were defined independently for each stratum and the differences were analysed. A method was proposed for the simultaneous analysis of all floristic data, converting and standardizing the values from ligneous strata, on the one hand, and from understorey strata, on the other hand.

III. Ten forest types were described using IndVal and discussed in the general context of the guineo-congolian region, from a syntaxonomic view point (agglomerative classification) and from a phytogeographical view point (divisive classification). Homologies between these two approaches are described. The proposed phytogeographical system is based on an "**open**" **conception of hierarchical classifications**, combining advantages of agglomerative and divisive classifications. In concrete terms, the non-zonal criteria, for example the submontane variants, are categorised separately and in analogy with the zonal criteria, related to the usual phytochoria.

Analysis of **ecological relationships** for the 10 communities showed that the main variables related to the floristic variability in our mainland rain forests are elevation, rainfall, hygrometry (estimated using bryophytes cover levels) and distance to the ocean. The two extremes on the **vertical microclimatic gradient**, dominant trees stratum and herbaceous stratum, give **similar typologies**, however canonical analysis showed that for the herbaceous layer, non-zonal variables (hygrometry and elevation) were gaining more importance when the influence of the two zonal variables was attenuated. In every case, spatial autocorrelation was less important than the environment in explaining floristic variability but its role increased in the spatial arrangement of understorey species, whose dispersal capacity is generally lower than canopy trees. The phytosociological, phytogeographical and ecological description of forest types is accompanied by a physiological description using **biological types spectrum**, as well as **architectural models**, leaf sizes, etc.

With regard to **diversity**, we have demonstrated that species richness was higher from upper to lower **strata** because of the accumulation in lower strata of species from various strata. On the other hand, the proper stratum diversity, i.e. the **structural set**, decreased from dominant trees to shrubs. The proper diversity of the herb layer showed relatively high figures mainly due to the higher individual density in relation to the existence of microstrata. Within the 37 sample plots, **1,050** taxa have been identified to species or **morpho-species** levels, for a total of **25,750** individuals. These taxa represent **442** genus among **104** families. The richest forest type is found on the foothills of the Niefang range, on the windward side. This forest type is also characterised by a high number of **oligotypic genus** and by species belonging to **functional types** indicators of **glacial refuges**. These functional types are defined on the basis of the dispersal capacity and on kind of stand needed for effective germination. We formulated the hypothesis that this kind of "**foothills refuge**", characterised by his zonal nature, could have been one of the rare refuges for species from mainland rain forests, while montane and fluvial refuges would mainly have preserved species from non-zonal forest types: (sub)montane and riverine.

Based on indicator species of **submontane forests**, a **potential distribution** map of this forest type has been realised at the Atlantic central African scale. More than **400 submontane forest localities** have been mapped. These forests begin at 400m of altitude near the ocean, and progressively at higher altitude for increasing distance to the ocean. Many lowland localities also comprised submontane species, which could indicate the existence of **ecological transgressions**. These transgressions would allow migratory tracks for submontane species between isolated mountain ranges, not only during glacial periods, through heights at the northern and southern borders of the congo basin, but also contemporarily through the lowland riverine forest network, in the centre of this basin. Finally, a special attention has been attributed to **littoral forests** and to some cases of **choroecological transgressions**, coupled to the **ecological equalization** phenomenon.

TABLE DES MATIÈRES

I	INTRODUCTION.....	1
I.1	OBJECTIFS	1
I.2	CADRE DE L'ETUDE	2
I.2.1	<i>Climat</i>	3
I.2.2	<i>Relief et hydrographie</i>	4
I.2.3	<i>Géologie et sols</i>	8
I.2.4	<i>Végétation</i>	8
I.2.5	<i>Degré d'exploration botanique</i>	8
I.3	ORGANISATION DES FORETS TROPICALES	10
I.3.1	<i>Notions de base à l'échelle de l'association végétale</i>	10
I.3.2	<i>La phytocénose comme écosystème</i>	12
I.3.3	<i>Les compartiments de l'association végétale</i>	15
I.3.3.1	Compartiments structuraux	15
I.3.3.2	Compartiments taxonomiques, écologiques et sociologiques.....	17
I.3.3.3	Compartiments fonctionnels	18
I.4	TYPES DE RELEVES DE VEGETATION EN FORETS DENSES TROPICALES.....	30
I.4.1.1	Limiter les compartiments envisagés	31
I.4.1.2	Limiter l'effort de détermination.....	33
I.4.1.3	Limiter l'effort d'échantillonnage	34
I.4.1.4	Limiter la quantité ou la précision des observations (effort d'observation). 35	
I.4.1.5	Bref historique des types de relevés dans les forêts d'Afrique tropicale	36
I.4.1.6	Tour d'horizon bibliographique des types de relevés en forêts tropicales ...	38
I.4.1.7	Conclusion.....	42
I.5	DE LA PHYTOGEOGRAPHIE A LA PHYTOSOCIOLOGIE: VERS UNE TYPOLOGIE INTEGREE ..	43
I.5.1	<i>Bref historique</i>	43
I.5.2	<i>Critères pour les classifications phytogéographiques</i>	45
I.5.2.1	Critères floristiques:	46
I.5.2.2	Critères physiologiques	53
I.5.2.3	Critères phytosociologiques	56
I.5.2.4	Critères écologiques	57
I.5.3	<i>Valeur et hiérarchie des critères</i>	63
I.5.4	<i>Vers une approche intégrée en phytogéographie</i>	66
I.5.4.1	Introduction	66
I.5.4.2	Eléments recueillis des conceptions basifuges (classifications agglomératives)	66
I.5.5	<i>Principes et définition d'une phytogéographie intégrée</i>	69
I.5.5.1	Comment définir des types de végétation généraux en intégrant les types azonaux ?.....	69
I.5.5.2	Comment tenir compte des microhabitats ?	72
I.5.5.3	Comment gérer les espèces à plus large amplitude écologique et les espèces rares ?	73
I.5.5.4	Que faire des problèmes de compensations écologiques ?.....	74
I.5.5.5	Comment interpréter des groupes tels que celui " des forêts semi-décidues " ?.....	75
I.5.5.6	Comment gérer le manque de données écologiques en milieux tropicaux ? 76	

I.5.6	<i>Lien entre les compartiments et les classifications</i>	77
I.5.7	<i>Le problème des limites entre ensembles phytogéographiques ou phytosociologiques</i>	78
I.5.8	<i>Conclusions sur les classifications phytogéographiques</i>	78
I.6	LES TYPES FORESTIERS TROPICAUX D'ALTITUDE	80
I.6.1	<i>Distribution géographique des régions montagneuses en Afrique</i>	81
I.6.2	<i>Les étages altitudinaux de végétation en milieu tropical forestier</i>	86
I.6.2.1	Introduction	86
I.6.2.2	Problèmes liés à la reconnaissance des étages altitudinaux	87
I.6.2.3	Synthèse sur l'étagement altitudinal en forêt dense humide	93
II	MATÉRIEL ET MÉTHODE	98
II.1	CHOIX DES SITES D'ETUDE ET PLAN D'ECHANTILLONNAGE	98
II.2	DONNEES FLORISTIQUES	99
II.2.1	<i>Relevés de végétation: emplacement</i>	99
II.2.2	<i>Relevés de végétation: description</i>	101
II.2.3	<i>Relevés de végétation: effort d'échantillonnage et quantification de l'abondance</i>	104
II.2.3.1	Les strates ligneuses	105
II.2.3.2	La strate herbacée	107
II.2.4	<i>Relevés de végétation: en pratique sur le terrain et effort d'observation</i>	110
II.2.5	<i>Identification des espèces et nomenclature suivie</i>	112
II.3	DONNEES STRUCTURALES ET ECOLOGIQUES SUR LA STATION	118
II.3.1	<i>Altitude (Altit)</i>	118
II.3.2	<i>Hygrométrie (Bryoph)</i>	118
II.3.3	<i>Hydromorphie du sol (Hydro)</i>	119
II.3.4	<i>Profondeur du sol et profil pédologique (SolProfC)</i>	119
II.3.5	<i>Situation topographique (Topo)</i>	120
II.3.6	<i>Intensité de la dynamique forestière (Dyn)</i>	120
II.3.7	<i>Distance à l'océan et pluviosité (DOcean, Pluvio, distlign, Nbre lign)</i>	120
II.3.8	<i>Autres variables environnementales (Pente, Exposition)</i>	120
II.4	CARACTERES SYNTHETIQUES: LES COMPARTIMENTS	121
II.4.1	<i>Spectres structuraux et fonctionnels</i>	122
II.4.1.1	Types biologiques, ensembles structuraux et modèles architecturaux	122
II.4.1.2	Types de dimensions foliaires	127
II.4.1.3	Types de diaspores et modes de dissémination	127
II.4.1.4	Types fonctionnels (guildes)	130
II.4.2	<i>Spectres phytogéographiques</i>	130
II.4.2.1	Types chorologiques	130
II.4.2.2	Degrés d'endémisme	131
II.4.3	<i>Spectres écologiques</i>	132
II.4.3.1	Types d'habitat	132
II.4.3.2	Degrés de fidélité	136
II.4.4	<i>Détermination des types chorologiques, écologiques, physionomiques et autres</i>	136
II.4.4.1	Sources d'informations	136
II.4.4.2	Aspects écologiques	138
II.4.4.3	Aspects chorologiques	139
II.4.4.4	Aspects physionomiques	139

II.5	GESTION ET EXPLOITATION DES DONNEES	140
II.6	IDENTIFICATION ET DESCRIPTION DES COMMUNAUTES VEGETALES	141
II.6.1	<i>Typologie des communautés végétales</i>	141
II.6.1.1	Préparation des tableaux de données.....	141
II.6.1.2	Méthodes d'analyses multivariées: les ordinations (CA et DCA)	143
II.6.1.3	Méthodes de classifications des données floristiques (Clustering).....	143
II.6.2	<i>Construction du tableau phytosociologique et caractères synthétiques</i>	145
II.7	ANALYSE DES RELATIONS ENTRE DONNEES FLORISTIQUES, ECOLOGIQUES ET SPATIALES	147
II.8	ANALYSE DE LA CONTRIBUTION DES DIFFERENTES STRATES FORESTIERES	149
II.9	DIVERSITE VEGETALE.....	149
II.9.1	<i>Indices de diversité</i>	150
II.9.2	<i>Estimation de la β-diversité</i>	151
II.9.3	<i>Courbes aire-espèces et individus-espèces</i>	152
III	RÉSULTATS	154
III.1	IDENTIFICATION ET DESCRIPTION DES COMMUNAUTES VEGETALES ET DE LEUR DETERMINISME ECOLOGIQUE	154
III.1.1	<i>Typologie des communautés végétales</i>	154
III.1.1.1	Analyses multivariées: les ordinations (CA et DCA)	154
III.1.1.2	Classifications des relevés sur base d'indices de distance (Cluster Analysis)	158
III.1.1.3	Synthèse des résultats d'ordination et de classification	160
III.1.2	<i>Recherche des espèces indicatrices et construction du tableau phytosociologique (IndVal)</i>	162
III.1.3	<i>Déterminisme écologique des communautés végétales</i>	168
III.1.4	<i>Autocorrélation spatiale vs. déterminisme écologique</i>	172
III.2	ANALYSE DE LA CONTRIBUTION DES DIFFERENTES STRATES FORESTIERES A LA DEFINITION ET A LA CLASSIFICATION DES ASSOCIATIONS VEGETALES	174
III.2.1	<i>Comparaison des classifications selon les strates ou les ensembles structuraux</i>	175
III.2.2	<i>Paramètres environnementaux déterminants selon les strates</i>	179
III.2.3	<i>Importance des autocorrélations spatiales selon les strates</i>	180
III.2.4	<i>Etude des liens floristiques entre les strates</i>	181
III.3	DIVERSITE VEGETALE COMPAREE ENTRE STRATES ET ENTRE HABITATS	183
III.3.1	<i>Considérations générales</i>	183
III.3.2	<i>Quels sont les types forestiers les plus riches ?</i>	184
III.3.3	<i>Quelles sont les strates et les ensembles structuraux les plus diversifiés ?</i> ...	187
III.3.4	<i>Contribution des ensembles structuraux à la diversité des strates</i>	190
III.3.5	<i>Quelle est la représentativité des relevés phytocénotiques et structuraux?</i> ... III.3.5.1 Courbes aire-espèces et individus-espèces.....	191
III.3.5.2	Courbes de raréfaction et courbes aire-constance	194
III.3.5.3	Le sous-bois: diversité et représentativité des relevés	197
III.3.6	<i>Quelle est l'importance de l'échelle sur les comparaisons de diversité ?</i>	200
III.3.7	<i>Calcul des indices de diversité courants</i>	202

IV	DISCUSSION	203
IV.1	SPECTRES CHOROLOGIQUES ET ECOLOGIQUES	203
IV.1.1	<i>Statut phytogéographique du P.N. de Monte Alén et des 2 autres sites étudiés ..</i>	203
IV.1.2	<i>Liens chorologiques comparés entre les différents habitats</i>	206
IV.1.3	<i>Degré d'endémisme des espèces par type chorologique.....</i>	208
IV.1.4	<i>Spectres chorologiques au niveau des genres et taux de genres paucispécifiques</i>	209
IV.1.5	<i>Liens chorologiques comparés entre ensembles structuraux.....</i>	211
IV.1.6	<i>Remarque sur notre système de types chorologiques et améliorations.....</i>	212
IV.1.7	<i>Spectre des groupes écologiques.....</i>	214
IV.1.7.1	Composante altitudinale	214
IV.1.7.2	Composante hydromorphe	217
IV.1.7.3	Composante dynamique	220
IV.1.8	<i>Réflexion sur les relations entre spectres écologiques et chorologiques.....</i>	222
IV.1.8.1	Les transgresseurs choroécologiques	222
IV.1.8.2	Les affinités phytogéographiques de l'étage submontagnard bas-guinéen	228
IV.2	SPECTRES PHYSIONOMIQUES ET FONCTIONNELS	229
IV.2.1	<i>Spectre des types biologiques.....</i>	229
IV.2.2	<i>Spectre des modèles architecturaux, types de base de tronc et types d'exsudats</i>	234
IV.2.2.1	Modèles architecturaux pour les strates ligneuses	234
IV.2.2.2	Types de base de tronc	236
IV.2.2.3	Types d'exsudats	240
IV.2.2.4	Modèles architecturaux pour les espèces du sous-bois	242
IV.2.3	<i>Spectre des types de dimensions foliaires</i>	246
IV.2.4	<i>Spectre des types de diaspores</i>	248
IV.2.5	<i>Spectre des types fonctionnels (ou guildes).....</i>	251
IV.2.5.1	Les plantes du sous-bois.....	251
IV.2.5.2	Les strates arborées	255
IV.3	FLORE ET DISTRIBUTION DES FORETS SUBMONTAGNARDES	257
IV.3.1	<i>Principes d'une méthode pour l'étude des étages d'altitude</i>	259
IV.3.1.1	Types d'éléments d'information sur la présence d'espèces submontagnardes	259
IV.3.1.2	Degré de précision géographique des éléments d'information	259
IV.3.1.3	Types d'habitats possibles pour des espèces submontagnardes non-endémiques	260
IV.3.1.4	Informations spécifiques sur l'étagement altitudinal	262
IV.3.2	<i>Espèces caractéristiques de l'étage submontagnard</i>	262
IV.3.3	<i>Localités caractérisées par la présence d'espèces submontagnardes</i>	266
IV.3.4	<i>Localités à caractère réellement submontagnard.....</i>	270
IV.3.5	<i>Influence des paramètres écologiques sur l'altitude de l'étage submontagnard.</i>	270
IV.3.6	<i>distribution potentielle des forêts submontagnardes</i>	273
IV.3.6.1	Variables environnementales utilisées	274
IV.3.6.2	Carte de distribution potentielle	275
IV.3.7	<i>Conclusion et remarques sur les étages altitudinaux.....</i>	280
IV.4	PHYTOGEOGRAPHIE DE LA REGION GUINEO-CONGOLAISE	283
IV.4.1	<i>Bases du système phytogéographique</i>	283

IV.4.2	<i>Phytochories infra-domaniales</i>	284
IV.4.2.1	Caractérisations des phytochories bas-guinéennes.....	284
IV.4.2.2	Refuges de pied de massifs montagneux.....	285
IV.4.2.3	Le problème des types zonaux marqués par l'excès d'un facteur macroclimatique	287
IV.4.3	<i>Synthèse phytogéographique</i>	287
IV.4.4	<i>Homologies et intérêt des systèmes phytosociologiques</i>	289
IV.4.4.1	Formations zonales.....	293
IV.4.4.2	Formations azonales d'altitude.....	295
IV.4.4.3	Représentation des relations spatio-temporelles et homologies entre les principales unités zonales et azonales	298
IV.5	DIVERSITE VEGETALE COMPAREE ENTRE REGIONS	300
IV.5.1	<i>Relevés complets et diversité des herbacées terrestres</i>	300
IV.5.2	<i>Relevés de strates ligneuses</i>	303
IV.5.3	<i>Richesse en espèces rares et conservation de la biodiversité</i>	305
V	CONCLUSIONS	307
V.1	ASPECTS METHODOLOGIQUES	307
V.1.1	<i>Une conception intégrée de la typologie forestière</i>	307
V.1.2	<i>Des relevés complets, quantitatifs et multistrates</i>	308
V.2	LES TYPES FORESTIERS, LEUR DETERMINISME, LEUR HISTOIRE ET LEUR DESCRIPTION 311	
V.3	BIODIVERSITE ET CONSERVATION	315
V.4	AUTRES QUESTIONS ET PERSPECTIVES	316
VI	BIBLIOGRAPHIE	317
VII	ANNEXES	345

I INTRODUCTION

I.1 Objectifs

Cette thèse est fondée sur les questions d'ordre général que tout botaniste se pose lorsqu'il découvre et apprend à connaître les forêts tropicales. Quels sont les différents types de forêts et comment les définir ? Comment évaluer leur richesse botanique si complexe et quelles sont les régions à protéger de toute urgence pour ne pas perdre les plus beaux joyaux de ce patrimoine ? Quels sont les processus qui expliquent la mise en place de ces différents types forestiers et la variabilité de leur richesse ? Que peut-on en déduire des moyens dont dispose la nature pour réagir aux futures perturbations climatiques et à l'actuelle pression de l'homme ? ...

Ces questions passionnantes et inter-dépendantes sont encore actuellement remplies d'incertitudes puisque déjà à la première d'entre elles la communauté scientifique se divise:

-Comment envisager conceptuellement la typologie (chapitre I.5) ? N'oublions pas que la nature n'est pas binaire. Elle n'est pas faite de catégories mais plutôt d'une multitude d'éléments uniques que l'esprit humain s'applique à catégoriser afin de l'aider à comprendre certaines choses. Cette question nécessite de réfléchir sur l'organisation interne des communautés dont on veut établir une typologie (chapitre I.3).

-Quelles informations doit-on trouver, que faut-il observer et comment doit-on s'y prendre pour la collecte concrète de ces informations (chapitre II) ? Comment unir nos efforts afin de progresser plus vite, c'est-à-dire comment augmenter la rentabilité et la polyvalence de nos recherches ?

Après avoir discuté de manière conceptuelle les questions évoquées ci-dessus (chapitres introduction, matériel et méthode), nous avons appliqué le système imaginé à l'étude des types forestiers en Afrique centrale atlantique. Les questions plus particulières que nous nous sommes posées, afin d'enrichir notre réflexion, sont les suivantes:

1-Existe-t-il différents types forestiers en relation avec le gradient de continentalité ? Cette variabilité est-elle la même pour un milieu mésique, par exemple les forêts denses matures de terre ferme, et pour un milieu soumis à l'excès d'une variable locale, comme l'altitude ?

2-Les réponses au gradient de continentalité, qui est de nature macroclimatique, sont-elles différentes selon les strates et les ensembles structuraux, qui eux sont liés à un gradient microclimatique vertical allant du sous-bois sombre et humide à la canopée exposée aux radiations solaires ?

3-Quelle est la distribution géographique des communautés décrites aux points 1 et 2 ? Jusqu'où s'étendent les espèces qui les composent et quelle est l'importance de leur élément propre ? Comment définir l'endémisme et son homologue écologique, la fidélité ? Comment définir et étudier des groupes écologiques ?

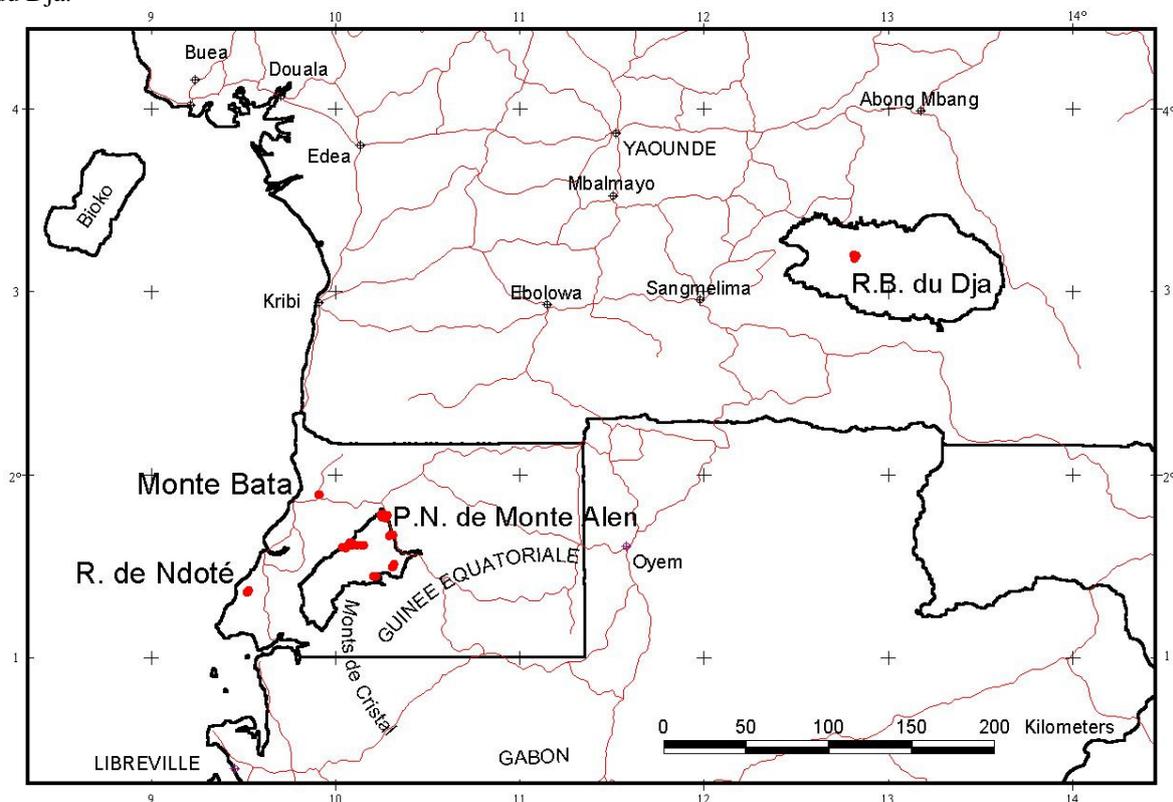
4-Quelle est la diversité végétale des différentes communautés étudiées et de leurs constituants ? Quels sont les types fonctionnels et quelles interprétations peuvent être dégagées quant à la mise en place et à l'histoire de ces types forestiers ?

1.2 Cadre de l'étude

La présente étude a été menée dans deux pays d'Afrique centrale atlantique: la Guinée Equatoriale et le Cameroun. Les raisons de ce choix sont commentées en détail plus loin, dans la partie matériel et méthode. Mentionnons toutefois déjà que la région étudiée au Cameroun, en forêts à caractère continental, nous a essentiellement servis d' " out group ", afin de mieux pouvoir décrire les types forestiers étudiés en Guinée Equatoriale. Nous insisterons donc moins sur la présentation de cette région.

Dans chacun de ces deux pays, les régions étudiées ont été ciblées en rapport avec la méthodologie expliquée plus loin. Il s'agit de la Réserve de Ndoté, la région de Monte Bata et surtout du Parc National de Monte Alén, pour la Guinée Equatoriale, et de la Réserve de Biosphère du Dja, pour le Cameroun (*Fig.1*).

Fig.1 Localisation des zones d'étude. Les sites concernés par nos relevés sont représentés par des points rouges. Le réseau routier est indiqué ainsi que les limites du Parc National de Monte Alén et de la Réserve de Biosphère du Dja.



La République de Guinée Equatoriale, qui ne comptait encore que 410.000 habitants il y a dix ans de cela (FAO 1996), atteint aujourd'hui le million (L'INTELLIGENT 2004). Elle se situe entre 1° et 2° de latitude Nord, au cœur du Golfe de Guinée. Le pays couvre une superficie de 28.051 km² et est divisé en 7 provinces:

- quatre dans la région continentale du Mbini (ou Rio Muni, 26.017 km²): Centro-Sur, Kie-Ntem, Litoral et Wele-Nzas, Bata étant la capitale continentale.
- deux sur l'île de Bioko (entièrement d'origine volcanique, à 3° de latitude Nord): Bioko-Norte (où se trouve Malabo, la capitale du pays) et Bioko-Sur.
- La province d'Annobon (ou Pagalu) à 1°20' de latitude Sud et 360 km de la côte.

n.b.: cinq îles en tout appartiennent à la Guinée Equatoriale: Bioko, Annobon, Elobey Chico, Elobey Grande et Corisco. (ENCARTA 1998)

Cette ancienne colonie espagnole obtint son indépendance le 12 octobre 1968 et a conservé l'espagnol comme langue nationale. Il s'agit d'un atout très important pour le développement du tourisme puisque c'est le seul pays hispanophone d'Afrique. De plus, depuis 1998 le français est devenu seconde langue nationale.

L'exploitation du bois a connu une forte diminution après l'indépendance pour finalement reprendre de manière extrêmement rapide à partir des années nonante jusqu'à nos jours où la production de bois tourne autour de 700.000m³ par an (FA 1991, CUREF 1998).

L'agriculture, bien que prospère à l'époque coloniale (cacao, café, palmier à huile, coco), connut la même régression que l'exploitation forestière mais ne s'en est jamais remise, si bien qu'aujourd'hui, seuls 8 % de la surface du pays y sont consacrés (FAO 1996). L'économie de la Guinée a donc longtemps reposé principalement sur le bois. Depuis la découverte d'importants gisements de pétrole en 1992, le pays a connu un développement spectaculaire. La production de brut est actuellement de l'ordre de 350.000 barils/jour et le secteur pétrolier fournit 90% des recettes du pays.

La Guinée Equatoriale est ainsi devenue un des pays les plus riches du continent même si le Programme des Nations Unies pour le Développement (Pnud) classe toujours le pays au 116^{ème} rang sur 175 au niveau de l'indice de développement humain (IDH) (L'INTELLIGENT 2004).

I.2.1 CLIMAT

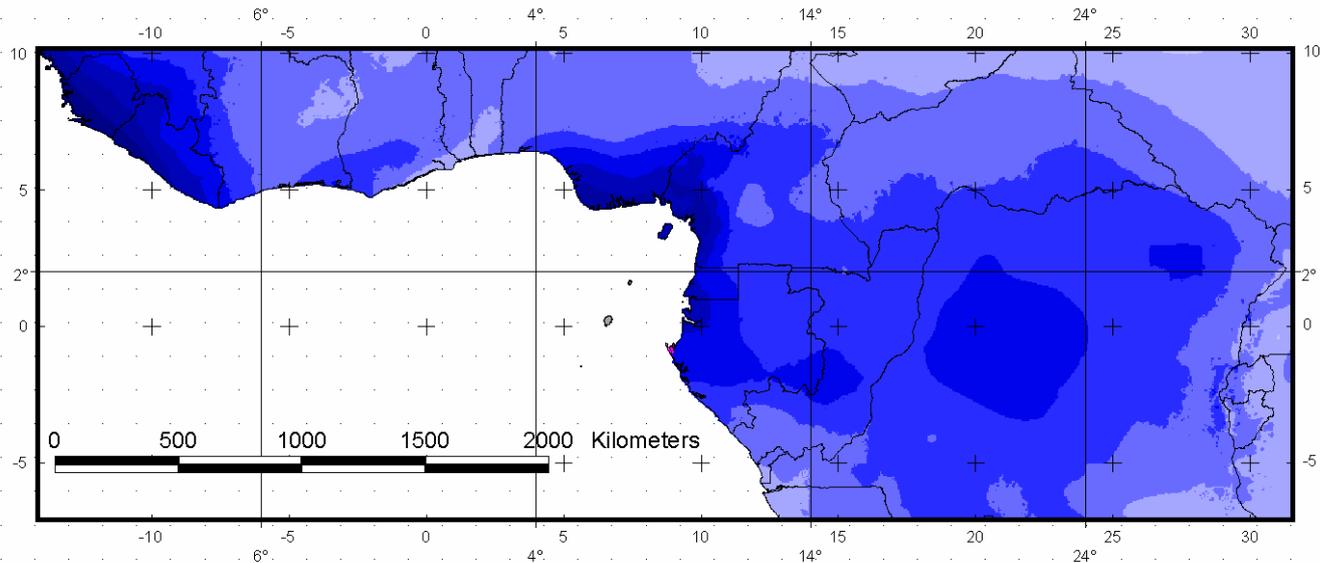
La Guinée Equatoriale jouit d'un climat chaud et humide de type équatorial, c'est-à-dire de type Af selon la classification de Köppen (TROCHAIN 1980). Les précipitations sont abondantes: 1500 à 3800 mm/an (*Fig.2ab*). Le diagramme ombrothermique a une allure bimodale caractéristique des climats de type équatorial. Les deux saisons des pluies s'étendent de mars à mai et de septembre à novembre avec un maximum de pluies en octobre. Le mois d'août est généralement le plus sec (*Fig.2b*).

La Réserve de Biosphère du Dja est quant à elle soumise à un climat relativement plus sec, avec une seule saison sèche vraiment marquée. Selon STÉVART (2003), son régime climatique est de type Aw3 dans le système de Köppen. D'après le même auteur, il existe une diminution sensible de la pluviosité depuis l'ouest vers l'est de la Réserve.

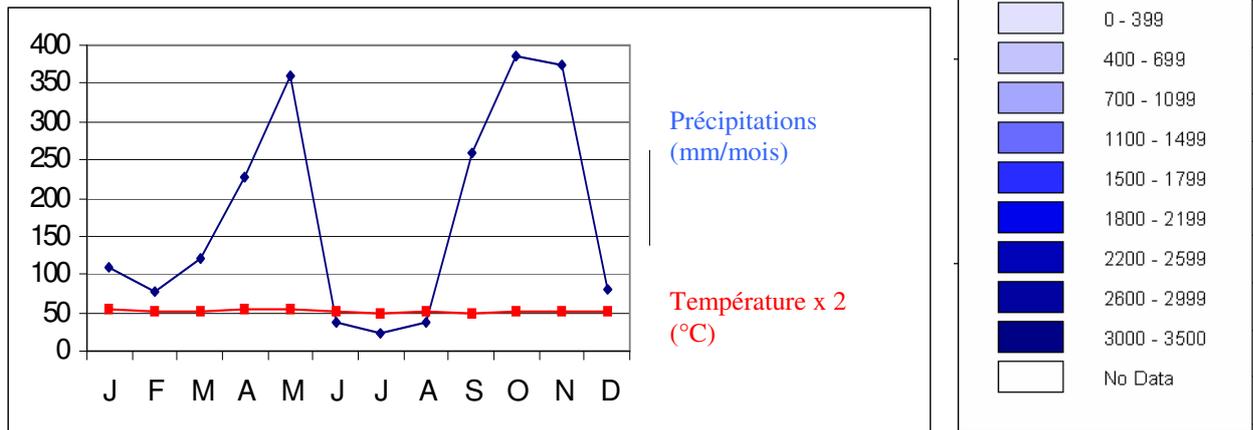
En Guinée Equatoriale, la température moyenne sur toute l'année est de 25°C avec une amplitude thermique annuelle très faible. L'humidité relative est de 90 % (80 % pendant la saison sèche) (FA 1991). Plus vers l'intérieur, dans la région de Nsork, l'amplitude thermique journalière augmente sensiblement (SENTERRE 1999).

Ces paramètres sont assez variables d'une localité à une autre et en fonction de l'altitude mais on dispose de très peu de données climatiques en Guinée Equatoriale. Il semble, par exemple, que les régions situées directement sous le vent de la cordillère de Niefang, à Monte Chocolate notamment, soient très nettement plus sèches par effet de foehn (LEJOLY, comm. pers.), ce qui expliquerait l'abondance d'espèces transgressives des forêts semi-décidues comme *Triplochiton scleroxylon*, juste au Nord de Monte Chocolate.

Fig.2a Pluviométrie moyenne annuelle en Afrique tropicale (d'après les données publiées sur le site <http://climate.geog.udel.edu/>)



.2b Diagramme ombrothermique relevé à Bata, Guinée Equatoriale
Source: aéroport de Bata in COLLIN (1998).



I.2.2 RELIEF ET HYDROGRAPHIE

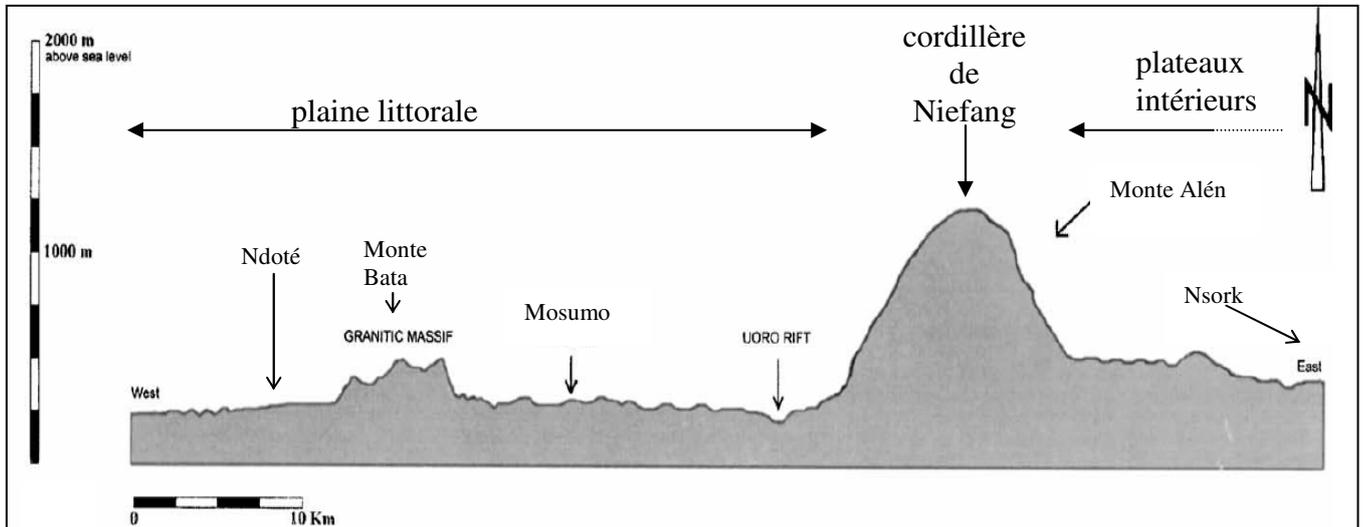
Le relief est relativement peu accusé par rapport aux principales régions montagneuses d'Afrique, notamment la dorsale camerounaise, mais à l'échelle du reste de l'Afrique centrale atlantique, la région de Monte Alén contient une importante concentration de sommets dépassant les 1000m. Le pays peut être décomposé en trois zones d'Ouest en Est (*Fig.3 et 4*):

-La bande littorale, de 30 à 40km de large, est constituée majoritairement de plaines à moins de 100m d'altitude mais on note aussi la présence de quelques collines d'environ 300m, notamment à Monte Bata. C'est dans cette bande que se concentre l'essentiel de la population humaine.

-Après la plaine littorale, le pays est traversé du SO au NE par la cordillère de Niefang qui constitue la prolongation Nord des Monts de Cristal et contient le point culminant du Rio Muni, le Monte Mitra, à probablement 1300m. Le second plus haut sommet est le Monte Alén, à un peu moins de 1300m, sur le versant Est de la cordillère.

-Vient ensuite, vers l'Est, un relief relativement vallonné (surtout au Sud) dont l'altitude varie de 500 à 700m (FA 1991, LEJOLY 1998). Le paysage a alors souvent un aspect en " demi-oranges " (SENTERRE 1999).

Fig.3 Profil topographique d'Ouest en Est au travers de la Guinée Equatoriale, à partir d'une illustration de MERCADER & al. (2002).



Pour ce qui est de la Réserve de Biosphère du Dja, l'altitude varie de 400m au SE à 550-600m au centre et rarement jusqu'à 800m. Dans la région centrale que nous avons étudiée, le paysage est à peine découpé par de nombreuses vallées rapprochées et peu profondes, tant et si bien que la forêt semble toujours marquée par une tendance hydromorphe.

La partie continentale de la Guinée Equatoriale est traversée par trois importantes rivières: le rio Uele, aussi appelé Wele ou Uoro, qui délimite vers l'ouest le Parc National de Monte Alén, le rio Muni qui sert de frontière avec le Gabon et le rio Campo à la frontière avec le Cameroun.

Le Parc National de Monte Alén est parcouru d'est en ouest par une autre rivière d'importance moyenne, le rio Laña. Au centre de la partie Nord du Parc, se trouve un petit lac, le lago Atoc, à aspect assez marécageux et entouré de hautes montagnes (*Photo 1*). Cette région est fréquentée par les touristes, notamment en raison des facilités pour l'observation de la faune. L'autre point touristique du Parc est situé au niveau des impressionnantes chutes du rio Uolo au niveau de sa confluence avec le rio Laña (*Fig.5*).

Fig.4 Relief et principaux sommets des hauts plateaux et bastions montagneux de l'intérieur du Cameroun, de la Guinée Equatoriale et du Nord du Gabon. Nous attirons l'attention sur le fait que le Modèle Numérique de Terrain (MNT) repris dans la majorité des travaux sur l'Afrique centrale atlantique (B) est largement incorrect, du moins dans notre zone d'étude. Le MNT utilisé ici (A) est disponible gratuitement sur internet (<ftp://edcsgs9.cr.usgs.gov/pub/data/srtm/>) et nous a semblé très proche de la réalité. Les réseaux routier et hydrographique sont indiqués respectivement par les lignes rouges et bleues. Les deux aires protégées concernées dans cette étude sont délimitées par les contours noirs.

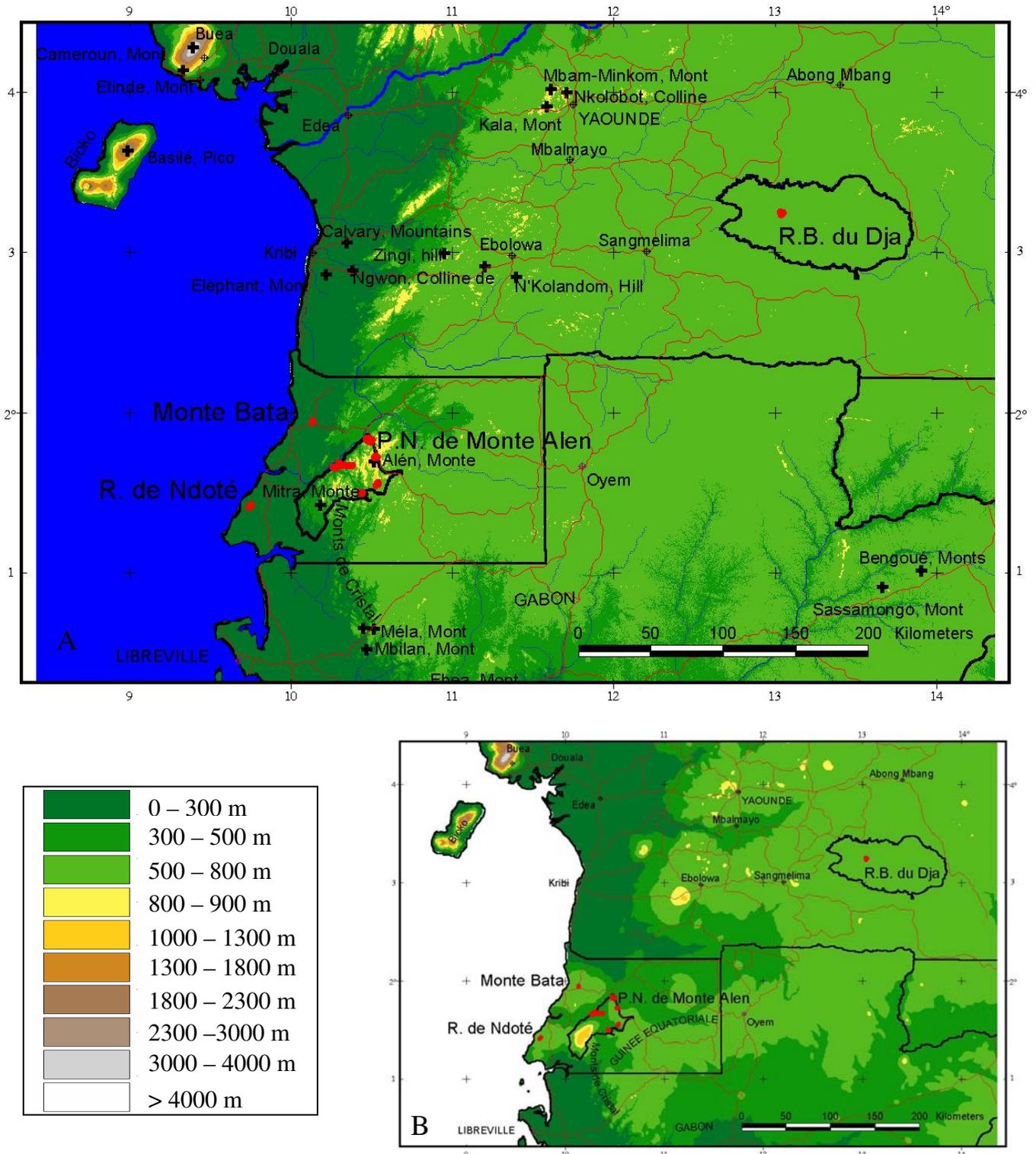


Fig.5 Le Parc National de Monte Alén se situe au cœur de l’Afrique centrale atlantique. Les attraits touristiques sont très importants: faune, flore, lacs, lagunes et cascades, au milieu d’un paysage de montagnes et de collines brumeuses. (illustration tirée d’ECOFAAC 2002)

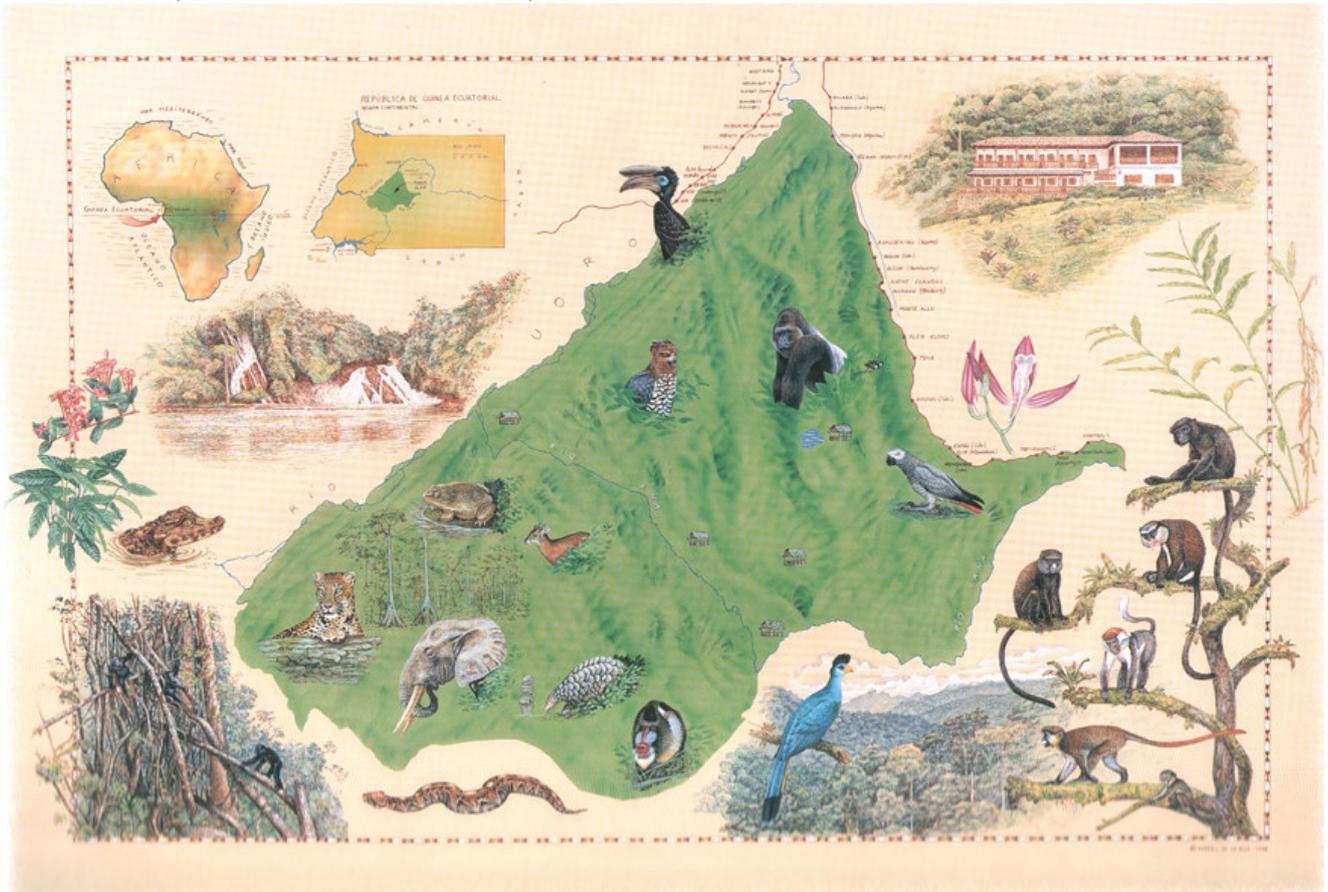


Photo 1. Lago Atoc, au centre du Parc National de Monte Alén (photo: A. Gotanègre)



I.2.3 GÉOLOGIE ET SOLS

Le Rio Muni repose sur un bouclier précambrien constitué de roches cristallines très dures: granites et gneiss. L'homogénéité de la roche mère et le climat expliquent la faible variété dans les types de sols. Ce sont principalement des sols ferrallitiques riches en hydroxydes de fer et de magnésium mais pauvres en feldspaths. Leur pH est légèrement acide (≈ 6) à fortement acide (< 4). (GARCIA & ENEME 1997)

I.2.4 VÉGÉTATION

Le Parc National de Monte Alén comme la Réserve de Biosphère du Dja sont deux aires protégées gérées depuis plus de dix ans (1992) par le Programme ECOFAC (Conservation et Utilisation Rationnelle des **E**cosystèmes **F**orestiers d'**A**frique **C**entrale).

Ce programme de conservation a encadré de nombreuses recherches scientifiques, dont la nôtre. Les premières études botaniques du Parc National de Monte Alén ont été menées par LEJOLY (1994a), OBAMA (1996) et VAN REETH (1997), lors de la mise en place des transects en collaboration avec l'ULB (LEJOLY 1993a, 1994b). La majorité des travaux ont toujours jusqu'ici été axés sur des aspects et des méthodologies plus proches de la tradition des inventaires forestiers. Il s'agit en majorité de travaux de fin d'études réalisés par des étudiants en biologie et en agronomie (LOTFÉ 2002, GALLANT 2002, GOTANÈGRE 2004, DESMET 2003, etc.). On peut aussi mentionner deux thèses récentes parmi nos collaborateurs: celle de Tariq STÉVART (2003) sur les orchidées et celle d'Ingrid PARMENTIER (2003) sur les inselbergs.

Pour le reste de la Guinée Equatoriale, un autre projet de conservation a été particulièrement actif, à savoir le projet CUREF (Conservación y Utilización Racional de los Ecosistemas Forestales de Guinea Ecuatorial). Celui-ci a également encadré plusieurs travaux de fin d'études comme celui de COLLIN (1998), BODE (1998), SENTERRE (1999), etc. Il est aussi à l'origine du magnifique ouvrage de Chris WILKS & Ives ISSEMBÉ (2000). Par ailleurs, le CUREF abrite l'Herbier National de Guinée Equatoriale (BATA¹).

La Réserve de Biosphère du Dja a elle-aussi été le sujet de nombreuses études: LEJOLY (1993b) VAN ESSCHE (1994 in STÉVART 2003), DEBROUX (1994 in STÉVART 2003), SONKÉ (1998), etc. Ces études sont également basées sur la méthodologie traditionnelle forestière. Dans le cadre d'un projet américain mené par T.B.Smith (Dja Hornbill Project/Projet Calao), il semble qu'un chercheur ait mené une thèse sur base de petits relevés homogènes, à savoir Mark K.Fogiel, mais nous n'avons jamais réussi à établir des contacts ni eu l'occasion de consulter son travail, probablement très intéressant. Dernièrement, KOUOB (2003) a engagé une autre étude par quadrats de 1ha disposés de manière aléatoire.

I.2.5 DEGRÉ D'EXPLORATION BOTANIQUE

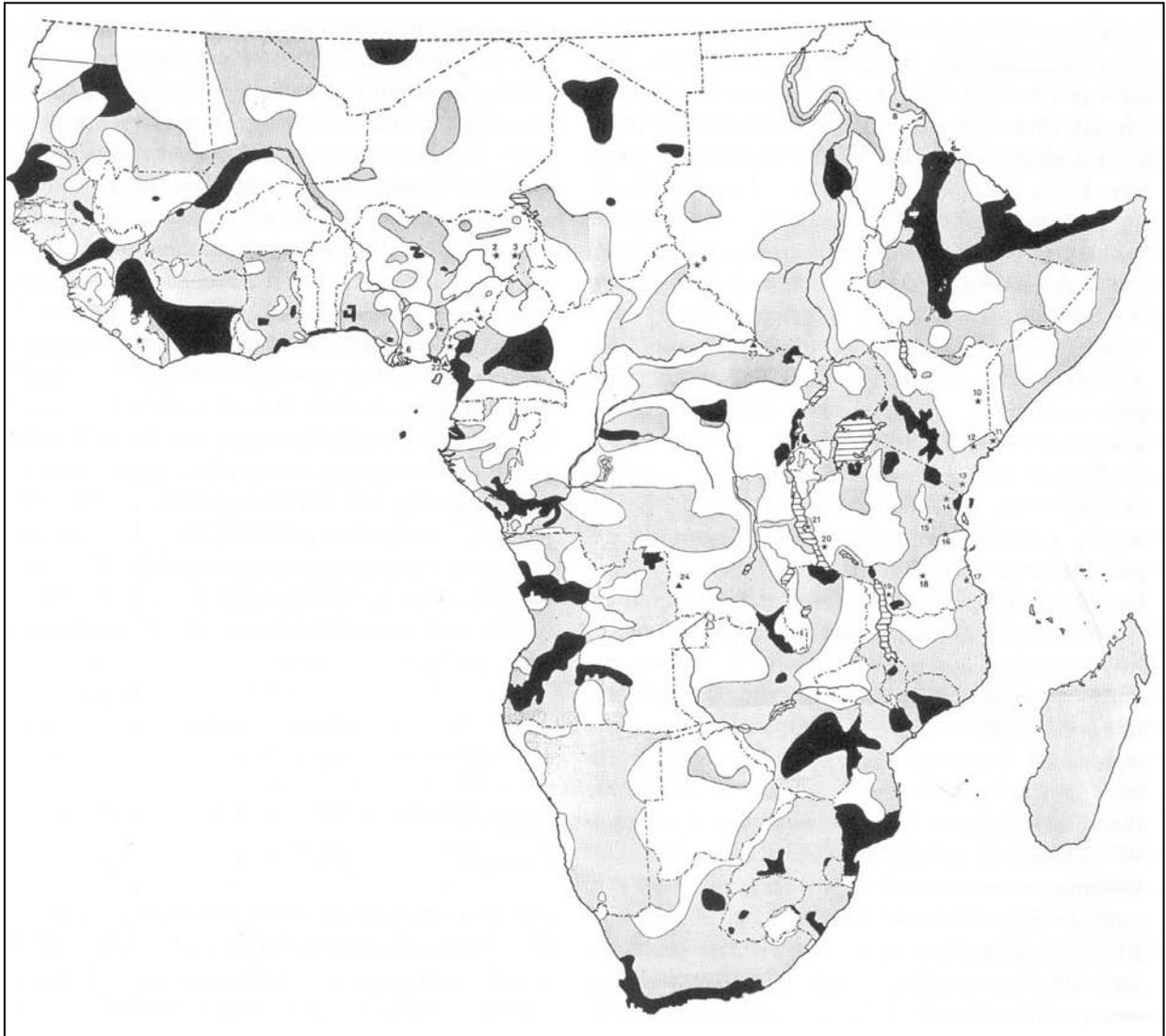
Malgré le grand nombre d'études botaniques menées dans les zones envisagées dans cette thèse, il faut rappeler que celles-ci ont été menées répétitivement sur les mêmes transects forestiers. Par exemple, à Monte Alén, aucun autre botaniste avant nous ne s'était écarté des quatre transects de 5km chacun. Par conséquent, les nombreuses données collectées ne représentent qu'une petite partie des habitats occupant les aires protégées étudiées et se concentrent sur un nombre très limité de strates.

8

¹ Dans un premier temps, le code choisi pour l'Herbier de Bata fut HNGE, d'après une communication personnelle du directeur lui-même, C. Obama. Mais le code finalement retenu pour l'Index Herbariorum est BATA. Il convient donc de corriger cela dans notre récente publication sur les Ebenaceae (SENERRE 2005).

Les régions de Monte Alén et du Dja sont par ailleurs parmi les régions les moins bien connues et prospectées en Afrique (*Fig.6*).

Fig.6 Carte du degré d'exploration botanique en Afrique, d'après LÉONARD (1965a) et reprise par HEPPER (1979) et LEBRUN & STORK (1991-1997). Les zones blanches ont fait l'objet d'un nombre de collectes d'herbiers inférieur au nombre d'espèces susceptibles d'y vivre. Les zones grises présentent de une à trois fois plus d'herbiers collectés que d'espèces présentes. Les zones noires ont au moins trois fois plus d'herbiers collectés que d'espèces présentes.



I.3 Organisation des forêts tropicales

Le but de ce chapitre est d'introduire quelques concepts de base afin de justifier les divers choix qui seront faits plus loin: types biologiques, synusies, types fonctionnels, etc. Ces concepts sont discutés sous forme d'une synthèse bibliographique et certaines améliorations sont proposées.

I.3.1 NOTIONS DE BASE À L'ÉCHELLE DE L'ASSOCIATION VÉGÉTALE

La notion d'association remonte au début du XIX^{ème} siècle sous l'impulsion d'Alexander von Humboldt suivi par d'autres naturalistes tels qu'August Grisebach (WIKIPEDIA 2004). Elle est issue du constat que les espèces ne vivent pas n'importe où mais plutôt dans certains types de milieux qu'elles partagent généralement avec un grand nombre d'autres espèces. L'association de certaines espèces semble alors se répéter lorsque des conditions de milieu similaires sont rencontrées. Ce concept continua à être exploré jusqu'à une première mise au point, lors du premier congrès international de botanique à Paris (en 1900), avec le Projet de Flahault (in DAGET & GODRON 1982).

L'**association végétale** est alors considérée comme une unité biologique élémentaire, à notre niveau de perception, c'est-à-dire comme " la dernière expression de la concurrence vitale et de l'adaptation au milieu dans le groupement des espèces ".

L'environnement occupé par un **individu d'association végétale** (l'association végétale étant une notion abstraite) peut dès lors être lui aussi considéré comme élémentaire. On appelle cette unité élémentaire de milieu la "**station**" que Flahault (1900 in DAGET & GODRON 1982) définissait comme " une circonscription d'étendue quelconque, mais le plus souvent restreinte, représentant un ensemble complet et défini de conditions d'existence. La station résume tout ce qui est nécessaire aux espèces qui l'occupent, la combinaison des facteurs climatiques et géographiques avec les facteurs édaphiques et biologiques, c'est-à-dire les rapports de chaque espèce avec le sol et avec les espèces auxquelles elle est associée ". A l'échelle de l'association végétale, d'autres notions et d'autres termes existent encore dont nous tentons ici de mettre en évidence les nuances: habitat, niche, biotope, écotope.

Un ensemble de stations où s'observe une même espèce ou un même assemblage d'espèces se caractérise par des traits écologiques (ou facteurs stationnels), et donc **physionomiques** (aspect de la végétation), communs. Cet ensemble de traits communs caractérise l'**habitat** de l'espèce ou de l'assemblage d'espèces et n'est donc pas à confondre avec la station qui en est l'expression locale: un habitat peut être représenté par de nombreuses localités, correspondant à des stations différentes. L'habitat d'une espèce, par exemple les forêts denses humides sempervirentes sur sol profond pour *Santiria trimera*, représente l'environnement nécessaire à l'existence de celle-ci. L'habitat d'une espèce est en quelque sorte son adresse, c'est-à-dire l'endroit où on la trouve (ODUM 1953), tandis qu'une station est l'adresse pour certains individus de l'espèce. Il s'agit, comme la station, d'une entité spatiale tridimensionnelle, relativement homogène du point de vue de l'environnement physique et biotique à l'échelle considérée (Blondel 1995 in DEVILLERS & DEVILLERS-TERSCHUREN 1996).

La notion de **biotope** est très similaire à celle d'habitat à la différence, d'une part, qu'elle n'inclut pas la composante biotique et, d'autre part, qu'elle fait référence à la notion d'écosystème, dont elle constitue la composante abiotique. L'écosystème à l'échelle stationnelle est alors souvent appelé la **biogéocénose**, dont la partie biotique constitue la **biocénose** (ou **phytocénose** si on ne veut faire allusion qu'à la composante végétale) et dont

la partie abiotique est le biotope². Par exemple, l'environnement délimité par la couche de litière d'une forêt quelconque constitue un biotope dans lequel une graine d'arbre peut germer. Lorsque l'arbre grandit, il finit par sortir de son biotope de germination (OLDEMAN 1974). Le biotope d'une plante n'est donc pas forcément le même tout au long de la vie de celle-ci. Comme pour l'habitat, il s'agit d'une entité spatiale tridimensionnelle, de nature variable selon l'échelle considérée mais cette fois restreinte à des échelles plus locales et même souvent inférieure à la phytocénose stationnelle (un tronc pourrissant du sous-bois, une flaque, etc.). D'un point de vue spatial uniquement, le biotope est parfois considéré comme la plus petite unité d'habitat (WIKIPEDIA 2004).

Comme si les problèmes de confusion entre habitat et biotope n'étaient pas suffisants, un troisième terme est quelquefois utilisé à savoir l'**écotope**. Il semble que l'écotope (" lieu de séjour ") ait été à l'origine employé pour désigner uniquement les composantes climatiques (climatope) et édaphiques (édaphotope) d'un écosystème donné, sans faire allusion aux aspects de la dynamique de régénération de l'écosystème considéré et notamment à la modification du biotope d'une plante de par sa propre croissance. L'écotope d'une plante est dans ce sens le même tout au long de sa vie car uniquement dépendant du climat général et du sol. Très soucieux de ces aspects de régénération, OLDEMAN (1974 p. 514, 517) redéfinit le terme écotope comme étant la succession des biotopes occupés par un individu de l'écosystème tout au long de son développement, et où se réalisent successivement les conditions énergétiques permettant le développement de cet individu. L'écotope, de dimension spatio-temporelle, qu'occupe un arbre d'une espèce pionnière héliophile n'est donc pas le même que celui occupé par un arbre d'une espèce sciaphile. La sylvigénèse (comme lors de la création d'un chablis suite à la mort d'un arbre) crée un biotope favorable à la germination d'espèces héliophiles qui tout au long de leur croissance modifient ce biotope, le rendant favorable à la germination d'autres espèces moins héliophiles. La succession des biotopes occupés par un arbre au cours de sa croissance jusqu'à sa mort constitue alors ce que Oldeman appelle son écotope. Cette notion nouvelle, introduite par OLDEMAN (1974) est fondamentale dans la conception dynamique de l'écosystème forestier et dans l'étude du tempérament des espèces en milieux tropicaux (cf. chapitre I.3.3.3). Elle représente au moins la troisième définition du terme (TANGHE, comm.pers.).

Dans ce même document, OLDEMAN rediscute aussi les termes habitat et niche. La **niche écologique**, plus encore que l'habitat et au contraire de la station, est un concept abstrait qui inclut une nuance supplémentaire à savoir la fonction dans l'écosystème. Les individus qui utilisent les mêmes ressources, d'une manière similaire et qui contribuent de la même manière à la stabilité de l'écosystème (même type de réponse face aux perturbations) exploitent une même niche écologique. La stabilité d'un écosystème est rendue possible par une diversité et une complémentarité des niches écologiques tant et si bien qu'il devient douteux pour certains scientifiques de supposer que deux espèces puissent occuper exactement une même niche écologique. On peut toutefois trouver des exemples tels que certains *Geophila* (Rubiaceae) du sous-bois en forêt tropicale, etc. (cf. BLANC 2002, notamment p.19). D'autres chercheurs justifient la stabilité d'un écosystème précisément par une certaine redondance des niches exploitées (pour lesquelles les espèces seraient alors en compétition) par les différentes espèces de manière à ce que l'extinction d'une espèce ne coïncide pas forcément avec la disparition de la fonction qu'elle occupait (SHUGART 1997).

11_____

² Pour certains toutefois, le biotope est la partie biotique de l'écosystème au niveau local, stationnel, suivant la séquence biosphère (global)-biotope (local). Au biotope correspond alors le pédotope et le climatope, pour les composantes du milieu physique.

Notons que les confusions entre niche écologique, biotope, milieux et habitat sont très fréquentes dans la littérature.

I.3.2 LA PHYTOCÉNOSE COMME ÉCOSYSTÈME

La **notion d'écosystème** est directement issue et élargie à partir de celle de communauté végétale et s'interroge sur le fonctionnement et la stabilité de celle-ci. L'étude terminologique de DURY (1999) sur ces deux notions en signale déjà les prémisses avec le " microcosme " de Forbes en 1887, puis le " superorganism " déjà proposé par Cléments dès 1916, suivi de l' " holocen " (utilisé par Friedrichs en 1927), puis du " complexe organisme-milieu " (qui apparaît régulièrement dès les années 1920 et devient en 1934 " complexe organismes-milieu " sous l'impulsion de Prenant) et enfin " quasi-organism " et " ecosystem " chez Tansley en 1935. Tansley (1935, p.299, in DURY 1999) définit un écosystème de la manière suivante: " It is the system so formed which, from the point of view of the ecologist, are the basic units of nature on the face of the earth. Our natural human prejudices force us to consider the organisms [...] as the most important parts of these systems, but certainly the inorganic " factors " are also parts. [...] These " ecosystems ", as we may call them, are of the most various kinds and size ". Un écosystème peut être aussi bien une flaque, une branche morte, voire la terre entière. Plus tard, Lindeman (1941, in DURY 1999) ajoute à la notion d'écosystème la définition qui tient toujours aujourd'hui en insistant sur l'organisation hiérarchique de tout système en sous-systèmes constituant autant d'entités individualisées.

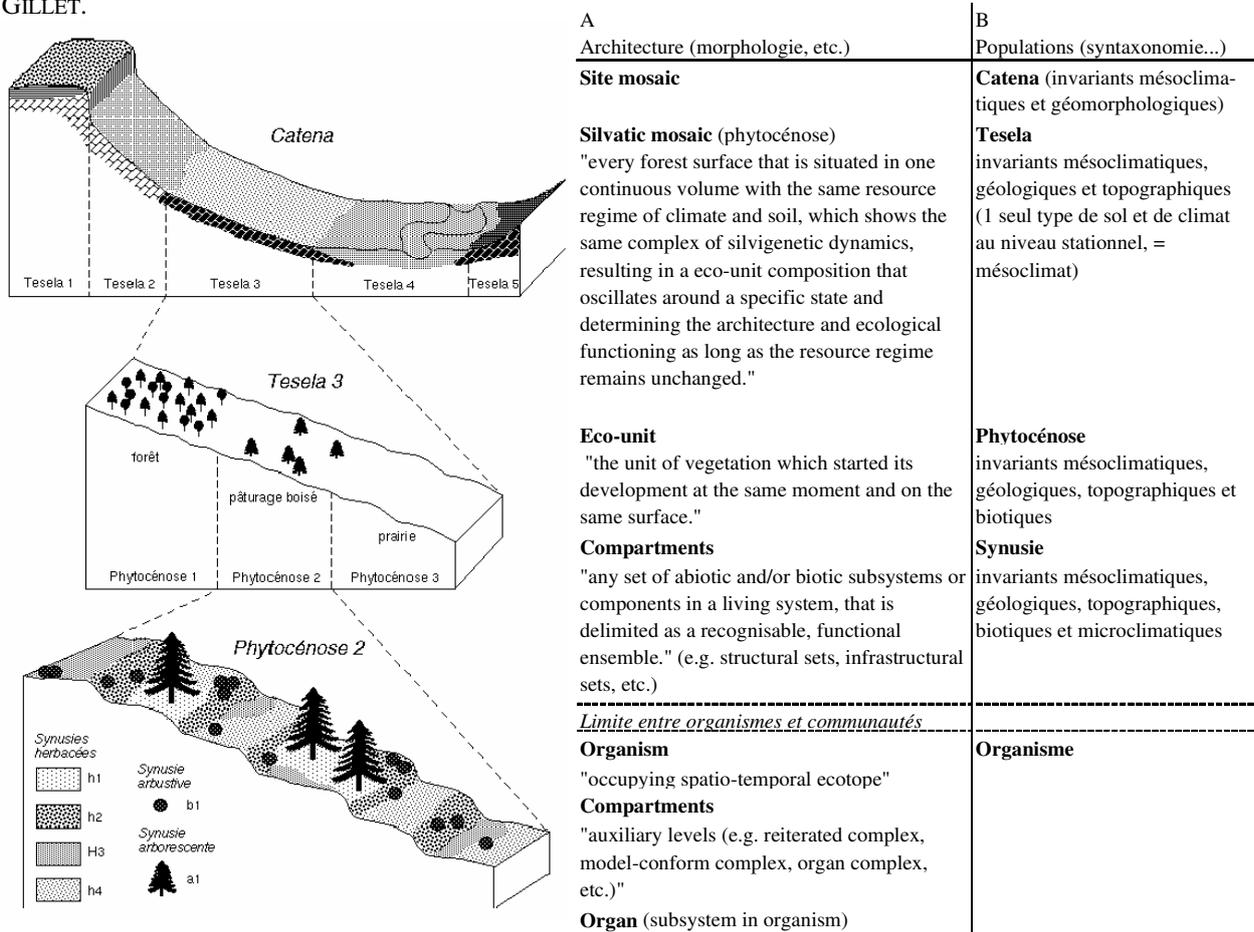
Depuis l'apparition du concept, de nombreux auteurs se sont penchés sur la **hiérarchie** et la nomenclature des écosystèmes. Des termes tels que macroécosystème, mésoécosystème et microécosystème ont ainsi vu le jour. L'écosystème le plus grand est la planète Terre elle-même, ou écosphère, dont la composante biotique est appelée la biosphère et dont la composante abiotique intègre hydrosphère, atmosphère, etc. Quel pourrait être dès lors un cadre hiérarchique général intégrant les différents types d'écosystèmes, de l'écosphère à la biogéocénose ?

Une synthèse d'études des cas concrets d'écosystèmes, de leur fonctionnement et de leur organisation hiérarchique générale a été entreprise par OLDEMAN (1990) dans ce qui reste probablement un des principaux ouvrages de référence sur l'organisation générale des écosystèmes forestiers. Dans son traité de silvologie, Oldeman n'a de cesse de replacer ses considérations dans un cadre plus général, voire universel (p.559). Comme nous l'avons déjà dit plus haut, tout système est composé de sous-systèmes, eux-mêmes composés de sous-systèmes plus petits, etc. OLDEMAN (1990) donne un cadre plus général aux écosystèmes qu'il voit comme un cas particulier (basé sur de nombreux organismes) de ce qu'il appelle un " système vivant ". Tout **système vivant** présente les caractéristiques suivantes (OLDEMAN 1990, p.396-398):

- la présence d'une couche filtrante entre l'intérieur du système et son environnement (dans le cas de la forêt, il s'agit de la canopée, dont le rôle est entre autre, de filtrer le rayonnement solaire incident)
- la présence d'un système de communication interne
- la présence d'un système de transfert de masse
- la capacité d'ajustement par rapport aux variations de l'environnement
- la capacité de se reproduire

La hiérarchie de systèmes " naturels " qu'il propose est entièrement et uniquement basée sur le critère structural. Pour plus de détails quant à l'originalité et à la justification précise du système décrit, nous renvoyons le lecteur au travail d'OLDEMAN (1990, p.16-23).

Fig.7 Hiérarchie des systèmes vivants à l'échelle locale: analogie entre A-les conceptions générales d'OLDEMAN (1990) et B-les conceptions syntaxonomiques des phytosociologues (GILLET 2000). Dans l'étude d'OLDEMAN, la phytocénose est définie comme la mosaïque silvatique et ne correspond donc pas à la phytocénose au sens phytosociologique. Dans la présente étude, nous utiliserons le terme phytocénose dans ce second sens, rappelé par GILLET (2000): "Communauté végétale formée d'un complexe de synusies végétales organisées spatialement, temporellement et fonctionnellement au sein d'une même biogéocénose, et présentant de fortes relations de dépendance écologique, dynamique et génétique". Le système d'OLDEMAN, bien qu'homologue au système phytosociologique, s'en distingue par le fait que l'exemple détaillé par OLDEMAN est centré uniquement sur l'écosystème forestier. On trouvera dans sa synthèse (1990) plusieurs illustrations homologues à celle de GILLET.



Ces considérations permettent de présenter la phytocénose comme un système vivant inscrit dans un contexte plus vaste. Ainsi, au sein d'une même station homogène, un massif forestier est généralement caractérisé par une mosaïque d'unités dynamiques (chablis, recrûs, unités pionnières, etc.) ayant initié leur développement chacune à un moment donné, consécutif à une perturbation (chute d'un ou de plusieurs arbres, incendie, etc.). De telles unités dynamiques, qu'OLDEMAN (1990) appelle des "éco-unités", constituent chacune un système autonome et contribuent à la définition et au fonctionnement (renouvellement ou "rejuvenation" pour VAN STEENIS 1958) du système d'ordre supérieur qu'est la mosaïque et qu'il appelle la "mosaïque silvatique". Ces principaux niveaux d'organisation de la végétation se retrouvent en partie dans les conceptions syntaxonomiques des phytosociologues. L'éco-unité correspond en réalité assez bien à la "phytocénose" de ces derniers, tandis que la **tesela** recouvre la même notion que celle de mosaïque silvatique. Bien qu'OLDEMAN (1990) s'arrête à l'échelle des mosaïques silvatiques, il est encore possible de considérer celles-ci comme composantes d'écosystèmes d'ordre supérieur. En phytosociologie paysagère, on parle de "système caténaire" pour évoquer une unité globale

organisée d'inter-relations entre les teselas ou les phytocénoses d'une catena (*Fig.7* ; GILLET & al. 1991, TANGHE 1999).

On trouve dans la littérature quelques notions faisant le lien entre catenas et l'ultime niveau hiérarchique (l'écosphère): à cette échelle régionale, on parle généralement de **biomes** et d'**écorégions** pour désigner deux niveaux intermédiaires (OLSON & DINERSTEIN 2002, etc.). D'ailleurs, bien que le terme ne soit pas repris dans son schéma général, OLDEMAN (1990, p.552) considère le biome comme "une des principales catégories régionales d'écosystèmes". Sans entrer dans les détails, nous présentons toutefois ces deux termes dans un système hiérarchique global (*Tab.1a*). Les systèmes des différents niveaux de l'échelle locale sont approfondis par OLDEMAN tout au long de son traité de silvologie. Les attributs généraux propres à tout système vivant sont notamment explicités à chaque niveau ainsi que les analogies entre les stades de développement (*Tab.1b*).

Tab.1 a) Relations d'échelle et hiérarchie des systèmes vivants d'après OLDEMAN (1990) et OLSON & DINERSTEIN (2002). Les termes cités sont détaillés dans le texte.

	échelle individuelle	échelle locale	échelle régionale et globale
niveau hiérarchique	cellule	organisme	mosaïque silvatique (= système tessellaire)
	tissu	écodème	écocomplexe (=système caténaire)
	organe	compartiment (synusies, etc.)	écorégion
	système (sanguins, etc.)	éco-unité	biome
	organisme	mosaïque silvatique	écosphère

b) Les cinq principaux stades de développement réalisés chez les systèmes vivants à plusieurs échelles (OLDEMAN 1990 p.561)

System	Developmental sequence				
Organ	Initium	Juvenile	Fully grown	Over-ripe	Dead
Organism					
-animal	Embryo	Juvenile	Adult	Decrepit	Dead
-tree	Seedling	Potential	Of the present	Of the past	Dead
Eco-unit	Innovation	Aggradation	Biostasis	Degradation	Dead
Silvatic mosaic	Installation	Precuilbrium	Ecuilibrium	Elimination	Collapse

Nous venons d'évoquer les écosystèmes des niveaux supérieurs à l'éco-unité. On peut encore distinguer au sein de celle-ci toute une série de sous-systèmes en vue d'en expliquer le fonctionnement. Ces sous-systèmes sont les **composantes** de l'éco-unité. Les composantes les plus élémentaires de l'éco-unité sont les organismes individuels (par exemple des individus de plantes et d'animaux dans une station forestière). Entre ceux-ci et l'éco-unité, les niveaux intermédiaires sont particulièrement bien explicités à partir de la notion de synusie. Une **synusie** se définit comme un "ensemble, connexe ou fragmenté spatialement, d'écodèmes dont les organismes sont suffisamment proches par leur espace vital, leur comportement écologique (sensibilité/tolérance aux contraintes et dissymétries du milieu, modes d'exploitation des ressources) et leur périodicité pour partager à un moment donné un même milieu isotrope à l'intérieur d'une biogéocénose" (GILLET & al 1991). Cette notion introduit celle d'**écodème** qui est l'"ensemble des organismes d'une même espèce, parvenus à un même stade ontogénique [ou stade de développement], et partageant à un moment donné un même milieu isotrope [à l'échelle de ces organismes] à l'intérieur d'une biogéocénose". La notion d'écodème, synonyme de cohorte, est très importante car elle permet de tenir compte

des divergences de comportement et de fonction des organismes d'une même espèce selon leur âge. En zoologie, les exemples sont frappants: un têtard n'a pas du tout la même fonction dans l'écosystème que l'individu adulte auquel il donnera suite. Pour les plantes, cela se traduit par exemple par des espèces dites scia-héliophiles, c'est-à-dire nécessitant un milieu ombragé pour leur croissance mais un milieu ensoleillé pour leur épanouissement. Aussi, les différents écodèmes d'une même espèce (d'âges différents) participent à des synusies différentes: une synusie arbustive (et même herbacée) peut par exemple être désignée par un jeune individu d'une espèce d'arbre (exemple cf. GILLET 2000, p.46).

Notons enfin qu'à l'échelle individuelle, les principaux systèmes du *Tab.1a* (tissus, organes, etc.) ont été décrits plus en détail et enrichis d'exemples dans les différents travaux de HALLÉ et d'OLDEMAN sur les modèles architecturaux (HALLÉ & OLDEMAN 1970, OLDEMAN 1990, HALLÉ 2004, etc.). Pour un arbre, les sous-systèmes correspondent aux "systèmes (ou modules architecturaux) réitérés", eux-mêmes constitués des sous-systèmes d'axes feuillés (équivalents aux tissus), etc.

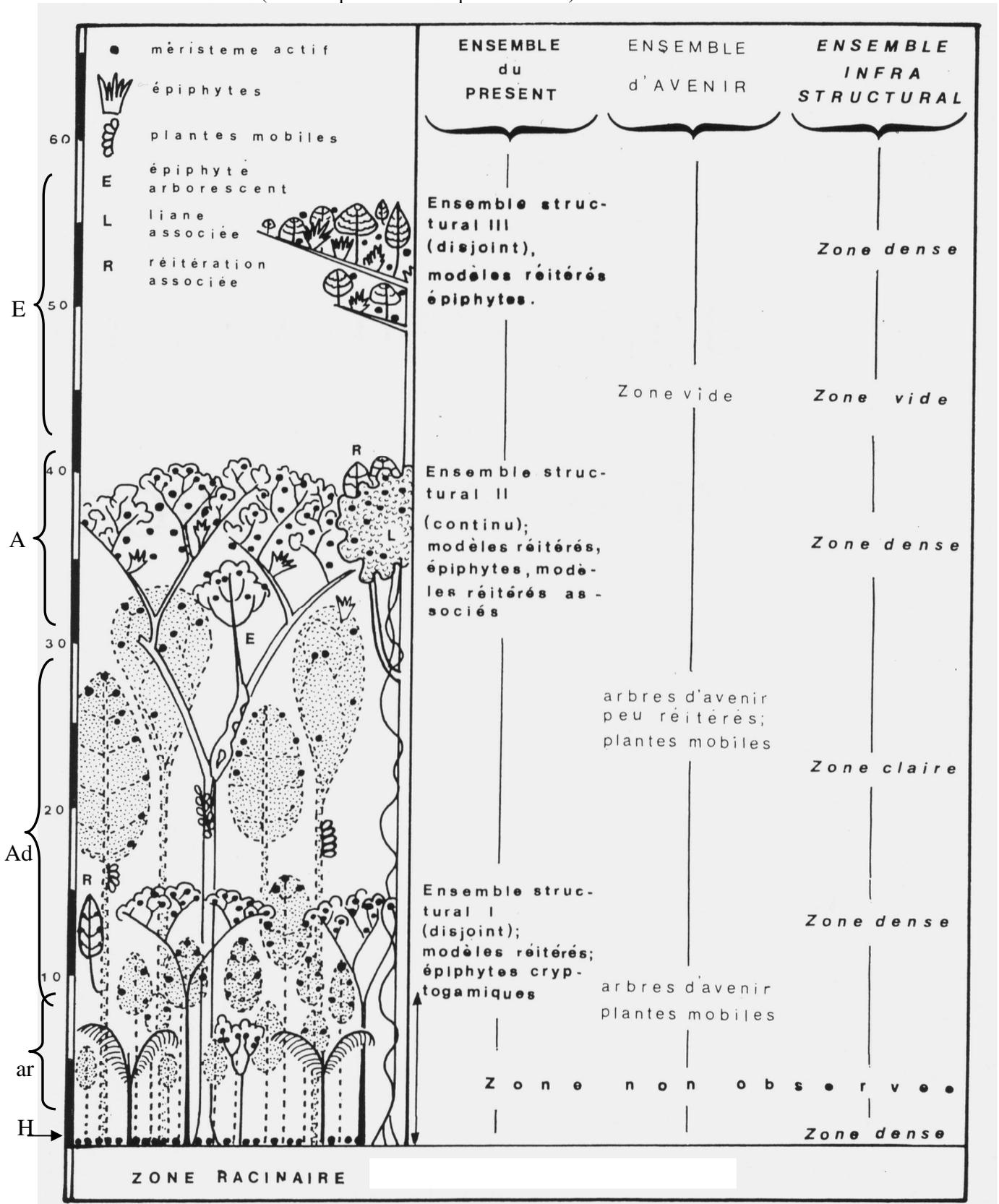
I.3.3 LES COMPARTIMENTS DE L'ASSOCIATION VÉGÉTALE

A des fins d'analyse, il peut s'avérer nécessaire ou plus pratique de considérer conjointement plusieurs de ces composantes (synusies, écodèmes, espèces) en ce qu'on appelle alors des "**compartiments**". OLDEMAN (1990) définit un tel compartiment comme "tout ensemble de sous-systèmes abiotiques et/ou biotiques, ou composants d'un système vivant, étant défini comme un ensemble fonctionnel reconnaissable".

I.3.3.1 Compartiments structuraux

Un compartiment peut donc être des composantes même de l'éco-unité, telle qu'un écodème, mais aussi un ensemble d'écodèmes. L'ensemble des écodèmes d'individus matures des diverses espèces constitue alors ce que OLDEMAN (1974) appelle l' "ensemble du présent" (incluant tous les arbres adultes, les arbustes adultes, les herbes adultes, etc.). De manière analogue, l'ensemble des écodèmes sénescents constitue l' "ensemble du passé" et l'ensemble des écodèmes immatures constitue l' "ensemble du futur". Ces trois types d'ensembles forment alors ce qu'on appelle des "**ensembles structuraux**" (GILLET 1991 renommant le syntagme d'origine "ensembles structurels" d'OLDEMAN, 1974). Comme l'illustre magnifiquement OLDEMAN (1974, *Fig.8*), les éléments de l'ensemble du présent définissent pratiquement toujours très clairement (même en forêt non perturbée) des niveaux discontinus qui correspondent à ce qu'on entend généralement par "**strate**" arbustive, strate arborescente inférieure, etc. La délimitation de ces strates est marquée par les zones de maximum de densité de houppiers, correspondant à des zones d'accumulation des éléments de l'ensemble du présent, du passé et du futur. Les zones de moindre densité de houppiers constituent des strates intermédiaires donnant au profil d'une forêt non perturbée une allure sans strates apparentes. Certains jugent alors que la végétation naturelle ne présente pas de strates mais il semble plus logique de penser qu'il peut exister une tendance vers une distribution sans strates de la biomasse, où chacun des accidents qui marquent la vie d'une communauté provoque un train d'ondes de stratification (DAGET & GODRON 1982, p.10).

Fig.8 Schéma d'une forêt sempervirente montrant les ensembles forestiers d'après OLDEMAN (1974). Les plantes dites mobiles correspondent notamment aux Aracées grimpantes munies de racines crampons et pour lesquelles les parties vieilles se dénudent progressivement avec la croissance en hauteur du rhizome. Les principaux ensembles structuraux étudiés dans cette thèse sont précisés sur la gauche de la figure ainsi que la strate qui leur correspond: A-arbres dominants (auxquels on ajoute les émergents, E), Ad-arbres dominés, ar-arbustes et H- strate herbacée du sous-bois (cf. II.2.2 pour une description détaillée).



I.3.3.2 Compartiments taxonomiques, écologiques et sociologiques

Un compartiment peut être la **population** d'une espèce (autécologie ; ensemble des écodèmes de l'espèce) ou de plusieurs espèces (synécologie), parfois choisies sur une base taxonomique (Ptéridophytes, Orchidées, etc.). Certains modèles tendent à considérer de nombreuses espèces, idéalement toutes, et consistent alors en modèles phytosociologiques. En phytosociologie, on distingue encore un autre type de compartiment, correspondant à une version purement écologique de la synusie, c'est-à-dire sans exiger une similitude de forme biologique. Il s'agit de la notion de "**groupe écologique**", introduite par Duvigneaud (1946 in TANGHE 1995).

Trois aspects importants permettent d'émettre des nuances à propos de cette notion de groupes écologiques. Premièrement, nous venons implicitement d'évoquer la similitude d'appétences écologiques: critère majeur dans la conception d'Ellenberg (1950 in TANGHE 1995). Cette affinité autécologique peut ne concerner qu'un des facteurs environnementaux et c'est ainsi que des espèces restent systématiquement associées même dans des milieux sensiblement différents, mais ayant en commun "le facteur recherché" par ces espèces (hygrométrie, acidité, etc.) (Godron 1984 in TANGHE 1995). Deuxièmement, il faut aussi tenir compte du fait que deux espèces ayant des exigences écologiques très semblables peuvent ne jamais être vues ensemble dans une même station tandis que d'autres semblent tisser entre elles des liens sociaux: critère majeur dans la conception de Duvigneaud qui préfère alors parler de "**groupes socioécologiques**" (1974 in TANGHE 1995). Les groupes ne se limitent donc pas à de simples similitudes d'appétences écologiques mais partagent aussi des liens historiques et phytogéographiques. Troisièmement, Le Houerou (1959 in TANGHE 1995) fait remarquer que ces groupes socioécologiques n'ont qu'une valeur relative et ne valent que dans les limites d'un territoire climatiquement homogène (climat régional): au-delà, leur déterminisme écologique peut être tout autre par phénomène de compensations écologiques (souvent édapho-climatiques). Par exemple, plusieurs espèces typiques du groupe de forêt climacique dans la zone des forêts semi-décidues, telles que *Triplochiton scleroxylon* (Sterculiacée), caractérisent en forêts sempervirentes certaines phases de reconstitution forestière.

Aux lueurs de la révision de TANGHE (1995) sur les groupes écologiques, nous retenons deux notions fondamentales. D'une part, il y a la conception la plus basique, où on n'exige ni la coexistence effective (liens sociaux), ni l'homogénéité du climat régional et à laquelle on peut donc faire référence par le syntagme "**groupe écologique**". D'autre part, il y a la conception la plus complète telle qu'émise par TANGHE (op.cit.), qui intègre les trois nuances évoquées plus haut et qu'il convient d'appeler "**groupe socioécologique**" pour insister sur la considération des liens sociaux. De tels groupes socioécologiques se définissent donc comme des "ensembles de taxa (espèces, sous-espèces) qui, à l'intérieur d'une aire géographique de climat plus ou moins uniforme (hétérogénéité climatique inférieure ou égale au climat régional), 1) présentent des exigences ou des tolérances plus ou moins semblables à l'égard d'un ou de plusieurs facteurs écologiques déterminants (édaphiques ou climatiques), 2) apparaissent généralement ensemble et 3) peuvent effectivement coexister" (TANGHE 1969).

Les notions de groupes écologiques et socioécologiques sont d'une grande importance en matière de typologie de la végétation et notamment en phytosociologie. Elles apportent une solution pratique intéressante au problème posé par les types de végétation intermédiaires entre plusieurs unités de végétation bien déterminées. Dans une station donnée, les groupes les plus développés constituent le noyau caractéristique de l'association végétale qu'identifieraient les phytosociologues de l'école dite classique (BRAUN-BLANQUET 1932) tandis que les groupes socioécologiques représentés par le cortège des espèces qualifiées de compagnes par ces mêmes phytosociologues permettent d'identifier les relations,

sociologiques et écologiques, de l'association avec d'autres associations, voisines ou pas. La conception de l'association végétale qui en résulte est en quelque sorte intermédiaire entre la conception rigide des phytosociologues classiques de l'école zuricho-montpelliéraine et le concept de continuum défendu par l'école du Wisconsin (Brown, Curtis, Whittaker, etc., in TANGHE 1999).

Il nous semble important de faire remarquer que si nous rajoutons au concept de groupe socioécologique la condition de similitude de type biologique, de phénologie et d'espace vital (écodèmes), celui-ci rejoint la définition de synusie. En conséquence, les espèces d'un même groupe socioécologique peuvent appartenir à plusieurs synusies. Mais la définition de la synusie, insistant davantage sur l'occupation d'un même espace que sur les similitudes autécologiques, implique qu'une synusie peut être composée d'espèces de plusieurs groupes socioécologiques: les espèces compagnes dans la synusie caractérisant les liens de celle-ci avec d'autres synusies, correspondant à d'autres conditions de milieu. Il n'existe donc pas de lien hiérarchique, ou d'échelle, entre les deux concepts.

En forêts tropicales, seule la notion de groupes écologiques semble avoir été exploitée (GERMAIN & EVRARD 1956, GÉRARD 1960, GUILLAUMET 1967, SCHNELL 1976, MOSANGO 1991).

1.3.3.3 **Compartiments fonctionnels**

Définitions

Les compartiments peuvent représenter une unité non plus synécologique ou structurale mais plus clairement fonctionnelle: groupes fonctionnels, guildes, types biologiques, etc.

La notion de guildes est depuis longtemps très largement utilisée et fut introduite en écologie par Root (1967 in GITAY & NOBLE 1997). Elle est issue du langage courant où elle fait référence à des groupes de personnes d'un même corps de métier: guildes de boulangers, etc. De manière analogue, en écologie, une guildes est un groupe d'espèces ayant une fonction similaire dans l'écosystème, soit parce qu'elles exploitent les mêmes ressources, d'une manière similaire ou pas, soit parce qu'elles réagissent de la même manière aux perturbations de l'écosystème et à sa reconstitution (catastrophes, saisons, changements climatiques, etc.). Le principe est donc de résumer la complexité d'un écosystème composé d'une multitude d'espèces à un nombre limité de classes représentatives du rôle de ces espèces dans le fonctionnement et la stabilité de leur écosystème. Il trouve son origine dans la notion de niche écologique. Cette conception fonctionnelle de l'écosystème a généré un tel engouement qu'une certaine confusion est née de la multiplication des travaux et des termes employés ainsi que leurs définitions. Récemment, une révision théorique des différents concepts a été menée afin de clarifier les notions et leurs nuances (GITAY & NOBLE 1997), indifféremment pour la faune ou la flore. Nous présentons ci-dessous les principaux types de guildes tels que les définissent les auteurs pré-cités, en y ajoutant quelques notions voisines: celles de synusies et de groupes écologiques et socioécologiques. En effet, en tant qu'écosystème d'ordre inférieur à l'association végétale, la synusie est par définition une composante fonctionnelle. OLDEMAN (1990, p.316) fait remarquer qu'on peut en quelque sorte considérer une synusie comme une guildes définie sur base de principes généraux différents mais partageant quelques critères particuliers tels que l'importance de l'habitat et du type biologique (cf. plus bas).

Etant donné la difficulté d'identifier ces nuances dans la pratique, on comprend aisément que bon nombre d'auteurs considèrent en réalité une seule notion qui recouvre sans distinction les différentes nuances détaillées par GITAY & NOBLE (1997, [1] à [4] du *Tab.2*), qu'ils nomment alors indifféremment guildes ou groupe fonctionnel ou encore type fonctionnel. Ceci met le doigt sur l'intérêt de conserver un syntagme désignant une notion plus globale. Sur base de

GITAY & NOBLE (1997) et GITAY & al. (1999), nous proposons donc d'entendre par " **type fonctionnel** " (ou " Plant Functional Type ", PFT) tout critère ou ensemble de critères caractérisant un ensemble d'espèces qui soit exploitent plus ou moins les mêmes ressources, d'une manière similaire ou pas, soit réagissent au moins en partie de manière similaire à un certain régime de perturbations de l'écosystème. Un tel ensemble d'espèces correspond alors à ce qu'on entend par une " **gilde** ", donc dans un sens généralement assez large. Cette nouvelle définition met l'accent sur le fait que l'identification de types fonctionnels se base en pratique sur des critères concrets relatifs à certaines propriétés ou certains processus de l'écosystème jugés a priori comme déterminants dans le fonctionnement de celui-ci. Tout indice mesurable ou observable, commun à un groupe d'espèces et permettant de supposer l'une ou l'autre des similitudes fonctionnelles évoquées plus haut, pourrait alors être qualifié de critère, tel qu'indiqué dans notre définition, ou " symptôme fonctionnel ".

Tab.2 Différences entre les principaux types d'ensembles fonctionnels redéfinis par GITAY & NOBLE (1997: [1] à [4]) et les ensembles semi-fonctionnels habituellement définis en phytosociologie. Il est à noter que la notion de " structural guild ", introduite par Szaro (1986 in GITAY & NOBLE, 1997), n'est en quelque sorte qu'une forme théorique (car beaucoup plus précise) de la notion plus pratique de groupe écologique, dont les notions de synusie et de groupe socioécologiques ne sont que des variantes.

" - ", critère non spécifié dans la définition (soit oui, soit non)

*Groupes d'espèces qui exploitent en partie les mêmes ressources dans le sens où elles présentent des exigences ou des tolérances plus ou moins semblables à l'égard d'un ou de plusieurs facteurs écologiques déterminants (édaphiques ou climatiques), ou de la résultante de plusieurs facteurs.

	Ressources exploitées		Réponse aux perturbations		Vivent ensemble en communauté	Même strate	Même habitat
	mêmes ressources	de la même manière	même type de réponse	par le même mécanisme			
[1] "Structural guild"	oui	-	-	-	-	-	-
[2] "Functional guild"	oui	oui	-	-	-	-	-
[3] "Response group"	-	-	oui	-	-	-	-
[4] "Functional group"	-	-	oui	oui	-	-	-
[5] Synusie	oui*	-	-	-	oui	oui	oui
[6] Groupe écologique	oui*	-	-	-	-	-	oui
[7] Groupe socioécologique	oui*	-	-	-	oui	-	oui

Principaux symptômes fonctionnels

Les symptômes fonctionnels considérés sont très variés selon les types de végétation, les régions climatiques ou encore les méthodes d'observation envisagées. Ils peuvent se référer à des traits physiologiques, physiologiques ou encore à certains traits de comportement (*Tab.3*).

Certains critères indiquent une adaptation aux particularités du milieu (disponibilité de la ressource et manière de l'exploiter sous la concurrence des voisins). D'autres indiquent une adaptation au régime de perturbations de ce milieu.

Les principales adaptations aux particularités du milieu concernent l'excès ou le manque de lumière, de température, d'eau, d'éléments minéraux ou encore d'autres facteurs tels que le vent, l'abondance de brumes, la compétition, etc. Dans ce contexte, la plupart des adaptations sont de type physiologique (activité photosynthétique, espèces dites mégathermes, point de fenaison, etc.) ou physiologique (dimensions foliaires, protection des méristèmes, racines pneumatophores, contreforts et racines échasses, acumen, exsudat, etc.).

Pour ce qui est des adaptations au régime de perturbation du milieu, celles-ci sont diverses, en rapport avec la nature diverse et variée des différents types de régimes de perturbation. Ces perturbations peuvent être rapides ou progressives, prévisibles ou imprévisibles, passagères

ou durables. Du court au long terme, les perturbations seront par exemple les heures chaudes de milieu de journée, une succession de jours secs (arrivant parfois même en saison des pluies et pouvant être traumatisante pour des espèces de sous-bois à faible développement racinaire), la ou les saisons sèches (rythme annuel ou semi-annuel), des cycles d'années plus sèches (El Niño, tous les 3 à 7 ans, SLIK 2004, MORON & al. 1995), la reconstitution forestière suite à un chablis (> 100 ans), des épisodes glaciaires (tous les 100.000 ans, BENNETT 1990). A court et à moyen terme, les adaptations sont principalement d'ordre physiologique (*Tab.3*). En revanche, à long terme comme lors d'ères ou de mini-ères glaciaires, de telles adaptations physiologiques ou physiologiques ne suffisent plus car la perturbation est cette fois plus durable et c'est l'habitat tout entier des espèces qui se réduit, prend une distribution insularisée ou disparaît. C'est alors davantage le comportement qui importe, c'est-à-dire notamment la stratégie de reproduction (distance de dissémination, abondance des diaspores, agent disséminateur, résistance des diaspores, taille et âge à maturité, modalités de germination et de développement, etc.). Ces caractéristiques comportementales jouent par ailleurs un rôle central dans la dynamique interne de renouvellement du couvert forestier et sont en outre intimement liées au mode de distribution de leur habitat (les espèces des habitats ouverts et insularisés sont davantage à dissémination à grande distance). Il n'est pas étonnant dès lors qu'elles soient à peu près toujours prises en compte.

Tab.3 Principaux symptômes fonctionnels (cf. SWAINE, 2002, SHUGART, 1997, ou encore KÖHLER, 2000, pour une liste plus générale des critères majeurs dans la littérature).

Physionomiques
-adaptations au milieu: dimensions et texture foliaires (WEBB 1959, GILLISON 2002, WESTOBY 1998), taux de renouvellement foliaire, protection des méristèmes, racines pneumatophores, contreforts et racines échasses, acumen, exsudat, etc.
-résistance à la sécheresse: développement racinaire, parties tubérisées, crassulence, etc. (ENGELBRECHT 2001)
-stress saisonnier: caducité du feuillage
-résistance au feu: graines, écorce, organes sous-terrain, etc.
-architecture (modèles, répétitions, monopodial/sympodial, hauteur de fût, profondeur de houppier, etc.) (KAMMERSHEIDT 2001, HALLE & OLDEMAN (1970), VESTER & al. 2001)
-résistance aux prédateurs: défenses chimiques (sève toxique; FEENY 1976), défenses mécaniques (épines), associations avec des fourmis, etc.
-épaisseur de l'écorce par rapport au diamètre du tronc, densité du bois (VERBURG 2001)
-hauteur atteinte par la plantule grâce aux réserves de la graine, rapport hauteur/diamètre de la plantule
-espace vital (dimensions à l'âge adulte: KÖHLER & al. 2000, WESTOBY 1998), strate occupée (VERBURG 2001, FAVRICHON 1994)
-taille ou masse des graines (BLANC 2002, GRUBB & METCALFE 1996, FOSTER & JANSON 1985, PEARSON & al. 2002, WESTOBY 1998)
Physiologiques
-activité photosynthétique (taux de fixation de carbone, concentration de chlorophylle: HOUTER & PONS 2001), influence de la température sur l'activité photosynthétique et la respiration (espèces dites mégathermes, etc.), point de fenaison, acquisition des ressources (azote et eau, GUEHL & al. 2001), etc.
Comportementaux
-tempérament (ontogénèse, modalités de germination, LAWSON & al. 2002, p.33) et de développement en rapport avec les conditions d'éclairement)
-capacités de reproduction (distance de dissémination, agent disséminateur, abondance des diaspores, résistance des diaspores, fréquence de reproduction, etc.)
-durée de vie
Génétiques
-nombre chromosomique, plasticité morphologique, amplitude géographique (plasticité écologique)

Dans la jungle de tous les symptômes fonctionnels évoqués, il devient vite difficile de créer une liste gérable de types fonctionnels. Il est généralement admis qu'une approche par types fonctionnels doit se limiter à 10 à 20 classes afin d'optimiser les possibilités d'interprétation

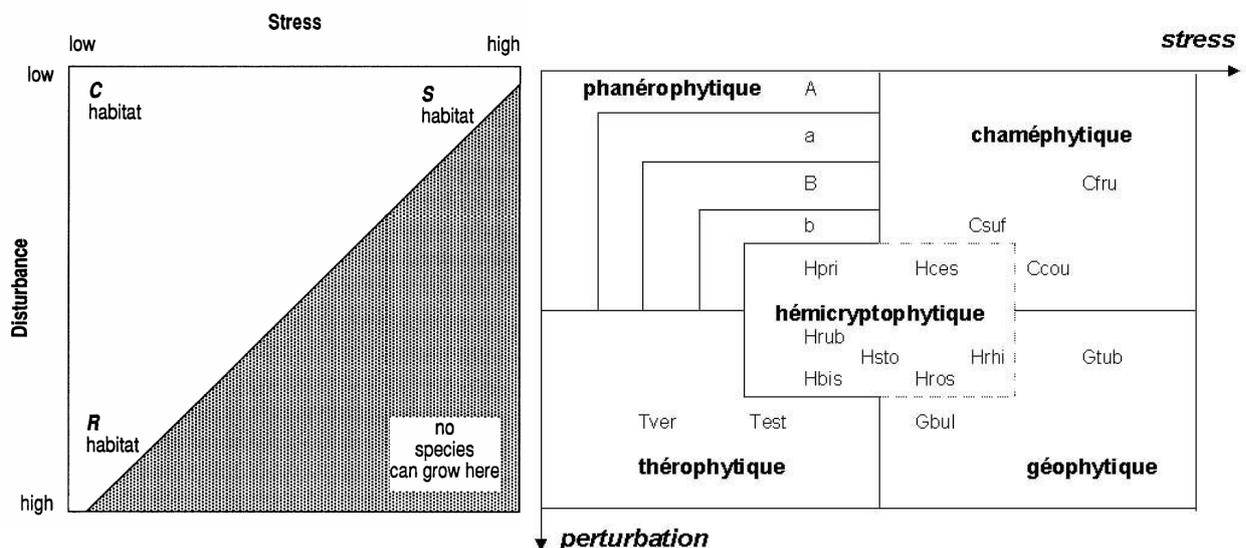
et, dans la littérature, KÖHLER (2000) fait remarquer qu'on rencontre la plupart du temps des classifications de 5 à 50 classes. On est donc amené à identifier un petit nombre de critères représentatifs des principales fonctions de l'écosystème considéré, à court et à long terme. Le but étant de pouvoir identifier le type fonctionnel d'un maximum d'espèces, il s'agit premièrement de mettre l'accent sur les critères les plus facilement et rapidement identifiables, notamment les traits physiologiques majeurs. Deuxièmement, certains critères sont liés à une seule et même fonction et font double emploi. Dans ce cas, il s'agit de ne garder que le meilleur ou, si l'un est complémentaire de l'autre, de créer un critère unique résultant de la fusion des deux critères d'origine. D'autre part, d'autres méthodes, plus objectives (basées sur des analyses multivariées), existent afin de mettre en évidence des types fonctionnels (GITAY & NOBLE 1997, GITAY & al. 1999) mais nécessitent généralement beaucoup de données.

Principaux types fonctionnels

Une des premières classifications, et toujours l'une des majeures à l'heure actuelle, est celle proposée par RAUNKIAER, en 1934, qui identifia une dizaine de formes biologiques majeures définies sur base de deux critères: la hauteur des méristèmes (liée au stress) et leur persistance (liée aux perturbations). Dans son étude, RAUNKIAER montre que chacune des classes définies est liée à certaines caractéristiques climatiques particulières, indépendamment de liens géographiques. Par après, d'autres classifications plus générales et plus théoriques ont été proposées telles que les stratégies r-K de MACARTHUR & WILSON (1967) ou encore C-S-R de GRIME (1979) (Fig.9). L'intérêt de telles classifications est discuté dans de nombreux travaux, notamment par WILSON & LEE (2000).

Dans le triangle C-S-R de GRIME, les espèces **Rudérales** correspondent à des habitats à haut régime de perturbations (thérophytes et géophytes), les espèces **Stress-tolérantes** correspondent à des habitats caractérisés par un excès ou un manque de l'un ou l'autre facteur (chaméphytes et géophytes) tandis que les espèces **Compétitives** correspondent à des habitats favorables, où le souci premier n'est pas de surmonter une contrainte écologique mais plutôt la compétition avec ses voisins. Par rapport aux considérations émises précédemment, on peut ajouter que l'axe C-S, lié au stress en fonction de la disponibilité du milieu, correspond principalement à des symptômes physiologiques et l'axe C-R, lié aux perturbations, correspond davantage à des stratégies de dissémination (WESTOBY 1998).

Fig.9 Les stratégies adaptatives de GRIME (1979) et les types biologiques en relation avec les facteurs affectant la biomasse végétale, d'après JULVE (1989). La symbolique utilisée pour les types biologiques suit la classification de RAUNKIAER (1934).



Application aux forêts tropicales

D'après OLDEMAN (1974), la classification des types biologiques de Raunkiaer est particulièrement bien adaptée aux régions tempérées mais pas du tout aux forêts tropicales, au sein desquelles le climat toujours relativement favorable rend cette classification peu informative.

En fait, si on considère par exemple un transect depuis une prairie jusqu'à la forêt saxicole d'un inselberg en région tropicale, cette classification est valable au même titre qu'en régions tempérées. La classification des types biologiques de Raunkiaer est donc adaptée non pas uniquement aux régions tempérées mais, de manière plus générale, à l'étude comparative de types de végétation physionomiquement très différents, correspondant à une gamme de milieux assez variables quant à l'intensité des stress perçus et au régime de perturbations. Si on se concentre sur une seule formation végétale, c'est alors que cette classification devient inutile.

Lorsqu'on s'intéresse par exemple aux forêts: sur un transect allant des forêts sempervirentes aux forêts semi-caducifoliées puis tempérées, l'abondance relative des phanérophytes, chaméphytes, etc., n'est guère très instructive et l'attention se porte davantage sur les dimensions foliaires et la caducité du feuillage (WEBB 1959) ainsi que la texture des feuilles (cf. forêts tropicales, sclérophylles, etc., SCHMITZ 1988).

Si enfin le but est d'étudier plus en détail le fonctionnement des forêts tropicales, il s'agit de considérer davantage de paramètres. En forêt tropicale, bien que le climat soit relativement favorable toute l'année (chaleur et humidité), le facteur clé est l'intensité lumineuse. La densité de ces forêts crée un contraste énorme entre la canopée, où les plantes adultes doivent faire face à une très forte radiation solaire aux heures chaudes de la journée, et le sous-bois, où parvient moins de 1% de l'énergie lumineuse (BLANC 2002 p.16, ALEXANDRE 1982a). Par ailleurs, ces deux ensembles diffèrent totalement quant à leur espace vital et, bien souvent, quant à leur espérance de vie. Ce contraste est tel que la plupart des chercheurs, si pas tous, s'intéressent soit aux types fonctionnels des espèces du sous-bois, soit aux types fonctionnels des espèces des strates arborescentes. Nous traitons donc ci-dessous ces deux aspects séparément, avant d'en présenter une vision synthétique.

Types fonctionnels pour les strates supérieures des forêts tropicales

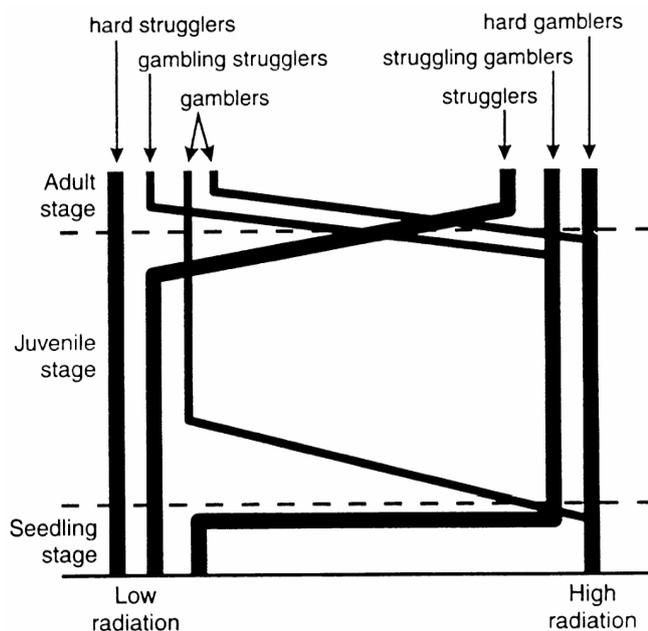
Certaines classifications concentrées sur les ligneux de forêt tropicale (où le macroclimat n'est donc pas l'élément le plus limitant) s'appuient davantage sur la réaction des plantes vis-à-vis de variations microclimatiques dues à la biorégulation dans le cycle de la mosaïque forestière (espèces pionnières héliophiles, etc., colonisant un chablis). On parle alors souvent de types de tempéraments forestiers.

Afin d'insister sur l'importance du facteur microclimatique, OLDEMAN (1990) parle de **types biologiques microclimatiques** (par opposition aux types biologiques macroclimatiques de Raunkiaer). Les premières avancées sur ce sujet eurent lieu au symposium de Kandy, en 1956, avec notamment la célèbre théorie des espèces nomades de VAN STEENIS (1958). Ce dernier classe les espèces de la flore de Malaisie en deux catégories: d'une part les "stationary species", ou "**dryads**", et d'autre part les "temporary species", ou "**nomads**", au sein desquelles il fait encore la distinction entre celles à courte durée de vie ("**short-lived**", la plupart des espèces nomades) et celles à longue durée de vie ("**long-lived**").

Au cours du même symposium, MANGENOT (1958) suggère les termes français suivants: espèces **pionnières**, **cicatricielles éphémères**, **cicatricielles durables** et **sédentaires**. Plus tard, en 1965, BUDOWSKI précisera les caractéristiques (syndrome) propres à ces différentes catégories de tempérament qu'il appellera pour sa part les "**pioneer species**" (" pionieras "), les "**early secondary species**" (" secundarias tempranas "), les "**late secondary species**" (" secundarias tardias ") et les "**climax species**". Enfin, on peut encore citer au passage les "**gap**" et "**non gap species**" de Hartshorn (1978a in OLDEMAN, 1990) et les stratégies "**forêt-trouée**", "**forêt-forêt**" et "**trouée-trouée**" des travaux d'ALEXANDRE (1982b).

Si on y réfléchit, il se trouve que les quatre catégories retrouvées dans les divers travaux cités se distinguent principalement par des différences tenant au comportement par rapport à l'éclaircissement aux stades clé du développement à savoir la germination, le développement et l'épanouissement. C'est ainsi que Lanier (1986, in OLDEMAN 1990 p.322) propose les termes "**shade-tolerant trees**", "**semi-tolerant trees**" et "**light-demanding trees**", auxquels OLDEMAN ne manque pas de rajouter les "**late-tolerant trees**". Cette nouvelle vision des tempéraments forestiers permet, grâce à l'identification du facteur clé, d'aller plus loin en définissant deux types de tempéraments supplémentaires. OLDEMAN & VAN DIJK (1991) proposent ainsi leur propre nomenclature, que nous reprenons à la *Fig.10*, basée sur les termes "**gamblers**" (= qui tente sa chance) et "**strugglers**" (= qui lutte de manière acharnée, donc compétitive). Bien que les deux catégories rajoutées par OLDEMAN & VAN DIJK (op.cit.) soient tout à fait fondées, le syndrome correspondant reste trop peu connu. Un tableau synthétique des syndromes correspondant aux quatre catégories principales de tempéraments forestiers est présenté afin d'en faciliter le diagnostic (*Tab.4*).

Fig.10 Les six tempéraments d'arbres vis-à-vis de la lumière, selon OLDEMAN & VAN DIJK (1991). Les "**hard gamblers**" et "**hard strugglers**" conservent une même tolérance à l'ombre durant toute leur existence. Quant aux quatre autres types de tempérament, ils désignent un changement de tolérance à l'ombre à l'un ou l'autre des stades clés de la croissance de l'arbre. Les "**strugglers**" correspondent aux habituels "**shade-tolerant trees**" ou "**climax species**" tandis que les "**hard gamblers**" correspondent aux "**pioneer species**" et "**light-demanding trees**". L'épaisseur des lignes sur la figure est proportionnelle à la fréquence relative du tempérament considéré en forêts denses tropicales, ramenant les six catégories aux quatre principaux tempéraments définis par MANGENOT (1958).



Tab.4 Tableau synthétique comparatif des syndromes correspondant aux types de tempéraments d'arbres et nomenclature des principaux auteurs. (n.b.: Lanier, 1986 in OLDEMAN 1990)

	----- temporary species -----			
[1] Van Steenis (1958) [1]	----- short-lived nomads -----		long-lived nomads	stationary species
Van Steenis			cicatricielles durables	dryads
[2] Mangenot (1958) [2]	pionnières	cicatricielles éphémères		sédentaires
[3] Budowski (1965) [3]	pioneer species	early secondary species	late secondary species	climax species
Budowski	pionieras	secundarias tempranas	secundarias tardias	
[4] Alexandre (1982b) [4]	----- trouée-trouée -----		forêt-trouée	forêt-forêt
[5] Lanier (1986) [5]	light-demanding trees	semi-tolerant trees	late-tolerant trees	shade-tolerant trees
[6] Oldeman & Van Dijk (1991) [6]	gamblers et hard gamblers	struggling gamblers	gambling strugglers	strugglers et hard strugglers
	héliophiles	scia-héliophiles	héliophiles tolérantes tardivement	sciaphiles
[7] Grime (1979) [7]	R	S	S	C
[8] MacArthur & Wilson (1967) [8]	r			K
croissance	rapide [1], très rapide [3]	très rapide [3]	rapide pour les plus dominants, lente pour les autres [3]	lente à très lente [3]
durée de vie	très courte (< 10 ans) [3]	courte (10-25 ans) [3]	souvent 40-100 ans, parfois plus [3]	très longue (100-1000 ans et plus) [3]
diaspores	abondantes [1] structures de réserve (dormance) [1]; longévité importante dans le sol [3] petites [3]	longévité importante dans le sol [3] petites [3]	faible à moyenne longévité [3] petites à moyennes [3]	longévité faible [3] grosses [3]
phénologie	souvent toute l'année [1] fructifie souvent déjà à un stade assez juvénile [1]			
dispersion	à grande distance [1]			
agents disséminateurs	oiseaux, chauves-souris, vent [3]	vent, oiseaux, chauves-souris [3]	essentiellement le vent [3]	gravité, mammifères, rongeurs, oiseaux [3]
feuillage	sempervirent [3]	sempervirent [3]	souvent décadu (même sous climat très humide) [3]	sempervirent [3]
production de rejets	forte tendance [1]			
écorce	adaptée à la sécheresse [1]			
type de bois	très léger [3]	très léger [3]	léger à moyennement compacte [3]	compacte et lourd [3]
tronc (diamètre à l'âge adulte)	faibles diamètres [3]	diamètres < 60cm [3]	parfois très larges [3]	souvent très larges [3]
organes de réserves	souvent rhizomes, etc. [1]			
phase de l'éco-unité (Oldeman 1990, p.330)	"innovation"	"aggradation"	"aggradation"	"biostasis" et "dégradation"
âge des communautés fréquentées en forêts denses	1-3 [3] ans	5-15 [3] ans	20-50 [3] ans	>100 [3] ans
hauteur (m) des communautés fréquentées en forêts denses	5-8 [3]	12-20 [3]	20-30 (50) [3]	30-45 (60) [3]
nombre de strates définies par la population	1 très dense [3]	2 bien différenciées [3]	3 excessivement difficiles à discerner avec l'âge [3]	4 à 5 difficiles à discerner [3]
houppier	homogène, dense [3]	branches verticillées, houppier fin horizontalement [3]	hétérogène, à houppier parfois très large [3]	un multitude de formes de houppiers [3]
strate inférieure	dense et entremêlée [3]	dense, à grandes herbacées fréquentes [3]	relativement ouvert, incluant des espèces tolérantes [3]	ouvert, à espèces tolérantes [3]
épiphytes	absentes [3]	rare [3]	nombreux individus mais peu d'espèces [3]	nombreuses espèces et formes biologiques variées [3]
lianes	abondantes, herbacées, mais peu d'espèces [3]	abondantes, herbacées, mais peu d'espèces [3]	abondantes, quelques unes assez grandes [3]	abondantes dont certaines très grandes et ligneuses [3]
arbustes	abondants, mais peu d'espèces [3]	assez abondants, mais peu d'espèces [3]	peu abondants [3]	pas très abondants mais beaucoup d'espèces [3]
herbacées	abondantes [3]	abondantes ou rares [3]	rare [3]	rare [3]
recrutement	pas sous le couvert de la forêt climax [1,3]	pratiquement absent sous couvert [3]	absent sous couvert ou abondant avec forte mortalité [3]	équitablement abondante [3]
amplitude écologique	souvent très tolérantes par rapport au sol, climat, etc. [1,3]; se retrouvent dans d'autres types de végétation tels que bords de rivières, lisières de marécages, formations plus sèches (elles y occupent aussi les 1ers stades de la succession et se caractérisent par leur feuillage sempervirent), sols superficiels sur rochers, sols très pauvres [3]		souvent retrouvées en formations plus sèches (semi-décidues) où elles se régénèrent souvent bien sous les stades climax [3]	restreintes aux forêts denses sempervirentes
tolérance à l'ombre (h = héliophile; s = sciaphile; termes de 3 lettres pour: stade juvénile, de développement et maturité)	très intolérantes [3]; hhh, hhs, hss [6]	très intolérantes [3]; shh [6]	tolérantes au stade juvénile, puis intolérantes durant le développement [3], parfois tolérantes à maturité: shs [6]	tolérantes au stade juvénile et durant le développement [3], parfois intolérantes à maturité: sss, ssh [6]
amplitude géographique	très large [3]	très large [3]	large, incluant des régions plus sèches [3]	souvent restreintes, fréquentes endémiques [3]
diversité	20% de la flore malaise [1]			
exemples	Urticaceae, Moraceae, Verbenaceae, Euphorbiaceae, Poaceae, Leguminosae, Ulmaceae [1]; Euphorbiaceae, Cecropia, Trema [3]	Cecropia, Ochroma, Trema, Heliocarpus [3]	Meliaceae, Bombacaceae, Tiliaceae [3]	diverses espèces [3]

Plus récemment, GITAY & al. (1999) se sont eux aussi penchés sur l'identification de types fonctionnels en forêts denses et faisaient remarquer (sans faire référence à aucun des auteurs cités ci-dessus) qu'en fait, il existe probablement un continuum³ de tempéraments allant des espèces pionnières aux espèces climax (CLARK & CLARK 1992). Selon ROLLET (1979), le concept de continuum de tempéraments est particulièrement net en forêt de montagne, sur de plus grandes pentes. Ce dernier a ainsi développé une méthode quantitative de détermination du tempérament exact d'une espèce vis-à-vis de la lumière, basée notamment sur la structure dendrologique des populations, considérant des classes de diamètre (DOUCET 1996, DOUCET 2003, DOUCET & al. 1996, SENTERRE 1999, GOTANÈGRE 2004).

Dans leur étude, GITAY & al. (1999) définissent 5 types fonctionnels sur base des combinaisons possibles du tempérament vis-à-vis de la lumière d'une part, et des stratégies de dissémination d'autre part. Ils distinguent trois catégories principales de tempérament: les espèces de forêt mature (R, correspondant aux sédentaires), celles de forêts en cours de reconstitution (T, correspondant aux cicatricielles durables) et les espèces de chablis (I, correspondant aux pionnières et cicatricielles éphémères de Mangenot). Les espèces pionnières sont alors scindées en trois catégories: les espèces **DI** ont des graines dispersées loin et germant directement (D), les espèces **SI** ont des graines à longue durée de vie (S) pouvant rester dans le sol en attente d'un chablis, et les espèces **AI** dont les graines germent directement mais dont les plantules peuvent végéter longtemps dans le sous-bois en attente d'une ouverture (A). Quant aux espèces R et T, leurs graines sont principalement disséminées à faible distance et germent directement (C). Les types fonctionnels correspondant sont appelés **CR** et **CT** (Tab.5). Cette classification a l'énorme avantage de tenir compte des conditions de germination et de développement mais aussi des capacités de dissémination dont nous avons souligné l'importance précédemment.

Tab.5 Principaux types fonctionnels pour les arbres de forêts tropicales reconnus par GITAY & al. (1999) et correspondance avec les tempéraments au sens de MANGENOT (1958). Ces types fonctionnels ne sont guère plus informatifs que les 4 types de tempéraments décrits par Mangenot, dont ils ne sont en fait qu'une redéfinition basée sur les deux principaux symptômes indicateurs du tempérament.

Catégorie	Définition
DI	graines disséminées à grande distance, germant souvent dès leur arrivée dans un chablis (espèces pionnières)
SI	graines pouvant persister dans le sol en attente de l'ouverture du couvert forestier lors d'un chablis (espèces pionnières)
AI	graines germant directement mais plantule pouvant végéter en attente de l'ouverture du couvert (espèces pionnières et cicatricielles éphémères)
CT	graines disséminées à faible distance, germant directement, pouvant se développer sous couvert mais tirant avantage d'une ouverture de celui-ci (espèces cicatricielles durables)
CR	graines disséminées à faible distance, germant directement, se développant toute leur vie dans l'ombre (espèces sédentaires)

Enfin, nous nous devons de faire référence à un travail postérieur à celui de GITAY & al (1999) où un autre système de classification est proposé. KÖHLER (2000) ne critique que très superficiellement les travaux de son prédécesseur et semble ne lui reprocher qu'un trop petit nombre de classes, trop simplistes à son goût (KÖHLER 2000, p.17). Le système qu'il propose se base sur les trois mêmes classes de tempérament par rapport à la lumière qu'il combine cette fois avec cinq classes de hauteurs (< 5, 5-15, 15-25, 25-36 et > 36m) obtenant ainsi quinze types fonctionnels. Ce système ne nous satisfait qu'à moitié car les catégories de hauteurs définies nous semblent bien plus subjectives que les modes de dissémination,

25

³ Le continuum n'est-il pas d'ailleurs une réalité biologique générale que l'homme éprouve le besoin de découper en catégories pour lui permettre de modéliser son environnement.

redondantes en partie avec le tempérament (au même titre que le système de GITAY & al. 1999), probablement plus difficiles à reconnaître en pratique, non généralisables pour tout type de forêt dense (cf. forêts submontagnardes, etc.) et enfin le système ne tient pas du tout compte de la fonction à long terme représentée par les modes de dissémination. L'idée d'inclure un critère relatif à la hauteur est toutefois bien fondée mais devrait se baser sur des définitions plus généralisables, en strates (définies de manière structurale, DESCOINGS 1976) plutôt qu'en mètres. Quelques auteurs ont d'ailleurs basé leurs types fonctionnels sur le critère strate, notamment VERBURG (2001, "sub-canopy" et "emergent", combinés aux trois tempéraments de lumière principaux) et FAVRICHON (1994, "understorey" et "canopy", toujours combinés aux trois tempéraments de lumière principaux).

Types fonctionnels pour les espèces de sous-bois en forêts tropicales

Comme nous l'avons dit plus haut, les types de tempéraments forestiers n'ont de sens que pour les arbres. Quant aux espèces de sous-bois (arbustes, sous-arbustes et herbacées), très peu d'auteurs s'y sont intéressés. Fort heureusement, quelques travaux très remarquables comblent ce manque à savoir ceux de Castros-Dos Santos (1981, in OLDEMAN 1990 p.132) et la magnifique synthèse de BLANC (2002), à laquelle nous renvoyons vivement le lecteur.

Dans un premier temps, BLANC (1992) définit 20 formes biologiques globales pour lesquelles il précise le caractère adaptatif. Ensuite, il s'interroge sur les facteurs déterminants pour ces plantes de sous-bois. Il ne s'agit plus ici de développer des stratégies pour accéder à la pleine lumière et par conséquent, les chablis et autres ouvertures ne sont plus au centre des préoccupations. Les questions sont toutefois les mêmes que pour les arbres: que faut-il pour que les diaspores émises germent et se développent ?

Sa longue expérience des sous-bois, amène BLANC à la conclusion que la clé du problème se situe au niveau du type de support. Le contraste est en effet sévère entre d'une part un sol forestier couvert d'une couche habituelle d'humus et de feuilles mortes de plusieurs centimètres et les supports plus dégagés tels que ceux offerts par les souches, troncs morts, bases des troncs, rochers inclinés, etc. Ces différents biotopes correspondent même parfois à des types biologiques particuliers. Selon BLANC, et de toute évidence, seules les espèces à grosses graines (**G**) ont un espoir de germer dans le sol forestier (mises à part des espèces saprophytes, les Orchidées notamment, associées à des champignons dans leur stade jeune), tandis qu'au contraire les substrats superficiels et inclinés ne sont propices qu'aux espèces à petites graines (**P**). En outre, ces deux catégories d'espèces, à développement racinaire radicalement différent, manifestent des capacités de réaction différentes par rapport aux perturbations: les heures chaudes de milieu de journée sont par exemple bien plus traumatisantes pour ces espèces à faible développement racinaire implantées sur substrat superficiel. Ce caractère morphologique est donc symptomatique de deux éléments fonctionnels distincts: l'un lié à la ressource, l'autre lié à la stabilité de l'écosystème à court et à moyen terme. Afin d'obtenir des groupes fonctionnels satisfaisants, BLANC (1996a) scinde encore ces deux groupes selon leur capacité de dispersion à faible (**S**) ou à grande distance (**D**). Il obtient ainsi quatre "groupes morpho-fonctionnels", caractérisés par tout un syndrome de dispersion, qu'il appelle aussi "guildes" (BLANC 2002) et dont la nomenclature est basée sur la combinaison des deux critères utilisés: **GS**, **GD**, **PS** et **PD**. Dans sa synthèse de 2002, BLANC détaille en profondeur les syndromes et donne de nombreux exemples pantropicaux concrets pour ces quatre groupes fonctionnels, ce qui rend leur diagnostic relativement aisé quel que soit le continent considéré (Tab.6).

Tab.6 Syndromes caractérisant les quatre types fonctionnels (" guildes ") définis par BLANC (2002).

	PS	GS	PD	GD
graines	nombreuses petites graines (souvent < 1mm), parfois pulvérulentes	graines de 2-5 (8-10)mm de diamètre	graines souvent < 1mm	grosses graines de plus de 2mm et souvent < 5-7mm
fruit	petits fruits secs, capsulaires; souvent en forme de coupe s'ouvrant vers le haut; parfois plus ou moins sphériques avec les parois se délitant progressivement	capsules de généralement 1-3cm de long ou de diamètre	baies attractives et dissociées les unes des autres (oiseaux), baies concrecentes et souvent verdâtres (chauves-souris), parfois aussi anémochores pour les épiphytes de la limite supérieure du sous-bois (5m)	petites baies colorées disséminées par les oiseaux, à l'exception des <i>Piper</i> disséminés par les chauves-souris et des Zingiberaceae, <i>Pandanus</i> et Cycadales, disséminés par les mammifères
taxonomie	Gesneriaceae, Melastomataceae (<i>Calvoa</i> , <i>Amphiblemma</i> , etc.), Begoniaceae, Orchidaceae, Urticaceae, Piperaceae, certaines Araceae rhéophytes, certains Commelina, Acanthaceae, Balsaminaceae, Balanophoraceae, etc.	Euphorbiaceae (surtout en Asie et Afrique), Acanthaceae, Violaceae (<i>Rinorea</i> très développé en Afrique de l'ouest et centrale), Marantaceae (très diversifié en Amérique), Zingiberaceae (beaucoup en Asie), Commelinaceae, Anthericaceae, Araceae, la plupart des Cyperaceae du sous-bois, certains <i>Impatiens</i> et certains <i>Dorstenia</i>	Gesneriaceae, Melastomataceae, Lobeliaceae (surtout dans les basses Andes), Onagraceae (<i>Fushia</i> , surtout du nouveau monde en altitude et en milieux plus ouverts), Cyclanthaceae (Amérique), Araceae, <i>Freycinetia</i> (équivalent asiatique des Cyclanthaceae américaines), quelques <i>Ficus</i> en Asie, <i>Marcgravia</i> (Amérique); donc essentiellement des spadiciflores disséminées par les chauves-souris; quant aux épiphytes, il s'agit surtout de fougères (Hymenophyllaceae, Grammitidaceae, Vittariaceae, Aspleniaceae), d'orchidées, Bromeliaceae (Amérique), Gesneriaceae (Amérique et Asie), Asclepiadaceae (Asie), <i>Peperomia</i> (dans les Andes), Ericaceae (Amérique et Asie)	ne contient aucun représentant de Gesneriaceae ni de Melastomataceae (sauf les Memecyloïdeae), ni de Cyclanthaceae, Bromeliaceae, Urticaceae, Begoniaceae, Orchidaceae, ni Acanthaceae; les GD comptent beaucoup de Rubiaceae (<i>Psychotria</i> , <i>Lasianthus</i> , <i>Pavetta</i> , <i>Ixora</i> , <i>Chassalia</i> , <i>Bertiera</i> , etc.), de <i>Piper</i> , d'Araceae (Amérique), Myrsinaceae (beaucoup d'espèces d' <i>Ardisia</i> en Asie), <i>Dracaena</i> , <i>Leea</i> , <i>Pandanus</i> , <i>Schefflera</i> , Chloranthaceae, Solanaceae, Annonaceae, <i>Clerodendron</i> , Apocynaceae, Flacourtiaceae, Connaraceae, Sterculiaceae, Monimiaceae, Clusiaceae, Sapindaceae, Meliaceae, etc.; parmi les herbacées citons en particulier les Araceae, Zingiberaceae, et Commelinaceae
formes biologiques	petites plantes <30cm de haut ou de diamètre (souvent 5-15cm); peu ramifiées et parfois même sans tige (Gesnériacées monophylles); architecture essentiellement en ovale ou en nappe, fréquemment en disques acaules, rarement en tores et en cylindres	surtout arbustes de 2-3m ainsi que de grandes espèces herbacées; souvent dressés à symétrie axiale, essentiellement architecture en cylindre mais aussi formes en tores et en cônes ainsi que parfois en disques surélevés ou superposés; les espèces herbacées de GS sont surtout des tores en gerbe, en couronne ou en entonnoir, plus rarement en lame traçante (<i>Geophila</i>) ou en lame surélevée (cf. <i>Thottea</i> et certaines Loganiaceae)	tores en gerbes et éléments pendants chez les épiphytes; les quelques arbustes du groupe sont surtout des berges de rivières, à port arqué retombant vers le lit du ruisseau, et forment parfois des nappes étalées par bouturage; les lianes PD sont essentiellement des cylindres mais aussi des lames horizontales superposées ainsi que des lames verticales plaquées	espèces toutes terrestres herbacées, arbustives ou lianescentes; architecture souvent similaire aux GS (symétrie axiale), beaucoup de cylindres, cônes, disques surélevés, tores en gerbe, en couronne et en entonnoir, parfois lames verticales plaquées, lames horizontales superposées

Tab.6 (suite)	PS	GS	PD	GD
support	faces inclinées de rochers (sp. saxicoles), talus à surface nue et berges de rivières (sp. cremnophytes), anciennes termitières, anciennes buttes de déracinement d'arbres, base des troncs d'arbres vivants, anfractuosités de la roche ayant accumulé un peu d'humus (sp. chasmophytes), sol forestier pour les espèces saprophytes (Orchidaceae)	sol forestier	absence de litière comme pour les PS, mais nature des supports très différente; sont capables entre autres de coloniser des habitats à relativement courte durée de vie comme les branches mortes, contrairement aux PS	sol forestier
habitat général	surtout en climat chaud et humide (25-30°C, 130-150mm/mois) dans les régions à relief accidenté, aussi bien en altitude qu'au pied de massifs montagneux; ; lors d'épisodes climatiques plus secs (El Niño) les PS peuvent se comporter comme des annuelles grâce à leurs minuscules graines résistantes dont les parois sont généralement solidifiées; biotope discontinu et organisé en archipel	sol forestier, donc habitat non insularisé	apprécient les stations bien arrosées et hygrophiles en forêts d'altitude; arbustes des bords de ruisseaux, épiphytes vers 3-5m de haut, herbacées grimpanes aux troncs par racines adventives (plus régulièrement disséminées dans le sous-bois que les arbustes PD, car essentiellement disséminées par les chauves-souris), herbacées rhéophytes des rochers émergeant des ruisseaux	largement et régulièrement réparties en sous-bois (+ 1 individu GD/m ² pour une densité générale des plantes de sous-bois allant de <1 en milieu collinéen à 4-5 individus/m ² dans les bas-fonds)
stratégie et interprétation	souvent grégaires, à nombreuses petites graines et à croissance rapide, donc assimilées à stratégie "r" mais ici le milieu occupé peut aussi bien être très stable (et la plante a une durée de vie très longue, presque immortelle) ou au contraire à fortes fluctuations climatiques (durée de vie très courte); sont donc très flexibles par rapport aux fluctuations (car présentent beaucoup d'adaptations) mais sont conditionnées par la présence du couvert et ne recolonisent (en phase de transgression forestière) que très lentement; l'abondance des individus d'espèces PS en un site donné s'explique par un climat actuel favorable tandis que la diversité des espèces PS s'explique par une certaine stabilité lors d'événements climatiques anciens	souvent grégaires (contrairement aux GD), les collines et rivières pouvant jouer le rôle de barrières; peu de cas d'adaptations particulières aux épisodes secs (monocauls collecteurs d'humus, Marantaceae à redressement nocturne des feuilles; les GS sont aussi résistants à la sécheresse que les GD, et bien plus que les PS, mais sont éliminés des sites moins stables à long terme; ils sont moins sensibles aux extinctions que les PS car peuvent subsister dans une plus large gamme de refuges (galeries forestières)	se retrouvent souvent comme pionnières héliophiles en lisière des forêts denses de basse altitude et pullulent parfois en forêt de montagne où les supports inclinés sont abondants (cf. les <i>Miconia</i>); leur distribution est essentiellement liée au climat actuel	indiquent simplement que la forêt est là

Conclusion sur les types fonctionnels en forêts tropicales

Nous avons vu que les innombrables caractères adaptatifs, développés par les espèces au cours de leur évolution pour pouvoir faire face aux contraintes de leur environnement et aux perturbations de celui-ci, peuvent en partie être classés en catégories que l'on définit alors comme des types fonctionnels ou comme des catégories de symptômes fonctionnels. Nous

avons aussi fait remarquer qu'un bon système de classification en types fonctionnels se doit de tenir compte de symptômes, aussi facilement et objectivement identifiables que possible, qui puissent exprimer au mieux les deux principales fonctions de l'écosystème considéré, à savoir les modalités d'exploitation de la ressource (y compris la dynamique de régénération) et les capacités de réaction aux perturbations à long terme.

Dans la région climatique correspondant aux forêts denses tropicales (sempervirentes comme semi-caducifoliées), il s'avère que le contraste le plus sévère se situe entre le sous-bois et les strates arborées. Ces strates arborées se démarquent par leur fonction de "couche filtrante" délimitant tout écosystème forestier (cf. OLDEMAN 1990). Cette couche, encore appelée canopée, "filtre" les échanges entre l'intérieur du système (le sous-bois) et l'environnement extérieur. Le sous-bois joue aussi un rôle essentiel puisqu'il fournit les conditions nécessaires à la régénération d'une part importante des constituants de la canopée que sont les espèces sédentaires (ou "climax species").

Pour chacun de ces ensembles (sous-bois et strates supérieures), nous avons vu que deux éléments sont essentiels quant à l'identification des types fonctionnels. D'une part, le tempérament vis-à-vis du facteur limitant (essentiellement lié à la ressource et aux perturbations à court, OLDEMAN 1990, et moyen terme, SLIK 2004) et d'autre part la stratégie de dispersion (liée aux perturbations à long terme). Pour les plantes du sous-bois, le tempérament se définit par rapport au type de support colonisable, tandis que pour les plantes des strates arborées, le tempérament se définit par rapport à la réaction vis-à-vis de la lumière (déterminant de manière analogue les types de biotopes colonisables). Dans les deux cas, de nombreux auteurs ont montré que la dimension des graines était fortement corrélée au tempérament. Pour les espèces de sous-bois, la corrélation avec la taille des diaspores est forte par contrainte mécanique (BLANC 2002) tandis que pour les arbres cette corrélation n'est guère plus qu'une tendance statistique incluant de nombreuses exceptions.

Quant aux modalités de dissémination, la plupart des modèles existants se contentent de distinguer la dissémination à grande et à faible distance. Nous verrons plus loin comment il est possible d'estimer la distance de dispersion la plus courante, pour une espèce donnée, en fonction de critères plus directement observables (graines à appendices plumeux favorisant le transport par les vents, etc.). Rappelons d'ores et déjà que le manque d'informations disponibles sur les espèces en forêts tropicales est un handicap majeur dans ce domaine.

En conclusion, nous proposons au *Tab.7* une synthèse des travaux réalisés sur les types fonctionnels de sous-bois et de ceux sur les strates arborées.

ar + H	-Petites graines	-Disséminée loin	=PD	Tab.7 Synthèse des types fonctionnels (ou guildes) définissables pour le sous-bois (arbustes, ar, et herbacées, H) et pour les strates arborées (arbres dominants, A, et dominés, Ad). Les définitions sont basées sur le potentiel de dispersion (faible pour les espèces autochores, disséminées "Seules", vs. élevé pour les espèces anémochores ou zoochores) et sur le type de support colonisable (cf. de plus amples explications dans le texte).
		-disséminée Seule	=PS	
ar	-Grosses graines	-Disséminée loin	=GD	
		-disséminée Seule	=GS	
A + Ad	-Pionnières et cicatricielles éphémères	-Disséminée loin	=PiD	
		-disséminée Seule	=PiS	
	-Cicatricielles durables	-Disséminée loin	=CiD	
		-disséminée Seule	=CiS	
	-Sédentaires	-Disséminée loin	=SéD	
	-disséminée Seule	=SéS		

Une espèce pionnière à faible pouvoir de dissémination sera forcément une espèce dont les graines peuvent survivre longtemps dans le sol en attente d'un chablis. Cette classification recouvre donc les catégories définies par GITAY & al. (1999) mais est cette fois définie d'une manière plus cohérente.

I.4 Types de relevés de végétation en forêts denses tropicales

Dans la littérature, on trouve un nombre pratiquement incalculable de méthodes d'inventaire botanique différentes, selon les écoles et leurs habitudes et bien évidemment selon les problématiques et types de végétation étudiés. Afin de mieux ancrer notre réflexion méthodologique sur la typologie forestière, il nous a paru important de s'inspirer des types de relevés développés dans une plus grande variété d'approches. Au cours de ce chapitre, nous ferons le point sur les différents aspects (ou spécificités) des types de relevés botaniques développés en forêts tropicales. Les principaux objectifs impliquant la réalisation de relevés botaniques, concernent:

- 1- l'étude de la végétation, de sa typologie (essentiellement dans un esprit fondamentaliste), et de son déterminisme écologique,
- 2- l'étude de la diversité végétale (dans un esprit de conservation ou de simple exploration),
- 3- l'étude de la valeur commerciale d'une forêt (dans un but d'exploitation durable),
- 4- l'étude de la dynamique de populations (régénération, dispersion, recrutement, croissance, mortalité, etc.) d'un peuplement tout entier ou de populations de certaines espèces commerciales et autres, ainsi que l'étude de leur profil écologique (DAGET & GODRON 1982).

Depuis plusieurs décennies, de nombreux chercheurs se sont penchés et se penchent encore sur la recherche de méthodologies d'inventaire optimisant les possibilités d'analyses et d'interprétations en fonction des contraintes de coût et de temps sur la collecte des données (WEBB & al. 1967, CONDIT & al. 1998, 1996, POTTS & al. 2001, PHILLIPS & al. 2003, HIGGINS & RUOKOLAINEN 2004, ROLLET 1979, VAN GEMERDEN 2004, SENTERRE & al. 2004, etc.). Les relevés peuvent être minimalistes, c'est-à-dire ne collecter que les données nécessaires pour répondre à une question bien précise, ou maximalistes dans le cas où le but est d'envisager un maximum d'aspects relatifs à la végétation d'une région ou d'une station. Bien souvent, au sein d'un groupe de chercheurs, il existe un certain modèle méthodologique standard transmis entre ceux-ci afin de permettre le regroupement et la synthèse des nombreuses études individuelles. Mais malheureusement, ce type d'accord n'existe qu'au sein d'une multitude de petits groupes et bien que la nécessité d'augmenter le dialogue entre ces groupes ait été soulevée par plusieurs scientifiques, il semble qu'un tel dialogue ne restera jamais qu'un doux rêve. Il serait d'ailleurs totalement vain de chercher à mettre tout le monde d'accord sur certains standards méthodologiques en matière de modes d'inventaire. En revanche, il est important de réfléchir sur les possibilités de mise en correspondance des principaux types de méthodologie et de diffuser l'information sur les erreurs typiques à ne pas commettre (cf. SHEIL, 1995, pour une brève discussion ciblée sur les relevés permanents) ou sur la "rentabilité scientifique" de telle ou telle étape d'un inventaire. Une telle réflexion nécessite au préalable de faire un tour d'horizon des principales méthodologies d'inventaire développées en forêts tropicales par les différents groupes de chercheurs de par le monde.

Comme le font remarquer HIGGINS & RUOKOLAINEN (2004), la majorité des différences entre méthodes d'inventaire tient à la solution développée pour "abrégé le relevé". En effet, les études en milieux forestiers tropicaux doivent faire face à deux problèmes de taille. Premièrement, la diversité de plantes rencontrées est d'une telle exubérance qu'il est excessivement difficile de s'attaquer à un inventaire exhaustif, sans compter que bon nombre de ces espèces restent mal connues du point de vue taxonomique (voire même inconnues) ou ne peuvent être identifiées qu'à partir de certaines parties bien précises telles que les fleurs, etc. Deuxièmement, la difficulté d'accès et les contraintes financières réduisent encore très fortement les possibilités d'action: bien souvent, les sites les plus intéressants se trouvent à plusieurs jours de déplacement de la ville principale, des financements doivent être trouvés afin de composer l'équipe de botanistes et techniciens locaux, accompagnant les missions de

terrain, mais aussi pour les frais de matériel, de transport, etc. Face à autant de difficultés pratiques, il n'y a donc rien d'étonnant à ce qu'on fasse " pour un mieux en fonction des moyens ". En pratique, on se limite donc à n'envisager que certains compartiments jugés représentatifs de l'écosystème (taxonomiques, structuraux, fonctionnels, etc., cf. chapitre I.3.3) ou alors on se limite à une petite surface. HIGGINS & RUOKOLAINEN (2004) ont ainsi montré qu'il était possible de définir théoriquement plus de 300 types de relevés en combinant un ensemble d'à peine quatre principaux types d'abréviation de relevé. De manière plus générale, on peut distinguer les principaux types de réduction suivants: limiter le nombre de compartiments structuraux (ex. DBH \geq 10cm, etc.) ou le nombre de compartiments taxonomiques (Angiospermes, Ptéridophytes, etc.), limiter l'effort de détermination (jusqu'aux genres seulement, etc.), limiter l'effort d'échantillonnage (surface, nombre d'individus ou temps d'observation) ou enfin limiter la quantité et la qualité des observations de terrain (comptage des individus, simple présence ou coefficient d'abondance, mesure des hauteurs, collectes d'herbiers, etc.).

I.4.1.1 Limiter les compartiments envisagés

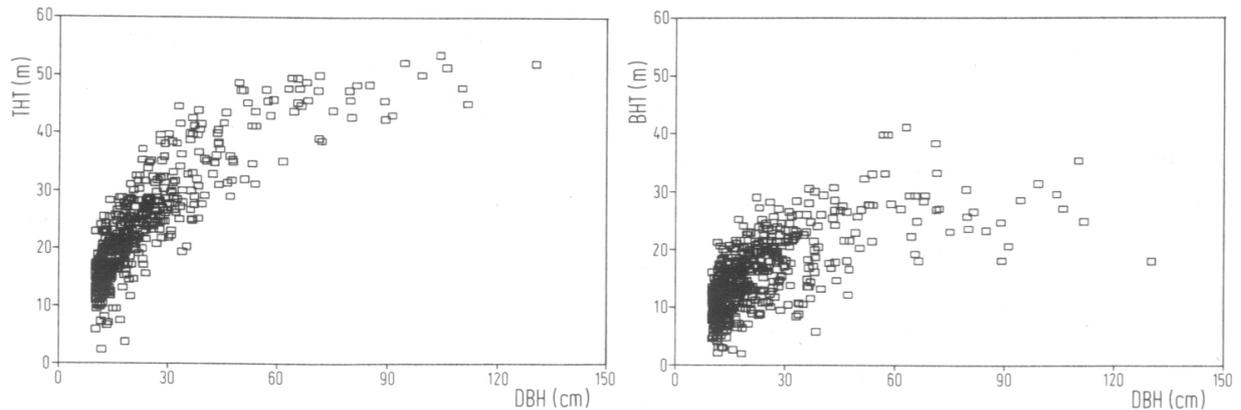
Parmi les compartiments décrits au chapitre I.3.3, ce sont essentiellement les compartiments structuraux et les compartiments taxonomiques qui servent à abrégé les inventaires botaniques. On se concentrera par exemple uniquement sur les arbres des strates supérieures ou bien uniquement sur les arbustes, etc. A ce niveau, l'influence de la tradition des exploitations forestières est toujours restée très marquée et la quasi totalité des inventaires botaniques en forêts tropicales se font encore sur base des catégories de diamètre supposées représentatives d'une strate donnée: DBH, Diameter at Breast Height, ou GBH, Girth at Breast Height, ou DHP, Diamètre à Hauteur de Poitrine, ou DAP, Diametro a la Altura del Pecho, etc. Les raisons sont multiples et évidentes. Outre la simple tradition, il y a la possibilité de comparer facilement des données de botanistes avec la masse des données d'exploitants forestiers. Deuxièmement, la mesure du diamètre fait l'objet d'un certain nombre de règles étonnamment partagées par l'ensemble de la communauté scientifique, ainsi que par les exploitants forestiers⁴ (WHITE & EDWARDS 2001), ce qui rend cette mesure objective (deux opérateurs différents obtiendront des mesures très voisines).

Au contraire, la hauteur d'un arbre ou la strate à laquelle il appartient sera inévitablement dépendante de l'appréciation de l'opérateur, même avec l'aide d'un dendromètre (clinomètre adapté à la mesure des hauteurs, cf. WHITE & EDWARDS 2001, LETOUZEY 1969). Malgré certaines divergences selon les sources quant à la manière de voir les choses et de les nommer, il est possible d'établir des correspondances grossières entre les différentes définitions de strates. Selon ROLLET (1979), il existe un lien très étroit entre le diamètre d'un arbre et sa hauteur totale mais ce lien évolue avec l'âge de l'arbre. Pour un individu de taille moyenne, la hauteur correspond généralement à 100 fois son DBH: par exemple, la majorité des arbres de 15m de haut ont un DBH aux alentours de 15cm (rapport H/D \approx 100). Lorsque l'arbre devient plus grand (DBH > 40cm), le rapport H/D est souvent inférieur à 100 (la croissance se fait davantage en diamètre qu'en hauteur) tandis que pour de petits individus (DBH < 20cm) ce rapport est généralement nettement supérieur à 100 (la croissance se fait davantage en hauteur). Si cette tendance est indéniable pour toute forêt tropicale, il est important de noter que de nombreuses espèces constituent des exceptions (SENTERRE & al. 31

⁴ On trouve toutefois dans la littérature des travaux où la mesure du diamètre ne se fait pas à 1,3m (comme le recommandent BROKAW & THOMPSON 2000) mais plutôt à 1,4 voire 1,5m du sol (GÉRARD 1960, LETOUZEY 1969). D'autre part, rares sont les botanistes qui tiennent réellement compte des règles précises, notamment quant aux arbres fourchus dès la base ou aux contreforts et racines échasses. Certains ne s'efforcent probablement pas de dégager les lianes accolées aux troncs. Pour les règles concernant la mesure du DBH chez les lianes, nous renvoyons le lecteur au travail de Marc PARREN (2003)

2004, Fig.11) et que les ordres de grandeur des valeurs charnières peuvent varier d'un type forestier à l'autre, notamment pour les forêts d'altitude. Le Tab.8 présente de manière synthétique les principaux compartiments structuraux utilisés et leur correspondance approximative. Nous reviendrons plus tard sur les strates forestières et les avantages de leur utilisation par rapport aux catégories de diamètre.

Fig.11 Lien entre la hauteur et le diamètre des arbres d'une forêt dense de terre ferme de basse et moyenne altitudes, au Gabon (REITSMA 1988): THT, hauteur totale ; BHT hauteur du fût (tronc jusqu'à la première branche). POULSEN & al. (1996) ont obtenu une distribution similaire au Brunei (Bornéo, non illustré).



Tab.8 Principaux compartiments structuraux définis, en forêts tropicales, en termes de strates, de catégories de diamètre (DBH, GBH, DHP, DAP) ou de catégories de hauteur. Les définitions de quelques auteurs sont présentées ainsi que les correspondances approximatives. Les ordres de grandeur des densités d'individus par catégorie nous sont donnés par (1)-valeurs reprises d'une synthèse de ROLLET (1979) pour une forêt dense de Guyane Vénézuélienne (2ha) ; (2)-valeur déduite des données d'inventaire de CONDIT & al. (1996) ; (3)-valeurs reprises d'une synthèse de ROLLET (1979) pour une forêt dense de Guyane Vénézuélienne (155,5ha) ; (4)-valeurs proposées par BLANC (2002) sur base des travaux de Gonzalez, Poulsen et Gentry.

DBH (cm)	Indiv./ha (1)	Indiv./ha (3)	Letouzey 1968	Gérard 1960	H (m)	Strate	Gillet 2000	Blanc 2002	Mosango & Lejoly 1990
-	-	-			2mm	m	muscinale basse		
-	-	-			1cm 3cm	M+hp	muscinale haute	(herbacée plaquée)	
-	-	-			4cm 8cm	h	herbacée basse		
-	10000 - 40000 (4)			herb.	20cm 30cm	H	herbacée haute		sous-arbustive et herbacée
-			petits arbustes		1m				
1-4	3250 (2)		arbustes		1,5-2m	ar	arbustive basse	-(max. de densité)	
5-9	701		moyens		4-5m	ar	arbustive haute		
10-14	224	248		arbust.	6-8	ar		sous-bois	arbustive
15-19	114,5					Ad			
20-24	78,5	100	grands arbustes	arbor. inf. (dominés)		Ad	arborée basse		arborée inf. discontinue
25-29	55				18-20m	Ad			
30-34	35,5	48,4				A			
35-39	19,5					A	arborée haute		arbor. moy. continue
40-44	10,5		petits arbres	arbor. moyenne (sous- dominés)	35m	A			
45-49	8,5	23,3				E			
50-54	7					E			
55-59	5,5	7,9				E			arborée supérieure discontinue
60-64	4,5					E			
65-69	1	4,3	arbres moyens			E			
70-79		1,8				E			
80-89		0,8		arbor. sup. (dominants)		E			
90-99		0,49				E			
>100		0,45	grands arbres			E			

A des fins d'étude typologique de la végétation, mais aussi de biodiversité, on trouvera dans la littérature nombre de catégories de diamètres. Les valeurs charnières de DBH que nous avons répertoriées sont les suivantes: 1cm, 2,5cm, 5cm, 10cm, 15cm, 20cm, 30cm, 50cm, 60cm et 70cm, sans compter les légers écarts des catégories exprimées en termes de circonférence (GBH) ou en unités de mesure anglaises (1 pouce =2,54cm).

Les catégories de DBH sont la plupart du temps " ouvertes ", par exemple $DBH \geq 10\text{cm}$, mais certains considèrent des catégories " fermées ", par exemple $10 \leq DBH < 30\text{cm}$. D'après CONDIT & al. (1998), les différences entre catégories ouvertes et catégories fermées restent relativement insignifiantes. Cette remarque est particulièrement vraie lorsqu'on compare par exemple les $DBH \geq 10\text{cm}$ (435 arbres/ha) et les DBH compris entre 10 et 70cm (431 arbres/ha, valeurs issues du *Tab.8*). Cependant, pour un relevé d'une surface de 1ha, on aura en moyenne 435 arbres à $DBH \geq 10\text{cm}$ contre 348 si on considère les DBH entre 10 et 30cm. Dans certains inventaires tels que ceux de TCHOUTO (2004), où l'auteur définit sa strate herbacée comme étant l'ensemble des plantes vasculaires à DBH compris entre 1 et 1,5cm (définition par ailleurs plus que discutable), l'écart entre catégorie ouverte et fermée devient très important.

Pour ce qui est des compartiments taxonomiques, certains chercheurs relèvent les plantes à fleurs, d'autres ciblent les fougères (TUOMISTO & RUOKOLAINEN 1994) ou une sélection de familles clés (KESSLER 2001), d'autres encore observeront les bryophytes. Certains se concentrent même sur une seule famille (GOTANÈGRE 2004).

On peut encore évoquer des compartiments physiologiques: certains font des relevés d'épiphytes (STÉVART 2003, JOHANSSON 1974, etc.) ou encore uniquement de plantes herbacées terrestres (Gonzalez 1996 in BLANC 2002, POULSEN 1996, POULSEN & BALSLEV 1991, POULSEN & PENDRY 1995, COSTA 2004) ou de plantes épiphytes de la zone des troncs (LEIMBECK & BALSLEV 2001), certains enfin excluent les lianes de leurs relevés ou bien ne relèvent que celles-ci (PARREN 2003).

I.4.1.2 Limiter l'effort de détermination

Les chercheurs les plus obstinés s'arracheront les cheveux à identifier toutes les espèces de leurs relevés. Il est bien sûr douteux de prétendre identifier toutes les espèces d'une parcelle aussi petite soit-elle (sauf peut-être dans certains cas où une petite parcelle fait l'objet d'études approfondies durant un certain nombre d'années, cf. GENTRY & DODSON 1987). En revanche, il est pratiquement toujours possible de rassembler les individus indéterminés appartenant manifestement à une même espèce sous un nom temporaire commun qui constitue alors ce qu'on entend généralement par " morpho-espèce ".

Une morpho-espèce est donc un ensemble d'individus, observés dans une ou plusieurs stations, parfois distantes, dont on n'a pas su identifier le nom d'espèce et pour lesquels l'examen fouillé de tous les caractères physiologiques disponibles n'a révélé aucune différence notable, sur la plante vivante aussi bien qu'après étude des herbiers. Généralement, on est au moins parvenu à identifier le genre. La morpho-espèce est alors nommée de la manière suivante: *Beilschmiedia sp.1*. Parfois, certains genres mal connus et particulièrement problématiques, tels que les *Beilschmiedia* justement (Lauraceae) ou encore les *Drypetes* (Euphorbiaceae), devront bien souvent être laissés indéterminés pour ne pas risquer d'introduire des erreurs. GRUBB & al. (1963) n'ont, pour cette raison, pas tenté d'identifier les espèces d'Orchidées et de Broméliacées, particulièrement problématiques en Amérique tropicale, surtout à l'époque de leur étude.

L'identification des morpho-espèces est extrêmement coûteuse en temps et nécessite des observations très poussées et répétées, sur le terrain et en laboratoire, à un tel point que les travaux ayant produit un tel effort en forêts tropicales sont toujours à ce jour assez rares (VAN GEMERDEN 2004, p. 114 ; SMALL & al. 2004 ainsi que la présente étude et certains travaux du CTFS, Center for Tropical Forest Science, tels que CONDIT & al. 2002, VALENCIA & al. 2004, etc.). La très grande majorité des chercheurs se contentent d'identifier un maximum d'espèces et font leurs analyses sans considérer tout ce qui n'a pas pu être identifié ou en comptabilisant tous les individus indéterminés comme autant d'espèces différentes pour leur calcul des indices de diversité (ce qui ne nous paraît guère recommandable).

Le travail d'identification, même lorsqu'il n'est pas très poussé, reste une opération longue et difficile. C'est pourquoi, certains chercheurs ont testé la représentativité des données floristiques dans le cas où on n'identifierait les plantes que jusqu'au genre, voire même qu'à la famille (HIGGINS & RUOKOLAINEN 2004, LA FERLA & al. 2002, KESSLER & BACH 1999, WILLIAMS & GASTON 1994, GASTON & al. 1995, WILLIAMS & al. 1994). Dans certains types de milieux, la perte d'information, liée à la limitation de l'effort de détermination jusqu'au niveau du genre, peut se révéler négligeable. C'est toutefois loin d'être toujours le cas.

L'effort de détermination fourni lors d'inventaires de type " forestier " (cf. plus loin dans ce chapitre) est un peu particulier: dans la majorité des cas, les arbres sont identifiés très vite par des villageois qui connaissent les noms locaux ou les noms pilotes (WILKS & ISSEMBÉ 2000). Les noms scientifiques correspondants sont alors retrouvés à l'aide de dictionnaires établis depuis des années d'exploitation. Bien que nombre de noms locaux ne correspondent qu'à une seule espèce botanique, certains peuvent désigner deux espèces proches (envuiñ = *Anisophyllea purpurascens* ou *A. myriostriata*), un genre entier (envira = *Diospyros spp.*), un groupe d'espèces de genres différents (andung = *Bikinia spp.*, *Aphanocalyx spp.*, etc.) voire même rien de plus qu'un type biologique (ndjik = toutes les espèces de lianes n'ayant pas reçu de nom spécial)⁵ (COUTERON & al. 2003, TAILFER 1989). A ce propos, COUTERON & al. (2003) ont récemment proposé une méthode très originale pour tester l'erreur accompagnant l'utilisation de tels noms locaux.

I.4.1.3 Limiter l'effort d'échantillonnage

Une des manières les plus classiques pour abrégé un relevé botanique est d'en réduire les dimensions (c'est-à-dire l'effort d'échantillonnage), ce qu'on combine bien souvent avec le choix d'une certaine catégorie de DBH (qui en somme est aussi une réduction de l'effort d'échantillonnage).

D'autre part, notons que la forme du relevé a aussi son importance: délimiter une surface carrée de 100 x 100m est bien plus difficile et demande bien plus de temps que de délimiter la même surface rectangulaire, par exemple 20 x 500m. En effet, en forêt dense, les déplacements et l'orientation ne sont pas chose aisée et on admet généralement qu'une largeur de 25m de part et d'autre d'un layon central constitue un maximum. Cette distance de 25m correspond grossièrement à la distance maximale de visibilité dans une forêt dense classique. En fait, il est presque impossible de tracer les limites d'un carré dont les côtés seraient bien parallèles deux à deux, même pour un carré aussi petit que 50 x 50m. D'après notre expérience personnelle, le meilleur compromis entre un relevé plus large, pour éviter les effets de bords (CONDIT & al. 1996, 1998, POTTS & al. 2001), et un relevé plus étroit, pour accélérer

34

⁵ Il s'agit du dialecte Fang parlé en Guinée Equatoriale.

la vitesse de travail (essentiellement le tracé des limites), correspond à une largeur de 10 à 15 (20)m de part et d'autre du layon (LIEBERMAN & al. 1996, VAN PAASEN 1991, PRÉVOST & SABATIER 1996, ACHOUNDONG 1985, EILU & al. 2004, HUANG & al. 2003, HAMANN & al. 1999, etc.).

La largeur généralement considérée variera toutefois en fonction de la taille et de la densité des catégories d'organismes envisagés: pour des plantes de la strate herbacée, une largeur de 2 ou 5m est couramment utilisée (TUOMISTO & RUOKOLAINEN 1994, POULSEN & PENDRY 1995, GENTRY & DODSON 1987).

Bien entendu, l'effort d'échantillonnage ne s'exprime pas uniquement en termes de surface. Lorsqu'il s'agit de compartiments dont les constituants sont bien individualisés, tels que les arbres, il est possible de procéder au relevé non pas d'une certaine surface mais d'un certain nombre d'individus. Certains procèdent même parfois à des relevés dont l'effort d'échantillonnage est fixé en termes de temps de travail (M.ELAD, comm.pers.).

En général, l'effort d'échantillonnage en termes de surface augmente pour les relevés centrés sur les strates à hauteur ou DBH croissants: de plusieurs hectares pour les arbres de la canopée à quelques ares (50 à 1000m²) pour le sous-bois, voire quelques m² pour les synusies muscinales épiphytiques et saprolignicoles (1 à 10m²) et 5 à 200m² pour les synusies muscinales épilithiques et épigéiques (GILLET 2000, p.22). Enfin, quelle que soit la strate étudiée, la taille des relevés est parfois encore influencée par le nombre de répétitions prévues: par exemple, un seul relevé de 50ha pour les arbres à DBH \geq 1cm (CTFS: CONDIT 1995) à 147 relevés de 1000m² pour ce même compartiment structural (TCHOUTO 2004).

I.4.1.4 **Limiter la quantité ou la précision des observations (effort d'observation)**

Au-delà des principes décrits jusqu'ici, qui conditionnent les données de base du relevé à savoir la liste des espèces présentes, il existe toute une série de données ou d'actions complémentaires qui permettent d'enrichir les possibilités d'interprétation et les problématiques abordables mais qui ont un coût en termes de temps de travail.

Premièrement, on peut se limiter à ne noter que la présence des espèces ou bien on peut en estimer l'abondance, soit de manière semi-quantitative à l'aide d'un indice d'abondance-dominance du style BRAUN-BLANQUET (1932), soit de manière quantitative par comptage et calcul de l'abondance relative.

D'autres aspects peuvent encore rallonger le temps de travail tels que la mesure et la prise de note du DBH, de la hauteur totale, de la hauteur du fût (hauteur de la première branche, pour les arbres: cf. OLDEMAN 1974) ou encore le découpage du relevé en tronçons, sous-parcelles ou quadrats dans l'idée de pouvoir dresser des courbes d'accumulation d'espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage ou encore de calculer la fréquence d'une espèce dans un relevé.

Dans de nombreuses études, les relevés sont pensés à long terme (relevés permanents) et sont donc destinés à être revisités régulièrement par des personnes différentes: dans ce cas, les plantes sont généralement positionnées dans un système d'axes (dont l'abscisse est alors le layon central du relevé ou l'un de ses côtés) et sont marquées individuellement à l'aide d'une étiquette et d'un code unique. Plutôt que de placer l'étiquette n'importe où, celle-ci est généralement clouée 30cm au-dessus de l'endroit précis de mesure du DBH (soit à 1,6m de haut pour un arbre sans contrefort et sur terrain plat) ce qui permet d'étudier la croissance des espèces. Les relevés permanents permettent un contrôle des données collectées par un

chercheur ainsi que la possibilité de revisiter les arbres indéterminés et peuvent aussi jouer un rôle pédagogique pour de jeunes botanistes.

Une autre prise de donnée complémentaire est la collecte d'échantillons d'herbiers pour toutes les espèces dont l'identification est douteuse. Cette étape est bien entendu très importante et peut prendre énormément de temps si l'on est consciencieux: il y a premièrement la difficulté de collecter les échantillons pour les grands arbres et deuxièmement, il y a la quantité d'observations que l'on fait sur les parties végétatives et reproductrices de la plante collectée (aspects du tronc, couleurs, exsudat, architecture, fleurs, fruits, etc., WILKS & ISSEMBÉ 2000, LETOUZEY 1969, THIRAKUL 1983, HALLÉ & OLDEMAN 1970, TAILFER 1989). Certains iront jusqu'à prospecter hors des limites de leurs relevés afin de récolter tous les échantillons fertiles des stations étudiées (présente étude, VAN ANDEL 2003), ce qui permet lors de l'étude des herbiers d'améliorer nettement les déterminations des mêmes espèces collectées stériles au sein des relevés.

Enfin, les données ne doivent pas forcément se limiter aux seuls aspects floristiques. Il existe un certain nombre de facteurs mésologiques observables sur le terrain (hydromorphie et hygrométrie apparentes, pente, orientation, altitude, coordonnées GPS, profil pédologique, texture générale du sol, etc., cf. chapitre II.3) ainsi que des aspects structuraux (nombre de strates et leur taux de recouvrement, abondance des lianes, ...⁶, voire même physiologiques (abondance d'individus semi-décidus ou décidus, abondance d'individus à racines échasses, contreforts, cf. REITSMA 1988 p.29, ou pneumatophores, etc.).

I.4.1.5 **Bref historique des types de relevés dans les forêts d'Afrique tropicale**

Jusqu'il n'y a encore que quelques dizaines d'années, on ne connaissait (du moins en Afrique) que deux grands types d'inventaires botaniques fondamentalement opposés. Il y a d'une part les inventaires de type " forestier ", c'est-à-dire à vocation essentiellement commerciale, et d'autre part il y a les inventaires de type " phytosociologique ".

La **première approche** est depuis longtemps employée par les " forestiers " qui procèdent à des inventaires botaniques basés sur les arbres à $DBH \geq 70\text{cm}$, ou parfois $\geq 60\text{cm}$, ce qui correspond au diamètre minimum d'exploitation de la majorité des essences commerciales. Ce type d'inventaire leur permet d'estimer la ressource exploitable d'un massif forestier. Parfois, ceux-ci rajoutent en parallèle un inventaire des arbres à $DBH \geq 10\text{cm}$ en vue de connaître le potentiel de régénération de ces essences commerciales. De nos jours, ces deux types d'inventaires servent par ailleurs à ces mêmes forestiers pour établir leur " série de conservation ", notamment dans le cadre des processus d'écocertification (GILLET & al. 2003ab).

Ces relevés " forestiers " sont typiquement constitués de transects rectilignes de plusieurs kilomètres de long sur une largeur soit de 5m (2,5m de part et d'autre d'un layon pour l'observation des $DBH \geq 10\text{cm}$), soit de 50m (25m de part et d'autre pour les $DBH \geq 70\text{cm}$). Tous les arbres de diamètre suffisant et compris dans le transect sont comptabilisés, mesurés et identifiés. Cette méthodologie, très pratique et rapide, a inspiré un grand nombre de botanistes avec parfois l'idée de pouvoir récupérer la masse de données des inventaires forestiers (VAN ROMPAEY 1993, 2001). On peut citer notamment les importants travaux du Centre Technique Forestier Tropical (CTFT) qui réalisa des dizaines voire des centaines de

36_____

⁶ A cette fin on procède parfois à un relevé du « profil forestier », cf. Hallé & al. 1967, Senterre 1999, Senterre & Lejoly 2001)

milliers d'hectares d'inventaires forestiers notamment au Cameroun, en RCA et au Gabon (FOURNIER & SASSON 1983).

Les avantages de l'adoption de transects de type forestier à des fins d'études écologiques sont depuis longtemps évoqués et ont été soulignés notamment par WHITE & EDWARDS (2001), dans une optique nettement multidisciplinaire (incluant de nombreux aspects d'études fauniques, WHITE 1992, phénologiques, etc.) et donc de conservation. De tels inventaires ont été mis en place depuis 1992 dans les régions protégées de six pays d'Afrique centrale (LEJOLY 1996, 1993a), dans le cadre du Programme Ecofac (Conservation et Utilisation Rationnelle des Ecosystèmes Forestiers d'Afrique Centrale). Cette approche, et les quelques variantes qui s'y rattachent (*Fig.12ab*), est donc toujours à l'heure actuelle LA méthode (du moins en Afrique) consacrée aux problématiques de prospection de la biodiversité dans des régions méconnues ainsi que de conservation et de gestion d'aires protégées en milieux forestiers (WHITE & EDWARDS 2001): cf. notamment les actions du WWF, de CI (Conservation International) et du WCS (OBIANG 2003: méthode du reccé walk, *Fig.12a*).

La **deuxième approche** consiste à transposer directement, ou presque, les principes phytosociologiques développés en Europe durant la première moitié du XX^{ème} siècle, notamment par BRAUN-BLANQUET (1932). Parmi les diverses Ecoles phytosociologiques (cf. TROUPIN 1966, TANGHE 1999), c'est traditionnellement celle de Zurich-Montpellier qui fut transposée en Afrique sous l'impulsion du Professeur LEBRUN (1947), lors de son étude de la végétation de la plaine alluviale du Sud du lac Edouard (Parc National Albert, en République Démocratique du Congo). Par la suite de très nombreux auteurs lui ont emboîté le pas, parmi lesquels LEBRUN & GILBERT (1954), GERMAIN & EVRARD (1956), SCHNELL (1952ab), MANGENOT (1955), GÉRARD (1960), TROUPIN (1966), MOSANGO & LEJOLY (1990), MASENS-DA-MUSA (1997), et bien d'autres qu'on trouvera cités dans la synthèse de SCHMITZ (1988).

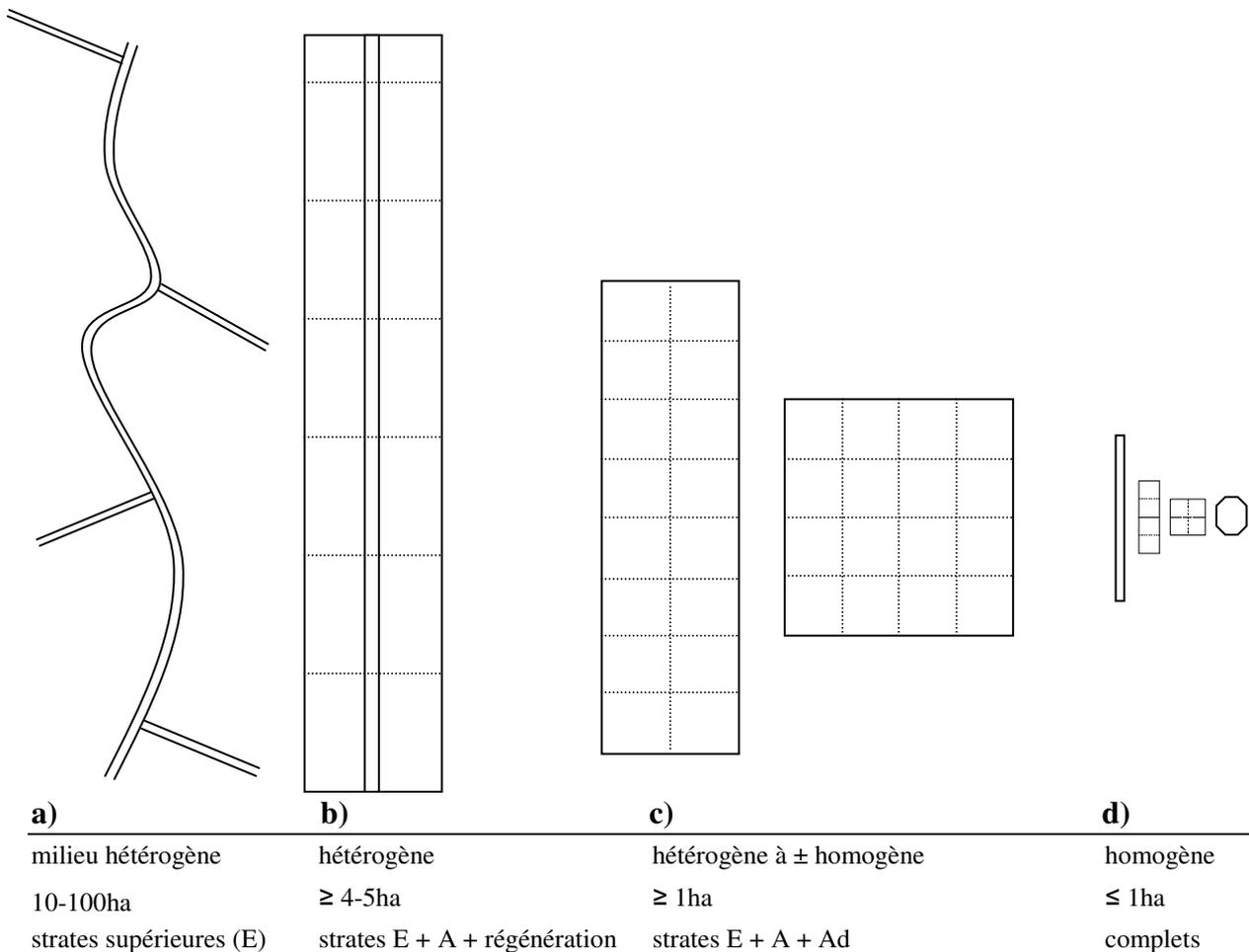
La méthodologie est très simple et consiste la plupart du temps en petits relevés de 500m² (50 x 10m, ou quelques dizaines d'ares, *Fig.12c*) sur lesquels l'abondance est estimée, par coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet, pour chaque espèce présente, sans limite de DBH, ou parfois à partir de 10cm.

Les travaux de ces pionniers de la phytosociologie en Afrique restent encore aujourd'hui des références incontournables de par l'énorme expérience des botanistes de cette époque.

De ces travaux de base et des méthodes de forestiers sont nées de nombreuses méthodologies hybrides, tentant d'intégrer certains avantages des deux méthodes, notamment en réalisant des transects et en découpant ceux-ci en relevés plus ou moins homogènes. On peut citer les travaux réalisés dans le cadre de la collaboration entre le Projet CUREF et l'Université Libre de Bruxelles (COLLIN 1998, BODE 1998, SENTERRE 1999, 2001) ainsi que bien d'autres (VALKENBURG & al. 1998, SONKÉ & LEJOLY 1998, VAN ASBROECK 1997, VAN REETH 1997, KOUKA 2002, WHITE 1992, etc.), cf. SENTERRE & al. (2004) pour une brève discussion (*Fig.12*).

D'autre part, bon nombre d'innovations ont également été développées (surtout en Amérique latine et en Asie du Sud-Est), amenant la diversité méthodologique à la jungle actuelle. Parmi les acteurs les plus importants pour ce développement des méthodologies d'inventaire, il y a le groupe du Missouri Botanical Garden (avec notamment les travaux d'Alwyn Gentry), le CIFOR et le CTFS (cf. chapitre suivant).

Fig.12 Quelques exemples des principaux modes d'inventaires développés en forêts tropicales. **a)** méthode du reccé walk (OBIANG 2003, SUNDERLAND & al. 2004), **b)** méthode du transect de forestiers (LEJOLY 1993, WHITE & EDWARDS 2001), **c)** grands relevés hétérogènes (large scale plots: CONDIT 1995, PRÉVOST & SABATIER 1996), **d)** relevés de plus petite surface et représentant une station homogène (small plots, relevés phytosociologiques: GÉRARD 1960, GENTRY & DODSON 1987, etc.). Les principales caractéristiques sont indiquées dans le bas de la figure: homogénéité, dimensions et strates les mieux représentées (selon la codification reprise au Tab.9).



1.4.1.6 Tour d'horizon bibliographique des types de relevés en forêts tropicales

Les différentes façons d'abrégéer un relevé ne seront bien sûr pas les mêmes selon la problématique étudiée et en fonction des moyens et du temps disponible. Nous avons vu que les inventaires de forestiers et d'exploration de la biodiversité consistent typiquement en de très vastes superficies linéaires et étroites où l'effort d'échantillonnage est généralement concentré sur les strates supérieures. Au contraire, les inventaires destinés à étudier la typologie dans la tradition phytosociologique n'établissent pas de limites quant aux compartiments structuraux mais se concentrent sur des surfaces de l'ordre de quelques ares à quelques dizaines d'ares: les strates supérieures sont donc cette fois sous-échantillonnées. Si les premiers ont l'avantage d'être quantitatifs (l'abondance des espèces peut être quantifiée par le nombre d'individus observés), les seconds ont quant à eux l'avantage de se concentrer sur une station homogène et donc de mieux pouvoir mettre en relation certaines caractéristiques floristiques avec les paramètres environnementaux. En outre, de petites surfaces autorisent à ne pas fixer de limite sur les compartiments envisagés: il est possible de réaliser des relevés de toutes les plantes présentes sur une surface donnée. Entre ces deux

extrêmes, plusieurs approches différentes ont développé l'un ou l'autre aspect. Parmi les approches les plus célèbres, on peut citer:

-les relevés polyvalents de HALL & SWAINE (1976):

Cette méthodologie s'inscrit directement dans la ligne des relevés phytosociologiques mais diffère des approches antérieures par le comptage de tous les individus pour certains groupes de plantes (l'abondance est donc une mesure et non plus une simple estimation d'un coefficient de type Braun-Blanquet). Elle consiste en relevés homogènes de 25 x 25m (625m²) sur lesquels sont comptés et mesurés tous les ligneux à DBH \geq 10cm tandis que seule la présence est notée pour les individus plus petits. Cette méthodologie, qui constitue un des premiers essais d'approche semi-quantitative et exhaustive, a fait école essentiellement en Afrique de l'Ouest où elle est restée jusqu'à ce jour l'approche principale. Elle fut très largement diffusée par les travaux de HAWTHORNE (1995) qui modifia légèrement la méthode. Ce dernier fut suivi par de nombreux autres chercheurs parmi lesquels CABLE & CHEEK (1998), VAN GEMERDEN & al. (2003), etc.

-les relevés de biodiversité préconisés par les équipes du Missouri Botanical Garden:

Ces relevés consistent en transects de 20 x 500m (1ha) sur lesquels tous les ligneux à DBH \geq 10cm sont comptés et cartographiés. Cette méthode rendue célèbre par les travaux de Gentry (1982 in BREWER & al. 2003) a été appliquée en Amérique du Sud, en Afrique et en Asie du Sud-Est. Elle a été suivie par de nombreux chercheurs tels que PROCTOR & al. (1983), PRÉVOST & SABATIER (1996), EILU & al. (2004), HAMANN & al. (1999), etc. Elle s'apparente aux inventaires de régénération des forestiers mais en diffère par un rapport longueur/largeur plus favorable et par un effort de détermination et un effort d'observation bien plus poussés. D'autre part, constatant que les individus à DBH < 10cm (notamment les petites lianes) représentaient une part non négligeable de la diversité, Gentry (in PHILLIPS & al. 2003) a également réalisé des relevés de ligneux à DBH \geq 2,5cm sur des parcelles de 0,1ha (en 10 bandes parallèles de 2 x 50m) et aussi homogènes que possible. Un peu plus tard, GENTRY & DODSON (1987) réalisaient, sous l'inspiration des travaux de HALL & SWAINE (1976), la première étude à la fois exhaustive (observation de toutes les plantes présentes sur une surface donnée) et quantitative (comptage de tous les individus) sur trois relevés de 0,1ha en forêts denses tropicales. On peut encore citer quelques variantes de cette méthode telles que celles de VAZQUEZ & GIVNISH (1998: 10 parcelles circulaires de 0,01ha) ou BREWER & al. (2003: 2 x 500m), adaptées aux situations en pente ou en montagne par exemple.

-les relevés du Center for Tropical Forest Science (CTFS):

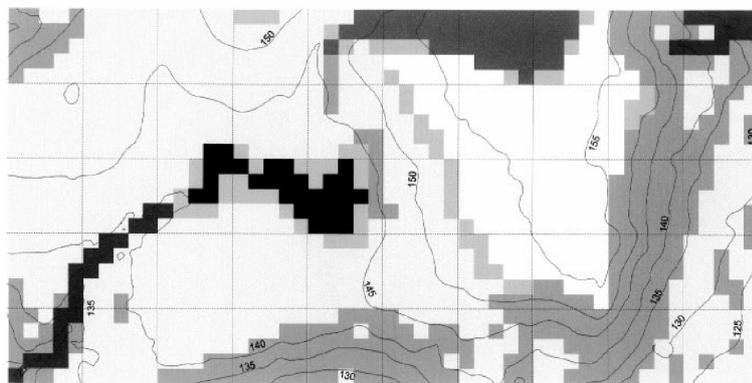
Initié dans les années 1980 sous l'impulsion du Smithsonian Tropical Research Institute, il s'agit d'un réseau de relevés permanents de 15 à 50ha où tous les arbres à DBH \geq 1cm sont mesurés, cartographiés, etc. (<http://www.ctfs.si.edu/main/overview/brochure.htm>; voir aussi CONDIT, 1995, pour un bref historique et une description de la méthodologie). Parmi la vingtaine de sites rattachés à ce groupe de recherche (*Fig.13a*), trois sont particulièrement bien représentatifs de grands types forestiers (liés au macroclimat) et ont fait l'objet d'un nombre impressionnant de publications: la forêt dense humide sans saison sèche de la Réserve forestière de Pasoh (Malaisie péninsulaire), la forêt dense humide à saison sèche marquée (de 4 mois) de Barro Colorado Island (BCI, Panama) et la forêt sèche décidue du Game Sanctuary de Mudumalai (dans la bande de forêts de mousson du Sud-Ouest de l'Inde). Le site du Parc National de Lambir (Sarawak, Malaisie) est lui aussi très connu.

Il s'agit du plus vaste réseau de relevés standardisés et par ailleurs ces relevés sont les plus poussés qui soient en termes d'effort d'échantillonnage avec pas moins de 244000 à 335000 individus observés sur les relevés de BCI et de Pasoh respectivement (CONDIT 1995). Un tel

dispositif permet des études très variées aussi bien sur la dynamique de population que sur la typologie de la végétation, les mécanismes de compétition et de dispersion ou encore sur les aspects méthodologiques en matière de typologie et de mesure de la diversité: CONDIT & al. (1996, 1998), GIMARET-CARPENTIER & al. (1998), POTTS & al. (2001), LEIGH & LOO DE LAO (2000), PLOTKIN & al. (2000, 2002), HARMS & al. (2004), HE & al. 1996, VALENCIA & al. (2004), BORDA-DE-AGUA & al. (2002), etc. L'inconvénient majeur est qu'une telle méthodologie nécessite des moyens colossaux et qu'on ne peut donc pas étudier un grand nombre de sites (CONDIT 1995).

Fig.13 Différents sites ayant fait l'objet de vastes relevés (large scale plots) en forêts tropicales.

a) position géographique des sites étudiés par le CTFS



b) exemple du dispositif de BCI (Panama) 1000 x 500m découpé en carrés de 20 x 20m (tiré de Harms & al. 2004): noir, forêt marécageuse; gris foncé, jeune forêt et pentes; gris clair, forêt mixte; blanc, plateaux des zones basses et hautes.

Pour d'autres illustrations détaillées du dispositif d'inventaire du CTFS, voir aussi PLOTKIN & al. (2000), THOMAS & al. (2003), HE & al. (1996), etc.

-les relevés multistrates en sous-relevés emboîtés (nested plots):

Un des inconvénients des méthodologies évoquées ci-dessus est de ne pas tenir compte des différentes strates forestières avec une intensité comparable. Par exemple, pour un relevé de 1ha des arbres à DBH ≥ 10 cm, on observera un grand nombre d'individus d'arbres de la strate dominée (environ 350 individus par ha pour les arbres à DBH compris entre 10 et 30cm, cf. Tab.8), un faible nombre d'arbres moyens (± 80 indiv./ha pour les DBH entre 30 et 60cm) et un nombre insignifiant d'arbres de la strate supérieure (± 8 indiv./ha pour les DBH ≥ 60 cm). C'est pourquoi certains chercheurs réalisent des relevés composés de plusieurs sous-relevés de tailles différentes et généralement concentriques, étant chacun dédié à l'étude d'une strate particulière: VAN ANDEL (2001, 2003), BEHERA (2002), KOUOB (2003), Smith (1970 in GENTRY & DODSON, 1987), SOKPON (1995), SVENNING & al. (2004), TCHOUTO (2004), TCHOUTO & al. (1999), VAN PAASEN (1991), WEBB & PEART (2000), etc., ainsi qu'un certain nombre de travaux dérivés de relevés de type forestier (cf. SENTERRE & al. 2004).

Outre les exemples les plus connus et les grandes catégories d'inventaires botaniques détaillés ci-dessus, une multitude d'autres dispositifs existent (Tab.9).

Tab.9 Présentation de quelques exemples de relevés botaniques développés en forêts tropicales de par le monde. Les références sont ordonnées selon la strate la mieux représentée dans le relevé (E, A, Ad, H, cf. Fig.8) et par surface de relevé décroissante. Les colonnes N et Sp indiquent le nombre moyen d'individus et d'espèces par relevé. Les sous-relevés des relevés multistrates (nested plots) sont placés chacun à l'endroit qui leur correspond et un indice (ex. $1/3$) rappelle le nombre de sous-relevés composant un relevé. Les autres abréviations employées sont les suivantes: R-nombre de relevés, r-régénération, d-diamètre, c-circonférence, Ab-comptage d'individus, AD-coefficient d'abondance-dominance, P-présence/absence, fdh-forêt dense humide, fdhh-forêt dense hyperhumide, fdhmono-forêt dense humide monodominante, fdhs-forêt dense humide à tendance semi-décidue (moins humide), fdhsd-forêt dense semi-décidue, fds-forêt dense sèche, fh-forêt hydromorphe (en général) fdm-forêt de montagne (en général), SM, forêt submontagnarde, MS-forêt montagnarde supérieure, SA-étage subalpin, fstsemp-forêt sèche tempérée sempervirente, herb. terr.-herbacées terrestres.

Source	Site; type de végétation	Eff. Ech.	L x l	R	Strate	Compart.	Ab	N	Sp
Valkenburg & al. 1998- ^{1/4}	Minkébé (NE-Gabon); fdhs	290ha	58km x 50m	1	E	d > 70cm	Ab		
Obiang 2002- ^{1/3}	Monts de Cristal (Gabon); fdh	x 10ha	x km x 5m		E	d >= 60cm	Ab		
Ecofac- ^{1/4} (Lejoly 1993)	Afrique centrale; fdh	25ha	5000 x 50m		E+Ad	d >= 70cm	Ab		
Valkenburg & al. 1998- ^{2/4}	Minkébé (NE-Gabon); fdhs	2,5ha	500 x 50m	115	E	d > 70cm	Ab	9,9	9
Obiang 2002- ^{2/3}	Monts de Cristal (Gabon); fdh	1,8ha	4 x (900 x 5m)	10	E	d >= 60cm	Ab		
Ecofac- ^{3/4}	Afrique centrale; fdh	1,6ha	320 x 50m		E	d >= 70cm	Ab		
Curef- ^{1/2}	Afrique centrale; fdh	25ha	5000 x 50m		A+E	d >= 30cm	Ab		
Pélessier & al. 2003	St Elie (Guyane française); fdh	10ha	transect	1	A	d >= 50cm	Ab	381	113
Smith 1970- ^{1/5}	Puerto Rico; fdh	1,57ha			A	A			
Kouob 2004- ^{1/2}	Dja (Cameroun); fdhs	1ha	100 x 100m	62	A	d >= 30cm	Ab		141-172
Pascal & Pélessier 1996	Western Ghats (Inde)-fdhsd	3,12ha	5 x (180-370 x 20m)	1	Ad+A	c >= 30cm	Ab	1981	91
Valkenburg & al. 1998- ^{3/4}	Minkébé (NE-Gabon); fdhs	3ha	6km x 5m	1	Ad+A	d > 10cm	Ab		
Ecofac- ^{2/4} (Lejoly 1993)	Afrique centrale; fdh	2,5ha	5000 x 5m		Ad+A	d >= 10cm	Ab		
Gillet & al. 2004	Gabon; fdhh	2,5ha	5000 x 5m		Ad+A	d >= 10cm	Ab		
Gentry 1987, etc.	Amazonie; fdh	1ha	100 x 100m		Ad+A	d >= 10cm	Ab		300
Proctor & al. 1983, etc.	Sarawak (Malaisie); fdhmono	1ha	100 x 100m		Ad+A	d >= 10cm	Ab	778	225
Lieberman & al. 1996- ^{1/2}	La Selva (Costa Rica); fdm	1ha		14	Ad+A	d >= 10cm	Ab	410	88
Van Gemerden & al. 2003- ^{1/2}	Akuo II (SW-Cameroun); fdh	1ha	100 x 100m	16	Ad+A	d >= 10cm	Ab	523	127
Reitsma 1988- ^{1/3}	Ekobakoba (Gabon); fdh	1ha	100 x 100m	4	Ad+A	d >= 10cm	Ab	429	77
Reitsma 1988- ^{2/3}	Ekobakoba (Gabon); fdh	1ha	100 x 100m	1	Ad+A	d >= 5cm	Ab	760	108
Small & al. 2004	Brunei (Borneo); fdhmono	1ha		1	Ad+A	d >= 5cm	Ab	1019	278
Eilu & al. 2004	Uganda; fdm	1ha	500 x 20m	12	Ad+A	d >= 10cm	Ab		
Hamann & al. 1999	Negros Is. (Philippines); fdm	1ha	501 x 20m	1	Ad+A	d >= 10cm	Ab	645	92
Prévost et Sabatier 1996	St Elie (Guyane); fdh	1ha	500 x 20m		Ad+A	d > 10cm	Ab	204	204
Prévost et Sabatier 1996	St Elie (Guyane); fdh	1ha	100 x 100m		Ad+A	d > 10cm	Ab		
Van Andel 2001- ^{1/3}	NW-Guyane; fdh	1ha	1000 x 10m	2	Ad+A	d >= 10cm	Ab	496-550	93-95
Van Paasen 1991- ^{1/4}	Guinée Equatoriale; fdh	1ha	1000 x 10m	34	Ad+A	d >= 10cm	Ab	469	77
Blanc & al. 2000	Cat Tien (Vietnam); fdh	1ha		5	Ad+A	d >= 10cm	Ab	469	81
Achoundong 1985	Yaoundé (Cameroun); fdh, fdm	5000m ²	250 x 20m	36	Ad+A	d >= 4cm	Ab	420-497	58-72
Pendry & Proctor 1997	Brunei (Bornéo); fdm	2500m ²		3	Ad+A	d >= 10cm	Ab		
Edwards & al. 1993	SE-Asie	2500m ²	50 x 50m	16	Ad+A	d >= 10cm	Ab		
Tchouto & al. 1999- ^{1/2}	Cameroun; fdh, fdhh, SM	2500m ²	50 x 50m	23	Ad+A	d >= 10cm	Ab		
Kouob 2004- ^{2/2}	Dja (Cameroun); fdhs	2500m ²	80 x 0,5m	62	Ad	d: 10-30cm	Ab		
Ecofac- ^{4/4}	Afrique centrale; fdh	1600m ²	320 x 5m		Ad	d >= 10cm	Ab		
Curef- ^{2/2}	Afrique centrale; fdh	1600m ²	160 x 10m		Ad	d >= 10cm	Ab		
Webb & Peart 2000- ^{1/2}	Bornéo; fdh	1600m ²	40 x 40m	28	Ad	d >= 10cm	Ab		
Sosef & al. 2004	Doudou Mt. (Gabon); fdh, SM	1600m ²	40 x 40m		Ad	d >= 10cm	Ab		
Lieberman & al. 1996- ^{2/2}	La Selva (Costa Rica); fdm	1000m ²	100 x 10m		Ad	d >= 10cm	Ab	53,5	33.2
Huang & al. 2003	E-USambara (Tanzanie); fdm	1000m ²	50 x 20m		Ad	d >= 10cm	Ab	41,9	15.6
Obiang 2002- ^{3/3}	Monts de Cristal (Gabon); fdh	1000m ²	4 x (50 x 5m)	10	Ad	d >= 10cm	Ab		
Duivenvoorden 1995	Amazonie (Colombie); fdh, fh	1000m ²		95	Ad	d >= 10cm	Ab		
Bussmann 2003- ^{4/5}	Ecuador; fdm	1000m ²	50 x 20m	14	Ad	d > 10cm	Ab	88-121	
Brewer & al. 2003	Belize; pentes fortes	1000m ²	500 x 2m		Ad	d >= 5cm	Ab	111-211	32-42
Gentry 1985a, etc.	Manu (Pérou); fdh	1000m ²	50 x 20m		Ad+ar	d >= 2,5cm	Ab		
Valkenburg & al. 1998- ^{4/4}	Minkébé (NE-Gabon); fdhs	500m ²	100 x 5m	60	Ad	d > 10cm	Ab	19,3	14
Rosteau 1993	Petites Antilles; SM	100m ²	10 x 10m	144	Ad	d >= 10cm	Ab		

Tab.9 (suite)

Source	Site; type de végétation	Eff. Ech.	L x l	R	Strate	Compart.	Ab	N	Sp
CTFS (Condit & al. 1996)	Pantropical; fdhh, fdh, fdhs	50ha	1000 x 500m		ar+Ad	d >= 1cm	Ab	335000	817
Newbery & al. 1992, 1996-1/2	Sabah (Malaisie); fdhmono	4ha		2	ar+Ad	c >= 10cm		8992	388
Smith 1970-2/5	Puerto Rico; fdh	2800m ²			ar+Ad	ar+Ad			
Van Andel 2001-2/3	NW-Guyane; fdh	1000m ²	10 x (10 x 10m)	2	ar	d < 10cm, H > 1,5m	Ab	524-716	88-91
Tchouto 2004-1/2	Campo (Cameroun); fdh, fdhh	1000m ²		147	ar+Ad	d >= 1cm	Ab	58,6	> 100
Svenning & al. 2004-1/2	BCI (Panama); fdhs	900m ²		350	ar+Ad	Woody sp			
Behera & al. 2002-1/3	Eastern Himalaya; fstsemp, etc.	400m ²	20 x 20m	122	ar+Ad	c > 15cm	Ab		
Newbery & al. 1992, 1996-2/2	Sabah (Malaisie); fdhmono	400m ²			ar	c: 10-50cm		80	
Hallé & al. 1967	Bélinga (Gabon); SM	400m ²	16 x (5 x 5m)	1	ar+Ad	H >= 3m	Ab	200	
Van Paasen 1991-2/4	Guinée Equatoriale; fdh	100m ²	10 x 10m	68	ar	d < 10cm, H > 3m	Ab		
Van Paasen 1991-3/4	Guinée Equatoriale; fdh	25m ²	5 x 5m	68	ar	d < 10cm, H < 3m	Ab		
Behera & al. 2002-2/3	Eastern Himalaya; fstsemp, etc.	25m ²	5 x 5m	122	ar	c > 5cm	Ab		
Poulsen 1996-1/2	NW-Bornéo; fdh	1ha		1	H	herb. terr.	P		
Poulsen & Balsley 1991	Amazonie (Ecuador); fdh	1ha		1	H	herb. terr.	Ab	10960	96
Tuomisto & Ruokolainen 1994	fdh	3500m ²	700 x 5m		H	Pterydo. + Melasto.	Ab		
Poulsen & Pondry 1995	NW-Bornéo; fdm	2500m ²	500 x 5m	9	H	herb. terr.	Ab		
Van Gernerden & al. 2003-2/2	Akuom II (SW-Cameroun); fdh	625m ²	25 x 25m	65	r	d < 10cm, H > 50cm	Ab		
Lejju 2004	SO-Uganda; fdm	500m ²	25 x 20m		r	d < 2cm			
Poulsen 1996-2/2	NW-Bornéo; fdh	400m ²	20 x 20m	3	H	herb. terr.	Ab		
Smith 1970-3/5	Puerto Rico; fdh	400m ²			H	épiphytes			17
Kessler 2001	Andes, Bornéo; fdm	400m ²	variable	204	H	certaines familles	P		10-60
Svenning & al. 2004-2/2	BCI (Panama); fdhs	200m ²		350	H	herb.			
Smith 1970-4/5	Puerto Rico; fdh	64m ²			H	herb. + saprophytes			
Costa 2004	Amazonie centrale; fdh	40m ²	transect	22	H	herb. terr.	Ab	30-114	11.5
Van Andel 2001-3/3	NW-Guyane; fdh	40m ²	10 x (2 x 2m)	2	H	d < 10cm, H < 1,5m	Ab	268-536	55-68
Webb & Peart 2000-2/2	Bornéo; fdh	36m ²	9 x (2 x 2m)	28	r	d < 1cm, H > 5cm	Ab		
Tchouto 2004-1/2	Campo (Cameroun); fdh, fdhh, SM	25m ²	5 x 5m	147	H	herb. + r			
Smith 1970-5/5	Puerto Rico; fdh	20m ²			r	r			
Bussmann 2003-5/5	Ecuador; fdm	20m ²	5 x (2 x 2m)	14	r	d < 10cm	P	-	
Van Paasen 1991-4/4	Guinée Equatoriale; fdh	4m ²	2 x 2m	136	r	d < 10cm, H < 1,5m	Ab		
Behera & al. 2002-3/3	Eastern Himalaya; fstsemp, etc.	4m ²	4 x (1 x 1m)	122	H	herb. + r, etc			
Gentry & Dodson 1987	Rio Palenque (W-Ecuador); fdh	1000m ²	10 x (50 x 2m)	3	H+Ad	complet	Ab	7210	365
Germain & Evrard 1956	Yangambi (RDC); fdhmono	2500-1000m ²		11	H+Ad	complet	AD		
Mosango & Lejoly 1990	RDC; fdhs	500-2500m ²		8	H+Ad	complet	AD	-	95-134
Masens-da-Musa 1997	RDC; fds	625m ²	25 x 25m		H+Ad	complet	AD	-	47-88
Hall & Swaine 1976, 1981	Ghana; fdh	625m ²	25 x 25m		H+Ad	complet	Ab, P	-	190
Grubb & al. 1964	Amazonie (Ecuador); fdh, fdm	465m ²	200 x 25ft.		H+Ad	sub-complet	Ab, P		
Bussmann 2003-1/5	Ecuador; SM	400m ²	variable		H+Ad	complet	AD	-	188
Bussmann 2003-2/5	Ecuador; MS, SA	225m ²	variable		H+ar	complet	AD	-	70
Reitsma 1988-3/3	Ekobakoba (Gabon); fdh	200m ²	2 x (10 x 10m)	4	H+ar	complet	AD	-	201
Bussmann 2003-3/5	Ecuador; Paramo	100m ²	variable		H+ar	complet	AD	-	29
Tchouto & al. 1999-2/2	Cameroun; fdh, fdhh, SM	100m ²	4 x (5 x 5m)	23	H	complet	AD		

I.4.1.7 **Conclusion**

En parcourant les principaux types d'inventaires botaniques réalisés en forêts tropicales, on remarque que l'essentiel des inventaires se concentre sur une seule strate forestière: la strate supérieure (pour les relevés de forestiers), la strate des arbres dominés (dans la grande majorité des travaux) ou encore le sous-bois. Les relevés complets, c'est-à-dire sans sélection des compartiments inclus, sont toujours à l'heure actuelle rares et parmi ceux-ci les approches quantitatives restent rarissimes (*Tab.9*).

Ce chapitre met en évidence la nécessité de plus de travaux tels que ceux de GENTRY & DODSON (1987), complet et quantitatif, et ce d'autant plus en Afrique où nous n'avons pas trouvé trace d'un tel inventaire. Nous aurons l'occasion d'approfondir ces aspects méthodologiques au chapitre II.2.

1.5 De la phytogéographie à la phytosociologie: vers une typologie intégrée

1.5.1 BREF HISTORIQUE

Dans ce chapitre, nous tentons de faire le lien entre ces deux disciplines fondamentales pour la compréhension de l'histoire et de la distribution actuelle des flores et types de végétation. La phytosociologie est issue du constat que certaines espèces vivent souvent ensemble, dans certains types de milieux bien déterminés écologiquement, plutôt qu'avec d'autres. Quant aux phytogéographes, ils ont depuis longtemps remarqué que les espèces ne se répartissent pas de manière désordonnée à la surface du globe mais qu'au contraire certaines affichent des aires de distribution similaires, en des régions géographiques bien déterminées dont elles caractérisent la flore. La phytogéographie, autant que la phytosociologie, a soulevé de nombreuses polémiques divisant toujours à l'heure actuelle la communauté scientifique, et la multiplicité des classifications relatives aux flores et types de végétation a de quoi dérouter ceux qui s'y intéressent.

Alors que la plupart des naturalistes du XVIII^{ème} siècle se concentraient principalement sur la taxonomie, les relations entre les espèces et leur environnement se traduisaient déjà intuitivement au travers d'espèces qualifiées de *sylvatica*, *montanum*, *ruderalis*, etc. C'est ensuite au début du XIX^{ème} siècle que naquirent les notions d'association, que l'on doit à Alexander von Humboldt, et de type de végétation (August Grisebach) qui fondaient ainsi les bases de l'écologie. Mais c'est véritablement Humboldt qu'il faut considérer comme le père fondateur de la phytogéographie avec son essai sur la géographie des plantes, en 1805 (in WIKIPEDIA 2004). Déjà l'importance de l'écologie se voyait remise en question quand il suggéra que la flore d'une région ne représentait que le dernier mot de la longue histoire des phylums et que la répartition de ces flores résultait plus d'avatars historiques que d'un déterminisme écologique (in ROISIN 1969). En d'autres termes, les espèces répertoriées dans une région donnée s'y trouvent principalement parce que leurs ancêtres y sont arrivés un jour et pas simplement parce que le milieu leur convient, sans quoi on les retrouverait partout où ce milieu s'observe (par exemple dans toutes les forêts tropicales humides sempervirentes, etc.). Dans ce cas, on se base essentiellement sur des critères dits floristiques, c'est-à-dire invoquant la répartition géographique des espèces, genres et familles (qu'on appelle taxons), et particulièrement l'endémisme. Ces critères s'opposent donc aux critères dits de végétation qui traduisent l'écologie du milieu tel qu'il est actuellement.

Le fossé ainsi creusé entre écologie au sens strict et phytogéographie résista longtemps, jusqu'à ce que Flahault, en 1900 (in ROISIN 1969), rapproche les deux domaines à l'occasion de son " projet de nomenclature phytogéographique ". Selon lui, la phytogéographie ne se limite pas à des aspects purement floristiques de comparaisons d'aires de répartition d'espèces, mais doit également se préoccuper des liens entre flore et environnement (y compris des liens entre espèces). Il rappelle que la floristique établit la statistique des espèces qui peuplent un territoire, " recherche leur origine, leurs migrations, leur distribution actuelle et antérieure " alors que " la phytogéographie a pour but principal de faire connaître les rapports multiples de la végétation avec le milieu, si varié qu'il soit " (in DAGET & GODRON 1982). Dans sa proposition de classification, Flahault combine critères floristiques et critères de végétation pour définir et ordonner une série d'unités territoriales allant des **zones** ou ceintures de végétation jusqu'à la **station**, en passant par **régions**, **domaines**, **secteurs**, **districts** et **sous-districts**. Les trois premiers niveaux hiérarchiques se basent sur les traits fondamentaux du climat, et donc sur les formations végétales et les régions de végétation qui en sont l'expression, sans considérer les critères floristiques. Flahault considère que ces critères climatiques majeurs sont les seuls qui soient suffisamment généralisables et

consensuels (car incontestables en eux-mêmes et dans leurs conséquences sur la vie végétale), pour fournir la base d'une classification hiérarchique répondant aux objectifs de la phytogéographie. Ensuite, les niveaux inférieurs (à partir du secteur) font appel à une plus grande diversité de critères, d'abord floristiques puis phytosociologiques.

Quelques années plus tard, Braun-Blanquet (1919, in ROISIN 1969) reprit l'idée de Flahault et combina à nouveau critères floristiques et critères de végétation mais en détaillant et en insistant davantage sur les critères floristiques, principalement aux niveaux hiérarchiques supérieurs. Alors que Flahault utilise successivement et distinctement critères physiologiques purs puis critères floristiques et phytosociologiques, Braun-Blanquet utilise en parallèle ces trois types de critères, chacun selon une hiérarchie d'échelle analogue. L'endémisme au niveau des familles, genres ou espèces prend notamment une importance très prononcée. Pour Braun-Blanquet, " tout territoire phytogéographique naturel, relié intimement au passé par son héritage floristico-systématique, est en même temps le reflet des conditions actuelles ". Le système de classification qu'il proposa fut par la suite, et jusqu'à nos jours, très largement accepté et utilisé par la plupart des botanistes (bien souvent attribué erronément à Flahault). Les entités phytogéographiques définies, aux différents niveaux hiérarchiques, sont reprises de manière schématique au *Tab.10* (Braun-Blanquet 1919, p. 511-512, in ROISIN 1969). En pratique, ces différences de définitions n'empêchent pas les deux auteurs de distinguer des entités phytogéographiques similaires: les régions reconnues par Flahault correspondraient très probablement aux régions reconnues par Braun-Blanquet.

Tab.10 Système phytogéographique proposé par Braun-Blanquet (1919, in ROISIN 1969) complété du niveau d'ordre supérieur à la Région (Empire floral). Pour Flahault (1900, in ROISIN 1969) et ceux qui attachent plus d'importance à l'environnement actuel, le premier niveau n'est pas défini floristiquement (Afrique+Asie = paléotropical) mais uniquement physiologiquement (bandes ou zones de végétation telles que forêts tropicales, subtropicales, etc.). Pour l'ordre d'endémisme, la symbolique utilisée est la suivante: F = familles, G = genres, Sp = espèces ; en gras = très important, normal = important, () = faible, (()) = très faible ou nul.

Niveau hiérarchique	échelle géographique	échelle taxonomique (ordre d'endémisme)	échelle phytosociologique	exemple d'entité phytogéographique	exemple d'entité phytosociologique	système de Flahault (1900)
0- Empire	parfois plusieurs continents	paléoendémisme de F, tribus, G	plusieurs formations * végétales (savanes, forêts, ...)	empire paléotropical (Pal)	-	traits fondamentaux du climat (critères physiologiques qui en sont l'expression)
I- Région	souvent très étendue à l'échelle d'un continent	paléoendémisme de F, tribus, G	nombreux groupements très évolués, climatiques	guinéo-congolaise (GC)	<i>Strombosio-Parinarietae</i> (Cl.)	
II- Domaine	subdivision de la région	paléoendémisme (G), néoendémisme Sp radiation de certains genres et de certains groupements par rapport aux domaines voisins	au moins 1 groupement climatique bien évolué + groupements locaux spéciaux	bas-guinéen (BG)	<i>Gilbertiodendretalia dewevrei</i> (Ordre)	
III- Secteur		endémisme Sp, ((G))	pas de groupements climatiques spéciaux + plusieurs groupements phytosociologiques locaux propres (édaphiques et biotiques) généralement peu spécialisés	BG atlantique (BGA)	<i>Tarrietion utilis</i> (Alliance)	traits floristiques et phytosociologiques (groupements végétaux)
IV- Sous-secteur	subdivision du secteur	(paléoendémisme Sp), néoendémisme Sp	(groupements locaux propres)	nigérien vs. camerouno-gabonais		
V- District		quelques Sp néoendémiques, localisées (récentes)	pas de groupements particuliers mais présente souvent des faciès territoriaux, avec Sp absentes des districts voisins	BGA littoral (BGALit)	(Association)	
VI- Sous-district	plus petite unité territoriale discernable	pas d'endémisme	présence, absence ou simples différences quantitatives de certaines Sp typiques		(Sous-association)	

Par la suite, au cours du XX^{ème} siècle, de très nombreux naturalistes dépouillèrent le sujet en discutant séparément l'importance des divers critères pouvant entrer en ligne de compte. Faut-il considérer séparément données floristiques et fauniques ? Quelle est l'importance relative, aux différents niveaux hiérarchiques, des critères floristiques, écologiques, physionomiques et phytosociologiques et faut-il réellement un système hiérarchique ? Nous tentons ci-dessous de résumer schématiquement les différents critères discutés dans les travaux consultés, ainsi que les modalités de construction des classifications sur base de ces critères.

I.5.2 CRITÈRES POUR LES CLASSIFICATIONS PHYTOGÉOGRAPHIQUES

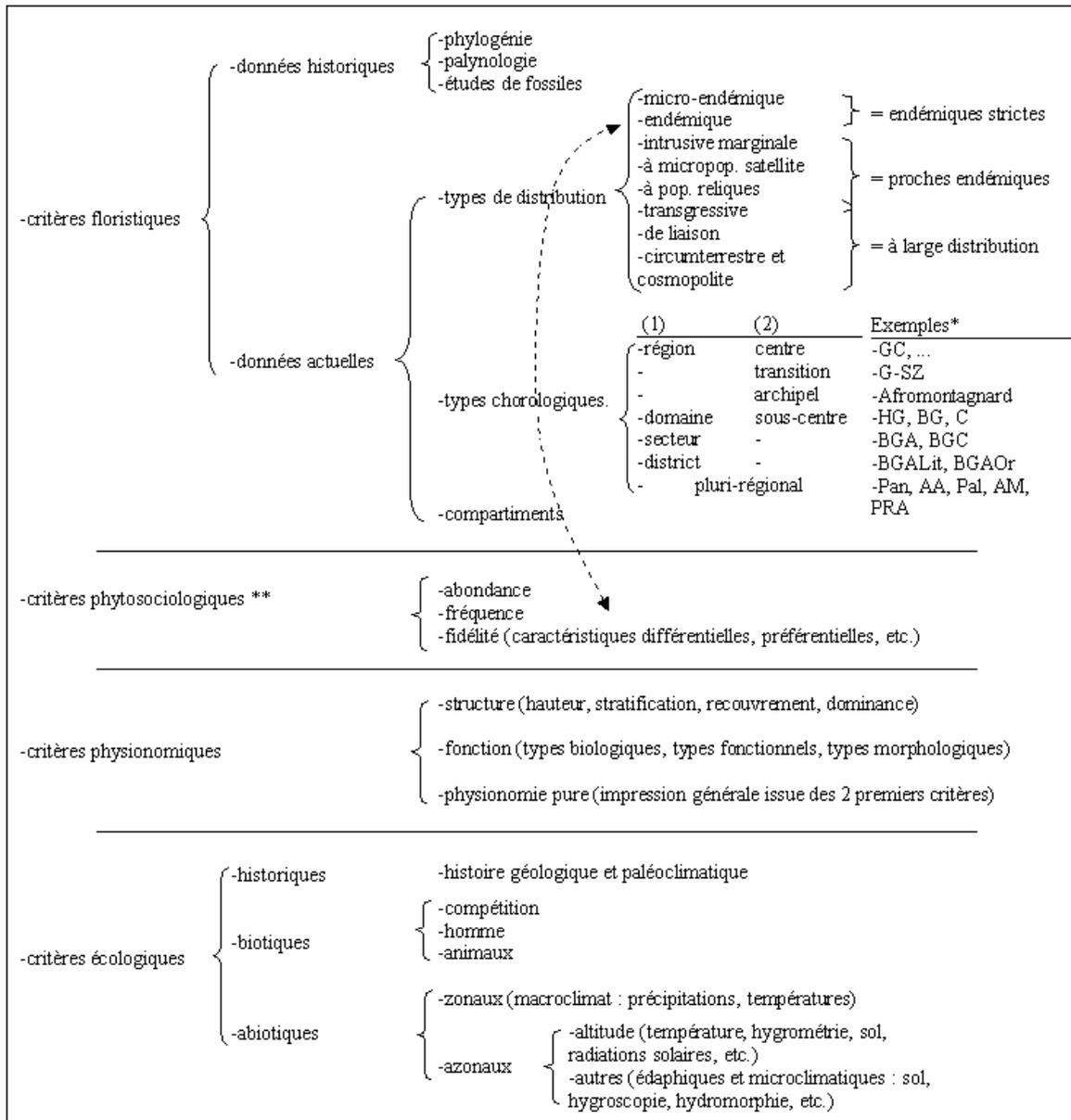
Ceux qui se penchent sur la géographie botanique disposent d'un certain nombre d'indices, d'éléments d'informations, que l'on peut diviser en quatre grandes catégories: critères floristiques, physionomiques, écologiques et phytosociologiques (*Fig.14*).

Premièrement, les grandes barrières naturelles, actuelles ou passées (telles que les océans, les chaînes de montagnes, les déserts, apparus au cours des temps géologiques), séparent des flores, caractérisées par certains taxons (familles, genres ou espèces) endémiques qui permettent de distinguer des " empires floraux ". Par exemple, les Broméliacées distinguent, entre autres, les régions tropicales d'Amérique (empire néotropical) des régions tropicales africaines et asiatiques (empire paléotropical). Au sein de ces empires, les taxons ne sont pas répartis de manière uniforme et des centres d'endémisme se distinguent encore et constituent des régions florales. La région guinéo-congolaise (qui correspond aux forêts denses humides d'Afrique tropicale) se distingue ainsi, à l'intérieur de l'empire paléotropical, par quelques familles endémiques (Huaceae, Medusandraceae, Scytopetalaceae, etc.) et de nombreux genres (WHITE 1983a). On fait généralement référence à ce type de critères sous le vocable " floristique " pour rappeler que les déductions sont basées uniquement sur la flore, sans se préoccuper de l'environnement ni de l'organisation de cette flore, c'est-à-dire de la végétation (sa physionomie) et des liens sociaux entre espèces (associations végétales).

Par ailleurs, bien au-delà des barrières naturelles, en des lieux parfois très distants sur le globe, on retrouve des formations végétales physionomiquement, et parfois même floristiquement, très semblables telles que les formations de type méditerranéen du sud de l'Europe et nord de l'Afrique, les " chaparral " de Californie, du Chili, d'Afrique du Sud et du sud de l'Australie. Les grandes formations végétales de la planète (parfois nommées biomes si l'on considère l'ensemble des êtres vivants qu'elles abritent) se répartissent généralement en zones ou ceintures parallèles à l'équateur, correspondant aux grands types de climats de la planète: les forêts tropicales humides correspondent aux régions à climat tropical humide. Chacune de ces ceintures de végétation peut donc être définie sur une base physionomique et/ou écologique, et non plus floristique. Celles-ci sont à cheval sur plusieurs empires floraux et traversent de nombreuses régions florales. Les critères physionomiques et écologiques sont donc bien souvent indissociables et expriment uniquement les traits environnementaux actuels.

Enfin, outre les critères purement floristiques et physionomico-écologiques, on peut considérer les taxons d'un territoire non pas comme une simple liste de noms mais plutôt s'intéresser à l'organisation de ces taxons en communautés végétales, ou types de végétation issus d'une histoire et d'une écologie communes. C'est le point de vue que les phytosociologues défendent. Dans ce cas, et contrairement aux classifications basées sur les catégories de critères déjà citées, le monde végétal est décomposé selon une hiérarchie typiquement agglomérative, c'est-à-dire qu'on regroupe les individus d'associations végétales (échelle géographique locale ou sous-régionale) en ensembles de plus en plus vastes. Ces critères intègrent donc en quelque sorte les critères floristiques et physionomico-écologiques (ROISIN 1969).

Fig.14 Présentation schématique des principaux critères intervenant dans l'étude des classifications phytogéographiques. Les éléments présentés font l'objet d'une discussion plus approfondie dans le texte. (1) = Braun-Blanquet (1919 in ROISIN 1969) ; (2) = WHITE (1979). *La symbolique utilisée pour les exemples cités est présentée au chapitre II.4.2. **Les critères phytosociologiques sont basés sur des comparaisons de compositions floristiques. Ils interviennent surtout à une échelle géographique réduite (secteur, district, etc.) et se basent autant sur des paramètres quantitatifs que sur la simple présence/absence de certaines espèces. Enfin, notons que les critères "physionomiques purs" traduisent une impression générale résultant des traits saillants des aspects structuraux et fonctionnels: par exemple "fourrés à épineux", "forêts basses sclérophylles", etc.

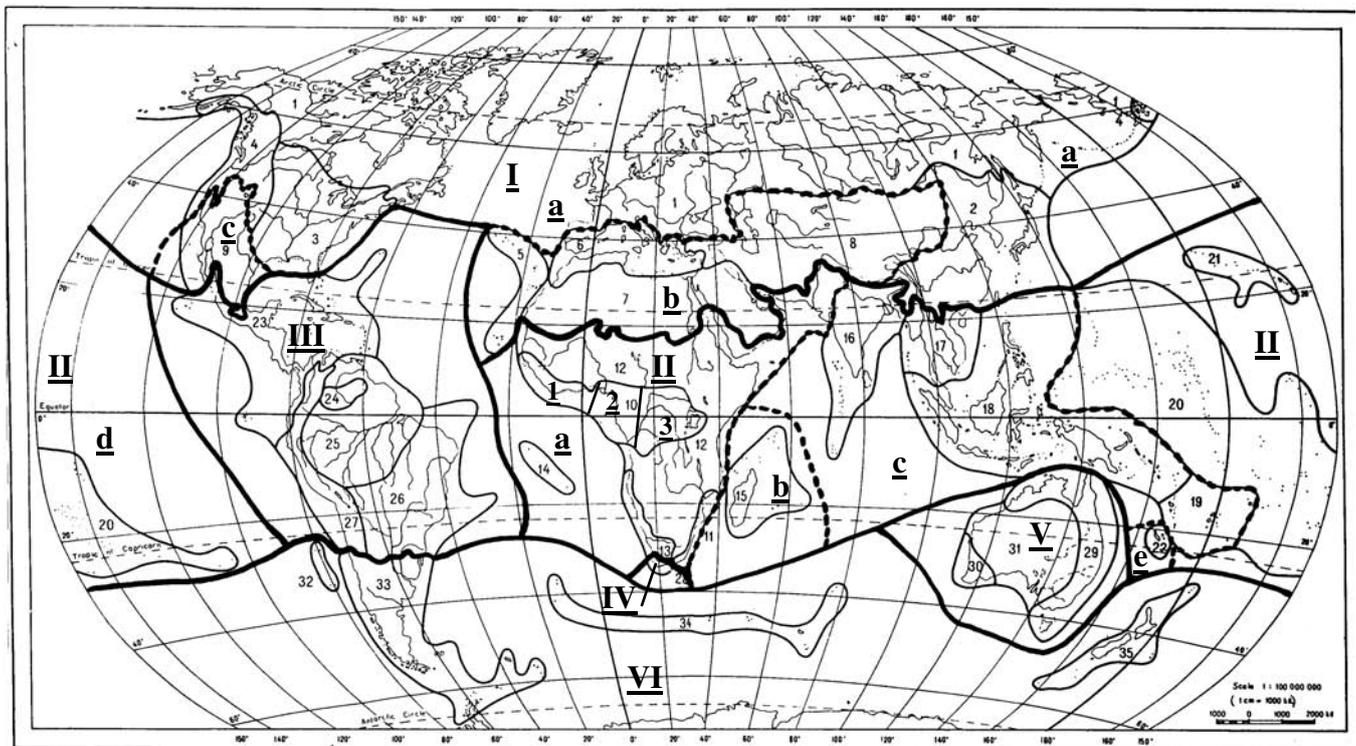


I.5.2.1 **Critères floristiques:**

Depuis les premiers essais d'Alexander von Humboldt, de très nombreux scientifiques ont proposé une multitude de classifications floristiques. Celles-ci sont construites d'une manière hiérarchique divisive, c'est-à-dire que les entités définies partent du général vers le régional. A l'échelle du globe, les classifications les plus citées sont celles d'Engler & Melchior (1954-1964 in WIKIPEDIA 2004) ou de Mattick (in ADJANOHOUN & al. 1994). Par la suite, LEMÉE (1967), puis Udvardy (1975 in RIVAS-MARTÍNEZ & al. 2004) ont publié leur propre classification basée sur la considération conjointe des données fauniques et floristiques. Citons encore, parmi bien d'autres, TAKHTAJAN qui reprit, en 1986, les travaux d'Engler et les

modifia quelque peu. Le système de classification qu'il utilise est similaire à celui de Braun-Blanquet (1919 in ROISIN 1969) en ce sens que les niveaux d'endémisme sont pris en compte. Il distingue des empires, des sous-empires, des régions et même des provinces. Une révision de ces classifications a récemment été publiée par COX (2001) ; nous y renvoyons le lecteur.

Fig.15 Empires floraux (chiffres romains), sous-empires (lettres), régions (chiffres arabes en petit) et provinces florales (1, 2 et 3, mentionnés pour la région guinéenne) de TAKHTAJAN (1986).



Nous avons vu jusqu'ici que les méthodes se basent sur l'endémisme mais d'une manière finalement assez subjective, ce qui explique en partie les divergences entre auteurs. Un deuxième problème majeur réside dans le problème des zones de transitions et de leur classement dans un système hiérarchique. Ces considérations ont amené Frank WHITE (1979) à se pencher sur un système de classification des unités phytogéographiques plus objectif, défini de manière quantitative sur base de la richesse des flores, du taux d'endémisme et de l'origine des taxons non endémiques. Les données de base sont constituées, comme précédemment, par la superposition d'un maximum de cartes de distribution de taxons, ou données chorologiques (d'après la science qui étudie les aires de distribution: la "chorologie"). Plusieurs aspects fondamentaux sont alors développés.

Premièrement, il est nécessaire de définir des **types chorologiques**, c'est-à-dire qu'on classe les espèces en un nombre réduit de catégories selon la similitude de leur aire de distribution. Les espèces caractérisées par un même type chorologique constituent alors ce qu'on appelle un "élément chorologique". Deuxièmement, il est alors possible de comparer entre les phytochories définies (entités géographiques délimitées par des espèces d'un même type chorologique), et pour chacune d'entre elles, la richesse et la proportion d'éléments autochtones (endémiques) et allochtones (partagés avec ou issus d'autres phytochories) et de préciser encore l'origine des éléments allochtones, c'est-à-dire de construire des spectres d'éléments chorologiques ou "**spectres phytogéographiques**". Cette démarche peut encore être entreprise à différents niveaux taxonomiques: endémisme d'espèces, de genres, de sections ou de familles. Troisièmement, l'ampleur et la nature même de l'endémisme peuvent

être précisées selon que le taxon est répandu ou localisé au sein de la phytochorie (**degrés d'endémisme**), ou selon sa nature ancienne et relictuelle ou récente et néogène (**types d'endémisme**).

Types chorologiques

Les types chorologiques repris dans la majorité des travaux sur l'Afrique sont basés sur ceux définis par WHITE dans sa synthèse de 1979 (*Fig.16*). Les travaux de WHITE (1976, 1978a, 1979) reposent principalement sur une connaissance encyclopédique des aires de distribution des espèces en Afrique. White remarque que la plupart des espèces s'étendent sur des aires relativement limitées et qu'on a souvent des variations floristiques notables au sein de régions climatiquement pourtant assez uniformes. C'est ce qui le convainc de bâtir une classification phytogéographique **uniquement** sur une base **floristique**. Par ailleurs, il est un des premiers à se pencher plus en détail sur la problématique des zones de transition ce qui l'amène à envisager un système de classification **non hiérarchique**. Il reproche en particulier aux classifications rigoureusement hiérarchiques de donner lieu inévitablement à des phytochories de même rang différant fortement du point de vue de la taille de leur flore, de leur degré d'endémisme et de la nature de leurs liens avec les autres phytochories: par exemple région guinéo-congolaise et région sahélienne (WHITE 1979, p.16). Dès lors, l'attribution du rang hiérarchique d'une phytochorie peut varier fortement en fonction de la personne. Par exemple, les trois subdivisions majeures de la région guinéo-congolaise se retrouvent dans de nombreux travaux en tant que sous-régions, domaines ou sous-domaines, provinces, etc. White voit donc plutôt les phytochories comme une série de " centres d'endémisme ", séparés par des " zones de transition " ou des " mosaïques régionales " de même ordre de grandeur géographique. Il définit ainsi un centre d'endémisme comme étant une région contenant plus de 1000 espèces végétales dont au moins 50% n'existent que dans la région en question (*Fig.16*).

Ces considérations amènent tout naturellement WHITE à revoir la notion d'endémisme et c'est là, selon nous, la partie de ses travaux phytogéographiques la plus intéressante. Avant de détailler ses propos quant aux types d'aires de distribution, nous souhaiterions faire remarquer que WHITE, bien qu'il rejette le principe de la hiérarchie (1979, p.16), a toutefois décrit des " sous-centres d'endémisme " (*Fig.17*), par ailleurs moins clairement définis ! Notons encore qu'il va même jusqu'à discuter d'espèces à distribution couvrant plus d'un sous-centre et définissant en quelque sorte des sous-centres d'ordre supérieur (espèces guinéennes et centro-guinéennes, respectivement UG & LG et LG & C sur la *Fig.17*). En outre, il reconnaît ne se concentrer que sur une échelle spatiale bien déterminée (1979, p.15), équivalente aux régions et domaines, et ne considère pas les territoires géobotaniques d'ordre supérieur (empires) ou inférieur (secteurs, districts, etc.) et par conséquent il est bien normal que la notion de hiérarchie lui paraisse inutile voire handicapante. La notion de hiérarchie, bien qu'inavouée dans son travail, est pourtant bien présente selon nous, mais ceci n'empêche pas de pouvoir distinguer des centres d'endémisme, des zones de transition et des mosaïques, pouvant chacun s'organiser dans un système hiérarchique lié à l'échelle géographique. Les sous-centres d'endémisme ne sont-ils pas eux-mêmes reliés par des zones de transition ? Nous reviendrons plus tard (I.5.7) sur l'importance de la notion de hiérarchie et sur une meilleure solution par rapport aux zones de transition.

Quant à l'unique considération des critères purement floristiques, il est encore possible de relativiser les propos de WHITE. Bien qu'il définisse ses unités chorologiques uniquement sur une base floristique, il admet une forte correspondance avec les types de végétation décrits sur une base physionomique et/ou phytosociologique (par exemple forêts denses humides et centre d'endémisme guinéo-congolais). Il reconnaît d'ailleurs que la délimitation précise de

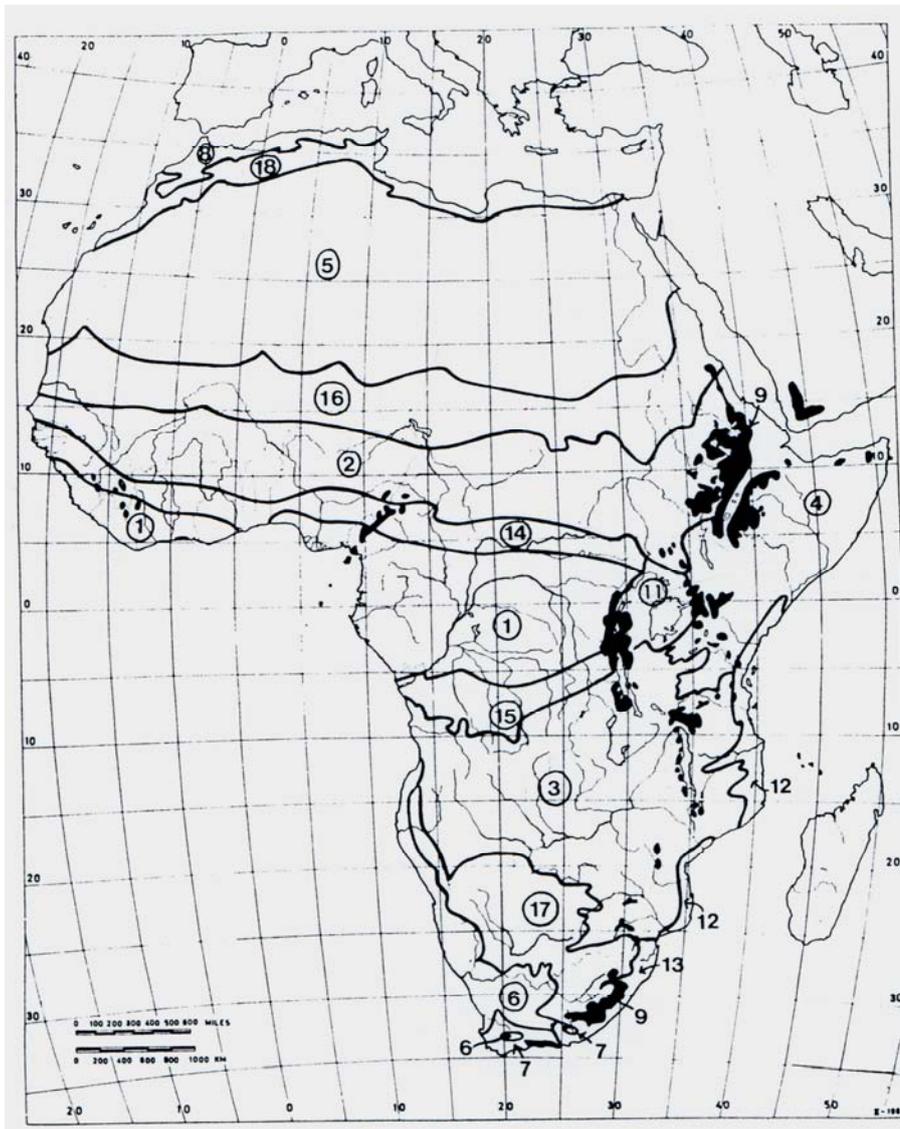


Fig.16 Carte des principales phytochories d'Afrique selon WHITE (1979).

Centres régionaux d'endémisme:

1. Guinéo-Congolais,
2. Soudanien,
3. Zambésien,
4. Somalie-Masaï,
5. Saharien,
6. Karoo-Namib,
7. Cape,
8. Méditerranéen

Archipel d'endémisme:

9. Afromontagnard

Archipel d'endémisme floristiquement très appauvri:

- Afroalpin (inclus dans 9)

Mosaïques régionales:

11. Bassin du Lac Victoria,
12. Zanzibar-Inhambane (parfois incluse dans la Région Guinéo-Congolaise),
13. Tongaland-Pondoland

Zones de transition régionales:

14. Guinéo-Congolais/Soudanien,
15. Congo/Zambésien (ces deux dernières souvent fusionnées en Guinéo-Congolais/Soudano-Zambésien),
16. Sahélien,
17. Kalahari-Highveld,
18. Sub-Méditerranéen

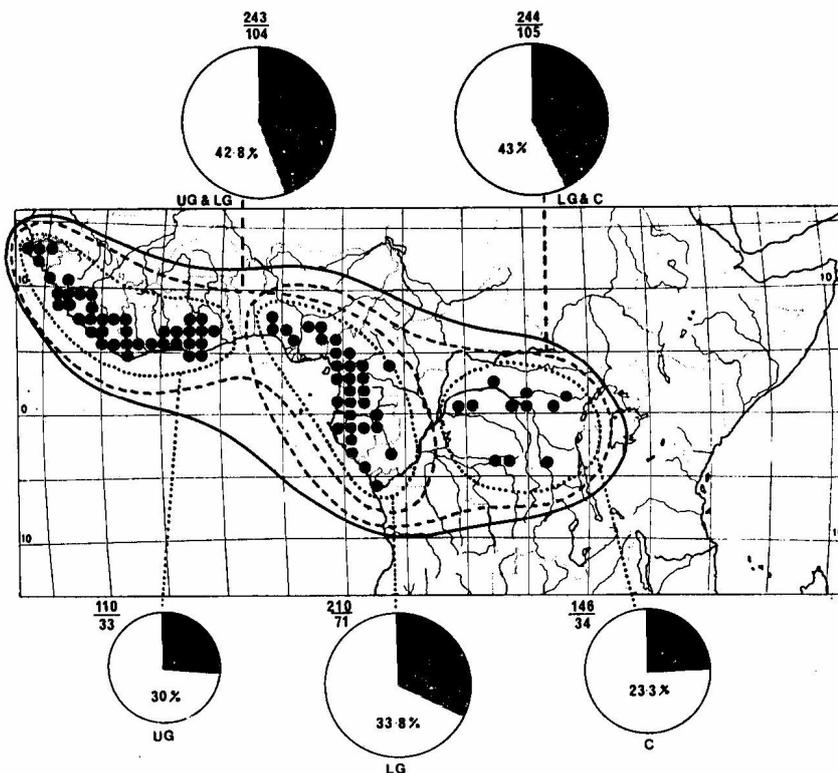


Fig.17 Comparaison des taux d'endémisme entre les trois principales subdivisions du centre d'endémisme Guinéo-Congolais (souvent considérés comme des Domaines phytogéo-graphiques par ceux qui ont une approche hiérarchique), basée sur un échantillon de 277 espèces (WHITE 1979).

UG = Upper Guinea (haut-guinéen), LG = Lower Guinea (bas-guinéen) et C = Congolia (congolais). Les fractions indiquées pour les différentes entités géographiques reprennent le nombre total d'espèces au numérateur et le nombre d'endémiques au dénominateur.

ses phytochories (c'est-à-dire leur représentation cartographique) est établie à l'aide des cartes de végétation connues (WHITE 1983a).

Notons enfin que ce dernier ne cite dans ses travaux ni Flahault (1900), ni Braun-Blanquet (1919, in ROISIN 1969). Les Français et les Anglo-saxons se sont en effet toujours ignorés dans ces domaines et les Britanniques ne se sont mis à la phytosociologie braun-blanquetiste que poussés par la Commission Européenne (TANGHE, comm.pers.).

Degrés d'endémisme

A notre connaissance, l'originalité la plus utile des travaux de Frank WHITE est donc sa distinction de différents degrés d'endémisme. En effet, à première vue la définition de l'endémisme peut paraître indiscutable: une espèce endémique d'une région est une espèce dont tous les individus connus se répartissent à l'intérieur des limites de cette région et non au-delà. Que dire alors d'une espèce dont tous les individus y sont confinés à l'exception de quelques populations réduites, en marge de celle-ci ou dans certains habitats très localisés et distants ? Le même problème ne se pose-t-il pas d'ailleurs dans l'esprit des phytosociologues qui distinguent des espèces " caractéristiques différentielles " d'une association végétale (endémiques strictes de l'association en quelque sorte), des espèces " préférentielles " (proches-endémiques), etc. ? Que ce soit pour une association végétale (et niveaux syntaxonomiques supérieurs) ou une phytochorie, différents degrés d'endémisme peuvent être distingués. Ceux-ci sont présentés au *Tab.11* (adapté de WHITE 1978a, 1979) et mis en correspondance avec les degrés de fidélité des phytosociologues (GILLET & al. 1991).

Tab.11 Définition et analogie entre les différents degrés de fidélité des phytosociologues et les différents degrés d'endémisme des phytogéographes.

Dans ce tableau et le texte qui suit, nous reprenons sous le vocable " unité de végétation ", (abrégé **UV**), aussi bien un habitat particulier (forêt submontagnarde de terre ferme, forêt marécageuse de basse altitude, etc.) qu'une phytochorie particulière (région guinéo-congolaise, domaine bas-guinéen, etc.). Les unités purement géographiques, pays et autres, ne représentent que peu d'intérêt et ne sont pas considérées bien que nombreux sont ceux qui s'y attardent (endémiques gabonaises, endémiques camerounaises, etc.).

eGlo: taxons endémiques stricts, à large distribution (globale) au sein de l'UV (différentielles constantes des phytosociologues)

eMoy: taxons endémiques stricts, à distribution restreinte, ni globale ni locale, au sein de l'UV

eLoc: taxons endémiques stricts, à distribution localisée au sein de l'UV (micro-endémiques)

Marg: taxons typiques de l'UV mais à populations intrusives marginales. Il s'agit de taxons présents de manière anecdotique dans l'UV écologiquement ou géographiquement adjacente. Par exemple, une espèce typiquement submontagnarde dont on trouve quelques individus dans l'étage voisin.

Sat: taxons typiques de l'UV mais à micro-populations satellites. Il s'agit de taxons présents de manière anecdotique dans d'autres UV non adjacentes et différentes, sous forme de micro-populations dites satellites. Il peut s'agir de phénomènes de compensations écologiques (ex. espèces montagnardes retrouvées en plaines dans des micro-habitats hygrophiles, rivulaires notamment). Notons que ces populations satellites retrouvées en milieux rivulaires peuvent parfois être interprétées comme des reliques.

Rel: taxons typiques de l'UV mais à populations reliques en dehors. Il s'agit de taxons présents de manière anecdotique dans une UV géographiquement distante mais écologiquement assez proche (zones de transition) comme par exemple des espèces submontagnardes retrouvées isolées sur les plateaux continentaux d'altitude moyenne (au Cameroun par exemple).

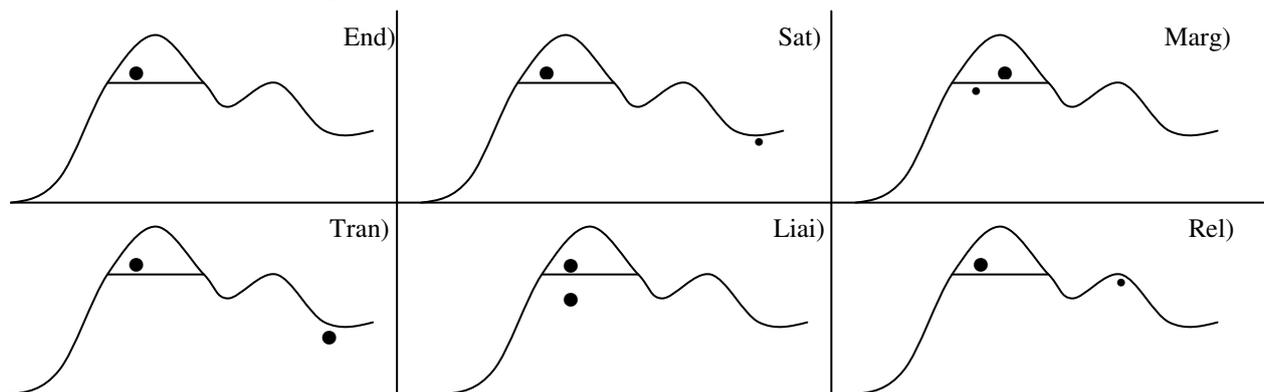
Tran: taxons typiques de l'UV mais à populations transgressives. Il s'agit de taxons présents parfois en abondance dans d'autres UV non adjacentes et différentes. Ce cas est similaire à celui des espèces dites satellites mais cette fois l'espèce est perçue comme caractéristique dans les deux UV. Il s'agit encore une fois de phénomènes de compensations écologiques avec d'une part un type zonal (déterminé par le macroclimat) et d'autre part un type azonal (où un effet microclimatique compense une différence macroclimatique). Dès lors, on considère que l'espèce est caractéristique du type zonal et qu'elle présente des populations transgressives vers le type azonal (et non l'inverse).

Liai: taxons abondants dans deux UV voisines.

Larg: espèces à large distribution ou à large amplitude écologique, communes à 3 ou plus de 3 UV.

Degrés d'endémisme ou de fidélité	taxon typique de l'UV	abondance dans l'UV voisine	abondance dans une UV distante écologiquement et géographiquement	taxon rare et en régression dans une UV distante géographiquement mais proche écologiquement	taxon abondant dans les UV voisines et au delà
endémique stricte (= espèces caractéristiques différentielles: Gillet & al. 1991)					
eGlo	oui	absent	absent	non	non
eMoy	oui	absent	absent	non	non
eLoc	oui	absent	absent	non	non
proche endémique (= espèces caractéristiques préférentielles transgressives et introgressives: Gillet & al. 1991)					
Marg	oui	rare	absent	non	non
Sat	oui	absent	rare	non	non
Rel	oui	absent	absent	oui	non
Tran	oui	absent	abondant	non	non
large répartition (= espèces compagnes: Gillet & al. 1991)					
Liai	non	abondant	absent	non	non
Larg	non	-	-	-	oui

Fig.18 Illustration de l'analogie entre les principaux **degrés d'endémisme** par rapport à une phytochorie et **degrés de fidélité** par rapport à un type de végétation, décrits au *Tab.11*. La taille du point est proportionnelle à l'abondance et à la fréquence de l'espèce dans l'habitat. L'exemple illustré est envisagé par rapport à un type de végétation correspondant à l'étage submontagnard. La catégorie "End" représente celle des espèces endémiques. Les autres catégories suivent les abréviations définies au *Tab.11*.



Types d'endémisme

Les espèces endémiques peuvent être d'origine récente, ce qui se traduit par leur affinité avec d'autres espèces des UV proches (espèces vicariantes). Elles sont alors dites "*néo-endémiques*", ou encore "*endémiques progressives*", "*par novation*" ou "*néogènes*". D'autres sont dépourvues d'affinité directe avec les espèces des UV proches, et représentent les vestiges d'une aire de répartition autrefois beaucoup plus vaste ou encore se limitent à un habitat particulièrement stable ayant peu varié au cours des vicissitudes du climat. Ces espèces sont parfois qualifiées de "*paléo-endémiques*", ou "*endémiques reliques*", "*paléogènes*", ou encore "*endémiques par conservation*" (LEMÉE 1967).

Attention, contrairement aux degrés d'endémisme décrits ci-dessus, qui ne tiennent compte que de la distribution géographique du taxon envisagé, ici on considère en outre la répartition des taxons phylogénétiquement ou, à défaut, taxonomiquement proches. Afin d'éviter les confusions entre ces deux concepts proches, nous proposons d'appeler "**degré d'endémisme**" celui qui se base sur une dimension géographique, et donc pondère en quelque sorte l'ampleur de l'endémisme, et "**type d'endémisme**" celui qui se base sur une dimension temporelle, et traduit donc davantage la nature de cet endémisme.

Méthode floristique décrite par F.WHITE

Premièrement, les degrés d'endémisme décrits ci-dessus informent sur l'importance d'une espèce au sein d'une phytochorie et permettent des traitements statistiques simples afin de caractériser celle-ci: spectre des degrés d'endémisme.

Comment procède-t-on ? Les phytochories dont on veut tester le statut phytogéographique sont d'abord établies intuitivement, à l'aide des connaissances actuelles et de certaines hypothèses quant aux barrières naturelles (actuelles ou passées, géographiques ou écologiques). Ensuite, elles sont soumises à l'analyse rigoureuse (taux d'endémisme, etc.) en vue de confirmer ou de modifier le statut proposé et/ou les limites de la phytochorie en fonction de sa flore (nombre d'espèces) et de son taux d'endémisme (WHITE 1979, p. 17). Les spectres des degrés d'endémisme servent donc de critères pour l'appréciation ou la vérification du statut phytogéographique d'une phytochorie donnée.

Un autre aspect très important en phytogéographie est l'étude des liens chorologiques entre régions. Dans ce cas, on compare pour les régions analysées leur spectre d'éléments chorologiques. Par exemple, pour une phytochorie comme le sous-centre bas-guinéen, on s'intéressera à la proportion d'espèces guinéo-congolaises (élément guinéo-congolais) et parmi celles-ci à la proportion d'espèces à distribution bas-guinéenne (les endémiques), guinéenne (allant du sous-centre haut-guinéen au bas-guinéen), centro-guinéenne (du bas-guinéen au congolais), etc. Une plus grande proportion d'espèces centro-guinéennes par rapport aux guinéennes indiquerait alors une isolation moins forte ou plus récente entre les sous-centres bas-guinéen et congolais qu'entre bas-guinéen et haut-guinéen. Ces considérations montrent bien qu'un élément chorologique peut se définir à différents niveaux hiérarchiques, c'est-à-dire à différentes échelles géographiques et que les éléments d'un même niveau peuvent se recouvrir en partie, à partir de centres d'endémisme distincts.

Méthodes développées récemment en biogéographie historique

La grande majorité des biogéographes reconnaissent deux principales disciplines totalement opposées (WHITE 1979):

-la biogéographie historique (ou interprétative), telle que nous venons de l'exposer selon WHITE (1979), qui s'appuie sur les données chorologiques pour tenter de reconstituer les événements biogéographiques passés. L'échelle de temps généralement adoptée se compte en milliers ou en millions d'années et l'étendue géographique est généralement à une échelle globale et régionale ; elle s'oppose à

-la biogéographie écologique (ou descriptive), qui considère des échelles de temps beaucoup plus courtes, à une échelle spatiale généralement assez réduite. Elle se base davantage sur les critères liés à l'environnement actuel: physionomiques, phytosociologiques et écologiques, d'où son appellation.

Mais depuis un peu plus de deux décennies, on assiste à une petite révolution avec la multiplication des approches et des techniques en matière de biogéographie historique tant et si bien qu'une certaine confusion règne aujourd'hui dans la discipline, à laquelle CRISCI (2001) tente d'apporter un peu de lumière en faisant le point. Il rappelle et résume brièvement les neuf principales techniques que l'on peut répartir en trois grandes catégories: celles qui s'intéressent à la biogéographie des taxons, à la biogéographie des aires ou encore à la biogéographie des biotopes. Pour plus de précisions quant à ces méthodes, que nous ne discuterons pas, nous renvoyons le lecteur aux travaux suivants: CRISCI & al. (2003), AVISE (2000). Citons encore les récents travaux de KIER & BARTHOLOTT (2001) dont la réflexion sur une mesure quantitative du degré d'endémisme a permis de développer une méthodologie quantitative proche de celle de WHITE (1979).

Enfin, en paléobotanique, l'étude des fossiles (paléontologie) et des pollens (palynologie) permet de reconstituer l'aire de distribution passée d'un taxon (espèce, genre, lignées, etc., de groupes modernes ou fossiles) mais aussi le type de formation dominante dans les régions sondées. L'abondance des pollens de Poacées dans des sondages en régions aujourd'hui forestières indique que la situation actuelle n'est que le résultat d'une transgression forestière ayant suivi une période plus sèche dominée par les formations herbacées. L'importance des extinctions sur l'apparence actuelle des aires de distribution et le développement de méthodologies pour leur prise en compte reste un domaine trop peu approfondi (LIEBERMAN 2003).

A titre d'exemple, citons le cas du *Podocarpus mannii* de São Tomé que des études phylogénétiques ont révélé plus proche du *Podocarpus* sud-africain que de la troisième espèce africaine du genre, rencontrée quant à elle non loin de São Tomé, en Afrique centrale atlantique notamment. Cet exemple met en avant l'intérêt des contributions phylogénétiques, et donc paléobotaniques, vis-à-vis des questions phytogéographiques.

1.5.2.2 Critères physiologiques

Les critères physiologiques de végétation sont très largement utilisés dans la littérature à des fins de description des types de végétation et des régions phytogéographiques. Les taxons ne sont plus ici considérés individuellement, comme une simple liste de noms, mais conjointement, au travers d'affinités écologiques (formations végétales) ou au travers de leur assemblage en systèmes intégrés (faune-flore), structurés dans l'espace et dans le temps (biomes).

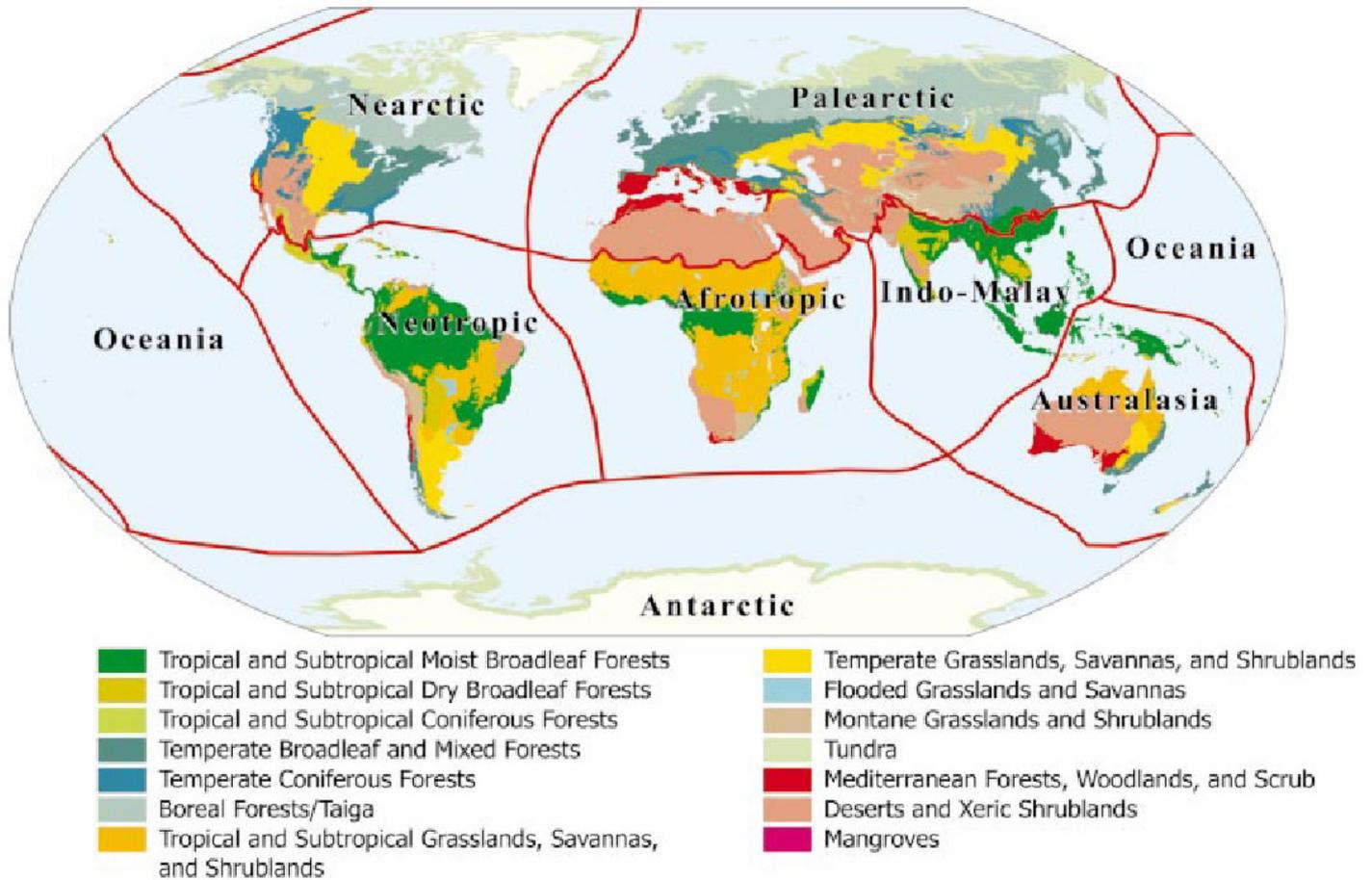
Contrairement aux empires floraux et autres phytochories, dont la détermination est fonction de nos connaissances taxonomiques et chorologiques, la définition et la délimitation des principales unités physiologiques de végétation est assez aisée et fait d'ailleurs l'objet d'un certain consensus. La distribution géographique des principales formations végétales à la surface de la terre (parfois appelées biomes lorsque les autres compartiments du monde vivant sont inclus) ne fait plus l'objet d'aucune discussion à l'heure actuelle. Celles-ci sont particulièrement bien illustrées par OLSON & DINERSTEIN (2002, *Fig.19*) qui les présentent sur fond des empires biogéographiques d'Udvardy. D'autres cartes de répartition des principaux biomes existent (BLIJ & MILLER 1996) mais sont bien plus simplifiées que celle présentée ici, qui en outre est disponible sur internet en format numérique (Arcview) et donc plus facilement exploitable par tous.

Le lecteur aura vite fait de remarquer que sous les traits d'une classification purement physiologique, l'empreinte du passé s'efface complètement. En d'autres termes, la distribution des biomes semble indépendante de la distribution des empires biogéographiques (*Fig.19*). On aboutit alors à une classification purement climatique (déterminée par le climat actuel) que nous évoquons au chapitre précédent comme " phytogéographie descriptive " par opposition à la " phytogéographie interprétative " de WHITE (1979).

Il est également frappant de voir que les biomes, pourtant décrits sur une base purement physiologique, sont nommés à l'aide de termes écologiques (**montane** grassland, **temperate** broadleaf forest, **tropical** moist broadleaf forest, etc.). Il est évident qu'une forêt en région tempérée est physiologiquement différente de toute forêt en région tropicale pour des raisons climatiques (principalement liées à la température, l'insolation et la pluviosité). " En réalité, on ne peut éviter de lier la physiologie à l'écologie, puisque la première est sous la dépendance causale de la seconde " (AUBREVILLE 1965). Il faut d'ailleurs garder en mémoire que la distribution géographique des principales formations végétales de la terre, illustrée par OLSON & DINERSTEIN (2002), est en partie le résultat d'interpolations et d'extrapolations (en

s'appuyant sur une base climatique et bibliographique) à partir des restes de végétations climaciques (épargnées par l'homme).

Fig.19 Biomes terrestres (zones colorées) et Empires biogéographiques (zones délimitées en rouge) synthétisés par OLSON & DINERSTEIN (2002).



Les critères utilisés pour ces classifications physiognomiques ont été discutés par plusieurs auteurs. Une étape cruciale de cette réflexion est à l'origine du projet d'accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale, organisé par l'AETFAT (Association pour l'Etude Taxonomique et Floristique en Afrique Tropicale) en 1956, à Yangambi. Les critères pour une classification systématique et les termes de nomenclature y sont détaillés en anglais et en français (TROCHAIN 1957, *Tab.12*). Cette classification sert de base pour la carte de végétation de l'Afrique au Sud du Sahara, publiée en 1959 par l'AETFAT avec l'aide financière de l'UNESCO. Près de dix ans plus tard, en l'élargissant à l'échelle du globe, AUBRÉVILLE (1965) fait le point sur ce système et l'illustre magnifiquement de la main de Nicolas Hallé. Il y reconnaît (1965, p.179) un certain manque pour les formations herbeuses (savanes et steppes), que tentera de combler DESCOINGS (1973). Ce dernier sera l'auteur d'une synthèse très remarquable sur les critères physiognomiques et autres et leur hiérarchie dans les classifications phytogéographiques (DESCOINGS 1976).

Ici encore, bien qu'établies sur une base essentiellement physiognomique, les diverses unités de la classification de Yangambi sont nommées à l'aide de termes écologiques.

Cette classification a été revue et approfondie par les botanistes MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974), après quoi une nouvelle carte de végétation mondiale fût produite par l'UNESCO. Mueller-Dombois et Ellenberg améliorèrent la classification de Yangambi notamment par la considération plus rigoureuse des variantes physiognomiques liées à des

conditions d'hydromorphie, de secondarisation, d'altitude, etc. La classification est par conséquent plus symétrique et permet l'insertion aisée de nouvelles unités. Les niveaux hiérarchiques sont par ailleurs plus clairement définis: classes de formations, sous-classes de formations, groupes de formations, formations, sous-formations et subdivisions inférieures. Enfin, une clé des types biologiques de plantes, utilisés dans les définitions des formations, est fournie.

Bien d'autres systèmes de classification ont été proposés dans la littérature, parmi lesquels WEBB (1959), qui propose en outre une clé de détermination basée sur des critères objectifs et en partie quantitatifs, et RIVAS-MARTÍNEZ & al. (2004).

Tab.12 Principaux types de végétation, en Afrique sub-saharienne, reconnus lors de la conférence de Yangambi, et leur hiérarchie (sur base de TROCHAIN, 1957, et d'AUBREVILLE, 1965). *On constate un certain manque de cohérence pour ce qui est des variantes azonales. En effet, les recrûs et jachères inclus dans les massifs forestiers sont rangés au côté des formations dont ils dérivent bien qu'ils ne soient par définition ni forestiers, ni climaciques. Les formations azonales (édaphiques ou secondaires et même altitudinales) ont en effet toujours posé et posent encore un problème pour ce qui est des classifications de types de végétation. Par ailleurs, les formations de fourrés et de landes sont placées parmi les formations forestières fermées alors qu'elles sont certes fermées mais pas du tout forestières.

Formations forestières fermées (=Closed forest formations)	Formations forestières climatiques (=Forest climatic formations)	Forêts de basse et moyenne altitudes (=Forests at low and medium altitude)	<p>Forêt dense humide sempervirente (=Moist evergreen forest)</p> <p>Forêts denses humides (=Moist forest)</p> <p>Forêt dense humide semi-décidue (ou semi-caducifoliée) (=Moist semideciduous forest)</p> <p>recrû, jachère, forêt secondaire*</p>
			<p>Forêt dense sèche (=Dry deciduous forest)</p> <p>Forêt basse (Aubréville 1965)</p> <p>Fourré (=Thicket)*</p> <p>Lande (Aubréville 1965)*</p>
		Forêts de montagne (=Forests at high altitudes)	<p>Forêt dense humide de montagne (=Moist montane forest)</p> <p>Forêt dense sèche de montagne (=Dry montane forest)</p> <p>Forêt de bambous (=bamboo forest)</p>
		Forêts secondaires de montagne	recrû, jachère, forêt secondaire*
	Formations forestières édaphiques (=Edaphic forest formations)	<p>Mangrove</p> <p>Forêt marécageuse (=Swamp forest)</p> <p>Forêt ripicole (=Riparian forest)</p> <p>Forêt périodiquement inondée (=Periodic swamp forest)</p>	
Formations mixtes forestières et graminéennes et formations graminéennes (=Mixed forest-grassland formations and grassland formations)		Forêt claire (=Woodland)	
	Savane (=Savanna)	<p>Savane boisée (=Savanna woodland)</p> <p>Savane arbustive (=Shrub savanna)</p> <p>Savane herbeuse (=Grass savanna)</p>	
	Steppe (=Steppe)	<p>Steppe arborée et/ou arbustive (=Tree and/or shrub steppe)</p> <p>Steppe arbustive (=Dwarf-shrub steppe)</p> <p>Steppe succulente (=Succulent steppe)</p> <p>Steppe herbacée et/ou graminéenne (=Grass and/or herb steppe)</p>	
	Prairie (=Grassland)	<p>Prairie aquatique (=Aquatic grassland)</p> <p>Prairie marécageuse (=Herb swamp)</p> <p>Prairie altimontaine (=High-montane grassland)</p>	
Types de distribution caténique et hydromorphique des formations ligneuses (Aubréville 1965)		Galeries forestières, forêts vallicoles, bois de ravins, forêts digitées, forêts tachetées, fourrés tigrés, fourrés striés, fourrés ocellés, fourrés mouchetés, fourrés ridés littoraux, fourrés littoraux, savanes à boqueteaux, savanes à termitières, savanes des ésobés	

Quels sont donc les critères utilisés dans les différents travaux cités pour réaliser une classification physionomique de la végétation ? La notion de physionomie englobe différents aspects en fonction des auteurs. La manière la plus courante de la concevoir est intuitive: on qualifie la physionomie d'une végétation par l'impression visuelle générale qu'elle nous inspire, de par les traits marquants de son architecture générale (arrangement spatial des strates: forêts denses, forêts basses, fourrés, etc.) et par certaines formes de vie particulières (steppes à épineux, à plantes cactiformes, forêts à arbres bouteille, etc.). Ces classes

physionomiques de végétation, bien qu'aisément compréhensibles par tous, ne sont guère utiles pour une classification objective puisque issues d'une interprétation subjective (guidée par l'intuition personnelle).

Certains préfèrent alors détailler plusieurs aspects bien distincts de la physionomie d'une végétation qui correspondent aux différents éléments contribuant précisément à cette impression générale. Il s'agit, d'une part, de la caractérisation précise de l'architecture générale (strates, recouvrement et continuité du couvert, hauteur, etc.) et, d'autre part, des proportions relatives des types de plantes qui la composent (spectres des types biologiques, des types fonctionnels, etc.). Fosberg (1967 in DESCOINGS 1976) distingue ces deux notions sous les vocables de "**structure**" (arrangement dans l'espace des composants) et de "**fonction**" (caractéristiques de l'adaptation au milieu). Ces notions de structure et de fonction, en plus d'être intrinsèques à la végétation, ont l'avantage cette fois d'être quantifiables et généralisables. Par ailleurs, Fosberg fait référence à l'impression générale qu'on a sur la physionomie d'une végétation, que nous évoquions au début de ce paragraphe, par le vocable "**physionomie**" au sens large (apparence externe).

Les principales classifications physionomiques de la végétation sont basées sur la hauteur et la continuité des strates arborées (Fig.16), puis sur l'importance des espèces caducifoliées, les dimensions et textures foliaires (WEBB 1959) et enfin sur la dominance de certains types biologiques particuliers.

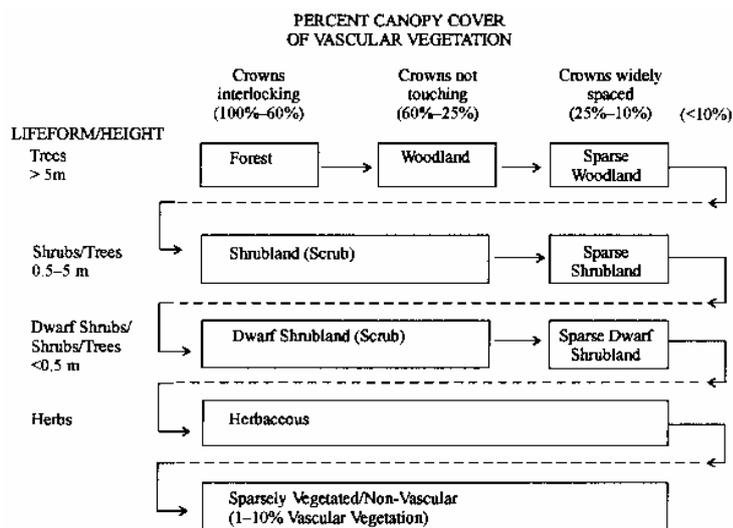


Fig.16 Les principes suivis pour la définition des formations végétales sont basés sur le degré de fermeture du couvert, d'une part, et sur la hauteur de la strate dominante, d'autre part.

Les formations hautes sont nommées des forêts lorsqu'elles sont fermées, des forêts claires (woodland) si la strate supérieure est relativement ouverte ou des savanes boisées (sparse woodland) lorsque ce recouvrement devient faible.

Les formations à strate supérieure fermée mais relativement basse seront nommées des fourrés (thicket ou parfois comme ici shrubland, terme qui prête plus à confusion), voire des landes si elles sont sous-arbustives (dwarf shrubland).

1.5.2.3 Critères phytosociologiques

Le troisième grand type de critères s'attache non plus à la physionomie et l'organisation spatiale des composants mais à la nature de ceux-ci et à leur capacité à s'organiser en communautés. On met alors l'accent sur la tendance de certaines espèces à vivre ensemble, non pas dans une même région (ce qui reviendrait à parler d'élément chorologique), mais dans un même type de milieu. Ces espèces forment en quelque sorte un "élément écologique", plus connu sous l'expression groupe écologique. Certains considèrent cette association d'espèces comme un ensemble figé, lié à un déterminisme écologique précis, et retrouvé à l'identique dans d'autres stations à conditions écologiques équivalentes (toutefois plus ou moins au complet selon la surface). C'est le point de vue des phytosociologues de l'école dite classique qui décrivent les communautés végétales au sein d'une classification hiérarchique (les individus d'association en associations, puis en alliances, ordres, classes, etc.). Contrairement aux classifications basées sur les autres critères, le système est ici typiquement construit d'une manière agglomérative: du local au général, mais sans toutefois aller jusqu'à

une échelle globale comme c'était le cas pour les autres critères. Tout au plus quelques classifications synthétiques ont été tentées pour des régions toujours assez limitées: SCHMITZ (1988) pour l'Afrique centrale, SCHNELL (1952ab) pour l'Afrique occidentale, DEVILLERS & DEVILLERS-TERSCHUREN (1996) pour l'Amérique du Sud. L'Europe quant à elle, berceau de la discipline, est davantage documentée.

Les critères qui importent ici sont analogues à ceux purement floristiques. Le degré d'endémisme d'une espèce vis-à-vis d'une phytochorie correspond ici à la "fidélité" d'une espèce à une communauté végétale, à quelque niveau hiérarchique que ce soit, ou encore à un assemblage de paramètres environnementaux donné. La fidélité d'une plante, comme son nom l'indique, est sa tendance à "ne pas aller voir ailleurs", à se cantonner au type de milieu qu'elle affectionne. En forêt tropicale, la diversité est telle qu'une espèce même très fidèle (exclusive, ou différentielle) n'est d'aucune aide pour l'identification d'une communauté végétale si elle est par ailleurs rare et localisée. Aussi, les deux autres critères principaux en phytosociologie sont l'abondance et la fréquence. Chacun de ces trois critères est décrit de manière assez claire en 5 à 7 catégories dans de nombreux travaux (cf. chapitre II.2.3).

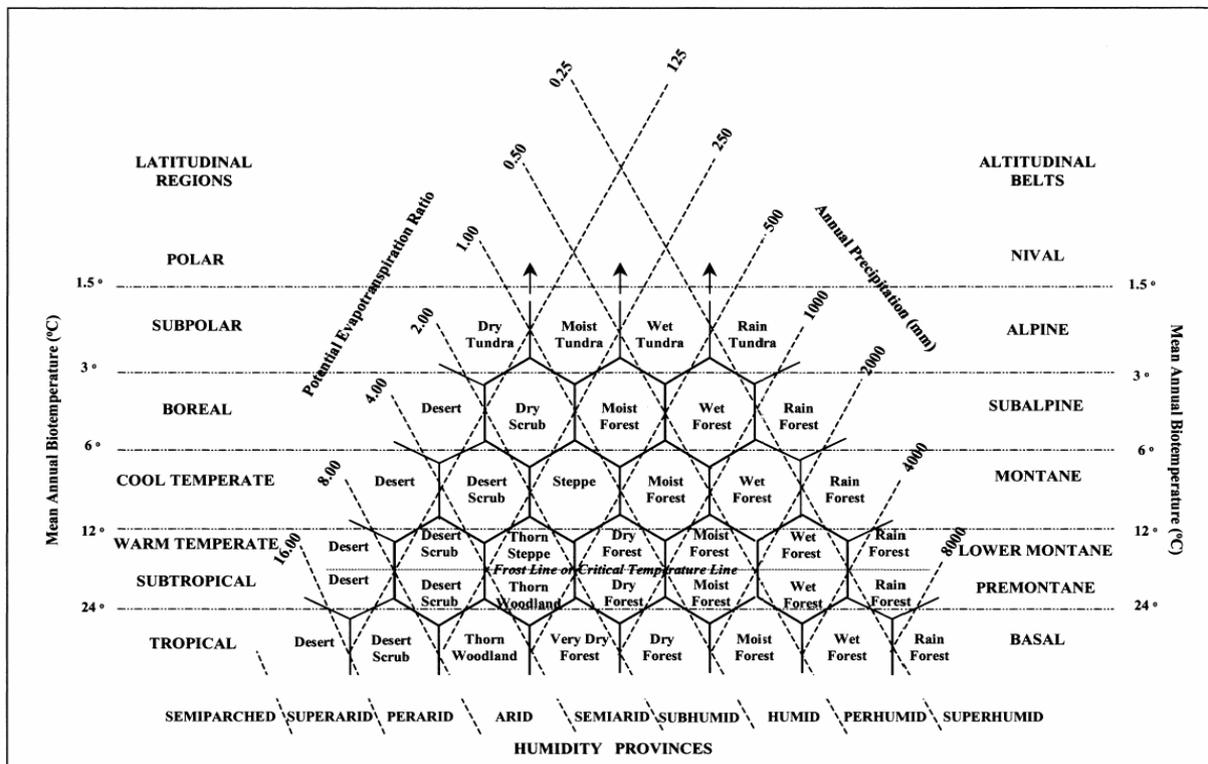
Il est important de noter que ces critères phytosociologiques, parce qu'ils tiennent compte de la flore et de l'organisation de celle-ci au sein de types de végétation, intègrent en quelque sorte critères floristiques et critères physiologiques. Dans certains cas, une espèce ou un groupe d'espèces caractéristiques d'un type physiologique de végétation peut se révéler bien plus utile pour cartographier ce type de végétation que les critères physiologiques. Par exemple, les "forêts denses semi-décidues", situées en périphérie de la région guinéo-congolaise, sont relativement bien délimitées par des espèces telles que *Triplochiton scleroxylon* (Sterculiaceae) ou *Canarium schweinfurthii* (Burseraceae) dont la présence est bien plus facile à déterminer que la proportion d'espèces décidues ou semi-décidues.

1.5.2.4 Critères écologiques

Nous avons déjà évoqué, en parlant des critères physiologiques, que la considération de critères écologiques (essentiellement macroclimatiques) pouvait se révéler très précieuse pour la compréhension du déterminisme écologique et donc de la cartographie des classes physiologiques de végétation. Par exemple, la zone des forêts denses humides tropicales correspond à un climat tropical humide bien déterminé: précipitations annuelles supérieures à 1350mm, températures favorables toute l'année et saison sèche ne dépassant pas 2 à 3,5 mois (SCHNELL 1976, p.137). La plupart des auteurs qui élaborent des classifications écologiques de la végétation le font donc en tenant compte de classifications physiologiques, puisque la physiologie d'un type de végétation est intimement liée à son environnement (par le biais des formes de vie dominantes). On parle alors de classifications bioclimatiques.

Les classifications bioclimatiques les plus connues sont sans conteste celles de Köppen (1918 in TROCHAIN 1980) et de Holdridge (1947 in ISAAC & BOURQUE 2001). Holdridge définit des "life zones" sur base de trois paramètres climatiques: pluviosité annuelle, biotempérature (considérant les températures négatives, en °C, comme étant égales à 0) et évapotranspiration potentielle. Chacune de ces zones est alors dénommée par la formation végétale qui lui correspond. Une des principales critiques qui soit faite à l'égard de ce système est la non prise en considération du facteur de saisonnalité et de types de sols. En outre, deux des trois paramètres considérés sont empiriques et arbitraires (bio-températures et ETP) (Richards 1996, p.164, in BLASCO & al. 2000).

Fig.17 Classification des types bioclimatiques, " life zone ", d'après Holdridge (1947 in ISAAC & BOURQUE 2001). Les paramètres entrant en ligne de compte pour les définitions sont la biotempérature moyenne annuelle (c'est-à-dire où les températures < 0°C sont considérées comme = 0), le taux d'évapotranspiration potentielle et le montant des précipitations annuelles.



Une classification des types bioclimatiques tenant compte de la saisonnalité a notamment été publiée par BLASCO & al. (2000). Dans ce cas les facteurs climatiques envisagés sont la pluviosité annuelle (en mm), la saisonnalité (nombre de mois secs par an, c'est-à-dire les mois à précipitations inférieures au double de la température moyenne du même mois, exprimée en °C) et la température moyenne du mois le plus froid de l'année. Sauf erreur de notre part, les auteurs considèrent le nombre total de mois secs, pourtant il semble plus judicieux de retenir le nombre de mois secs consécutifs afin de faire la différence entre 2 saisons sèches de 2 mois chacune et une seule, beaucoup plus rude, de 4 mois. On notera encore que la délimitation du bioclimat montagnard, au-dessous de l'isotherme des 15°C (BLASCO & al. 2000, p.181), est particulièrement hasardeuse car basée sur des suppositions douteuses et non généralisables. La classification a toutefois le mérite de présenter, à l'aide de cartes, les types bioclimatiques majeurs de manière comparable au travers des différents continents et on remarque que ceux-ci correspondent en partie aux ceintures de végétation de la Fig.18.

D'autres critères bioclimatiques sont détaillés dans une étude beaucoup plus fouillée de RIVAS-MARTÍNEZ & al. (2004). Le but affiché est de créer une classification bioclimatique globale basée sur des critères toujours quantifiables, en relation étroite avec les formations végétales et facilement calculés. Avec l'amélioration constante de connaissances détaillées en matière de phytogéographie descriptive (formations végétales, séries caténales de végétation, etc., cf. écorégions d'OLSON & DINERSTEIN 2002), il est possible, progressivement, de faire correspondre (délimiter et ajuster) ces unités de végétation à des unités bioclimatiques définies en fonction de combinaisons du bioclimat général, de thermotypes (catégories définies sur un gradient thermique) et d'ombrotypes (catégories définies sur un gradient de

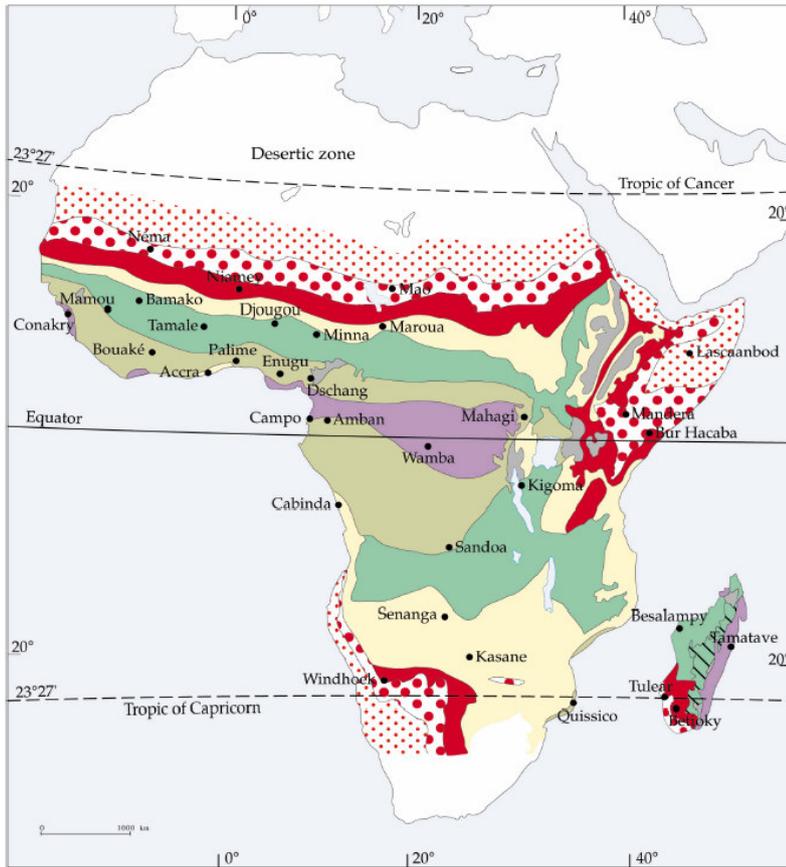
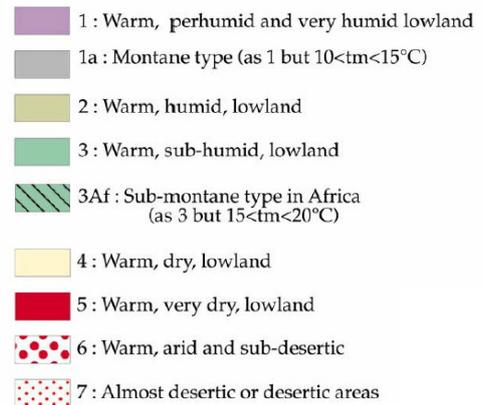


Fig.18 Classification (b) et cartographie (a) des types bioclimatiques en Afrique, selon BLASCO & al. (2000). Les définitions des catégories sont reprises en (b) avec la correspondance pour quelques classifications physiologiques (TROCHAIN 1957) et physionomico-floristiques (KEY 1959, WHITE 1983a), telle que proposée par BLASCO & al. (2000).

(a)



(b)

Bioclimatic types	Forest (or vegetation) formation		
Blasco & al. (2000)	Yangambi (1956) (Trochain 1957)	Keay (1959)	White (1983)
1. Warm perhumid and humid -Lowland and submontane: P >1600 mm, 0-3 dry months, tm >15°C -1a. Montane (1800-2500m): same but tm = 10-15°C	-Forêt dense humide sempervirente (moist evergreen forest) ou semi-décidue	-Moist forest at low and medium altitudes -Montane evergreen forest	-Lowland rain forest: wetter types (Guineo-Congolian and Malagasy): <i>Entandrophragma utile</i> , <i>Piptadeniastrum africanum</i> , <i>Sacoglottis gabonensis</i> -Undifferentiated montane vegetation -Juniperus procera forest
2. Warm humid -Lowland: P = 1000-2000 mm, 1-4 dry months, tm >20°C -2a. Submontane: same but tm >15-20°C	-Forêt primaire mixte -Forêt dense humide semi-décidue (moist semi-deciduous forest)	-Moist forest at low and medium elevations -Forest-savanna mosaic: <i>Lophira lanceolata</i> , <i>Daniellia oliveri</i>	-Guineo-Congolian rain forest: drier types (drier peripheral semi-evergreen rain forest): <i>Azelia africana</i> , <i>Aningeria altissima</i> , <i>Khaya grandiflora</i>
3. Warm sub-humid -Lowland: P = 1000-2000 mm, 4-6 dry months, tm >20°C -3a. Submontane: same but tm 15-20°C	-Forêt dense sèche (dry deciduous forest)	-Woodlands, savannas: <i>Isobertinia doka</i> , <i>Daniellia oliveri</i> , <i>Lophira lanceolata</i> -Dry deciduous forest (Madagascar) -Madagascar savanna and grass steppe	-Malagasy dry deciduous forest (substrate determines dominant flora) -Forest transitions and mosaics -Woodlands (Zambeian miombo dominated by <i>Brachystegia</i> , <i>Julbernardia</i> and <i>Isobertinia</i> ; Sudanian with abundant <i>Isobertinia</i>) -Cultivation and secondary grassland replacing upland and montane forest
4. Warm dry lowland: P = 500-1000 mm, 4-7 dry months, tm >20°C		-Mainly woodlands, savannas and wooded steppe with abundant <i>Acacia</i> , <i>Commiphora</i>	-Sudanian woodland: several endemic <i>Acacia</i> , <i>Albizia chevalieri</i> , <i>Lonchocarpus laxiflorus</i> -Kalahari deciduous <i>Acacia</i> bushland -Miombo woodland: <i>Brachystegia</i> , <i>Julbernardia</i> ,
5. Warm very dry lowland: P = 350-750 mm, 7-9 dry months, tm >20°C	-Fourré (Thicket)	-Wooded steppe with abundant <i>Acacia</i> , <i>Commiphora</i> -Grass savanna and grass steppe (Madagascar)	-Bushland and thicket: <i>Acacia</i> , <i>Commiphora</i> -Mosaic of dry deciduous forest and secondary grassland (Zambeian and Malagasy)
6. Warm arid and subdesertic: P = 200-400mm, 9-11 dry months, tm >20°C		-Grass steppe with thicket clumps -Thickets (Madagascar types): <i>Didierea</i> , <i>Alluaudia</i>	-(Mainly) Somalia-Masai: <i>Acacia</i> , <i>Commiphora</i> deciduous bushland and thicket -Sahel <i>Acacia</i> wooded grassland and deciduous bushland

pluviosité). La correspondance est donc forcément grande entre modèle climatique et végétation, de telle manière que pour une région donnée, on peut déduire l'un en fonction de l'autre. Le système de classification proposé contient 5 macrobioclimats, 27 bioclimats (plus 5 variantes) au sein desquels peuvent encore être distingués des étages bioclimatiques sur base des thermotypes et ombrotypes. L'auteur obtient ainsi près de 300 isobioclimats répartis en diverses régions à la surface de la terre. Il s'agit à notre connaissance de l'étude la plus poussée des régions bioclimatiques notamment parce que les connaissances phytogéographiques ont été considérées pour dégager les paramètres macroclimatiques les plus déterminants pour la végétation.

Les points forts de la méthode sont les suivants:

1) les indices bioclimatiques

-l'**indice de continentalité** (I_c) est l'amplitude de température moyenne mensuelle entre les mois les plus extrêmes de l'année (en °C). Les valeurs obtenues indiquent un climat "extrêmement hyperocéanique" (I_c entre 0 et 3) ou encore "euhyperocéanique" (3-7), "à peine hyperocéanique" (7-11), "euocéanique" (11-18), "semicontinental" (18-21), "subcontinental" (21-28) "eucontinental" (28-46) et enfin "hypercontinental" (46-65).

-l'**indice ombrothermique** ($I_o=10 P_p/T_p$) équivaut à 10 fois le rapport des précipitations positives annuelles (P_p , somme des précipitations des mois de l'année à température moyenne > 0°C, en mm) aux températures positives annuelles (T_p , somme des températures moyennes mensuelles pour les mois de l'année à température moyenne > 0°C).

-l'**indice de thermicité**: $I_t = (T+m+M) / 10$, où T est la température moyenne annuelle, m est la température minimale moyenne du mois le plus froid et M est la température maximale moyenne du mois le plus froid, étant celui à température moyenne mensuelle la plus basse (T_{min}).

-Pour les divers paramètres et indices climatiques, il existe des variantes basées sur la **distinction des mois d'hiver** (décembre, janvier, février dans l'hémisphère Nord ; juin, juillet, août dans l'hémisphère Sud) **et d'été** (l'inverse). Dans la bande intertropicale, les mois d'été sont définis comme étant les trois mois consécutifs les plus secs, sans tenir compte de leur température moyenne. La saisonnalité est donc ici estimée en fonction de plusieurs paramètres, dont le nombre de mois secs consécutifs, et est considérée comme étant au moins aussi importante que le montant même des précipitations.

2) Dans ce système, et contrairement aux travaux antérieurs, les hautes montagnes ne sont pas classées dans un seul et même étage bioclimatique (climat de montagne) mais sont plutôt considérées comme autant de variantes altitudinales, plus froides et plus humides, du macrobioclimat correspondant aux plaines environnantes.

3) Le statut de plusieurs grands types climatiques est revu et discuté: climat méditerranéen, désertique, steppique, subméditerranéen, bixérique, antitropical et pluviosérotinal. Nous ne pouvons que renvoyer le lecteur à l'étude de RIVAS-MARTÍNEZ & al. (2004) pour de plus amples explications.

Tab.13 Types bioclimatiques définis par RIVAS-MARTÍNEZ & al. (2004). Les symboles utilisés sont décrits dans le texte (I_o , I_t , etc.). (1) au nord et au sud de la bande équatoriale et eutropicale (23°N-23°S), si une localité se situe à plus de 200m d'altitude, T est incrémenté de 0,6°C, M de 0,5°C et I_t de 13 unités tous les 100m de dénivelé. Pour les localités au-delà de 48°N ou 51°S, l'incrément par 100m de dénivelé est de 0,4 pour T et 12 unités pour T_p . (2) Si $I_c \geq 21$ et $I_{tc} < 120$, le thermotype doit être calculé avec T_p . (3) Le thermotype "Gelid" inclut les ombrotypes suivants: unsnowy (<10mm), low-snowy (10-200mm), semi-snowy (200-500mm), high-snowy (0,5-1m) et hyper-snowy (>1m). (4) Au-delà de 45°N ou 49°S, si T_p 720-900, le nom de "hemiboreal thermotype" (H_{bo}) est employé pour les régions tempérées d'altitude <1000m et $I_c > 21$ ainsi que pour celles à moins de 400m et $I_c \leq 21$.

Tab.13 (titre à la page précédente)

Macrobiosclimates ⁽¹⁾	Bioclimates ⁽²⁾	Acro.	Bioclimatic thresholds	Bioclimatic belt thermo types	Acro.	Bioclimatic belt ombro types
TROPICAL Warm: equatorial, subtropical and subtropical (0° to 35° N & S). In subtropical (23° to 35° N & S) at < 200 m two values: T ≥ 21; M ≥ 18; Ite ≥ 470. If Ferns < Ferns > Ferns, or Iose & Iose > 2 two values: T ≥ 25; m ≥ 10; Ite ≥ 580. Eurasia and Africa 25° to 35° N > 2000 m is not tropical.	Phaenotropical Phaenoseasonal Tropical Xeric Tropical Desertic Tropical Hypersubserice Tropical	Trpl	Ic	Ic	Ite	Io
		Trps	Trs	Tdx	Tdx	Trp ^o
MEDITERRANEAN Warm: subtropical and cool: temperate (23° to 52° N & S), with acidity P < 2T, at least two months in summer: Iose < 2, Iose < 2. In subtropical (23° to 35° N & S) at least two values: T < 25; m < 10; Ite < 580.	Phaenoseasonal Oceanic Mediterranean Phaenoseasonal Continental Mediterranean Xeric Oceanic Mediterranean Xeric Continental Mediterranean Desertic Oceanic Mediterranean Desertic Continental Mediterranean Hypersubserice Mediterranean	Mepp	Ic	Ic	Ite	Io
		Mepp	Ic	Ic	Ite	Io
		Mexo	Ic	Ic	Ite	Io
TEMPERATE Warm: subtropical and cool: temperate and sub-temperate (23° to 66° N & 23° to 54° S). From 23° to 35° N & S at < 200 m at least two values: T < 21; M < 18; Ite < 470. Iose > 2, Iose > 2.	Hyperoceanic Temperate Oceanic Temperate Continental Temperate Xeric Temperate	Tekt	Ic	Ic	Ite	Io
		Tecoc	Ic	Ic	Ite	Io
BOREAL Cool and cold (45° to 71° N, 49° a 55° S). At < 200 m Ie < 11; T < 6; Tmax < 10; T < 5; T < 290; Ie 1-21; T < 5; T < 380-720; Ie 21-28; T < 4; T < 380-740; Ie 28-45; T < 3; T < 380-800; Ie < 45; T < 5; T < 380-300.	Hyperoceanic Boreal Oceanic Boreal Sub-continental Boreal Continental Boreal Hypersubserice Boreal Xeric Boreal	Folto	Ic	Ic	Ite	Io
		Fococ	Ic	Ic	Ite	Io
POLAR Cool: sub-temperate and cold (51° to 90° N & S). At < 100 m: T < 380.	Hyperoceanic Polar Oceanic Polar Continental Polar Xeric Polar Periglacial Polar	Folte	Ic	Ic	Ite	Io
		Fococ	Ic	Ic	Ite	Io
(§. Evisa-Martinez 29.12.1999)		Fococ	Ic	Ic	Ite	Io

Compensations écologiques

Les considérations émises jusqu'ici se réfèrent principalement aux types macroclimatiques majeurs, même dans l'exemple très fouillé de RIVAS-MARTÍNEZ & al. (2004). Il est toutefois bien évident qu'au sein de chaque région climatique, plusieurs formations végétales et de nombreuses communautés végétales peuvent coexister, les unes typiques du climat général de la région en question, les autres traduisant l'excès d'un paramètre environnemental masquant alors le macroclimat. C'est ainsi que dans une région à climat correspondant à une forêt dense pluviale, on peut trouver des savanes dites édaphiques, liées à un sol sableux par exemple. Dans ce cas, la faible capacité de rétention en eau du sol compense, ou annule, l'abondance des précipitations. Ce type de végétation, lié à l'effet limitant d'un paramètre local, est souvent qualifié d'azonal par opposition au type de végétation, dit zonal, typique de la région et déterminé principalement par le macroclimat. Les grands types de végétation azonaux décrits dans la plupart des travaux sont déterminés par l'altitude, l'hydromorphie du sol (végétations marécageuses, ripicoles, etc.), la maturité (forêt mature, secondaire, recru forestier, etc.) et certaines particularités édaphiques (principalement la texture, la structure, la richesse et la profondeur du sol). Pour une classification plus détaillée des types d'azonalité, nous renvoyons le lecteur à RIVAS-MARTÍNEZ & al. (2004) ainsi qu'au chapitre II.4.3.

L'immense diversité des paramètres déterminant l'environnement (climatiques, topographiques, édaphiques ou encore biotiques) et la complexité de leurs interactions est telle que l'on scinde intuitivement le problème en investiguant les principales variables séparément (c'est d'ailleurs précisément le principe suivi dans la présente étude, cf. chapitre II). Deux grandes règles ont ainsi pu être énoncées: le phénomène de **compensation écologique** et la **loi du minimum**. Selon la loi du minimum, si un des facteurs du milieu dépasse un certain seuil (vers l'une ou l'autre extrémité du gradient), il devient l'élément limitant et empêche, masque ou atténue fortement, l'expression d'autres facteurs. Un sol peut être riche en nutriments mais cela n'est d'aucune utilité pour la végétation si l'humidité nécessaire fait défaut, l'inverse étant tout aussi vrai. C'est aussi ce phénomène qui explique la présence de savanes en pleine zone de forêts denses humides. Le facteur présent en quantité minimum est donc le facteur déterminant pour la végétation (RÜBEL 1935). C'est pourquoi certains types de végétation sont décrits et nommés selon ce facteur limitant: forêt marécageuse, forêt hydromorphe, etc.

Lorsque plusieurs facteurs limitants se combinent de manière différente en deux régions distinctes et que leur résultante est similaire, on parle alors de compensations écologiques. Pour illustrer ce phénomène, nous citerons le cas des espèces typiquement climaciques dans la zone des forêts denses semi-décidues qui se retrouvent en pleine forêt dense sempervirente (plus humide et plus sombre tout au long de l'année) mais alors uniquement associées aux chablis, en tant que cicatriciennes durables (cf. chapitre I.3.3). Ce mode de distribution particulier est très largement reconnu et souvent évoqué au travers de la " loi de Budowski " (OLDEMAN 1990, BUDOWSKI 1965) que nous avons récemment interprétée en termes de compensations écologiques (SENTERRE & al. 2004). Dans le premier cas (en forêt semi-décidue), le recrutement de l'espèce, héliophile au stade jeune, est rendu possible même en forêt mature grâce à la caducité partielle du feuillage de la canopée durant la saison sèche. L'ambiance plus sombre et plus humide du sous-bois en forêt sempervirente est impropre au développement d'une telle espèce mais l'ouverture d'un chablis lors de la chute d'un arbre crée un microhabitat équivalent à celui décrit précédemment. En résumé, pour une plantule du sous-bois, l'ouverture du couvert par un chablis en forêt sempervirente équivaut à la caducité partielle de la canopée en forêt semi-décidue. Un autre exemple courant est le cas des espèces typiquement submontagnardes retrouvées à basse altitude de manière très localisée dans les

zones de fond de vallées. Ici, le refroidissement correspondant à l'altitude de l'étage submontagnard (et l'excès de précipitations et d'humidité atmosphérique qui s'en suivent) est équivalent à l'humidité du sol des fonds de vallées, responsable d'une humidité atmosphérique comparable. Les compensations écologiques associent le plus souvent des types de végétation zonaux avec des types azonaux, par exemple liés au climat d'une part et liés au substrat d'autre part. C'est pourquoi on entendra souvent parler de compensations édapho-climatiques (Le Houerou 1959 in TANGHE 1999).

Le problème qui se pose maintenant est de savoir si ces formes azonales constituent autant de variantes des différents bioclimats (comme le proposent RIVAS-MARTÍNEZ & al., 2004, pour le facteur altitude) ou bien plutôt des types bioclimatiques bien distincts, microbioclimatiques en quelque sorte, où les valeurs extrêmes d'un paramètre effacent ou du moins dominent l'effet du macroclimat.

I.5.3 VALEUR ET HIÉRARCHIE DES CRITÈRES

Il faut bien garder à l'esprit que les 4 principaux types de critères discutés individuellement ci-dessus ne sont que rarement utilisés seuls d'un bout à l'autre d'une classification phytogéographique. Par exemple, même WHITE (1979), dans sa démarche purement floristique, reconnaît utiliser les critères physiologiques pour délimiter plus précisément ses phytochories régionales. Le plus souvent, ces critères interviennent à un ou plusieurs niveau(x). Rappelons-nous que dans le système de Flahault (1900 in ROISIN 1969), les critères sont d'abord purement physiologiques (zones et régions de végétation) puis floristiques et progressivement de plus en plus phytosociologiques vers les niveaux inférieurs (à l'échelle locale). Parfois, la physiologie ne passe qu'au second plan comme dans le système CORINE de typologie globale des habitats (DEVILLERS & DEVILLERS-TERSCHUREN 1996) où les formations végétales définissent des sous-catégories au sein des empires biogéographiques d'Udvardy. D'autres exemples de classifications dites "mixtes" combinent d'autres catégories de critères: physiologico-climatiques (cf. bioclimats), écologico-phytocénocotiques, floristico-physiologiques, etc. (RIVAS-MARTÍNEZ & al. 2004).

La question qui se pose est donc de savoir comment au juste tenir compte des différents critères pour construire une classification phytogéographique. Cette réflexion, initiée par des auteurs tels que Flahault ou Braun-Blanquet, a été poursuivie par DESCOINGS (1976) dans une tentative de synthèse. Ce dernier différencie les critères intrinsèques à la végétation (tous sauf les critères écologiques) et tient compte de leur caractère quantifiable et plus ou moins généralisable. Selon lui, les critères physiologiques doivent constituer le fondement de tout système phytogéographique, de par leur caractère intrinsèque à la végétation, quantitatif (WEBB 1959) et toujours généralisables. Les formations végétales constituent donc pour lui le premier niveau. A l'opposé de WHITE (1979), dont les idées sont forgées sur une connaissance encyclopédique des aires de distribution d'espèces, DESCOINGS (qui ne cite pas les travaux antérieurs de ce dernier) est quant à lui marqué par sa prédilection pour les formations herbeuses. En effet, bien que les critères floristiques fassent l'unanimité, il leur reproche la nécessité de connaissances floristiques conséquentes à petite comme à grande échelle. Il s'interroge sur l'utilité de ces critères floristiques lorsqu'il s'agit de comparer les affinités entre des végétations n'ayant pas ou peu d'espèces en commun, telles que les formations herbeuses paucispécifiques: par exemple une savane à *Hyparrhenia rufa* de Madagascar, une savane à *Loudetia demeusei* du Congo, une savane à *Andropogon gayanus* du Mali et une savane à *Byrsonima verbascifolia* de Guyane (DESCOINGS 1976, p.97). Il admet toutefois l'importance des critères floristiques et autres aux niveaux hiérarchiques d'ordre inférieur. Il cite, par ordre d'importance décroissante, les critères structuraux, physiologiques (y compris

syngénétiques, c'est-à-dire liés à la dynamique de renouvellement), floristiques et enfin écologiques.

D'un autre côté, il est indéniable qu'empires floraux, régions et autres représentent une certaine réalité, que COX (2001) s'est d'ailleurs efforcé de discuter d'une manière très intéressante. Ce dernier relève un certain nombre de problèmes concernant le statut de plusieurs unités florales (tels que l'empire du Cap, les sous-empires paléotropicaux et notamment la région Wallacéenne, etc.), l'emplacement des limites entre empires, l'hétérogénéité des éléments d'un même niveau hiérarchique, l'influence des groupes taxonomiques considérés, etc. Il rappelle aussi fort judicieusement le problème, déjà soulevé par DESCOINGS (1976), des connaissances taxonomiques. Les grandes barrières géographiques qui délimitent les empires séparent par la même occasion les chercheurs qui y étudient les plantes. Gentry (1993, in COX 2001) a montré qu'une partie des dissemblances floristiques entre forêts tropicales de plaine d'Amérique et d'Afrique était un artéfact taxonomique, c'est-à-dire que des plantes appartenant à une même espèce ont été décrites plusieurs fois sous des noms différents selon le continent. De tels artéfacts ont même été signalés à l'échelle d'un seul continent, notamment pour les îlots montagnards séparés par de grandes distances en Afrique (SCHNELL 1977). La diversité d'une région peut elle-même avoir une influence sur les tendances taxonomiques: COX (2001) suspecte que la faiblesse de la flore holarctique puisse avoir influencé les taxonomistes à y décrire davantage de taxons d'ordre supérieur, ceci expliquant l'importante quantité de familles endémiques holarctiques: 52 familles endémiques contre 25 pour l'empire paléotropical et autant pour l'empire néotropical⁷. A l'échelle des empires et parfois même des régions, il y a donc lieu de se méfier des comparaisons de dissemblances (taux d'endémisme par exemple) et de considérer en parallèle les similitudes.

Comme le faisait remarquer WHITE (1979), les deux points de vue que nous avons discutés dans les paragraphes précédents (floristique contre écologique) s'opposent totalement et constituent véritablement deux disciplines distinctes: biogéographie historique et biogéographie écologique. A courte échelle de temps (que l'on traduit parfois par l'expression " échelle des temps écologiques "), la biogéographie concerne la relation géographique entre le monde vivant et son environnement physique actuel, à une échelle spatiale atteignant le niveau de la " station ". A cette extrémité de l'échelle spatio-temporelle, comme le faisait déjà remarquer WHITE (1979), les différences évolutives se marquent au niveau taxonomique lui aussi le plus détaillé (espèces et niveaux infra-spécifiques). A l'autre extrême du continuum de temps, à l'échelle des temps dits géologiques (ou évolutifs), on s'intéresse principalement aux facteurs à l'origine des modes de distribution contemporains, à une échelle spatiale toujours relativement étendue (vastes régions géographiques, continents) (WELSH 1994). Les taxons clés se situent alors aux niveaux supérieurs de la systématique: genres et familles. Malgré un certain flou dans les limites spatio-temporelles, il existe bel et bien selon WELSH des assemblages paysagers relativement stables, réels et uniques, correspondant aux ensembles phytosociologiques pour l'échelle infra-régionale et aux ensembles phytogéographiques pour l'échelle plus globale. Les principales difficultés conceptuelles à établir des liens entre biogéographie (biogéographie historique), écologie (biogéographie écologique) et évolution, peuvent être surpassées en recréant une vision hiérarchique de ces disciplines dans un système d'axes tels que l'échelle spatiale, l'échelle temporelle et l'échelle des changements évolutifs (*Fig.19*, BLONDEL 1987). Chacune des sphères de la *Fig.19* représente une discipline, avec ses méthodes et ses théories plus ou moins spécifiques qui amènent les différents scientifiques des différentes sphères à s'ignorer mutuellement (voir 64

⁷ Il serait toutefois judicieux de comparer le nombre de familles endémiques pour l'ensemble paléotropical et néotropical combinés afin de se situer à échelle géographique comparable.

aussi ROWE 1961). Selon BLONDEL (1987), l'absence d'une théorie intégrant biogéographie et écologie explique probablement aussi de nombreuses controverses telles que celle du concept individualiste (Gleason), à la base de la notion de continuum écologique (Brown & Curtis, Whittaker, etc., in TANGHE 1999), contre le concept des communautés: en somme, en typologie, qu'elle soit floristique, phytosociologique, écologique, ou autre, tout est une question d'échelle.

Cette interprétation trouve un fondement théorique dans les récents travaux sur la théorie des hiérarchies (ALLEN & al. 1984, O'NEILL & al. 1986, BLONDEL 1987). Selon cette théorie, tout système vivant se subdivise en niveaux d'intégration biologique dont une fraction seulement des propriétés est transmise d'un niveau au niveau inférieur.

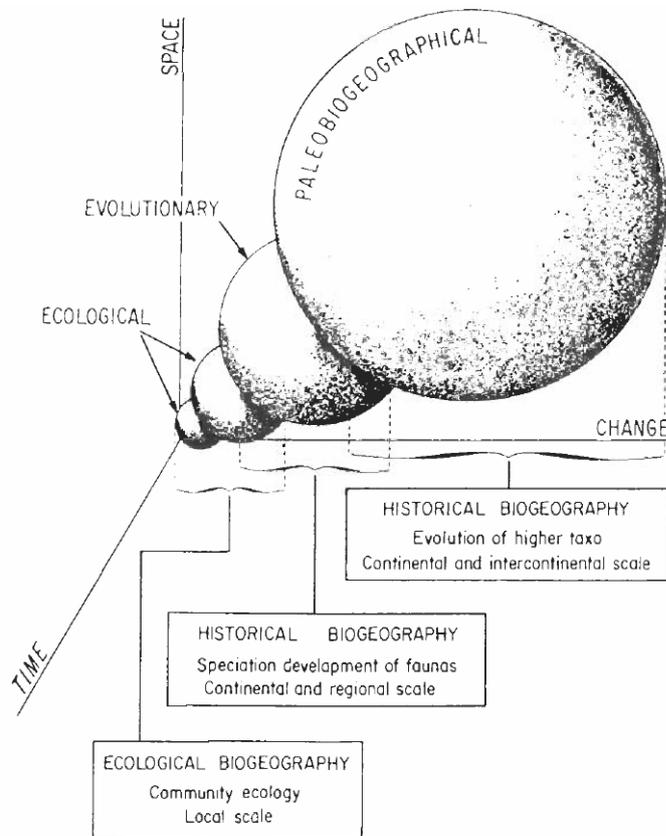


Fig.19 Représentation schématique des différents niveaux d'étude du milieu en fonction de l'échelle spatiale, de l'échelle temporelle et de l'échelle des changements évolutifs (BLONDEL 1987).

Chaque sphère représente une discipline spécifique, avec ses méthodes et ses théories plus ou moins spécifiques qui amènent les différents scientifiques des différentes sphères à s'ignorer mutuellement.

Ces considérations mettent en évidence l'importance de la hiérarchie et de l'échelle géographique. Nous avons vu cependant que certains auteurs, tels que WHITE (1979), se sont interrogés sur la nécessité et le sens d'une hiérarchie au sein des classifications phytogéographiques. Le problème vient en partie du fait qu'on classe dans un même niveau hiérarchique des unités aussi différentes que forêts denses tropicales (région guinéo-congolaise, ou centre d'endémisme GC), désert (région saharienne), etc. Ces régions diffèrent par leurs formations végétales, leur diversité floristique, leur taux d'endémisme, mais elles ont en commun le fait d'être déterminées par les traits majeurs du macroclimat et par leur histoire (à moyen terme), à une échelle spatiale donnée. Ce rejet des classifications hiérarchiques est une conséquence de la déconsidération de l'importance de l'échelle spatiale.

I.5.4 VERS UNE APPROCHE INTÉGRÉE EN PHYTOGÉOGRAPHIE

I.5.4.1 Introduction

Si la nécessité d'une hiérarchie ne fait aucun doute, le choix des critères objectifs déterminants à chaque niveau n'en reste pas moins problématique de même que la recherche d'un système intégrant aspects historiques et aspects écologiques. Une solution fort intéressante est selon nous à méditer dans les classifications dites "ouvertes" (DESCOINGS 1976). Cette réflexion est probablement issue du constat que les classifications se répartissent en deux grandes catégories: les unes agglomératives (typiquement en phytosociologie, où on regroupe les associations en alliances, les alliances en ordres, etc.), convenant bien aux études locales ou régionales, les autres divisives (typiquement en phytogéographie, où on divise les empires en régions, etc.). Le défaut des classifications agglomératives est typiquement un problème d'hétérogénéité des unités homologues. En revanche, elles permettent de mettre en évidence les éléments majeurs pour construire une classification divisive: les critères et leur importance, dont le choix souvent subjectif constitue le principal défaut des classifications divisives. Le principe des classifications ouvertes est donc de partir des éléments recueillis dans une classification agglomérative pour construire une classification divisive (DESCOINGS 1976). Cette méthode permet, par combinaison des critères, de définir des unités théoriques. Il n'est donc pas nécessaire d'avoir recensé toutes les unités à classer. La classification obtenue est symétrique et toute observation nouvelle d'unité de végétation peut s'y insérer facilement et objectivement. Un exemple typique de ce genre de classification ouverte est le système de Holdridge discuté plus haut.

Bien que la vision de Descoings soit essentiellement concentrée sur les aspects physiologiques, et aboutissent à des classifications telles que celle de MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974, il est possible d'élargir le concept des classifications ouvertes.

I.5.4.2 Éléments recueillis des conceptions basifuges (classifications agglomératives)

Le but de ce chapitre est de montrer par des exemples quels pourraient être concrètement ces fameux éléments recueillis de classifications agglomératives et sensés nous permettre de construire une classification divisive (ou basipète: DESCOINGS 1976) satisfaisante.

Des flores de diverses régions florales, au travers des divers empires floraux, qui sont caractérisées par une même formation végétale (similitude physiologico-écologique), présentent entre elles, du moins lorsqu'elles ne sont pas floristiquement trop appauvries, des similitudes floristiques indéniables qu'elles ne partagent pas avec les régions florales physiologiquement différentes mais regroupées au sein du même empire.

Une forêt dense de plaine d'Afrique centrale ne possède-t-elle pas plus de similitudes floristiques avec une forêt dense de plaine d'Amérique du Sud qu'avec une savane péri-guinéenne⁸ ? Les travaux de MCNAUGHTON & al. (1993) vont dans ce sens: ces derniers ont montré que les flores des régions arides et subhumides (fourrés, savanes arborées, etc.) d'Amérique et d'Afrique ont une origine commune, qui remonte au milieu du Crétacé, dans l'Ouest du Gondwana, et que leurs similitudes actuelles sont le résultat d'une évolution en parallèle de cet héritage floristique commun.

Ce n'est pas non plus avec une forêt afroalpine qu'une prairie afroalpine montre le plus d'affinité floristique mais plutôt avec certaines végétations herbacées de régions tempérées. Pour l'étage montagnard, KURSCHNER & PAROLLY (1998, 1999) ont montré que les communautés bryophytiques de basses altitudes et celles d'altitudes plus élevées ont

66_____

⁸ Ce qui n'empêche pas certains cas de vicariance entre espèces forestières et savaniques (SCHNELL 1952a)

davantage d'affinités pantropicalement avec leurs homologues altitudinaux qu'entre différents étages d'un même continent. Ces auteurs ont montré que ces communautés sont unies de manière transgressive par de nombreux coenotaxons (assemblages phytosociologiques), surtout au niveau de " sections ", comprenant des espèces vicariantes et pseudovicariantes, développés à partir d'un bloc floristique commun fractionné lors de l'éclatement du Gondwana.

On peut encore aller plus loin dans cette idée: à l'échelle des régions florales et de leurs subdivisions, les formations azonales (hydromorphes, secondaires, montagnardes, inselbergs, etc.) forment des ensembles floristiques homogènes, distribués en forme d'archipels ou de réseaux dont les " îlots " ou digitations présentent davantage d'affinités floristiques entre eux qu'avec le cortège des taxons intervenant dans la définition des phytochories zonales auxquelles ils appartiennent (à l'instar des formations végétales au travers des empires floraux). Par conséquent, les taxons typiques de ces formations azonales n'interviennent pas ou très peu dans la caractérisation des régions phytogéographiques puisqu'ils sont considérés comme étant souvent des taxons transgressifs ou à large distribution géographique. WHITE (1979) préconise d'ailleurs, pour cette raison, de traiter ces types azonaux de manière distincte, ce qu'il fait pour l'aspect altitude (WHITE 1978a).

Nous sommes toutefois bien conscients que ces formations azonales, bien que formant des blocs floristiquement distincts des régions phytogéographiques qu'elles traversent, n'en présentent pas moins elles-mêmes des variations zonales (LÉONARD 1990, p.757). Par exemple, une forêt marécageuse d'Afrique de l'Ouest présente quelques différences avec une autre forêt marécageuse d'Afrique centrale mais ces différences restent bien moins importantes qu'elles ne le sont avec les forêts de terre ferme avoisinantes (NATTA & al. 2004). SCHNELL (1952a) appelle ce genre de variation de la " vicariance " de groupements, qu'il considère analogue à la vicariance d'espèces sœurs séparées géographiquement. Ici encore, on notera l'analogie entre la vicariance d'espèces, de groupements d'espèces (d'une région à l'autre) et de formations végétales (d'un empire à l'autre) (*Fig.20*).

C'est au sein de ces considérations que nous voyons le trait d'union entre critères floristiques et critères physionomico-écologiques, entre biogéographie historique et biogéographie écologique, entre phytogéographie et phytosociologie. Selon nous, la principale faiblesse dans bon nombre de travaux phytogéographiques serait de ne prêter aucune attention à la nature de la station (habitat), de ne voir que des points sur des cartes

Comme le fait très bien remarquer PENEV (1997), rares sont les auteurs ayant souligné ou émis de telles considérations. Ce dernier considère, comme nous, que les habitats locaux reflètent à la fois les conditions écologiques locales et l'histoire régionale de la flore et que la considération de ceux-ci comme unités de base peut permettre de réunifier biogéographie historique et biogéographie écologique.

Sans nullement remettre en cause les méthodes de comparaison développées principalement en biogéographie historique, nous pensons donc simplement que les comparaisons entre régions devraient être faites entre types de végétation (combinaison de la formation et de l'azonalité, cf. chapitre suivant) homologues, ou à spectre des types de végétation constant (même proportion d'habitats secondaires, hydromorphes, etc.). Ce principe avait déjà été suivi par SARMIENTO (1972) dans une étude comparative entre types de végétation homologues situés de part et d'autre, au Nord et au Sud, de la forêt amazonienne.

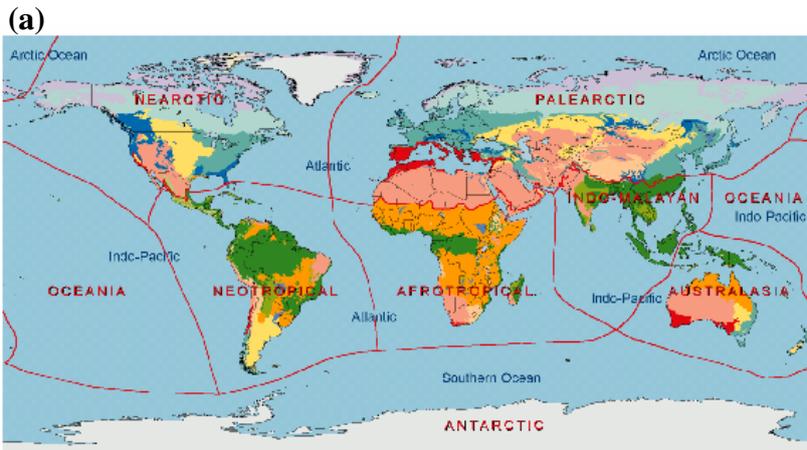
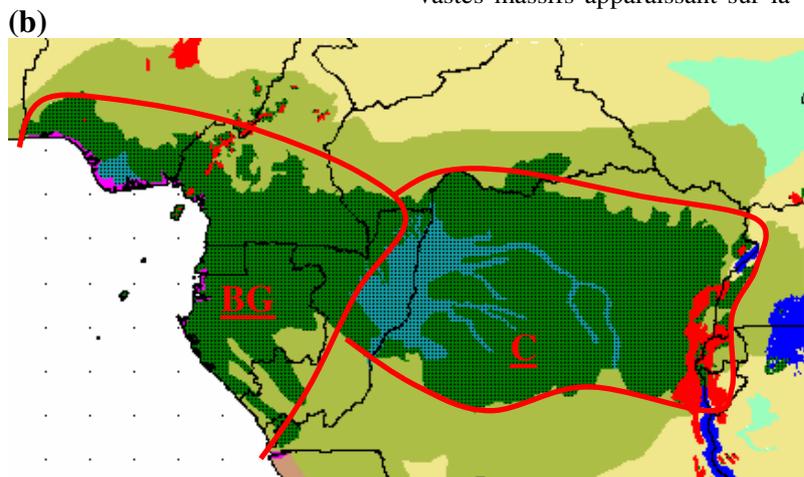


Fig.20 Analogie entre (a) l'azonalité des formations végétales, par exemple les forêts tropicales, en vert foncé sur la figure, par rapport aux empires floraux, délimités par les traits rouges et (b) l'azonalité des formations édaphiques ou d'altitude (forêts hydromorphes, en bleu sur la figure ou forêts de montagne, en rouge) par rapport aux formations zonales (forêts denses de terre ferme non montagnardes, en vert foncé). Pour les forêts hydromorphes, les deux vastes massifs apparaissant sur la

carte sont ceux de la cuvette congolaise (domaine phytogéographique congolais, C) et du delta du Niger (domaine bas-guinéen, BG), au sud du Nigeria. On pourrait encore imaginer une troisième figure illustrant la distribution des groupements secondaires disséminés en taches au sein de plusieurs étages altitudinaux de végétation et possédant plus d'affinité entre elles qu'avec la végétation de l'étage qui les entoure (cf. *Musanga cecropioides*, en plaine, et *Musanga leo-errerae* en montagne, HAUMAN & LÉONARD, 1960).



En guise de démonstration par l'absurde, voici l'exemple suivant: supposons 3 régions A, B et C telles que A est floristiquement proche de B et telles que C est floristiquement différente de A et B ($A \approx B \neq C$). Supposons encore que A est à 100% couverte de forêts matures de terre ferme, B et C sont en partie dégradées (respectivement 60 et 50% de forêts secondaires sur terre ferme). Dans ce cas l'étude des similitudes entre les 3 régions pourrait aboutir à la conclusion suivante $B \approx C \neq A$. Même si la considération des spectres d'endémisme et spectres chorologiques peut permettre de surmonter le problème, il est clair qu'une telle situation est à éviter. La comparaison des proportions d'espèces guinéo-congolaises, par exemple, sera biaisée si celles-ci sont calculées sur base de flores (nombres totaux d'espèces pour chacune des régions comparées) incluant des espèces azonales dans des proportions différentes selon la région.

Un exemple plus concret de biais possible nous est donné dans le travail de LOVETT (1993). Dans cette étude, l'auteur compare l'affinité phytogéographique de l'étage montagnard à celle de l'étage alpin, dans les montagnes de l'Est de la Tanzanie. Il conclut que l'affinité de l'étage montagnard est principalement tropicale, contrairement à l'étage alpin qui montre une nette affinité tempérée (nombreux genres holarctiques). Cependant il existe une zone d'ombre sur les données utilisées, et en supposant que celles-ci puissent inclure des parties submontagnardes (d'affinité indiscutablement tropicale), on pourrait supposer que l'affinité calculée en soit surestimée par rapport à une analyse ne considérant que les étages purement montagnards. D'autres chercheurs ont d'ailleurs conclu à une affinité sensiblement tempérée de l'étage afromontagnard (WHITE 1978a). Le point commun avec l'exemple précédent est la

comparaison de choses non parfaitement comparables puisque d'un côté on a un étage homogène (étage alpin) et de l'autre un étage composite, regroupant différentes " zones " (ce que reconnaît d'ailleurs l'auteur, p.217) n'ayant pas forcément les mêmes liens chorologiques. Nous reviendrons plus tard, aux chapitres I.6 et IV.3, sur les questions relatives à l'étagement altitudinal.

I.5.5 PRINCIPES ET DÉFINITION D'UNE PHYTOGÉOGRAPHIE INTÉGRÉE

Les considérations du chapitre qui précède nous amènent tout naturellement à formuler notre propre définition de la phytogéographie. Pour nous, la phytogéographie est donc l'étude des variations zonales des grands types de végétation zonaux ou azonaux, du point de vue de leur endémisme et de leurs liens écologiques et historiques. On ne pourra connaître la part de variation attribuable à des différences climatiques et à des différences historiques que si on contrôle la part attribuable aux variations typiquement azonales. Cette définition intègre les notions écologiques (phytosociologiques, physionomiques) et historiques (floristiques, phylogénétiques).

En pratique, si on étudie les phytochories composant la région guinéo-congolaise, on n'inclura dans les données comparées que des stations correspondant à un type de végétation homologue, de préférence zonal mais on peut aussi tester les types azonaux: uniquement des forêts matures planitiaires de terre ferme par exemple (pas de forêts secondaires, ni de marécages et autres forêts hydromorphes, ni de forêts sur sol superficiel, etc.), ou bien que des forêts marécageuses, ou encore seulement les mangroves, etc. Deuxièmement, si on dispose d'un vaste lot de données chorologiques non accompagnées de renseignements sur le type de végétation des stations considérées, on peut approcher le problème différemment. Dans ce cas, on ne fait pas la sélection sur les stations mais sur les espèces: on exclut alors des données comparées les espèces indicatrices d'azonalité (on ne garde que les espèces non typiquement azonales). Comme dans le cas précédent, si on veut tester un type azonal, par exemple les marécages, on ne gardera que les espèces typiquement azonales par rapport à ce facteur. Cette deuxième option se base sur les connaissances qu'on a sur l'écologie des espèces (cf. chapitre II.4.4).

En appliquant ces principes au cas de la région afromontagnarde de White, on ne comparera les données qu'étage par étage (analogues aux principales formations végétales, ou ceintures de végétation), en contrôlant de la même manière les effets azonaux. Les étages altitudinaux ont été étudiés plus en détail dans le présent travail: leur description et une synthèse sont présentées au chapitre IV.3.

Cette nouvelle conception implique de mettre au point une classification objective de types de végétation comparables, c'est-à-dire n'incluant aucun aspect géographique, sur base desquels on peut alors définir (en parallèle) des groupes écologiques (et pas socioécologiques puisque sans égard à leur sociabilité vis-à-vis des autres espèces, cf. chapitre I.3.3.3). En pratique, un certain nombre de problèmes sont à relever. Nous les discuterons successivement dans la suite de ce chapitre.

I.5.5.1 Comment définir des types de végétation généraux en intégrant les types azonaux ?

Rappelons-nous que le but de la classification que nous nous apprêtons à discuter est de contrôler la nature des comparaisons zonales qui seront faites à des fins d'interprétations phytogéographiques. Il est donc important de ne considérer au premier niveau que des aspects purement physionomiques, généraux et indiscutables, faisant l'objet d'un consensus, à savoir

les grands types de formations végétales reconnues internationalement depuis Yangambi (cf. chapitre I.5.2.2).

La deuxième étape est de combiner ces classes physionomiques avec les différentes classes définissables selon les différents facteurs d'azonalité: hydromorphie temporaire, marécage, etc., submontagnard, montagnard, etc., sol profond, sol superficiel, etc. C'est d'ailleurs plus ou moins le principe suivi dans de nombreuses études de végétation: forêt marécageuse, prairie marécageuse, forêt montagnarde, fourré subalpin, etc. (LEBRUN & GILBERT 1954, SCHMITZ 1988). On remarque que le nombre de classes résultant de cette combinaison de critères peut être théoriquement très élevé mais certaines combinaisons n'existent pas ou ne sont pas connues: l'étage subalpin est toujours constitué de fourrés, l'étage alpin de prairies, etc. Par ailleurs, ces facteurs d'azonalité ne sont pas mutuellement exclusifs mais peuvent au contraire se combiner: forêt submontagnarde marécageuse, forêt secondaire montagnarde, forêt hydromorphe secondaire, etc. (SCHMITZ 1988).

Nous présentons au *Tab.14* un aperçu synthétique de ces principaux critères à combiner et de leur différents états (ou catégories). Cette synthèse est inspirée de plusieurs travaux dont les principaux sont SCHMITZ 1988, LEBRUN & GILBERT 1954, GÉRARD 1960, GERMAIN & EVRARD 1956, GUILLAUMET 1967, SCHNELL 1976. Une fois les critères déterminés, l'identification et la dénomination du type de végétation correspondant s'obtiennent de manière automatique. On aura par exemple pour un individu collecté dans une forêt tropicale standard (on entend par là représentant la grande majorité des situations):

-station d'un [stade mature]₁ " d'une " [forêt haute]₂ " de " [basse et moyenne altitudes]₃, " sur " [sol bien drainé]₄, [non soumis à l'influence des marées]₅, " sur " [substrat non principalement rocheux]₆, [non contaminé aux métaux lourds]₇, [de richesse moyenne]₈ et à [texture normale]₉.

L'ensemble des données provenant de stations répondant aux mêmes caractéristiques sont donc totalement comparables quelles que soient les régions géographiques considérées à des fins d'interprétations phytogéographiques.

Il est bien évident que, premièrement, l'ordre des critères n'a pas d'importance et qu'une forêt haute submontagnarde de terre ferme équivaut à une forêt haute de terre ferme submontagnarde. Deuxièmement, nous n'avons pas la prétention de présenter une liste complète des critères utiles pour une telle typologie. Dans le cadre de notre étude ciblée sur les types forestiers en milieux tropicaux, on peut quasiment se limiter aux six premiers critères car la variabilité des autres est soit toujours relativement insignifiante, soit totalement inconnue dans 90% des cas. Ces six critères sont tous déterminables sur le terrain sans mesures sophistiquées bien que la plupart des botanistes négligent totalement ces observations de terrain lors de la collecte d'herbiers. Dans le cadre d'autres études plus ciblées, ou développées dans des milieux à déterminisme différent, d'autres critères peuvent se rajouter (pour les formations herbeuses, se référer aux travaux de DESCOINGS 1973) tandis que certains de nos six principaux critères peuvent se voir négligés (par exemple les variantes altitudinales si on ne s'intéresse qu'à de vastes régions de basse altitude). Dans ce cas, on suppose par défaut que tout critère non explicité est caractérisé par des valeurs standards, c'est-à-dire où la loi du minimum (cf. chapitre I.5.2.4) n'intervient pas: terre ferme, sans influence des marées, à basse altitude, sur sol ni pauvre ni riche, etc.

Tab.14 Principaux facteurs pour la construction d'une classification physionomico-écologique des types de végétation. Toutes les combinaisons des différentes sources de variations azonales sont théoriquement possibles mais seules certaines se réalisent: végétation submontagnarde secondaire jeune, marécage dans l'étage submontagnard, etc. L'excès d'un facteur d'azonalité conditionne parfois la formation végétale qui lui correspond: fourré subalpin, prairie alpine.

<u>Formations végétales</u>	<u>Variantes altitudinales</u>
-Forêt haute	-basse et moyenne altitude
-Forêt basse	-submontagnard
-Fourrés	-montagnard inférieur (fortement hygrophile)
-Landes	-montagnard supérieur (faiblement hygrophile)
-Forêt claire	-subalpin
-Savane boisée	-alpin
-Savane arbustive	-nival
-Savane herbeuse	
-Steppe arborée et/ou arbustive	<u>Variantes liées à la salinité</u>
-Steppe arbustive basse	-non salin
-Steppe succulente	-saumâtre
-Steppe herbacée et/ou graminéenne	-salin
-Prairie	
<u>Variantes hydromorphes</u>	<u>Variantes liées à l'accumulation de métaux lourds</u>
-sol bien drainé	-sol sain
-sol périodiquement inondé (bords de rivières, fonds de vallée)	-légère accumulation
-sols saisonnièrement inondé (plaine alluviale)	-forte accumulation
-sol saturé en permanence (marécage)	
<u>Variantes secondaires ou recolonisatrices</u>	<u>Variantes liées à la pauvreté du substrat</u>
-mature	-sol très riche
-secondaire vieux	-moyen
-secondaire jeune (jachère)	-sol pauvre
-recrû	-sol très pauvre
<u>Variantes liées à la profondeur du sol et à la topographie</u>	<u>Variantes liées à la texture du substrat</u>
-substrat non principalement rocheux	-argileux (végétation pélophile)
-dalle rocheuse	-indifférent ou indét. ou mésophile
-inselberg	-sableux (végétation psammophile)

Nous venons de voir comment créer des catégories de stations d'après leur type de végétation. Il est maintenant concevable de définir des groupes d'espèces caractéristiques de ces mêmes types de végétation, à savoir des groupes écologiques. On aura par exemple, en rapport direct avec l'exemple donné plus haut:

-groupe des espèces du [stade mature]₁ " d'une " [forêt haute]₂ " de " [basse et moyenne altitudes]₃, " sur " [sol bien drainé]₄, [non soumis à l'influence des marées]₅, " sur " [substrat non principalement rocheux]₆, [non contaminé aux métaux lourds]₇, [de richesse moyenne]₈ et à [texture normale]₉.

Ce groupe est bien entendu largement évoqué dans la littérature: groupe général de forêt dense humide (GUILLAUMET 1967), groupe général planitiaire (SCHNELL 1976), etc.

Malheureusement, les choses ne sont pas si simples et cette première solution met en évidence d'autres problèmes. Comment tenir compte des microhabitats (cf. BLANC 2002) et de la stratification du couvert forestier (OLDEMAN 1990, GUILLAUMET 1967, etc.)? Comment interpréter des groupes tels que ceux "des forêts semi-décidues", retrouvés dans de nombreux travaux (GUILLAUMET 1967, SCHNELL 1976, LEBRUN & GILBERT 1954, etc.)? Comment gérer les espèces à plus large amplitude écologique et les espèces rares? Que faire des problèmes de compensations écologiques? Comment gérer le manque de données écologiques en milieux tropicaux? ...

I.5.5.2 Comment tenir compte des microhabitats ?

Certaines études telles que celles de GUILLAUMET (1967) ou de GÉRARD (1960) mettent le doigt sur l'importance de prendre en compte les aspects liés au microhabitat et notamment les strates forestières. GUILLAUMET définit ainsi des groupes écologiques tels que le groupe des forêts denses humides qu'il subdivise selon la strate en groupe supérieur, groupe moyen, groupe du sous-bois supérieur et groupe du sous-bois inférieur. Ce même auteur, scinde encore ces groupes écologiques selon le tempérament des espèces en groupes sciaphiles, scia-héliophiles et héliophiles. Ces catégories de tempérament correspondent, pour une station, au facteur dynamique d'azonalité (recrû, stade secondaire jeune, etc.).

Nous avons vu au chapitre sur les types fonctionnels (I.3.3.3) que ceux-ci peuvent se définir sur base d'une combinaison de la strate, du tempérament et des capacités de dispersion. Cette remarque nous permet de faire le lien avec les considérations émises par GUILLAUMET (pour les arbres) et BLANC (2002, pour les plantes de sous-bois) sur les groupes écologiques. Pour nous, le microhabitat d'une espèce, au sein de son habitat tel que défini plus haut, peut donc se définir par la combinaison de la strate qu'elle occupe et de son tempérament (*Tab.15*).

Tab.15 Principaux types de microhabitats en forêt tropicale. Pour les espèces de sous-bois, BLANC (2002) a montré, avec de nombreux exemples à l'appui, que le microhabitat d'une plante au sein d'une forêt dense homogène pouvait se définir sur base du type de support colonisable par celle-ci: rochers inclinés, berges, talus, base des troncs ou au contraire le sol forestier. Pour les arbres, le microhabitat qu'affectionne une espèce peut se définir de manière analogue au microhabitat d'une espèce de sous-bois, c'est-à-dire d'après le type de support colonisable. Dans ce cas, le type de support colonisable se définit en relation avec le tempérament de l'espèce vis-à-vis des stades de reconstitution du couvert: chablis (espèce pionnière), forêt secondaire (cicatricielle durable) ou sous-bois des stades matures (espèce sédentaire). Les épiphytes peuvent se retrouver aussi bien dans le sous-bois que dans les strates supérieures et peuvent dès lors être distinguées sur base de la strate occupée en épiphytes héliophiles (strate supérieure), mésophiles (strate dominée) et sciaphiles (sous-bois) (GUILLAUMET 1967).

Strates microclimatiques	Tempéraments
-Sous-bois (H + ar)	-supports inclinés et épiphytes (P etites graines) -sol forestier (G rosses graines)
-Strates supérieures (Ad + A)	- P ionnières et cicatricielles éphémères - C icatricielles durables - S édentaires (climaciques) - E piphytes

Ces considérations nous amènent à revoir et compléter notre système de définition de groupes écologiques. En particulier, notez que le facteur dynamique d'azonalité (décrit pour une station) est ici remplacé par le tempérament pour les espèces arborées ou par son homologue pour les espèces de sous-bois⁹. Toujours dans la continuité de notre exemple précédent, on aura par exemple:

-le groupe des espèces [cicatricielles durables]₀ des [strates supérieures]₁, " de " [forêt haute]₂ " de " [basse et moyenne altitudes]₃, " sur " [sol bien drainé]₄, [non soumis à l'influence des marées]₅, " sur " [substrat non principalement rocheux]₆, [non contaminé aux métaux lourds]₇, [de richesse moyenne]₈ et à [texture normale]₉.

Cette définition plus précise de groupe écologique se rapproche un peu de la notion de synusie (cf. chapitre I.3.3.3). Etant donné la prise en considération du microhabitat, on peut en

⁹ Selon BLANC (2002), il n'existe pas d'espèces de sous-bois indicatrices des différents stades de maturité d'une forêt. Dans un stade de reconstitution, certaines espèces meurent suite au chablis, d'autres se développent exagérément en dimensions mais ce sont là les seules particularités.

quelque sorte considérer ce type de groupe comme un groupe microécologique. Ici encore nous n'avons pas la prétention de présenter un système exhaustif et il est plus que probable que des études plus ciblées, par exemple spécifiquement sur les épiphytes, nécessiteront l'intégration de nouveaux ensembles (épiphytes de la partie basale, moyenne et distale des branches, épiphytes de la partie supérieure du tronc, etc., JOHANSSON 1974, STÉVART 2003).

1.5.5.3 Comment gérer les espèces à plus large amplitude écologique et les espèces rares ?

Le système tel qu'il est prévu jusqu'ici ne permet pas de classer des espèces un peu moins exigeantes (ou un peu moins spécialisées) vis-à-vis de l'un ou l'autre facteur et présentant une plus large amplitude écologique. Prenons pour exemple une espèce affectionnant aussi bien forêts de basse et moyenne altitudes que forêts submontagnardes ([SM + MI]). En fait, nous avons déjà donné la solution à ce problème lorsque nous établissions l'analogie entre le degré d'endémisme par rapport à une phytochorie et par rapport à un type de végétation (cf. *Tab.11*). En effet, le cas présent est tout à fait homologue à ce que WHITE (1979) appelle des espèces de liaison et pour lesquelles il définit des classes combinées telles que CG (espèces centro-guinéennes présentes dans le sous-centre BG, bas-guinéen, et dans le sous-centre C, congolais), G (espèces des sous-centre bas et haut-guinéens), etc. Pour les mêmes raisons, nous créerons donc des classes combinées entre étages voisins (classes de liaison) telles qu'au *Tab.16*, pour la variante altitudinale donnée en exemple (mais ce principe est valable pour tous les facteurs évoqués), [BM + SM], [SM + MI], [MI + MS], [MS + SA], [SA + A]:

Tab.16 Catégories d'affinités par rapport à l'étagement altitudinal (a) et degrés de fidélité d'une espèce vis-à-vis d'un étage donné (b). Ces aspects sont définis de manière tout à fait homologue aux aspects zonaux: les types chorologiques, homologues de (a), et les degrés d'endémisme, homologues de (b). Des catégories de liaisons (BM+SM) sont donc ajoutées et cette notion de liaison n'est plus traitée dans le critère (b) (cf. 1.5.2.1 et explications dans le texte du présent chapitre).

(a) Variantes altitudinales revues et complétées		(b) Degrés de fidélité	
-basse et moyenne altitudes	BM	-caractéristique différentielle rare dans l'étage	eLoc
-BM + SM		-caractéristique différentielle ni rare, ni abondante	eMoy
-submontagnard	SM	-caractéristique différentielle abondante dans l'étage	eGlo
-SM + MI		-caractéristique préférentielle à populations marginales	Marg
-montagnard inférieur (forte hygrométrie)	MI	-caractéristique préférentielle à populations reliques en dehors	Rel
-MI + MS		-caractéristique préférentielle à populations satellites en dehors	Sat
-montagnard supérieur (faible hygrométrie)	MS	-préférentielle à populations transgressives en dehors	Tran
-MS + SA		-de liaison	Liai
-subalpin	SA	-à large amplitude écologique	Larg
-SA + A		-indifférente par rapport au facteur	Omni
-alpin	A	-rare ou méconnue	Ind
-nival	N		
-large amplitude écologique (> 3 étages)	Larg		
-amplitude écologique maximale	Omni		
-indéterminée ou incertaine	Ind		

La notion d'espèces de liaison, chorologique ou écologique, est donc intégrée dans le critère décrivant le type chorologique ou écologique: CG, G, SM+MI, etc. Par conséquent, cette notion ne doit plus intervenir dans les critères " degré d'endémisme " et " degré de fidélité ". Pour ces espèces de liaison, il sera en effet plus intéressant de préciser, à l'aide du critère degré d'endémisme ou degré de fidélité, si elles sont " endémiques " à ce couple d'étages ou

de phytochories voisines, ou si elles s'en écartent de manière marginale, transgressive, etc. Par exemple, une espèce pourra être inféodée aux étages submontagnard et montagnard inférieur (endémique SM + MI).

Les espèces présentes dans plus de deux étages voisins seront considérées comme " espèces à large amplitude écologique ", de manière analogue aux espèces à large distribution (cf. chapitre I.5.2.1). Tout comme on avait des centres d'endémisme et des zones de transition chorologique, on a des étages de végétation (au sens large, c'est-à-dire pas uniquement vis-à-vis de l'altitude) et des zones de transition écologique. Les liens entre étages peuvent être testés à l'aide des catégories de liaison. De même, le statut de chaque étage peut être testé, ou vérifié, en comparant son spectre des degrés de fidélité: proportions d'espèces endémiques (End) à l'étage, marginales (Marg), satellites (Sat), etc.

Pour ce qui est des espèces rares, il est difficile de savoir si une espèce connue de quelques observations dans l'étage submontagnard d'une forêt dense de la région des Monts de Cristal, par exemple, est ou non une caractéristique différentielle de ce type de végétation, ni si elle est endémique ou non du district oriental du secteur bas-guinéen atlantique (BGAOr), où elle se trouve. En attendant de pouvoir confirmer ou contredire cela, l'espèce sera classée comme telle mais il serait utile de rajouter une classe dite " rare ou méconnue " aux degrés de fidélité et d'endémisme définis jusqu'ici (*Tab.16*). Par ailleurs, pour bon nombre de ces espèces méconnues, on ne trouvera aucune information quant à l'habitat (même pour des observations aussi évidentes que l'altitude), et bien souvent guère plus que de vagues notes sur les localités de collecte, trop peu précises que pour en déduire l'habitat. Ces deux derniers exemples illustrent la nécessité d'ajouter deux catégories dans chacune des classes d'azonalité à savoir: " indéterminée ou incertaine " (Ind, automatiquement associée à la catégorie de degré de fidélité " rare ou méconnue ") et " à large amplitude écologique " (Larg, automatiquement associée à la catégorie de degré de fidélité " Larg ") (*Tab.16*).

I.5.5.4 Que faire des problèmes de compensations écologiques ?

Le phénomène des compensations écologiques (cf. chapitre I.5.2.4) est quelque peu problématique dans le cadre de la définition de groupes écologiques. Certaines espèces se montrent caractéristiques d'un type de végétation bien déterminé dans une région bioclimatique donnée mais présentent une écologie toute différente dans une autre région bioclimatique: par exemple *Synsepalum dulcificum* (Sapotacée) est une espèce typique des forêts submontagnardes et montagnardes humides dans la région guinéo-congolaise alors que dans les galeries forestières périguinéennes, on la retrouve comme espèce préférentielle des forêts riveraines occupant les fonds humides à basse altitude. Cette espèce peut donc être considérée comme un transgresseur écologique et chorologique dont l'habitat d'origine est probablement celui où elle " se porte le mieux " (en termes d'abondance et de vitalité), à savoir les forêts submontagnardes et montagnardes humides. Ce type de bizarrerie écologique est à l'origine de l'amendement de TANGHE (1995) à la définition des groupes écologiques (cf. chapitre I.3.3.3): " ... à l'intérieur d'une aire géographique de climat plus ou moins uniforme ... ".

Dans la littérature, on trouvera bien souvent des solutions telles que " groupe des espèces transgressives de forêts semi-décidues ", " transgressives des forêts secondaires ", " transgressives de forêts hydromorphes ", " transgressives de forêts montagnardes sclérophylles ", etc. Toujours de manière analogue au traitement des phytochories (cf. chapitre I.5.2.1), on classera donc l'espèce dans le groupe écologique supposé correspondre à son habitat d'origine (par exemple groupe des espèces de forêts hydromorphes ...) et on

précisera " transgressive " (Tran) ou " satellite " (Sat), selon l'abondance dans l'autre habitat, pour ce qui est de son type de distribution écologique.

La solution qui vient d'être présentée au problème des compensations écologiques nécessite l'ajout d'un commentaire afin d'explicitier l'identification de l' " habitat d'origine ". Dans le cas de notre dernier exemple, LEBRUN & GILBERT (1954, p.36) font remarquer que " beaucoup d'espèces participant à la végétation colonisatrice des jachères et des recrûs forestiers, voire même des forêts secondaires, sont typiquement originaires des groupements forestiers ripicoles ". Dans ce cas, les deux types d'habitats occupés sont de nature azonale mais celui que l'on suppose être l'habitat d'origine est celui de nature climacique et on explique généralement la transgression de ces espèces des forêts hydromorphes vers les forêts secondaires par leur caractère majoritairement ornithochore, c'est-à-dire disséminé par les oiseaux dont la prédilection pour les habitats ouverts tels que les forêts riveraines et les chablis est bien connue (BLANC 2002, SCHNELL 1976).

Dans le cas des espèces transgressives des forêts semi-décidues (que nous avons déjà explicité au chapitre I.5.2.4), et de manière générale, dans tous les cas combinant un type zonal et un type azonale, il semble logique de considérer l'habitat zonal comme étant celui d'origine.

Citons encore comme exemples les espèces climaciques de l'étage montagnard sec dont de petites populations satellites sont retrouvées dans des habitats secondaires (souvent un peu hydromorphes) de basse et moyenne altitudes (*Schefflera barteri*, Araliacée) ou dont des populations reliques semblent se maintenir péniblement sur certains inselbergs: *Podocarpus latifolius* (Podocarpacee), *Olea capensis* (Oléacée), *Rapanea melanophloeos* (Myrsinacée), etc. (PARMENTIER & MALEY 2001). L'interprétation de ces modes de répartition inhabituels par des phénomènes de transport de graines à grande distance par certains oiseaux afromontagnards (certains pigeons notamment) a été remise en doute maintes fois par plusieurs auteurs (SCHNELL 1970) et nous préférons l'hypothèse d'un maintien relictuel à la faveur d'une hygrométrie régulière due au réservoir d'eau à la base de l'inselberg et par le maintien d'une végétation ouverte en rapport avec la profondeur du sol. D'autres cas, assez rares, s'avèrent encore plus complexes: il existe des espèces typiquement submontagnardes (principalement de sous-bois) qu'on retrouve parfois comme espèces tout aussi typiques des forêts denses de fonds de vallée sous-jacentes (c'est-à-dire absentes ailleurs). Dans cet exemple l'ambiance humide du sous-bois d'une forêt submontagnarde n'est pas très différente du sous-bois humide d'un fond de vallée à basse altitude.

I.5.5.5 Comment interpréter des groupes tels que celui " des forêts semi-décidues " ?

Les espèces typiques des forêts semi-décidues sont pour la plupart des espèces dites transgressives qui se retrouvent comme espèces cicatricielles durables en forêts denses sempervirentes. Si on suit le principe de caractérisation des groupes écologiques, ces espèces entreront dans le groupe des espèces " [sédentaires] des [strates supérieures], " de " [forêt haute] " de " [basse et moyenne altitudes], " sur " [sol bien drainé], [non soumis à l'influence des marées], " sur " [substrat non principalement rocheux], [non contaminé aux métaux lourds], [de richesse moyenne] et à [texture normale], c'est-à-dire exactement dans le même groupe écologique que les espèces typiques de forêts sempervirentes standard (non azonales), et ce parce que nous avons défini un groupe écologique comme n'incluant aucun aspect de variation zonale autre que les grands types de formations végétales. La différence entre ces deux types d'espèces ne se fait donc pas au niveau du groupe écologique mais bien au niveau du type chorologique. Le premier groupe sera de la zone périphérique (GCp) à populations transgressives (Tran), tandis que le second sera endémique (End) de la région guinéo-congolaise (GC). Dès lors, si on combine les catégories chorologiques ([GCp], [Tran]) avec les catégories écologiques, on obtient une nouvelle nuance de groupe écologique qui se

rapproche de la définition que nous donnions aux groupes socioécologiques et qu'on pourrait nommer des groupes choroécologiques (partageant la même phytochorie et la même écologie mais ne vivant pas nécessairement ensemble):

-groupe des espèces [climaciques]₀ des [strates supérieures]₁, " de " []₂ " de " []₃, " sur " []₄, []₅, " sur " []₆, []₇, []₈ et à []₉, [Tran] des régions [GCp]

1.5.5.6 **Comment gérer le manque de données écologiques en milieux tropicaux ?**

Comment parvient-on, en pratique, à définir le type de végétation pour une localité donnée ? Comment identifie-t-on le groupe écologique auquel se rattache une espèce ? La démarche est quelque peu circulaire puisqu'un type de végétation d'une station donnée peut se définir sur base de son spectre des groupes écologiques majeurs et que ces derniers sont eux-mêmes définis sur base des stations occupées.

Certaines études taxonomiques approfondies, les commentaires de botanistes expérimentés, des études phytosociologiques locales telles que la nôtre, etc., permettent de cerner relativement bien l'amplitude écologique d'une série d'espèces à exigences écologiques relativement marquées, et donc d'identifier de manière fiable des marqueurs de types de végétation.

D'autre part, l'identification du type de végétation pour des stations à caractère écologique très tranché est chose aisée même pour un botaniste non expérimenté: si on se trouve dans une forêt dense, très humide, dans une cuvette, avec des arbres à pneumatophores, etc., il ne fait aucun doute, même sans connaître le spectre des groupes écologiques, que l'on se trouve dans une forêt marécageuse. Les définitions physionomico-écologiques exprimées au *Tab.14* ne posent de problème que pour les stations à caractère intermédiaire.

Que ce soit à l'aide de marqueurs floristiques (quand on dispose de suffisamment de données de présence d'espèces clés ou de groupes écologiques) ou d'évidences physionomico-écologiques, on peut donc compter sur une série de stations dont le type de végétation général (tel que nous l'avons défini) est connu. Bien souvent ces mêmes stations ont fait l'objet de bien d'autres observations ou de collectes d'espèces moins bien connues et pour lesquelles il est alors possible de dresser un spectre des types d'habitats occupés, faisant la synthèse de données de sources variées. Parmi ces espèces, certaines se montreront préférentielles pour certains types de végétation et viendront dès lors se rajouter aux groupes écologiques correspondants.

Tout comme pour les phytochories, il est possible de déterminer la fidélité (ou degré d'endémisme écologique) d'une espèce au type de végétation qu'elle affectionne le plus. De la même manière que certaines espèces ont une amplitude chorologique plus grande que d'autres, certaines espèces ont une amplitude écologique plus grande que d'autres. Certaines, par exemple, se complaisent tout aussi bien en forêt submontagnarde qu'en forêt montagnarde hygrophile et peuvent donc être considérées comme espèces de liaison. Une espèce présente dans plus de 2 étages voisins sera considérée comme étant à large amplitude écologique.

Cette connaissance plus fine des groupes écologiques permettra une connaissance plus fine du type de végétation pour certaines stations, et donc pour les espèces écologiquement méconnues qui s'y trouvent. Cette démarche cyclique permet de progresser dans la connaissance des stations et des groupes écologiques, et par conséquent dans la connaissance des unités phytogéographiques. Elle est bien entendu ouverte aux critiques mais elle représente, selon nous, la meilleure solution en attendant de disposer d'études fouillées dans tous les groupes taxonomiques.

Il est aussi nécessaire d'envisager un système standardisé de collecte des données sur le terrain de type Cybertracker (surtout développé en Afrique pour le suivi de la faune, FROMENT & AVELING 2002) pour faire face au problème des innombrables chercheurs qui se limitent à une prise de données minimale, se résumant parfois au pays et n'allant bien souvent pas plus loin que le département.

1.5.6 LIEN ENTRE LES COMPARTIMENTS ET LES CLASSIFICATIONS

Les deux principaux compartiments distingués au sein du monde vivant sont en premier lieu la faune et la flore. Ensuite bon nombre de travaux se concentrent soit sur un groupe taxonomique bien défini (groupes monophylétiques, groupes traités dans une monographie, fougères, bryophytes, lichens, etc.), soit sur un type biologique (certains ne s'intéressent qu'aux lianes), soit une strate (arborescente, arbustive, sous-bois, parfois arbres à diamètre > 10 cm), etc.

Bien sûr, tous ces groupes diffèrent par leurs aptitudes à la dispersion, leurs possibilités de réponse à l'environnement, la stabilité écologique de leur environnement, etc., et par conséquent les classifications semblent aussi variées que les groupes. On trouve un grand nombre d'exemples illustratifs au sein des travaux menés dans la région Wallacéenne (îles entre l'Asie et l'Australie), notamment quant aux différences entre territoires fauniques et floristiques. VAN STEENIS (1935) a montré que le détroit des îles de la Sonde, séparant Sumatra de Java, constituait une frontière phytogéographique pour les plantes de basse et moyenne altitudes mais que cette frontière était insignifiante pour les plantes montagnardes, à mode de dissémination davantage anémochore. Par conséquent, le tracé des limites phytogéographiques devient excessivement problématique.

De telles différences d'affinités phytogéographiques entre étages altitudinaux ont par ailleurs été reportées dans d'autres situations telles que sur les îles Hawai'i (MEDEIROS & LOOPE 1994, p.33) où la flore de basse et moyenne altitudes est typiquement d'origine SO-Pacifique alors que dans le climat plus froid de l'étage alpin du Haleakalā (Maui), au contraire, la plupart des espèces natives trouvent leurs ancêtres les plus proches aux Amériques, où les étages d'altitude élevée sont plus fréquents.

Même le type de milieu a son importance: les classifications phytogéographiques ont de grandes chances de varier selon qu'on se base sur des types zonaux ou sur des types azonaux, et selon la nature même du type azonal. On peut expliquer cela par le fait que ces différents habitats se composent d'espèces à stratégie de vie différente (liée à la nature écologique de l'habitat, à sa distribution et à son histoire): par exemple, il est bien connu que les habitats afroalpins sont davantage peuplés d'espèces à forte dispersabilité par rapport aux habitats sous-jacents (cette remarque vaut pour la plupart des habitats ouverts). Ces différences sont d'ailleurs à l'origine d'une discipline distincte en biogéographie, à savoir la biogéographie des îles (MACARTHUR & WILSON 1967).

D'autre part, il faut être prudent avec ces notions d'azonalité. Par exemple, en Afrique, bien que l'habitat montagnard soit aujourd'hui réfugié sur les montagnes, dispersées comme autant d'îles dans un océan de forêts de plaine, on sait qu'au dernier maximum glaciaire, la situation a pu être inversée. Les habitats montagnards auraient alors pu couvrir de plus vastes territoires tandis que les forêts de plaines se seraient réfugiées dans les fonds de vallées et versants exposés aux brumes, formant à leur tour un habitat insularisé. Par ailleurs, des massifs forestiers hydromorphes peuvent parfois couvrir de si vastes territoires, notamment dans le bassin du Congo et de l'Amazone, que leur nature azonale n'apparaît plus du tout aussi évidente. C'est ce genre de réflexion qui amènent LEIGH & al. (2002) à ne plus parler d'habitats zonaux et azonaux mais plutôt d'habitats fragmentés ou pas (HILL & CURRAN 2003, KELLMAN & al. 1998).

En fait, chacun des compartiments (taxonomiques et autres), tout comme chacune des nombreuses méthodes récemment développées en biogéographie historique (cf. chapitre I.5.2.1), nous apportent des éléments d'information sur l'histoire des flores et végétations. Parfois ces indices se recoupent, parfois ils apportent des informations complémentaires. Il ne s'agit donc pas de faire un choix ! Chacune des classifications réalisables n'est finalement qu'un outil pour émettre des hypothèses. Il convient seulement de faire des choix quant aux modalités de réalisation de telles classifications (cf. chapitre précédent). DESCOINGS (1976, p.96), nous rappelle que pour Fosberg, il est nécessaire d'envisager des classifications nombreuses et chacune adaptée à une problématique précise.

I.5.7 LE PROBLÈME DES LIMITES ENTRE ENSEMBLES PHYTOGÉOGRAPHIQUES OU PHYTOSOCIOLOGIQUES

La distinction de classes de végétation le long de gradients environnementaux implique forcément l'existence d'intermédiaires. Plus un gradient environnemental est concentré géographiquement, plus claire sera la frontière entre les communautés végétales voisines. Les limites entre étages altitudinaux sont par exemple moins marquées sur les montagnes dont les flancs sont relativement peu pentus (par exemple pour la transition entre l'étage montagnard supérieur et l'étage subalpin, sur certaines parties hautes et moins pentues de la dorsale camerounaise).

Un type de végétation intermédiaire, ou zone de transition, peut se définir comme une unité de végétation présentant une très faible originalité par rapport aux zones voisines, situées de part et d'autre de la zone de transition sur le gradient environnemental considéré. A l'échelle des phytochories régionales, WHITE (1979) définissait une zone de transition comme étant une zone à faible endémisme (cf. chapitre I.5.2.1). Ce dernier insiste d'ailleurs lourdement sur l'importance de ces zones de transition pour définir correctement les zones d'endémisme.

Par définition, une zone de transition partage donc une proportion de ses taxons avec chacune des zones voisines. Elle ne peut donc être classée objectivement dans aucune des deux classes auxquelles appartiennent ces zones voisines. C'est pourquoi ceux qui accordent de l'importance aux zones de transition rejettent généralement l'idée d'une classification hiérarchique. C'est le cas de WHITE (1979) ou encore des partisans du continuum en phytosociologie (Brown, Curtis, Whittaker, in TANGHE 1999). Certains phytosociologues ne classent plus les relevés en associations rigides mais rassemblent toutefois les espèces en groupes écologiques. Ils voient alors les communautés végétales comme autant de combinaisons uniques, définies selon leur proportion des différents groupes écologiques. Cette façon d'envisager les communautés végétales débouche d'ailleurs sur la réalité du continuum (TANGHE, comm.pers.). A une échelle géographique plus vaste, on peut d'une manière analogue décrire une phytochorie par son spectre des différents éléments chorologiques. KIER & BARTHOLOTT (2001) proposent même une méthode permettant de tenir compte de manière quantitative du degré d'endémisme des espèces de ces différents éléments chorologiques.

Plusieurs types de végétation ou zones géographiques sont souvent considérées comme des types de transition: forêt submontagnarde, forêt à tendance hydromorphe, forêt à influence littorale, forêts de l'intervalle de la Cross river, etc.

I.5.8 CONCLUSIONS SUR LES CLASSIFICATIONS PHYTOGÉOGRAPHIQUES

Nous avons vu que les classifications phytogéographiques ont été établies de manière diverse et variée et qu'il était possible de dégager un certain nombre de critères précis utilisés au travers de celles-ci. Nous avons ensuite insisté sur l'importance de la hiérarchie et de l'échelle

géographique en faisant le lien conceptuel entre phytogéographie et phytosociologie. Enfin nous sommes arrivés à la conclusion que l'intégration de ces deux disciplines pouvait se faire par l'élargissement du concept des classifications ouvertes tel que présenté par DESCOINGS (1976), c'est-à-dire qu'on s'appuie sur les éléments recueillis de classifications agglomératives (du local au régional, en phytosociologie) pour améliorer un système de classification divisive (du global au régional, en phytogéographie).

Pour toute espèce, on tente d'identifier son type chorologique (selon une classification zonale que nous allons donc tester, cf. chapitre II.4.2) et son endémisme par rapport à celui-ci. Ceci permet de dresser le spectre des éléments chorologiques d'une région donnée mais la particularité est de calculer ce spectre en utilisant uniquement les espèces non azonales, d'une part, ou azonales pour un seul facteur, d'autre part, ce qui implique de filtrer les espèces par "groupes écologiques". Ces groupes écologiques sont déterminés par la combinaison des affinités aux différents facteurs d'azonalité avec la physionomie générale de l'habitat. Ceci permet de comparer une région très dégradée par l'homme avec une région peu touchée, en supprimant le groupe des espèces de forêts secondarisées.

L'autre solution envisagée est de filtrer les stations plutôt que les espèces. Comme pour les espèces, il est possible d'identifier le type d'habitat d'une station par combinaison de la physionomie générale de sa végétation avec les principaux facteurs sources d'azonalité. En pratique cette opération est rendue possible soit par la description détaillée par le collecteur ou le scientifique ayant étudié la zone en détail, soit par une connaissance suffisante des espèces clés signalées. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de filtrer les espèces: on fait des comparaisons entre régions en ne considérant que des stations comparables (homologues) entre elles. On peut toutefois filtrer les espèces par ensembles structuraux si toutes les données sources ne sont pas basées sur les mêmes strates.

On peut encore analyser les données de façon analogue à la manière de procéder à l'échelle locale, en phytosociologie. En effet, en phytosociologie, on définit d'abord un certain nombre de situations homogènes par rapport aux gradients majeurs (par exemple dans la présente étude: forêts littorales, orientales, submontagnardes, influences hydromorphes, etc.) qu'on inventorie alors séparément et, par après, on recherche les liens (écologiques et autres) entre celles-ci. On peut donc, de la même manière, ne pas faire spécialement des analyses type par type (comme nous venons de le suggérer plus haut) mais plutôt faire une analyse avec toutes les données en traitant chaque région comparée non pas comme un seul lot de données, contenant plusieurs influences azonales, mais comme plusieurs "relevés" correspondant chacun aux différentes influences. On aura par exemple les "relevés" des espèces secondaires du secteur bas-guinéen atlantique, celui des espèces submontagnardes de ce même secteur, etc., celui des espèces secondaires du secteur bas-guinéen continental, celui des espèces submontagnardes de ce dernier secteur, etc., comme autant de communautés végétales à comparer les unes aux autres dans une analyse commune. Si on calcule les distances floristiques par exemple (Sorensen, etc.), on mettra peut-être en évidence les principales branches du dendrogramme de ressemblance (entre communautés végétales) en rapport avec les principaux facteurs d'azonalité (secondaire, submontagnard, etc.) et les ramifications en rapport avec les variations zonales des types azonaux.

Dans la présente étude, nous développerons plus avant ces réflexions méthodologiques en appliquant les principes exposés au cas d'une étude des variations zonales d'un type d'habitat azonal particulier, à savoir les forêts submontagnardes, en relation avec les principaux types zonaux connus d'après la littérature.

1.6 Les types forestiers tropicaux d'altitude

Depuis les premières explorations du XIX^{ème} siècle sur les hautes montagnes d'Afrique, les régions montagneuses ont toujours fasciné les naturalistes de par le monde et par conséquent la littérature est abondante sur ce sujet. Toutefois, la flore de ces régions commence à peine à être mieux connue. D'une part, celle-ci a surtout été étudiée depuis le début du XX^{ème} siècle alors que la flore des plaines d'Afrique tropicale l'est depuis le milieu du XVIII^{ème} siècle. D'autre part, l'isolement des massifs montagneux va de pair avec l'isolement des botanistes qui les étudient, ce qui a grandement contribué à un certain désordre taxonomique dans les flores montagnardes, avec bon nombre d'espèces décrites plusieurs fois sous des noms différents (BOUGHEY 1955b).

Dans un premier temps, ce sont surtout les végétations herbacées et arbustives des plus hauts sommets qui ont attiré l'attention (étages alpin et subalpin). Premièrement parce qu'on s'intéresse toujours en premier aux contrastes les plus marqués, aux choses les plus rares et les plus spectaculaires, mais aussi sans doute parce que la présence inattendue d'espèces à affinité tempérée, très familières aux botanistes européens, posait une question d'ordre phytogéographique absolument passionnante et faisant d'ailleurs toujours l'objet de nombreux débats. Il y a aussi bien sûr les cas de gigantisme observés sur ces îlots d'altitude comme les Sénéçons et *Lobelia* arborescents en Afrique centrale, les *Espeletia* et autres *Puya* dans les Andes ou encore les Sabres d'argent (*Argyroxiphium sandwicense*) aux îles Hawai'i, toutes de la famille des Astéracées mis à part les *Puya* (Broméliacées) et les *Lobelia* (Lobéliacées).

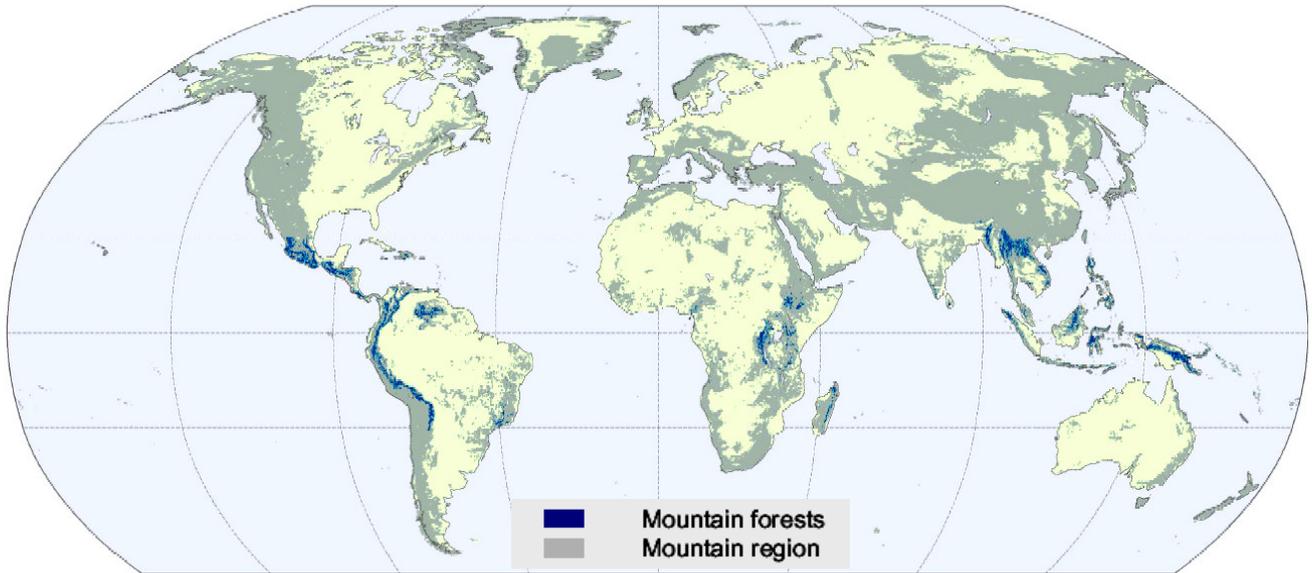
Depuis maintenant une vingtaine d'années, les forêts de montagnes, sous-jacentes à cet étage majoritairement herbacé des sommets, font l'objet d'un intérêt sans cesse croissant. On savait déjà depuis longtemps que celles-ci présentaient des caractéristiques elles aussi tout à fait exceptionnelles et notamment une très importante diversité, en partie due aux nombreuses espèces d'épiphytes, caractérisée par un très haut taux d'endémisme. Ces forêts jouent par ailleurs un rôle important dans l'approvisionnement en eau de certaines régions et constituent l'habitat de nombreuses espèces animales rares (BRUIJNZEEL & HAMILTON 2000), dont le gorille des montagnes en Afrique.

Mais ce n'est que récemment donc qu'on a réalisé à quel point ces forêts étaient menacées par les activités humaines, de manière directe mais aussi indirecte en raison des prévisions quant au réchauffement climatique (BUSH 2002).

Cet intérêt croissant fut marqué en 1993 par l'organisation d'un Congrès international entièrement consacré aux forêts de nuages, tenu à Puerto Rico (HAMILTON & al. 1995). Il donna lieu à la création de plusieurs groupes de recherche, tels que le Tropical Montane Cloud Forest Initiative (TMCF), encadrés par le programme des Nations Unies pour la conservation de l'environnement (UNEP-WCMC). C'est ainsi par exemple que fut réalisée une carte de distribution potentielle des forêts montagnardes du globe (Fig.21) en se basant sur la réunion de plusieurs critères: présence de forêts (par données satellitaires), altitude comprise entre 1000 et 3500m et pente supérieure à une certaine valeur (HANSEN & al. 2000).

En Afrique, les forêts de montagne sont essentiellement concentrées dans l'Est du continent. Au cours de ce chapitre, nous présenterons dans un premier temps les principales régions montagneuses en Afrique en rapport avec les principaux chercheurs qui les ont étudiées en particulier. Ensuite nous tenterons de faire notre propre synthèse de la description de l'étagement de la végétation.

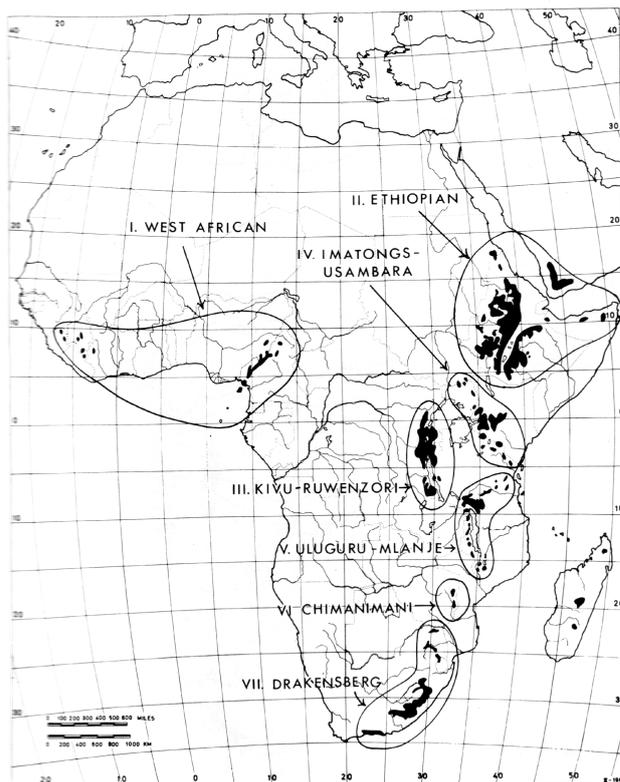
Fig.21 Distribution mondiale des forêts tropicales (et subtropicales) humides de montagne entre 1000 et 3500m d'altitude, d'après HANSEN & al. (2000) sur base des données de l'UNEP-WCMC (United Nations Environment Programme-World Conservation Monitoring Centre).



I.6.1 DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE DES RÉGIONS MONTAGNEUSES EN AFRIQUE

Les scientifiques qui se sont intéressés aux régions montagneuses d'Afrique ont bien souvent commencé par classer celles-ci d'un point de vue géographique, en ensembles et sous-ensembles. La plupart des auteurs distinguent généralement 2 principaux ensembles: d'une part les hautes montagnes d'Afrique de l'Est et du Sud, d'autre part les massifs d'Afrique de l'Ouest. WHITE, dans sa synthèse de 1978a sur la région afro-montagnarde, définit 7 "systèmes montagnards régionaux" (Fig.22). Les 6 premiers systèmes s'étalent depuis l'Ethiopie jusqu'à l'Afrique du Sud, tandis que le dernier inclut l'ensemble des massifs ouest-africains. Nous insistons sur le fait, trop souvent ignoré, que les systèmes définis par WHITE le sont sur une base purement géographique (WHITE 1978a). Il s'agit d'une classification des principaux massifs montagneux en groupes de sommets plus ou moins séparés les uns des autres par des zones globalement plus basses.

Fig.22 Systèmes montagnards régionaux définis par White (1978) pour l'Afrique tropicale.



MORTON (1972), dans son étude détaillée du système ouest-africain, distingue lui-même 4 "systèmes" sur une base tout aussi géographique que WHITE:

- le système camerounais (mont Cameroun, Bioko, chaînes de

l'Adamawa et de Mandara, plateau du Bautchi et certains sommets isolés tels que les collines d'Idanre, au centre-sud du Nigeria) ;

-le système du Togoland (depuis les monts Togo et Agou jusqu'à leur extension Nord dans le massif d'Atakora, et vers l'est dans les collines du Shai et la chaîne d'Atewa, MORTON 1961) ;

-le système guinéen (dorsale du Fouta Djalou et dorsale Loma-Man) ;

-le système des îles océaniques de São Tomé et Príncipe.

Deux problèmes se posent dans les classifications présentées. Premièrement, certains massifs n'y sont pas repris bien que l'étage montagnard y soit développé. C'est le cas notamment du grand escarpement angolo-namibien. De même, les massifs centraux sahariens possèdent des reliques de groupements montagnards mais ne sont pas évoqués. On se rappelle en effet que White a parfois hésité à inclure certains massifs, par exemple le Drakensberg (GRIMSHAW 2001). Deuxièmement, les massifs d'Afrique centrale atlantique situés au sud du Cameroun, d'altitude moindre, ne sont pas envisagés par les deux auteurs cités pour la raison qu'on n'y trouve guère qu'une végétation submontagnarde, que ces derniers préfèrent rattacher aux types de basse et moyenne altitudes. Mais dans cette logique, il ne faudrait garder du système ouest-africain que la dorsale camerounaise puisque dans les dorsales guinéennes occidentales, le Togoland ou encore Príncipe (toutes d'altitude inférieure, dépassant à peine les 1000m), les communautés montagnardes ne représentent qu'un élément marginal principalement dispersé sur les crêtes rocheuses, dans les zones dégradées et sur sols superficiels. Rajoutons que, d'une part, ces groupements montagnards marginaux se retrouvent en position similaire (marginale), bien que plus rares, sur les crêtes et massifs du sud du Cameroun au Nord de l'Angola, en passant par la Guinée Equatoriale et le Gabon (LETOUZEY 1968, PARMENTIER & MALEY 2001). D'autre part, étant donné le manque de certitudes sur le statut des forêts submontagnardes par rapport aux forêts montagnardes, il nous semble utile d'élargir la classification à toutes les zones d'altitude pour lesquelles une végétation au moins submontagnarde est signalée.

La synthèse proposée ci-dessous s'inscrit dans la continuité de celle de WHITE (1978a), c'est-à-dire sur une base purement géographique. Elle tient compte des auteurs précités, d'autres travaux de référence tels que ceux de SCHNELL (1977) et de HEDBERG (1951) ainsi que de travaux purement géographiques (WAUTHY 1983) et met l'accent sur l'Afrique centrale atlantique, au centre de nos préoccupations. Parmi les autres documents traitant des aspects montagnards à l'échelle de l'Afrique ou au-delà citons encore BOUGHEY (1955b, 1965), GRIMSHAW (2001), LOVETT & WASSER (1993), WHITE (1983a), TROCHAIN (1980, p.380)

Tab.17 Classification géographique hiérarchisée des principaux massifs montagneux d'Afrique. Les références bibliographiques en italiques n'ont été consultées que de manière indirecte au travers d'autres travaux. Les noms donnés aux différents niveaux hiérarchiques (ensembles, systèmes, districts et massifs montagneux) n'ont rien de plus qu'une valeur pratique.

1. Afrique basse, occidentale et centrale	Références
1.1. Dorsales zonales et bastions (Ensemble) = West-African System de White (1978a)	Morton (1961, 1972), Thomas & Achoundong (1994)
1.1.1. Dorsale Guinéenne (Système)	Schnell (1977)
1.1.1.1. Fouta Djalou (District)	
(1) massif du Fouta Djalou	Schnell (1977)
1.1.1.2. Dorsale Loma-Man (District)	Aké-Assi & Pócs (1983, Mt. Tonkoui)
(2) massif du mont Loma	Jaeger (1976, 1979, 1983)
(3) massif du Fon, Simandou et Ziama	Schnell (1977)

(4) massif du mont Nimba	Lamotte (1998), Schnell (1952b), Jaeger & Adam (1975)
(5) massif de Man	Schnell (1977)
1.1.1.3. Pocket Hill Peninsula (District)	
(6) Pocket Hill Peninsula	
1.1.2. West-African outliers (Système)	
1.1.2.1. Togoland (District)	Morton (1961, 1972)
(8) Atewa, Range	
(9) Shai, Hills	
(10) Togo et Agou, Monts	Akpagana (1992)
1.1.2.2. Idanre hills (District)	Richards (1957)
(11) Orosun Mountain	
1.1.3. Dorsale du plateau de Jos (Système)	
(12) Jos, Plateau	Hall (1971)
(13) Atlantika, Monts	
1.1.4. Dorsale Camerounaise (Système)	Letouzey (1968), Keay (1955), Tardieu-Blot & al. (1949)
1.1.4.1. Soudanian (District)	Hall (1971)
(14) Vogel Peak, Massif	Hepper (1965), Hall (1971)
(15) Adamawa, Massif	Letouzey (1968)
(16) Mambila, Plateau	Hepper (1966), Hall (1971), Sessions & Chapman (2003)
1.1.4.2. Guinean (District)	McKey (2000), Benl (1977)
(17) Oku, Mount (et Ijim Ridge)	Cheek & al. (2000)
(18) Mbepit, Massif du	Letouzey (1968)
(19) Obudu, Plateau	Hall (1971), Hall & Medler (1975), Comiskey & al. (2003)
(20) Bamboutos, Chaîne des (Massif de Bamenda)	Portère (1946, in Letouzey 1968)
(21) Bana, Massif du Mont	Letouzey (1968)
(22) Nantchéré, Colline	Letouzey (1968)
(23) Nta Ali, crêtes	Noumi (in prep., Kouoghap, au Sud de la dorsale)
(24) Manenguba Mount, Massif (Kupe et Nlonako)	Letouzey (1968)
(25) Oban, Massif de la région d'	Letouzey (1968)
(26) Korup N.P., Western Massif of	Newbery & Gartlan (1996), Thomas & al. (2003)
(27) Rumpi, Hills (Eastern Korup N.P.)	Letouzey (1968)
(28) Crêtes du SE de la dorsale Camerounaise	
(29) Cameroun, Mont (et Mont Etinde)	Hall (1973), Tchouto & al. (1999), Cable & Cheek (1998), Boughey (1955ab), Richards (1963)
(30) Bioko	Adams (1957), Monod (1960)
1.1.5. Iles océaniques (Système)	Monod (1960)
(31) Príncipe	
(32) São Tomé	Monod (1960)
1.1.6. Chaînes méridiennes des Monts de Cristal, du Chaillu et du Mayombe (Système)	
1.1.6.1. Chaînes atlantiques (District)	Christy & al. (2003, p.53)
(33) Crêtes de la façade atlantique du Sud-Cameroun	
(34) Campo-Ma'an, massifs de Lolodorf	Tchouto (2004), Van Gemerden & Hazeu (1999, p.62)
(35) Alén et Mitra, Monts de	
(36) Cristal, Monts de	Obiang (2003)
(42) Koumounabwali-Tchimbele, Massifs des régions de	
1.1.6.2. Massif du Chaillu (District)	Christy & al. (2003, p.53)
(37) Massifs de l'Ogooué-Ivindo (Lopé, Casque, Abeilles)	
(38) Chaillu, Massif du	White & Abernethy (1996, p.212, la Lopé)
(39) Chaillu, Massif du (extension congolo-angolaise)	Airy Shaw (1947)
(40) Massifs de l'intérieur du Bas-Zaïre	

1.1.6.3. Chaînes atlantiques littorales (District)	Gillet & al. (2003ab)
(43) Massif du Kouilou et Bas-Zaïre	Lubini (1997), Dowsett-Lemaire (1991)
(44) Doudou, Massif des Monts	Sosef & al. (2004)
(45) Mayumba, Massifs de la région de	Gillet & al. (2003b), Pellegrin (1924)
1.1.6.4. Hauts plateaux continentaux du S de la Dorsale Camerounaise (District)	
(46) Crêtes du NE-Gabon (Bélinga etc.)	Hallé & al. (1967)
(48) Grand escarpement d'Odzala	
(49) Plateaux intérieurs camerounais (Cameroonian Interland)	Achoundong (1985), Noumi (1998)
(50) Plateaux intérieurs de Guinée Equatoriale et du Nord-Gabon	
(51) Collines basses de l'intérieur du Gabon	
1.1.7. Dorsale Oubanguienne (Système)	
(53) Bourrelet N cuvette congolaise	
1.2. Massifs centraux sahariens (Ensemble)	Schnell (1977)
1.2.1. Massifs centraux sahariens (Système)	
(65) Darfour	
(66) Hoggar	
(67) Tibesti	
2. Afrique haute, australe et orientale	
2.1. Méridional (Ensemble)	
2.1.1. Drakensberg (Système)	White (1978a)
(59) Drakensberg	Dupreez & Bredenkamp (1991), Dupreez & al. (1991)
2.1.2. Grand escarpement angolo-namibien (Système)	Airy Shaw (1947), Grandvaux Barbosa (1970)
(62) Massif N-Angolais	
(61) Grand escarpement angolo-namibien	
2.1.3. Chimanimani (Système)	Wild (1964) et Phipps & Goodier (1962), in White (1978a)
(58) Chimanimani	
2.1.4. Plateaux du haut Zambèze (Système)	
(57) Plateaux du haut Zambèze	
2.1.5. Hauts plateaux Angolais (Système)	
(63) Hauts plateaux Angolais	
2.1.6. Damaraland et Namaqualand (Système)	
(60) Damaraland et Namaqualand	
2.1.7. Hauts plateaux tabulaires bordant le S de la cuvette congolaise (Système)	
(64) Bourrelet S cuvette congolaise	
2.2. Oriental (Ensemble)	Hedberg (1951), Bussmann (2001)
2.2.1. Ethiopien (Système)	Lovett & Friis (1996), Friis & Mesfin Tadesse (1990), Lovett & Wasser 1993)
(52) Ethiopien	Friis & Lawesson (1993)
2.2.2. Imatongs-Usambara (Système)	Hemp (2002), Lovett (1993), Huang & al. (2003), Hitimana & al. (2004), Mathooko & Kariuki (2000)
(55) Imatongs-Usambara	Grimshaw (2001), Lovett & Friis (1996), Lovett & Thomas (1988, N-Nguru)
2.2.3. Kivu-Ruwenzori (Système)	Lebrun (1935), Hamilton (1975), Eilu & al. (2004), Lejju (2004), Snowden (1933), Lebrun (1960ab), Pierlot (1966)
(54) Kivu-Ruwenzori	Hashimoto & al. (1999, Kalinzu), Poulsen (1997), Poulsen & al. (2005), Habiyaemye (1997), Habiyaemye & Lejoly (1994), Plumptre & al. (2002, 2003)
2.2.4. Uluguru-Mlange (Système)	Chapman & White (1970), Dowsett-Lemaire (1990)
(56) Uluguru-Mlange	Pócs (1976), Beard (1997)

Remarques sur la classification présentée:

La définition des " zones de montagnes " est couramment basée sur 2 critères: l'altitude et la pente (WAUTHY 1983, BRUIJZEEL & HAMILTON 2000). Les hauts plateaux à large étendue géographique, non découpés par des ravins et pentes fortes, sont ainsi généralement exclus. Certains des systèmes inclus dans notre classification, tels que les hauts plateaux du bouclier Sud-Africain, sont donc discutables. Toutefois, des populations montagnardes relictuelles ou satellites y subsistent tout comme sur les massifs centraux sahariens.

Cette classification peut servir de base à une série de comparaisons des différents éléments géographiques montagnards, à différentes échelles (ensemble, système, district orographiques), sur base de leur flore et de leur végétation (comparaisons étage par étage).

Parmi les autres références consultées et traitant de l'étagement en dehors de l'Afrique, on peut citer les plus intéressantes:

- GIODA & al. (1993) aux Canaries,
- JEFFREY (1968) aux Seychelles (étage submontagnard à *Northea*, Sapotaceae, *Cyathea*, *Pandanus*),
- SRI-NGERNYUANG & al. (2003), OHSAWA (1993), RICHARDS (1936) pour l'Asie,
- VAN STEENIS (1935), PENDRY & PROCTOR (1997), KITAYAMA (1992), PROCTOR & al. (1988), AIBA & al. (2004) pour la Malaisie,
- HAMANN & al. (1999) aux Philippines, -WEBB (1959) en Australie,
- MUELLER-DOMBOIS & FOSBERG (1998) pour la région polynésienne,
- CHURCHILL & al. (1993), SEIFRIZ (1943), ISAAC & BOURQUE (2001), BUSSMANN (2003), SAFFORD (1999), TABARELLI & MATOVANI (2000) en région néotropicale.

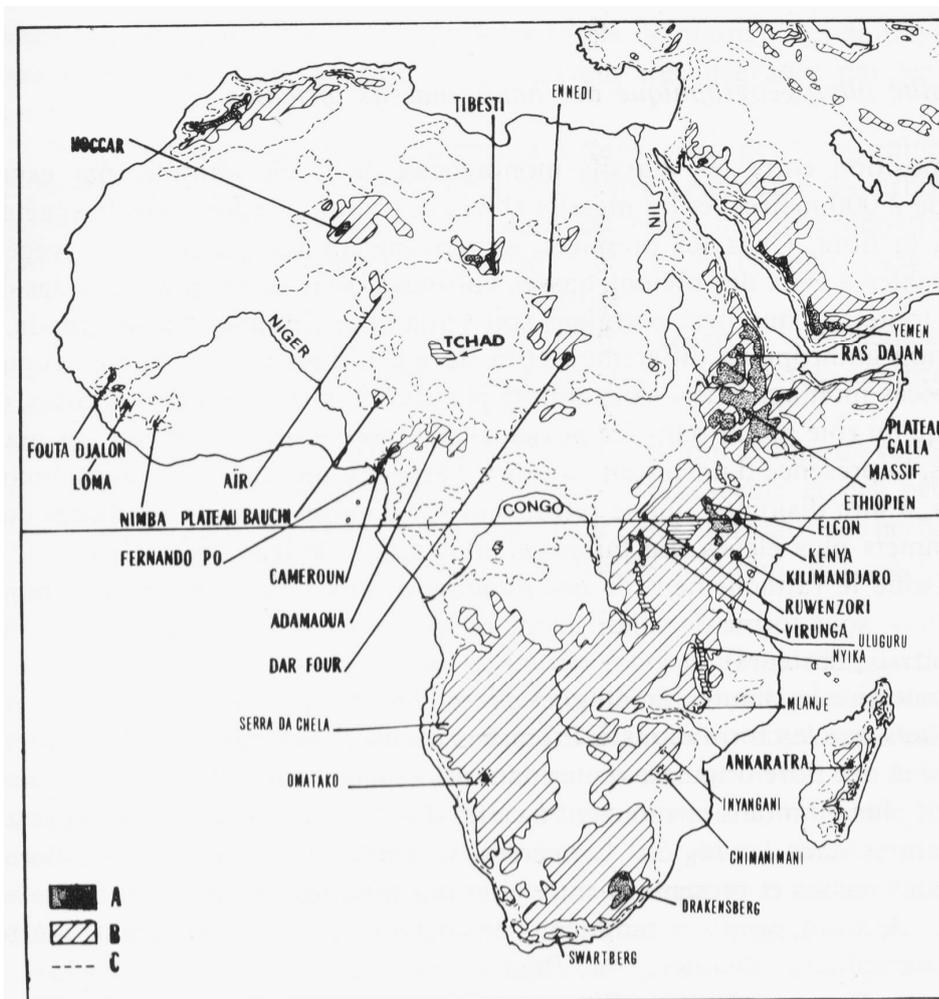


Fig.23 Principaux systèmes montagneux et emplacement des massifs les plus connus en Afrique tropicale (d'après SCHNELL 1977, p.91).

A-régions à plus de 2000m d'altitude.
B-régions à plus de 1000m d'altitude
C-courbe de niveau de 500m.

Le détail des massifs montagneux d'Afrique centrale atlantique est donné à la Fig.76.

I.6.2 LES ÉTAGES ALTITUDINAUX DE VÉGÉTATION EN MILIEU TROPICAL FORESTIER

Pourquoi donc avons-nous décidé de consacrer un chapitre à l'étagement de la végétation alors que nos inventaires ne dépassent pas les 1300m d'altitude et qu'ils ne représentent que deux étages de végétation ? Notre zone d'étude a comme particularité de contenir l'un des derniers massifs importants et parfaitement conservés de végétation submontagnarde sous un climat humide particulièrement propice à son développement (cf. IV.3). Nous avons donc pensé qu'à la lueur de nos observations (qui jusqu'ici manquaient dans les études africaines menées sur l'étagement), il était au moins possible de compléter les définitions des étages. Par ailleurs, nous avons déjà insisté sur le fait que pour décrire correctement notre étage submontagnard, il nous fallait absolument disposer d'observations sur les forêts denses des plaines sous-jacentes à celui-ci. Pour la même raison, il était bon de comparer nos observations de forêt submontagnarde avec l'étage qui vient après, montagnard, tel qu'il peut être observé le plus près possible de notre zone d'étude, au Mont Cameroun.

I.6.2.1 Introduction

Lorsqu'on s'intéresse aux végétations tropicales d'altitude en particulier (et aux végétations tropicales en général), il existe un certain nombre de travaux qui constituent un passage obligé et dont font partie les nombreux ouvrages de synthèse de SCHNELL. Pour ce qui est de l'étagement altitudinal, ce dernier (1976) a synthétisé l'essentiel des informations disponibles pour l'Afrique, massif par massif, en se basant sur les quelques tentatives de synthèses qui avaient déjà eu lieu avant (BOUGHEY 1955ab, HEDBERG 1951) et sur les nombreuses études plus localisées. Il présente par ailleurs un schéma général comparant l'étagement sur les hautes montagnes de par le monde, ce qui nous semble être une bonne introduction (*Fig.24*).

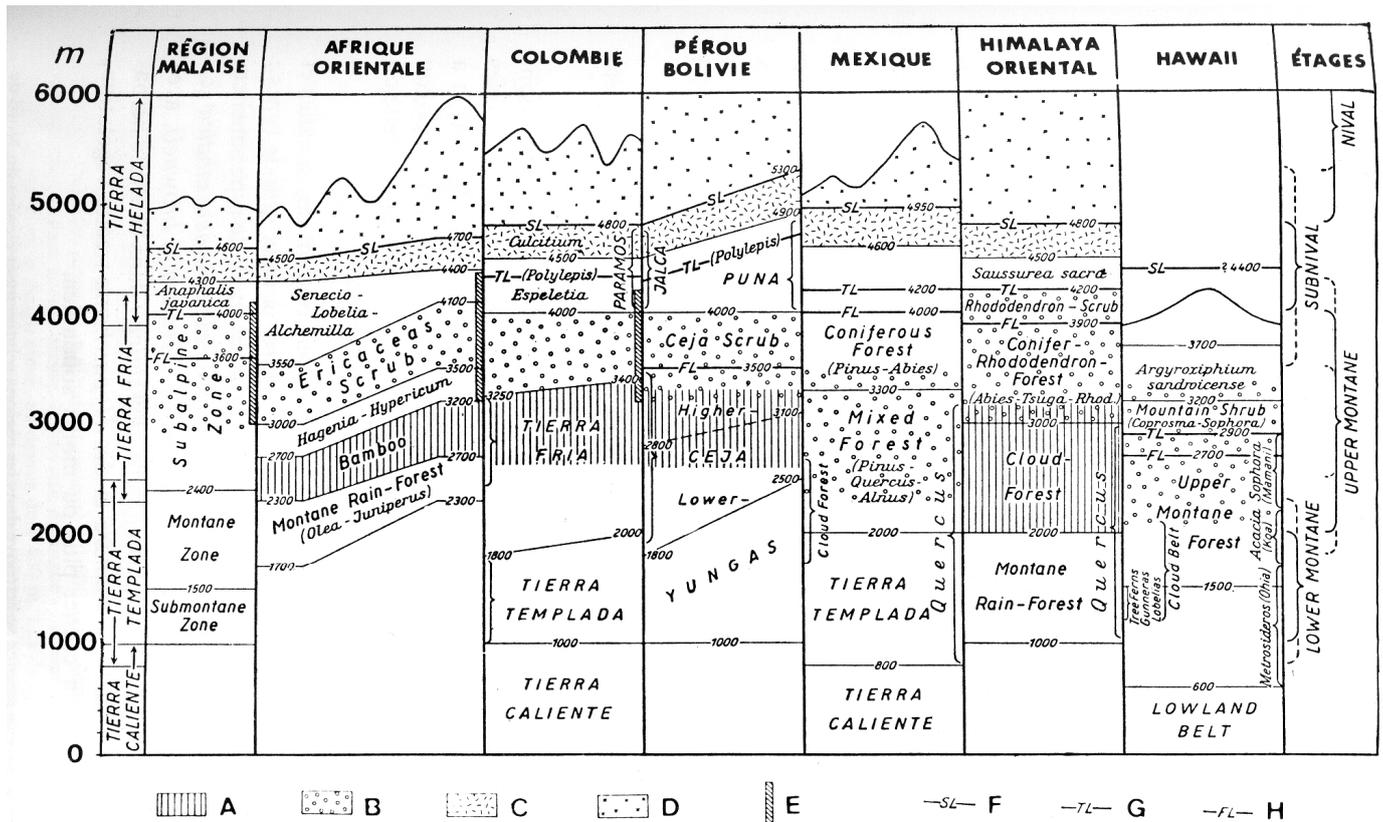
Plusieurs remarques ressortent d'emblée de la *Fig.24*. Bien qu'on retrouve une certaine homologie, parfois très forte, entre l'étagement sur les différents continents, il existe une grande variabilité dans la nomenclature des étages de végétation ainsi que sur les valeurs des intervalles. Par ailleurs les définitions utilisées pour des étages homologues (par exemple l'ericaceas scrub d'Afrique orientale et le ceja scrub du Pérou) sont elles aussi très variables et se basent tantôt sur des critères physiologiques (WEBB 1959), tantôt sur des critères phytosociologiques (LEBRUN 1960ab) et parfois sur base de critères phytogéographiques (affinités floristiques, WHITE 1978a) voire même conceptuels (étage n°1 = submontagnard, n°2 = ...).

Afin de mieux se rendre compte de cette variabilité, le mieux est de se concentrer sur une région beaucoup plus limitée et que l'on peut être à même de mieux cerner. Si on se concentre sur les principaux massifs montagneux d'Afrique centrale atlantique (dorsale camerounaise jusqu'au Mont Cameroun et Bioko), on se rend vite compte que la multitude des botanistes ayant essayé de définir l'étagement de la végétation ont bien souvent décrit des choses quelque peu différentes même au sein d'un même massif et sur le même flanc. Selon nous, la fréquence de ce type d'incohérences traduit un certain manque conceptuel sur la manière d'envisager les étages. Bien sûr il existe indéniablement une myriade de facteurs qui jouent sur le nombre d'étages et leur intervalle, mais il nous semble que certaines règles générales doivent pouvoir être dégagées. C'est un peu le même problème que celui de la définition des strates en forêt: certains y voient un continuum sans strates objectives tandis que d'autres définissent des strates sur base d'intervalles de hauteur qui varient entre types forestiers mais aussi entre botanistes pour un même type forestier. LEBRUN (1960ab) a par exemple montré qu'il existe un continuum d'espèces à amplitude altitudinale différente mais selon nous cet

apparent continuum (certes bien réel pour certaines espèces) peut en grande partie s'expliquer par des phénomènes de transgression d'un étage à l'autre à la faveur de compensations écologiques, soit édaphiques (sols rocheux, acides, etc.), soit dynamiques (chablis, voire notamment les espèces pionnières de liaison de WHITE 1978a). Dans le chapitre qui suit, nous avons tenté de rappeler et parfois de préciser les facteurs responsables de la variabilité de l'étagement de la végétation.

Fig.24 Etagement sur les hautes montagnes du monde tropical: synthèse de SCHNELL (1977, p.97) sur base des travaux de Van Steenis (région malaise), Hedberg (Afrique orientale), Cuatrecasas (Colombie), Weber-Bauer et Troll (Pérou et Bolivie), Troll & al. (Mexique), Schweinfurth (Himalaya oriental) et Engler & al. (Hawai'i).

A-étage des bambous, B-étage à Ericaceae, C-étage supérieur sub-désertique, D-neiges éternelles, E-étage à *Hypericum*, F-limite des neiges (snow line), G-limite des arbres (timber line ou tree line), H-limite supérieure de la forêt (forest line).

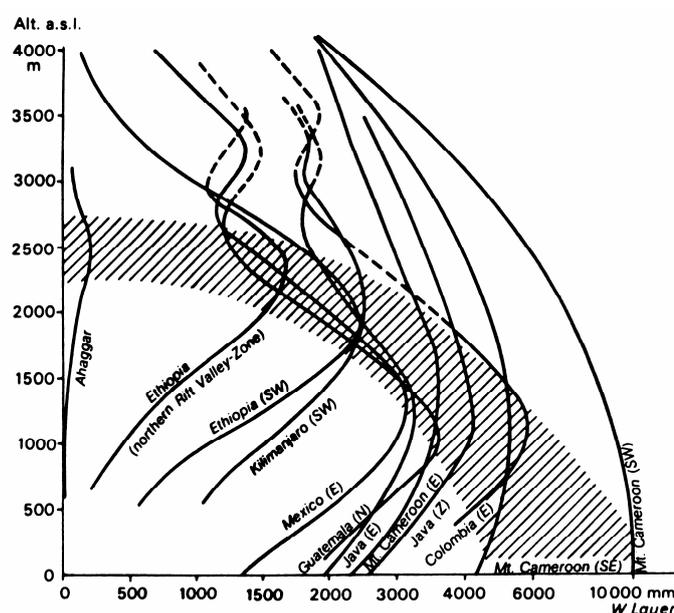


I.6.2.2 Problèmes liés à la reconnaissance des étages altitudinaux

Il est généralement admis que le principal facteur responsable de l'étagement est la température (BOUGHEY 1955ab, TROCHAIN 1980, p.375). Tant et si bien que plusieurs chercheurs ont défini les étages de végétation non seulement en termes d'intervalles d'altitude mais aussi en termes d'intervalles de température (VAN STEENIS 1935, BRUIJNZEEL & HAMILTON 2000, LIETH & WERGER 1989, Holdridge 1947 in ISAAC & BOURQUE 2001), en supposant que ces dernières représentaient une définition plus générale que l'altitude (pour laquelle les bornes varient justement d'une région plus chaude à une région plus froide). Pour BRUIJNZEEL & HAMILTON (2000), le passage de la forêt de plaine à la forêt submontagnarde (pour lesquelles il donne le terme assez mal choisi de " lower montane forest ") se fait lorsque la température moyenne descend en dessous des 18°C, ce qui selon les mêmes auteurs peut se produire à altitude plus élevée (vers 1200-1500m) sur les grands massifs continentaux.

Le deuxième critère généralement admis comme déterminant est le taux d'humidité de l'air (GRIMSHAW 2001). Pour deux régions à même température moyenne, plus l'air est humide, moins celui-ci devra s'élever pour atteindre l'altitude de condensation. Ce critère combiné au précédent explique pourquoi on peut observer des forêts submontagnardes à seulement 300-500m d'altitude sur les îles (JEFFREY 1968, aux Seychelles) ou en régions littorales (SOSEF & al. 2004). La Fig.25 montre que pour les régions plus sèches, la zone de maximum de pluviosité se situe à une altitude plus élevée que pour une région humide. Sous climat hyperhumide, cette zone peut même se trouver au niveau de la plaine.

Fig.25 Evolution des précipitations en fonction de l'altitude, pour des climats hyperhumides (Mont Cameroun) à secs. La zone de maximum de pluviosité est indiquée en hachuré. (tiré de LIETH & WERGER, 1989, p.31)

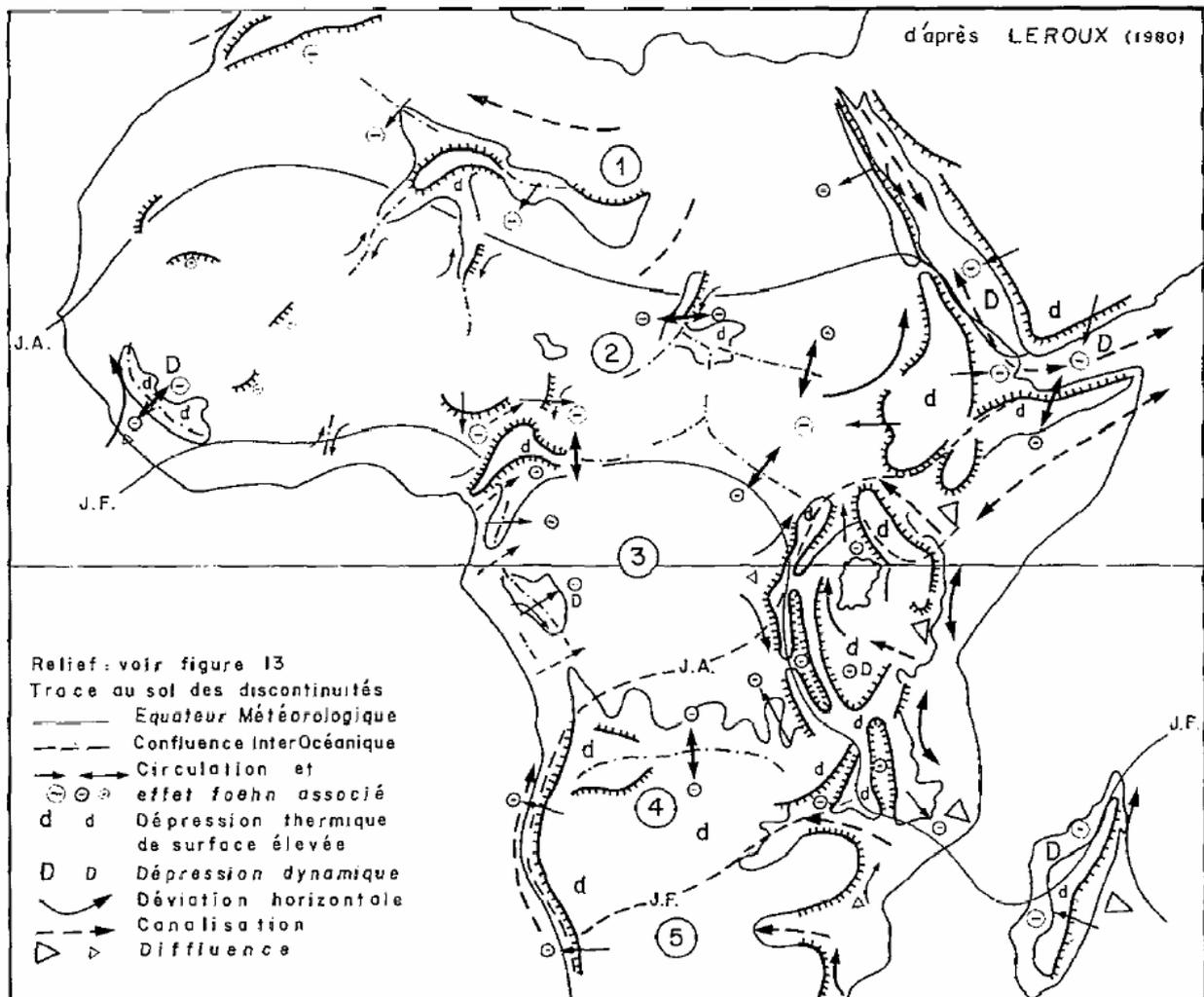


Distance à l'océan et effet de foehn

A mesure qu'on s'éloigne de l'océan, ou d'une source importante d'humidité en général (grands lacs, ...), l'air se décharge progressivement de son humidité et ce en particulier si sur son passage il rencontre des masses montagneuses. Pour les montagnes suffisamment massives, il peut même exister un important contraste de pluviosité et de persistance des brumes entre le versant exposé aux vents humides, qui capte l'essentiel des précipitations, et le versant sous le vent, plus sec (phénomène auquel on donne le nom d'effet de foehn). Par exemple au plateau du Vipya, la différenciation des étages est presque plus latérale qu'altitudinale (WHITE 1978a), c'est-à-dire que le versant au vent se caractérise par un seul étage jusqu'au sommet tandis que le versant sous le vent en a deux et dès lors en faisant le tour du massif, il est possible de passer d'un étage à l'autre sans monter ni descendre. Il est bien évident que dans de telles situations (relativement fréquentes en Afrique de l'Est, à climat plus sec), il devient particulièrement difficile de reconnaître les étages et plus encore de définir leur intervalle. Les principaux massifs montagneux, les vents dominants et les effets de foehn associés sont illustrés à la Fig.26, pour l'Afrique.

Pour les montagnes et crêtes proches de l'océan, la température des eaux de surface joue également un rôle important. Par exemple, dans le Sud du Gabon, au niveau des crêtes du Mayumbe, il existe un courant marin froid qui remonte les côtes depuis l'Angola. Celui-ci a pour conséquence un climat relativement moins pluvieux mais avec des formations de brumes à plus basse altitude sur les crêtes et massifs proches du littoral.

Fig.26 Principaux massifs montagneux en Afrique, avec les vents dominants et effet de foehn associé (WAUTHY 1983).



Effet d'élévation de masse

A distance égale de l'océan et à température similaire en plaine, les étages de végétation remontent à altitude supérieure pour une montagne plus massive. Ce phénomène, connu sous le nom d'effet d'élévation de masse, tient au fait qu'un massif montagneux avec une plus grande masse de terres contribue davantage au réchauffement de l'air et la température diminue donc moins vite avec l'altitude. Certains étages peuvent donc n'apparaître qu'à une altitude un peu supérieure à la normale et se développer plus haut que leur limite supérieure habituelle. Par ailleurs, ce phénomène entraîne l'abaissement de la bande de brumes et n'est donc pas favorable à l'élévation des étages hygrophiles (ASHTON 2003). D'après ASHTON (2003), ce phénomène peut aussi expliquer en partie la descente d'espèces microthermes (de l'étage montagnard supérieur et peut-être subalpin) vers des habitats particuliers de plaines (lowland heath forests et forêts marécageuses). En effet, sur les grands massifs, la plus grande masse de terres situées en altitude et non couverte de nuages entraîne des nuits froides à haute altitude et une plus grande masse d'air gelé qui semble-t-il peut occasionnellement redescendre en courants d'air gelé vers les plaines, ce que VAN STEENIS (1935) avait appelé la " microtherm theory ".

Macroclimat

Une des principales difficultés la plus souvent avancée pour expliquer les problèmes de définition d'étages concerne le fait que les chapelets de montagnes sont disséminés dans des régions à macroclimats différents et caractérisées par des formations végétales et des phytochories différentes (GRIMSHAW 2001, WHITE 1978a). En Afrique par exemple, l'archipel afromontagnard de WHITE est distribué sur plusieurs régions florales très différentes.

Deux chercheurs ont étudié plus en détail ces aspects, l'un depuis l'Asie du SE à l'Asie tempérée (OHSAWA 1993, Fig.27), l'autre depuis le nord de l'Australie à la Tasmanie (WEBB 1959). Bien que la figure présentée par WEBB (p.553) soit moins claire que celle d'OHSAWA, toutes les informations s'y trouvent pour recréer une figure similaire à celle de ce dernier. On constate que dans les deux cas, les intervalles des étages restent relativement peu variables (le peu de variabilité étant lié à des conditions locales) dans toute la bande tropicale. Au niveau de la zone subtropicale (entre 20 et 30° de latitude pour les deux auteurs), des changements rapides s'opèrent, sous forme de transition dans l'hémisphère nord¹⁰ et sous forme d'une interruption par les formations tropophiles pour l'hémisphère sud.

En zones tempérées, on retrouve alors dans la végétation de plaine quelque chose d'homologue, floristiquement et/ou physionomiquement, à ce qui constituait l'étage montagnard inférieur des régions tropicales (lower montane pour OHSAWA et SNVF, simple notophyll vine forest, pour WEBB). Le premier étage d'altitude, qu'OHSAWA qualifie de montagnard inférieur sur base de sa position relative par rapport aux formations de plaine, correspond quant à lui physionomiquement à ce qu'on appelait l'étage montagnard supérieur en zone tropicale (upper montane pour OHSAWA et MMF, microphyll mossy forest, pour WEBB) mais en diffère floristiquement par l'importance des résineux. En s'avancant encore vers les pôles, on finit par retrouver ces forêts microphylls comme constitutives de la végétation de plaine avec en altitude ce qui correspondait à l'étage subalpin des tropiques (MMT, microphyll mossy thicket, pour WEBB).

Notons au passage qu'OHSAWA n'a pas distingué l'étage submontagnard, qu'il a vraisemblablement inclus dans son étage montagnard inférieur. Quant à Webb, il y fait allusion sous le nom de SMVF, simple mesophyll vine forest, et montre qu'il disparaît à peut près en même temps que l'étage des forêts tropicales de plaine (MVF), vers 21-23° de latitude.

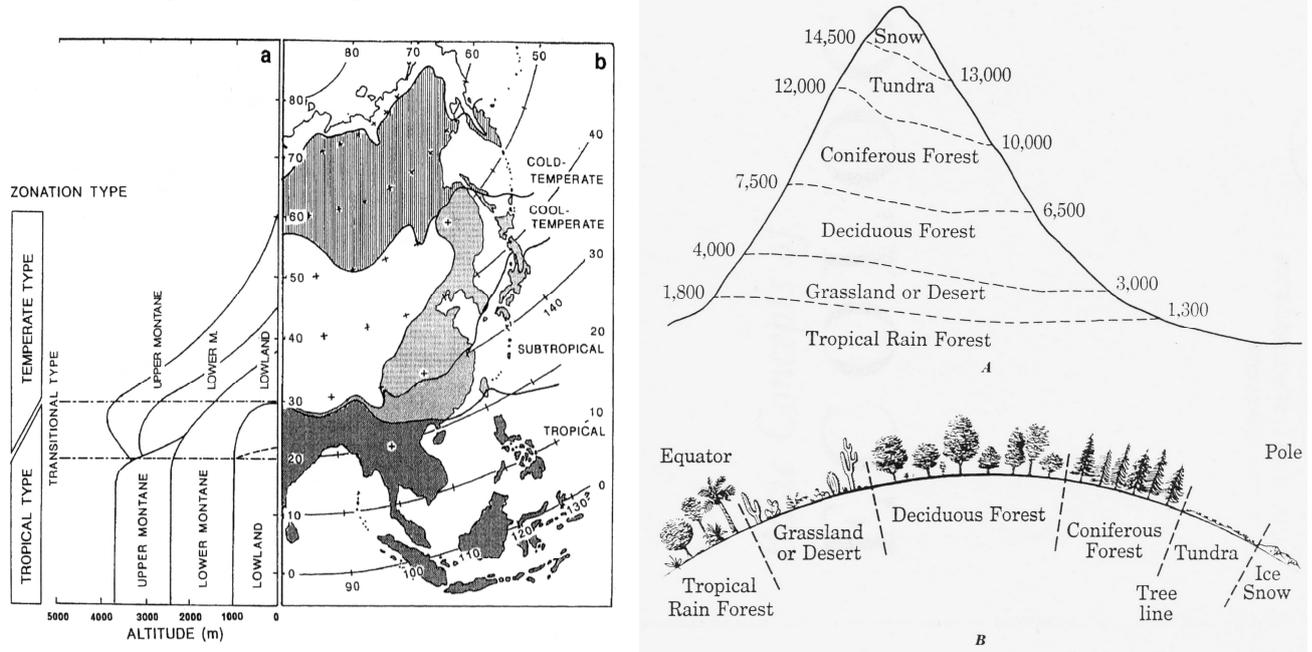
Au niveau de la bande tropicale, il existe par ailleurs davantage de nuances, en tout cas pour l'Afrique. Dans les climats relativement plus chauds et plus secs, on retrouve l'étage submontagnard à une altitude légèrement supérieure sous une variante typiquement caractérisée par la monodominance de *Parinari excelsa* dans la strate arborée, avec par ailleurs un cortège relativement bien représenté des espèces submontagnardes habituelles (ou espèces affines au sein de genres fréquemment submontagnards): cf. notamment en Afrique de l'Ouest (Mont Nimba, SCHNELL 1952b) et en Afrique de l'Est (Uzungwa Mountains, LOVETT 1993, p.39). Dans la partie libérienne du Mont Nimba, JAEGER & ADAM (1975) mentionnent une forme à monodominance de *Gaertnera paniculata*. Par ailleurs, en Ouganda, dans l'étage montagnard, EGGELING (1947) décrit des forêts monodominantes à *Maesopsis eminii* ou encore à *Cynometra alexandri*.

90

¹⁰ L'Asie du Sud-Est a comme particularité de présenter une transition depuis la bande équatoriale aux régions tempérées du Nord sans passer par une zone sèche comme c'est le cas pour l'hémisphère Sud (en Australie) et pour les deux hémisphères en Afrique. Cette particularité donne à l'étude menée par OHSAWA (1993) un caractère très original.

Tout ceci milite en faveur de l'utilisation privilégiée des critères physionomiques (à la manière de WEBB 1959) pour la définition des étages de végétation afin de pouvoir établir les étages homologues entre régions macroclimatiques différentes. Par ailleurs, au sein d'une région macroclimatique, ces critères ne suffisent plus et l'utilisation de critères floristiques s'impose.

Fig.27 Variation latitudinale des étages de végétation (a, b: OHSAWA 1993) et analogie traditionnelle entre les ceintures de végétation et les étage altitudinaux (A, B: KNIGHT 1965).



Impact humain et volcanisme

Un aspect important est assez souvent évoqué mais est largement sous-estimé selon nous, à savoir l'influence des perturbations humaines et naturelles.

Pour commencer, il y a la réduction ou la destruction pure et simple, en bien des régions tropicales, de la végétation des étages submontagnard et montagnard inférieur. Tant et si bien que celui qui étudie l'étagement d'une telle région peut être amené à nommer "étage submontagnard" le premier étage qu'il reconnaît au-dessus des formations de plaines, sans savoir que le véritable étage submontagnard, comparable à celui qu'on retrouve dans une autre région similaire mais non dégradée, n'existe plus et que ce qu'il voit est directement l'étage montagnard inférieur. D'autre part, même s'il reste suffisamment de reliques de l'étage submontagnard que pour être identifié correctement, il arrivera bien souvent que l'intervalle d'altitude soit faussé sous la pression des cultures. C'est aussi la raison pour laquelle de nombreux travaux sur l'étagement en forêt tropicale humide n'évoquent même pas l'existence d'un étage submontagnard. Il en est probablement ainsi par exemple pour la récente synthèse d'ASHTON (2003), par ailleurs très intéressante, concernant deux massifs largement déforestés jusque vers 1200m.

Un second aspect bien plus sous-estimé et très peu évoqué concerne les perturbations plus localisées telles que les chablis ou les zones plus ouvertes (pour les étages forestiers) liées à des sols rocheux, ou parfois encore des langues d'ouverture du couvert liées à l'activité volcanique (notamment au Mont Cameroun, BOUGHEY 1955a) ou encore par les feux (LETOUZEY 1968, p.345). Or il est bien connu que de telles perturbations, de nature azonale en forêts submontagnarde et montagnarde inférieure par exemple (voire même dans les plaines), constituent autant de terres d'accueil propices à la transgression d'espèces originaires de

l'étage montagnard supérieur (caractérisé par une moindre pluviosité). Ces espèces de l'étage montagnard supérieur ont un tempérament sédentaire dans leur habitat d'origine mais peuvent se permettre une transgression à plus basse altitude en changeant de tempérament et en devenant pionnières. Notons au passage qu'ASHTON (2003) en conclut que l'importance du facteur température est finalement assez relative pour ces espèces de l'étage montagnard supérieur et que l'existence d'un stress hydrique périodique joue aussi un rôle important.

Par conséquent, le botaniste qui n'est pas extrêmement vigilant quant à ces aspects azonaux aura tendance à ne voir qu'un étage là où il y en a deux, voire trois. C'est notamment le cas, selon nous, pour une autre synthèse publiée par THOMAS & ACHOUNDONG (1994), où ces derniers mentionnent un étage submontagnard s'élevant de 800 à 2200m d'altitude. Il en est de même en partie pour TCHOUTO & al. (1999), centré sur le Mont Cameroun tout comme les auteurs précités, qui décrit l'étage submontagnard de 800 à 1700m d'altitude. Ces deux études ont en commun le fait de mentionner dans leur étage submontagnard un nombre relativement important d'espèces plutôt réputées propres aux étages montagnards. Les zones étudiées aux Monts Cameroun et Etindé par ces auteurs sont en effet particulièrement dégradées avec notamment des forêts interrompues par des ouvertures envahies d'herbes à éléphants.

Notons à propos de la transgression des espèces montagnardes vers des habitats particuliers de basse altitude (telles que les heath forests en Asie du sud-est ou les lisières d'inselbergs) que ASHTON (2003) y voit encore une preuve du rôle secondaire de la température sur la limite altitudinale inférieure de ces espèces et que les propriétés du sol sont bien plus importantes que ce qu'on a laissé croire jusqu'à présent. Devant la nature variée des habitats azonaux de plaine abritant des espèces montagnardes, on peut aussi se demander dans quelle mesure ce sont les propriétés spécifiques de ces sols (chimiques, physiques) qui importent ou bien si ce n'est pas tout simplement la nature plus stressante de l'environnement qui favorise ces espèces pour le moins stress-tolérantes.

Compétition

Dans certains cas, il n'existe réellement pas de distinction nette entre étage submontagnard et montagnard même sous un climat favorable et sans perturbations importantes. C'est le cas notamment, d'après ASHTON (2003), des forêts relativement pauvres à l'Est de la ligne Wallace et sans doute plus encore dans le cas des îles Hawai'i où l'isolement et la faiblesse de la flore qui en résulte (peu d'arrivages d'espèces originaires des masses continentales) a pour conséquence une moindre compétition entre les espèces et donc une moindre exclusion des espèces d'altitude dans les étages inférieurs. KITAYAMA & MUELLER-DOMBOIS (1992) ont ainsi mis en évidence à Hawai'i une très large proportion d'espèces indifférentes à l'altitude. En outre, le genre *Metrosideros*, Myrtacée habituellement rencontrée dans les étages d'altitude du sud-est asiatique, se développe partout à Hawai'i sans préférence altitudinale mais avec toutefois plusieurs variétés de l'espèce *polymorpha* qui semblent en cours de différenciation selon une séquence altitudinale. Selon ASHTON (2003), ces phénomènes d'exclusion par compétition jouent bien souvent un rôle important. Il donne un autre exemple pour le Sri Lanka où l'absence (pour des raisons historiques) des Fagacées, caractéristiques de l'étage montagnard de la région indo-malaise, a permis le développement des Dipterocarpaceés dans l'étage montagnard inférieur, alors qu'ailleurs cette famille est très largement caractéristique des forêts de plaines.

Grubb, qui discuta aussi les causes de l'étagement de la végétation (GRUBB 1977, in KITAYAMA & MUELLER-DOMBOIS 1992), émet l'hypothèse selon laquelle la limite altitudinale supérieure d'une espèce est déterminée principalement par la température tandis que sa limite inférieure est surtout déterminée par la compétition. Le second exemple d'ASHTON semble indiquer que l'inverse est aussi en partie vrai pour les espèces de basse et moyenne altitudes,

c'est-à-dire que leur pénétration dans l'étage submontagnard est limitée par la compétition avec les espèces submontagnardes.

1.6.2.3 **Synthèse sur l'étagement altitudinal en forêt dense humide**

Nous avons vu qu'une multitude de facteurs interviennent dans l'étagement de la végétation tant et si bien qu'une région n'est pas l'autre (d'ailleurs un versant n'est pas l'autre) et qu'aucun système généralisé ne peut être proposé. Toutefois, nous croyons, comme TROCHAIN (1980), que bien que les limites altitudinales des étages n'aient qu'une valeur locale, les étages de végétations ont par contre une valeur générale. Leur définition doit avoir pour but de permettre " une approche pratique de l'étude biogéographique des montagnes, permettant un repérage commode et non comme une réalité absolue et contraignante ".

Les limites altitudinales précises des étages et leur nombre n'ont qu'une valeur locale mais au sein d'une région bioclimatique relativement homogène, l'ordre de grandeur de ces limites constitue autant de points de repère pratiques. Il existe par ailleurs indiscutablement des homologies entre certains étages de régions bioclimatiques différentes. Ces homologies peuvent être physiologiques, floristiques ou même écologiques et permettent, lorsqu'un nombre important d'homologies de ces trois types existent, d'établir l'homologie entre les étages eux-mêmes. Il semble par exemple acceptable de parler d'homologie entre l'étage des fourrés à Ericacées (souvent appelé subalpin) des diverses montagnes d'Afrique guinéo-congolaise aussi bien que soudano-zambésienne et même sud-africaine, quelle que soit l'altitude de cet étage (au niveau de la mer en Afrique du Sud et vers 2700 en Afrique orientale). C'est sur base de telles homologies qu'il sera possible de poursuivre l'étude biogéographique des montagnes, à savoir les relations floristiques et phytogéographiques entre étages voisins d'un même massif et entre les étages homologues de massifs différents.

Nous avons vu que les homologies climatiques entre étages altitudinaux et zones latitudinales ont été établies notamment par Holdridge (1947 in ISAAC & BOURQUE 2001) et revues du point de vue des homologies floristiques et physiologiques par OHSAWA (1993) pour l'Est de l'Asie et par WEBB (1959) pour l'Australie.

D'après ces travaux, il semble possible de décrire un modèle de base de l'étagement en conditions optimales, c'est-à-dire la coordonnée à l'origine sur le schéma d'OHSAWA (1993, cf. *Fig.27*). En tenant compte des considérations émises aux paragraphes précédents, les conditions optimales, qui permettent le développement de la séquence la plus complète d'étages altitudinaux, correspondent à un climat équatorial humide, non dégradé et sans intrusion d'autres facteurs azonaux (sols rocheux, etc.), à flore riche (ancienne et non isolée comme c'est le cas à Hawaï ou en Papouasie) et relativement proche de l'océan.

Le cœur de l'Afrique centrale atlantique correspond parfaitement à ces critères si ce n'est que l'homme a détruit une partie des pièces du puzzle et qu'aujourd'hui la " montagne parfaite n'existe plus ". Mais en rassemblant ce qu'on sait de l'étagement sur des massifs tels que le Mont Cameroun, le Mont Etinde, les sommets de Bioko et de São Tomé, ainsi que les reliefs plus modestes du S-Cameroun au N-Gabon, et en s'efforçant de retrouver les homologies (floristiques, physiologiques et écologiques), il est possible de reconstituer ce que pourrait être l'étagement sur cette " montagne parfaite ". A cette fin, on s'inspire des principales synthèses et travaux détaillés au *Tab.17*, dont notamment BOUGHEY 1955b, LETOUZEY 1968, SCHNELL 1970, THOMAS & ACHOUNDONG 1994, TROCHAIN 1980, MONOD 1960, etc.

L'étagement tel que nous l'entendons dans cette étude est synthétisé à la *Fig.28* et se présente dans les grandes lignes de la manière exposée ci-dessous. Les valeurs chiffrées ne

sont données qu'à titre indicatif puisque nous avons déjà expliqué la complexité de leur variabilité.

Étage submontagnard

La forêt dense humide sempervirente de plaine évolue brusquement lorsque la température descend en dessous de 20-24°C, vers 700-900m au cœur du Golfe de Guinée. Ce rafraîchissement est clairement perceptible et l'impression de froid est amplifiée par l'augmentation de l'humidité de l'air puisque c'est aussi à ce niveau que se situe la base de la couche des brumes matinales et de fin de journée. Plus que ces différences de nature écologique, ce sont des différences physiologiques et floristiques qui marquent de manière plus spectaculaire le passage aux forêts submontagnardes. La hauteur des arbres diminue. Les émergents se font rares (cf. IV.2.1) et sont alors plus trapus que les géants des plaines, ce qui donne à la canopée un aspect moins cloqué. Le critère physiologique majeur est la prolifération des épiphytes vasculaires, recouvrant les troncs jusqu'aux branches maîtresses des arbres. Les bryophytes ne sont pas encore dominantes comme dans l'étage montagnard humide et la plupart sont épiphytes. D'un point de vue physiologique encore, les types foliaires ne diffèrent pas des forêts de plaine (contrairement à l'étage montagnard), soit en majorité mésophylles, mais se distinguent par une moindre fréquence des feuilles composées (ASHTON 2003, WEBB 1959). Les différences floristiques viennent très vite confirmer le diagnostic que l'on pourrait déjà poser sur base de ces critères physiologiques. Les forêts submontagnardes sont caractérisées par une affinité forte avec les forêts de plaine. Les genres et même les familles qui la caractérisent sont bien souvent connus des altitudes moindres mais parmi la multitude de genres présents dans les forêts de plaine, il semble que ce sont toujours les mêmes qui ont développé des espèces submontagnardes, à savoir les *Garcinia*, *Allanblackia*, *Pentadesma* (et les Clusiaceae de manière générale sur les trois continents), *Synsepalum* (Sapotaceae), *Hymenophyllum* (Hymenophylleaceae), *Peperomia* (Peperomiaceae), certaines Lauraceae plutôt tropicales (*Beilschmiedia*), et bien sûr une multitude d'autres exemples.

Étage montagnard humide (ou montagnard inférieur)

La fraîcheur et la forte hygrométrie de l'étage submontagnard caractérisent par ailleurs également l'étage montagnard humide, ce qui nous a valu le nom tant connu de "cloud forest" (terme qui recouvre donc deux étages distincts et souvent confondus¹¹). L'étage montagnard humide se distingue surtout floristiquement de l'étage submontagnard, par l'important développement qu'y prennent certaines espèces à caractère tempéré comme le *Prunus africana* (Rosaceae) et des Gymnospermes à feuilles larges (*Podocarpus latifolius* en Afrique et autres Podocarpaceae en Asie) ou encore d'autres espèces comme les *Schefflera* (et autres Araliacées en Amérique) ainsi que par la fréquence d'Acanthacées monocarpiques. Les phanéropytes étranglants sont d'ailleurs assez fréquents: outre les *Schefflera*, on trouve des *Ficus* et des *Clusia* (en Amérique du Sud). L'autre critère très marquant est la prolifération et l'exubérance des bryophytes qui peuvent constituer de véritables manchons sur les branches (en plus des épiphytes qui marquaient déjà l'étage submontagnard et qui différencient donc assez mal ces deux étages, cf. *Begonia*, *Peperomia*, *Hymenophyllum*, etc.). Une autre différence assez nette, mais nécessitant de plus amples observations, tient au fait que les types foliaires ne sont plus majoritairement mésophylles mais plutôt notophylles. Il semble que cet étage montagnard humide se développe dans la zone où les brumes sont les plus persistantes (entre 1500-1800 (2000)m d'altitude au Mont Cameroun selon RICHARDS, 1963),

¹¹ Ce terme est en réalité encore beaucoup plus vague que cela et peut même inclure pour certains les étages montagnards sec (souvent) et subalpin.

correspondant à une température de 12°C à la base de l'étage et allant de 1500 à 2300m d'altitude.

Etage montagnard sec (ou montagnard supérieur)

L'écotone supérieur de l'étage montagnard humide est marqué par une réduction des dimensions foliaires encore plus poussée, devenant surtout microphylls, mais surtout par des limbes à texture plus coriace, à face supérieure souvent convexe et à marges révolutes. Le développement de ce caractère sclérophylle correspond assez bien avec la réduction relativement rapide de la persistance des brumes et de la pluviosité au-delà de l'altitude où celles-ci avaient atteint leur maximum. D'après ASHTON (2003), un stress hydrique périodique semble être un facteur important pour les espèces des étages montagnard sec et subalpin puisque celles-ci se retrouvent en populations transgressives dans les milieux secs en plaine. Les critères floristiques sont eux-aussi assez subtils (probablement parce que les problèmes de marginalité et de transgression ont été largement sous-estimés dans les divers travaux). Les espèces qui caractérisent cet étage " montagnard sec " (appelé ainsi en rapport avec l'importance des espèces sclérophylles) sont par ailleurs souvent capables de transgressions dans les chablis et ouvertures des étages inférieurs et jusque dans les plaines, sur des substrats probablement toujours spéciaux. Parmi les bonnes espèces caractéristiques, il y a encore des Gymnospermes, mais à plus petites feuilles (*Juniperus*, *Widdringtonia* et un autre *Podocarpus*), et des Rosacées (*Hagenia abyssinica*). Certaines zones sont envahies par des espèces à tempérament pionnier comme les forêts de bambous (*Sinarundinaria alpina*). Dans sa forme la plus typique, cette forêt (de 9 à 18m de haut) est dominée dans sa strate supérieure par *Hagenia* et *Hypericum* (Hypericaceae). D'autres espèces courantes appartiennent aux genres *Ilex* (Aquifoliaceae), *Pittosporum* (Pittosporaceae) et *Maesa* (Myrsinaceae).

Etage subalpin

Plus en altitude, vers 3000m, la hauteur de la forêt diminue très brutalement, formant une lisière arbustive plus ou moins étroite et marquée par de nombreuses Ericacées ou autres plantes arbustives à port éricoïde. Mises à part ces deux différences frappantes, on retrouve dans cet étage souvent qualifié de subalpin bon nombre d'espèces présentes dans l'étage montagnard sec (notamment *Hypericum*), mais adoptant ici un port arbustif, et aussi bon nombre d'espèces annonciatrices de ce que sera la flore de l'étage alpin qui lui succède plus en amont. Sans trop entrer dans le débat, qui fait rage depuis de longues années, nous sommes d'avis à considérer cet étage comme une entité à part entière ce qui laisse ainsi la possibilité d'en étudier de manière détaillée les relations avec les étages voisins. Certains n'y verront qu'une variante physiologique de l'étage alpin (GRIMSHAW 2001) tandis que d'autres le rattacheront plutôt aux forêts montagnardes sèches (WHITE 1978a).

Etage alpin

Enfin, l'étage alpin est marqué par l'absence des " vrais " ligneux, c'est-à-dire que mis à part les séneçons arborescents et autres cas de gigantisme, les communautés y sont essentiellement herbacées. Cet étage fut appelé ainsi par allusion aux formations herbacées, situées au-dessus de la limite supérieure des arbres (tree line), dans nos Alpes par exemple. Le statut et la délimitation de cet étage a lui aussi longtemps fait l'objet de débats, notamment en raison de ces formes ligneuses particulières, certains plaçant alors la " tree line " au-dessus de la limite supérieure des séneçons arborescents (vers 4500m).

Notons que les termes alpins et subalpins sont très largement critiqués pour leur connotation géographique. Nous les avons toutefois adoptés parce que de tous les termes proposés, ce sont ceux les plus largement ancrés dans les têtes, aussi bien en anglais qu'en français.

Remarque sur les variations latitudinales et sèches

Au-delà de la bande tropicale, les forêts denses humides de plaine disparaissent assez rapidement et sont remplacées par l'homologue de l'étage montagnard humide qui les dominait. Bien qu'OHSAWA (1993) n'ait pas fait mention de l'étage submontagnard (qui pourtant existe aussi de toute évidence en Asie du SE), il est très probable que celui-ci, à affinité typiquement tropicale rappelons-le, disparaisse en même temps et aussi brusquement que l'étage tropical de plaine. Etant donné les caractéristiques absolument uniques du gradient latitudinal en Asie du SE (sans interruption aride), il serait bon d'y étudier de manière spécifique et très approfondie la variation latitudinale de l'étagement en envisageant les étages d'une manière plus complète que ne l'a fait OHSAWA. Si cela est encore possible, c'est-à-dire s'il reste suffisamment de vestiges des étages inférieurs, il est certain qu'une telle étude est urgentissime.

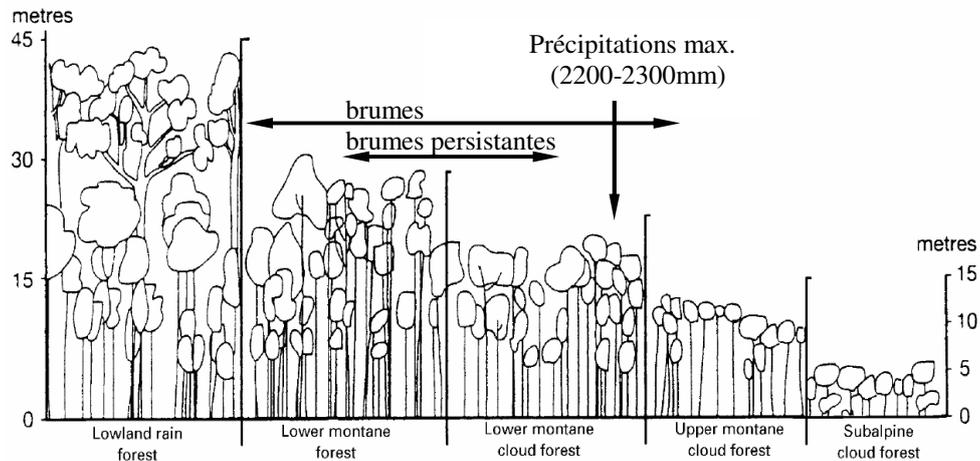
A l'intérieur de la bande tropicale, une remarque doit être émise à propos des zones plus sèches qui dominent finalement la plupart des massifs africains. Dans ce cas, la variation de l'étagement est plus complexe que dans le cas particulier de l'étude d'OHSAWA (1993). En périphérie de la région guinéo-congolaise et pire en région soudano-zambésienne (la majorité des massifs est-africains), la longueur de la saison sèche peut avoir des conséquences importantes. Par exemple l'étage à *Parinari* du Mont Nimba présente certes de nombreuses caractéristiques communes avec notre définition de l'étage submontagnard (notamment du point de vue floristique) mais est aussi marqué par certaines caractéristiques correspondant davantage à notre définition de l'étage montagnard sec (forêt très basse et avec une intrusion inhabituelle de l'élément montagnard sec, peut-être dans des habitats azonaux en chablis ou sur rochers).

TROCHAIN (1980), qui connaît bien les grandes formations végétales d'Afrique (1957), s'est fait la même réflexion ce qui l'a amené à proposer un schéma de l'étagement plus ou moins généralisé pour toute la zone intertropicale non désertique (*Tab.18*). Il intègre donc les variantes sèches et les variantes humides dans un seul schéma en mentionnant que parmi ces étages bien définis, tous ne se réalisent pas sur toutes les montagnes. Il peut se produire des télescopages avec suppression de certains étages. Par exemple, pour notre modèle en conditions optimales, les étages réalisés seront les n°2, 3, 5, 6, 7.2 et 10 alors qu'au Mont Nimba on aurait 2 (très fragmentaire), 3, 5, 7.1 et 9.

Tab.18 Schéma généralisé de l'étagement en zone intertropicale non désertique, selon TROCHAIN (1980). Nous avons complété son schéma pour l'étage submontagnard: catégories 7,1 et 7,2.

code	Etage	Type de végétation
0	nival	
1	subnival de Troll (1959 in Trochain)	plus ou moins dépourvu de végétation phanérogamique
2	tropicoaltimontain	prairie altimontaine
3	tropicosubaltimontain supérieur	fruticées éricoïdes
4	tropicosubaltimontain inférieur	fruticées sclérophylles
5	tropicomontagnard supérieur	f.d.s. de montagne
6	tropicomontagnard de transition	f.d.h. de montagne
7	tropicomontagnard inférieur	f.d. sclérophylle submontagnarde
7.1	tropicosubmontagnard supérieur	f.d.s. submontagnarde
7.2	tropicosubmontagnard inférieur	f.d.h. submontagnarde
8	tropical supérieur	f.d. sèche
9	tropical de transition	f.d.h. semi-caducifoliée
10	tropical inférieur	f.d.h. sempervirente

Fig.28 Définition physionomique, floristique et phytogéographique des 6 principaux étages discernables en forêts tropicales humides dans les conditions les plus favorables. La terminologie anglaise est celle de BRUIJNZEEL & HAMILTON (2000). Pour le critère "endémisme", les niveaux taxonomiques sont détaillés: endémisme de familles (F), genres (G) ou espèces (Sp). Lorsque l'endémisme d'un certain niveau est important, le symbole est indiqué en gras.



Altitude (m):	0	800	1500	2300	3000	3700
	étage inférieur	étage submontagnard	étage montagnard humide	étage montagnard sec	étage subalpin	étage alpin
Hauteur	25-45 (70)m	20-30m	15-30m	9-18m	1,5-9m	
Strates arborées	3 (arbres dominés, dominants et émergents)	2 (absence d'émergents)	2 (absence d'émergents)	1	1	
Types foliaires	mésophylle	mésophylle	notophylle	microphylle ; face supérieure convexe, marge révoluée, coriace	microphylle , feuilles coriaces	
feuilles composées	fréquentes	rars	rars	très rars	très rars	
contreforts	fréquents et larges	peu fréquents	peu fréquents ou petits	souvent absents	jamais	
cauliflorie	fréquente		rare	absente	(absente)	
lianes	parfois abondantes		souvent absentes	absentes	absentes	
épiphytes vasculaires	fréquentes	abondantes	très abondantes	fréquentes	fréquentes	
bryophytes et lichens	occasionnels	occasionnels	parfois abondants	abondants	abondants	
floristique	Caesalpiniaceae (Afrique), Dipterocarpaceae (Asie)	Clusiaceae (surtout <i>Garcinia</i>), Sapotaceae, Lauraceae, Myrtaceae, <i>Ardisia</i> (Myrsinaceae), <i>Strombosia scheffleri</i> , <i>Hymenophyllum</i> , <i>Grammitis</i>	Araliaceae (<i>Schefflera barteri</i>), <i>Prunus africana</i> , Theaceae (<i>Ficalhoa</i>), Myrsinaceae, Acanthaceae monocarpiques	<i>Juniperus</i> , <i>Widdringtonia</i> , Rosaceae (<i>Hagenia</i>), Hypericaceae, <i>Ilex</i> , <i>Pittosporum</i> , Myrsinaceae (<i>Maesa</i>), <i>Sinarundinaria</i>	Ericaceae , Hypericaceae, <i>Myrica</i>	Asteraceae , Poaceae
phytogéographie	tropicale	affinité tropicale	présence d'une affinité tempérée	présence d'une affinité tempérée	forte affinité tempérée	forte affinité tempérée
endémisme	F, G et Sp endémiques	rars G, Sp endémiques et Transgressifs en milieux hydromorphes	rars F, G, Sp endémiques et Transgressifs en milieux secondaires et hydromorphes	rars F, G, Sp endémiques et Transgressifs en milieux secondaires	Sp partagées avec les étages voisins	très appauvri
écologie	chaud et humide	frais et hyper humide	froid et hyper humide	froid et brumeux mais peu pluvieux	froid et brumeux mais sec	

II MATÉRIEL ET MÉTHODE

II.1 Choix des sites d'étude et plan d'échantillonnage

Au cours du chapitre I.5, nous avons longuement exprimé notre vision des choses en matière de typologie de la végétation et en matière d'études phytogéographiques, à savoir la distinction des habitats zonaux et azonaux et l'étude de leur variabilité zonale. Afin de mettre en application les principes détaillés dans ce chapitre, il convenait d'étudier une région pas trop étendue (pour que la connaissance de la flore ne soit pas un problème insurmontable, notamment la reconnaissance de morpho-espèces, cf. II.2.4) et caractérisée par plusieurs types de végétation clairement différenciés le long d'un gradient zonal, tout au long duquel seraient disséminés des îlots de végétation clairement azonale. Dans notre cas, le type de végétation azonale consiste en forêts submontagnardes, par ailleurs largement sous-étudiées et particulièrement bien conservées en Guinée Equatoriale alors qu'elles ont été fortement détruites partout en Afrique.

Le laboratoire ayant encadré notre recherche entretient des liens de collaboration étroits depuis 1992 avec certains programmes de conservation établis en Afrique centrale tels qu'ECOFAC et CUREF. Entre 1997 et 2004, les recherches menées en Guinée Equatoriale ont pris une importance tout à fait considérable, ce qui nous a valu la chance d'y réaliser notre mémoire de fin d'études en agronomie, dans la partie Est du pays. Véritable chaînon manquant pour bien des aspects d'études naturalistes, la Guinée Equatoriale constitue en soi véritablement une zone d'intérêt majeur. En effet, la quantité d'études botaniques et autres réalisées dans cette région contraste de manière stupéfiante avec les pays voisins que sont le Gabon et le Cameroun. Deuxièmement, bien plus encore qu'au NO du Gabon et qu'au SO du Cameroun, la Guinée Equatoriale est véritablement l'endroit d'Afrique centrale où le gradient de continentalité est le plus complet (par rapport à des régions moins pluvieuses comme le Nigeria et l'Afrique de l'Ouest), le mieux marqué et le mieux conservé sur près de 200km à l'intérieur des terres. Les forêts du Sud Cameroun sont bien plus morcelées par l'activité humaine tandis qu'au Gabon, où les forêts sont également remarquablement bien conservées, la chaîne de montagnes séparant les forêts littorales des forêts orientales est moins haute. L'archipel de végétation submontagnarde y est donc moins développé et la transition entre zones littorale et orientale se fait de manière plus progressive. C'est donc tout naturellement que notre étude s'est centrée sur la région du Parc National de Monte Alén.

La région du Parc National de Monte Alén constitue la partie Nord du massif des Monts de Cristal et consiste en plusieurs alignements successifs NNE-SSO de montagnes atteignant généralement entre 900 et 1300m d'altitude. La première série de montagnes située sur la façade atlantique est couverte, à sa base, de forêts typiquement marquées par l'influence littorale tandis que la dernière série de montagnes vers l'intérieur des terres est entourée de forêts typiquement orientales (LEJOLY 1998, WILKS & ISSEMBÉ 2000). Nous disposons donc d'un site exceptionnel pour l'étude comparative de la variation à distance croissante de l'océan d'un type forestier zonal (forêts matures de terre ferme de basse et moyenne altitudes) par rapport à la variation d'un type forestier azonale (forêts matures de terre ferme submontagnardes). Ce Parc National est géré et étudié depuis plus de dix ans dans le cadre du Programme ECOFAC. Il a fait l'objet de nombreuses collectes d'herbiers dont des doubles sont pour la plupart disponibles au Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie de l'Université Libre de Bruxelles. Un mémoire de fin d'études y a déjà été réalisé par Laurent VAN REETH (1997). Cette étude basée sur des inventaires de transects constitue un point de comparaison fort précieux dans le cadre de notre réflexion méthodologique.

Afin de mieux cerner le gradient de continentalité, nous avons voulu ajouter à ce dispositif un point plus nettement littoral (à Ndoté) et un point plus continental (la Réserve de Biosphère du Dja, au Cameroun). Pour ces deux localités supplémentaires, il n'existe malheureusement pas de montagne suffisamment haute. Un site tel que Bélinga (Gabon), ou encore les plus hautes collines de l'Est de la Guinée Equatoriale (700m), auraient de toute évidence été plus intéressants mais les contraintes de travail étant ce qu'elles sont, cette deuxième option ne s'est pas avérée réalisable. Par ailleurs, sur la façade atlantique du Parc National de Monte Alén, où le gradient d'altitude est plus long (depuis 300 jusqu'à 1300m d'altitude contre 500 à 1300 dans la partie orientale), il était possible d'étudier plus en détail la variation altitudinale de la végétation.

Pour étudier de manière plus approfondie la variabilité des types forestiers dans ces localités, et aussi par intérêt pour des problématiques de diversité, nous avons opté pour un nombre restreint de relevés complets plutôt qu'un grand nombre de relevés partiels. Par conséquent, il fallait un plan d'échantillonnage très ciblé et surtout pas aléatoire, afin de limiter au maximum le nombre de relevés nécessaires. Nous avons donc procédé à un échantillonnage stratifié (PHILLIPS & al. 2003, DAGET ET GODRON 1982), c'est-à-dire organisé de manière à obtenir un nombre de relevés à peu près équivalent pour chaque situation supposée déterminante a priori: plaine littorale, collines littorales, submontagnard littoral, plaine orientale, submontagnard oriental, etc. Pour chaque situation, les relevés sont dispersés autant que possible, pour permettre d'envisager les effets d'autocorrélations spatiales. Cependant l'emplacement de ces relevés est bien souvent largement conditionné par les contraintes d'accessibilité.

Enfin, toujours dans ce souci de distinguer un maximum d'aspects, nous avons opté pour des relevés emboîtés multistrates (nested plots), c'est-à-dire que chaque relevé est lui-même composé de plusieurs sous-relevés chacun étant adapté à une strate forestière donnée et à l'espace vital des organismes qui lui correspondent. En effet, si on veut pouvoir envisager les différences entre strates (en termes de phytogéographie, de diversité, etc.) il est indispensable de faire des relevés d'une part suffisamment représentatifs pour chacune de ces strates et d'autre part comparables en termes d'effort d'échantillonnage.

II.2 Données floristiques

II.2.1 RELEVÉS DE VÉGÉTATION: EMPLACEMENT

Pour les deux principaux gradients étudiés, altitude et distance à l'océan, des séries idéalement de quatre relevés sont réalisées pour chaque combinaison de ces deux variables, du moins pour les cas existants (pas de forêt d'altitude en bordure de l'océan dans notre zone) et accessibles (*Fig.29*). Pour chaque situation, les relevés (répétitions) sont placés en prenant soin d'éviter la surimposition d'autres facteurs importants tels que l'hydromorphie du sol (forêts marécageuse, rivulaires, etc.) et l'immaturité de la phytocénose (chablis, forêts secondaires, etc.), ce afin de se concentrer sur l'altitude (comme seul facteur azonal étudié) et la continentalité. Il reste bien sûr un grand nombre de facteurs que nous ne contrôlons pas mais on évite ainsi de comparer par exemple une forêt littorale mature de basse altitude avec une forêt orientale secondarisée de basse altitude (en accord avec les principes énoncés au chapitre I.5).

Enfin, lorsqu'une zone adéquate est identifiée sur le terrain (ce qu'on appelle une station), le relevé est minutieusement placé à l'intérieur et au centre de la station, de manière à remplir la condition d'homogénéité: faible variabilité des paramètres environnementaux et physionomie forestière sans irrégularités notables (densité, nombre et hauteur des strates constants). Si

nécessaire, le relevé a été fragmenté afin d'éviter les hétérogénéités (chablis, zones de rochers, lits de rivière).

Nous insistons sur l'importance considérable de cette étape trop souvent négligée et surtout chère aux phytosociologues. En effet, qu'il s'agisse d'étudier les affinités floristiques ou les différences en termes de diversité selon les régions, il est évident que ces relations sont, ou pourraient être, fonction des paramètres environnementaux (cf. chapitre I.5). Or si on veut être à même de pouvoir dégager l'influence de ces derniers il est indispensable de pouvoir comparer des relevés homogènes écologiquement et suffisamment représentatifs pour une communauté donnée.

Par conséquent, la recherche des meilleurs emplacements pour les relevés a nécessité plusieurs missions de prospection. Ces missions ont par ailleurs permis de récolter bon nombre d'herbiers à fleurs ou en fruits qui ont bien souvent été très utiles pour l'identification ultérieure des mêmes plantes retrouvées stériles dans les relevés. Les 37 relevés effectués sont illustrés sur la carte de la Fig.30 ainsi que le tracé de nos prospections. De nouvelles pistes en forêts ont été ouvertes afin d'atteindre les stations recherchées. Bon nombre de types d'habitats, tels que les forêts submontagnardes de la façade littorale et celles de la façade orientale, ont été prospectés pour la première fois (à l'échelle du pays) et ont d'ailleurs permis la collecte de plusieurs espèces nouvelles actuellement entre les mains de spécialistes pour être décrites (IV.5.3).

Fig.29 Sites étudiés dans le Parc National de Monte Alén, Guinée Equatoriale. Les relevés réalisés, représentés par leur numéro, sont placés dans un système de 2 axes correspondant aux 2 principales variables environnementales étudiées. Un descriptif des relevés est donné en annexe 1. Ce dispositif permet l'étude du gradient d'altitude en fonction de la continentalité et, parallèlement, l'étude du gradient de continentalité en fonction du gradient d'altitude.

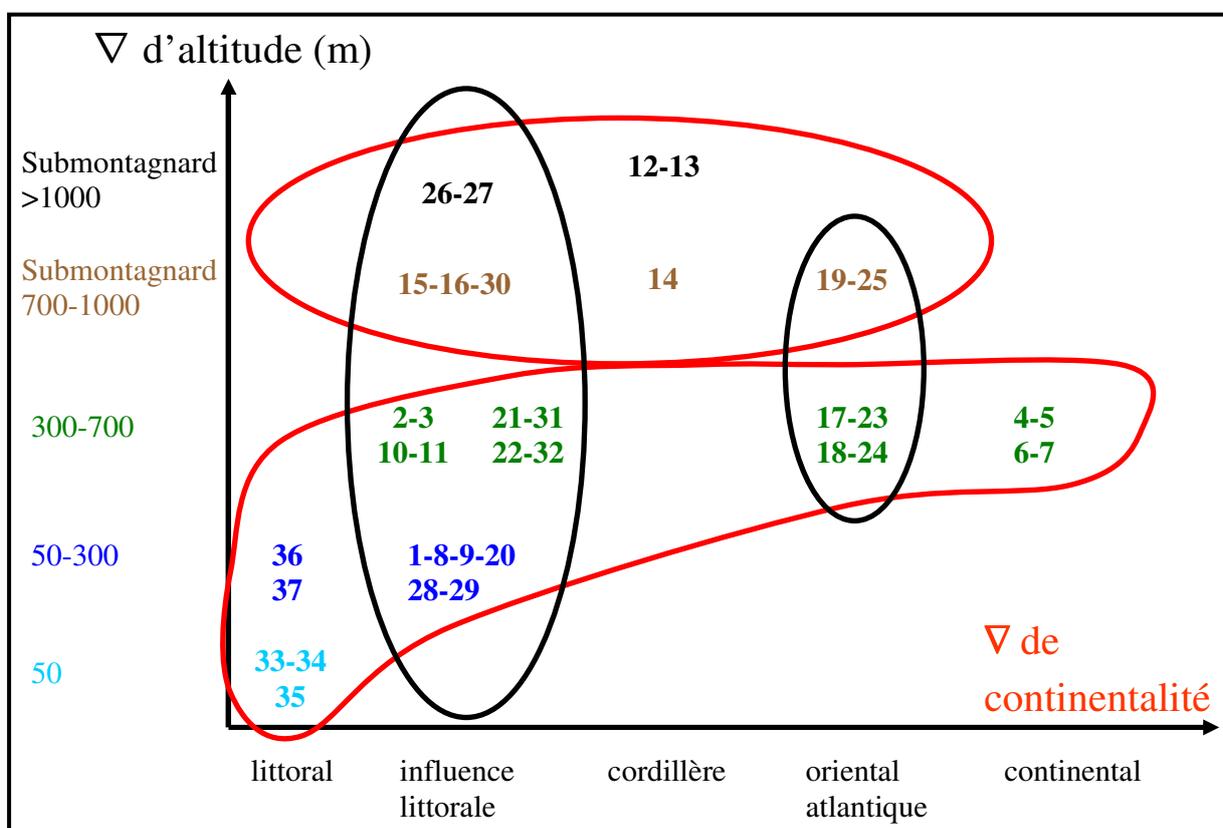
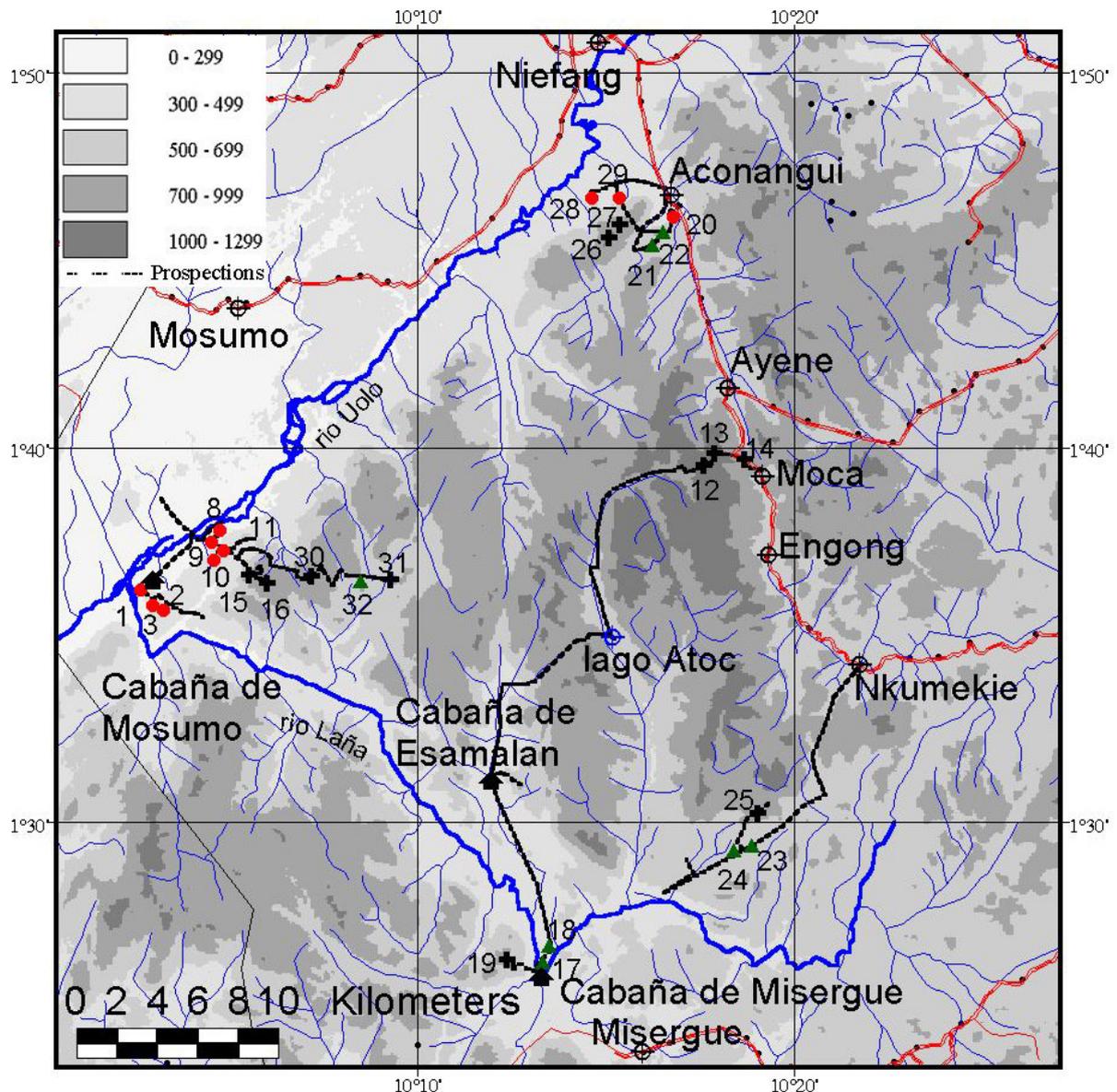


Fig.30 Sites étudiés dans le Parc National de Monte Alén, Guinée Equatoriale. Les relevés des différentes communautés végétales décrites plus loin sont représentés selon la symbolique suivante: points rouges = LitInfl (Bas et Val), croix noires = Mont (3 variantes) et triangles verts = Or et OrInfl. Un descriptif plus complet de chaque relevé est donné à l'annexe 1.



II.2.2 RELEVÉS DE VÉGÉTATION: DESCRIPTION

Une fois déterminé l'emplacement d'un relevé, on procède alors à l'inventaire des espèces présentes. En forêt dense tropicale, la diversité est telle qu'il n'est pas possible de répertorier toutes les espèces végétales. La structure verticale complexe permet l'accumulation d'une grande quantité de types biologiques, dont certains difficiles d'accès tels que les épiphytes de la canopée (nécessitant des études ciblées: STÉVART 2003). C'est pourquoi on est toujours contraint de se concentrer sur certains compartiments de la phytocénose, jugés représentatifs de l'écosystème.

Nous avons eu l'occasion, au chapitre I.4, de présenter un certain nombre d'exemples de types de relevés développés en forêts tropicales. En résumé, on peut opposer deux stratégies principales: d'une part des relevés de petites dimensions dans lesquels toutes les plantes (du

moins celles accessibles) sont observées et d'autre part des relevés plus étendus mais ne considérant que les plantes d'une certaine taille. Plus le relevé est étendu, plus la taille minimale des individus observés augmente (à temps de travail constant). Dans le premier cas, on parle généralement de relevé " complet " mais étant donné la petitesse du relevé et l'espace vital des individus des strates supérieures d'une forêt tropicale, il est évident que les espèces de ces strates ne sont pas échantillonnées de manière représentative. Quant au second type de relevé, c'est tout le contraire puisque l'accent est mis sur les strates supérieures et que les strates inférieures ne sont carrément pas observées. La solution la plus couramment développée face à ce problème consiste en la réalisation de relevés décomposés en sous-relevés (nested plots) chacun adapté à un ensemble d'organismes bien précis, correspondant généralement aux principales strates forestières. Dans notre étude, nous avons mis en place le premier inventaire botanique jamais réalisé en forêt tropicale qui soit à la fois complet, représentatif pour les différentes strates et quantitatif (comptage de tous les individus). Rappelons-nous que ce n'est que récemment, en 1987, que GENTRY & DODSON réalisaient les premiers relevés botaniques complets et quantitatifs en forêt tropicale, mais non équitablement représentatifs pour chaque strate puisque réalisés sur une surface unique limitée à 0,1ha. Par après, quelques rares chercheurs ont suivi le principe des relevés complets et quantitatifs (essentiellement centrés sur les strates herbacées et arborées basses) mais il faut noter qu'aucune étude de cet ordre n'a, à notre connaissance, été menée en forêt tropicale africaine. Les relevés sont toujours soit complets et qualitatifs, soit quantitatifs pour un compartiment donné (herbacées, etc., cf. *Tab.9*).

On peut se demander quel est l'intérêt réel d'une méthodologie telle que la nôtre par rapport à celle de GENTRY & DODSON (1987). Notre principe s'ancre dans une profonde conviction de l'existence d'un nombre limité de strates forestières (ou du moins d'une tendance très marquée des espèces à constituer des strates, cf. chapitre I.3.3.1), dans quelque forêt tropicale que ce soit, dont la définition en termes de hauteur et de diamètre des arbres constitutifs est variable en fonction de l'habitat (montagnard, marécageux, etc.).

Posons-nous d'abord la question " pourquoi définir et délimiter des compartiments ? ". De toute évidence le comportement général des espèces vis-à-vis de leur environnement actuel ou passé peut varier considérablement entre espèces de sous-bois et espèces de la strate supérieure (BLANC 1996a, 2002). OLDEMAN (1974) insiste sur le fait qu'en régions tropicales les variations verticales microclimatiques sont bien plus importantes que les variations horizontales macroclimatiques. Par conséquent, il se pourrait que les strates inférieures telles que le sous-bois aient un comportement différent des strates supérieures vis-à-vis des variations environnementales zonales. D'autre part, même en supposant que les strates se comportent de manière similaire par rapport aux paramètres environnementaux, on peut supposer que chaque strate apporte son lot d'espèces indicatrices et vaut par conséquent la peine d'être inventoriée de manière représentative.

Maintenant se pose la question suivante: " faut-il inventorier les individus par strates, ensembles structuraux, synusies ou encore simplement par types biologiques ? ". Ce que nous cherchons dans un premier temps, c'est à étudier les liens entre la végétation et des gradients macro et microclimatiques: on veut tester l'hypothèse selon laquelle les espèces du sous-bois, humide et sombre, ne réagissent pas aux variations macroclimatiques (telles que la diminution de la pluviosité à distance croissante de l'océan) de la même manière que les espèces exposées à l'ambiance sèche et lumineuse de la voûte. Si on considère l'ensemble structural arbustif (n'incluant que les vrais arbustes) plutôt que la strate arbustive (incluant aussi les jeunes individus d'arbres), cela veut dire que l'on considère différemment un arbuste et un jeune arbre de la même taille. L'arbuste ayant atteint sa taille adulte dans une station donnée

s'y trouve parce que la combinaison du macro et du microclimat lui convient à cet endroit. La présence d'un jeune individu d'arbre de la strate supérieure dans cette même station n'est pas une observation inutile mais nous apporte plutôt une information supplémentaire sur la strate supérieure: l'espèce en question se trouve dans une station qui convient toujours actuellement à son développement et à sa régénération. Lorsqu'on veut comparer les relations " végétation arbustive / gradients macroclimatiques " et " végétation arborée supérieure / gradients macroclimatiques ", c'est-à-dire la relation microclimat vertical/ macroclimat, il est donc préférable de considérer l'ensemble structural arbustif plutôt que la strate arbustive dans son entièreté. En fait, l'observation d'un élément du futur nous informe principalement sur la " stratégie de vie ", ou tempérament, de l'espèce concernée: certaines espèces régénèrent en sous-bois, d'autres nécessitent l'ouverture du couvert dans un chablis, d'autres encore s'installent après le développement de premières espèces cicatricielles du chablis.

Mais un problème majeur se pose lorsqu'on veut inventorier directement les ensembles structuraux. Si on fait un relevé des vrais arbustes uniquement, comment savoir sur le terrain si le ligneux bas qu'on a en face de soi est bien un arbuste ou s'il ne s'agit pas plutôt d'un jeune arbre, sachant que l'identification et la connaissance des espèces sur le terrain est véritablement une affaire de longue expérience et que l'utilisation de critères physiologiques ne permet pas toujours de différencier un jeune arbrisseau d'un véritable arbuste (cf. BLANC 2002). On est par ailleurs intéressé de comparer la physiologie des différentes strates et leur spectre des ensembles structuraux ainsi que l'importance de la régénération des strates supérieures. En conclusion, la meilleure solution est bien de faire les observations par strates, dont la définition en forêts denses tropicales est largement partagée par l'ensemble de la communauté scientifique et auxquelles tout individu peut donc être rattaché sans difficulté. On admet toutefois que la délimitation verticale précise de ces strates peut varier d'un type forestier à un autre. Par exemple, la strate supérieure n'occupe pas le même intervalle de hauteur dans une forêt de plaine et dans une forêt de montagne. La valeur de l'intervalle de hauteur n'a donc qu'une valeur informative et les strates sont donc définies sur base de leur position relative par rapport au gradient microclimatique vertical (notamment par rapport à la zone de maximum de densité de la canopée). Les définitions structurales présentées ici sont certes plus subjectives que la définition d'un diamètre minimal, comme cela se fait dans la majorité des études similaires à la nôtre, mais elles ont le mérite d'être plus proches d'une réalité biologique. D'autre part, il est certain qu'un nombre non négligeable " d'individus limites " sera rencontré, c'est-à-dire dont le classement dans l'une ou l'autre classe est délicat, mais ces individus limites traduiront les liens génétiques (ontogéniques) entre les strates et représentent donc eux-mêmes une certaine réalité. Nous ne sommes toutefois pas les seuls à avoir préféré une définition structurale des strates pour la réalisation de relevés de végétation (POORE 1968, p.154).

En conclusion, nos relevés, dits phytocénologiques, se composent donc chacun de quatre sous-relevés, dits " structuraux ", relatifs aux différents ensembles de la structure forestière: strate des arbres dominants (A), strate des arbres dominés (Ad), strate des arbustes (ar) et strate herbacée (H, contenant plus clairement plusieurs synusies) (cf. *Fig.8*).

-Strate des arbres dominants (A): arbres de généralement plus de 20m de haut (en forêt dense de terre ferme non montagnarde), dont le houppier est soumis une bonne partie de la journée aux rayons directs du soleil et qui contribuent à fermer la voûte forestière (canopée). Cet ensemble structural peut être scindé en 3 synusies, comprenant les émergents (E, dont l'entièreté du houppier est soumise en permanence aux rayons directs du soleil), les arbres

dominants au sens strict (Ass, dont les houppiers constituent l'essentiel de la canopée) et les arbres co-dominants (Aco, dont les houppiers sont partiellement sous le couvert des Ass).

-Strate des arbres dominés (Ad): arbres mesurant généralement de 6 à 20m de haut, protégés du rayonnement direct mais dont le houppier n'est pas encore dans les conditions microclimatiques particulières du sous-bois. Les jeunes individus d'arbres dominants (A) passent une partie de leur existence dans cette strate.

-Strate des arbustes (ar): petits ligneux mesurant généralement de 1,5 à 6m de haut, protégés du rayonnement solaire direct et soumis aux conditions microclimatiques particulières du sous-bois. Cette strate comprend clairement plusieurs synusies: notamment les arbustes sarmenteux et les jeunes lianes encore à un stade arbustif.

-Strate herbacée (H): étant donné la difficulté d'identification des plantes de cette strate, nous avons décidé de focaliser notre étude sur les espèces qui lui sont typiques telles que les herbacées et les sous-arbustes (suffrutex notamment). Tous les autres ensembles structuraux (A, Ad, ar) ont été observés dans les sous-relevés d'ordre supérieur. D'autre part, afin de permettre davantage d'analyses notamment en termes de diversité, nous avons, pour 21 de nos relevés, procédé à l'inventaire complet de toutes les plantes présentes dans le sous-relevé de la strate herbacée, c'est-à-dire non seulement les herbacées terrestres, épiphytes et volubiles ou lianescentes et les sous-arbustes mais aussi les arbustes, arbres, jeunes arbres, plantules de tous genres, épiphytes tombées de la canopée, lianes ligneuses, héli-épiphytes et plantes saprophytes. Ce sont ces relevés que nous qualifions de " complets " (bien que les épiphytes de la canopée ne soient pas incluses).

Dans la suite de ce travail, on définira le " **sous-bois** " comme l'ensemble des strates **ar** et **H**. On fera aussi souvent allusion à la strate H comme étant la strate herbacée du sous-bois, bien que celle-ci contienne aussi des sous-arbustes.

Pour les strates supérieures, les lianes ligneuses ne sont pas incluses car dans 90% des cas, il est impossible de leur trouver un nom (à moins de s'y consacrer exclusivement) voire même de distinguer des morpho-espèces (sp.1, sp.2, etc.). Cependant, nous avons procédé à la collecte d'herbiers à chaque fois qu'il était possible de collecter un échantillon avec rameau feuillé.

II.2.3 RELEVÉS DE VÉGÉTATION: EFFORT D'ÉCHANTILLONNAGE ET QUANTIFICATION DE L'ABONDANCE

Nous venons de définir les quatre types de sous-relevés structuraux composant chacun de nos 37 relevés phytocénétiques. Reste maintenant à préciser les limites de l'effort d'échantillonnage dédié à ces sous-relevés. A ce niveau, il s'agit de préciser deux choses. Premièrement, comment mesure-t-on l'effort d'échantillonnage ? Nous avons vu que celui-ci peut s'exprimer en termes de surface, de nombre d'individus ou encore en termes de temps de travail. Deuxièmement, à combien de m², d'individus ou encore d'heures va-t-on fixer l'effort d'échantillonnage de chaque sous-relevé ? Nous présentons d'abord quelques principes généraux, valables surtout pour les strates ligneuses mais aussi pour la strate herbacée, puis nous détaillerons les particularités de la strate herbacée.

II.2.3.1 Les strates ligneuses

Pour commencer, pourquoi donc la mesure de l'effort d'échantillonnage est-elle un paramètre si important ? Tout simplement parce que si on compare des relevés ou des classifications phytosociologiques de relevés à effort d'échantillonnage variable, les différences pourraient dans certains cas être très largement issues de ces variations d'effectifs (CHAO & al. 2004): les relevés sous-échantillonnés seront classés ensemble ou aléatoirement au sein des groupes de relevés correctement échantillonnés. Les comparaisons en termes de diversité sont encore plus sensibles à de telles différences d'effort d'échantillonnage, même lorsqu'il s'agit d'indices réputés plus stables tels que ceux de Shannon-Wiener ou de Simpson. En conclusion, dans une étude de typologie forestière et de diversité comparée entre strates et entre habitats, il est primordial de considérer un effort d'échantillonnage constant, ou du moins comparable, entre relevés et entre strates. C'est pourquoi il est nécessaire de quantifier cet effort d'échantillonnage.

Se pose alors la question: qu'est-ce qu'un effort d'échantillonnage comparable entre deux strates: surfaces ou nombre d'individus ? De toute évidence, 1ha d'arbustes ne peut pas se comparer à 1ha d'arbres de la strate dominante. Nous avons déjà évoqué le fait que les individus des différentes strates se différencient par leur espace vital. L'espace occupé par un même nombre d'individus diminue très fortement des strates supérieures aux strates inférieures. Ainsi, une centaine d'arbres de la canopée ($DBH \geq 30\text{cm}^{12}$) couvriront de l'ordre d'un hectare (116 indiv./ha, SENTERRE 1999, p.26), tandis qu'un même nombre de petits arbres situés sous le couvert de la canopée peut être observé sur seulement 0,3ha (Tab.8 pour DBH entre 10 et 30cm ; il est malheureusement difficile de trouver des sources en termes de strates et non pas de catégories de DBH). Quant aux plantes du sous-bois, BLANC (2002) estime l'étendue délimitée par une centaine d'individus à 50m² (de 20 à 100m²).

La meilleure manière d'illustrer nos propos est de présenter un exemple tiré de la bibliographie. TCHOUTO (2004) s'est intéressé aux mêmes préoccupations que nous et a pour sa part réalisé 145 relevés, de 1000m² chacun, pour tous les individus à $DBH > 1\text{cm}$. Il y distingue 3 strates selon des catégories de DBH qu'il compare du point de vue de la diversité: arbres ($DBH > 10\text{cm}$), arbustes ($1,5 < DBH < 10\text{cm}$) et strate herbacée ($1 < DBH < 1,5\text{cm}$). Notons au passage que ces catégories de DBH n'ont pas grand chose à voir avec les strates décrites, bon nombre de ligneux de 9cm de DBH dépassant très largement la strate arbustive. TCHOUTO remarque que la " strate " la plus riche en espèces est celle des arbustes mais quoi de plus normal étant donné qu'en termes de nombre d'individus celle-ci a fait l'objet d'un effort d'échantillonnage 7 fois supérieur à celui des arbres et 3,5 fois supérieur à celui de la " strate herbacée " (valeurs tirées de la classe " forêts à Caesalpiniaceae ")¹³. Une telle comparaison a encore moins de sens à l'échelle d'un relevé: en moyenne 59 observations pour la strate arborée, 422 pour la strate arbustive et 123 pour la strate herbacée.

Par ailleurs, bien que la plupart des inventaires soient encore fixés en termes de surface, il a maintenant été clairement démontré que des comparaisons de diversité entre strates ou catégories de diamètre ne pouvaient se faire qu'en tenant compte de l'effort d'échantillonnage exprimé en termes de nombre d'individus observés et non pas en termes de surface (CONDIT & al. 1996, 1998, etc.). La densité d'individus pouvant varier fortement pour une même strate selon la région ou l'habitat, cette remarque est en fait valable de manière générale.

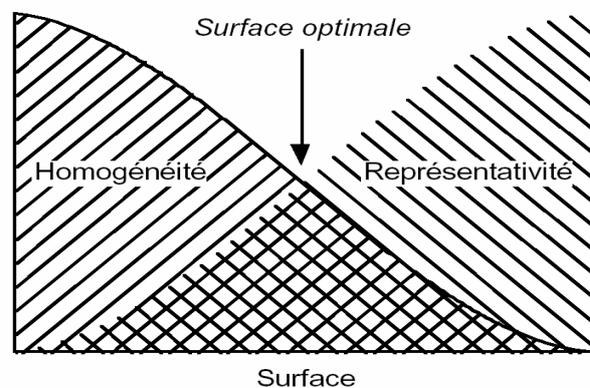
¹² Correspondance approximative issue de notre expérience personnelle et confirmée notamment par POORE (1968, p.154)

¹³ TCHOUTO (2004) obtient pour ses « forêts à Caesalpiniaceae » 181 espèces pour la strate des arbres (pour environ 1350 individus observés: 586 indiv./ha x 23 relevés x 0,1 ha/relevé), 399 espèces pour la strate des arbustes (9700 individus observés) et 225 espèces pour la strate herbacée (2800 individus observés)

D'autre part, la mesure de l'effort d'échantillonnage en termes de surface pose encore d'autres problèmes. Premièrement, la délimitation sur le terrain de la surface choisie devient techniquement de plus en plus difficile pour des superficies croissantes. Déjà lorsqu'il s'agit de délimiter un carré de 10 x 10m à l'aide d'un pentadécamètre, il faut souvent s'y prendre à 2 fois pour obtenir des côtés parallèles deux à deux et de même longueur. Concrètement, à partir de surfaces de l'ordre du demi-hectare, la délimitation du relevé devient source d'erreur et en tout cas très coûteuse en temps. Deuxièmement, pour des stations en pente moyenne à forte, la mesure au sol de la surface s'éloigne de manière considérable de la surface horizontale correspondante et n'est par conséquent plus comparable à une même surface au sol mesurée en station à pente faible (remarque peu soulevée dans la littérature). Enfin, pour l'inventaire de certains types de végétation tels que des forêts riveraines ou les forêts de crêtes (formations étroites, sinueuses et allongées), la mesure d'une surface définie peut s'avérer pénible voire impossible. L'évitement des chablis et autres irrégularités majeures ralentit encore la délimitation d'un relevé se voulant homogène et donc parfois fractionné.

Si la mesure de l'effort d'échantillonnage en nombre d'individus est une nécessité évidente, les choses sont par ailleurs moins claires quant à la valeur minimale de l'effort qu'il convient d'appliquer à un relevé d'une strate donnée en forêt tropicale. Nous avons exprimé précédemment notre attachement aux principes fondamentaux de la phytosociologie, à savoir la réalisation de relevés homogènes et représentatifs pour toute communauté végétale étudiée. Ce principe honorable n'est toutefois pas toujours facile à mettre en pratique car si la représentativité du relevé croît avec les dimensions de celui-ci, l'homogénéité des paramètres environnementaux décroît généralement rapidement (*Fig.31*). Il s'agit donc d'un compromis et en toute logique, c'est la strate dont les organismes constitutifs se caractérisent par un plus grand espace vital, à savoir la strate des arbres dominants, qui constitue le compromis le plus difficile à trouver.

Fig.31 Relations théoriques entre l'effort d'échantillonnage d'un relevé et l'homogénéité et la représentativité de celui-ci. L'exemple illustré pour un effort d'échantillonnage exprimé en surface, tiré de GILLET (2000), est valable quelle que soit l'unité de mesure de l'effort d'échantillonnage: on parlera donc plus souvent d'un " effort optimal ".



Au chapitre I.4, nous avons vu que la plupart des relevés apparentés aux principes de la phytosociologie ne s'étendent généralement pas bien au-delà d'un hectare. Etant donné qu'une surface homogène de 1ha ne se rencontre déjà pas facilement en forêt même dite primaire, voire jamais dans une forêt moyennement dégradée, on conclut qu'un inventaire des arbres de la canopée est contraint de se limiter à environ 100 individus (une forêt dense comporte en moyenne de l'ordre de 90 à 120 arbres dominants par ha) si on veut garantir le respect de la contrainte d'homogénéité. Un tel inventaire correspond en moyenne à une petite cinquantaine d'espèces pour les forêts les plus riches. Si on poursuit les observations, le nombre d'espèces continue de croître (l'aire minimale n'est donc pas atteinte) mais les espèces qui se rajoutent sont principalement des espèces assez rares (SENTERRE & LEJOLY 2001, NEWBERY & al. 1992, PRÉVOST & SABATIER 1996). On peut admettre qu'un effort d'échantillonnage d'une centaine d'individus est déjà assez bien représentatif de la communauté végétale de la strate en question et constitue en tout cas le meilleur compromis entre homogénéité et représentativité (effort optimal). Un effectif plus important (correspondant à une surface plus grande) augmente très fortement la difficulté à délimiter une zone homogène (la réalisation d'un relevé fragmenté est alors généralement

incontournable) tandis qu'une zone plus petite commence à poser de graves problèmes de représentativité et de fiabilité des estimations d'abondance. D'après les études menées au CTFS sur toutes les strates ligneuses, dans une multitude de forêts tropicales (CONDIT & al. 1998, etc.), un effort d'échantillonnage de 100 individus constitue un minimum acceptable pour permettre une estimation non biaisée de la diversité d'une communauté.

II.2.3.2 La strate herbacée

Pour ce qui est de la strate herbacée, et plus encore pour la strate muscinale (non étudiée ici), le principe de l'effort d'échantillonnage en nombre d'individus pose problème étant donné la définition de la notion même d'individu (voir notamment BLANC 2002). En effet, qu'est-ce qu'un individu pour des espèces herbacées poussant en touffes (nombreuses Marantacées, Cypéracées, Poacées) ou en nappes (*Geophila spp.*, *Trichomanes spp.* et autres) ? C'est d'ailleurs très probablement une des raisons de la rareté des inventaires complets et quantitatifs.

Les auteurs ayant tenté l'expérience comptabilisent généralement les " touffes " chacune comme un individu: GENTRY & DODSON (1987), Gonzalez (1996, in BLANC 2002), POULSEN (1996), POULSEN & BALSLEV (1991), POULSEN & PENDRY (1995) ou encore COSTA (2004). Pour ce qui est des espèces en nappes, ces auteurs ne se montrent pas très explicites mais il est très probable qu'ils comptent une nappe comme étant un individu. Une réflexion plus claire nous est donnée par SANFORD (1968, p.698) et JOHANSSON (1974, p.59). Pour ceux-ci, une nappe (ou " stand ") se définit comme un ensemble de tiges distinctes et/ou individus d'une espèce, séparés d'un autre ensemble de tiges de la même espèce soit par un espace vide, soit par des individus d'autres espèces.

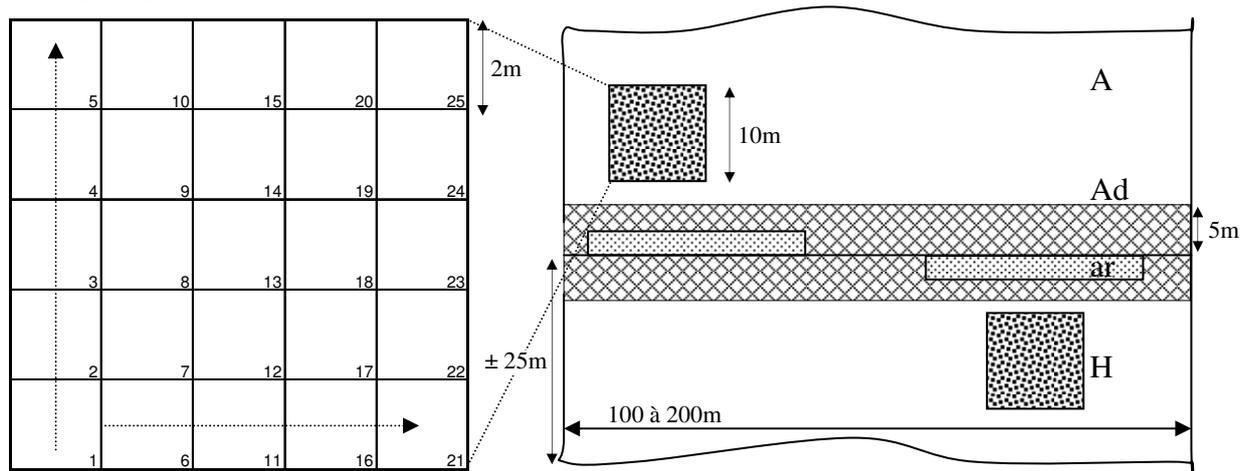
Par ailleurs, si on est face à une tache constituée d'un entremêlement de plus d'une espèce, on compte un individu pour chacune de ces espèces. Reste que lorsque plusieurs nappes bien délimitées et dissociées se trouvent inter-connectées (ou anastomosées, cf. GILLET 2000, p.25), le problème du comptage se fait encore plus saillant.

Pour toutes ces raisons, et bien qu'il soit préférable de compter des individus à la manière des auteurs cités, il n'est pas recommandable de réaliser un relevé à effort d'échantillonnage fixé à cent individus de la strate herbacée comme on l'a fait pour les strates supérieures. Nous avons donc fixé l'effort d'échantillonnage en termes de surface en recherchant le meilleur compromis entre représentativité, homogénéité et temps de travail.

Dans la littérature, les relevés consacrés à la strate herbacée, ou plus généralement au sous-bois, en forêt dense tropicale, varient de quelques mètres carrés (4m² pour BEHERA & al. 2002, 40m² pour VAN ANDEL 2001, 2003) à plusieurs dizaines d'ares (1000m² pour GENTRY & DODSON 1987, 1ha pour POULSEN & BALSLEV 1991) et sont le plus souvent compris entre 200m² (SVENNING & al. 2004, REITSMA 1988) et 400m² (POULSEN 1996). D'après BLANC (2002), dont la remarque s'inspire des auteurs précités et de sa riche expérience des sous-bois, on trouve en moyenne 1 à 2 individus de sous-bois par m² de sol forestier. D'après notre expérience personnelle en Afrique centrale, une surface de l'ordre de 200m² (200 à 400 individus selon BLANC 2002) permet l'observation de pratiquement toutes les espèces herbacées du sous-bois d'une station donnée.

Nous avons donc choisi de réaliser des sous-relevés de la strate herbacée en parcelles de 200m² selon le protocole décrit à la Fig.32.

Fig.32 Les différents sous-relevés composant un relevé phytocénotique sont illustrés sur la droite de la figure: strate A, Ad, ar et H (cf. II.2.2 et Fig.8). Cent arbres de la strate supérieure (A) sont inventoriés sur une largeur variable et approximative de généralement une cinquantaine de mètres ($\pm 25m$ de part et d'autre d'un layon central). Les 100 arbres de la strate Ad sont inventoriés sur une largeur fixe et précise de 5m de part et d'autre du layon. Les 100 arbustes sont inventoriés sur une bande de 2,5m de large placée d'un seul côté du layon et décomposée en deux tronçons répartis de manière régulière. La strate herbacée est étudiée dans deux parcelles carrées de 100m² chacune et placées aux endroits jugés les plus représentatifs de la station (en évitant les petites ouvertures du couvert par exemple). Afin de dénombrer les individus aussi correctement que possible, pour la strate herbacée, nous avons découpé nos parcelles en 5 bandes de 10 x 2m (à l'aide d'un deuxième pentadécamètre) puis en carrés de 2 x 2m (partie gauche de la figure), ce qui permet un comptage plus aisé. En outre, on prend note du numéro de la bande où chaque espèce est apparue pour la première fois (les flèches et la numérotation représentent l'ordre dans lequel les carrés sont inventoriés), il est possible de dresser la courbe aire-espèces pour cette strate herbacée.



Le choix de fixer l'effort d'échantillonnage en termes de surface, pour la strate herbacée, ne remet nullement en cause le principe de la quantification exacte de l'abondance des individus observés. C'est pourquoi tous les individus présents dans nos sous-relevés de la strate herbacée ont été énumérés en suivant la notion d'individu telle que définie par les principaux chercheurs cités précédemment. Ce comptage des individus est une opération excessivement fastidieuse et coûteuse en temps, surtout lorsque l'identification des espèces est elle-même déjà un problème. En ce qui nous concerne, elle ne fut rendue possible que grâce aux journées entières passées à observer les plantes de ces relevés de sous-bois, par la collecte d'un grand nombre d'échantillons d'herbiers (notamment pour les plantules, etc.) et par la confection in situ et petit à petit de notre " herbier portatif " .

Afin de permettre une réflexion sur ce problème, nous avons également estimé un coefficient d'abondance-dominance pour chacune des espèces de ces sous-relevés de strate herbacée. En effet, face à la subjectivité, partielle mais évidente, de l'estimation de l'abondance par comptage des plantes de sous-bois, nous avons trouvé utile de revoir la notion de coefficient d'abondance-dominance dans une optique plus tropicaliste.

De manière générale, pour une espèce en nappe, à individus difficilement définissables et comptables, des coefficients de recouvrement sont plus commodes à utiliser alors que, pour une espèce à individus bien délimités, le comptage reste chose aisée. C'est ce qui a amené depuis longtemps les phytosociologues européens à effectuer des relevés de végétation herbacée en quantifiant l'abondance d'une espèce à l'aide de coefficients dit " d'abondance-dominance ", c'est-à-dire définis en tenant compte du taux de recouvrement (ou dominance) de l'espèce et, pour celles représentées par quelques individus seulement, de l'abondance des individus. Les classes les plus largement utilisées (même sous les tropiques) sont celles proposées par Braun-Blanquet (forme adaptée de ses travaux de 1964, 1965 in VAN DER MAAREL 1979):

- r** espèce rare (1 individu),
- +** espèce peu abondante (quelques individus),
- 1** espèce abondante mais à faible taux de recouvrement (< 5%),
- 2** espèce à taux de recouvrement de 5 à 25%,
- 3** espèce à taux de recouvrement de 25 à 50%,
- 4** espèce à taux de recouvrement de 50 à 75% et
- 5** espèce à taux de recouvrement > 75%.

Les classes d'abondance-dominance de Braun-Blanquet ont été discutées par de nombreux chercheurs parmi lesquels on se doit de souligner les importants travaux de VAN DER MAAREL (pour la plupart cités dans sa synthèse de 1979). Ce dernier a notamment, et très justement, fait remarquer que la classe 2 de Braun-Blanquet manquait clairement de détail. Il proposa donc une nouvelle classification, tenant compte d'autres travaux ayant émis la même remarque, où la classe 2 est scindée en trois sous-classes: **2m** (5%), **2a** (5-12%) et **2b** (12-25%). Toutefois, comme le fait très justement remarquer GILLET (2000, p.24), il faut bien reconnaître que la distinction entre les classes 2m et 1 n'est guère convaincante ce qui amène ce dernier à rejeter la classe 2m (bien qu'il n'intègre pas ce changement dans les définitions qu'il présente).

Ces remarques, qui semblent ne pas avoir fait écho en régions forestières tropicales, apportent pourtant un début de réponse aux critiques souvent émises à l'encontre de la méthode Braun-Blanquet sous les tropiques. La critique la plus courante concerne le fait qu'en forêt dense, la grande majorité des espèces observées entre dans les seules catégories r, +, 1 et 2 de Braun-Blanquet et que dès lors cette échelle, réduite à quatre niveaux effectifs, ne permet qu'une estimation grossière.

Nous avons donc décidé de tester la classification proposée par VAN DER MAAREL (1979), en modifiant toutefois les définitions des sous-classes du coefficient 2 (*Tab.19*) afin de tenir compte des remarques de GILLET (2000) et des classes d'abondance généralement utilisées en milieux forestiers tropicaux (SENTERRE 2001, SENTERRE & al. 2004, VAN ASBROECK 1997, VAN REETH 1997, VALKENBURG & al. 1998, etc.). Cette nouvelle variante des catégories de Van der Maarel a l'avantage de détailler correctement les catégories d'abondance moyenne et surtout de mettre en correspondance des estimations faites en termes de coefficient d'abondance-dominance (pour des espèces de sous-bois) ou en termes d'abondance (pour les espèces des strates supérieures). En outre, grâce aux travaux de VAN DER MAAREL (1979), il est possible de mettre en correspondance ces coefficients avec les divers systèmes de classification antérieurs (Tüxen & Ellenberg 1937, Schwickerath 1931, Dagnelie 1960, etc., tous in VAN DER MAAREL 1979).

Tab.19 Révision des catégories d'abondance-dominance (AD) de VAN DER MAAREL (1979), en vue de tenir compte des remarques émises par GILLET (2000) et afin de permettre la mise en correspondance avec des données en abondance pure (comptage d'individus). La correspondance avec deux références récentes est indiquée. Pour GILLET (2000), AD est transformé en une valeur numérique et un équivalent de recouvrement moyen (r.m.) est défini. Les définitions de DUFRÈNE (2003) sont reprises directement de Braun-Blanquet et sont basées essentiellement sur le recouvrement (r). *Si une espèce est observée en dehors des limites strictes du relevé mais toujours au sein de la même station, elle peut entrer dans la liste floristique du relevé mais sera présentée dans le tableau final avec une abondance de 0 et on lui attribuera un coefficient 0,5 pour les analyses (ADn^ob). **Dans la colonne consacrée à nos nouvelles définitions, " Dr " représente soit l'abondance relative (pour les strates supérieures avec comptage des individus), soit le taux de recouvrement estimé en % de la surface du relevé (pour les espèces abondantes de la strate herbacée). Quelle que soit la strate et l'effort d'échantillonnage total, si une espèce n'est présente qu'en 1 ou 2 individus, le coefficient attribué correspond au nombre d'individus. Ce système permet de passer de coefficients d'abondance-dominance à des valeurs numériques, homologues des valeurs d'abondance relative, et inversement. **a**-coefficients de Braun-Blanquet modifiés, **b**-coefficients de Van der Maarel amendés de la classe 0,5.

(Braun-Blanquet)	(Gillet 2000)		(Dufrene 2003)		(Van der Maarel 1979)		(Présente étude, aussi ADn ^o b)	
AD	ADn ^o	r.m.	Définition	r.m.	AD ^a	ADn ^o b	Définition**	r.m.
					0	0,5*	hors relevé	0,5
r	0,1	0,03	1 individu	0,1	r	1	1 individu	1
+	0,5	0,3	r. insignifiant	0,2	+	2	2 individus	2
1	1	3	r. < 5 %	2,5	1	3	Dr ≤ 5 %	3,5
					2m	4	5 < Dr ≤ 10 %	7,5
2	2	14	de 5 à 25 %	15	2a	5	10 < Dr ≤ 15 %	12,5
					2b	6	15 < Dr ≤ 25 %	20
3	3	32	de 25 à 50 %	37,5	3	7	25 < Dr ≤ 50 %	37,5
4	4	57	de 50 à 75 %	62,5	4	8	50 < Dr ≤ 75 %	62,5
5	5	90	plus de 75 %	87,5	5	9	Dr > 75 %	87,5

II.2.4 RELEVÉS DE VÉGÉTATION: EN PRATIQUE SUR LE TERRAIN ET EFFORT D'OBSERVATION

La manière de procéder est la suivante. Après avoir délimité la station homogène correspondant à un futur relevé (cf. II.2.1), un layon très discret (ou plusieurs si le relevé est fractionné) est ouvert à la machette au centre de la station et des repères sont placés tous les 50m (un bâton robuste auquel est attachée une bande toposignal indiquant au marqueur indélébile le numéro du relevé et la position du repère). La position géographique est déterminée par deux points situés aux extrémités et géoréférencés à l'aide d'un GPS.

Le layon est pris comme axe des abscisses et l'inventaire des arbres s'effectue à x croissants sur une largeur fixe ou variable selon la strate: approximativement 25m de part et d'autre pour la strate des arbres dominants " A " (on travaille un côté à la fois et si la zone homogène n'est pas très longue, on prend parfois jusqu'à 35m de largeur) ; pour les arbres dominés " Ad " on inventorie sur 5m de part et d'autre du layon et pour les arbustes " ar " sur seulement 2,5m d'un seul côté (Fig.32). Pour tous les arbres observés dans les strates A et Ad, la position latérale est notée par estimation visuelle au mètre près (généralement très approximative pour les A distants de plus de 20m), tandis que la position longitudinale est mesurée à l'aide d'un pentadécamètre. De cette manière, l'effort d'échantillonnage en termes de surface est lui aussi connu (très grossièrement pour les A et précisément pour les Ad et ar) ce qui permet de

comparer plus facilement nos données avec celles d'autres inventaires. Pour les arbustes, la bande de 2,5m de large est décomposée en 2 tronçons disposés chacun dans une des deux moitiés du relevé, ce afin d'éviter d'éventuels effets de dominance locale. Pour une strate donnée, les arbres sont inventoriés si la position de leur houppier correspond à la définition donnée pour cette strate et si le centre de la base de leur tronc est incluse dans les limites fixées (WHITE & EDWARDS 2001).

Une fois l'inventaire terminé pour chaque strate, on procède à une prospection fouillée au sein de la station correspondant au relevé phytocénologique afin de récolter toutes les plantes fertiles, c'est-à-dire qu'on parcourt les abords du relevé. Par ailleurs, durant l'inventaire lui-même, au cours duquel on progresse à vitesse lente, une même attention portée aux plantes fertiles s'est révélée très efficace.

Le diamètre à hauteur de poitrine (DBH, mesuré à 1,3m du sol ou au-dessus des contreforts) a été mesuré avec un ruban diamétrique pour chaque arbre des strates A et Ad selon la méthodologie décrite par LETOUZEY (1969), WHITE & EDWARDS (2001) ou encore THIRAKUL (1983). Les arbres de ces strates ainsi que les arbustes ont également fait l'objet d'une estimation de la hauteur, à l'aide d'un clinomètre pour les A et Ad. Tous les arbres des relevés 1 à 29 ont été marqués d'une étiquette de référence en aluminium frappée au poinçon et clouée 10cm au-dessus de l'endroit exact de mesure du diamètre. Pour les arbres à contreforts démesurés, le diamètre au-dessus de ceux-ci a été estimé à vue et l'étiquette clouée à moins de 1,3m sur les contreforts. Ce marquage a pour but de permettre la vérification de nos observations et aussi d'envisager dans le futur un suivi de la croissance, mortalité, recrutement, etc., ou encore de permettre la collecte de matériel fertile pour des espèces restées indéterminées, etc. On connaît par exemple un certain nombre d'espèces assurément nouvelles pour la science, dont nous n'avons pas eu l'occasion de collecter d'herbier fertile ou complet et dont la position des individus est connue au mètre près. La liste des données de relevés sera publiée dans un rapport à l'attention des institutions ayant encadré notre travail sur le terrain. Le système de référence employé pour le marquage sur le terrain se compose du numéro du relevé suivi du numéro de l'observation dans le relevé: par exemple 29/134 correspond à l'étiquette clouée sur l'arbre n°134 du relevé n°29. Les relevés 30 à 37 n'ont plus fait l'objet d'un marquage des arbres principalement par manque de moyens: ce travail nécessite une personne supplémentaire ce qui, pour de longues missions en pleine forêt, n'est pas sans coût.

L'équipe de travail se compose typiquement de 4 personnes. Deux assistants locaux ont accompagné la plupart des missions de terrain, essentiellement Felipe ESONO et Restituto NGUEMA (tous deux d'Engong et travaillant pour le programme Ecofac), et se sont partagés le marquage des arbres, la collecte des échantillons d'herbiers (lancer de bâtons, escalade des troncs, etc.), l'ouverture des layons, etc. L'extraordinaire sens de l'orientation de Restituto se révéla un atout précieux lors des ouvertures de nouveaux sentiers vers certaines stations remarquables, préalablement repérées sur la carte. Les déplacements en régions montagneuses sont en effet loin d'être toujours évidents, même muni d'un GPS.

Quant aux deux autres personnes, il s'agit de nous-même et d'un botaniste local. Nous voudrions souligner l'importance de cette collaboration avec un botaniste local car aussi bon botaniste soit-on, on se trouve bien souvent assez démuni face à un arbre de 50m de haut dont les premières feuilles ou rameaux se trouvent à plus de 20 ou 30m. Le travail d'identification est alors possible grâce à de bonnes jumelles, une machette (pour observer la tranche dans l'écorce) et un sens aigu de l'observation ainsi que les divers guides pratiques d'identification des essences ligneuses de la région étudiée tels que ceux de WILKS & ISSEMBÉ (2000), qui ne nous a jamais quitté, THIRAKUL (1983), TAILFER (1989), etc. Mais un travail efficace et fiable

nécessitera toujours l'aide d'un botaniste local expérimenté. Celui-ci, même s'il lui arrive de se tromper sur le nom, comme tout le monde, ne se trompera que rarement sur l'identification des feuilles, rameaux ou autres, ramassés au sol pour les grands arbres, et censés provenir du tronc qu'on a en face de soi. Même lorsqu'il ne connaît pas l'arbre en question, il est souvent plus apte que nous à le reconnaître lors d'observations ultérieures. Dans ce rôle, Diosdado Obiang, botaniste à l'Indefor (ex. CUREF), se montra absolument remarquable de par sa longue expérience dans la reconnaissance des arbres de la région ainsi que grâce à son esprit autocritique (surtout pour l'identification des plantes) et les longues missions de prospections qu'il réalisa au Gabon (OBIANG 2003), encadré par des spécialistes tels que Frans J. Breteler, Chris Wilks, etc. Quant à nous-même, nous avons participé à part égale au travail d'identification et avons également assuré le choix des arbres répondant aux conditions d'inclusion dans le relevé, l'estimation des hauteurs, l'observation et la prise de notes des observations morphologiques, coordonnées GPS, position des arbres, etc.

Pour finir, il nous semble intéressant de préciser le temps de travail que représente la réalisation d'un tel relevé phytocénologique, afin que le lecteur puisse en tenir compte s'il devait s'inspirer de ce protocole. Les cinq missions réalisées en Afrique ont donc permis d'inventorier 37 relevés phytosociologiques, dont 4 au Cameroun et 33 en Guinée Equatoriale (28 dans le Parc National de Monte Alén, 3 à Ndoté et 2 à Monte Bata). La première mission réalisée ne fut pas très productive en nombre de relevés en raison de notre méconnaissance des espèces végétales et de l'importante biodiversité rencontrée, notamment dans le sous-bois. Au cours de la deuxième mission, nous sommes arrivés à un rendement de 5 jours par relevé phytocénologique puis, lors des trois dernières missions, 3 à 4 jours par relevé. Au cours des 5 missions de terrain, totalisant plus de 400 jours, près de 27000 observations ont été faites et 4410 herbiers ont été collectés dont 3875 provenant de nos relevés (cf. III.3).

II.2.5 IDENTIFICATION DES ESPÈCES ET NOMENCLATURE SUIVIE

Ici encore nous avons voulu expliquer de façon détaillée la manière de procéder afin que le lecteur puisse être à même de juger de la confiance qu'il peut avoir dans nos données de base. En effet, nous sommes personnellement bien souvent restés perplexes à la lecture de travaux détaillant des méthodes d'analyse fascinantes de complexité mais ne faisant qu'effleurer les grandes lignes de leur protocole de collecte des données et les moyens utilisés pour obtenir l'identification des espèces. Or qui mieux que l'auteur ne connaît les sources d'erreurs possibles, les biais éventuels (connus ou insoupçonnés) générés par certaines des nombreuses étapes nécessaires à l'obtention du (ou des) tableau(x) de données brut(s).

Sur le terrain: collecte des échantillons d'herbiers

Chaque espèce rencontrée pour la première fois fut récoltée en herbarium, au moins une fois et si possible une fois pour chaque nouvelle région. Les échantillons ont été constitués de manière aussi complète que possible afin de faciliter d'une part la vérification des identifications et d'autre part de mettre en évidence des critères distinctifs végétatifs: nous avons pris soin de rechercher fleurs (♀,♂), boutons floraux, fruits matures, jeunes fruits, inflorescences, feuilles et préfeuilles, rameaux âgés et jeunes, feuilles mortes au sol (pour les arbres A et Ad), fragments d'"écorce" avec liber, aubier, squames, etc. Toutes les parties citées, lorsqu'elles présentaient des caractéristiques remarquables ou perdues lors du séchage (formes, couleurs, couches cireuses, odeurs, exsudats, etc.), ont été soigneusement décrites en suivant des critères tels que ceux décrits par LETOUZEY (1969) ou encore THIRAKUL (1983). Il en fut de même pour les caractéristiques non herborisables telles que l'architecture générale (HALLÉ 2004) ou le type de base de tronc (racines échasses, contreforts, etc.), le tout servant à la

rédaction des étiquettes d'herbier (Fig.33). La préparation des herbiers a pratiquement toujours, pour des raisons de logistique, été réalisée après une à deux semaines de conservation des échantillons, pressés et imbibés d'alcool dilué, en sacs plastiques étanches, selon des méthodes décrites dans plusieurs ouvrages: LETOUZEY (1969), WHITE & EDWARDS (2001), FISH (1999), etc. La plupart des doubles prévus (1 à 7 doubles par échantillon) n'ont pas encore été envoyés (ou l'ont été essentiellement vers Yaoundé, YA, et Bata, BATA) mais sont destinés à Wageningen (WAG), Meise (BR) et Madrid (MA).

Fig.33 Exemple type d'une étiquette d'herbier. Les étiquettes ont été imprimées en deux fois: la première série (à droite) ne comportait pas la partie relative à la composition de l'échantillon. Nous attirons l'attention sur le fait qu'une certaine confusion est née de notre triple système de codification: il y a le numéro d'herbier (N°), la marque clouée sur l'arbre ou numérotation de terrain (**Étiquette**) et enfin il y a l'identifiant dans la base de donnée (**EchantillonID**). Nous avons ainsi eu quelques cas (assez rares) où un double prêté ou donné s'est vu imprimer, par un autre que nous, une étiquette confondant le numéro d'herbier avec l'un des deux autres codes.

UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES (BRLU)

Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie

Famille: Ebenaceae (Étiquette: 33/163)

Espèce: Diospyros mannii Hiern

Pays: Guinée Equatoriale Altitude (m): 55

Localité: Réserve de Ndoté, à proximité de la piste forestière SOFOGE, 9,5km à l'Ouest de Engong (Litoral)

Habitat: Forêt dense mature de terre ferme, sur sol profond, bien drainé, pente nulle, au sommet d'une petite colline de 30m

Observ.: arbre de 17m (DBH=8cm) à tronc à méplats, branches horiz., verticillées, à partir des 2/3 de la hauteur totale, écorce brunâtre, verdâtre, à écailles irrég. non caduques (à larges crêtes sinueuses sur jeunes sujets), rhytidome noir, relativement fin, liber très fin, brun orangé, aubier blanc, tranche oxydant rapidement brun orange à jaunâtre, sèche, odeur fraîche; feuille à gros pétiole noir!, ramiflore des 1ères aux dernières branches, fruits isolés intra-pétiole ou + souvent en 4-5 groupes de 1-3 fruits sur des tronçons (12-14cm) de rameaux semi-âgés (sans feuille); fruit à pédoncule long et fin; calice peu accrescent, très épaissi, vert clair noirissant en petites taches et gerçuré, à 4-5 lobes triangulaires pointus; ovaire vert clair, couvert d'une dense pubescence, + urticante, de très fins poils blancs dressés, très serrés, donnant au fruit sa couleur brun jaunâtre (comme la couleur de la tranche dans l'écorce); ovaire en forme d'ogive élargie, à 5 dépressions longitudinales larges et peu profondes, apex parfois encore garni des restes des stygmates (3mm); ovaire à chair dense, verdâtre oxydant vite brun orange puis noirâtre, à 4-(5) loges contenant chacune 2 ovules

Composition de l'échantillon: Silicagel Alcool Xylloth
 feuille plantule rameau écorce
 inflo. bouton flor. fleur fruit graine

Coord.: 1,3610763 ° N ; 9,5300495 ° E Date: 22/07/2003

Récol.: Senterre & Obiang

N°: 4177

UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES (BRLU)

Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie

Famille: Pandaceae

Espèce: Panda oleosa Pierre

Pays: Guinée Equatoriale

Localité: SO du Parc National de Monte Alén, sur le transect Ecofac de Mosumo à 500m du début du layon

Habitat: Forêt dense mature de terre ferme, sur sol superficiel, hydromorphie moyennement élevée (20m au dessus du niveau des cours d'eau environnant), pente faible

Observ.: tronc irrégulier à base empâtée, à larges contreforts concaves; écorce beige clair à petits lenticels dispersés et plis sur les contreforts; tranche assez dure à odeur fruitée, liber épais, granuleux, rose brunâtre (2,SR 7/4) avec grains blancs et grains noirs (en lignes horiz.), aubier fibreux blanc jaunâtre; arbre bas branchu à rameaux sinueux, insérés aigus

Coord.: 1,598° N ; 10,04° E Altitude: 195 m Date: 7/02/2001

Récol.: Senterre & Ngomo

N°: 65

(Étiquette: S1/1 ; EchantillonID: 41)

Parallèlement à cela, un herbier portatif fut réalisé petit à petit, en prélevant chaque fois une fraction de l'échantillon, et ce au moins pour toutes les espèces jugées non maîtrisées parfaitement. Bien évidemment, l'herbier portatif se transforma bien vite en " herbier portable " (Photo.2) mais il nous accompagna tout au long de nos missions de terrain et se révéla d'une aide précieuse voire indispensable pour se remémorer les critères végétatifs à vérifier pour identifier telle ou telle espèce (qu'elle soit déterminée totalement ou pas: sp.1, sp.2, etc.). Chaque fois qu'un critère végétatif supplémentaire était trouvé (aussi bien sur le terrain que lors des études en laboratoire), celui-ci était noté sur la fiche propre à l'espèce concernée. L'herbier portatif ainsi constitué, où la majorité des espèces de notre dition (déterminées ou pas) sont décrites de manière complète en faisant ressortir leurs critères distinctifs aux différents stades observés (plantules, etc.), constitue en soi une sorte de brouillon d'un " guide pratique d'identification des espèces végétales des forêts denses du Parc National de Monte Alén ".

En Herbarium: étude des herbiers

Etant conscients que la taxonomie n'est pas toujours bien fixée pour bon nombre de groupes et que nous allions devoir faire face à de nombreuses espèces méconnues, récemment décrites voire inconnues, manquant bien souvent de fleurs et de fruits (à la base de la plupart des clés de détermination) et que par conséquent une partie de nos " espèces " resteraient à tout jamais indéterminées, nous avons donc absolument voulu tenter de rattacher toutes nos observations à des " **morpho-espèces** ". Cela signifie qu'une plante observée dans un relevé, qu'elle soit identifiée au niveau spécifique ou pas, porte le même nom que toutes les autres observations se rattachant à la même espèce.

Les espèces indéterminées prennent alors des noms tels que *Uvariopsis sp.1, aff., sp.nov.*, etc. En principe toute morpho-espèce fait référence à un ensemble d'au moins deux individus observés, mais pour certaines plantes observées une seule et unique fois sur le terrain et présentant des caractères distinctifs clairs, de telle manière qu'on est certain de ne jamais avoir vu cette espèce ailleurs, un nom de morpho-espèce sera aussi créé. Dans les quelques travaux ayant considéré des morpho-espèces, l'auteur transforme généralement toute espèce indéterminée automatiquement en une morpho-espèce distincte (à en juger par le nombre important de morpho-espèces et l'absence d'indéterminés), principe que nous rejetons car il reste toujours des herbiers ni totalement différents ni totalement identiques et pouvant correspondre à des sujets anormaux ou à une morpho-espèce déjà définie mais dont on ne se souvient pas (ce qui arrive dans un lot de plus de 1000 espèces).

Pour les plantes à fleurs, la nomenclature suivie pour les noms de familles, de genres et d'espèces est celle reprise dans les quatre volumes de LEBRUN & STORK (1991-1997) ainsi que dans le premier volume de la nouvelle édition (2003), les publications récentes de certaines espèces et la base de données on-line IPNI (International Plant Names Index). Pour les fougères, nous avons consulté la base de données du Missouri Botanical Garden (www.mobot.org). Pour toutes les identifications, un système a été imaginé afin de faciliter la gestion des morpho-espèces et la distinction des identifications trop douteuses et dès lors considérées comme indéterminées (Tab.20).

Tab.20 Niveaux d'identification des individus récoltés en herbiers ou simplement observés dans les relevés. Le nom des morpho-espèces est construit sur base du niveau taxonomique le plus bas atteint en y ajoutant soit cf. (*confer*) ou aff. (*affine*), soit un numéro (sp.#, ou sp.nov.# s'il s'agit de toute évidence d'une espèce non décrite). On obtient par exemple " *aff. Griffonia tessmannii* (De Wild.) Compère ", " *Amischotolype sp.nov.1* ", etc. Le tout est codé en trois critères: " **cf/aff** " (2 états possibles), " **MorphoPart** " pour la particule indiquant un numéro de morpho-espèce et " **DetConf** " pour le critère permettant de transformer les déterminations douteuses en indéterminés ou encore de tester la différence avec ou sans morpho-espèces. Les catégories considérées comme " indéterminées " sont mentionnées dans la colonne Indét.

Code	Définition (DetConf)	Création du nom de la morpho-espèce	Indét.
Acc	identification acceptée (sûre à 100%)	cf/aff = vide et MorphoPart = vide	
O	identification estimée correcte	cf/aff = vide et MorphoPart = vide	
ON	léger doute: à comparer, mais utilisable	cf/aff = vide et MorphoPart = vide	
N	identification incertaine (mettre un cf.)	cf/aff = cf. et MorphoPart = vide	oui
NN	identification provisoire, probablement fausse (aff.)	cf/aff = aff. et MorphoPart = vide	oui
Ind	identification au mieux au niveau générique	cf/aff = vide et MorphoPart = vide et Species = vide	oui
OMsp	identification sûre de la morpho-espèce	cf/aff = vide ou MorphoPart = vide	
ONMsp	identif. de morpho-espèce incertaine mais utilisable	cf/aff = vide ou MorphoPart = vide	
NMsp	identif. de morpho-espèce douteuse, non utilisable	cf/aff = vide et MorphoPart = vide	oui

Pour ce qui est de l'identification des espèces à proprement parler, nous avons envoyé certaines familles à des spécialistes et passé en revue la majorité des herbiers avec des botanistes ayant une longue expérience en Afrique centrale. La collaboration avec ceux-ci fut parfois renforcée grâce aux collectes d'échantillons de feuilles desséchées en silicagel qui accompagnaient les herbiers fertiles jugés intéressants. Nous remercions vivement tous ceux qui ont participé à ce travail:

Acanthaceae, D.Champluvier (BR)
Anacardiaceae, F.J.Breteler (WAG)
Begoniaceae, J.J.F.E de Wilde et M.Sosef (WAG)
Burseraceae, G.Joffroy (BRLU) et J.-M.Onana (YA)
Caesalpiniaceae, F.J.Breteler et J.Wieringa (WAG)
Clusiaceae, P.Bamps (BR)
Commelinaceae, R.B.Faden, National Museum of Natural History (Washington: US)
Connaraceae, K.Jongkind (WAG)
Cyperaceae, A.Vrijdaghs, S.Dessein, P.Goetghebeur (Gent) et F.Cabesas (MA)
Dichapetalaceae, F.J.Breteler (WAG)
Lamiaceae, A.Paton (K)
Marantaceae, F.Cabesas (MA)
Melastomataceae, I.Parmentier (BRLU) et D.Geerinck (BR)
Olacaceae et **Octoknemaceae**, V.Malecot, Laboratoire de Paléobotanique de l'Université Pierre et Marie Curie de Paris (P)
Orchidaceae, T.Stévant (BRLU)
Poaceae, L.Pauwels (BR) et M.Sosef (WAG)
Pteridophyta, E.Figueiredo (LISC)
Rubiaceae, B.Sonké (YA), E.Robbrecht, S.Dessein, J.Degreef, P.Stoffelen, S.Ntore, A.Vrijdaghs, N.Danho et P. De Block (BR)
Violaceae, G.Achoundong (YA)
Diverses familles, F.J.Breteler, J.-M.Onana, M.Elad, S.Lisowski et J.Lejoly

Nous avons nous-même révisé la famille des **Ebenaceae** à l'occasion d'une proposition du Real Jardín Botánico de Madrid pour participer à la réalisation de la Flore de Guinée Equatoriale. Cette famille, typique des strates dominées, est réputée riche en espèces indicatrices de types forestiers. Une mission de 10 jours à Madrid, financée par une bourse obtenue auprès d'un projet de l'Union Européenne (Biod-Iberia), a permis de réviser les herbiers de MA (SENTERRE 2005).

Tous nos herbiers, du moins les cas douteux, des familles citées ci-dessus ont été révisés par les spécialistes mentionnés. Pour les autres familles, une bonne partie de nos déterminations ont été vues par certains de ces spécialistes.

Enfin, nous avons nous-même consacré de nombreux mois au travail d'identification, durant lesquels **l'entièreté des herbiers collectés a été révisée**. Les Herbarium de référence visités pour mener à bien ce travail sont essentiellement ceux de BRLU et BR ainsi que ceux de MA, WAG, YA et BATA, à l'occasion de plusieurs séjours. Pour les taxons non traités dans les flores, nous avons consulté les révisions ou monographies citées par LEBRUN & STORK (1991-1997) ou trouvées sur internet. Ce travail fut rendu possible par la disponibilité, dans notre laboratoire d'accueil, de deux importantes bibliothèques dont celle de l'AETFAT.

Photo 2 Illustration de l'herbier portatif constitué au cours du travail de terrain et tout au long des mois consacrés au travail d'identification.

a) planche de gauche: *Dischistocalyx purpureoviridis* Champl. & Senterre (Senterre, Obiang & Ngomo 1757) ;
planche de droite: *Dischistocalyx minima* Champl. & Senterre (Senterre, Obiang & Ngomo 2146).
(CHAMPLUVIER & SENTERRE 2005, soumis).



Photo 2 b) A gauche, les feuilles adultes, ramassées au sol, d'*Endodesmia calophylloides* dont les rameaux des jeunes individus sont aisément confondus avec ceux de *Memecylon*. A droite, une espèce nouvelle de *Garcinia* à nervation rappelant celle des Melastomataceae mais présentant bien des canaux excréteurs.



Photo 2 c) A gauche, *Mapania amplivaginata* qui, stérile, ressemble \pm à *Mapania mannii* (à droite, initialement confondu avec *Mapania baldwinii* Nelmes).



II.3 Données structurales et écologiques sur la station

Afin de pouvoir analyser de manière objective les liens entre paramètres environnementaux, flores (diversité) et végétations (groupements végétaux), il s'impose de procéder à un minimum d'observations visant à caractériser autant que possible les conditions stationnelles des divers relevés botaniques. Il existe un grand nombre de paramètres environnementaux mesurables ou observables sur le terrain, ou nécessitant un échantillonnage suivi d'analyses en laboratoire, aussi s'agit-il encore une fois de faire des choix. De manière générale, nous avons opté pour un maximum de critères macroécologiques, facilement et rapidement identifiables directement sur le terrain sans appareillage sophistiqué, dans le but de ne pas ralentir la collecte des données floristiques elles-mêmes. Etant donné les moyens dont nous disposons, il n'était de toute façon pas envisageable de réaliser des analyses plus sophistiquées. Les données relatives aux critères présentés ici sont reprises en annexe 2 pour nos 37 relevés.

II.3.1 ALTITUDE (ALTIT)

L'altitude a été mesurée à l'aide d'un altimètre électronique Sunto (Altimax) donnant l'altitude à 5m près. Nous avons pris soin d'étalonner celui-ci avant et après chaque déplacement. Un modèle numérique de terrain (MNT) a par ailleurs été utilisé afin de vérifier la cohérence de nos mesures. Pour notre région, on trouve essentiellement trois MNT. Le premier nous a été fourni par Ecofac qui finança la réalisation de tels MNT sur chacun des sites gérés par ce projet (réalisé par Intera). Le second couvre toute l'Afrique et est disponible sur internet. Il est le plus largement utilisé dans la plupart des travaux bien qu'il comporte d'importantes erreurs notamment sur la Guinée Equatoriale (*Fig.4b*). Le troisième MNT est bien plus recommandable car plus correct que le précédent et plus précis (*Fig.4a*). Il est disponible sur un site du gouvernement des Etats Unis:

<ftp://edcsgs9.cr.usgs.gov/pub/data/srtm/>.

II.3.2 HYGROMÉTRIE (BRYOPH)

Comme l'ont fait remarquer quelques auteurs (KESSLER 2001, FRAHM & GRADSTEIN 1991, WOLFF 1993), une estimation du degré d'humidité de l'air peut être obtenue, sans devoir nécessairement utiliser un hygromètre (par ailleurs sensible à l'heure à laquelle s'effectue la mesure), grâce à une estimation du degré de recouvrement des mousses. Bien qu'une estimation en % soit généralement suivie (en classes de 10 en 10 % pour KESSLER 2001), nous avons préféré une échelle plus réduite et, selon nous, bien moins subjective, inspirée de notre expérience antérieure du terrain. Par ailleurs, étant donné que nous restions plusieurs jours au moins à chaque endroit, nous avons également pris note de la présence, de l'abondance et de la persistance des brumes matinales.

En réalité, le recouvrement des troncs et branches dans les stations à forte hygrométrie n'est pas uniquement le résultat des Bryophytes mais aussi des autres types de plantes épiphytes. En fait il y a fort à penser que les auteurs cités ci-dessus ne font, comme nous, pas la distinction entre les Bryophytes et les autres plantes épiphytes des troncs et branches.

Echelle	Définition (Bryoph) (n.b.: il s'agit du recouvrement des Bryophytes et autres plantes épiphytes)
1	recouvrement très faible
2	recouvrement moyen (remarquable dans la zone des troncs mais non marqué sur tous les troncs et/ou ne les recouvrant que très partiellement à hauteur d'homme)
3	recouvrement important dans la zone des troncs mais limité au sous-bois (presque tous les troncs sont recouverts de nappes partielles ou très étendues)
4	recouvrement total dans la zone des troncs et jusqu'aux branches

II.3.3 HYDROMORPHIE DU SOL (HYDRO)

Les stations sur sol marqué par une hydromorphie récurrente présentent certaines caractéristiques au niveau de la physionomie des plantes. Certains utilisent le degré d'abondance d'une ou de plusieurs espèces indicatrices comme estimateur de l'hydromorphie d'une station (COUTERON & al. 2003). La position topographique, la densité, la hauteur et les dimensions foliaires des plantes de sous-bois ainsi que la connaissance de la station en elle-même (lorsqu'on y séjourne longtemps comme dans notre cas), ou encore l'aspect du sol et du profil pédologique, sont autant d'autres indicateurs.

Echelle	Définition (Hydro)
1	faible, sol bien drainant, se ressuyant vite après les pluies (drainé);
2	moyenne, sol ne se ressuyant pas vite après les pluies (valicole);
3	forte, sol périodiquement inondé restant longtemps saturé en eau après les pluies (rivulaire);
4	périodiquement inondé, sol saturé en eau durant la saison des pluies (alluvial);
5	permanente, sol saturé en eau même en dehors de la saison des pluies (marécageux)

II.3.4 PROFONDEUR DU SOL ET PROFIL PÉDOLOGIQUE (SOLPROFC)

La seule mesure un peu plus fastidieuse à laquelle nous avons consenti concerne la profondeur du sol. En effet, bien que la nature chimique et texturale d'un sol soit souvent corrélée à la variabilité floristique, en forêt tropicale (PROCTOR & al. 1983), ces caractéristiques nécessitent des analyses longues et parfois coûteuses. La mesure de la profondeur du sol est gratuite (à condition de disposer d'une tarière pédologique) et ne nécessite qu'un petit quart d'heure par relevé.

Quatre forages, régulièrement répartis, sont effectués sur chaque relevé phytocénétique jusqu'à une profondeur maximale de 1,3m (longueur de notre tarière). La profondeur du sol est indiquée par la longueur de tarière enfouie dans le sol jusqu'à un rocher ou un horizon gravillonnaire impénétrable, auquel cas la nature de cet horizon impénétrable est notée (soit horizon gravillonnaire, soit rocher). Si aucun horizon impénétrable n'arrête la tarière, la profondeur notée est ≥ 130 cm. Dans tous les cas, on procède à une brève description du profil, notamment quant à l'épaisseur de l'horizon humique. L'épaisseur de la couche de matière organique en décomposition à la surface du sol est également notée.

Par la même occasion, la terre correspondant aux premiers 30cm a été mélangée et un échantillon a été prélevé pour chaque forage. On dispose donc de 4 échantillons de sol pour chaque relevé. Ceux-ci sont actuellement conservés en sacs pédologiques, dans notre laboratoire d'accueil, et pourraient s'avérer utiles si des moyens étaient disponibles pour leur analyse. En attendant, leur collecte s'est faite sans perte de temps.

La nature de l'horizon impénétrable est transcrite sous forme de deux variables binaires " HorizGr " et " Rochers " (absence = 1 ; présence = 2). La mesure de la profondeur du sol est quant à elle transformée en une variable semi-quantitative:

Echelle	Définition (SolProfC)
1	profondeur ≤ 30 cm
2	$30 < \text{profondeur} \leq 50$ cm
3	$50 < \text{profondeur} \leq 80$ cm
4	$80 < \text{profondeur} < 130$ cm
5	profondeur ≥ 130 cm

II.3.5 SITUATION TOPOGRAPHIQUE (TOPO)

La situation topographique peut s'interpréter sous forme d'une variable qualitative ordinale (COUTERON & al. 2003) correspondant à un gradient d'humidité, ou plutôt à un gradient de sensibilité à la sécheresse, allant des fonds de vallée aux crêtes des reliefs. L'influence de la situation topographique sur la variabilité floristique semble assez variable selon la région étudiée: de faible pour VALENCIA & al. (2004) à significative pour COUTERON & al. (2003) et notamment pour des études qui concernent le sous-bois (GIBBONS & NEWBERY 2002, POULSEN 1996, NEWBERY & al. 1996, BREWER & al. 2003).

Echelle	Définition (Topo)
1	plaine
2	bas plateau
3	bas de colline
4	flanc de colline
5	haut de colline, crête et sommets

II.3.6 INTENSITÉ DE LA DYNAMIQUE FORESTIÈRE (DYN)

Bien que tous nos relevés soient placés en forêt dite primaire, ou non dégradée, il est possible de donner une estimation de l'intensité de la dynamique de renouvellement du couvert par une simple appréciation de la fréquence des chablis, ou traces de chablis, dans la station, et que nos relevés évitent autant que possible.

Echelle	Définition (Dyn)
1	forêt mature sans traces de perturbations (0 ou 1 chablis dans la station ou aux alentours immédiats)
2	présence de quelques chablis (2 à 4 ou 5, selon la taille de ceux-ci)
3	chablis nombreux dans la station ou aux alentours immédiats

II.3.7 DISTANCE À L'OcéAN ET PLUVIOSITÉ (DOCEAN, PLUVIO, DISTLIGN, NBRELIGN)

Ces deux variables, a priori fondamentales dans le cadre de notre étude, ont été tirées de systèmes d'informations géographiques (SIG). La distance à l'océan (**DOcean**) a été calculée sur base de la distance minimale à la côte. Quant à la pluviosité moyenne annuelle (**Pluvio**), elle est interpolée sur base de données météorologiques disponibles sur internet (http://climate.geog.udel.edu/~climate/html_pages/download.html).

La masse d'air chaud et humide provenant de l'océan, et poussée par les vents dominants de secteur nord-est, arrose le flanc Ouest de la cordillère de Niefang, provoquant un climat relatif plus sec sous le vent de la cordillère. C'est pourquoi nous avons voulu tester, en plus de la distance minimale à l'océan, la distance sous le vent de la première ligne de crête (variable "**distlign**") allant de Monte Chocolate (au nord du Parc de Monte Alén) à la région du Monte Mitra (au sud) en passant par Mosumo. Par ailleurs, le nombre de lignes de crêtes situées au vent d'une station donnée (variable "**Nbrelign**") a également été testé comme variable, en indiquant zéro pour les relevés situés sur et au vent de la première ligne de crête.

II.3.8 AUTRES VARIABLES ENVIRONNEMENTALES (PENTE, EXPOSITION)

Une série d'autres variables mineures (dans notre cas) contribuent à la caractérisation mésologique de nos stations.

La pente a été mesurée en % mais est par définition toujours très faible étant donné notre méthodologie (essentiellement axée sur les variables altitude et continentalité). L'exposition de cette pente n'est donc elle-même guère variable.

II.4 Caractères synthétiques: les compartiments

Nous avons vu au chapitre I.3.3 qu'afin de mieux comprendre le fonctionnement d'un écosystème donné, en général, ou d'un type forestier donné, en particulier, il peut s'avérer très utile de décomposer celui-ci en compartiments, c'est-à-dire en un nombre réduit d'ensembles d'espèces (ou composants du système) présentant certaines caractéristiques communes, soit structurales (ensembles structuraux), soit fonctionnelles, soit écologiques ou semi-fonctionnelles (synusies, groupes socioécologiques et groupes écologiques) mais aussi phylogénétiques (classification APG II, 2003) ou phytogéographiques (cf. I.5). Ces derniers ensembles d'espèces sont souvent appelés des "éléments": par exemple l'élément bas-guinéen est l'ensemble des espèces appartenant au type phytogéographique dit bas-guinéen.

Les analyses et interprétations se font alors à partir de comparaisons des proportions relatives des différentes catégories définies. Ces proportions sont habituellement représentées à l'aide de diagrammes qu'on appelle des "spectres" d'éléments. Ceux-ci peuvent être "bruts" s'ils sont basés sur les proportions relatives en termes de nombre d'espèces (pourcentage d'espèces mésophylles par exemple) ou "pondérés" si le pourcentage est pondéré en fonction du nombre d'observations pour chacune des espèces (nombre d'individus d'espèces mésophylles par rapport au nombre total d'individus).

Cette distinction est importante car si on se base sur les spectres bruts, il s'agit idéalement d'identifier la catégorie à laquelle appartient chaque espèce tandis que pour les spectres pondérés, seules les espèces non anecdotiques présentent un intérêt. Il semble que l'utilisation conjointe des deux types de spectres soit un atout supplémentaire pour toute tentative d'interprétation. Ces différents spectres peuvent alors être comparés entre régions différentes ou entre types de végétation ou encore entre les catégories constitutives d'un autre spectre (comparer le spectre phytogéographique entre les différentes strates d'un type de végétation donné, etc.).

Pour certains critères tels que les types chorologiques et plus encore les types écologiques, il existe souvent un nombre important d'espèces pour lesquelles la valeur du critère reste indéterminée. Dans de tels cas, il serait risqué de calculer les spectres par rapport au nombre total d'espèces (ce qui est la pratique courante) car les pourcentages obtenus seraient en réalité fonction du nombre d'espèces dont le type chorologique, ou écologique, a pu être déterminé. Par conséquent, nous calculerons toujours les spectres par rapport au nombre total d'espèces, ou d'arbres, pour lesquelles la valeur du critère étudié a pu être déterminée. Cette remarque, qui nous paraît fondamentale, n'a pas à notre connaissance été émise jusqu'ici et est en tout cas largement ignorée.

Nous présentons ci-dessous les différentes catégories pour les spectres envisagés dans la présente étude. Ceux-ci correspondent aux principales caractéristiques généralement reprises dans les flores et autres documents bibliographiques ou encore observables sur le terrain ou sur les herbiers collectés. Une introduction détaillée de ces aspects a été présentée au chapitre I.3.

II.4.1 SPECTRES STRUCTURAUX ET FONCTIONNELS

II.4.1.1 Types biologiques, ensembles structuraux et modèles architecturaux

Dans la littérature traitant des forêts tropicales, on trouve plusieurs classifications de types biologiques, certaines se recouvrant en partie et d'autres approfondissant l'un ou l'autre aspect. Nous avons vu au chapitre I.3 que le système de RAUNKIAER (1934) ne s'appliquait pas de manière très satisfaisante aux forêts tropicales où la structuration verticale du microclimat est l'élément déterminant, bien plus que la rigueur de l'entre saisons. C'est pourquoi bon nombre de chercheurs (cf. *Tab.4*) préfèrent mettre l'accent sur des "types biologiques microclimatiques" (OLDEMAN 1990) liés au type de support ou d'habitat colonisable et que nous préférons appeler selon l'expression la plus répandue de "types de tempéraments". Rares sont les auteurs ayant approfondi ce sujet pour le sous-bois mais on peut toutefois citer BLANC (1996a, 2002), dont les considérations ont été intégrées dans le tableau ci-dessous (*Tab.21*, voir aussi l'introduction faite au chapitre I.3.3.3).

Tab.21 Types de tempéraments de plantes en forêts tropicales, essentiellement liés au microhabitat, inspirés de OLDEMAN 1990 (types biologiques microclimatiques), pour les strates supérieures (a, **miHabA**), et de BLANC (1996a, 2002) pour le sous-bois (b, **miHabH**). Les espèces dites cicatricielles éphémères sont distinguées mais seront souvent regroupées avec les pionnières. Ce tableau est valable pour toute forêt tropicale.

	Catégorie	Définition	Code
a)	pionnières	espèces colonisatrices des chablis, à courte durée de vie	Pi
	cicatricielles éphémères	sp. colonisatrices participant à la reconstitution verticale	Cié ≈ Pi
	cicatricielles durables	sp. à longue durée de vie contribuant à la fermeture du couvert	Cid = Ci
	sédentaires	sp. à longue durée de vie, constitutives du stade climacique	Sé
b)	des supports inclinés	rochers, arbres déracinés, troncs, talus, berges, etc.	P
	du sol forestier	caractérisés par une couche d'accumulation de débris végétaux	G

Outre ces aspects de dynamique fonctionnelle, il est nécessaire de conserver des catégories plus générales, liées aux traits physiologiques majeurs, et donc plus proches du système de Raunkiaer. Dans la plupart des études en forêt tropicale, ce système est généralement très simplifié, voire réduit aux cinq catégories principales, tandis que parfois l'un ou l'autre aspect est davantage développé. Les catégories que nous présentons ici sont tirées de travaux récents concentrés soit sur les strates inférieures, tels que ceux de GENTRY & DODSON (1987), VAN ANDEL (2001, 2003), POULSEN (1996), POULSEN & BALSLEV (1991), POULSEN & PENDRY (1995), COSTA (2004), etc., soit concentrés sur les strates supérieures comme KÖHLER (2000), LAWSON & al. (2002), OLDEMAN (1974), etc. (cf. *Fig.8*). Les correspondances avec le système de RAUNKIAER (1934) sont mises en évidence ainsi que le regroupement de ces types biologiques en ensembles structuraux d'ordre supérieur, correspondant aux strates définies et investiguées dans la présente étude.

Le caractère inadapté aux forêts tropicales du système de Raunkiaer se dégage rapidement du *Tab.22*: les formes de vie des strates supérieures y sont trop simplifiées tandis que pour les strates inférieures, celles-ci sont trop détaillées et définies dans une optique imprégnée de l'expérience de l'auteur en forêts tempérées. Si on se reporte au document d'ELLENBERG & MUELLER-DOMBOIS (1965) sur le système de Raunkiaer, on constate que la plupart des sous-catégories non reprises dans notre *Tab.22* consistent essentiellement en subdivisions basées sur des critères d'ordre plus clairement architectural alors que ceux repris dans ce tableau se réfèrent davantage à la stratification forestière (et aux ensembles structuraux auxquels correspondent ces strates). Tout d'abord, le degré de lignification intervient pour définir des sous-catégories ligneuses (frutescentes), herbacées et semi-ligneuses (suffrutescentes).

Ensuite, intervient le port général de la plante selon que l'ensemble photosynthétique de celle-ci est disposé à même le sol (sessile ou prostré, ou encore "acaule" d'après le terme de BLANC 1992) ou bien surélevé à l'aide d'une tige dressée (scapeux ou dressé). Troisièmement, on peut encore caractériser l'organisation spatiale de l'ensemble photosynthétique lui-même selon qu'il est cespiteux (ou en touffe), en rosette ou bien rampant.

Ces critères sont précisément ceux intervenant dans un autre système de classification proposé par BLANC (1992, 2002) et constituant une nette amélioration dans une optique centrée sur les sous-bois de forêts tropicales (*Tab.23, Fig.34*). On peut parler de "modèles architecturaux" à l'instar des modèles architecturaux définis par HALLÉ & OLDEMAN (1970), de manière tout à fait analogue, principalement pour les arbres et arbustes (bien que l'auteur ait tenté d'étendre sa classification pour quelques plantes herbacées: modèle de BELL, HALLÉ 2004).

Tab.22 Types biologiques (**T.B.**) de plantes en forêts tropicales. Les correspondances avec les catégories définies par RAUNKIAER (1934) sont indiquées en suivant la symbolique de cet auteur (in ELLENBERG & MUELLER-DOMBOIS 1965). L'abréviation "e.s." désigne les ensembles structuraux.

Niveau 1 (Strates/e.s.)	Niveau 2 (Strates/e.s.)	Niveau 3	Code	Raunkiaer
Strates supérieures (overstorey) [Sup]	arbres dominants (canopy trees) [A]	émergents (emergent trees)	E	Megaphanerophytes [Meg P]
		arbres dominants (upper canopy trees)	Ass	Mesophanerophytes [Mes P]
		arbres co-dominants (lower canopy trees)	Aco	[Mes P]
	arbres dominés (sub-canopy trees) [Ad]	arbres dominés (sub-canopy trees)	Ad	[Mes P]
	Lianes ligneuses [Lli]	Lianes ligneuses (woody climbers)	Lli	Phanerophytic Woody Lianas [PL frut]
Strates inférieures (understorey) [Inf]	strate arbustive (shrub layer) [ar]	arbustes (shrubs)	ar	Microphanerophytes [Mi P]
	strate herbacée (herb layer) [H]	sous-arbustes et suffrutex (dwarf-shrubs)	Hs-ar	Nanophanerophytes [N P] + Frutescent and Suffrutecent Chamaephytes [Ch frut], [Ch suff]
		herbacées terrestres et grimpantes (ground herbs)	Ht	Herbaceous Chamaephytes [Ch herb] + Therophytes [T] + Geophytes [G bulb], [G rhiz] + Hemicryptophytes [H]
		épiphytes (epiphytes) et lithophytes	Hép	Epiphytes [E]
		saprophytes (saprophytes)	Hsa	Saprophytes
		épiphytes tombées (fallen epiphytes)	Hépt	Epiphytes [E]
		grimpantes (herb climbers)	Hgr	Herbaceous root Climbers [r PL herb]
		lianescente ou volubile (herb climbers)	HL	Phanerophytic Herbaceous Lianas [PL herb]
		plantes parasites	p	

Les types biologiques de Raunkiaer, en plus d'avoir été conçus à la base pour des végétations tempérées, souffrent du défaut de leurs qualités à savoir l'excès de complexité. En effet, le nombre de classes et de sous-classes est véritablement colossal. C'est pourquoi nous avons jugé préférable de scinder cette classification en deux aspects distincts et complémentaires, par ailleurs souvent traités séparément et ayant fait l'objet d'études spécifiques en forêts tropicales: d'une part le type biologique sensu stricto et d'autre part le modèle architectural.

Pour les strates supérieures, les modèles architecturaux décrits par HALLÉ & OLDEMAN (1970) sont illustrés à la *Fig.35*, issue d'une publication récente (HALLÉ 2004). Une clé fort pratique de ces modèles est également disponible dans le manuel de dendrologie de THIRAKUL (1983).

Tab.23 Modèles architecturaux (**Arch.H**) proposés par BLANC (1992, 2002) pour les plantes du sous-bois en forêts tropicales. Ce système est encore très peu utilisé bien que sa pertinence ait été clairement démontrée par son auteur (BLANC 1996ab, 2002). La classification des types biologiques de sous-bois tropicaux proposée par BLANC (1992, 2002) est la plus détaillée qui soit à ce jour et mérite à ce titre d'être discutée dans la présente étude. Les vingt types biologiques décrits par l'auteur sont repris in extenso et les principales catégories correspondantes du système de Raunkiaer sont indiquées selon les abréviations reconnues: **H**-hemicryptophytes, **Ch**-chamaephyte, **G**-geophyte, **E**-epiphyte, **Mi P**-microphanerophyte, **N P**-nanophanerophyte, **herb**-herbaceous, **caesp**-caespitose, **scap**-scapose, **rept**-reptant, **r PL**-phanerophytic root climber (ELLENBERG & MUELLER-DOMBOIS 1965). Une abréviation a été rajoutée pour chacun des vingt types décrits par BLANC.

Niveau 1	N°	Niveau 2	Exemples africains tirés de Blanc (1992, 2002)	Code	Raunkiaer
disques	1	disque acaule (= rosette prostrée)	<i>Begonia quadrialata</i> , <i>Dorstenia picta</i> , <i>Physacanthus batanganus</i> , <i>Stenandriopsis guineensis</i>	da	[H caesp]
	2	disque surélevé	<i>Amorphophallus</i> spp., <i>Anchomanes</i> spp., <i>Pollia condensata</i> , certains <i>Mapania</i> , <i>Lankesteria elegans</i> , <i>Dorstenia mannii</i> , <i>Bertiera bicarpellata</i> , certains <i>Ardisia</i>	ds	[H scap], [Ch scap], [G]
	3	coupole de disques	certaines <i>Schefflera</i>	dc	[H scap]
	4	disques superposés	banal en sous-bois chez les jeunes arbres conformes aux modèles de Prévost, Fagerlind, Aubréville, Nozeran et Massart: <i>Thomandersia congolana</i> , certains <i>Anisophyllea</i> , <i>Diospyros</i> spp., <i>Dicranolepis disticha</i> ; feuilles verticillées: <i>Myrianthemum mirabile</i> , <i>Medinilla</i> , <i>Palisota</i> , etc.	dm	[Ch scap], [Mi P scap], [N P scap]
tores	5	tore en gerbe acaule	<i>Mapania amplivaginata</i> , nombreuses fougères épiphytes, <i>Palisota lagopus</i> , <i>P. mannii</i> , <i>Tectaria</i> , <i>Elaphoglossum</i> , <i>Anthrophyum</i> , <i>Chlorophytum</i> , <i>Commelina longicapsa</i> , <i>Polyspatha paniculata</i> , <i>Ophioglossum</i> , <i>Hypolytrum</i> , etc.	tga	[H caesp], [Ch caesp], [Mi P caesp], [N P caesp]
	6	tore en entonnoir	<i>Aframomum</i> spp., <i>Renalmia</i> spp., <i>Selaginella</i>	te	idem tga
	7	tore en couronne	<i>Culcasia striolata</i> , <i>Nephtytis constricta</i> , <i>Stilochiton zenkeri</i> , <i>Dracaena phrynoides</i> , <i>Afrocalathea rhizantha</i> , <i>Ataenidia conferta</i> , <i>Halopegia</i> , <i>Megaphrynium schweinfurthianum</i> , <i>Manniella gustavi</i> , <i>Begonia quadrialata</i>	tc	[H caesp], [Ch caesp], [G]
	8	tore en gerbe ascendante	<i>Psychotria peduncularis</i> (<i>Cephaelis</i>), <i>Dracaena</i> , <i>Palisota hirsuta</i> , <i>Phyllobotryum</i> , <i>Trichoscypha</i> , <i>Guarea</i> , <i>Cyathea</i> , <i>Chytranthus</i> , etc.	tgs	[Ch scap], [Mi P scap], [N P scap]
cylindres	9	cylindres	<i>Lomariopsis hederacea</i> , <i>Raphidophora africana</i> , <i>Forestia tenuis</i> , <i>Vanilla</i> , <i>Stauroygyne</i> , <i>Impatiens</i> , <i>Ritchiea</i> , <i>Dorstenia mannii</i> , <i>D. poinsettifolia</i> , <i>Ardisia staudtii</i> , <i>Chasalia</i> , <i>Ixora</i> , <i>Psychotria</i> , <i>Cola digitata</i> , <i>Microdesmis puberula</i> , <i>Morinda</i> , <i>Pavetta</i> , <i>Rothmannia macrocarpa</i> , <i>Schumanniohyton magnificum</i> et <i>S. problematicum</i>	cyl	idem tgs
cône	10	cône	<i>Palisota ambigua</i> , <i>Dracaena camerooniana</i> , <i>Alchornea floribunda</i> , <i>Calvoa monticola</i>	co	idem tga
ovale	11	ovale surélevé	certaines fougères épiphytes ou lithophytes	ovs	[H caesp]
	12	ovale incliné	<i>Begonia elatostemmoides</i> , <i>Acanthonema strigosum</i> , <i>Epithema tenue</i>	ovi	[H caesp]
lames	13	lame horizontale surélevée	<i>Commelina capitata</i> , <i>Begonia macrocarpa</i> ,	lhs	[Ch]
	14	lame oblique ascendante	<i>Leptaspis cochleata</i> , <i>Elatostemma repens</i>	loa	[Ch]
	15	lame horizontale traçante	<i>Solenostemon repens</i> , <i>Dicellandra barteri</i> , <i>Hymenocoleus</i> spp., <i>Geophila</i> spp.	lht	[Ch herb rept]
	16	lames horizontales étagées	ne cite pas <i>Lomariopsis guineensis</i> et pourtant, voir aussi <i>Baissea</i>	lhm	[r PL]
	17	lame verticale plaquée	aucun exemple cité pour l'Afrique	lvp	[r PL]
hélice	18	hélice	<i>Costus</i> spp.	hél	[Ch]
nappe	19	nappe	<i>Trichomanes</i>	nap	[Ch herb rept]
éléments pendants	20	éléments pendants	<i>Lycopodium</i> , <i>Elaphoglossum</i> , <i>Nephrolepis biserrata</i> , <i>Ophioglossum</i> , <i>Anthrophyum</i> , <i>Vittaria</i>	pen	[Ch E]

Fig.34 Modèles architecturaux proposés par Blanc (1992) pour les plantes du sous-bois en forêts tropicales. La légende des vingt figures est détaillée au *Tab.23*, où le numéro de la figure est repris dans la colonne " N° ".

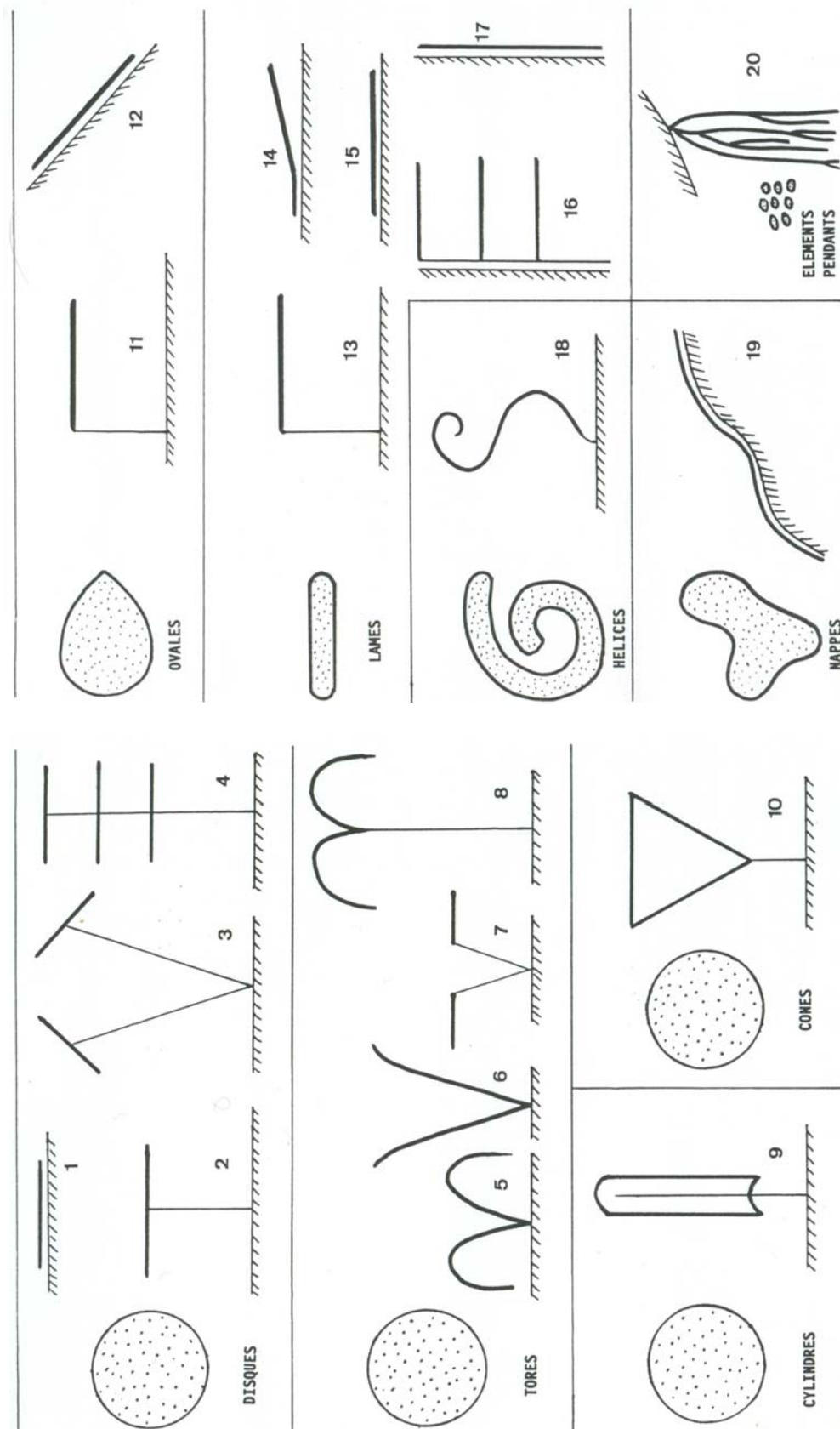
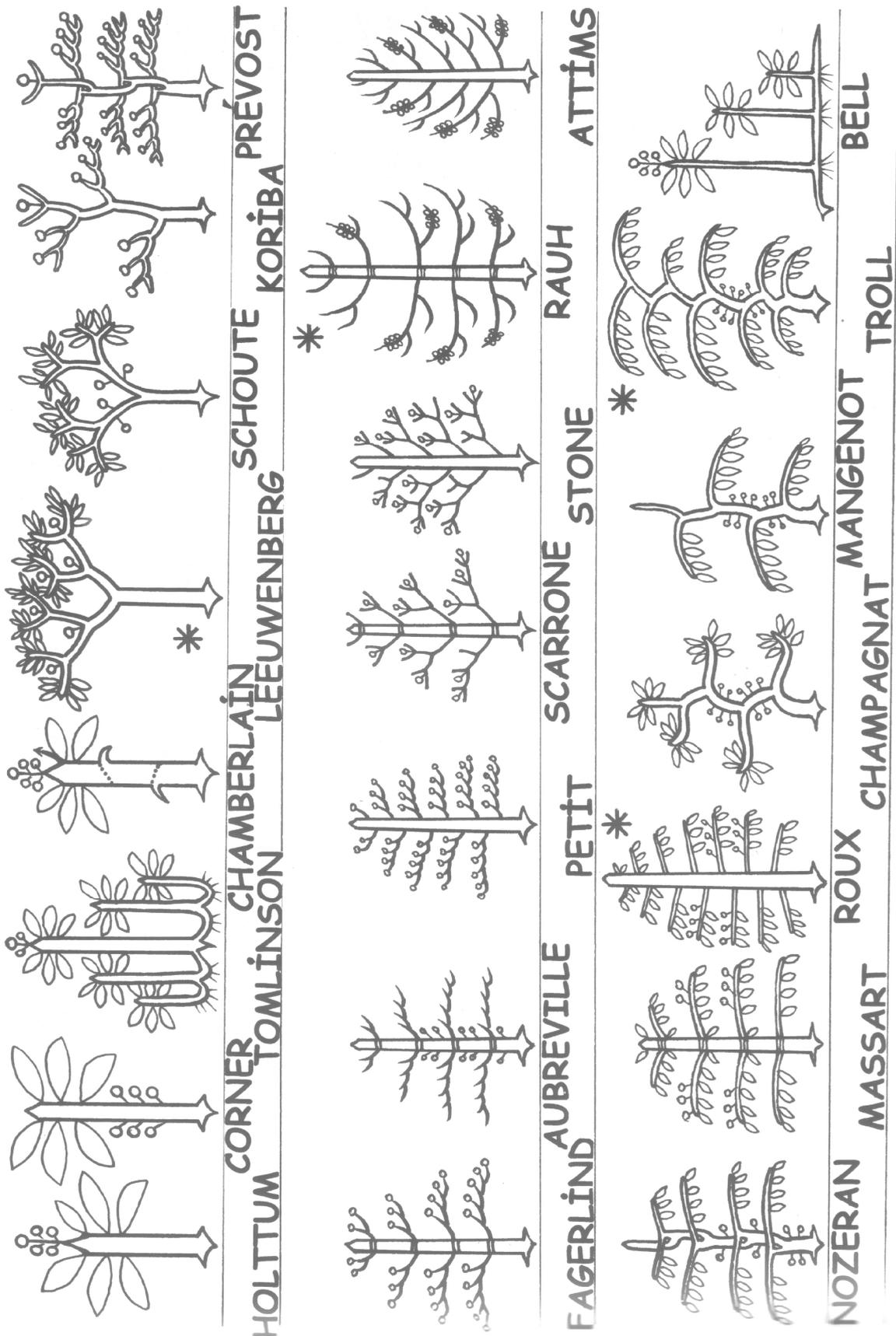


Fig.35 Modèles architecturaux (**Arch.A**) réalisés chez les arbres de forêts tropicales (HALLÉ & OLDEMAN 1970, HALLÉ 2004). Les critères utilisés ont trait notamment à la position de l'inflorescence, aux types de ramifications et au mode de croissances des divers axes (troncs, branches).



II.4.1.2 Types de dimensions foliaires

Les types de dimensions foliaires ont été inspirés de RAUNKIAER (1934), tels que modifiés par LUBINI (1997) et complétés de la classe des notophylles de WEBB (1959) (Tab.24). Il faut noter que l'ajout de la catégorie notophylle, ou mésophylle de petites dimensions, pleinement justifiée par les travaux de WEBB et trop rarement prise en compte, est une remarque importante, surtout dans le cadre de notre étude du gradient altitudinal (de manière analogue pour le gradient équateur-pôles). En effet, on sait que les dimensions foliaires diminuent pour les étages montagnards (ASHTON 2003).

Pour les espèces à feuilles composées, le type foliaire a été déterminé sur base des dimensions moyennes pour les folioles ou les foliolules. Quant aux fougères, leur type foliaire a été déterminé sur base d'une estimation, certes grossière, de la surface totale de leur fronde.

Nous n'avons pas considéré les types de caducité du feuillage (sempervirent, semi-décidu, etc.), qui sont assez souvent envisagés, par manque de données sur ces aspects. Par ailleurs, il ne s'agit pas d'une caractéristique constante chez une espèce.

Tab.24 Définition des types de dimensions foliaires (**T.F.**) d'après une synthèse de RAUNKIAER (1934), LUBINI (1997) et WEBB (1959). Il faut être prudent lors de la détermination du type de dimensions foliaires caractérisant une espèce car en effet, ces dimensions peuvent varier énormément entre un jeune individu et un adulte ainsi qu'entre une feuille située à l'ombre et une autre au soleil sur un même individu.

Catégorie	Définition (T.F.)	exemple	Code
mégaphylle	mégaphylle (> 20 dm ²)	> 70 x 43 cm	Mg
macrophyllle	macrophyllle (2-20 dm ²)	> 25 x 12 cm	Ma
mésophylle	mésophylle (40-200 cm ²)	> 12 x 5 cm	Mé
notophylle	notophylle (20-40 cm ²)	> 7 x 3,5 cm	No
microphyllle	microphyllle (2-20 cm ²)	> 2 x 1 cm	Mi
nanophylle	nanophylle (0,2-2 cm ²)	> 5 x 4 mm	Na
leptophylle	leptophylle (< 0,2 cm ²)	< 5 x 4 mm	Le

II.4.1.3 Types de diaspores et modes de dissémination

La distribution géographique des plantes étant très largement dépendante de leurs capacités à se disséminer à grande distance, de nombreux chercheurs se sont penchés sur le sujet. Les parties d'une plante qui assurent cette fonction de dissémination ne se limitent pas aux graines. Parfois c'est le fruit qui est disséminé, et par voie de conséquence les graines qu'il contient. Parfois encore la dissémination se fait par voie végétative (bouturage de feuilles, affaissement de tiges, etc.). C'est pourquoi, quelle que soit son origine, on regroupe sous le terme "diaspore" ce type de structure servant à la dissémination. D'autres termes tels que propagule, germule, micrulle, etc., sont parfois également utilisés (PIIL 1982).

Ces diaspores peuvent être disséminées à des distances très variables, allant de la base de la plante mère à plusieurs milliers de kilomètres. On peut faire grossièrement la distinction entre les espèces disséminant principalement à grande distance (**D**) et celles disséminant à courte distance (**S**) et comparer la proportion de celles-ci selon l'habitat, la strate, l'ensemble structural, la phytochorie, etc. Certains chercheurs interprètent par exemple la richesse en espèces forestières à très faible pouvoir de dissémination dans une région donnée comme étant indicateur d'une abondance, dans cette région, de refuges forestiers lors des épisodes

secs des dernières glaciations (BLANC 2002, SOSEF 1994, etc.). Malheureusement, pour la majorité des espèces, on ne dispose pas d'études fouillées permettant de déterminer leurs capacités de dissémination et dès lors il s'agit de mettre en évidence des indicateurs de dispersabilité.

Si on connaît le vecteur de dissémination d'une espèce, on peut avoir une idée de la distance à laquelle ses graines seront dispersées. Les vecteurs de dispersion peuvent être la gravité, le vent, l'eau, les animaux ou encore l'expulsion par la plante elle-même. Les plantes caractérisées par un même vecteur de dissémination sont alors souvent nommées par des termes créés sur base du vecteur suivi du suffixe " chore " (anémochore, autochore, zoochore, etc.).

Mais ces catégories cachent une certaine complexité et bien qu'on puisse dire aisément qu'une espèce autochore (disséminant ses diaspores elle-même, par gravité ou expulsion) a un très faible potentiel de dispersion, on ne peut pas établir un lien aussi simple pour les espèces zoochores, anémochores, etc. Pour une espèce anémochore, la morphologie de la diaspore influence très fortement la distance de dispersion: minuscules graines disséminées comme la poussière, diaspores ailées ou plumeuses. Pour les espèces zoochores, il faut distinguer le ou les groupes animaux concernés car ceux-ci présentent une mobilité variable (jouant sur la distance de dispersion) et des comportements différents quant à l'attractivité et aux milieux où ils s'alimentent et défèquent (jouant sur les modes de distribution). Les principaux animaux disséminateurs sont les oiseaux, mammifères (chauves-souris, rongeurs, primates, éléphants, etc.) et invertébrés (fourmis). Certaines plantes sont zoochores facultatives, d'autres sont zoochores obligatoires (endozoochores, nécessitant le passage dans le tube digestif).

Depuis longtemps, les botanistes ont remarqué que la plupart des plantes présentent des diaspores adaptées à l'un ou l'autre vecteur de dissémination. On parle alors de " syndrome " pour qualifier l'ensemble des caractères réunis chez les diaspores de plantes adaptées à tel ou tel mode de dissémination. Toute la difficulté est donc d'identifier les assemblages de critères morphologiques, ou syndromes, indicateurs du mode de dissémination et, par voie de conséquence, des capacités de dispersion à plus ou moins grande distance. On trouve dans la littérature plusieurs classifications relativement différentes. La plus connue et de loin la plus utilisée est celle de DANSEREAU & LEMS (1957). Cette classification, bien qu'assez simple et donc très pratique, souffre du défaut de sa qualité et on lui reproche parfois de ne pas considérer des critères aussi fondamentaux que les couleurs (vives pour les oiseaux alors que les chauves-souris y sont indifférentes), odeurs (odorat faible voire nul chez les oiseaux) ou encore goûts. Les 14 types de diaspores définis ne tiennent compte que partiellement de la fonction correspondant à leur syndrome: des classes telles que les ballochores et les sclérochores sont en réalité très hétérogènes du point de vue de leurs vecteurs de dissémination (PIJL 1982). PIJL qualifie dès lors cette classification de semi-fonctionnelle. De même, la nomenclature manque d'homogénéité: les noms, étant construits sur le trait physiologique marquant et non pas sur le vecteur de dissémination, devraient se terminer par le suffix " spore " (sclérospores, ballospores, etc.), tandis que les classes majeures distinguées sont correctement nommées (autochore et hétérochore).

Plus récemment, et juste après la discussion approfondie des modes de dispersion chez les plantes par PIJL (1982), Sabatier, dans sa thèse de 1983 (in OLDEMAN 1990), proposa une classification des types de fruits comblant en grande partie les manquements de DANSEREAU & LEMS et assortie d'une clé de détermination. Celle-ci comprend 20 classes et est reprise dans un document plus accessible publié par OLDEMAN (1990, p.444). Nous la reproduisons nous-même ici sous forme d'un tableau en mettant en évidence les critères utilisés aux différents niveaux de la clé. On constate qu'il est possible d'établir le parallèle avec la classification de DANSEREAU & LEMS (Tab.25).

Tab.25 Classification des types de diaspores (**T.D.**) proposée par Sabatier (1983, in OLDEMAN 1990). Les trois dernières colonnes indiquent, de gauche à droite, le n° de classe de Sabatier, le ou les types de diaspores correspondant dans le système de DANSEREAU & LEMS (1957: **Aux**-auxochore, **Bal**-ballochore, **Bar**-barochore, **Des**-desmochore, **Pog**-pogonochore, **Pté**-ptérochore, **Sar**-sarcochore, **Scl**-sclérochore, **Spo**-sporochoire) et la catégorie de distance de dispersion probable (**D**-moyenne à grande distance de dissémination par l'un ou l'autre vecteur, **S**-disséminées par la plante elle-même à courte distance). La classe XVIII bis a été rajoutée, par rapport au système de Sabatier (1983), afin de distinguer les graines minuscules (disséminées à grande distance par le vent) des types plutôt autochores de la classe XVIII.

-pulpe	-déhiscent	-pulpe entoure les graines	-coloré			I	Sar	D	
			-terne			II	Sar	D	
		-pulpe mêlée aux graines	-coloré			III	Sar	D	
			-terne			IV	Sar	D	
	-indéhiscent	-pulpe entoure les graines	-coloré			XIII	Sar	D	
			-terne			XIV	Sar	D	
		-pulpe accessible	-pulpe mêlée aux graines	-coloré	-1-2 graines	VII	Sar	D	
					-3-15 graines	VIII	Sar	D	
				->15 graines	IX	Sar	D		
			-terne	-1-2 graines	X	Sar	D		
				-3-15 graines	XI	Sar	D		
				->15 graines	XII	Sar	D		
		-pulpe protégée	-coloré			V	Sar	D	
			-terne			VI	Sar	D	
-pas de pulpe	-déhiscent	-graines colorées, nues					XV	Scl, Bar	D
		-graines ternes, nues	-dispersées par déhiscence			XVII	Bal	S	
			-non dispersées par déhiscence	-taille normale			XVIII	Bar, Scl, Aux	S
				-graines minuscules ou très légères			XVIII bis	Spo	D
		-graines à appendices					XVI	Pté, Pog, Des	D
	-indéhiscent	-appendices adaptés au vol					IXX	Pté	D
		-appendices adhésifs					XX	Des	D
		-déliquescent					XXI	Cyc, Bar	S

Les principaux critères retrouvés au travers de ces classifications peuvent se résumer assez simplement. Il y a pour commencer la déhiscence du fruit (indéhiscent, déhiscent, déhiscent brutalement, déliquescent au sol), la présence ou non d'une pulpe (attirant certains animaux), la couleur de celle-ci ainsi que des autres parties du fruit, l'entremêlement de la pulpe et des graines, la présence d'appendices adaptés au transport par les vents (pouvant s'appliquer à la graine mais aussi au fruit), la présence d'adaptations au transport par adhésion aux animaux ou par flottaison, l'abondance des graines et enfin leur taille.

Les différentes classes décrites correspondent chacune à la prédominance d'un nombre limité de vecteurs de dissémination bien précis et peuvent s'identifier par tout un syndrome de caractères morphologiques adaptatifs mais aussi de caractères écologiques (c'est-à-dire lié à un type d'habitat particulier). On sait par exemple que chauves-souris et oiseaux (deux très importants groupes de disséminateurs), de par leur comportement et leurs aptitudes sensorielles, ne consomment pas les mêmes fruits et pas aux mêmes endroits (BLANC 2002, PIJL 1982). Leur mode de dissémination des diaspores est en outre assez différent. D'une part, les chauves-souris (hormis les roussettes ou chauves-souris renard) sont particulièrement attirées par les baies concrescentes et souvent verdâtres (nombreux Spadiciflores tels que les

Piper spp.). Elles défèquent en vol et assurent ainsi une dissémination homogène principalement en sous-bois. D'autre part, les oiseaux préfèrent les baies attractives et dissociées les unes des autres. Ils défèquent principalement depuis leurs perchoirs favoris, c'est-à-dire des branches en périphérie de chablis et sur les berges de rivières. Ils sont parfois aussi capables de dissémination à très grande distance (oiseaux migrateurs).

Du type de diaspore, on peut déduire les distances probables de dispersion pour interpréter certains modes de distribution phytogéographiques. Plus un type de végétation, ou une strate dans un type de végétation, est en milieu ouvert (par exemple une prairie alpine ou la strate supérieure d'une forêt dense) plus la proportion d'espèces à forte capacité de dispersion sera importante (voir notamment SENTERRE & al. 2004).

II.4.1.4 **Types fonctionnels (guildes)**

Le cheminement intellectuel menant jusqu'aux types fonctionnels définis ici est expliqué au cours du chapitre I.3. Ces types fonctionnels sont définis sur base de la combinaison de critères déjà évoqués et définis. Les types fonctionnels sont déterminés de manière automatique par combinaison du type de tempérament (*Tab.21*) avec les deux principales catégories de distance de dissémination définies au chapitre précédent (*Tab.25*).

Tab.26 Définition des types fonctionnels (**Gilde**) sur base de la combinaison du type de tempérament et de la distance de dissémination. Pour les plantes de sous-bois, les abréviations sont reprises telles que présentées par BLANC (2002).

Strate	Type de tempérament	Distance de dissémination	Code
-Sous-bois	-Petites graines (supports inclinés)	-Disséminées loin	PD
		-disséminées Seules	PS
	-Grosses graines (sol forestier)	-Disséminées loin	GD
		-disséminées Seules	GS
-Arbres (canopée + subcanopée)	-sp. Pionnières et Cicatricielles éphémères	-Disséminées loin	PiD
		-disséminées Seules	PiS
	- sp. Cicatricielles durables	-Disséminées loin	CiD
		-disséminées Seules	CiS
- sp. Sédentaires	-Disséminées loin	SéD	
	-disséminées Seules	SéS	

II.4.2 SPECTRES PHYTOGÉOGRAPHIQUES

II.4.2.1 **Types chorologiques**

Comme il a été dit au chapitre I.5.5, nous n'incluons ici que des aspects zonaux et par conséquent des catégories fréquentes telles que celle des espèces à distribution dite "afromontagnarde" sont placées ailleurs (II.4.3). Une espèce typiquement afromontagnarde (c'est-à-dire à distribution disjointe sous forme d'archipel dont les îlots correspondent aux zones d'altitude) rencontrée uniquement en Afrique de l'ouest, par exemple, sera qualifiée de HG pour le critère présenté ici (*Tab.27*). Le système phytogéographique présenté est basé sur les travaux de WHITE (1979), récemment discutés par nous-même pour ce qui est des subdivisions du domaine bas-guinéen (SENTERRE & al. 2004).

Tab.27 Principaux types phytogéographiques (**T.P.**), ou types chorologiques, concernant notre zone d'étude. Les abréviations utilisées suivent la synthèse que nous avons récemment publiée (SENTERRE & al. 2004). Une représentation cartographique des entités guinéo-congolaises sera donnée plus loin (*Fig.83*).

Niveau 1	Code 1	Catégorie	Code 2
sp. à large distribution et sp. africaines pluri-régionales	L	pan-tropicale et cosmopolite	Pan et Omni
		afro-américaine	AA
		paléotropicale (Afrique-Asie tropicales)	Pal
		afro-malgache	AM
		pluri-régionale africaine	PRA
sp. limitées à une Région	ERé	guinéo-congolaise périphérique (forêts semi-décidues)	GCp
		omni- ou sub-omniguinéo-congolaise	GC
sp. limitées à un Domaine	EDo	congolaise	C
		haut-guinéenne	HG
		bas-guinéenne	BG
sp. limitées à un Secteur	ESe	bas-guinéenne continentale	BGC
		bas-guinéenne atlantique	BGA
sp. limitées à un District	EDi	bas-guinéenne atlantique littorale	BGALit
		bas-guinéenne atlantique orientale	BGAOr
sp. communes à 2 Domaines	2Do	centro-guinéenne (C + BG)	CG
		guinéenne (HG + BG)	G
		guinéenne littorale (HG littoral + BGALit)	GLit
sp. rares ou distrib. mal connue	Indet	Indéterminée	Indet

Par ailleurs, nous avons également défini le type chorologique pour chacun des genres représentés par nos espèces. Pour les genres représentés par un nombre très limité d'espèces, genres dits paucispécifiques ou oligotypiques (AUBRÉVILLE 1970), nous avons enregistré ce caractère en définissant un genre paucispécifique comme étant composé de maximum trois espèces, exceptionnellement cinq si deux d'entre elles n'existent qu'en dehors de l'Afrique.

II.4.2.2 **Degrés d'endémisme**

Les catégories de degré d'endémisme ont été décrites au chapitre I.5.2.1 (*Tab.11*) et rediscutées au chapitre I.5.5.3 (*Tab.16b*) d'un point de vue écologique. Nous n'en reprenons ici que les dénominations adaptées à l'aspect chorologique (*Tab.28*). Il est à noter que pour les espèces à large distribution, au moins pluri-régionales, on ne peut plus vraiment parler d'endémisme et celles-ci sont donc Larg ou Omni.

Tab.28 Catégories de degré d'endémisme (**End.**)

Catégorie	Code
-endémique rare (locale) dans la phytochorie	eLoc
-endémique ni rares ni abondante dans la phytochorie	eMoy
-endémique abondante (globale) dans la phytochorie	eGlo
-sub-endémique à populations marginales	Marg
-sub-endémique à populations reliques	Rel
-sub-endémique à populations satellites	Sat
-à populations transgressives	Tran
-à large répartition géographique	Larg
-distribution non limitée à une région particulière	Omni
-rare ou méconnue	Ind

II.4.3 SPECTRES ÉCOLOGIQUES

II.4.3.1 Types d'habitat

Nous avons vu au chapitre I.5.5, que les types d'habitats pouvaient se définir par une combinaison du type de formation végétale et des diverses influences azonales éventuelles. Plusieurs remarques ont ensuite été émises afin de justifier les modalités d'établissement de ces catégories de facteurs azonaux et un exemple avait été donné pour les variantes altitudinales. Nous présentons ici les catégories complètes intervenant dans notre étude. Les catégories évoquées au chapitre I.5.5 et ne concernant aucune espèce de notre région, tels que le degré de contamination aux métaux lourds, n'ont pas été inclus mais pourraient être constitués de manière analogue. Les catégories liées à la texture du substrat et à sa pauvreté ne sont indiquées qu'à titre d'exemple.

Tab.29 Pour les aspects de successions forestières, les catégories sont déduites du tempérament de l'espèce (cf. Tab.21). Seules les combinaisons intermédiaires entre deux types successifs du gradient (et non disjoints) sont généralement réalisables.

Variantes altitudinales	Code	Variantes liées à l'hydromorphie du sol	Code
-basse et moyenne altitudes	BM	-sol bien drainé	dr
-BM + SM	BM+SM	-sol bien drainé + vallicole	dr+val
-submontagnard	SM	-fonds de vallées à sol ne se ressuyant pas vite après les pluies (type vallicole)	val
-SM + MI	SM+MI	-vallicole + riveraine	val+riv
-montagnard inférieur (forte hygrométrie)	MI	-sol périodiquement inondé des bords de rivières (forêts riveraines)	riv
-MI + MS	MI+MS	-riveraine + plaine alluviale	riv+all
-montagnard supérieur (faible hygrométrie)	MS	-sol saisonnièrement inondé (plaine alluviale)	all
-MS + SA	MS+SA	-sol saturé en permanence (marécage)	mar
-subalpin	SA	-large amplitude sur sols hydromorphes (présence dans plus de 2 types humides)	val+riv+all+mar
-SA + A	SA+A		
-alpin	A		
-nival	Ni		
-large amplitude écologique (> 2 étages)	Larg	-indéterminée ou incertaine	Ind
-amplitude écologique maximale	Omni		
-indéterminée ou incertaine	Ind		
Variantes secondaires ou recolonisatrices	Code	Variantes liées à la texture du substrat	Code
-mature	Sé	-argileux (végétation pélophile)	Pélo
-secondaire vieux	Cid	-indifférent ou indét. ou mésophile	Ind
-secondaire jeune (jachère)	Cié	-sableux (végétation psammophile)	Psam
-recrû	Pi		
Variantes liées à la pauvreté du substrat	Code		
-appauvri (oligotrophe)	Oligo		
-indifférent ou indét. ou mésophile	Ind		
-enrichi (eutrophe)	Eutro		

Bien que théoriquement une multitude de combinaisons soient possibles, seul un nombre limité est effectivement réalisé en pratique. Par ailleurs, le type de formation végétale n'est pas totalement indépendant des facteurs d'azonalité. Par exemple, l'étage subalpin correspond

par définition à une formation arbustive dense, l'étage montagnard vrai est toujours caractérisé par une forêt dense basse, de même pour un marécage, etc.

Avant d'aller plus loin, on peut encore faire une remarque. Si on souhaite distinguer les différents types forestiers classiquement reconnus, en dehors de toute hypothèse ayant trait aux entités phytogéographiques, afin notamment de pouvoir comparer des types zonaux analogues entre continents voire même entre régions (Afrique de l'ouest/Afrique centrale atlantique), il est nécessaire de pouvoir remplacer l'entité phytogéographique (climatiquement homogène), correspondant à la station envisagée, par la région bioclimatique dans laquelle celle-ci s'inscrit. Concrètement, cela veut dire par exemple qu'on traitera une espèce endémique du BGALit comme une espèce de "forêt dense hyperhumide" (FOURNIER & SASSON 1983), au même titre qu'une espèce endémique du secteur x de telle région d'Asie du sud-est elle-aussi caractérisée par un climat déterminant une forêt dense hyperhumide. De cette manière, il est possible d'identifier tout ensemble de stations homologues quelle que soit leur position géographique sur le globe. D'après une synthèse de FOURNIER & SASSON (1983) sur les grands types forestiers tropicaux zonaux, et en tenant compte d'autres travaux (RICHARDS 1952, WHITMORE 1998, VANDE WEGHE 2004, HOLMGREN & al. 2004, WHITE 1983a, SENTERRE & al. 2004, etc.), il est possible de distinguer les catégories suivantes (cf. *Tab.30*, pour une présentation des principaux termes de nomenclature):

- 1-forêts denses hyperhumides (**fdhh**): ex. forêts du **BGALit**
- 2-forêts denses humides sempervirentes (**fdhsemp**): ex. forêts à césalpiniacées du **BGAOr**
- 3-forêts denses humides à tendance semi-décidue (**fdhs**): ex. forêts dites congolaises du **BGC**
- 4-forêts denses humides semi-décidues (**fdhsd**): forêts denses de la zone périphérique, **GCp**
- 5-forêts denses humides au sens large (**fdh = 1-4**): forêts du **GC**
- 6-forêts denses sèches (**fds**): forêts soudano-zambésiennes, **SZ**
- 7-forêts denses tropicales (**fdt = 1-6**, terme employé au sens d'intertropical)

Nous disposons maintenant de tous les éléments nécessaires pour catégoriser d'une manière standardisée (*Tab.30*) -**les types d'habitats** (ex. forêts denses humides sempervirentes sans influence d'un facteur azonal) mais aussi -**les groupes écologiques** (espèces partageant un même type forestier, ex. groupe des espèces de fdhsemp de terre ferme, GÉRARD 1960), -**les groupes microécologiques** (espèces partageant un même microhabitat au sein d'un même type forestier, ex. espèces des supports inclinés du sous-bois de fdhsemp de terre ferme, BLANC 2002, ou encore groupe supérieur héliophile de forêt dense humide, GUILLAUMET 1967) ou enfin -**les groupes choroécologiques** (espèces partageant un même type de distribution phytogéographique et un même type forestier au sein de cette phytochorie, ex. groupe des espèces de forêts ripicoles à caractère guinéen, LEBRUN & GILBERT 1954, ou encore groupe des espèces transgressives de forêts semi-caducifoliées, GERMAIN & EVRARD 1956). Ces groupes choroécologiques ne correspondent pas forcément à des groupes socioécologiques, c'est-à-dire que les espèces ne s'observent pas forcément en communautés. Ils correspondent plus souvent à des groupes socioécologiques d'ordre supérieur.

On trouve généralement dans les flores quelques informations sur l'écologie et l'habitat des espèces: forêt dense, forêt secondaire, etc. Les grandes catégories distinguées le sont généralement sur base de trois critères: l'altitude, la secondarisation et l'hydromorphie du sol. En collectant ces informations au travers des différentes sources bibliographiques et en ajoutant nos propres observations, il est possible de classer chaque espèce dans un groupe écologique plus ou moins précis. D'autre part, l'écologie des espèces peut également être

déduite de sa situation dans le cortège floristique de telle ou telle association végétale, à l'aide de travaux de synthèses tels que celui de SCHMITZ (1988).

Tab.30 Principaux types de végétations forestières tropicales, ou dérivées, d'après FOURNIER & SASSON (1983), RICHARDS (1952), WHITMORE (1998), VANDE WEGHE (2004), HOLMGREN & al. (2004), WHITE (1983a), SCHMITZ (1988).

Code	Definitions et synonymie
fdhh	1-forêts denses hyperhumides (fdhh) : rain forest (Asie, Van Steenis); forêts superhumides (Amérique, Aubrév.); bosque pluvial, selva pluvial, selvas eupluviales ou selvas muy humedas (auteurs de langue espagnole, notamment en Amérique latine); forêt dense humide littorale ou forêt littorale ou forêt à <i>Sacoglottis</i> , rares en Afrique où le terme rain forest correspond davantage aux fdhsemp voire aux fdh en général; wet forest; wet evergreen forest; tropical wet evergreen forest, primary hygrophilous forest; parfois appelée humid evergreen forest, humid rain forest, dense humid forest, deep humid forest, etc., par ceux qui nomment rain forest les fdhsemp; Phytochorie correspondante en Afrique centrale = BGALit
fdhsemp	2-forêts denses humides sempervirentes (fdhsemp) (Trochain 1957): la variante sempervirente des "monsoon forests" (Asie, certains auteurs préfèrent réserver le terme monsoon forest à la variante semi-décidue = fdhsd); rain forest (telle qu'on l'entend la plupart du temps en Afrique et en Amérique); forêt dense humide sempervirente; evergreen rain forest; tropical lowland evergreen rain forest; high forest; forêt ombrophile sempervirente (Lebrun); forêt ombrophile équatoriale (Schmitz 1988); forêt ombrophyte (Léonard); forêt à Caesalpiniaceae; forêt à Légumineuses (Aubrév.); moist forest; moist evergreen forest (Trochain 1957); moist high forest; Phytochorie correspondante en Afrique centrale = BGA
fdhs	3-forêts denses humides à tendance semi-décidue (fdhs) : à saison sèche marquée (le climat n'est plus typiquement équatorial à 2 petites saisons sèches), rarement distinguée des fdhsd; semble correspondre au moins parfois à la dite variante semi-décidue des monsoon forests; forêt congolaise (en Afrique centrale); forêt ombrophile équatoriale (Schmitz 1988); subhumid dense forest (terme aussi employé pour les fdhsemp); dense mesophytic forest (terme aussi employé pour les fdhsemp); semblent correspondre au moins en partie les moist deciduous forest, moist semideciduous forest (terme employé par Trochain, 1957, pour les fdhsd étant donné que la variante distinguée ici ne fut pas évoquée au Congrès de Yangambi), evergreen seasonal forest et dry facies of tropical wet evergreen forest; Phytochorie correspondante en Afrique centrale = BGC
fdhsd	4-forêts denses humides semi-décidues (fdhsd) (Trochain 1957): la variante semi-décidue des monsoon forest (ou monsoon forest si rien n'est précisé); semi-deciduous rain forest, rare en Amérique; semi-deciduous forest; dry semi-deciduous forest; deciduous forests; forêt mésophile semi-caducifoliée (Lebrun); forêt dense équatoriale tropophyte (Duvigneaud); forêt tropophyte (Léonard); forêt dense héli-ombrophile (Trochain); mixed deciduous forest (forestiers africains; terme employé pour les fds en Inde); tropical semi-evergreen forest (Champion); half evergreen seasonal forest (Richards 1952); semi-evergreen forest; semi-evergreen mesophyll vine forest (Australie); selva tropofila (selon Fournier & Sasson, 1983, mais ce terme correspond plutôt aux fds); selva de transición; selva veranera; forêt à Malvales et Ulmales (Aubrév.); Phytochorie correspondante en Afrique = GCp
fdh = fdhh et/ou fdhsemp et/ou fdhs et/ou fdhmono et/ou fdhsd	5-forêts denses humides au sens large (fdh = 1-4): forêt ombrophile; forêts hygrophile; forêt pluviophile; tropical rain forest; rain forest; moist tropical forest; closed forest; tropical lowland forest; regenwald (en allemand); selva pluvial; forêt dense climacique; forêt dense; dense forest; forêt primaire; primary forest; mature forest; bon nombre d'auteurs utiliseront n'importe lequel des termes cités ici et précédemment pour désigner toute fdh au sens large; Phytochorie correpondante en Afrique = GC
fds	6-forêts denses sèches (fds) (Trochain 1957): forêt tropicale sèche, contient des formes sempervirentes (forêts australiennes à Eucalyptus), semi-décidues (forêt malgache occidentale) et décidues (forêts indiennes à Teck, forêts à <i>Anogneisus</i>); dry forest, dry evergreen forest; forêts tropophiles (Lebrun & Gilbert 1954); dry deciduous forest (Trochain 1957); Phytochorie correspondante en Afrique = SZ
fdt = tout	7-forêts denses tropicales (fdt = 1-6, terme employé au sens d'intertropical): tropical rain forest; jungla tropical (Grisebach), hilea (Humboldt); Phytochories correspondantes en Afrique = GC + SZ
fcl	8-forêts claires (Trochain 1957) (fcl , formation non fermée): forêt à <i>Isobertia doka</i> , Miombo (Katanga); forêts tropophiles (Schmitz 1988); woodland (Trochain 1957); Phytochorie correspondante en Afrique = SZ
fdt + val	forêts vallicoles (val , soumise à inondations périodiques de courte durée, Schmitz 1988): forêt vallicole alluviale (Lebrun & Gilbert 1954)
fdt + riv	forêts ripicoles (Trochain 1957) (riv , rideau étroit le long des fleuves des grandes rivières, Fournier & Sasson 1983): forêt riveraine (alternance saisonnière de fortes inondations et d'exondaisons, à courtes périodes de ressuyement, répartition guinéenne avec pénétrations soudano-zambéziennes: Schmitz 1988, Lebrun & Gilbert 1954); riverine forest (terme désignant parfois aussi les all); riparian forest (Trochain 1957)
fdhsd + riv	forêts ripicoles à caractère soudano-zambésien (Lebrun & Gilbert 1954): forêt ripicole dans l'aire des fdhsd (pour reprendre une expression analogue à celles de Schmitz): gallery forest
fdt + riv + Eutro	forêts inondables de type varzée (Vande weghe 2004): eaux brunes lourdement chargées en alluvions; mata de varzea; eutrophic freshwater periodic swamp forest (Whitmore 1998)

	fdt + riv + Oligo forêts inondables de type igapo (Vande Weghe 2004): eaux noires dépourvues d'alluvions et oligotrophes
fdt + all	forêts alluviales (all) : forêt périodiquement inondée (mais à longues périodes d'assèchement, Lebrun & Gilbert 1954); foodplain forest; seasonally flooded forest; periodic swamp forest (Trochain 1957); freshwater periodic swamp forest (Whitmore 1998)
fdt + mar	forêts marécageuses (mar) : igapo; swamp forest; marshy forest; freshwater swamp forest (Whitmore 1998)
fdt + mar + Halo	forêts marécageuses d'arrière-côte (mar+Halo) : forêt marécageuse semi-halophile (Fournier & Sasson 1983)
fdt + val+riv+all+mar	forêts édaphiques hygrophiles (val+riv+all+mar) , qualifient généralement n'importe quel type de variante azonale hydromorphe d'une fdh: Schmitz 1988)
fdt mangr	forêts de mangrove : mangrove forest
fdt + Psam	forêts sur sable
fdhh + Psam	forêts psammohygrophiles (à <i>Turraeanthus africanus</i> , Mangenot), aussi = fdhsemp + Psam
fdt + Pélo	forêt sur sol argileux (pélophiles)
fdhh + Pélo	forêts pélohygrophiles (Mangenot), aussi = fdhsemp + Pélo
fdt + Calcaire	forest over limestone (Whitmore 1998): forêt sur sol calcaire, surtout connu en Asie où son contraire existe aussi, forest over ultrabasics (heath forest en Asie)
fdt + SM	forêts submontagnardes (SM) : bosque pluvial premontaño; forêt de colline; lower montane rain forest (Whitmore 1998, ce terme est parfois utilisé pour les MI)
fdt + MI	forêts montagnardes inférieures (MI) : bosque pluvial montaña bajo; mountain moss forest; forêts ombrophiles de montagne (Lebrun & Gilbert 1954); forêt dense humide de montagne ou moist montane forest (Trochain 1957); lower montane forest; dwarf cloud forest
fdm = SM + MI + MS ou MI + MS	forêts montagnardes : terme souvent assez vague désignant soit n'importe quel étage forestier d'altitude (ceja de montaña andina, bosque de ceja; forêt dense humide de montagne, forêt de montagne, montane forest, forêt d'altitude, afromontane forest; floresta de altitude), soit l'ensemble des étages caractérisés par la persistance des brumes à savoir SM+MI: forêt de nuages, cloud forest, wolkenwald (=cloud forest) et nebelwald (=fog forest, en allemand) ou encore gebirgs-nebelwald (=mountain cloud forest), selva nublada, bosque nublado; bosque nuboso; bosque de niebla; selva de neblina; forêt néphéophile, mossy forest, misty forest, nuboselva; bosque montano nebuloso; floresta nebulosa; floresta fe neblina; floresta nuvigena
fdhsd + MS	forêts montagnardes dans l'aire des fdhsd : gallery forest; forêt dense sèche de montagne ou dry montane forest (Schmitz 1988, Trochain 1957)
fdt + MS	forêts montagnardes supérieures (MS) , caractérisée par un climat plus sec et plus froid): montane temperate forest; selva pluvial templada; forêt sèche de montagne; forêt dense sèche de montagne ou dry montane forest (Schmitz 1988, Trochain 1957); elfin forest; upper montane forest (le terme upper montane rain forest est employé par Whitmore, 1998, pour désigner les étages MI+MS sans distinction); bosque mesofilo de montaña (Mexique)
SA	fourrés subalpins (SA) : elfin woodlands; elfin shrubland; forêt dense sèche subalpine (Schmitz 1988); subalpine forest (Whitmore 1998); formations arbustives de haute montagne; montane ericaceous forest (Lawson & al. 2002)
A	prairies afroalpines (A) : paramo; forêt sclérophylle de montagne (Schmitz 1988); prairie altimontaine ou high-montane grassland (Trochain 1957)
SA + A	altimontaine belt (correspond au regroupement, pour des raisons floristiques, des étages SA et A, dès lors qualifiés de variantes physiologiques: Grimshaw 2001)
fdt + (Mi + MS) + Pi	recrûs dans l'aire des f.d. de montagne
fdt + (Mi + MS) + Cid	forêts secondaires dans l'aire des forêts denses de montagne (ou forêt secondaire montagnardes, Schmitz 1988)
fdt + Pi	recrûs forestiers (Schmitz 1988): friches et jachères préforestières; fourrés postculturels; secondary regrowth
fdt + Cié	forêts secondaires jeunes : parasoleraies et jeunes forêts secondaires assimilées (Schmitz 1988); secondary forest
fdt + Cid	forêts secondaires âgées : forêts secondaires plus évoluées (Schmitz 1988); forêt secondaire vieille; forêt subclimacique; old secondary forest
fdt + Ci	forêts secondaires : terme plus général désignant généralement les forêts secondaires jeunes et/ou âgées (Cié et/ou Cid)
fdhsemp + Ci	forêts secondaires dans l'aire des fdhsemp (Schmitz 1988) (Cié et/ou Cid)
fdhsd + Ci	forêts secondaires dans l'aire des fdhsd (Schmitz 1988) (Cié et/ou Cid)
fdhmono	forêts denses humides monodominantes : variante bien souvent distinguée dans la littérature et se distinguant des autres types forestiers qualifiés de mixtes par opposition

II.4.3.2 Degrés de fidélité

Tout comme il était important de relativiser l'infidélité chorologique d'une espèce, il s'impose de relativiser son infidélité écologique. Cette conception intégrée de la fidélité et de l'endémisme a été débattue et illustrée au chapitre I.5. La liste des catégories est la même que celle présentée au *Tab.16*.

II.4.4 DÉTERMINATION DES TYPES CHOROLOGIQUES, ÉCOLOGIQUES, PHYSIONOMIQUES ET AUTRES

II.4.4.1 Sources d'informations

L'identification de l'ensemble des critères présentés ci-dessus (écologiques, chorologiques, physionomiques, biologiques, etc.) nécessite d'importantes recherches bibliographiques. Lors d'une étude antérieure (SENTERRE & al. 2004), nous avons procédé en faisant une synthèse d'un nombre relativement limité de travaux eux-mêmes synthétiques (thèses, etc., cf. ci-dessous). Cette fois, nous avons adopté une démarche plus complète, notamment parce que nous voulions détailler plus finement les types chorologiques inférieurs à l'échelle d'un domaine (secteurs et districts), ce qui n'a pas encore été fait par nos prédécesseurs et que nous avons fait nous-même de manière trop superficielle, et aussi parce que notre système de critères nécessite de réunir plus de données que celles qu'on trouve généralement dans les travaux de ce genre. Les aspects chorologiques et écologiques étant interdépendants (cf. chapitre I.5), nous les avons traités en même temps, c'est-à-dire qu'on se préoccupe toujours de l'habitat décrit dans les localités mentionnées. Les références consultées pour chacune de nos espèces, sans exception, sont les suivantes:

-LEBRUN & STORK (2003): pour la synonymie actuelle, la distribution géographique et l'écologie;

-LEBRUN & STORK (1991-1997): pour trouver des travaux de révision taxonomique au cas où l'espèce n'est pas suffisamment traitée dans les flores existantes ainsi que pour les espèces non traitées dans la nouvelle édition de 2003;

-les flores du Gabon (FG), du Cameroun (FC), d'Afrique centrale (FAC), d'Afrique tropicale (FTA), d'Afrique de l'Ouest (FWTA), la flore forestière de Côte d'Ivoire : cf. BAMPES & DEGREEF (2003) pour une liste des familles traitées dans ces différentes flores;

-les bases de données online telles que celle du Missouri Botanical Garden (MO, <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>) et de Wageningen (WAG, <http://herbaria.plants.ox.ac.uk/bol/search/>), en gardant bien à l'esprit que les localités renseignées ne sont que des collectes individuelles n'ayant pas forcément été révisées et pouvant donc être mal identifiées. La base de données MOBOT a par ailleurs permis de vérifier l'orthographe et la synonymie des espèces de Ptéridophytes et même les quelques Bryophytes que nous citerons de la littérature (<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/most.html>);

-POORTER & al. (2004): pour la distribution et l'écologie en Afrique de l'Ouest;

-PAUWELS (1993): pour les espèces présentes au Congo;

-Distributiones Plantarum Africanarum;

-WILKS & ISSEMBÉ (2000) ainsi que le manuel du forestier du Cameroun (THIRAKUL 1983): pour les arbres;

-CABLE & CHEEK (1998), CHEEK & al. 2000 et Thomas & al. (2003): surtout pour les espèces rares du domaine bas-guinéen;

-FIGUEIREDO (2002): pour les Ptéridophytes;

-MABBERLEY (1997): pour déterminer le type chorologique des genres et leur caractère paucispécifique ou pas. Pour les groupes traités dans les flores disponibles, nous avons généralement préféré nous baser sur les informations données dans celles-ci au début de chaque genre traité. L'ouvrage de MABBERLEY est généralement moins précis pour les genres à distribution relativement restreinte;

-une série d'ouvrages de référence dont nous nous sommes imprégnés depuis plusieurs années: SCHMITZ (1988), GÉRARD (1960), GERMAIN ET EVRARD (1956), GUILLAUMET (1967), LEBRUN & GILBERT (1954), SCHNELL (1976), etc. ;

-enfin, les travaux consultés pour notre précédente publication (SENTERRE & al. 2004): SONKÉ (1998), KOUKA (2000), SOKPON (1995), LUBINI (1997), LEJOLY (1998), MASENS DA-MUSA YUNG (1997), YONGO (2002), etc. ;

-afin de pouvoir localiser les localités citées, nous avons consulté le travail de BAMPS (1982) (pour la République Démocratique du Congo) et les sites internet suivants: <http://www.multimap.com/index/GB1.htm>, <http://www.calle.com/world/>, <http://www.traveljournals.net/explore/gabon/locations/e/6.html> et surtout le site GeoNetNames d'où l'on peut télécharger des gazetteer par pays et les importer dans ArcView ce qui facilite et accélère énormément la visualisation des coordonnées géographiques d'une localité (<http://gnswww.nima.mil/geonames/GNS/index.jsp>). Enfin, la publication de RAYNAL (1968) nous a permis de localiser plus précisément les collectes de Georges Le Testu, au Gabon.

-Pour l'abréviation correcte des noms d'auteurs des espèces, nous avons suivi BRUMMITT & POWELL (1992). A ce sujet, il nous paraît utile de signaler que l'ouvrage pris généralement pour référence, à savoir LEBRUN & STORK (1991-1997), n'a manifestement pas tenu compte des recommandations sur l'abréviation des noms d'auteurs. Par ailleurs, en ce qui nous concerne, l'encodage correct des noms d'auteurs a été facilité par l'utilisation du dictionnaire " Authors " (correspondant à une version numérique de BRUMMITT & POWELL), disponible dans la version téléchargeable de Brahm's. Les noms ont été gérés au travers d'un volet de notre système de bases de données, faisant appel à une série de requêtes pour construire les noms complets en évitant au maximum les fautes d'orthographe et autres fautes de frappe ou de distraction.

Toutes ces recherches n'ont été possibles que grâce à la proximité et à l'accessibilité des deux importantes bibliothèques de notre laboratoire: la bibliothèque générale, classée par revues, et la bibliothèque de l'AETFAT (Association pour l'Etude Taxonomique de la Flore d'Afrique Tropicale), classée par auteurs. Cette remarque vaut surtout pour les travaux de révision sur les groupes non traités ou insuffisamment traités dans les flores existantes et que nous avons donc dû aller chercher un à un dans les revues et autres ouvrages spécifiques. Il est bien sûr impossible de citer toutes les références consultées et nous renvoyons le lecteur au travail de LEBRUN & STORK (1991-1997).

II.4.4.2 Aspects écologiques

Pour l'identification des types écologiques, on est généralement confronté au problème du manque de données, conjugué au manque de précisions sur la nature écologique des stations signalées pour les espèces étudiées. On a donc deux solutions: soit encoder le type d'habitat qui correspond au peu de signalisations de l'espèce, soit encoder la catégorie " Indet ". On peut toutefois détailler plusieurs cas de figure.

Premièrement, une espèce connue par un nombre relativement faible de signalisations peut néanmoins être écologiquement bien connue si pour chacune de ces signalisations les traits écologiques saillants sont connus et se confirment mutuellement. Dans ce cas, on peut se permettre de se prononcer quant au degré de fidélité (eLoc ou eMoy), du moins à titre provisoire.

Deuxièmement, si une espèce est assez courante mais que, dans la plupart des signalisations, le caractère écologique de la station n'est pas connu, on se retrouve dans la première situation: soit le peu de stations décrites correspondent et on peut se prononcer, soit certaines stations divergent et il vaut mieux ne pas se prononcer.

Pour les espèces à plus ou moins large amplitude écologique par rapport à un gradient environnemental, il est aussi nécessaire de faire un certain nombre de remarques quant à l'encodage des critères. Nous avons vu que le degré de fidélité est établi, comme pour les IndVal (cf. II.6.2, III.1.2), par rapport à un type d'habitat allant de très précis à plus ou moins large: une espèce inféodée aux milieux humides sera catégorisée " val+riv+all+mar " et " eGlo " tout comme une espèce inféodée aux marécages sera notée " mar " et " eGlo " (Tab.29 et 30).

Nous attirons l'attention sur le fait qu'il serait possible d'encoder cette dernière catégorie (mar/eGlo) de la manière suivante: val+riv+all+mar/eLoc, ce qui signifie que l'espèce a une distribution limitée par rapport à une large gamme de conditions hydromorphes, dans ce cas uniquement les marécages, ce qui, à première vue, revient à dire qu'elle a une large distribution au sein de types strictement marécageux. Cette alternative est une erreur à ne pas commettre car elle entraîne la perte d'une part d'informations !

Le même problème se pose pour les aspects chorologiques et est probablement plus facile à comprendre: on pourrait voir une espèce largement disséminée dans les forêts littorales du SO-Cameroun au Gabon comme une espèce " bas-guinéenne " à distribution restreinte (BG/eMoy), voire même comme une espèce guinéo-congolaise à distribution localisée (GC/eLoc, ce qui est généralement le cas dans bien des travaux), alors qu'il est évident que la meilleure manière de décrire le type chorologique de cette espèce est de la catégoriser comme BGALit/eGlo.

Rappelons-nous que le degré de fidélité, comme le degré d'endémisme, a pour but de relativiser la proportion d'espèces d'une catégorie donnée: combien d'espèces lui sont propres, combien s'en écartent de manière marginale, transgressive, etc. Il est évident que des espèces à large amplitude des milieux humides peuvent y être totalement liées et ne jamais être observées en milieux bien drainés, ou ne s'en écarter que sous forme de populations satellites, marginales, etc. On peut donc définir des espèces caractéristiques différentielles à différents niveaux dans la hiérarchie des groupes écologiques. Pour toutes les espèces dont on ne connaît pas véritablement le caractère indicateur, ou pour celles qui sont omniprésentes, le degré de fidélité sera toujours encodé " Indet " et celles-ci seront considérées comme espèces

compagnes ou mal connues. Pour ces espèces, les critères écologiques (et chorologiques si leur distribution n'est elle-même pas claire du tout) seront également encodés Indet.

Par ailleurs, une espèce peut très bien avoir une amplitude écologique bien définie par rapport à un facteur d'azonalité, par exemple inféodée aux milieux vallicoles, tout en étant insensible à d'autres facteurs, par exemple aussi bien dans les stades matures que dans les stades jeunes de régénération. Dans ce cas, le degré de fidélité est toujours précisé par rapport au facteur pour lequel l'amplitude est la plus faible. L'espèce sera considérée comme caractéristique différentielle ou préférentielle des milieux vallicoles.

II.4.4.3 Aspects chorologiques

Pour les aspects chorologiques, la démarche est similaire: on définit le degré d'endémisme par rapport à la phytochorie identifiée. Le rôle de ce critère degré d'endémisme, tout comme le critère degré de fidélité, est de fournir une statistique sur une phytochorie particulière, ou sur un type d'habitat particulier, à savoir la proportion d'espèces véritablement inféodées, celles qui présentent des populations transgressives, etc.

Par exemple, si une espèce est typique de la phytochorie G (présente depuis la Sierra Leone jusqu'au Gabon par exemple), son degré d'endémisme sera " eGlo ". Si une autre espèce présente la même distribution mais avec quelques rarissimes signalisations atypiques en Afrique de l'Est, elle sera toujours qualifiée de G mais son degré d'endémisme sera " Sat ".

II.4.4.4 Aspects physiologiques

Il arrive que le type biologique signalé dans une flore pour une espèce donnée ne corresponde pas au type biologique observé sur le terrain pour une plante qu'on a pourtant rattaché à cette même espèce. Il en est de même pour le type de dimensions foliaires. Plusieurs explications sont possibles.

Premièrement, au moment de l'identification de l'espèce, à l'aide des flores et autres documents taxonomiques, nous avons, sauf erreur ou oubli, déjà considéré ces aspects et si une incohérence de ce genre apparaissait, nous remettons généralement en doute notre identification, soit en laissant la plante indéterminée, soit déterminée comme morpho-espèce.

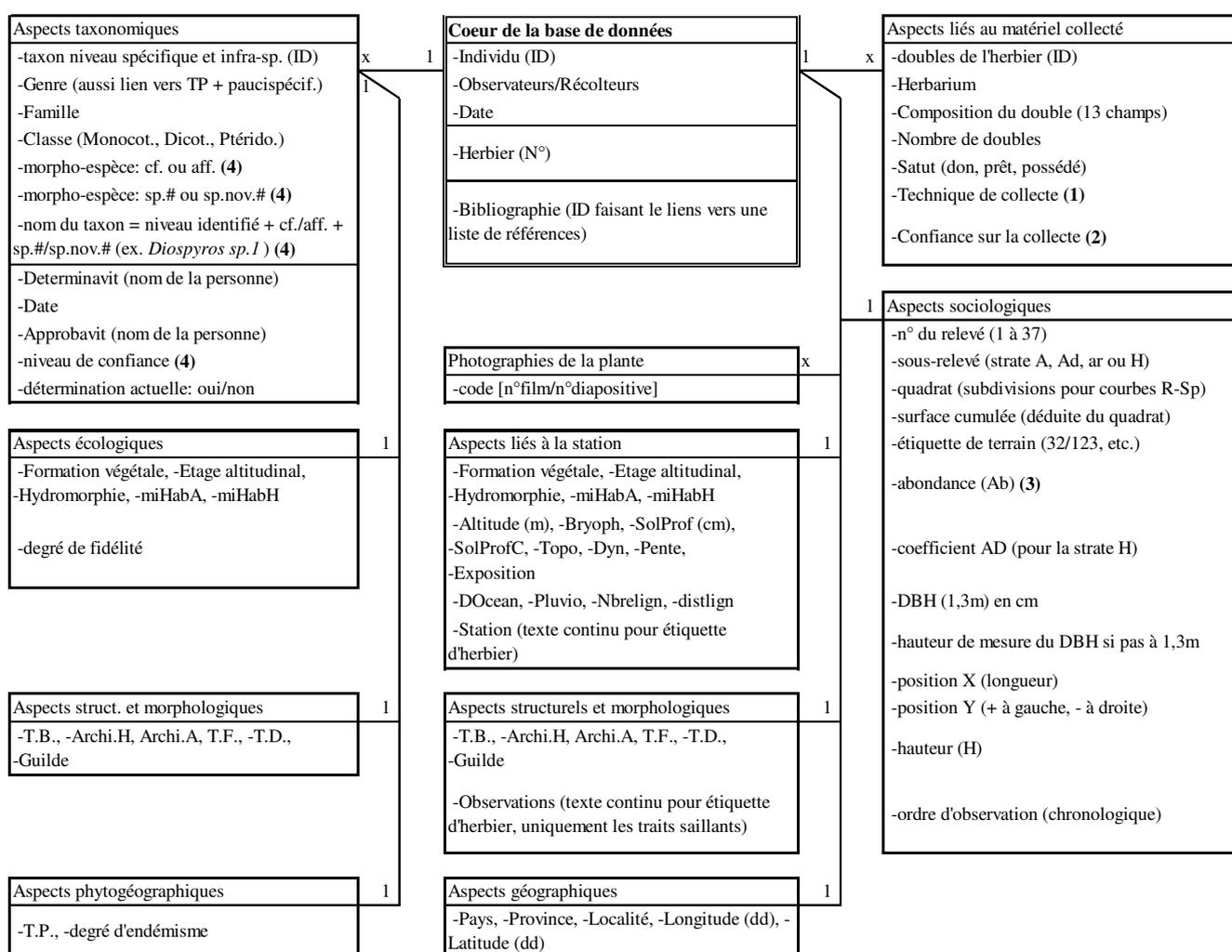
Toutefois, il arrive que malgré ce genre d'incohérence nous soyons certains de l'identification correcte de l'espèce, soit parce qu'on a comparé le Type ou des herbiers révisés par les spécialistes, soit parce que la détermination a été confirmée par un spécialiste. Dans ce cas, on en déduit que l'observation du type biologique décrit dans la flore (ou dans tout autre document décrivant l'espèce en question) est incomplète ou fautive, ce qui est tout à fait possible dans le cas d'espèces connues de seulement quelques échantillons, parfois mal collectés et observés de manière incomplète sur le terrain.

Il faut aussi bien garder à l'esprit qu'une même espèce peut se présenter sous un aspect fort variable selon l'habitat qu'elle occupe: arbuste en milieu sec mais arbre en milieu humide.

II.5 Gestion et exploitation des données

Afin de permettre un encodage, une gestion et une exploitation optimales des données, il s'est avéré indispensable d'aménager une base de données. Celle-ci a été conçue dans Microsoft Access et sa structure correspond dans les grandes lignes au schéma illustré à la Fig.36. Cette base de données utilise un individu observé ou bien un herbier ou encore une référence bibliographique (citant une espèce ou un herbier) comme le centre sur lequel viennent se greffer plusieurs types d'informations avec des liens 1 à 1 ou 1 à plusieurs.

Fig.36 Schéma général illustrant la structure de la base de données centralisant les divers aspects évoqués jusqu'ici dans le texte. Le cœur de la base de données est constitué des éléments, ou unités, d'information, pouvant consister en l'observation d'un individu avec ou sans collecte d'herbiers. Le système permet l'archivage des révisions effectuées sur les herbiers ainsi que des exemplaires d'herbiers envoyés en prêt ou en don. Les données complémentaires, relatives aux plantes observées ou aux caractéristiques des espèces représentées par ces plantes, suivent la codification employée dans le texte au niveau des critères (les états possibles pour ces critères ne sont pas repris sur le schéma). (1) Technique de récolte: ce critère, non évoqué dans le texte, indique si l'échantillon végétal a été collecté directement sur la plante ou bien obtenu par lancer de bâtons, en secouant le tronc ou en ramassant au sol les feuilles correspondant à celles observées aux jumelles ; (2) Confiance sur la collecte: ce critère, lié au précédent, indique à quel point on est sûr que l'échantillon collecté correspond bien à l'arbre décrit et observé (pour une plante du sous-bois, ces deux critères sont triviaux) ; (3) Ab: pour les strates ligneuses, les plantes sont toujours observées 1 individu à la fois et ce critère est donc toujours égal à 1 ; pour les plantes de la strate herbacée en revanche, chaque élément d'information peut représenter tous les individus d'une espèce donnée dans un quadrat précis (cf. Fig.32, pour les sous-relevés quantitatifs de strate herbacée) ; (4) cf. Tab.20.



II.6 Identification et description des communautés végétales

Ce chapitre fait essentiellement référence aux méthodes d'analyses statistiques envisagées lors de l'exploration et de l'organisation de notre lot de données. Ces méthodes ne sont présentées ici que d'une manière générale étant donné qu'elles ont fait l'objet de plusieurs ouvrages spécialisés (LEGENDRE & LEGENDRE 1998, KENT & COKER 2002, SOKAL & ROHLF 1995, etc.) et de nombreux articles axés sur des considérations théoriques et méthodologiques. Nous développons aussi la solution proposée pour la mise en correspondance des données des différentes strates, ou sous-relevés.

II.6.1 TYPOLOGIE DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES

II.6.1.1 Préparation des tableaux de données

Afin de procéder aux analyses floristiques, nous avons besoin de créer des tableaux "relevés/espèces". Dans ce chapitre, nous discutons de l'analyse sur les données floristiques globales, c'est-à-dire toutes strates confondues. Cela veut dire que pour chaque relevé phytocénotique, la liste des espèces présentes est constituée de l'ensemble des espèces provenant des quatre sous-relevés structuraux. Pour chaque espèce, la quantification de l'abondance dans le relevé phytocénotique est obtenue de manière différente selon l'ensemble structural auquel elle appartient. Pour les espèces de la strate herbacée (ensemble structural H), le coefficient de Braun-Blanquet modifié, de la manière décrite au chapitre II.2.3, est transformé en échelle continue de type Van der Maarel (valeurs de 1 à 9, et 0,5 pour une espèce observée hors relevé). Pour les espèces des strates supérieures (A, Ad, ar), c'est l'abondance relative (nombre d'individus de l'espèce dans le sous-relevé / nombre total d'individus dans le sous-relevé) qui est transformée vers la même échelle continue de type Van der Maarel, selon les règles décrites même chapitre. Il semble que nous soyons les premiers à proposer cette solution (TANGHE, comm.pers.) en rapport avec notre conception nouvelle des relevés "complets, quantitatifs et représentatifs".

D'autre part, nous avons aussi suivi le même procédé mais où la transformation se fait vers l'indice de recouvrement moyen décrit au *Tab.19*. Cet indice est donc exprimé en %. Il est très proche de la valeur d'abondance brute (nombre d'individus) pour les strates ligneuses¹⁴ et est de cette manière rendu comparable entre strates herbacée et ligneuses. Nous utiliserons cet indice comme valeur d'abondance non transformée tandis que l'indice de type Van der Maarel s'apparente à une transformation logarithmique (DUFRENE 2003). Pour la strate herbacée, nous avons donc transformé un coefficient d'abondance-dominance (tenant compte du recouvrement) en une classe d'abondance "pseudo-quantitative". Dès lors une espèce qui couvre 6% de la surface d'un relevé au travers de 15 individus (par exemple une herbe haute comme certains *Mapania*) aura la même classe d'abondance (7,5) qu'une espèce plus petite couvrant la même surface mais avec plusieurs dizaines d'individus distincts (notamment certains *Palisota*), et donc bien plus abondante pour un même recouvrement. Cette différence d'abondance ne représente dans ce cas rien d'autre qu'une différence d'espace vital entre les deux espèces. Selon nous, cette transformation est préférable à l'utilisation de l'abondance relative (qui pourrait être calculée à partir du nombre total d'individus observés dans la strate herbacée) pour la raison que, contrairement aux strates ligneuses, la strate herbacée (typiquement $\leq 1,5$ m) contient elle-même des espèces différant énormément du point de vue de leur taille et, en conséquence, de leur densité (cf. certains *Dorstenia*, de quelques cm de haut, contre certains *Mapania*, dépassant le mètre). Cette opération revient donc à standardiser

141 _____

¹⁴ L'effort d'échantillonnage des strates ligneuses (A, Ad et ar) est constant et fixé à 100 individus. Par conséquent, l'abondance (en individus) est égale à l'abondance relative (en %).

les différences de taille et de densité pour les espèces de la strate herbacée. Par ailleurs, nous avons déjà dit précédemment que le comptage des individus pour des espèces herbacées reste toujours en partie subjectif, quelles que soient les règles fixées.

Les fichiers créés sont nommés de la manière suivante: **GloAD** et **GloAb**, pour les deux types de transformations décrites ci-dessus dans leur ordre respectif : échelle de type Van der Maarel vs. Indice d'abondance standardisé entre strates.

Nous disposons donc de deux indices d'abondance pour toute espèce observée sur tout sous-relevé. Une même espèce peut apparaître dans plusieurs sous-relevés (strates), d'un même relevé phytocénotique, avec des indices d'abondance différents. Une espèce peut aussi avoir été observée uniquement dans un sous-relevé ne correspondant pas à l'ensemble structural auquel elle appartient. La construction du tableau relevés phytocénotiques/espèces nécessite donc certaines remarques. Il est possible d'attribuer à chaque espèce la valeur moyenne des indices observés sur les différents sous-relevés d'un même relevé phytocénotique où celle-ci serait présente. Or, la plupart du temps, une espèce s'observe en majorité dans sa strate et de manière anecdotique ou moindre dans les autres strates. Par conséquent, prendre la moyenne n'est évidemment pas une bonne solution. Prendre automatiquement la valeur de la strate correspondant à l'ensemble structural de l'espèce en question reviendrait à considérer absente une espèce d'arbre rare pourtant observée dans la strate sous-jacente. Reste qu'attribuer à une espèce la valeur maximale observée pour l'indice d'abondance au sein des quatre strates semble une solution satisfaisante et simple à réaliser¹⁵.

Si on a observé, dans la strate herbacée, une régénération abondante d'une espèce d'arbre dominant, ce procédé peut mener à un certain biais quant à l'estimation de l'abondance voire même quant à la présence de l'espèce si ces plantules sont destinées à ne pas survivre. Un tel exemple de biais reste rare pour la strate A et quasi inexistant pour les autres strates. Par mesure de précaution, il serait donc préférable d'attribuer la valeur d'abondance, pour une espèce donnée dans un relevé donné, en recherchant la valeur observée dans la strate correspondant à l'ensemble structural de l'espèce ou, à défaut, la valeur maximale observée au sein des autres strates, mais sans considérer la strate herbacée pour des espèces arborées (A et Ad ; on peut considérer que les individus observés dans la strate arbustive ont atteint un âge suffisant que pour être considérés comme viables). Pour des espèces d'arbustes et de strate herbacée (ar et H), on peut se permettre de prendre simplement la valeur maximale au sein de toutes les strates (on considère valide la présence d'un arbuste observé uniquement dans la strate herbacée). Ce principe est plus compliqué à réaliser et par conséquent, après avoir vérifié l'absence de biais possible dans nos données (à l'aide de requêtes dans Access), nous avons donc créé le tableau relevés/espèces sur base des valeurs maximales observées quelle que soit la strate.

Une autre solution beaucoup plus simple existe pour procéder à une analyse globale (dans le sens toutes strates confondues) en considérant ce qu'on pourrait appeler des pseudo-espèces (ne pas confondre avec les morpho-espèces), définies de manière un peu analogue au principe développé dans Twinspan (HILL 1994) et correspondant ici à notre définition de l'écodème (cf. I.3.2). Cette solution est très simple et consiste simplement à remplacer le nom d'une espèce observée dans un sous-relevé donné par la juxtaposition de son nom avec le code du sous-relevé: par exemple, Afrokame + ar = Afrokamear, pour tous les *Afrostryax kamerunensis* observés dans la strate arbustive de n'importe quel relevé phytocénotique). Le tableau relevés/pseudo-espèces ainsi créé sera nommé **PseGlo** (PseGloAD ou PseGloAb selon le type de valeurs choisi).

142_____

¹⁵ C'est d'ailleurs traditionnellement ce qui est pratiqué en phytosociologie lors du traitement numérique (Tanghe, comm.pers.)

En pratique, les tableaux de données sont créés directement dans Access à l'aide d'une requête croisée dynamique faisant un ajustement supplémentaire: toutes les déterminations n'ayant pu être rattachées de manière certaine au moins à une morpho-espèce, sont transformées en une seule et même catégorie d'indéterminés (Indet), dont on ne tient pas compte dans les analyses. Pour l'analyse des strates de manière indépendante, des tableaux similaires sont générés et nommés en utilisant le symbole de la strate et le type de données semi-quantitatives ou quantitatives: AAD, AAb, AdAD, AdAb, arAD, arAb, HAD et HAb. Si on restreint nos données aux ensembles du présent (c'est-à-dire uniquement aux espèces propres à la strate envisagée), les tableaux sont nommés RSynAAD, etc.

II.6.1.2 **Méthodes d'analyses multivariées: les ordinations (CA et DCA)**

Afin de mettre en évidence les principaux groupements floristiques, on effectue généralement une analyse des correspondances (CA, Correspondence Analysis ou DCA, Detrended Correspondence Analysis), parfois encore appelée analyse factorielle des correspondances (AFC). Sans entrer dans les détails de la méthode (cf. LEGENDRE & LEGENDRE 1998), on peut souligner le fait qu'elle est encore à ce jour la principale méthode d'analyse indirecte de gradient, c'est-à-dire d'analyse de la variance d'un lot de données floristiques (tableau relevés/espèces, contenant typiquement de nombreux zéros) correspondant à des relevés placés le long d'un gradient environnemental qu'on ignore dans un premier temps. Elle permet d'ordonner les données floristiques sans émettre de considérations écologiques. Une autre classification peut être réalisée de manière indépendante sur base des données écologiques par exemple, tableau relevés/paramètres environnementaux, et ensuite être comparée à la classification purement floristique afin de mettre en évidence les relations flore/environnement. L'analyse en composantes principales (ACP ou PCA, Principal Component Analysis, LEGENDRE & LEGENDRE 1998), qui a longtemps été utilisée pour des ordinations de données floristiques, bien que cela soit peu recommandable, reste une bonne méthode pour l'analyse de la variance de données environnementales (DUFRENE 2003).

II.6.1.3 **Méthodes de classifications des données floristiques (Clustering)**

Le deuxième grand type d'analyse multivariée, permettant de mettre en évidence des groupements végétaux, consiste en un calcul d'indice de similarité (ou de distance) entre relevés. Les différents indices existants sont basés sur les espèces constitutives des relevés comparés et sont donc qualifiés d'indices de similarité ou de distance floristique. Un grand nombre d'indices ont été proposés dans la littérature selon des niveaux de complexité différents et en fonction des problématiques ou de la nature des lots de données.

Avec des données d'abondances, le meilleur indice de distance floristique est généralement celui de Bray-Curtis, parfois aussi appelé "percentage difference" (LEGENDRE & LEGENDRE 1998, p.265). Cet indice a d'abord été découvert par Steinhaus sous sa version similarité ("percent similarity coefficient"). Ces deux indices font typiquement partie de ceux que l'on peut utiliser avec des données d'abondance mais il est aussi acceptable de les utiliser avec des données d'abondance normalisées ou transformées: soit en classes d'abondance, soit en logarithme des valeurs (LEGENDRE & LEGENDRE 1998, p.299). L'indice de Steinhaus (et par conséquent l'indice de Bray-Curtis également) donne autant de poids aux différences d'abondance observées pour les espèces rares que pour les espèces abondantes. Il existe un troisième indice qui permet de donner plus de poids aux espèces rares: il s'agit de la distance métrique de Canberra. Dans ce cas, une espèce présente en 10 individus dans un relevé et en 20 dans un autre relevé doit contribuer davantage à la distance entre ces 2 relevés qu'une espèce présente respectivement en 90 et 100 individus, l'écart étant pourtant le même. La

distance de Bray-Curtis est l'équivalent quantitatif de l'indice de Sorensen, en présence-absence (LEGENDRE & LEGENDRE 1998). Bien d'autres indices de distance existent et sont fréquemment utilisés. On peut notamment citer l'indice de distance Euclidienne que nous préférons utiliser dans le calcul des distances écologiques entre relevés.

La méthode la plus largement utilisée pour la construction du dendrogramme de ressemblance est basée sur la moyenne des groupes (UPGMA, Unweighted Pair-Group Mean Average). Nous testerons également une deuxième méthode classique qui minimise la variance des groupes créés (Ward's minimum variance method). Une troisième méthode est très largement répandue en phytosociologie, à savoir Twinspan (HILL 1994). Cette méthode consiste en une classification divisive ce qui la distingue des autres méthodes citées.

Les indices de similarité ou distance utilisés dans la présente étude sont présentés ci-dessous. La symbolique se définit de la manière suivante:

i et *j* représentent deux lignes (relevés) de la matrice de données,
a est le nombre d'espèces communes à *i* et *j*,
b et *c* sont le nombre d'espèces propres à *i* et à *j*, respectivement,
k représente une colonne de la matrice de données (espèce) et donc
x_{ik} est la valeur de la variable *k* (abondance de l'espèce *k*) pour la ligne *i*
n est le nombre total de variables (espèces) dans la matrice

-Similarité de Sorensen

$$Sc_{ij} = \frac{2a}{(2a + b + c)}$$

-Distance de Bray-Curtis

$$BCd_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}|}{\sum_{k=1}^n (x_{ik} + x_{jk})}$$

-Distance métrique de Canberra

$$CMd_{ij} = \sum_{k=1}^n \frac{|x_{ik} - x_{jk}|}{(x_{ik} + x_{jk})}$$

-Distance Euclidienne

$$Ed_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

(seulement utilisée pour les matrices de distances écologiques entre relevés)

Le calcul de ces indices a été réalisé à l'aide du logiciel MVSP (Multi-Variate Statistical Package version 3.12d) car il permet de récupérer facilement les matrices de distances. Les dendrogrammes ont été construits à l'aide de ce même logiciel ainsi qu'avec le logiciel Statistica.

Notons encore qu'une nouvelle méthode d'estimation des affinités floristiques entre relevés botaniques a récemment été développée par CHAO & al. (2004). Cette méthode est basée sur la considération des espèces rares et vise à minimiser le biais lié à des différences d'effort d'échantillonnage entre relevés. Bien que cette méthode paraisse extrêmement intéressante, nous ne l'avons pas testée pour la simple raison que dans notre cas nous avons résolu le problème autrement, en fixant un effort d'échantillonnage constant et comparable.

II.6.2 CONSTRUCTION DU TABLEAU PHYTOSOCIOLOGIQUE ET CARACTÈRES SYNTHÉTIQUES

Afin d'ordonner les relevés et les espèces du tableau relevés/espèces, c'est-à-dire de construire le tableau phytosociologique, la méthode la plus répandue est basée sur l'utilisation du programme Twinspan (Two Way INdicator SPecies ANalysis, HILL 1994). Cette méthode très complexe est basée sur le principe de l'analyse factorielle des correspondances, dont elle dérive directement.

Le principe de base consiste à réaliser une AFC (ou CA) et à utiliser le premier axe d'ordination pour "couper" le lot de données en deux groupes. Le programme évalue ensuite le caractère indicateur de chaque espèce vis-à-vis de chacun des deux groupes en analysant les présences et absences de "pseudo-espèces". Il s'agit d'un équivalent qualitatif de l'abondance des espèces, ce qui permet l'utilisation de données quantitatives. L'abondance d'une espèce est remplacée par la présence d'une ou plusieurs pseudo-espèces correspondant chacune à un niveau d'abondance choisi par l'utilisateur: $sp1+abondance1$, $sp1+abondance2$, etc. Les espèces sont alors elles-aussi séparées en deux groupes selon leur préférence pour l'un ou l'autre des deux groupes de relevés. La procédure est relativement complexe et fonctionne de manière itérative pour améliorer la double (two way) classification des relevés et des espèces.

L'analyse recommence ensuite de la même manière pour chacun des deux groupes créés à la première étape: chacun des sous-groupes est lui aussi soumis à une AFC et scindé en deux sous-groupes, etc. On obtient finalement une classification hiérarchique divisive et dichotomique des relevés et des espèces, avec les meilleures espèces indicatrices fournies pour chaque division, le tout présenté sous forme d'un tableau phytosociologique.

Ce procédé semble particulièrement efficace lorsque les relevés analysés s'organisent le long d'un seul gradient écologique. Par contre, dès que plusieurs gradients écologiques interviennent, les résultats sont bien souvent très décevants. Le tableau phytosociologique proposé par Twinspan nécessite alors toujours d'être retravaillé en profondeur, aussi bien pour le classement des relevés que pour celui des espèces (SENTERRE 1999). Cette limitation quant aux possibilités d'utilisation de Twinspan n'a été que rarement soulevée, et en tout cas trop souvent minimisée, bien qu'elle soit reconnue dans certains ouvrages de référence en la matière (LEGENDRE & LEGENDRE 1998, p.348).

Il est certain que la popularité de Twinspan s'explique par le fait que, jusque récemment, aucune autre alternative n'existait. Une nouvelle méthode a cependant été développée par DUFRÈNE & LEGENDRE (1997), IndVal, et celle-ci s'avère être très efficace. Contrairement à Twinspan, la méthode est excessivement simple et consiste en un calcul d'indice de valeur indicatrice pour chaque espèce par rapport à chaque communauté végétale définie dans une typologie. La typologie des communautés végétales doit donc être obtenue préalablement à l'aide des méthodes d'ordination et de classification évoquées précédemment. Il ne faut pas voir cette étape supplémentaire comme un inconvénient mais plutôt comme un avantage car là où Twinspan nous contraint à une seule et unique méthode de classification, IndVal autorise l'introduction de n'importe quelle typologie établie sur base d'une plus grande diversité de méthodes.

Selon le principe développé dans IndVal, une espèce est considérée indicatrice d'un groupe de relevés donné si elle lui est fidèle (donc absente ou relativement moins fréquente dans les autres groupes de relevés) et si elle est présente dans la majorité des relevés de ce groupe (constante). La valeur indicatrice **IndVal_{ij}** d'une espèce **i** vis-à-vis d'un groupe de relevé **j** se calcule alors de la manière suivante:

$$\mathbf{IndVal}_{ij} = \mathbf{A}_{ij} * \mathbf{B}_{ij} * 100$$

où **A_{ij}** = **Nindividus_{ij}/Nindividus_i**: moyenne des abondances de l'espèce **i** au sein des relevés du groupe de relevés **j** par rapport à tous les groupes = mesure de la **fidélité***

et **B_{ij}** = **Nsites_{ij}/Nsites_j**: nombre de relevés occupés par l'espèce **i** parmi ceux du groupe **j** = mesure de la **constance**

*Nous attirons l'attention sur le fait que les termes employés ici diffèrent quelque peu de ceux repris par l'auteur de cet indice. Ce dernier qualifie **B_{ij}** de fidélité et **A_{ij}** de spécificité, ce qui ne correspond pas aux définitions qui nous ont été enseignées en phytosociologie (TANGHE 1999).

Les termes tels que fidélité, fréquence, constance, présence et dominance ont en effet tellement été utilisés dans des sens différents, et bien souvent l'un pour l'autre, qu'il est de plus en plus facile de continuer à mélanger ces termes.

Rappelons que la **constance** (parfois appelée présence) se définit comme le nombre de relevés d'un groupe **j** où une espèce **i** est présente, rapporté au nombre total de relevés constituant le groupe **j**. La constance est donc un caractère synthétique d'une communauté végétale ce qui la distingue de la **fréquence** (au sens phytosociologique du terme), caractère analytique, et qui se définit de la même manière mais au sein d'un seul relevé et s'apparente donc à l'abondance relative, pour des données quantitatives¹⁶.

La **fidélité**, autre caractère synthétique, s'apparente à la constance mais à un niveau encore supérieur, c'est-à-dire non pas au sein des relevés d'une seule communauté végétale mais parmi l'ensemble des communautés végétales étudiées. Une espèce peut n'être absolument pas constante pour une communauté végétale donnée (si elle n'y apparaît que dans un relevé), ni même fréquente (si elle est rare au sein de cet unique relevé), mais pourtant lui être parfaitement fidèle (si on ne la retrouve dans aucune autre communauté végétale).

Bien que le terme **A_{ij}** ne corresponde pas tout à fait à cette définition, il est évident qu'il est fortement lié à la fidélité de l'espèce. Le terme de spécificité émis par Dufrêne est donc valable pour le terme **A_{ij}** mais nous avons préféré le renommer d'après le terme le plus courant, la fidélité, terme que ce dernier avait par ailleurs utilisé erronément pour le facteur **B_{ij}**.

146

¹⁶ Au sein d'un relevé, le calcul de la fréquence se fait grâce à une technique particulière: on considère un nombre d'unités de surface élémentaire, voire de points, où une espèce est présente, ou touchée par les points, par rapport au nombre total d'unités ou de points (Tanghe, comm.pers.)

La valeur indicatrice calculée, IndVal, s'exprime en %. Comme cet indice peut se calculer pour les différents niveaux hiérarchiques d'une classification, on peut identifier le niveau pour lequel l'espèce est la plus indicatrice.

En effet, en progressant de la base vers les ramifications de la classification hiérarchique, la valeur d'IndVal d'une espèce indicatrice va d'abord croître jusqu'à atteindre une valeur maximale dans le groupe qu'elle caractérise le mieux, à un certain niveau hiérarchique, puis commencera à diminuer si ce groupe se subdivise encore (DUFRENE 2003).

La méthode IndVal a donc l'énorme avantage de permettre de juger de la valeur des subdivisions d'une classification et en particulier de savoir où il faut s'arrêter de subdiviser un groupe en sous-groupes. En effet, si les subdivisions ultimes ne s'appuient sur aucune espèce réellement préférentielle ou indicatrice, ces subdivisions peuvent être négligées. Il est en outre possible de calculer des statistiques simples sur les valeurs indicatrices par niveau hiérarchique, par communauté, par strate et autres compartiments.

Le logiciel IndVal fournit un certain nombre de résultats dont le principal est le tableau phytosociologique synthétique qui présente toujours une diagonalisation particulièrement cohérente avec la typologie prédéfinie. Pour chaque espèce, la valeur d'IndVal est indiquée pour le groupe et le niveau hiérarchique qu'elle caractérise le mieux. L'abondance totale et le nombre de relevés où une espèce donnée est présente sont en outre indiqués pour chaque espèce au sein de chaque communauté végétale. Enfin, un test de permutations permet d'évaluer l'effet significatif des valeurs indicatrices calculées.

On peut encore signaler que le logiciel IndVal est disponible gratuitement sur internet (<http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/outils/indval/indvalnt.zip>). Il existe maintenant une version acceptant jusqu'à 1000 espèces, 4000 relevés et 25 niveaux hiérarchiques dans la classification. Une version à options limitées existe aussi dans PC-Ord (MC CUNE & MEFFORD 1995).

Malgré les multiples avantages de cette méthode, celle-ci n'a encore été que très peu utilisée. Nous ne connaissons qu'un seul exemple en forêt tropicale : celui de SLIK & al. (2003).

Une critique peut toutefois être émise puisqu'IndVal ne tient pas compte du nombre de répliquats (relevés) pour une communauté donnée. Dans notre cas, nous verrons plus loin que la communauté la mieux représentée se compose de 7 relevés tandis que la moins bien représentée n'a fait l'objet que de 2 relevés.

II.7 Analyse des relations entre données floristiques, écologiques et spatiales

Il existe deux manières principales d'envisager les liens entre la variabilité floristique et la variabilité écologique.

La première consiste à analyser séparément et indépendamment données floristiques (de la manière exposée précédemment) et données écologiques. Pour des tableaux relevés/paramètres environnementaux, qui sont généralement de nature très différente des tableaux relevés/espèces (ces derniers étant caractérisés par beaucoup de zéros pour les variables que sont les espèces), la meilleure méthode d'analyse de la variance est l'analyse en composantes principales (ACP) (DUFRENE 2003).

Dans notre cas, où les différents paramètres environnementaux sont de nature différente et exprimés dans des unités différentes, la procédure la plus courante consiste à centrer et normer les données (soustraire la moyenne et diviser par l'écart type pour l'ensemble des valeurs d'une variable donnée), après quoi on peut calculer un indice de distance euclidienne entre relevés. Une seconde procédure existe pour calculer des indices de distance écologique entre relevés où les variables sont de nature et d'unités différentes, il s'agit de l'indice de Gower (LEGENDRE & LEGENDRE 1998).

Ensuite, la corrélation entre ces deux matrices de distances entre relevés, établies de manière indépendante, peut être évaluée avec un test de Mantel (LEGENDRE & LEGENDRE 1998). Les tests de Mantel peuvent être réalisés dans le logiciel PC-Ord ainsi que dans un logiciel gratuit (PASSAGE version 1.1, Pattern Analysis, Spatial Statistics And Geographic Exegesis, ROSENBERG 1998), plus commode pour ce qui est de la préparation des données introduites et permettant en outre des tests de Mantel partiels, c'est-à-dire où une troisième matrice est introduite afin d'en contrôler l'effet.

La seconde méthode consiste en ce qu'on appelle une analyse directe de gradient. Cette fois, données floristiques et données écologiques sont utilisées en même temps. Le principe consiste à réaliser une analyse des correspondances dans laquelle on impose que les scores des relevés soient des combinaisons linéaires des variables environnementales mesurées. Cette CA restrictive est alors appelée Analyse Canonique des Correspondances (ou Canonical Correspondence Analysis, CCA) et peut être réalisée notamment avec le logiciel Canoco (TER BRAAK & SMILAUER 2002).

De nombreuses options sont disponibles dans ce logiciel, y compris un module particulièrement performant (Canodraw) permettant de présenter les résultats sous forme de diagrammes d'ordination. On peut notamment calculer l'effet significatif des variables environnementales sur la variabilité floristique à l'aide de tests de permutations de Monte Carlo, introduire des "covariables" (par exemple des variables spatiales) dont on veut contrôler l'effet (analyses canoniques partielles), etc.

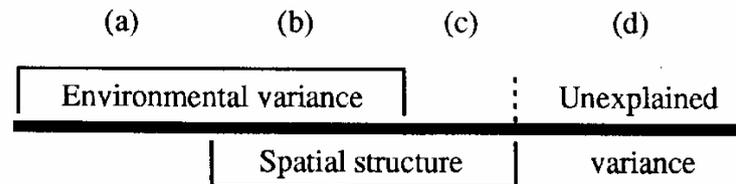
Un type d'analyse supplémentaire (BROCARD & al. 1992, *Fig.37*), basé sur des analyses canoniques partielles, est de nos jours assez souvent réalisé afin d'évaluer la part de variabilité attribuable à des effets d'autocorrélation spatiale (PARMENTIER 2003, PARMENTIER & al. 2005, STÉVART 2003, TUOMISTO & al. 2003).

Cette approche tente en quelque sorte de faire la part des choses entre les causes écologiques (déterministes) et les causes historiques (stochastiques, liées à la dispersion limitée des diaspores) à l'origine des groupements d'espèces. En effet, étant donné les capacités de dispersion parfois limitées pour certaines plantes, il est possible que des groupements végétaux établis sur base des méthodes décrites jusqu'ici se différencient davantage d'après la distance géographique qui les sépare que d'après des différences écologiques.

Les variables écologiques étant généralement fortement autocorrélées dans l'espace, ces deux types de causes sont difficiles à distinguer de sorte qu'il peut y avoir une part commune spatial-environnemental.

L'inconvénient majeur de cette méthode est que la part de variance expliquée par une CCA augmente avec le nombre de variables explicatives. Afin de comparer les résultats issus d'analyses différentes, comme nous le ferons entre strate supérieure et sous-bois, il est donc important de veiller à avoir les mêmes variables, ou tout au moins à peu près le même nombre de variables explicatives (O.J.HARDY, comm.pers.).

Fig.37 Partition de la variance floristiques selon BROCARD & al. (1992). La part de variance floristique expliquée par les variables environnementales (y compris d'éventuels effets d'autocorrélation spatiale) est obtenue en calculant le rapport de la somme de l'ensemble des eigenvalues des axes canoniques sur la variance totale (ou inertie totale), sans introduire de covariables (**a+b = Env.**). Le même rapport peut être calculé en introduisant les paramètres spatiaux comme covariables et correspond dans ce cas à **(a)**, **Env.-Spatial**. Si on place les variables environnementales en covariables et les variables spatiales en variables explicatives, le rapport calculé représente cette fois **(c)**, **Spatial-Env**. Enfin, on peut calculer la part de variance floristique expliquée par les variables spatiales sans introduire de covariables. Le rapport calculé correspond alors à **(b+c)**, **Spatial**, et il est donc possible de connaître en détail la partition de la variance totale: $a + b + c + d$.



Une autre approche, encore peu exploitée et récemment critiquée (LEGENDRE & al. 2005), consiste à effectuer des régressions linéaires entre matrices de distances entre relevés (distances floristiques sur distances écologiques et sur distance spatiales) en utilisant le carré des coefficients de régression partiels obtenus à l'aide de tests de Mantel partiels (r^2), selon le même principe que celui décrit à la Fig.37 sur base de CCA (O.J.HARDY, comm.pers.).

II.8 Analyse de la contribution des différentes strates forestières

Les différences liées à la stratification forestière peuvent être analysées à l'aide des méthodes décrites au chapitre précédent. Des matrices de distance floristique entre relevés sont calculées pour chaque strate et chaque ensemble structural séparément et les matrices sont comparées entre elles deux à deux et aussi avec la matrice de distance floristique pour les données globales, la matrice de distance écologique et la matrice de distance spatiale.

II.9 Diversité végétale

On peut définir la biodiversité comme "un tout dynamique qui intègre la totalité de la diversité du vivant en termes de nombre, variété et variabilité de ses composantes à tous ses niveaux d'organisation (gènes, génotypes, phénotypes, populations, écotypes, espèces, genres, familles, biocénoses, écosystèmes, écomplexes, ...) à une échelle spatiale précise" (PONTÉGNIE 1999). Cette définition met en évidence la complexité des notions de diversité. Le premier à avoir formalisé cette complexité est WHITTAKER (1960) qui scinda la diversité en composantes α , β et γ selon une échelle allant du local au régional.

Dans la présente étude, c'est sur la composante végétale de la biodiversité que nous nous sommes concentrés et plus particulièrement sur les espèces de plantes vasculaires observables à partir du sol.

De nombreux auteurs ont proposé des définitions et des critères pour la mesure de la diversité. Le nombre d'espèces présentes, qu'on appelle la richesse spécifique, est bien sûr un élément important mais ce n'est pas tout. Pour deux communautés caractérisées par une même richesse spécifique, celle pour laquelle les individus sont répartis de manière régulière entre les espèces, c'est-à-dire sans phénomène de monodominance, devrait être considérée comme plus riche. Enfin, un troisième aspect est souvent mentionné et considère le degré d'endémisme des espèces observées dans la communauté: pour deux communautés de même richesse spécifique et de même régularité, celle qui contient le plus d'espèces rares a

forcément plus de valeur en termes de conservation, ce qui est un aspect important de la diversité (KIER & BARTHOLOTT 2001).

Une multitude d'indices de diversité ont été définis sur base de ces principaux critères. Certains sont indépendants de toute hypothèse de distribution des individus entre les espèces (richesse spécifique, indices de Shannon-Wiener et de Simpson) alors que d'autres supposent une croissance logarithmique du nombre d'espèces en fonction du nombre d'individus et définissent la diversité sur base des paramètres de l'équation de la courbe théorique ajustée aux données (indice de Gleason par exemple) (FRONTIER & PICHOD-VIALE 1993). Les aspects liés aux modèles de distribution ont fait l'objet d'une littérature très abondante basée sur la notion de courbe aire-espèces ou individus-espèces.

II.9.1 INDICES DE DIVERSITÉ

Parmi les indices de diversité non liés à un modèle de distribution, les plus largement utilisés sont ceux de Simpson et de Shannon-Wiener (FRONTIER & PICHOD-VIALE 1993, SPELLERBERG & FEDOR 2003). Ces deux indices tiennent compte de la richesse spécifique et de la régularité de la répartition des individus entre les espèces en faisant la somme, sur toutes les S espèces i , de termes basés sur l'abondance relative de chaque espèce (f_i) au sein de la communauté dont on calcule l'indice de diversité.

Indice de diversité de Simpson:
$$I_s = 1 - \sum_{i=1}^s f_i^2$$

Indice de diversité de Shannon-Wiener:
$$H' = - \sum_{i=1}^s f_i \log_2 f_i$$

où f_i est l'abondance relative de l'espèce i parmi les S espèces, c'est-à-dire le rapport entre le nombre d'individus de l'espèce i et le nombre d'individus pour les S espèces de la communauté.

Le calcul de ces indices a été facilité par l'utilisation du logiciel MVSP (Multi-Variate Statistical Package version 3.12d)

La différence fondamentale entre ces deux indices concerne la prise en compte des espèces rares. Dans le cas de l'indice de Simpson, les espèces rares, à abondance relative proche de zéro, contribueront de manière insignifiante à la valeur de l'indice à cause de l'élévation au carré de l'abondance relative. Cet indice est donc souvent préféré à celui de Shannon-Wiener car il est pratiquement indifférent à des variations d'effort d'échantillonnage entre les communautés dont on veut comparer la diversité (O.J.HARDY, comm.pers.). En effet, les variations de diversité liées à l'effort d'échantillonnage concernent essentiellement l'important cortège de ces espèces représentées par seulement 1 à quelques individus.

L'indice de Shannon-Wiener est en quelque sorte intermédiaire entre la richesse spécifique et l'indice de Simpson. Ces deux indices présentent chacun leurs propres avantages et ne sont donc pas à envisager de manière exclusive.

Tandis que l'indice de Simpson varie de 0 à 1, celui de Shannon-Wiener varie de 0 à $\log_2 S$, soit environ 4,5 pour une communauté assez riche (FRONTIER & PICHOD-VIALE 1993). Il peut donc s'avérer pratique de ramener l'indice de Shannon-Wiener à une échelle variant de 0 à 1, ce qui correspond alors à l'indice d'équitabilité de Pielou:

Indice d'équitabilité de Pielou:
$$E = H' / \log_2 S$$

Quoi qu'il en soit, il n'existe aucun indice qui ne soit influencé par l'effort d'échantillonnage. D'après GIMARET-CARPENTIER & al. (1998), l'indice de Simpson atteint une valeur stable à partir de communautés de seulement 10 à 50 individus. Il semble toutefois que 50 à 100 soit un minimum plus réaliste en forêts tropicales (CONDIT & al 1998). Au-delà de cet effort minimal, l'ajout de nouvelles observations concerne essentiellement des espèces relativement rares. L'indice de Shannon-Wiener continue donc à croître au même titre que la richesse spécifique.

Il existe un autre indice de diversité remarquablement peu sensible à l'effort d'échantillonnage, à savoir l'indice de diversité alpha de Fisher, dont une explication détaillée nous est donnée par LEIGH & LOO DE LAO (2000). Contrairement aux indices précités, celui-ci est basé sur une hypothèse de distribution des individus en espèces. Connu depuis 1943, cet indice semble avoir longtemps été délaissé et a fait l'objet d'un regain d'intérêt depuis dix à vingt ans, notamment grâce aux importants travaux du Center for Tropical Forest Science (CTFS).

Cet indice présente plusieurs avantages très importants. Il est très simple à calculer et ne nécessite que la connaissance du nombre total d'individus d'une communauté et le nombre d'espèces qui y correspond. Il n'est donc pas utile de connaître l'abondance relative de chaque espèce. Il existe plusieurs moyens simples de calculer cet indice, le convivial consiste en une annexe d'Excel: www.bio.uu.nl/~herba/Guyana/Amazon_plot_network/FishersAlpha.htm.

Indice de diversité alpha de Fisher (= α):

$$S = \alpha \ln (1 + N/\alpha)$$

où α est la diversité alpha de Fisher, N le nombre d'individus et S le nombre d'espèces (CONDIT & al. 1998)

II.9.2 ESTIMATION DE LA BETA-DIVERSITÉ

Contrairement à l' α et à la γ -diversité, qui envisagent la diversité interne d'une unité à l'échelle locale ou régionale respectivement, la β -diversité est une mesure de la variabilité de l' α -diversité entre représentants d'une même communauté végétale. On peut d'ailleurs s'en servir comme mesure de la distance floristique entre relevés botaniques afin de construire une classification hiérarchique de ceux-ci (SENTERRE 1999). Certains ont par ailleurs défini une β -diversité à l'échelle régionale. Celle-ci est alors appelée δ -diversité (JENNINGS 1996).

Dans la présente étude, nous utiliserons les notions de β -diversité afin de donner une indication de l'hétérogénéité des communautés végétales que nous serons amenés à définir sur base des méthodes exposées plus haut. Il existe aussi plusieurs manières de calculer la β -diversité. Certains considèrent le rapport γ/α , où les valeurs d' α et de γ -diversité peuvent être exprimées en termes de richesse spécifique (nombre d'espèces) ou en termes d'indices de diversité tels que celui de Simpson. Pour notre part, nous avons calculé un taux de β -diversité de la manière suivante (X.VEKEMANS, comm.pers.):

$$\beta = (\gamma - \alpha)/\alpha$$

où α est la valeur moyenne de l'indice de Simpson calculé pour chacun des éléments (relevés) de la communauté végétale envisagée

et γ est la valeur de l'indice de Simpson calculé de manière globale sur l'ensemble des observations

La β -diversité calculée de cette manière est influencée par le nombre d'éléments (relevés) inclus dans les communautés envisagées. Afin de tenir compte de cette source d'erreurs, nous avons utilisé une version non biaisée (β_c) de la β -diversité (COCKERHAM & WEIR 1987):

$$\beta_c = n \beta / (\beta + n - 1)$$

où n est le nombre total de relevés, contribuant à la γ -diversité

II.9.3 COURBES AIRE-ESPÈCES ET INDIVIDUS-ESPÈCES

L'étude des courbes d'accumulation d'espèces à effort d'échantillonnage croissant ont fait l'objet de très nombreuses publications théoriques et appliquées dont TRIANTIS & al. (2003) donne une bonne synthèse. Nous ne discutons ci-dessous qu'un aspect qui a très souvent été négligé et auquel nous nous sommes intéressés plus en détail.

Il est couramment admis que la notion d'aire minimale en forêts tropicales est une fiction car la courbe aire-espèces ne s'arrête pas de croître même pour des inventaires très poussés. Pourtant si on y regarde de plus près, on constate que bien souvent les espèces responsables de la poursuite de cette croissance sont des espèces rares, parfois qualifiées d'accidentelles. D'où l'idée de tracer des courbes échantillonnage-espèces en faisant la distinction entre les espèces rares ou accidentelles et les espèces non accidentelles.

En phytosociologie, ce principe se traduit par ce qu'on appelle des diagrammes d'homotonité (GILLET 2000), qui s'apparentent aux plus connues "sample-based rarefaction curves" (cf. Fig.63 et Fig.66) selon la terminologie proposée par GOTELLI & COLWELL (2001). Les diagrammes d'homotonité se construisent en ordonnant les relevés d'une association végétale par nombre croissant d'espèces par relevé. On reporte alors le nombre cumulé d'espèces en fonction du nombre de relevés, placé dans l'ordre défini.

Les espèces accidentelles sont définies comme étant celles dont la constance relative au sein des relevés de l'association est inférieure à 10%, le reste constituant ce qu'on appelle alors l'**ensemble taxonomique normal**, ou ETN (GILLET 2000). Les diagrammes d'homotonité sont par conséquent aussi appelés des courbes aire-constance (constancy-area curves, HOPKINS 1957).

Si cette méthode a fait ses preuves en dehors des forêts tropicales, elle est en revanche loin d'être adaptée à ces dernières. En effet, en forêt tropicale, la diversité est telle qu'on est pratiquement toujours obligé de ne réaliser qu'un nombre très limité de relevés, bien souvent inférieur à 10 par communauté végétale, ce qui fait de la constance (proportion des relevés de l'association où une espèce donnée est présente) un caractère synthétique particulièrement peu précis. On trouve en réalité très peu d'essais sur cette problématique pour les forêts tropicales. Nous en présentons une petite synthèse en mettant l'accent sur le nœud du problème, à savoir la définition des espèces accidentelles, non accidentelles, constantes et autres.

Pour Du Rietz & al. (1920, in GILLET 2000), de tradition phytosociologique, une espèce **constante** pour une communauté donnée est une espèce dont la fréquence est supérieure à 90% au sein d'une surface de taille suffisante, au-delà de l'aire minimale. Lorsqu'un relevé est subdivisé en parcelles, celles-ci peuvent servir à calculer la fréquence des espèces constitutives du relevé.

Pour GILLET (2000), nous avons vu qu'une espèce **accidentelle** a une constance (l'auteur emploie le terme fréquence dans le sens de constance) inférieure à 10%, c'est-à-dire qu'elle apparaît dans moins de 10% des relevés de la communauté végétale.

Quant aux auteurs ayant appliqué le concept en forêt tropicale, tels que NEWBERY & PROCTOR (1984), NEWBERY & al. (1992), PRÉVOST & SABATIER (1996), travaillant avec des données quantitatives, les espèces **courantes** (common species) sont celles dont le nombre d'individus observés est ≥ 2 ou ≥ 5 (2 catégories d'espèces accidentelles testées par NEWBERY & PROCTOR et seulement les ≥ 5 pour PRÉVOST & SABATIER). VAN ANDEL (2001) distingue quant à lui deux catégories: les espèces **dominantes** représentant chacune plus de 20% des

individus observés dans la communauté végétale tandis que les espèces pour lesquelles ce rapport est entre 10 et 20% sont considérées comme **co-dominantes** (JOHNSTON & GILLMAN 1995). Enfin, POORE (1968, p.160 et 177) définit trois catégories sur base de la constance, pour la première catégorie, et du nombre d'individus, supérieur à 10 ou supérieur à 20, pour les deux autres catégories.

On constate donc que les définitions peuvent s'établir à plusieurs niveaux: soit à l'échelle d'un relevé, soit à l'échelle d'une communauté végétale. Dans les deux cas, les espèces accidentelles peuvent se définir sur base du nombre d'apparitions au sein d'un certain nombre de subdivisions correspondant respectivement à des quadrats, ou parcelles (fréquence), et à des relevés (constance).

Quand on dispose de données quantitatives (individus par relevés), les espèces accidentelles peuvent se définir sur base d'un seuil d'abondance ou d'abondance relative (calculée sur l'ensemble des individus du relevé ou de la communauté végétale, respectivement, selon notre exemple), sans égard pour la dispersion de ces individus (groupés ou dispersés). Nous faisons remarquer que les différents seuils proposés par ceux qui travaillent avec des données d'abondance en forêts tropicales se rapprochent de nos définitions établies pour la transformation des données d'abondance en données semi-quantitatives (*Tab.19*).

On pourrait donc synthétiser les différentes catégories citées ci-dessus en proposant la correspondance suivante: espèces **accidentelles très rares**, **accidentelles rares**, **sub-accidentelles**, **co-dominantes** et **dominantes** respectivement définies par les catégories ADv (*Tab.19*): 1 (1 individu), 2 (2 individus), 3 (plus de 2 individus et abondance relative $\leq 5\%$), 4+5+6 (abondance relative de 5 à 25%) et 7+8+9 (abondance relative $> 25\%$).

Mais où fixer la limite entre espèces accidentelles et espèces non-accidentelles ? En fait, si on prend par exemple le seuil de VAN ANDEL (2001), soit 10% en abondance relative, on se retrouvera bien souvent avec largement plus de 90% d'espèces accidentelles, car il est bien connu que dans toute forêt tropicale la majorité des espèces ne sont présentes qu'en quelques individus (1 ou 2). Au contraire, si on considère la première catégorie de NEWBERY & PROCTOR (1984), espèces représentées par un seul individu, on obtiendra bien souvent un nombre d'espèces accidentelles sensiblement inférieur aux espèces classées non accidentelles. Par ailleurs les espèces non-accidentelles ainsi définies contiendront une fraction non négligeable d'espèces seulement représentées par deux individus et dont on ne peut raisonnablement pas dire qu'il s'agisse d'espèces courantes. Cette solution surestimera donc le nombre d'espèces non-accidentelles et sous-estimera le nombre d'espèces accidentelles, soit le contraire de l'exemple précédent.

Où se trouve le juste milieu ? D'après notre expérience du terrain (de nos relevés et des espèces qui s'y trouvent), des espèces présentes en plus de 2 individus dans un relevé phytocénétique ou même dans une communauté végétale peuvent bien souvent être des espèces non-accidentelles, c'est-à-dire des espèces dont on sait qu'elles affectionnent le milieu en question. Nous avons donc choisi de définir les espèces accidentelles comme étant les espèces dont on n'a pas observé plus de 2 individus, que ce soit au sein d'un relevé phytocénétique ou bien au sein d'une association végétale. Ce seuil correspond par ailleurs à celui choisi dans de nombreux travaux théoriques sur les indices de diversités (CHAO & al. 2004).

III RÉSULTATS

III.1 Identification et description des communautés végétales et de leur déterminisme écologique

III.1.1 TYPOLOGIE DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES

Afin d'établir une classification de nos relevés d'après leur composition floristique, nous avons procédé à deux types d'analyses: les ordinations et les classifications (cf. chapitre II.6). C'est sur base de l'ensemble des résultats obtenus que nous avons alors proposé une typologie des communautés végétales qui nous a permis de calculer la valeur indicatrice des espèces par rapport à ces communautés et de dresser le tableau phytosociologique. Dix communautés végétales sont dégagées et décrites au terme de ce chapitre. Tout au long de la présentation des résultats intermédiaires, on fera déjà référence à ces communautés afin de rendre ces résultats plus lisibles.

III.1.1.1 Analyses multivariées: les ordinations (CA et DCA)

Plusieurs analyses ont été testées à partir du tableau global de données en abondances (GloAb), sans transformation ou avec transformation logarithmique. C'est finalement l'analyse des données transformées en coefficient de type Van der Maarel (GloAD, apparenté à une transformation de type logarithmique) qui s'est avérée la plus convaincante. L'utilisation des coefficients de Van der Maarel permet de ne pas donner trop de poids aux espèces dominantes (DUFRENE 2003, p.15) et est en outre plus commode pour la mise en correspondance des données des strates herbacées et ligneuses (cf. chapitre II.6.1.1). Par ailleurs, le poids des espèces rares a été réduit à l'aide de l'option "downweighting of rare species" disponible dans le logiciel Canoco (des essais sans cette option se sont révélés bien souvent moins bons). La DCA a été préférée à la CA afin de supprimer l'effet d'arche (que nous avons constaté en faisant une CA). Dans le diagramme d'ordination ainsi produit (Fig.38), les principales communautés végétales s'individualisent déjà assez bien. On constate que les relevés submontagnards se retrouvent au sommet du premier axe d'ordination. Les relevés continentaux du Dja sont à la base de l'axe 1, non loin des relevés vallicoïles sous influence littorale et des relevés sur sol légèrement hydromorphe. Les trois autres principaux groupements de Monte Alén (collinéens sous influence littorale, orientaux et sous influence orientale) se trouvent au centre du diagramme et sont relativement mal séparés. Les relevés typiquement littoraux sont déjà fort bien distingués, au sommet de l'axe 2.

Nous avons vu que la création du tableau relevés/espèces global posait un certain nombre de problèmes quant à la valeur de l'abondance pour des espèces apparaissant dans plusieurs sous-relevés. Nous avons proposé de contourner le problème en utilisant ce qu'on pourrait appeler des pseudo-espèces (de manière analogue aux pseudo-espèces définies dans Twinspan, II.6.2), c'est-à-dire que chaque espèce combinée à un sous-relevé différent sera considérée comme une pseudo-espèce distincte, correspondant donc à notre définition de l'écodème (cf. I.3.2). Nous avons ainsi pu réaliser l'ordination présentée à la Fig.39. Bien que la séparation des groupes floristiques semble meilleure, les différences restent de l'ordre du détail et notre ordination précédente peut donc être jugée satisfaisante.

Une autre manière de juger de la différence issue de la considération de pseudo-espèces, est de comparer la corrélation des données floristiques avec ou sans pseudo-espèces par rapport à une matrice de distance environnementale (cf. II.7). Pour ce faire, on réalise des tests de Mantel entre matrices de distance floristique et environnementale deux à deux. La corrélation entre les deux matrices de distance floristique est de 0,975, tandis que les corrélations avec la matrice de distance environnementale sont de 0,594 et 0,623 pour les données respectivement avec et sans pseudo-espèces (r calculés sur les relevés de Monte Alén uniquement, $p = 0,001$).

Fig.38 Ordination par l'analyse des correspondances (DCA) des données floristiques globales (toutes strates confondues), 37 relevés x 1052 espèces avec coefficients d'abondance de Van der Maarel (GloAD). Le poids des espèces rares est diminué avec l'option downweight rare species (Canoco). Les différents symboles représentent les 10 communautés végétales que nous reconnaissons au terme de ce chapitre. Les axes 1 et 2 expliquent 14,8% de la variance totale. (cf.annexe 4)

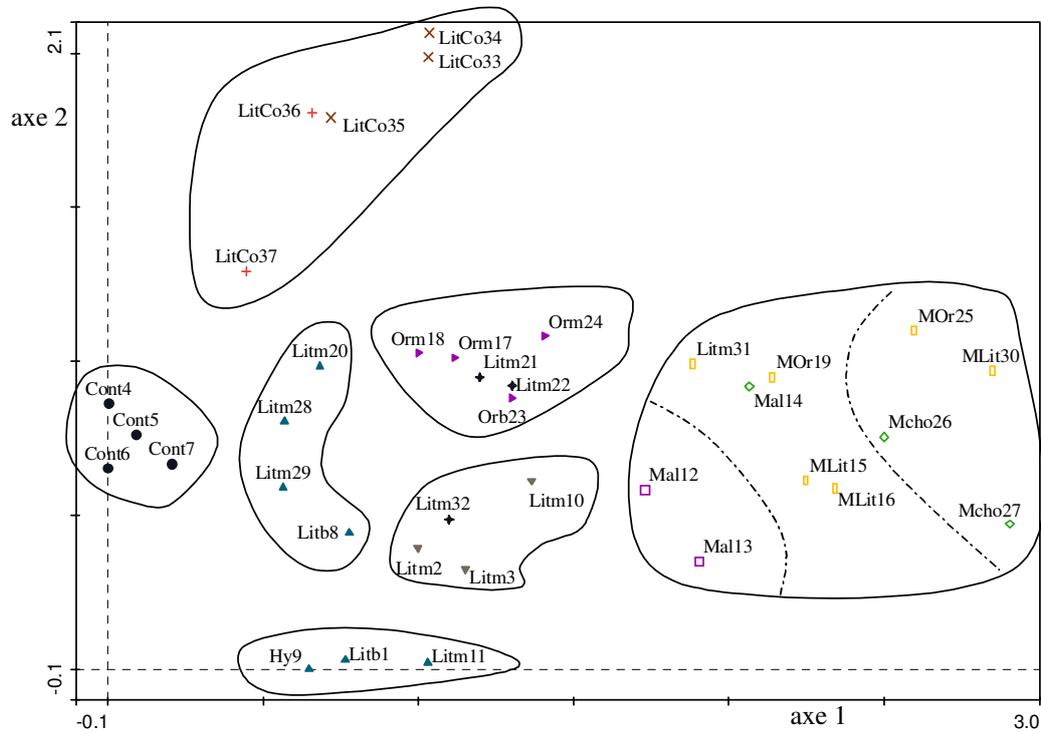
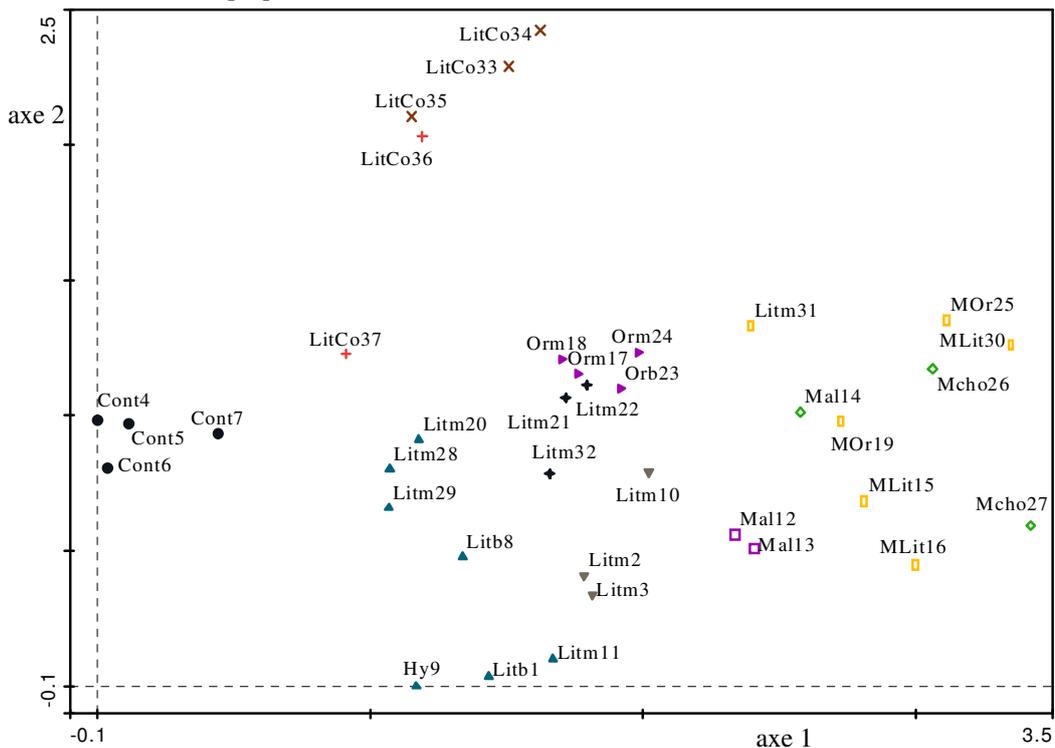


Fig.39 Ordination par l'analyse des correspondances (DCA) des données floristiques globales (toutes strates confondues), 37 relevés x 1913 pseudo-espèces (II.6.1.1) avec coefficients d'abondance de Van der Maarel (PseGloAD). Le poids des espèces rares est diminué avec l'option downweight rare species (Canoco). Les différents symboles représentent les 10 communautés végétales que nous reconnaissons au terme de ce chapitre. Les axes 1 et 2 expliquent 12,9% de la variance totale. (cf. annexe 5)



On peut encore présenter quelques résultats intéressants, obtenus en faisant les analyses sur une partie seulement des relevés: soit uniquement ceux se rapportant au gradient d'altitude (en supprimant tous ceux se différenciant plutôt le long du gradient de continentalité), soit l'inverse c'est-à-dire uniquement les relevés différenciés le long du gradient de continentalité.

Premièrement, prenons uniquement les relevés différenciés le long du gradient de continentalité, c'est-à-dire que les types d'altitude (>700m) sont supprimés de l'analyse. On constate que les groupements présentés sont déjà plus clairement définis que dans l'analyse avec tous les relevés (Fig.40). Il est encore possible de détailler le gradient de continentalité à une échelle géographique plus limitée, en ne considérant parmi les relevés de la dernière analyse que ceux du groupe de Monte Alén. Les différents groupes qui restaient relativement moins bien différenciés jusqu'ici sont alors plus clairement distingués (Fig.41).

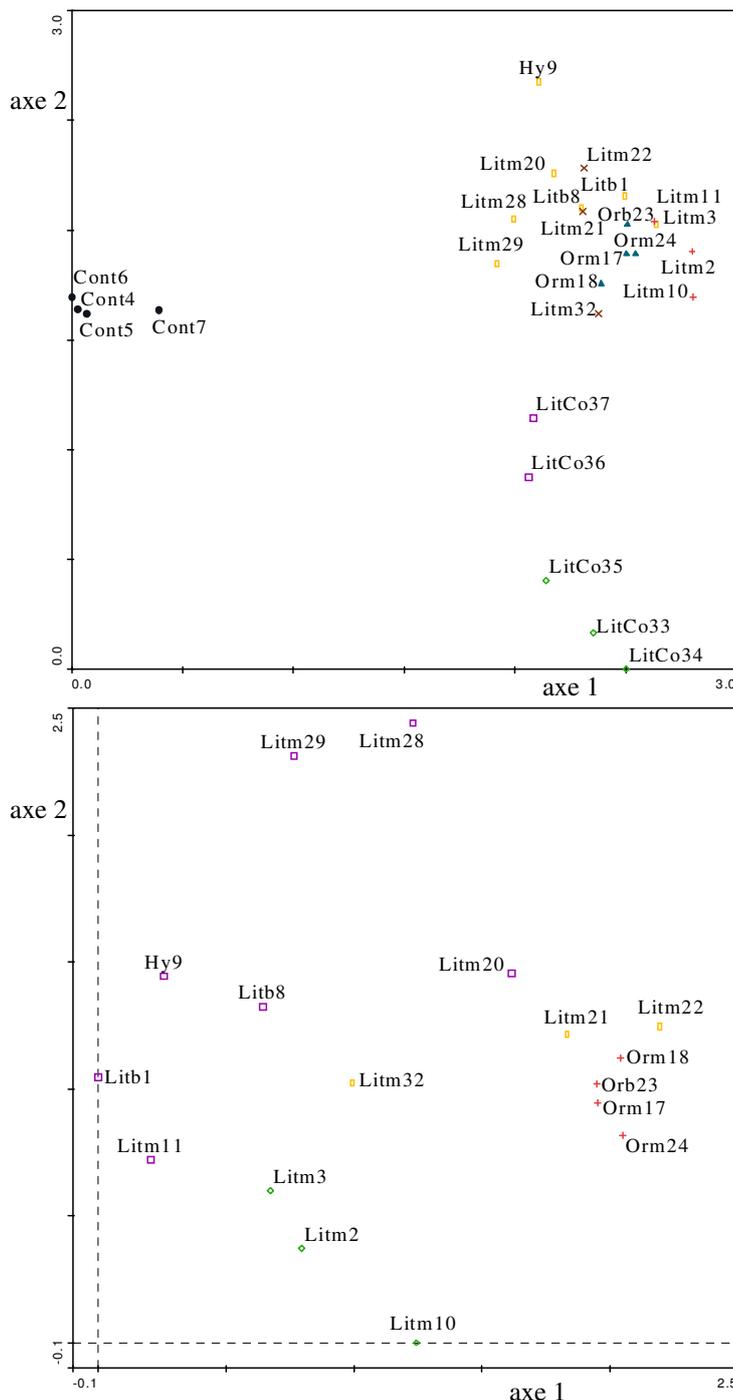


Fig.40 Ordination par l'analyse des correspondances (DCA) des données floristiques globales (toutes strates confondues) concentrée sur les relevés non submontagnards (gradient de continentalité), 26 relevés x 1556 pseudo-espèces avec coefficients d'abondance de Van der Maarel (PseGloAD). Le poids des espèces rares est diminué avec l'option downweight rare species (Canoco). Les différents symboles représentent les communautés végétales que nous reconnaissons au terme de ce chapitre. Le groupe, encore mal différencié, des relevés de Monte Alén est détaillé à la figure suivante.

Les axes 1 et 2 expliquent 17,9% de la variance totale. (cf. annexe 6)

Fig.41 Ordination par l'analyse des correspondances (DCA) des données floristiques globales (toutes strates confondues) concentrée sur les relevés non submontagnards à l'échelle de Monte Alén (gradient de continentalité), 17 relevés x 1253 pseudo-espèces avec coefficients d'abondance de Van der Maarel (PseGloAD). Le poids des espèces rares est diminué avec l'option downweight rare species (Canoco). Les différents symboles représentent les communautés végétales que nous reconnaissons au terme de ce chapitre. Le relevé Litm31, avec une légère influence submontagnarde, est inclus dans l'analyse mais n'est pas affiché.

Les axes 1 et 2 expliquent 18,5% de la variance totale. (cf. annexe 7)

Tout comme nous venons d'approfondir l'analyse du gradient de continentalité, il est possible d'approfondir l'étude du gradient d'altitude séparément. Pour ce faire nous avons choisi de ne considérer que les relevés submontagnards et les relevés étagés sur le flanc Ouest de la cordillère (versant où le gradient est le plus long, de 300 à 1300m), c'est-à-dire que les relevés à caractère oriental ne sont pas inclus (Fig.42). On distingue très clairement, le long du premier axe d'ordination, les relevés vallicoles sous influence littorale, les relevés collinéens sous influence littorale et l'ensemble des relevés submontagnards. L'axe 2 sépare les communautés végétales les plus humides des plus sèches (en termes d'hydromorphie pour les relevés du groupe de basse altitude, en termes de continentalité ou de pluviométrie pour les relevés collinéens et en termes d'hygrométrie pour les relevés submontagnards: cf. Fig.47).

Enfin un diagramme centré sur tous les relevés de Monte Alén, combinant à une échelle locale gradient d'altitude et de continentalité, permet de bien visualiser les différentes communautés distinguées dans ce groupe (Fig.43).

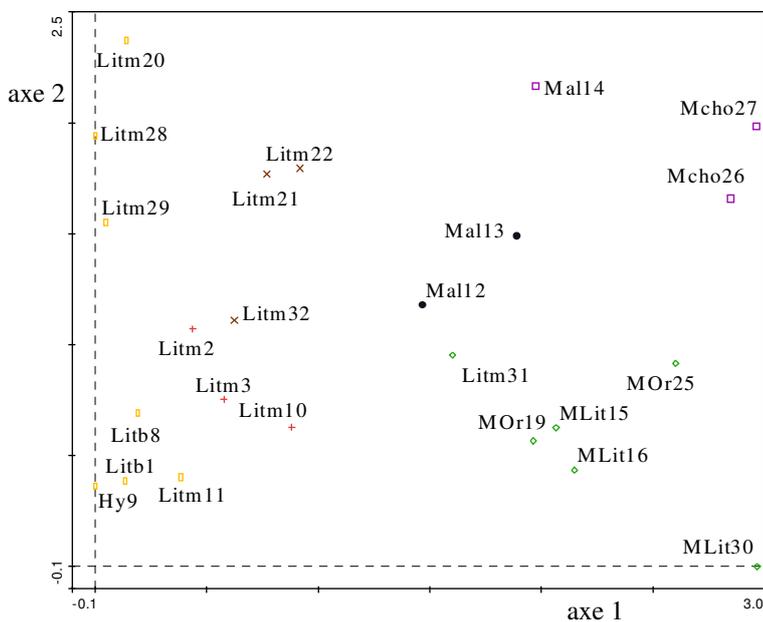


Fig.42 Ordination par l'analyse des correspondances (DCA) des données floristiques globales (toutes strates confondues) concentrée sur les relevés du flanc Ouest de la cordillère de Niefang, 24 relevés x 1549 pseudo-espèces avec coefficients d'abondance de Van der Maarel (PseGloAD). Le poids des espèces rares est diminué avec l'option downweight rare species (Canoco). Les différents symboles représentent les communautés végétales que nous reconnaissons au terme de ce chapitre. Les axes 1 et 2 expliquent 16,8% de la variance totale. (cf. annexe 8)

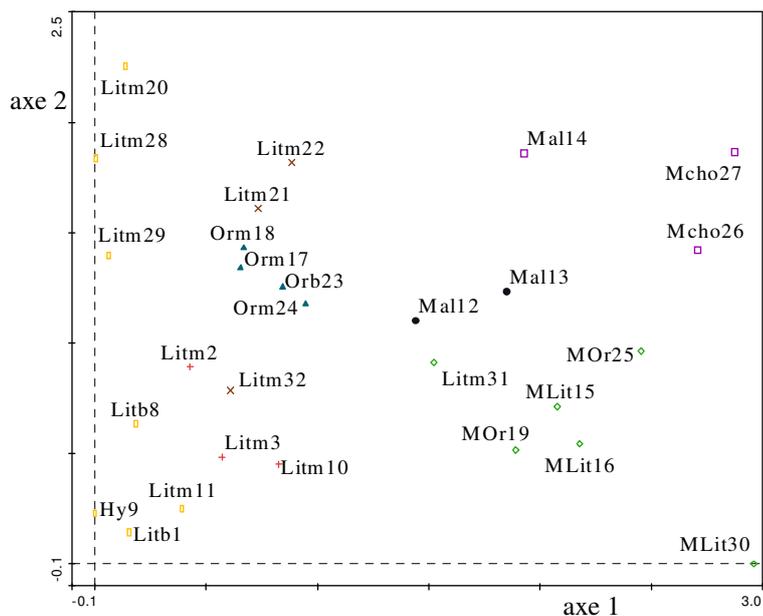


Fig.43 Ordination par l'analyse des correspondances (DCA) des données floristiques globales (toutes strates confondues) pour l'ensemble des relevés de Monte Alén, 28 relevés x 1633 pseudo-espèces avec coefficients d'abondance de Van der Maarel (PseGloAD). Le poids des espèces rares est diminué avec l'option downweight rare species (Canoco). Les différents symboles représentent les communautés végétales que nous reconnaissons au terme de ce chapitre. Les axes 1 et 2 expliquent 15,1% de la variance totale. (cf. annexe 9)

III.1.1.2 Classifications des relevés sur base d'indices de distance (Cluster Analysis)

Ici encore, plusieurs choix doivent être faits. Premièrement, quels types de données introduire: abondances, abondances relatives, transformations logarithmiques et autres, classes d'abondance ou encore présence/absence ? Ensuite, il faut choisir la mesure de distance la mieux adaptée à notre cas et au type de données introduites (quantitatives, semi-quantitatives ou binaires). Enfin, plusieurs méthodes de regroupement existent pour la construction du dendrogramme de ressemblance entre relevés.

Quel type de données introduire pour réaliser les meilleures classifications: abondances, classes d'abondance ou présence-absence ? Pour répondre à cette question, nous avons comparé visuellement les trois dendrogrammes obtenus de la manière suivante: UPGMA sur les distances de Bray-Curtis avec données d'abondance, UPGMA sur les distances de Bray-Curtis avec données en classes d'abondance de type Van der Maarel et UPGMA sur les distances de Sorensen (en présence-absence; = 1 - Similitude). La méthode qui nous donne le dendrogramme le plus facilement interprétable, correspondant le mieux à notre connaissance a priori des types de végétation, est celle basée sur la mesure des distances de Bray-Curtis par les classes de type Van der Maarel. Toutefois, les différences entre ces 3 dendrogrammes restent très relatives.

Une deuxième manière de comparer ces trois méthodes est de comparer la corrélation de chacune des trois matrices de distance floristique avec une matrice de distance environnementale (cf. II.7), à l'aide de tests de Mantel. Les résultats confirment notre première comparaison visuelle: les coefficients de corrélation (r) sont de 0,623 avec les classes d'abondance, de 0,596 avec les abondances et de 0,622 en présence-absence ($p = 0,001$).

En conclusion, pour la suite de nos analyses, nous choisirons de calculer les distances floristiques sur base de l'indice de Bray-Curtis avec les données en classes d'abondance. Ce choix est en outre renforcé par le fait que les données globales, toutes strates confondues, sont davantage comparables au travers des classes d'abondance de type Van der Maarel à cause du problème de la transformation des données d'abondance-dominance de la strate herbacée en données d'abondance. La transformation des données d'abondance en classes d'abondance, via l'abondance relative, est par contre beaucoup moins critiquable.

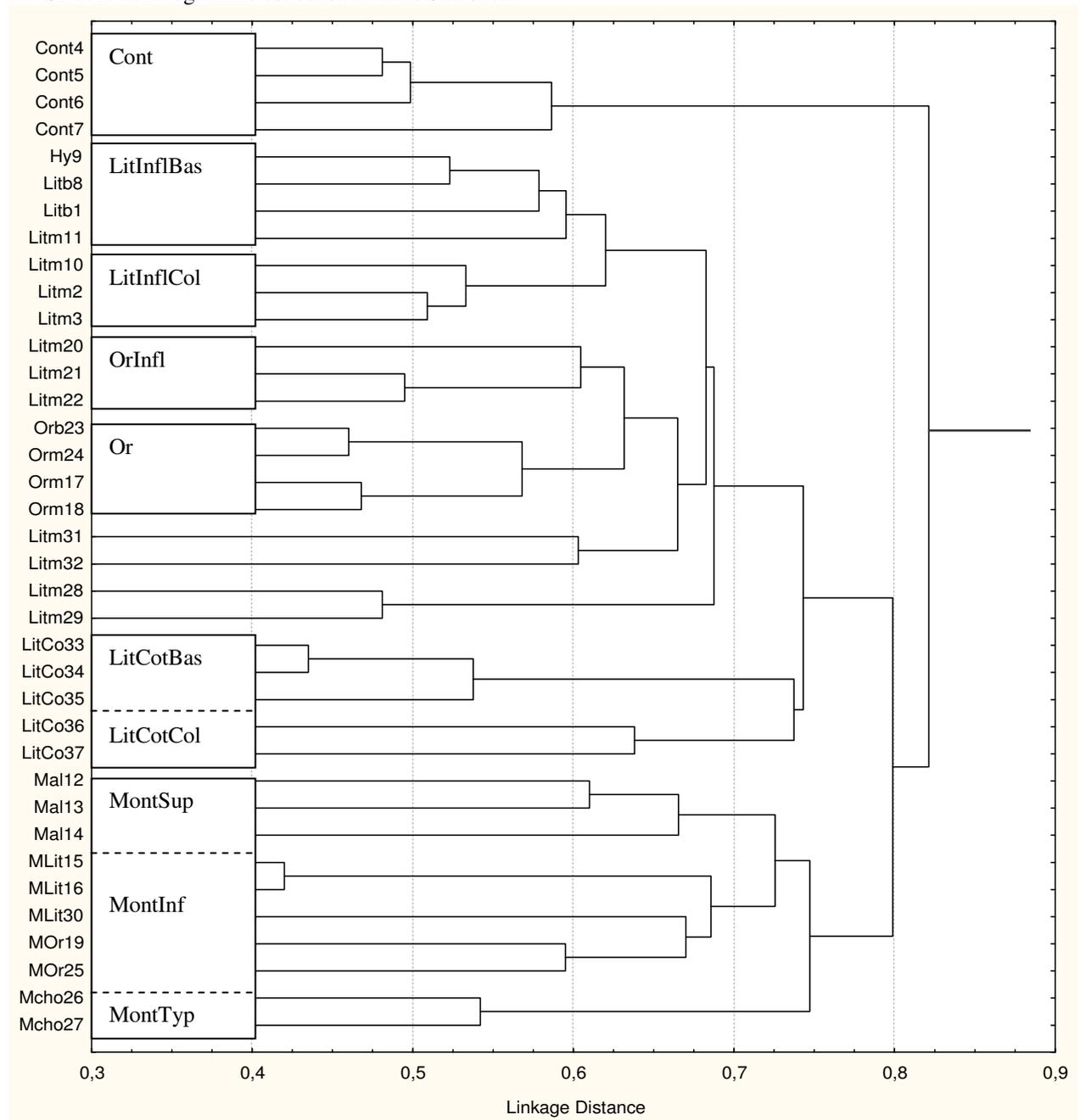
Faut-il choisir une mesure de distance qui donne un poids différent aux espèces en fonction de leur rareté ? Dans ce cas, nous comparons les dendrogrammes obtenus (UPGMA et données en classes d'abondances de type Van der Maarel) avec l'indice de Bray-Curtis vs. Canberra. Les dendrogrammes obtenus sont assez différents cette fois. Celui donnant un poids supérieur aux espèces rares s'éloigne nettement de la classification attendue. Ce constat n'est guère mieux si la même comparaison est basée sur les données d'abondance. En effet, l'immense richesse en espèces des forêts denses tropicales nous contraint à réaliser des relevés en faisant un compromis entre homogénéité et représentativité. Dès lors, les espèces rares sont précisément celles qui nous échappent le plus et les absences de celles-ci doivent être interprétées avec beaucoup de prudence. Par conséquent, l'indice de Canberra n'est pas retenu pour nos analyses. Ces résultats concordent avec ceux de l'analyse des correspondances qui, au chapitre précédent, a généralement donné de meilleurs résultats avec l'option "downweight rare species".

Quelle méthode de regroupement utiliser ? Les différentes méthodes de regroupement testées ont produit des dendrogrammes relativement divergents. Le dendrogramme construit par UPGMA est de loin le plus convaincant, quel que soit le jeu de données fourni. C'est donc

cette méthode que nous retiendrons pour la suite. Elle est par ailleurs la méthode de loin la plus employée dans la littérature.

Les résultats obtenus selon la méthode retenue (Classes d'abondance de type Van der Maarel, distance de Bray-Curtis, clustering par UPGMA) sont présentés ci-dessous (Fig.44).

Fig.44 Classification hiérarchique par UPGMA des données floristiques globales (toutes strates confondues), 37 relevés x 1052 espèces avec coefficients d'abondance de type Van der Maarel (GloAD) et indice de distance de Bray-Curtis. Dix groupements sont reconnus et indiqués par les encadrés. Leur définition est reprise dans le texte et le mauvais classement de certains relevés est discuté. La matrice de distance a été calculée avec le logiciel MVSP et le dendrogramme est construit dans Statistica.



On remarque que la première division sépare d'abord les relevés continentaux. Les relevés submontagnards sont séparés au deuxième niveau de division et constituent un groupe bien distinct au sein des relevés non continentaux. Mais cette situation peut être renversée si l'on utilise d'autres méthodes de regroupement comme par exemple Ward's ou Complete Linkage. Or une des questions principales que l'on se pose est de savoir s'il faut considérer les forêts

submontagnardes comme une entité floristique azonale bien distincte ou bien comme ni plus ni moins que des variantes locales des différentes entités floristiques zonales. En d'autres termes, les forêts submontagnardes ont-elles plus d'affinités entre elles qu'elles n'en ont avec la phytochorie dans laquelle elles sont chacune incluses ? Afin de répondre mieux à cette question, il nous manque en fait une série de relevés submontagnards dans le secteur continental, au Dja. Toutefois, nous voyons qu'à Monte Alén, les relevés submontagnards sont toujours classés dans un seul groupe bien que ces relevés soient répartis entre plusieurs phytochories zonales à savoir le district littoral du secteur bas-guinéen atlantique (BGALit) et le district oriental du secteur bas-guinéen atlantique (BGAOr), phytochories par ailleurs clairement différenciées dans nos données (cf. *Fig.45*). D'autre part, nous verrons plus loin, au chapitre IV.3, que l'homogénéité floristique des forêts submontagnardes au travers des différentes phytochories d'Afrique centrale atlantique est largement confirmée par les données trouvées dans la bibliographie.

III.1.1.3 **Synthèse des résultats d'ordination et de classification**

Plusieurs indices de distance ont été testés, de même que plusieurs méthodes de regroupement pour la construction du dendrogramme de ressemblance entre relevés. La comparaison visuelle des dendrogrammes obtenus a permis de mettre en évidence les branches les plus robustes de ceux-ci. La comparaison avec l'ordination de la DCA a permis d'affiner notre jugement. Nous avons constaté que les divergences entre dendrogrammes sont principalement liées à quelques relevés, hormis les différences dues à la méthode de regroupement et à l'indice de distance. Le classement de ces relevés est discuté ci-dessous.

-Le relevé **Litm32** est floristiquement intermédiaire entre les groupes littoraux et orientaux, en accord avec sa position géographique. Son classement dans l'un ou l'autre groupe est donc difficile mais la présence et l'absence de certaines espèces d'écologie bien connue nous permet de le ranger auprès des relevés sous influence orientale.

-Le relevé **Litm20** est à rattacher aux relevés sous influence littorale de basse altitude, comme l'indique assez clairement les DCA.

-Le relevé **Litm31** se trouve à la limite inférieure des types submontagnards. La présence de certaines espèces ainsi que sa position dans la DCA nous permet de le classer plutôt dans le groupe submontagnard.

-Les relevés **Litm28** et **Litm29** se classent sans hésitation avec les relevés sous influence littorale de basse altitude, comme l'indiquent la DCA et la présence de certaines espèces.

-Enfin le relevé **Mal14** est à classer avec les relevés submontagnards types, bien que ce groupe ne soit pas clairement différencié de celui des relevés submontagnards mésophiles inférieurs.

Ces considérations nous ont permis de construire le dendrogramme synthétique illustré à la *Fig.45*. Dix communautés végétales sont retenues, parmi lesquelles certaines peuvent être considérées comme n'étant que des variantes.

Fig.45 Typologie des dix communautés végétales reconnues au sein des 37 relevés phytocénotiques réalisés à Ndoté, Monte Alén et au Dja.

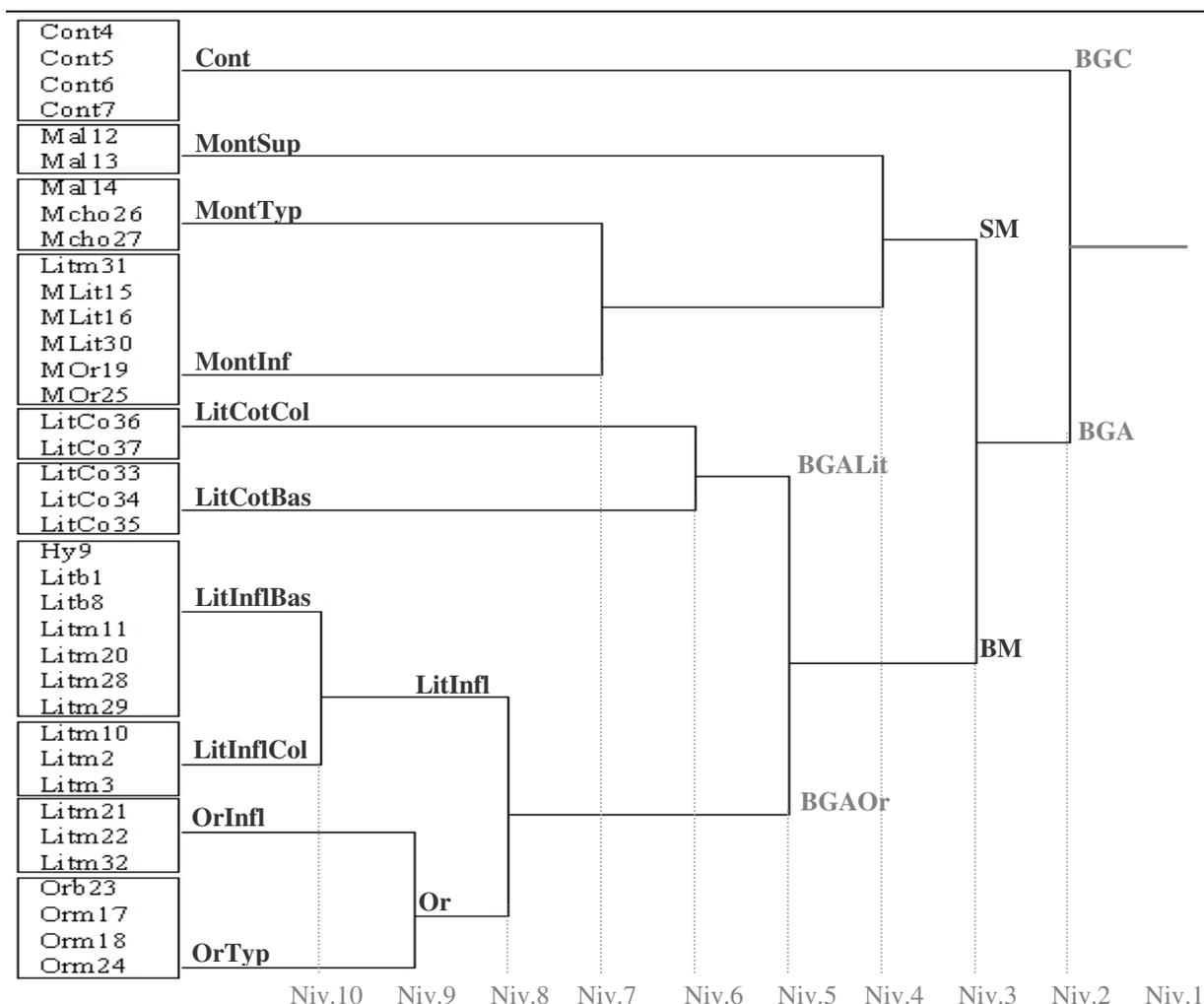
Le premier niveau de division sépare les relevés à caractère continental du secteur **BGC** des autres relevés situés dans le secteur atlantique (**BGA**). Parmi ces relevés à caractère atlantique, le relevé de végétation submontagnarde (**SM**) se dégagent très nettement. Ils se subdivisent encore en trois variantes correspondant à des différences d'altitude (et donc de température et d'humidité).

Au sein des relevés atlantiques de basse et moyenne altitudes (**BM**), le groupe des relevés typiquement littoraux se détache lui aussi très nettement, et correspond d'ailleurs à un type forestier largement évoqué dans la littérature. Les relevés typiquement littoraux, qui caractérisent le district **BGALit**, se différencient ensuite selon leur position topographique en un type collinéen (**LitCotCol**, à sol bien drainé) et un type de plaine (**LitCotBas**, à caractère plus vallicole).

Les relevés non typiquement littoraux, du district **BGAOr**, caractérisent ce qu'on entend généralement par forêts à Césalpiniacée, ou forêts biafréennes, et se divisent en trois ensembles selon la position sur le gradient de continentalité. Le type forestier à caractère oriental pur (**Or**) est situé à l'Est de la cordillère de Niefang, le type forestier à caractère oriental faible (**OrInfl**) se situe au centre et au Nord de la cordillère de Niefang tandis que le type forestier à caractère littoral faible (**LitInfl**) se limite essentiellement sur le flanc Ouest de la cordillère.

Ces forêts à léger caractère littoral se différencient enfin en deux variantes selon la position topographique: le type collinéen (**LitInflCol**) et le type vallicole (**LitInflBas**).

Pour les abréviations des entités phytogéographiques reconnues (en gris dans la figure), voir chapitre II.4.2.1.



III.1.2 RECHERCHE DES ESPÈCES INDICATRICES ET CONSTRUCTION DU TABLEAU PHYTOSOCIOLOGIQUE (INDVAL)

Un tableau phytosociologique permet de présenter de manière synthétique les données et les connaissances acquises sur les espèces et sur les communautés végétales. Au sein d'un tel tableau, les espèces sont regroupées par affinité floristique, c'est-à-dire que les groupes d'espèces constitués définissent floristiquement la structuration hiérarchique des communautés aux différents niveaux d'intégration: sous-associations, associations, alliances, etc. Du point de vue des phytosociologues de l'école classique, ces différentes communautés définies à plusieurs niveaux constituent des entités figées, reproduites à l'identique ou presque à chaque fois qu'un même déterminisme du milieu est retrouvé. Leur variabilité est alors traduite par la considération d'entités d'ordre inférieur comme les sous-associations et les faciès, ou variantes. L'ensemble de ces entités et sous-entités communautaires organisées dans un système hiérarchique est alors considéré de manière analogue au système hiérarchique qui répertorie et classe les espèces (taxons). Par conséquent, le système de classification hiérarchique de ces communautés est nommé système syntaxonomique (par analogie au système taxonomique) et les constituants sont appelés des syntaxons.

Lors de la discussion (IV.4), nous étudierons les affinités des communautés décrites ci-dessous par rapport aux syntaxons connus dans le système syntaxonomique actuel. Nous verrons que certaines communautés constituent vraisemblablement des associations nouvelles. Dans ce cas, les phytosociologues, ou syntaxonomistes, procèdent comme les taxonomistes et décrivent leurs communautés de manière complète (écologie, dynamique, physionomie, affinités phytogéographiques, etc.) en leur donnant un nom latin construit sur base d'un couple d'espèces caractéristiques de cette communauté (WEBER & al. 2000).

Dans les prochains chapitres, nous nous attacherons à décrire au mieux les différents aspects de nos communautés afin de permettre d'envisager leur introduction dans le système syntaxonomique actuel. En attendant, les meilleures espèces caractéristiques identifiées aux différents niveaux de notre classification hiérarchique sont présentées dans le tableau ci-dessous et les deux espèces qui résument le mieux chacune des dix communautés sont mises en évidence. Nous insistons toutefois sur le fait qu'il est bien entendu présomptueux de penser pouvoir résumer une communauté à deux espèces et voyons surtout dans cette démarche un aspect pratique: donner un nom court qui correspond au mieux à notre vision de la réalité et auquel on pourra faire référence.

Il est par ailleurs aussi pratique de donner un nom de nature écologique à une communauté, ce qui permet à n'importe qui de se faire plus facilement une idée de la nature de celle-ci. Etant donné que nos communautés sont toutes des forêts denses matures de terre ferme, différenciées essentiellement en fonction d'un gradient de continentalité et d'altitude, les noms écologiques que nous utilisons sont aussi empruntés d'une connotation phytogéographique de la manière décrite à la *Fig.45*.

Afin de réaliser un tel tableau, la méthode la plus largement utilisée est celle développée dans le logiciel Twinspan. Dans la partie méthodologie de ce travail, nous avons rappelé les inconvénients de ce logiciel et avons motivé notre choix pour une autre méthode plus récente, à savoir IndVal. Ce logiciel nécessite l'introduction de valeurs quantitatives d'abondance. Nous avons donc dû transformer nos données de la strate herbacée (H) à l'aide des définitions de recouvrement moyen, décrites au chapitre II.2.3, selon la procédure détaillée dans la partie méthodologie. Le fichier utilisé est donc GloAb (II.6.1.1), selon notre nomenclature, dont nous avons supprimé 52 espèces parmi celles présentes dans un seul relevé (le programme n'acceptant que 1000 espèces). Ces espèces ont ensuite été remplacées manuellement dans le tableau produit (annexe 10) et les meilleures sont reprises au *Tab.32* qui suit.

Tab.32 Tableau phytosociologique synthétique pour les dix communautés végétales reconnues dans la présente étude. Les espèces sont classées de manière à disposer les différents groupes hiérarchiques en diagonale puis sont ensuite classées par valeurs indicatrices (IV) décroissantes au sein de chaque groupe de chaque niveau de la classification hiérarchique des communautés végétales. Les caractéristiques chorologiques et écologiques, discutées plus loin sont mentionnées afin de faciliter la lecture et l'interprétation du tableau. La symbolique suit le schéma décrit au chapitre II.4. Les communautés sont symbolisées de la même manière qu'à la Fig.45. Les espèces caractéristiques des communautés d'ordre supérieur sont symbolisées de la même manière qu'à la Fig.45. Des noms de nature écologique sont mentionnés entre parenthèses selon la symbolique décrite au chapitre II.4.3. Pour chaque espèce, au sein de chaque communauté, deux valeurs sont données : la première est la somme des individus (ou équivalents individus, cf. annexe 10) de cette espèce pour tous les relevés de la communauté en question ; la deuxième est le nombre total de relevés où l'espèce est présente dans la communauté.

	e.s.	IV	T.P.	d°e	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers	Cont	Mont Sup	Mont Typ	Mont Inf	LitCot Col	LitCot Bas	LitInfl Bas	LitInfl Col	OrInfl	Or	
Espèces des forêts vallicoles du domaine BGC (fdhs + val), communauté à <i>Uapaca acuminata</i> et <i>Belonophora coriacea</i> (Cont)																				
1	<i>Bertiera aequatorialis</i>	ar	100	BG	eGlo	bm		Cié		7	4									
2	<i>Leptonychia echinocarpa</i>	ar	100	BG	eGlo	bm	riv+all	Cié	Marg	Zonal										
4	<i>Sorindeia grandifolia</i>	A	100	GCp	Tran	bm+sm	riv	Cid	Marg	Sec										
5	<i>Antidesma laciniatum subsp. membranaceum</i>	ar	99	GC	Marg	bm+sm	val+riv	Cid	Marg	Zonal				1	1					
6	<i>Ataenidia conferta</i>	H	98	GC	eGlo	bm	riv+all	Cid	Tran	Sec						4	1			
7	<i>Sarcophrynium brachystachyum var. brachystachyum</i>	H	96	GC	eGlo	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal	2	2		1	1		4	1	1	
8	<i>Leptaspis zeylanica</i>	H	95	Pal	Larg	bm		Pi	Tran	Zonal	3	2	4	1	1			4	1	
9	<i>Belonophora coriacea</i>	ar	94	BGC	Marg						2	1		2	1					
15	<i>Uapaca acuminata</i>	A	88	BG	eGlo	bm	val+riv	Sé	Sat	Sec				4	1		3	3	1	
24	<i>Bolbitis gemmifera</i>	H	75	PRA	Larg															
27	<i>Culcasia ekongoloi</i>	H	75	G	eMoy	bm														
30	<i>Heisteria trillesiana</i>	A	75	BG	eMoy	bm	riv	Sé	Tran	Altit.										
33	<i>Mapania soyauxii</i>	H	75	BG	eGlo															
35	<i>Rinorea oblongifolia</i>	ar	75	GCp	Tran	bm	riv+all	Cid	Tran	Sec										
37	<i>Synsepalum longecuneatum</i>	A	75	CG	eGlo															
39	<i>Xylopia hypolampra</i>	A	75	BG	eGlo	bm														
41	<i>Strombosia grandifolia</i>	A	73	CG	eMoy	bm	val-mar	Sé	Marg	Riv	2	1				4	3			
48	<i>Terminalia superba</i>	A	71	G	Marg	bm	dr	Cid	Sat	Sec						3	2			
51	<i>Lepidobotrys staudtii</i>	A	69	CG	eMoy	bm	val-mar	Sé	Tran	Sec				1	1		2	2	1	
52	<i>Xylopia le-testui var. longepilosa</i>	A	69	BG	eMoy		riv		Marg	Zonal					2	1				
54	<i>Cola lateritia</i>	A	67	GC	Marg		riv+all	Sé	Tran	Riv+Sec				1	1		4	3		
79	<i>Dracaena arborea</i>	A	50	G	eGlo			Cid	Tran	Sec										
81	<i>Entandrophragma candollei</i>	A	50	GCp	eGlo	bm	dr	Cid	Tran	Sec										
85	<i>Iringia wombulu</i>	A	50	GCp	Marg	bm+sm	val-mar	Sé	Tran	Sec										
86	<i>Lecaniodiscus cupanioides</i>	A	50	GCp	Tran			Cid												
89	<i>Sterculia tragacantha</i>	A	50	PRA	Larg	bm+sm	riv+all	Cid	Tran	Riv+Sec										
96	<i>Leptactina arnoldiana</i>	ar	47	BGC	Marg	bm		Pi											1	
97	<i>Milicia excelsa</i>	A	47	GCp	Tran	bm		Cid	Tran	Sec						1	1			
102	<i>Duboscia macrocarpa</i>	A	45	GC	eGlo	bm	dr+val							1	1		1	1	1	
134	<i>Bombax breviscuspe</i>	A	25	G	eGlo	bm		Cid	Sat	Zonal										
135	<i>Bombax buonopozense</i>	A	25	GC	eGlo	bm	val-mar	Cid	Sat	Sec										
138	<i>Celtis mildbraedii</i>	A	25	GCp	eGlo	bm	dr	Sé												
141	<i>Cleistopholis glauca</i>	A	25	CG	Marg	bm	val	Cid	Marg	Zonal										
142	<i>Cleistopholis patens</i>	A	25	GC	Tran	bm	val-mar	Sé	eGlo											
145	<i>Desplatsia chrysochlamys</i>	ar	25	GCp	Tran	bm+sm	val+riv	Sé	Tran	Sec										
146	<i>Diospyros monbuttensis</i>	Ad	25	GCp	Marg			Sé	Sat	Sec										
148	<i>Erythrina excelsa</i>	A	25	GCp	Tran	bm			Tran	Sec										
149	<i>Fernandoa adolfi-friderici</i>	A	25	CG	eMoy	bm	riv	Sé	Marg	Zonal										
157	<i>Memecylon arcuato-marginatum</i>	ar	25	BGC	eLoc	bm														
162	<i>Psychotria lanceifolia</i>	ar	25	BG	eMoy															
171	<i>Zanthoxylum buesgenii</i>	H	25	BGC	eMoy															
183	<i>Eribroma oblonga</i>	A	20	GCp	Tran	bm		Sé	Tran	Sec					1	1		1	1	
Espèces omniprésentes en BGA+BGC																				
207	<i>Dacryodes edulis</i>	A	97	GC	eGlo	bm+sm	dr	Sé	Larg		4	3	21	2	18	3	19	6	12	2
208	<i>Santiria trimera</i>	A	97	G	eGlo	bm+sm	dr	Sé			8	4	33	2	41	3	58	6	4	1
209	<i>Lomariopsis guineensis</i>	H	86	G	Marg	bm+sm		Sé			15	4	4	1	5	2	20	4	12	2
210	<i>Lomariopsis hederacea</i>	H	86	CG	eGlo	bm+sm		Sé			24	4	21	2		25	6	14	3	44
214	<i>Strombosia scheffleri</i>	A	78	CG	eGlo	sm	dr	Sé	Tran	Riv	28	4	5	2	6	2	15	5	1	1
215	<i>Strombosia tetrandra</i>	A	78	CG	eGlo	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	16	4	6	2	4	1	14	4	1	1
217	<i>Haumania danckelmaniana</i>	H	73	BG	eGlo	bm					28	4				6	2	12	2	6
218	<i>Polyalthia suaveolens var. suaveolens</i>	A	73	CG	eGlo	bm		Sé			18	4	1	1	4	1		6	2	12
222	<i>Culcasia barombensis</i>	H	59	PRA	Larg	bm+sm				Zonal	6	3	6	2	12	3	3	2	3	2
223	<i>Hymenocoleus hirsutus</i>	H	59	GC	Marg						9	2	8	2	4	1	18	5		
228	<i>Centroplacus glaucinus</i>	Ad	54	BG	eGlo	bm+sm	dr+val	Sé	eGlo		10	2	1	1		2	2	1	1	12
238	<i>Maesobotrya klaineana</i>	Ad	32	BGA	Marg	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	8	1		1	1		1	1	11	
240	<i>Nauclea diderrichii</i>	A	30	GC	eGlo	bm		Cid			2	2						2	1	9
241	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	A	30	GC	eGlo	bm		Cid	Sat	Sec	1	1						2	2	2

	e.s.	IV	T.P.	d°e	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers	Cont	Mont Sup	Mont Typ	Mont Inf	LitCot Col	LitCot Bas	LitInfl Bas	LitInfl Col	OrInfl	Or																
Espèces de la variante inférieure des forêts submontagnardes du BGA (fdh + SM), variante à <i>Magnistipula conrauana</i> et <i>Physacanthus nematosiphon</i> (MontInf)																																			
477	<i>Physacanthus nematosiphon</i>	H	85	G	eMoy	sm	dr	Sé	eMoy		2	1	33	6																					
479	<i>aff. Hymenostegia normandii</i>	A	67	BGA	eMoy	sm	dr	Sé	eLoc				13	4																					
480	<i>Magnistipula conrauana</i>	A	67	BGA	eMoy	sm	dr	Sé	Sat	Riv			9	4																					
481	<i>Synsepalum letouzeyi</i>	Ad	66	BG	eMoy	bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.			21	4			1	1																	
483	<i>Pellegriniodendron sp.nov.1</i>	A	50	G	eMoy	sm	dr	Sé	eMoy				25	3																					
484	<i>Pentadesma grandifolia</i>	A	50	BGA	Marg	sm	dr	Sé	eGlo				16	3																					
485	<i>Rhaptopetalum depressum</i>	Ad	50	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	eMoy				5	3																					
491	<i>Protomegabaria meiocarpa</i>	A	47	CG	eLoc	sm	dr	Sé	Tran	Riv			41	3		8	1																		
494	<i>aff. Begonia clypeifolia</i>	H	33	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	eLoc				8	2																					
495	<i>Anthocleista sp.nov.1</i>	A	33	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	eLoc				9	2																					
496	<i>Ctenopteris zenkeri</i>	H	33	AM	Larg	sm		Sé	eGlo				2	2																					
498	<i>Elaphoglossum chevalieri</i>	H	33	GC	eMoy	sm+mi		Sé	eLoc				5	2																					
499	<i>Campylopernum reticulatum var. turnerae</i>	ar	33	GC	Marg	bm+sm	val-mar		Larg				17	2			1	1																	
500	<i>Napoleonaea talbotii</i>	Ad	31	BGA	eMoy	sm	dr	Sé	eMoy				6	2						1															
501	<i>Poecilocalyx crystallinus</i>	ar	31	BGA	eMoy	sm	dr	Sé	Marg	Zonal			3	3						4															
502	<i>Cleistanthus mildbraedii</i>	A	31	CG	eMoy	bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.			21	2			4	1	1	1															
503	<i>Amanoa strobilacea</i>	Ad	31	GLit	eGlo	bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.			24	2			4	1	2	2															
504	<i>Nauclaea sp.1</i>	A	30										3	2						1															
519	<i>Anisophyllea polyneura</i>	A	17	CG	eMoy	sm		Cid	Sat	Sec			1	1																					
533	<i>Hymenophyllum splendidum</i>	H	17	AM	Larg	sm	dr	Sé	Sat	Riv			8	1																					
538	<i>Pauridiantha micrantha</i>	ar	17	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	Marg	Zonal			13	1																					
546	<i>Trichomanes borbonicum</i>	H	17	AM	Larg	sm	dr	Sé	eMoy				2	1																					
Espèces communes aux forêts de plaine et d'altitude du BGA																																			
556	<i>Garcinia punctata</i>	Ad	94	CG	Marg	bm+sm	val-mar	Sé	Larg				6	2	7	3	18	5	6	2	5	2	24	7	12	3	23	3	13	4					
557	<i>Anisophyllea purpurascens</i>	Ad	82	BGA	eMoy	bm+sm		Sé					5	2	3	2	23	6	1	1				19	6	16	3	9	3	16	4				
558	<i>Culcasia parviflora</i>	H	76	G	eMoy	bm+sm		Sé	Larg						9	2	34	6	12	2				18	6	6	3	16	3	16	3				
559	<i>Palisota satabiei</i>	H	76	BGA	eGlo	bm+sm	val-mar	Sé	Marg	Zonal			8	2	16	3	55	5	4	1					30	6	12	2	16	3	13	3			
560	<i>Campylopernum calanthum</i>	ar	70	BGA	eGlo	bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.			12	2	6	2	8	4			4	3			13	5	6	3	3	4	1				
561	<i>Coula edulis</i>	A	70	G	eGlo	bm+sm	dr	Sé	eGlo				2	1			18	3	4	1	8	3			9	5	5	3	5	3	16	4			
562	<i>Dichostemma glaucescens</i>	Ad	70	BG	eGlo	bm	dr	Sé	Sat	Altit.			38	1			35	5			53	3			46	5	16	3	37	3	18	3			
563	<i>Tectaria varians</i>	H	70	G	eGlo	bm+sm		Sé					8	1	10	3	25	6			2	1			10	3	3	3	7	3	9	3			
565	<i>Mapania pubisquama</i>	H	64	BG	eGlo	bm+sm							4	1	5	2	31	5	2	1					8	3	23	3	3	2	11	4			
566	<i>Heisteria parvifolia</i>	A	61	GC	eGlo	bm	riv	Cid	Tran	Sec			5	2	1	1	6	3							15	6	6	2	9	3	6	3			
567	<i>Anisophyllea myriostriata</i>	A	55	BGA	eGlo	bm+sm	dr	Sé					4	1	1	1	12	2	2	2	6	2			2	2	8	3	4	2	6	3			
571	<i>Dracaena bicolor</i>	H	42	BGA	eMoy	bm+sm	val-mar	Sé					2	1			3	2			2	1			12	5	5	2	4	1	5	2			
577	<i>Strychnos staudtii</i>	A	39	BGA	eGlo	bm	val+riv	Sé	Tran	Altit.			4	1	4	1	7	3							7	5	2	2			1	1			
582	<i>Leptauleus grandifolius</i>	Ad	30	BGA	eMoy	bm+sm		Sé							2	1	3	3			2	2			1	1	1	1	4	1	1	1			
584	<i>Microcalamus barbinodis</i>	H	30	BGA	eGlo	bm+sm		Sé					21	2							2	1			8	3	6	3	8	1					
Espèces des forêts littorales collinéennes du BGA (fdhh), variante à <i>Tapura africana</i> et <i>Dracaena cerasifera</i> (LitCotCol)																																			
593	<i>Mamecylon virescens</i>	ar	100	BGALit	eMoy	bm	dr	Sé	Tran	Riv															2	2									
594	<i>Isora sp.1</i>	ar	97																							9	2					1	1	1	1
595	<i>Diospyros gabunensis</i>	Ad	94	GC	eGlo	bm	val+riv	Sé	Marg	Zonal																2	2								
596	<i>Pentadesma butyracea</i>	A	93	G	Marg	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal																3	2					1	1		
599	<i>Placodiscus opacus</i>	Ad	85	BG	eMoy																					5	2								
601	<i>Cuviera leteuxii</i>	A	78	BGALit	eMoy	bm	dr	Sé	Sat	Altit.			2	2												2	2						1	1	
611	<i>Brachystegia mildbraedii</i>	A	50	BGA	eMoy	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal																4	1								
614	<i>Daniellia soyauxii var. soyauxii</i>	A	50	BGALit	Marg	bm	dr	Sé	eLoc																	2	1								
616	<i>Diospyros pseudomespilus subsp. pseudomespilus</i>	Ad	50	BGALit	Marg	bm		Sé																		1	1								
617	<i>Diospyros suaveolens</i>	A	50	BG	eMoy	bm	val+riv	Sé	Marg	Zonal																1	1								
618	<i>Dracaena cerasifera</i>	H	50	GLit	Marg	bm	dr	Sé	eGlo																	8	1								
620	<i>Gilbertiodendron klainei</i>	A	50	BGALit	Marg	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal																20	1								
621	<i>Gluema ivorensis</i>	Ad	50	GLit	eGlo	bm	val-mar	Sé																		2	1								
623	<i>Paropsia gabonica</i>	ar	50	BGA	eLoc	bm	dr	Sé	eLoc																	2	1								
626	<i>Sapindus sp.1</i>	Ad	50																							2	1								
634	<i>Tapura africana</i>	A	45	BGALit	Marg	bm	dr	Sé	Sat	Riv				1	1											8	1							6	2
635	<i>Cola lepidota</i>	Ad	45	BGALit	eMoy	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal																1	1								1
640	<i>Dacryodes normandii</i>	A	40	BGALit	Marg	bm		Sé																		1	1								2
642	<i>Microdesmis camerunensis</i>	Ad	40	BGALit	eMoy	bm	dr	Sé	eLoc																	1	1								2
654	<i>Diospyros soyauxii</i>	A	50	BGALit	eLoc	bm	dr	Sé	eLoc																	1	1								
Espèces des forêts littorales du BGA en général (fdhh), communauté à <i>Diospyros zenkeri</i> et <i>Napoleonaea gabonensis</i> (BGALit)																																			
657	<i>Treculia acuminata</i>	ar	94	BG	eGlo	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal					1	1										12	2	10	3			2	2	1	1
658	<i>Diospyros zenkeri</i>	Ad	80	BGALit	Tran	bm	dr	Sé	Tran	Riv																1	1	3	3						
659	<i>Napoleonaea gabonensis</i>	Ad	80	BGALit	eMoy	bm	dr	Sé	Marg	Riv	</																								

		e.s.	IV	T.P.	d°e	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers	Cont	Mont Sup	Mont Typ	Mont Inf	LitCot Col	LitCot Bas	LitInfl Bas	LitInfl Col	OrInfl	Or
691	<i>Phyllobotryon spatulatum</i>	ar	67	BGALit	eMoy	bm	dr+val	Sé	Tran	Riv							3 2			
692	<i>Alsodeiopsis staudtii</i>	ar	64	GLit	eMoy	bm		Sé						1 1		12 2		1 1		
693	<i>Pauridiantha floribunda</i>	ar	61	BGALit	Marg	bm	dr	Sé	eLoc							2 2				1 1
697	<i>Dactyadenia laevis</i>	A	48	BGALit	Marg	bm		Sat	Altit.					2 1		3 2	1 1		2 1	
704	<i>Allophylus ngounyensis</i>	ar	33	BGALit	eLoc	bm	val	Sé	eLoc							8 1				
707	<i>Dorstenia poinsettifolia var. angusta</i>	H	33	BGALit	eMoy	bm	val+riv	Sé	Marg	Zonal						8 1				
711	<i>Mostuea neurocarpa</i>	H	33	BGALit	eMoy	bm		Sé								1 1				
714	<i>Keayodendron bridelioides</i>	A	28	G	eMoy	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal						1 1			1 1	
715	<i>Newtonia griffoniana</i>	A	28	BGALit	eMoy	bm		Sé								1 1		1 1		
719	<i>Vepris soyauxii</i>	A	28	BGALit	eMoy	bm	dr+val	Sé	Tran	Altit.						1 1	1 1			
724	<i>Pavetta camerounensis subsp. camerounensis</i>	ar	25	BGALit	eMoy	bm		Sé								1 1			2 1	
732	<i>Rinorea caudata</i>	ar	33	BGALit	eLoc	bm	dr	Sé								1 1				
Espèces des forêts atlantiques de basse et moyenne altitudes (fdh), lowland forests																				
735	<i>Dacryodes buettneri</i>	A	70	BGA	eMoy	bm	dr	Cid	Marg	Zonal				1 1	12 2	7 3	9 3	12 2	9 3	10 3
736	<i>Scaphopetalum blackii</i>	Ad	70	BGA	eGlo	bm	dr+val	Sé	eGlo					8 2	8 1	20 3	35 6	24 3	13 1	59 3
738	<i>Klaineanthus gabonae</i>	Ad	63	CG	eGlo	bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.	1 1		1 1	5 2	2 1	8 2	9 6	8 3	7 3	13 4
740	<i>Diogoia zenkeri</i>	A	52	BGA	eGlo	bm	dr	Sé								10 3	14 4	7 3	2 1	12 3
741	<i>Diospyros obliquifolia</i>	Ad	52	BGA	eGlo	bm	dr	Sé	Sat	Altit.				3 3	1 1	3 2	16 6	3 2	3 3	
743	<i>Glossocalyx longicuspis</i>	Ad	45	BGA	eGlo	bm	riv	Sé	Marg	Zonal						2 1	9 2	34 3	4 1	4 3
745	<i>Diospyros gracilescens</i>	A	41	BGA	Sat	bm										2 1	2 2	3 2	2 2	3 2
748	<i>Prioria joveri</i>	A	36	BGA	eMoy	bm+sm	dr	Sé							4 1		7 3	3 2	2 1	1 1
749	<i>Dorstenia picta</i>	H	30	BGA	eGlo	bm	riv+all	Sé	eGlo					4 1			16 3	8 2	8 1	8 2
751	<i>Lophira alata</i>	A	27	GC	eGlo	bm	dr	Cid	Tran	Sec							1 1	9 3	1 1	1 1
Espèces des forêts vallicoles sous influence littorale (fdh + val), communauté à <i>Scaphopetalum longipedunculatum</i> et <i>Trichomanes africanum</i> (LitInflBas)																				
753	<i>Pycnanthus angolensis</i>	A	66	PRA	Larg	bm	val-mar	Cid	Tran	Sec	4 3				2 2		76 7	3 2	3 2	6 3
754	<i>Rinorea cerasifolia</i>	ar	62	CG	eMoy							1 1					24 5			
757	<i>Panda oleosa</i>	A	37	GC	eGlo	bm	val	Sé	Marg	Zonal	3 2						8 5		1 1	
758	<i>Tectaria fernandensis</i>	H	34	AM	Larg	bm+sm											18 5	1 1	2 1	4 1
769	<i>Reissantia sp.nov.1</i>	ar	29	BGALit	eLoc	bm	val	Sé	eLoc								6 2			
770	<i>Scaphopetalum longipedunculatum</i>	ar	29	BGALit	eLoc	bm	val	Sé	eLoc								5 2			
771	<i>Smeathmannia pubescens</i>	Ad	29	G	Marg	bm	riv+all	Cid	Marg	Zonal							2 2			
773	<i>Trichomanes africanum</i>	H	23	G	eGlo	bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.					6 2		17 4		8 1	
774	<i>Begonia macrocarpa</i>	H	20	GC	eGlo	bm+sm	riv	Sé	eGlo		2 1						5 3			
789	<i>Cola ficifolia</i>	Ad	14	BGALit	eGlo	bm	dr+val	Sé	Marg	Zonal							2 1			
793	<i>Delpyodora macrophylla</i>	ar	14	BGALit	eLoc	bm	val+riv	Sé	Marg	Zonal							1 1			
794	<i>Dichapetalum rudatisii</i>	ar	14	BGALit	eMoy	bm		Sé									1 1			
797	<i>Dorstenia barteri var. barteri</i>	H	14	BGA	eLoc	bm		Sé									13 1			
800	<i>Eugenia librevillensis</i>	ar	14	BG	eMoy	bm	val	Sé	eLoc								1 1			
802	<i>Homalium patokaense</i>	A	14	G	eMoy	bm	val	Sé	eLoc								2 1			
812	<i>Picralima nitida</i>	Ad	14	GC	eGlo	bm	val	Sé	Marg	Zonal							1 1			
820	<i>Tricalysia sp.nov.1</i>	ar	14	BGALit	eLoc	bm	val	Sé	eLoc								1 1			
824	<i>Crossandrella cristalensis</i>	H	14	BGA	eLoc	sm	val	Sé	Sat	Riv							1 1			
826	<i>Leptonychia tessmannii</i>	ar	14	BGALit	eLoc	bm	val	Sé	eLoc								1 1			
Espèces communes aux forêts vallicoles et collinéennes sous influence littorale (fdh) (LitInfl)																				
834	<i>Dorstenia mannii var. mannii</i>	H	70	BGALit	eMoy	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal						1 1	38 5	3 3	2 1	
835	<i>Vitex grandifolia</i>	A	59	G	eGlo	bm	val	Sé	Marg	Zonal							12 6	4 1	1 1	1 1
836	<i>Treulia africana</i>	A	52	AM	Larg		riv+all		Marg	Zonal							7 4	2 2		1 1
837	<i>Garcinia sp.nov.1</i>	ar	50	BGALit	eLoc	bm	val	Sé	Marg	Zonal							8 3	3 2		
838	<i>Napoleonaea imperialis</i>	ar	50	BGA	Tran	bm	val-mar	Sé	Tran	Sec							4 3	2 2		
840	<i>Stylochaeton zenkeri</i>	H	47	G	eGlo	bm	val+riv	Sé	Marg	Zonal					1 1		20 4	4 1		
842	<i>Begonia mbangaensis</i>	H	40	BGALit	Marg	bm	dr+val	Sé									9 3	4 1		
847	<i>Diospyros cinnabarina</i>	Ad	39	BGALit	Marg	bm	dr+val	Sé	Sat	Altit.							11 5	6 3	1 1	
848	<i>aff. Mostuea batesii</i>	H	38														22 3	2 1		1 1
851	<i>Daniellia klainei</i>	A	28	BG	eMoy	bm		Sé									15 2	4 1	1 1	
856	<i>Physacanthus batanganus</i>	H	20	G	eMoy	bm	val	Sé	Marg	Zonal							4 1	1 1		
Espèces des forêts collinéennes sous influence littorale (fdh), communauté à <i>Oubangia laurifolia</i> et <i>Isomacrobium conchyliophorum</i> (LitInflCol)																				
861	<i>Purinari hypochrysea</i>	A	100	BGA	eMoy	bm	val	Sé	Marg	Zonal								5 3		
863	<i>Isomacrobium conchyliophorum</i>	Ad	88	BGALit	Marg	bm	val	Sé	eMoy					1 1		3 3	13 3			
864	<i>Crudia zenkeri</i>	A	78	BGA	eMoy	bm+sm		Sé						4 1			7 3			
865	<i>Mareya micrantha subsp. micrantha</i>	ar	67	G	eMoy	bm	val+riv	Sé	Tran	Sec							8 2			
867	<i>Rinorea kamerunensis</i>	ar	63	BGA	eMoy	bm	dr+val	Sé	eMoy								3 2	24 2		
869	<i>Antrophyum annetii</i>	H	61	BGA	eLoc												1 1	5 2		
872	<i>Bikinia pellegrinii</i>	A	55	BGA	eMoy	bm	dr	Sé	eMoy								1 1	2 2		
873	<i>Memecylon aequidianum</i>	ar	55	BGALit	eLoc	bm	dr	Sé	Sat	Altit.				1 1	1 1		9 2			
874	<i>Oubangia laurifolia</i>	A	54	BGA	eMoy	bm	dr	Sé							2 1		5 2	18 3	8 1	1 1
878	<i>Bikinia sp.nov.1</i>	A	46	BGA	eLoc	bm+sm	dr	Sé	eLoc								2 1	4 2		
884	<i>Cola argentea</i>	Ad	39	BGALit	eLoc	bm	dr	Sé	Sat	Altit.							2 2	7 3		
895	<i>Eugenia klaineana</i>	ar	33	BGALit	eMoy	bm		Sé	eLoc								8 1			
897	<i>Gilbertiodendron ogoouense</i>	A	33	BG	eMoy	bm	dr	Sé									4 1			
899	<i>Phyllocosmus calothyrsus</i>	A	33	BGA	eLoc	bm		Sé									1 1			
902	<i>Strychnos gnetifolia</i>	A	33	BGALit	eMoy	bm	dr	Sé	eLoc								1 1			
904	<i>Soyauxia gabonensis</i>	ar	31	BG	eMoy	bm	dr+val	Sé			1 1	1 1					2 2			
922	<i>Campylopermum duparquetianum</i>	ar	17	GLit	eGlo	bm		Sé	Sat	Altit.					1 1		1 1	1 1		
926	<i>Maesobotrya pauciflora</i>	ar	33	BGALit	Sat	bm		Sé									1 1			
Espèces communes à l'ensemble des forêts à caractère non typiquement littoral (fdh), c-à-d à caractère oriental (OrTyp) et de transition (OrInfl + LitInfl)																				
930	<i>Brazzeia soyauxii</i>	ar	76	BGA	Marg	bm	val-mar	Sé	eGlo								47 7	6 2		11 4
931	<i>Scaphopetalum thonneri</i>	ar	73	CG	eGlo	bm	dr+val	Sé	eGlo						4 1		45 4	9 2	62 3	54 4
932	<i>Diospyros fragrans</i>	Ad	59	BGA	eGlo	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal							6 3	5 2	8 2	10 3
933	<i>Soyauxia talbotii</i>	A	53	BGA	eMoy	bm	dr+val	Sé									11 4	2 2	4 1	2 2
934	<i>Afrocalthea rhizantha</i>	H	49	BGA	eGlo	bm	dr+val	Sé	Sat	Altit.					2 1		14 3	16 3		20 3

	e.s.	IV	T.P.	d°e	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers	Cont	Mont Sup	Mont Typ	Mont Inf	LitCot Col	LitCot Bas	LitInfl Bas	LitInfl Col	OrInfl	Or					
935	<i>Diospyros iturensis</i>	Ad	46	CG	eGlo	bm+sm	Sé						2	1		2	2	5	3	2	2	5	3	
938	<i>Canarium schweinfurthii</i>	A	40	GC	Marg	bm	Sé					1	1			5	4			1	1	4	3	
940	<i>Napoleonaea vogelii</i>	ar	31	GC	eGlo	bm	val+riv	Sé	Marg	Zonal				1	1	6	2	5	2	3	2			
941	<i>Trichoscypha eugong</i>	A	30	BG	eMoy	bm	dr	Sé					1	1		2	2	3	2	4	1	1	1	
942	<i>Dracaena aubryana</i>	H	29	GC	Sat	bm	Sé									9	3			1	1	2	1	
943	<i>Desmostachys vogelii</i>	ar	21	G	eGlo	bm						1	1			1	1	1	1	1	1	2	2	
Espèces des forêts sous influence orientale (fdh), communauté à <i>Korupodendron songweanum</i> et <i>Hypolytrum chevalieri</i> (OrInfl)																								
947	<i>Quassia africana</i>	ar	61	CG	eGlo	bm	dr	Sé								4	3			12	2			
949	<i>Hypolytrum chevalieri</i>	H	53	BGA	eLoc								1	1						2	2			
950	<i>Drypetes molunduana</i>	Ad	47	BGA	eMoy	bm	val	Sé	Sat	Altit.					2	1			5	2		4	3	
951	<i>Psychopetalum petiolatum</i>	Ad	44	BGA	eMoy	bm	dr	Sé	eMoy						1	1	2	1		1	1	12	2	
953	<i>Korupodendron songweanum</i>	A	37	BGALit	eLoc	sm	dr	Sé	Marg	Zonal		1	1		2	1			5	2	6	2	8	2
957	<i>Calpocalyx klainei</i>	Ad	33	BGALit	eGlo	bm		Sé														8	1	
963	<i>Dorstenia dinklagei</i> var. <i>dinklagei</i>	H	33	BGA		bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal												2	1	
978	<i>Hymenocoleus nervosus</i> var. <i>orientalis</i>	H	26	BGA	eMoy	bm	val	Sé								4	1	4	1			8	1	
988	<i>Entandrophragma utile</i>	A	21	GC	eGlo	bm+sm	dr	Cid								2	2					1	1	
992	<i>Corymborkis minima</i>	H	33	BGA	eLoc	bm	riv	Sé														1	1	
993	<i>Trichoscypha laxiflora</i>	ar	33	BGA	eMoy	bm+sm		Sé														1	1	
994	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	A	49	CG	eGlo	bm+sm	dr	Sé	eGlo					6	3				2	1	2	1	8	2
Espèces des forêts à caractère oriental (fdh), communauté à <i>Engomegoma gordonii</i> et <i>Sindoropsis le-testui</i> (OrTyp)																								
996	<i>Engomegoma gordonii</i>	A	82	BGAOr	eGlo	bm	dr	Sé	Marg	Altit.				5	2							15	4	
997	<i>Anthonotha fragrans</i>	A	75	GC	eGlo	bm																6	3	
999	<i>Palisota barteri</i>	H	75	GC	eGlo																	8	3	
1000	<i>Aubrevillea platycarpa</i>	A	64	GC	eGlo	bm		Cid	Tran	Sec			2	2			2	2	2	1	2	1	10	4
1004	<i>Celtis tessmannii</i>	A	50	CG	eMoy	bm	dr	Sé			4	3				5	2			3	2	10	4	
1006	<i>Dialium tessmannii</i>	A	50	CG	eGlo	bm	dr	Sé														2	2	
1007	<i>Hymenostegia felcisis</i>	A	50	BGAOr	Marg	bm	dr	Sé	eMoy													6	2	
1011	<i>Sindoropsis le-testui</i>	A	50	BGAOr	Marg	bm	dr	Sé	eMoy													2	2	
1017	<i>Newtonia leucocarpa</i>	A	40	BG	Marg	bm	dr	Sé													1	1	3	3
1020	<i>Tarenna calliblepharis</i>	ar	34	BG	eLoc	bm+sm		Sé					1	1	1	1				1	1	8	2	
1021	<i>Iringia excelsa</i>	A	33	CG	eGlo	bm	dr+val	Sé			1	1										2	2	
1027	<i>Anthonotha isopetala</i>	Ad	25	BGA	eLoc	bm	dr	Sé														4	1	
1028	<i>Antrocaryon klaineum</i>	A	25	BG	Marg	bm		Sé														2	1	
1031	<i>Copaifera religiosa</i>	A	25	BGA	eMoy	bm	dr	Sé	eMoy													1	1	
1032	<i>Cryptosepalum pellegrinianum</i>	A	25	BGA	eMoy	bm	val	Sé	eMoy													1	1	
1033	<i>Gilbertiodendron brachystegioides</i>	A	25	BGA	eMoy	bm		Sé														2	1	
1036	<i>Letestua durissima</i>	A	25	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	Marg	Zonal												1	1	
206	<i>Indéterminés</i>										37	4	16	2	25	3	36	6	10	2	12	3	49	7
																20	3	10	3			24	4	

On remarque que les communautés végétales ne sont pas caractérisées que par des éléments propres. Par exemple, les espèces caractéristiques des forêts submontagnardes ne sont pas caractérisées que par des espèces submontagnardes mais aussi par des espèces des milieux hydromorphes planitiaires transgressives en forêts submontagnardes. De même, les forêts denses humides à tendance semi-décidues à caractère continental et vallicole (BGC, fdhs + val), étudiées au Dja (Cameroun), sont davantage caractérisées par des espèces transgressives des forêts semi-décidues (GCp, Tran) et transgressives des milieux hydromorphes et secondaires que par un élément propre (BGC).

Des considérations de ce genre ont amené certains phytosociologues à rejeter le concept des syntaxon à caractères floristiques figés. Ceux-ci considèrent alors plutôt les communautés végétales comme étant caractérisées chacune par un assemblage de groupes écologiques plus ou moins développés. Les forêts vallicoles (Cont, LitInflBas, LitCotBas) seront par exemple caractérisées par un développement plus important du groupe des espèces vallicoles.

Il est donc possible de redessiner le *Tab.45* sous l'angle des groupes écologiques. Mais cette deuxième approche présente, elle aussi, ses propres inconvénients. Il existe en effet des espèces à préférence écologique marquée pour plus d'un facteur environnemental, par exemple des espèces des milieux hydromorphes submontagnards, etc. Bien d'autres remarques ont été émises aux chapitres I.5 et IV.1, ce qui nous a amené à imaginer un système de caractérisation choroécologique particulier permettant de définir sur base d'un nombre limité de critères l'ensemble des groupes écologiques possibles. L'étude plus détaillée de ces aspects est traitée au chapitre IV.1.

Les plus importants groupes écologiques sont présentés dans l'annexe 11.

III.1.3 DÉTERMINISME ÉCOLOGIQUE DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES

La première question que l'on se pose est de savoir quelles sont les variables environnementales les plus explicatives de la variabilité floristique. Une méthode classique pour répondre à cette question est de tester l'effet significatif de chaque variable lors de l'analyse canonique des correspondances (CCA, tests de permutation).

Dans ce chapitre, nous excluons de toutes nos analyses les relevés continentaux du Dja et les relevés côtiers de Ndoté et Monte Bata. En effet, les différents gradients écologiques sont déjà bien représentés au travers des relevés de Monte Alén et nous préférons dès lors nous concentrer sur cette région géographiquement plus limitée et plus cohérente afin notamment de pouvoir faire la part des choses entre les effets spatiaux (différences floristiques conditionnées par la distance géographique) et les effets environnementaux.

Toutes les variables environnementales disponibles sont prises en compte pour la première analyse (cf. chapitre II.3 et annexe 2). Bien sûr, on n'inclut pas dans celles-ci les variables géographiques (latitude et longitude). Pour la classe topographique et pour la profondeur du sol, une échelle semi-quantitative a été préférée. Dans le premier cas, pour ne pas augmenter exagérément le nombre de variables (par rapport à X-1 variables topographiques binaires) et parce que les différentes situations topographiques sont aisément classées selon une suite logique, correspondant à un gradient d'hydromorphie et de profondeur du sol (ou plutôt de sensibilité aux sécheresses). Dans le second cas, pour surmonter le problème lié au fait que la profondeur n'est pas connue précisément pour les sols plus profonds que la tarière (>1,3m). L'analyse indique que 6 variables environnementales sont significativement corrélées à la variabilité floristique (Tab.33).

Tab.33 Evaluation de l'effet significatif des diverses variables environnementales disponibles par tests de permutation de Monte Carlo. L'analyse a été effectuée dans Canoco pour un nombre de permutations établi à 999. Les données analysées incluent l'ensemble des relevés réalisés dans la région du Parc National de Monte Alén. La symbolique des variables, décrite au chapitre II.3, est rappelée.

Var. Env.	Extrafit	Extrafit (reduced model)	F-ratio	Variance cumulée	p-value
Altitude (Altit)	0.32	0.32	2.80	0.32	0.001
Pluviosité (Pluvio)	0.21	0.20	1.86	0.52	0.001
Recouvrement des mousses (Bryoph)	0.21	0.19	1.76	0.71	0.001
Distance sous le vent de la ligne de crête (distlign)	0.20	0.18	1.77	0.89	0.001
N°. de lignes de crêtes sous le vent (Nbrelign)	0.20	0.14	1.40	1.03	0.001
Distance à l'océan (Docean)	0.21	0.13	1.35	1.17	0.017
Profondeur du sol (SolProfC)	0.19	0.11	1.11		0.255
Hydromorphie (Hydro)	0.18	0.11	1.07		0.345
Dynamique (Dyn)	0.11	0.10	1.00		0.519
Présence de rochers affleurants (Rochers)	0.12	0.09	0.92		0.691
Présence d'un horizon gravillonnaire (HorizGr)	0.18	0.09	0.91		0.680
Situation topographique (Topo)	0.19	0.09	0.91		0.689
TOTAL				1.78	

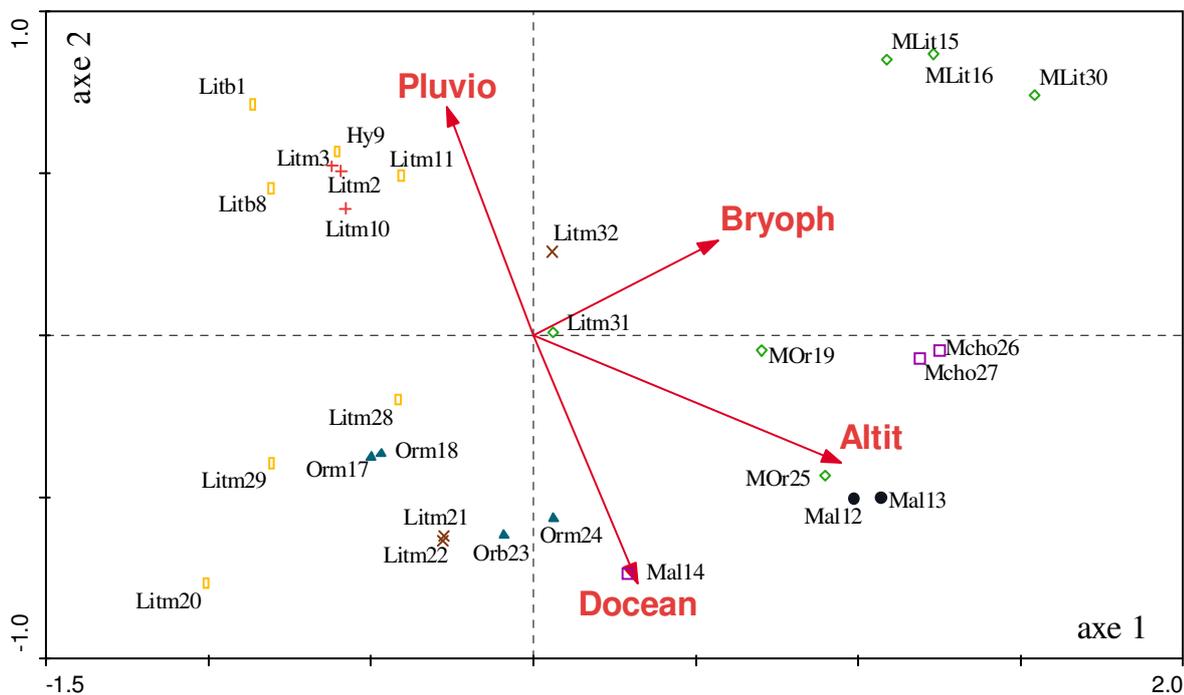
Les six variables significatives sont donc sélectionnées pour procéder à une analyse canonique. Les résultats de l'analyse indiquent un facteur d'inflation très élevé (VIF > 100) pour les variables DOcean et DistLign traduisant une certaine redondance de ces variables par rapport à d'autres. En effet, lorsqu'on regarde la matrice de corrélation fournie dans le fichier "log", on constate une très forte corrélation positive entre ces 2 variables et la variable

NbreLign ($r_{DOcean/DistLign} = 0,95$; $r_{DOcean/NbreLign} = 0,86$ et $r_{DistLign/NbreLign} = 0,79$).

Par conséquent, les variables DistLign et NbreLign sont à leur tour supprimées pour ne garder que la variable la plus objective, soit DOcean. Afin de renforcer ce choix, nous avons réalisé une ACP sur ces 3 variables. Les résultats indiquent que les 3 variables sont corrélées à l'axe 1 de l'ACP et surtout que la variable la plus corrélée à l'axe 1 est DOcean.

Il nous reste donc 4 variables environnementales. Une nouvelle CCA est réalisée. Les résultats sont résumés au Tab.34 (Fig.46). Notons que l'effet significatif de toutes les variables a été testé une fois encore, en supprimant ces 2 variables redondantes, et que les résultats se sont montrés très similaires à ceux du Tab.33. La DOcean est toutefois devenue hautement significative ($p\text{-value} = 0,001$).

Fig.46 Analyse canonique des correspondances réalisée sur les relevés de la région du Parc National de Monte Alén avec les quatre variables environnementales dont l'effet a été jugé significatif et non redondantes. L'option "downweighting of rare species" a été sélectionnée. Les différents symboles représentent les communautés végétales décrites au chapitre précédent.



Tab.34 Présentation synthétique des résultats de l'analyse canonique de correspondances illustrée à la Fig.46. L'effet significatif (* = $p < 0,01$) a été évalué par tests de permutations de Monte Carlo (à 999 permutations) pour les différentes variables environnementales ainsi que pour les axes canoniques. La part de la variance totale expliquée par les variables environnementales est indiquée à droite de la somme des eigenvalues (27%).

Axes canoniques		1*	2	3	4
Eigenvalues :		0,358	0,22	0,168	0,141
Correlations espèces-environnement :		0,968	0,98	0,974	0,965
Pourcentage cumulé de la variance					
pour les données d'espèces :		11	17,7	22,9	27,2
pour la relation espèces-environnement :		40,4	65,2	84,1	100
Intraset correlation coefficients					
	LambdaA	F-ratio			
Altit *	0,32	2,8	0,8644	-0,4156	-0,0294
Bryoph *	0,19	1,76	0,517	0,3103	0,6982
Pluvio*	0,2	1,86	-0,2432	0,7431	-0,5817
Docean *	0,18	1,73	0,292	-0,8065	0,3597
Sum of all unconstrained eigenvalues = total inertia :		3,26			
Sum of all canonical eigenvalues *:		0,887	=	27,21	%

Nous venons de voir qu'à l'échelle du Parc National de Monte Alén, la variabilité floristique s'explique principalement par 4 gradients environnementaux. L'altitude et la distance à l'océan sont les 2 variables les plus corrélées aux axes 1 et 2 de la CCA (*Tab.34*). Et pour cause, notre dispositif d'inventaires a été pensé en fonction de ces deux gradients.

Les analyses exposées ci-dessus ont permis de confirmer notre hypothèse de départ selon laquelle les types de forêts denses matures de terre ferme, définis par leur composition floristique, se différencient au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'océan et principalement de part et d'autre de la cordillère de Niefang. La distance à l'océan (**DOcean**) définit donc des types forestiers zonaux, liés à une diminution de la pluviosité (cf. axe 2 de la CCA, *Tab.34*) et probablement à d'autres variables macroclimatiques non mesurées telles que l'amplitude thermique journalière, annuelle, etc.

Par contre, l'altitude (**Altit**) est un paramètre azonal, lié aux montagnes, elles-mêmes plus ou moins disséminées au travers des différentes zones éco-géographiques. On pourrait donc s'attendre à observer des types forestiers d'altitude différents en fonction de la zone éco-géographique dans laquelle ils sont inclus et étant donc autant de variantes locales de types forestiers zonaux. Or nous avons montré que l'altitude est le paramètre le plus corrélé à la variabilité de nos données floristiques. Bien que la matrice de forêt de basse et moyenne altitudes, entourant les montagnes, soit clairement différente de part et d'autre de la cordillère de Niefang, les types submontagnards forment une unité floristique très homogène.

La pluviométrie (**Pluvio**), du moins telle que nous l'avons considérée (cf. méthode), est un paramètre zonal lié au macroclimat tout comme la distance à l'océan. Ces deux variables sont bien sûr en partie corrélées mais elles apportent chacune une part explicative propre.

Le taux de recouvrement de Bryophytes sur les troncs et branches (**Bryoph**) est par contre typiquement une variable azonale. Cette variable est en effet en partie liée à l'altitude puisque toutes les zones submontagnardes ont en commun une forte hygrométrie et par conséquent un fort taux de recouvrement des Bryophytes qu'on observe de la base des troncs jusqu'aux branches des houppiers. Elle est aussi liée à la topographie et à l'hydromorphie du sol (autres paramètres azonaux). On est en effet généralement frappé par le recouvrement de Bryophytes sur les troncs des arbres dans les fonds de vallées (dont le sol reste généralement longtemps gorgé d'eau après les pluies et contribue à une forte humidité de l'air) de même que dans les plaines alluviales.

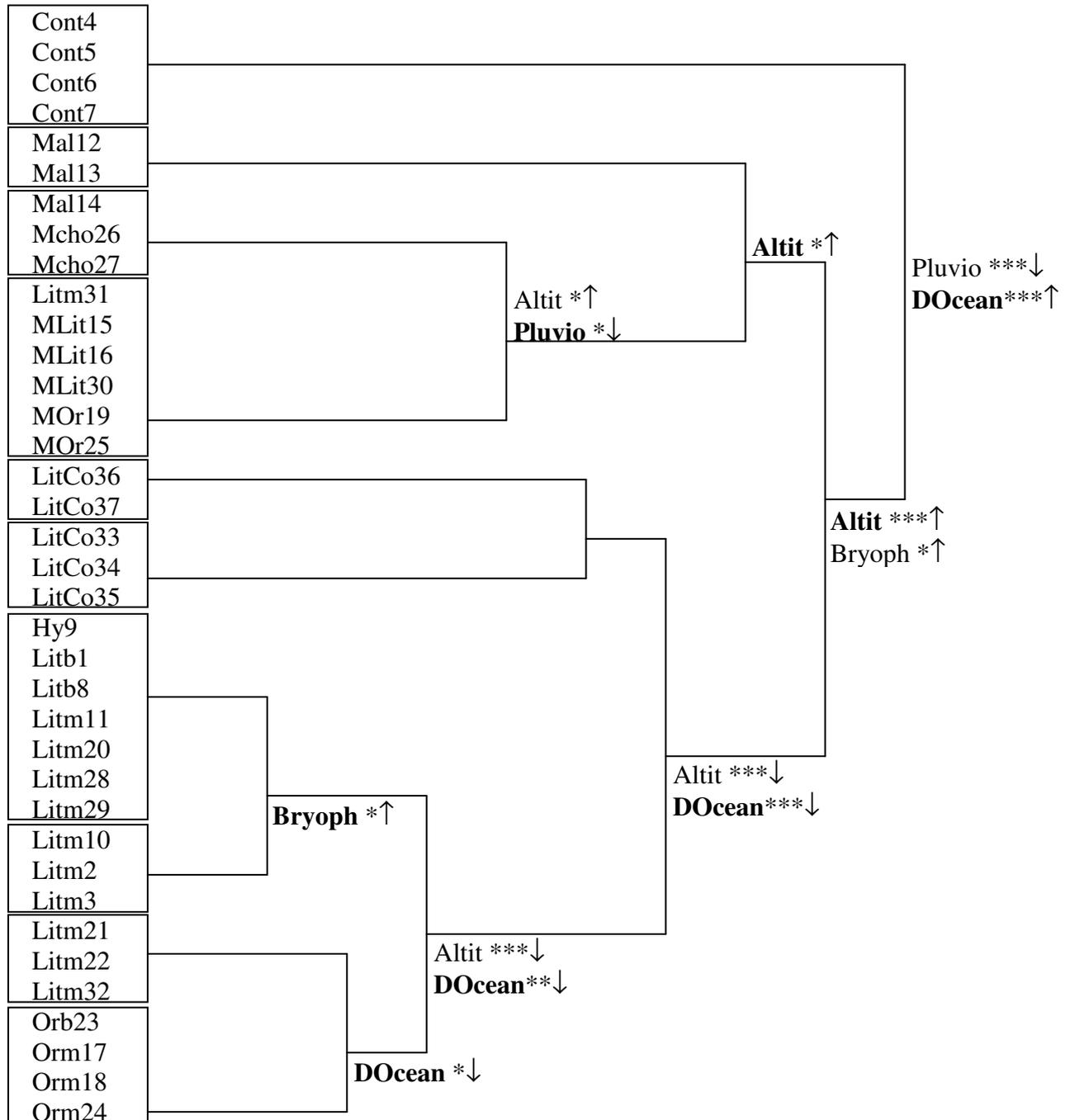
Ces 4 variables sont donc les meilleurs facteurs explicatifs, parmi ceux mesurés, de la variabilité floristique générale. Mais cette considération peut encore être nuancée.

En effet l'analyse de la variabilité floristique nous a permis de décrire et de hiérarchiser plusieurs types forestiers (cf. chapitre III.1.1). On peut donc maintenant enrichir cette classification en testant à chaque niveau de la hiérarchie quelles sont les variables significativement différentes entre les groupes définis (*Fig.47*). A cette fin, nous réalisons des tests de comparaisons non paramétriques: test U de Mann-Whitney (LEGENDRE & LEGENDRE 1998, p. 192).

Si on se concentre sur le groupe atlantique (tous les relevés exceptés ceux du Dja), on remarque que le premier niveau de division est établi sur base des facteurs **Altit** et **Bryoph**. Aux deuxième et troisième niveaux de division, le groupe des forêts atlantiques de basse et moyenne altitudes se subdivise à son tour en fonction de la distance à l'océan (**DOcean**), distinguant les relevés littoraux côtiers des orientaux et de ceux sous influence littorale. Au quatrième niveau, ce sont à nouveau les facteurs **Altit** et **Bryoph** qui différencient les groupements. Ces deux facteurs indiquent dans ce cas principalement une différence au niveau de la rapidité de ressuyement du sol après les pluies et sa sensibilité aux épisodes de sécheresse, mais pas nécessairement une différence de température et d'humidité liée à un étagement altitudinal, comme c'est le cas au premier niveau de division.

Fig.47 Effet significatif des quatre principales variables environnementales testé à chaque niveau de division de la classification hiérarchique des dix communautés végétales, décrite à la Fig.45. Un test de comparaison non paramétrique a été utilisé, à l'aide du logiciel Statistica, pour comparer 2 à 2 les groupes séparés à chaque niveau de la classification: test U de Mann-Whitney (LEGENDRE & LEGENDRE 1998, p. 192).

Pour chaque variable, le sens de la flèche indique vers quel groupe les valeurs de la variable augmentent. Les p-values sont représentées de la manière suivante: * significatif, $p \leq 0.05$, ** hautement significatif, $p \leq 0.01$ et *** très hautement significatif, $p \leq 0.001$.



III.1.4 AUTOCORRÉLATION SPATIALE VS. DÉTERMINISME ÉCOLOGIQUE

Au chapitre précédent, nous avons mis en évidence les variables environnementales les plus explicatives des ensembles floristiques observés. On peut maintenant se demander quelle part de cette variance floristique peut être attribuée à des effets de distance géographique. Les relevés sont-ils différents parce qu'ils sont éloignés géographiquement ou bien parce qu'ils sont écologiquement différents ?

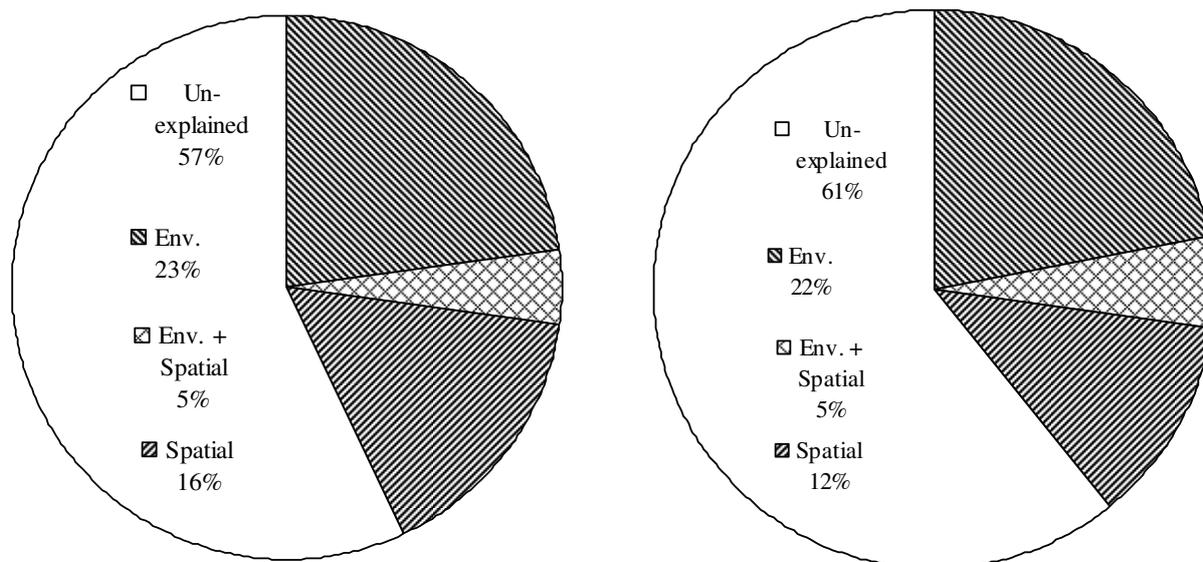
Afin de connaître la part de variance floristique expliquée, d'une part, par les variables environnementales et, d'autre part, par les variables spatiales, nous avons suivi la méthode proposée par BROCARD & al. (1992) et rappelée dans notre partie matériel et méthode. Cette méthode nécessite donc l'introduction de variables spatiales mais il reste à préciser, en pratique, quels sont ces paramètres spatiaux à prendre en considération ?

On pourrait simplement prendre les coordonnées géographiques (latitude et longitude), mais la plus grande variance géographique ne s'exprime pas forcément selon des axes NS et EO. On décompose donc les coordonnées géographiques X et Y (longitude et latitude exprimées en mètres, UTM-32N), chacune centrée (soustraction de la moyenne) mais non normée (division par l'écart type), en 9 variables spatiales (X, Y, X², Y², XY, X²Y, XY², X³, Y³). Ensuite il faut identifier parmi celles-ci, celles qui expriment la plus grande part de la variabilité totale.

La première possibilité est de réaliser une analyse en composantes principales (ACP) sur ces 9 composantes, ce qui nous a permis de mettre en évidence les 3 principaux éléments: XY, Y et Y². L'autre possibilité est d'introduire les 9 composantes dans une CCA et d'en évaluer l'effet significatif à l'aide de tests de Monte Carlo. Cette approche est effectivement beaucoup plus logique que l'ACP puisque ce que nous voulons, c'est identifier les facteurs géographiques les plus liés à la variabilité floristique entre relevés et non pas les facteurs géographiques les plus variables au travers de ces mêmes relevés ! La part de variance floristique expliquée par les 3 axes de l'ACP (15% pour les axes 1, 2 et 3) s'avère d'ailleurs plus petite que celle des 3 facteurs signalés significatifs dans la CCA (17% pour Y, X² et X).

Dans notre cas, nos 28 relevés de Monte Alén sont répartis en 5 groupuscules géographiques, correspondant aux voies d'accès relativement limitées. Par conséquent, il est encore possible d'utiliser un lot de 4 covariables de type binaire, indiquant l'appartenance de chacun des 28 relevés à l'un ou l'autre groupe géographique cohérent. Dans ce cas, l'analyse canonique montre que la part de variance floristique expliquée par ces 4 paramètres géographiques atteint 21%. Étant donné que nous ne voulons surtout pas minimiser l'effet spatial, ce sont donc ces 4 derniers paramètres que nous retiendrons pour la partition de la variance floristique (*Fig.48a*).

Fig.48 Partition de la variance floristique entre les effets environnementaux et les effets spatiaux en considérant:



a) Spatial = 5 groupes géographiques

b) Spatial = X, Y et X² (significatifs dans la CCA)

Bien que nous ayons maximisé l'effet spatial, la variabilité floristique entre les relevés s'explique davantage par des différences environnementales que par des effets de limitation de la dispersion (effet spatial). Mais à quel point la variabilité environnementale de nos relevés est-elle spatialement autocorrélée ? En effet, bien souvent la différence écologique entre 2 sites est fonction de la distance qui les sépare. Il est possible de préciser davantage cette relation à l'aide de comparaisons de matrices de distances entre relevés (tests de Mantel).

Pour estimer l'autocorrélation spatiale de nos variables environnementales, nous réalisons un test de Mantel entre une matrice de distance géographique (distance euclidienne pour latitude et longitude en UTM-32N) et une matrice de distance environnementale (distance euclidienne sur les données centrées et normées) pour les 28 relevés de Monte Alén. Nous comparons ensuite les corrélations avec une matrice de distance floristique basée sur l'indice de Bray-Curtis.

Le test de Mantel montre que les variables environnementales sont fortement organisées spatialement (*Tab.35*), ce qui est tout à fait normal étant donné qu'une des principales variables est la distance à l'océan (prise comme indicateur du macroclimat) qui est elle-même en quelque sorte une variable spatiale. Il est surtout intéressant de noter que la variabilité floristique entre relevés est bien plus corrélée à des variations environnementales qu'à la distance qui les sépare, ce qui rejoint les résultats de nos CCA partielles.

Tab.35 Tests de Mantel donnant les coefficients de corrélation (r) entre flore, environnement et distance géographique pour l'ensemble des 28 relevés de Monte Alén. Les p-values (tests de permutation à 999 permutations) sont indiqués dans la moitié supérieure du tableau.

	Flore	Env.	Spatial
Flore	.	0,001	0,002
Env.	0,6228	.	0,001
Spatial	0,2363	0,645	.

III.2 Analyse de la contribution des différentes strates forestières à la définition et à la classification des associations végétales

Les tergiversations du chapitre III.1.1 ont permis de choisir la méthode la mieux adaptée à notre cas pour définir et classer les groupes floristiques, à savoir la construction du dendrogramme par UPGMA sur une matrice de distance floristique basée sur la distance de Bray-Curtis, calculée à partir de données de classes d'abondance de type Van der Maarel. De même, la manière de calculer les distances écologiques a été discutée (sélection des variables environnementales majeures) ainsi que les variables géographiques exprimant au mieux notre lot de données.

Nous avons déjà vu précédemment que l'influence des variables environnementales peut varier considérablement en fonction de l'échelle de distance floristique, aux différents niveaux de la classification hiérarchique. Le choix des types de végétation inclus dans l'analyse a par conséquent forcément un effet sur les résultats.

Il est par ailleurs évident que les liens flore-environnement-spatial ne sont pas les mêmes selon les groupes biologiques, taxonomiques ou structuraux considérés. TUOMISTO & al. (2003) ont montré par exemple que ces liens varient en fonction des modes de dispersions: les données floristiques sont plus spatialement autocorrélées pour des groupes taxonomiques principalement à faible dispersabilité (tels que les Melastomataceae) que pour des groupes taxonomiques à plus forte dispersabilité (tels que les fougères) (PARMENTIER & al. 2005). En fait, les spectres des capacités de dispersion ne sont pas les mêmes d'un groupe taxonomique à un autre, mais aussi d'un habitat à un autre (habitats ouverts vs. fermés), d'une strate à une autre (sous-bois vs. strate supérieure), etc.

On peut donc utiliser les mêmes outils qu'au chapitre III.1 pour tenter de répondre aux questions suivantes:

-La classification des groupements végétaux est-elle différente en fonction de la strate considérée ? Qu'en est-il pour les ensembles structuraux ?

-Quelle est la contribution des différents ensembles structuraux au lot d'espèces indicatrices ? Ces espèces indicatrices sont-elles liées à un niveau de la classification hiérarchique différent en fonction de l'ensemble structural auquel elles appartiennent ? Une hypothèse souvent avancée consiste à dire que les strates inférieures définissent des variantes locales de types forestiers décrits sur base des strates supérieures (LEJOLY, comm. pers.).

-Les variables environnementales déterminantes sont-elles les mêmes ?

-Les liens flore-environnement-spatial sont-ils les mêmes ?

III.2.1 COMPARAISON DES CLASSIFICATIONS SELON LES STRATES OU LES ENSEMBLES STRUCTURAUX

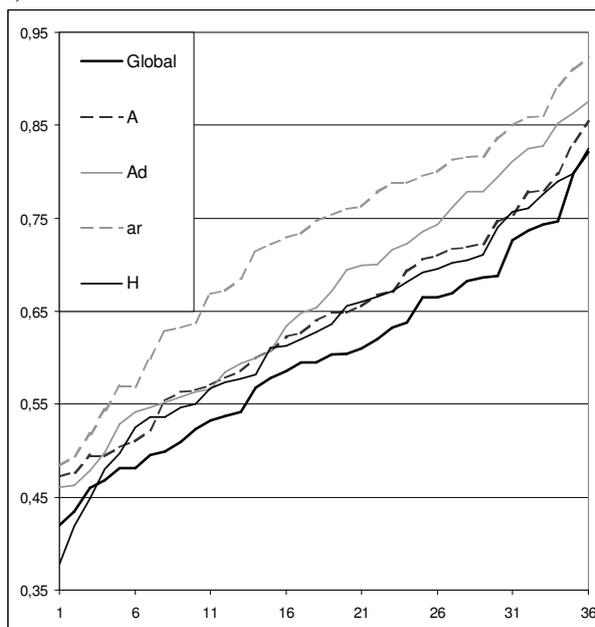
La classification des groupements végétaux est-elle différente en fonction de la strate considérée ? Qu'en est-il pour les ensembles structuraux ?

Pour répondre à cette première question, nous comparons les dendrogrammes de ressemblance obtenus, d'une part, pour chaque strate et, d'autre part, pour chaque ensemble structural (cf. quelques exemples illustratifs *Fig.50*). Pour les ensembles structuraux A et H, c'est-à-dire les sous-relevés A et H pour lesquels on ne considère que les données relatives aux espèces propres à la strate, on retrouve une classification très proche de celle à laquelle nous avons abouti sur base des données globales (cf. III.1.1.2). Pour les arbres dominants (A), l'interprétation des résultats est plus difficile principalement à l'intérieur du groupe des relevés de basse et moyenne altitudes sous influence littorale et orientale. Les autres groupes restent en revanche bien distincts et la hiérarchie de ceux-ci est, elle aussi, retrouvée. Pour les espèces de la strate herbacée, les différences sont elles-aussi mineures.

Pour ce qui est des strates Ad (*Fig.50*) et ar (non illustré), on ne retrouve ni groupes cohérents, ni hiérarchie. Cette constatation est encore plus claire si on ne considère que les données relatives aux ensembles structuraux. L'augmentation du désordre dans les classifications est illustrée à la *Fig.49* où la distance entre groupes d'un niveau hiérarchique donné est indiquée en fonction du rang croissant des divisions, et ce pour chacune des classifications relatives à un compartiment donné (A, Ad, etc.). Pour les Ad et les ar, on constate que les groupes formés sont, dès les premiers rangs de division, nettement plus dissemblables et donc que leur différenciation se concentre sur ces premiers rangs de division (dans le haut du dendrogramme), ce qui n'est pas le cas pour les données globales, ainsi que pour les A et H, où les distances entre groupes évoluent plus lentement et plus régulièrement.

Fig.49 Evolution des distances floristiques (Bray-Curtis sur les valeurs en classes de type Van der Maarel, en ordonnées) en fonction du rang croissant des divisions successives d'une classification (en abscisse). Les courbes sont tracées pour les différentes strates (a) et les différents ensembles structuraux (b) sur base de l'ensemble des relevés étudiés (37).

a) strates



b) ensembles structuraux

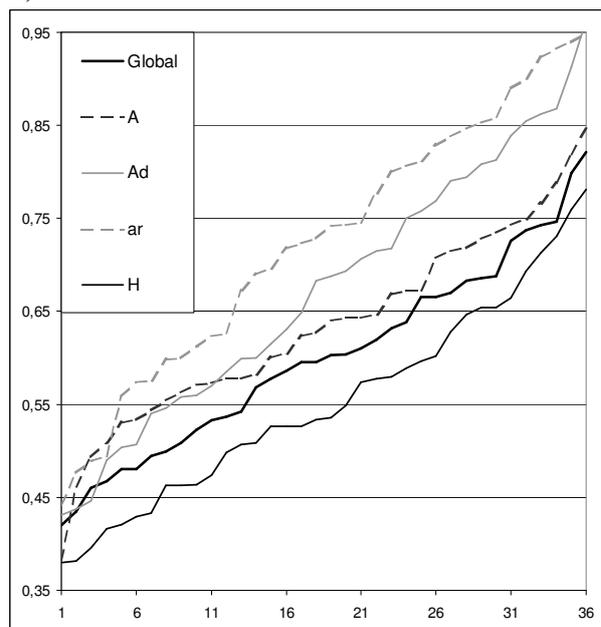
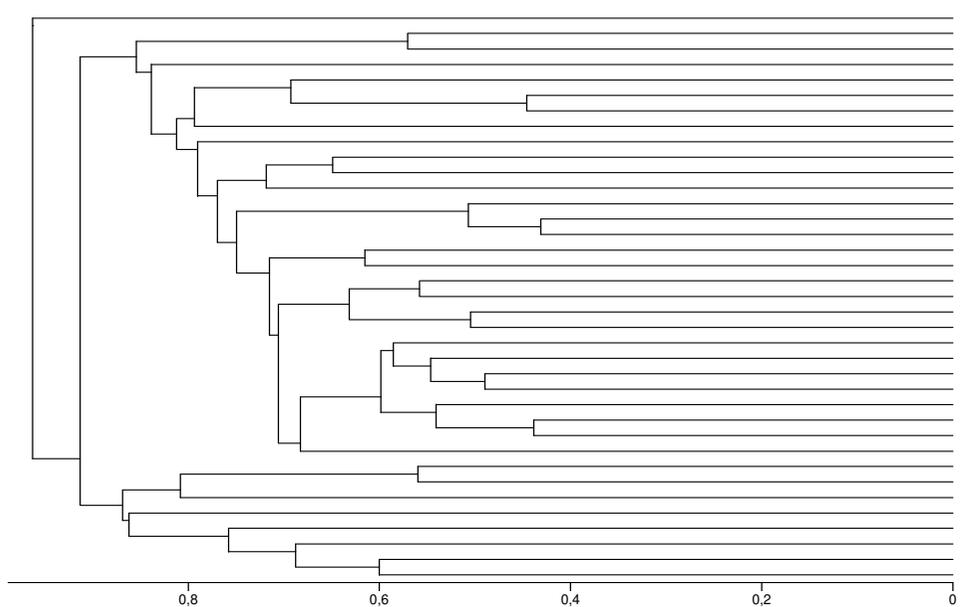
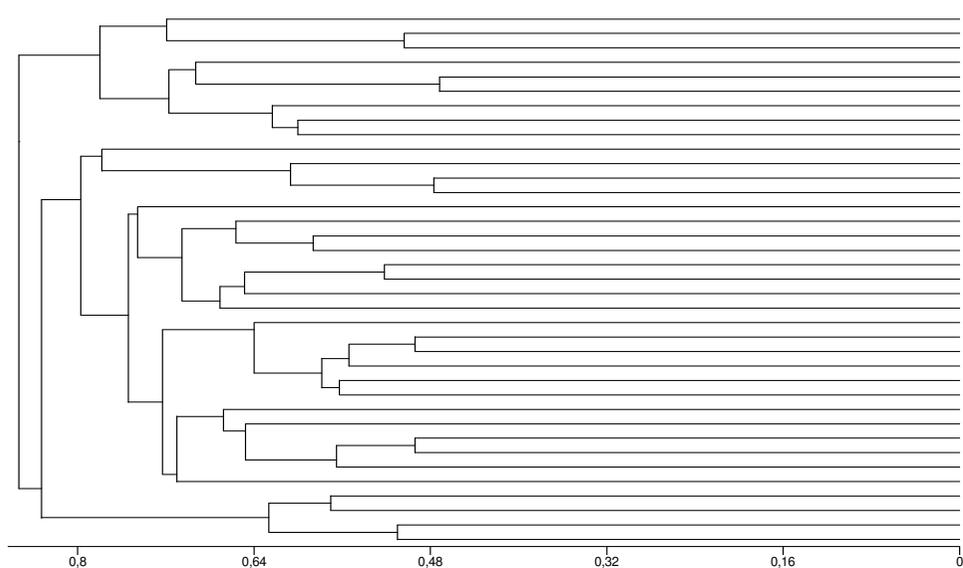


Fig.50 Dendrogrammes de ressemblance entre relevés construits par UPGMA sur base des données floristiques des 37 relevés avec les espèces propres aux strates **A** (supérieur gauche) et **H** (supérieur droit). Les dendrogrammes du bas comparent les mêmes relevés pour les données des sous-relevés **Ad complets** (inférieur gauche) ou **réduits** aux espèces propres à cette strate (inférieur droit). Les données introduites sont en coefficients d'abondance de type Van der Maarel (GloAD) et l'indice de distance calculé est celui de Bray-Curtis.

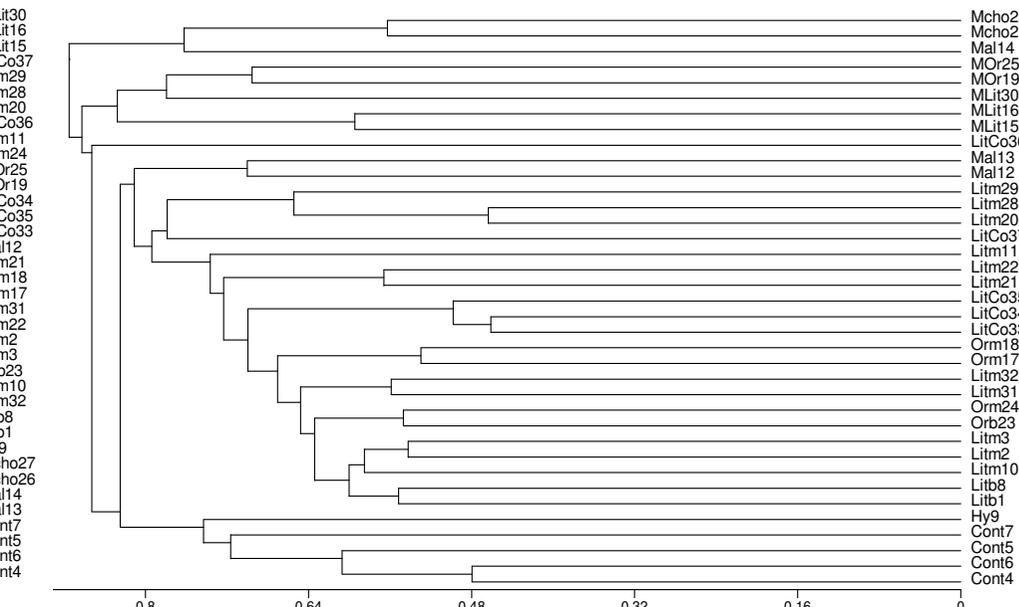
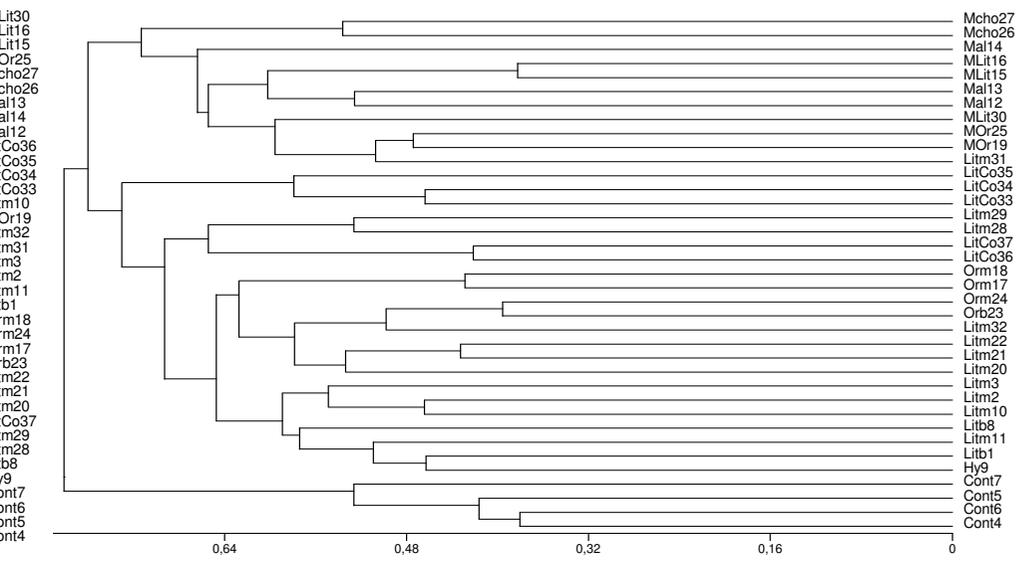
B. SENTERRE (2005)

Résultats - III.2

176



B. SENTERRE (2005)



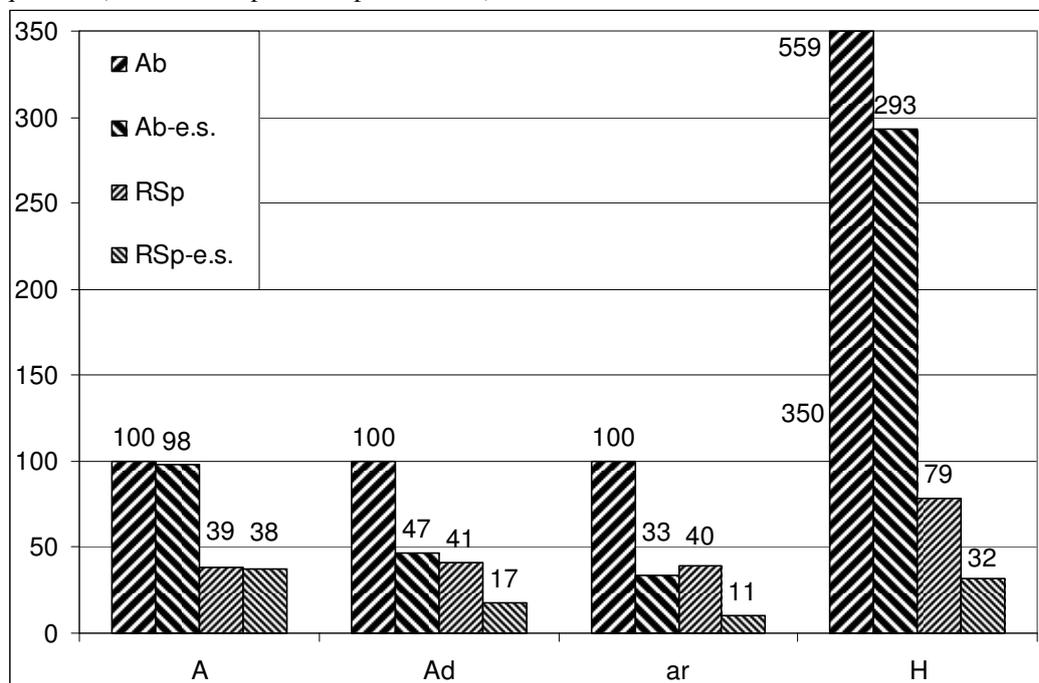
Résultats - III.2

176

Notons que les coefficients de corrélations flore-environnement ont en outre été calculés pour les différents compartiments (cf. plus loin au *Tab.38*) et les résultats vont dans le même sens que les considérations faites ici, à savoir une corrélation plus faible pour les ensembles structuraux Ad et ar alors que ces mêmes corrélations flore-environnement ne sont guère différentes entre strates A, Ad et ar.

Quelles sont les explications possibles ? Premièrement, il faut rappeler que nos relevés sont réalisés à effort d'échantillonnage constant pour les strates mais pas pour les ensembles structuraux. Les lots de données pour les strates A, Ad et ar sont donc constitués d'une quantité d'informations comparables, soit 100 individus observés et représentant de l'ordre de 40 espèces différentes (moyennes par relevé, *Fig.51*). Toutefois c'est la qualité de l'information qui n'est pas la même ! En effet, pour les strates Ad et ar, la quarantaine d'espèces qu'on observe en moyenne dans un relevé se répartit entre 16 à 17 espèces propres à la strate (ensemble du présent) et le reste propre aux strates supérieures (ensemble du futur). En conséquence, la contribution de chaque ensemble structural à la composition floristique observée dans le relevé devient très dépendante du hasard puisque l'effort d'échantillonnage propre à chaque ensemble structural est devenu insuffisant. On ne peut donc pas répondre à la question de départ. La strate herbacée nous apporte un second élément de réponse. En effet, celle-ci, bien que située dans l'ambiance microclimatique particulière du sous-bois, a été échantillonnée de manière plus représentative et fournit une classification des communautés végétales très similaire à celle produite à l'aide des données de la strate A. On n'a donc pas de raison de penser que les strates Ad et ar en fassent autrement.

Fig.51 Nombre moyen d'observations et d'espèces par sous-relevé en considérant toutes les données (Ab et RSp, respectivement) ou bien seulement celles se rapportant à l'ensemble structural correspondant au sous-relevé en question (Ab-e.s. et RSp-e.s., respectivement).



Quelle est la contribution des différents ensembles structuraux au lot d'espèces indicatrices ? Ces espèces indicatrices sont-elles liées à un niveau de la classification hiérarchique différent en fonction de l'ensemble structural auquel elles appartiennent ? Les différents niveaux de divisions établis dans la classification hiérarchique des communautés végétales (*Fig.45*) sont-ils confirmés par la présence d'espèces indicatrices ?

Le nombre d'espèces à haute valeur indicatrice est inférieur pour les ensembles structuraux sous-échantillonnés tels que Ad et ar. Toutefois, on remarque que parmi ces 2 catégories, les arbustes comptent davantage d'espèces indicatrices que les arbres dominés (38 sp. contre 35 à IndVal > 60) bien que ces derniers aient été plus intensivement échantillonnés (cf. Fig.51 ci-dessus). Quant aux ensembles structuraux A et H, à effort d'échantillonnage suffisant, ce sont de loin les arbres dominants qui fournissent la majorité des espèces indicatrices: 79 sp. à IndVal > 60% contre 59 pour les espèces de la strate herbacée. Mais d'une part les arbres dominants sont représentés par davantage d'espèces et en termes de proportion les ensembles A et H sont tous deux caractérisés par 25% d'espèces à IndVal > 60% et, d'autre part, le nombre d'espèces à haute valeur indicatrice est comparable pour les deux ensembles.

Quel que soit l'ensemble structural considéré, les niveaux caractérisés par un maximum d'espèces indicatrices sont les mêmes, à savoir en premier le niveau 2 (séparant les relevés continentaux des relevés atlantiques) puis les niveaux 4 et 6. Le niveau 3, séparant les relevés submontagnards des relevés de basse et moyenne altitudes, est cependant davantage caractérisé par des espèces indicatrices propres à la strate A. On pourrait s'étonner de la faiblesse du nombre d'espèces indicatrices de la strate herbacée, pour ce niveau, mais il faut rappeler que le groupe des relevés submontagnards contient une variante plus sèche (MontSup) et que par conséquent, l'essentiel des espèces caractéristiques de l'étage typiquement submontagnard (hygrophile) se situent au niveau 4.

Tab.36 Comparaison du nombre d'espèces indicatrices en fonction du niveau hiérarchique dans la classification des communautés végétales reconnues (cf. Fig.45) et entre ensembles structuraux (ES). Le niveau 1 correspond à l'ensemble des relevés et donc aux espèces ubiquistes. Les nombres totaux d'espèces (RSp) par ensemble structural et par niveau hiérarchique sont indiqués. Cinq classes de valeurs indicatrices (IndVal) sont distinguées: 1 = 0 à 20%, 2 = 20 à 40%, 3 = 40 à 60%, 4 = 60 à 80% et 5 = 80 à 100% (bornes supérieures incluses). Les classes 1 et 2, espèces peu indicatrices, sont regroupées en une catégorie dans le tableau présenté.

ES	Classe	<>	Niv1	Niv2	Niv3	Niv 4	Niv 5	Niv 6	Niv 7	Niv 8	Niv 9	Niv 10	Total
A	1,2	7	7	29	4	11	3	18	18	3	21	13	134
	3		4	23	8	8	6	23	11	3	5	8	99
	4		5	16	7	9		6	4		4	2	53
	5		2	9	2	3		4	2		1	3	26
	IndVal		55,6	49,2	55,6	53,8	45,7	48,5	40,8	41,2	37,3	44,0	47,2
	RSp	7	18	77	21	31	9	51	35	6	31	26	312
Ad	1,2	13	1	15	3	17	3	8	16	3	13	12	104
	3		3	8	9	12	5	8	3		3	3	54
	4		1	8	2	4	2	5	3			1	26
	5			4		2		3					9
	IndVal		51,4	48,7	46,7	44,1	49,6	51,2	35,2	26,3	30,4	31,6	41,5
	RSp	13	5	35	14	35	10	24	22	3	16	16	193
ar	1,2	25	1	36	2	15	4	10	27	8	17	56	201
	3		2	22		19	1	7	5	4	5	3	68
	4			11	1		2	2	1		2	4	23
	5		1	4		5	1	4					15
	IndVal		54,1	43,0	45,6	46,4	52,8	49,8	30,0	35,7	35,6	25,4	41,8
	RSp	25	4	73	3	39	8	23	33	12	24	63	307
H	1,2	7	1	18	3	10	4	6	31	5	15	32	132
	3		3	7	2	21	3	4	1	1	5	2	49
	4		2	16	3	3	1	7	2	1	1	1	37
	5		4	5	1	8		2	1			1	22
	IndVal		68,6	53,5	54,2	55,0	37,7	55,5	27,8	39,6	36,5	26,9	45,5
	RSp	7	10	46	9	42	8	19	35	7	21	36	240
Tot	1,2	52	10	98	12	53	14	42	92	19	66	113	571
	3		12	60	19	60	15	42	20	8	18	16	270
	4		8	51	13	16	5	20	10	1	7	8	139
	5		7	22	3	18	1	13	3	0	1	4	72
	IndVal		57,4	48,6	50,5	49,8	46,5	51,2	33,4	35,7	35,0	32,0	44,0
	RSp	52	37	231	47	147	35	117	125	28	92	141	1052

III.2.2 PARAMÈTRES ENVIRONNEMENTAUX DÉTERMINANTS SELON LES STRATES

Les variables environnementales déterminantes sont-elles les mêmes d'une strate à l'autre ? L'analyse de l'effet significatif de chacune des variables environnementales a été testé à l'aide des tests de permutation réalisables lors de la CCA, dans Canoco (analyse manuelle). Nous ne comparons ici que les deux extrêmes du gradient de microclimat vertical, ensembles structuraux A et H, puisque nous avons expliqué que seuls ceux-ci sont comparables au niveau de l'effort d'échantillonnage.

Cette analyse a montré que les variables environnementales significatives sont les mêmes que pour l'analyse globale. Les résultats de l'analyse canonique (Tab.37) indiquent que la part de variance expliquée par les facteurs environnementaux est très similaire quelle que soit la strate considérée (de l'ordre de 27 %). En revanche l'ordre d'importance des facteurs n'est pas le même. La distance à l'océan est un facteur majeur (près de 7 % de la variance totale) dans la strate supérieure, où elle est très fortement corrélée au second axe canonique. Tandis que pour la strate herbacée, la part de variance attribuée à l'effet de distance à l'océan n'est plus que de 4,4 %, à la limite de l'effet significatif (p-value pour 999 permutations = 0,047). On constate par ailleurs que l'effet de la pluviosité diminue lui aussi fortement pour la strate inférieure.

Tab.37 Présentation synthétique des résultats de l'analyse canonique de correspondances réalisée pour les deux extrêmes du gradient de microclimat vertical, ensembles structuraux A et H. L'effet significatif (* p ≤ 0,05, ** p ≤ 0,01 ou *** p ≤ 0,001) a été évalué par tests de permutations de Monte Carlo (à 999 permutations) pour les différentes variables environnementales ainsi que pour les axes canoniques. La part de la variance totale expliquée par les variables environnementales est indiquée entre parenthèses.

a) Ensemble Structural des Arbres dominants

Axes canoniques		1***	2	3	4		
Eigenvalues :		0,469	0,248	0,201	0,147		
Correlations espèces-environnement :		0,970	0,942	0,954	0,905		
Pourcentage cumulé de la variance							
pour les données d'espèces :		12,1	18,4	23,6	27,4		
pour la relation espèces-environnement :		44,0	67,3	86,2	100,0		
Intraset correlation coefficients							
	LambdaA	%	F-ratio				
Altit ***	0,36	9,26	2,68	0,7651	0,5286	0,0590	0,3630
Bryoph ***	0,21	5,40	1,78	0,6285	-0,0101	-0,3325	-0,7031
Pluvio***	0,23	5,92	1,82	-0,1154	-0,6851	0,6203	-0,3640
Docean **	0,26	6,69	1,92	0,0526	0,9203	0,3330	-0,1983
Sum of all unconstrained eigenvalues = total inertia :		3,888					
Sum of all canonical eigenvalues ***:		1,065		(=	27,39	%)	

b) Ensemble Structural de la Strate Herbacée

Axes canoniques		1***	2	3	4		
Eigenvalues :		0,341	0,191	0,135	0,109		
Correlations espèces-environnement :		0,968	0,960	0,930	0,847		
Pourcentage cumulé de la variance							
pour les données d'espèces :		11,6	18,2	22,7	26,5		
pour la relation espèces-environnement :		44,0	68,6	86,0	100,0		
Intraset correlation coefficients							
	LambdaA	%	F-ratio				
Altit ***	0,32	10,90	3,20	0,9398	-0,3028	-0,0341	-0,1545
Bryoph ***	0,19	6,47	1,89	0,4374	0,7185	0,2643	0,4718
Pluvio**	0,14	4,77	1,49	-0,4330	0,5215	-0,7272	0,1081
Docean *	0,13	4,43	1,37	0,3889	-0,6500	-0,0880	0,6469
Sum of all unconstrained eigenvalues = total inertia :		2,935					
Sum of all canonical eigenvalues ***:		0,777		(=	26,47	%)	

Ces considérations sont très intéressantes car elles mettent en évidence une différence écologique majeure entre ces deux strates forestières. En effet, pour la strate herbacée, les deux variables dont le pouvoir explicatif diminue le plus par rapport à la strate supérieure, jusqu'à devenir à peine significatives, sont deux variables liées au macroclimat. Les variations macroclimatiques exprimées par ces variables sont relativement faibles et progressives à l'échelle de notre dition. Par contre, les variables altitude et taux de recouvrement des Bryophytes expliquent une part plus importante de la variance floristique quand on considère la strate herbacée. Ces variables sont liées à d'importants contrastes écologiques relativement localisés, caractérisant des types de végétation azonaux. L'altitude détermine le passage au type submontagnard caractérisé par une température nettement plus basse et une forte hygrométrie (en quantité et en durée). Ce facteur différencie aussi les collines à sol bien drainé, et plus sensibles aux épisodes de sécheresse, des fonds de vallées à sol ne ressuyant pas très vite après les pluies. Quant aux Bryophytes, leur abondance est liée à une forte hygrométrie correspondant soit à un type submontagnard, soit à un engorgement des sols en zones humides, dans les fonds de vallées entre autres.

Les effets microclimatiques que nous venons d'évoquer ont un impact important sur l'ambiance du sous-bois, tout comme sur la strate supérieure (cf. chapitre précédent). En revanche, les effets des variations légères et progressives de la pluviométrie, et des autres facteurs macroclimatiques liés à la distance à l'océan, sont atténués dans le sous-bois, thermiquement et hydriquement plus stable. La strate supérieure doit quant à elle faire davantage face au stress des radiations solaires et se montre par conséquent plus sensible au macroclimat général. Par conséquent, la végétation du sous-bois varie relativement peu de part et d'autre de la cordillère de Niefang, pour les forêts de basse et moyenne altitudes, alors que la constatation contraire est valable pour la strate supérieure.

III.2.3 IMPORTANCE DES AUTOCORRÉLATIONS SPATIALES SELON LES STRATES

Les liens flore-environnement-spatial sont-ils les mêmes ?

Nous avons vu au *Tab.37* que quelle que soit la strate, la part explicative attribuée aux variables environnementales est similaire bien que toutefois la contribution respective des différentes variables soit quant à elle différente.

La *Fig.52* met en évidence une autre différence: l'autocorrélation spatiale de la variabilité floristique est supérieure pour la strate herbacée. Ce résultat ne nous étonne guère étant donné que les espèces du sous-bois ont un pouvoir de dispersion à grande distance généralement plus faible (BLANC 2002), au contraire de bon nombre d'espèces de la strate supérieure. La part commune environnement-spatial diminue légèrement en toute logique puisqu'on a vu que pour la strate herbacée la variable DOcean est à peine significative et que cette variable est précisément la plus spatialement autocorrélée.

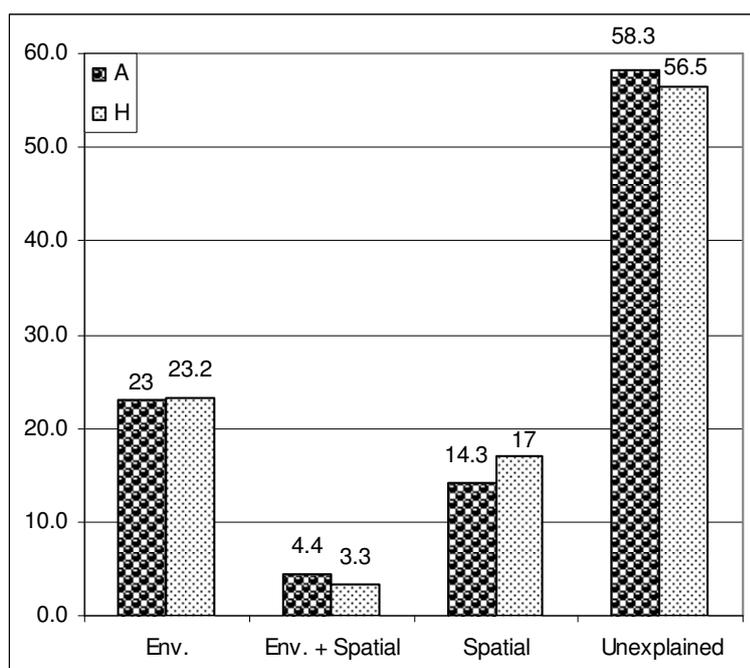


Fig.52 Comparaison de la partition de la variance floristique totale en fonction de l'ensemble structural considéré. Les paramètres environnementaux et spatiaux testés sont les mêmes que ceux correspondant à la Fig.48a.

A l'aide de tests de Mantel, il est possible de comparer les corrélations entre matrices de distance floristique, écologique et spatiale ainsi qu'entre compartiments (pour les données floristiques, Tab.38).

Tout d'abord, on voit que les liens flore-environnement sont semblables entre les trois strates ligneuses et diminuent fortement lorsqu'on considère les

ensembles structuraux pour Ad et ar. Cette diminution de la corrélation est liée à l'augmentation de l'imprécision due à la faiblesse de l'effort d'échantillonnage dans les ensembles structuraux Ad et ar.

Deuxièmement, le coefficient de corrélation flore-spatial rapporté au coefficient de corrélation flore-environnement indique une plus forte proportion pour l'ensemble structural H que pour l'ensemble structural A, ce qui rejoint les observations faites ci-dessus. Les variations floristiques de la strate herbacée sont donc davantage liées à la distance.

Tab.38 Coefficients de corrélation (r) calculés par des tests de Mantel réalisés deux à deux sur les matrices de distances floristiques (**Flo***, pour les 28 relevés de Monte Alén), écologiques (**Ecolo**) et spatiales (**Géogr**). Pour les matrices de distances floristiques, la symbolique des noms utilisés se compose de trois termes: **Flo** (pour distance floristique), **e.s.** ou **Str** (selon qu'on considère l'ensemble structural ou toute la strate, respectivement) et le dernier terme précise la strate (ou ensemble structural) dont il s'agit (**Glo** pour toutes les strates confondues, **A** pour les arbres dominants, etc., **Ad**, **ar** et **H**). L'effet significatif a été évalué pour les coefficients de corrélation à l'aide d'un test de permutations (999 permutations) et les p-values sont indiquées dans la moitié supérieure du tableau.

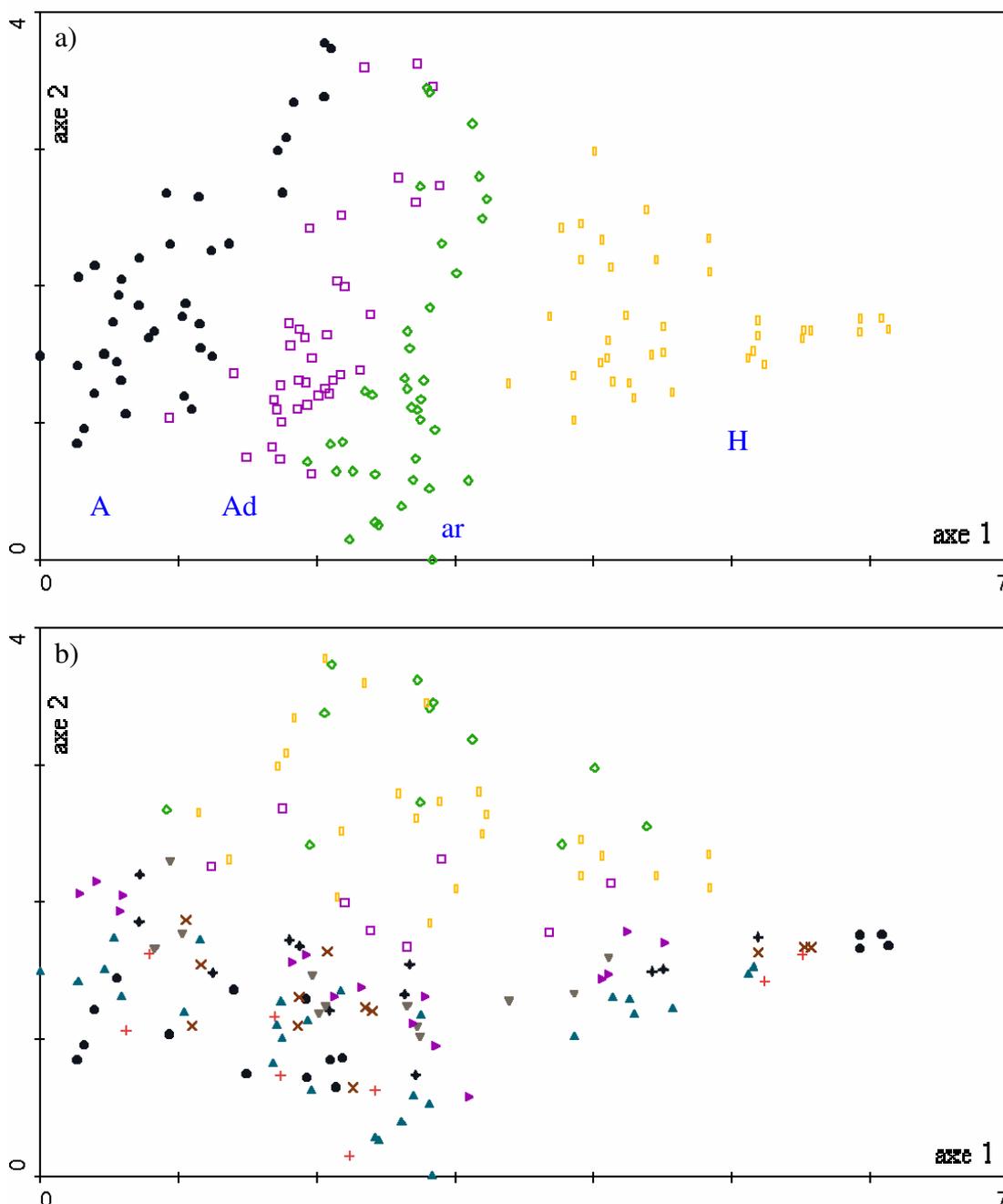
	FloGlo	Floe.s.A	Floe.s.Ad	Floe.s.ar	Floe.s.H	Ecolo	Géogr	FloStrA	FloStrAd	FloStrar
FloGlo	1	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Floe.s.A	0,8181	1	0,001	0,001	0,001	0,001	0,012	0,001	0,001	0,001
Floe.s.Ad	0,7327	0,5637	1	0,001	0,001	0,001	0,053	0,001	0,001	0,001
Floe.s.ar	0,6710	0,5742	0,4481	1	0,001	0,001	0,07	0,001	0,001	0,001
Floe.s.H	0,8661	0,6038	0,5704	0,4730	1	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Ecolo	0,6228	0,4988	0,4134	0,4551	0,5503	1	0,001	0,001	0,001	0,001
Géogr	0,2363	0,1671	0,1162	0,0915	0,2270	0,6450	1	0,02	0,03	0,038
FloStrA	0,8235	0,9805	0,5887	0,5748	0,5885	0,4826	0,1422	1	0,001	0,001
FloStrAd	0,8370	0,6847	0,8843	0,5463	0,6275	0,4824	0,1553	0,7108	1	0,001
FloStrar	0,8207	0,6528	0,6983	0,7611	0,6202	0,4998	0,1317	0,6791	0,7752	1
Géogr/Ecolo	0,3794	0,3349	0,2810	0,2009	0,4124					

III.2.4 ÉTUDE DES LIENS FLORISTIQUES ENTRE LES STRATES

En réalisant une DCA sur l'ensemble des relevés structuraux (37 x 4 = 148 relevés: Litb1A, Litb1Ad, etc.), en considérant donc toutes les espèces, il est possible d'obtenir un aperçu graphique des liens floristiques entre les strates (Fig.53a). Bien sûr, il n'est guère étonnant de retrouver les sous-relevés de strate herbacée bien séparés du reste mais il est surtout

intéressant de noter que même les strates arborées et arbustive se distinguent très nettement et ne présentent que très peu voire pas du tout d'interpénétrations. En outre, l'axe 1 d'ordination, qui représente le gradient de stratification verticale et donc d'intensité lumineuse, indique une variance près de deux fois supérieure à celle de l'axe 2, qui représente la combinaison des gradients écologiques zonaux et azonaux. Au sein d'une strate, la succession des types forestiers sur l'axe 2 suit une progression similaire entre les différentes strates (*Fig.53b*), ce qui confirme nos résultats obtenus avec les classifications et comparaisons de matrices de distances floristiques. Ces résultats montrent bien qu'en forêts tropicales, le gradient de microclimat vertical est plus important que les gradients horizontaux zonaux et azonaux.

Fig.53 Ordination des relevés structuraux par DCA, obtenue sur un tableau de 148 relevés structuraux x 1052 espèces. Les relevés structuraux sont représentés avec des symboles indiquant soit la strate à laquelle ils se rapportent (a), soit le type forestier qu'ils représentent, parmi les 10 types forestiers décrits aux chapitres précédents (b).



III.3 Diversité végétale comparée entre strates et entre habitats

Dans ce chapitre, nous aborderons dans un premier temps les aspects généraux de la diversité végétale observée au cours de nos inventaires, nombre d'espèces, genres, familles, etc. Nous envisagerons ensuite les questions suivantes:

Quels sont les types forestiers les plus riches ? Existe-t-il des différences si on considère des strates et ensembles structuraux différents (comparaisons à strate constante, ou ensemble structural) ? Quelles sont les strates et les ensembles structuraux les plus diversifiés à l'échelle d'un relevé et à l'échelle d'une communauté végétale ? Quelle est la contribution des différents ensembles structuraux à la diversité d'une strate donnée (comparaison entre strate à ensemble structural constant) ? Quelle est l'importance de l'échelle sur les comparaisons de diversité ?

III.3.1 CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Au cours de nos cinq missions de terrain, nous estimons avoir observé environ 27000 individus (nombre approximatif à cause de la strate herbacée), aussi bien lors des prospections que lors des relevés, correspondant à 1155 espèces et morpho-espèces identifiées et réparties en 468 genres et 110 familles. Le nombre d'individus non identifiés à l'espèce ou morpho-espèce est de 1308 (5 %, Fig.54). Ces observations s'accompagnent de 4410 herbiers. Seules 16 espèces ne sont pas représentées par au moins un herbier et sont toutes des espèces banales ou bien connues (annexe 3).

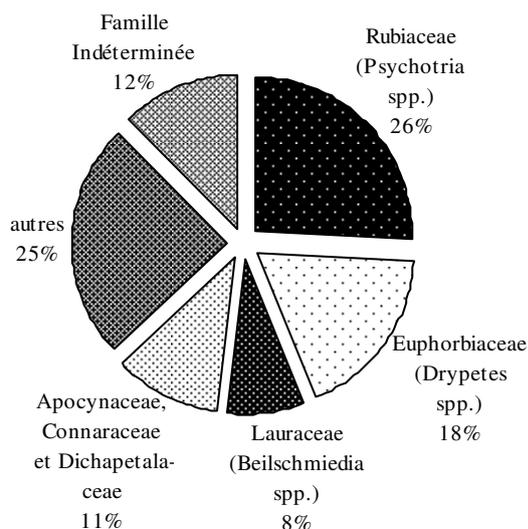


Fig.54 Principales familles particulièrement riches en herbiers indéterminés au niveau de l'espèce ou de la morpho-espèce. Les principaux genres responsables de ce manque d'identification sont indiqués entre parenthèses. Les valeurs indiquées expriment la proportion d'herbiers indéterminés pour les familles mentionnées par rapport au nombre total d'herbiers indéterminés, soit 589 herbiers. L'ensemble des herbiers indéterminés représente donc 13% du nombre total d'herbiers collectés mais la proportion globale d'indéterminés est nettement moindre si on considère ce rapport en termes d'individus observés, soit 5%.

Bien sur, la majorité de ces observations proviennent de nos relevés phytosociologiques, soit 25661 individus. Ces 37 relevés totalisent 969 espèces, toutes strates confondues, dont 175 sont identifiées au niveau de morpho-espèces et 794 sont totalement identifiées. Les genres représentés sont au nombre de 419, répartis en 98 familles. Les prospections faites après chaque relevé, juste en dehors des limites de chaque sous-relevé mais toujours dans la même station, ont permis de rajouter 83 espèces, 23 genres et 6 familles. Le nombre total d'espèces observées dans nos relevés est donc de 1052¹⁷. Dans la suite de ce chapitre, on ne considérera que les observations faites strictement dans les limites de nos relevés.

¹⁷ Ces valeurs diffèrent très légèrement de celles qui seront présentées aux chapitres IV.1 et IV.5 (1050 espèces au lieu de 1052) car quelques révisions ont encore eu lieu entre la rédaction de ces deux chapitres.

III.3.2 QUELS SONT LES TYPES FORESTIERS LES PLUS RICHES ?

Afin de répondre à cette question, on peut bien entendu commencer par comparer la richesse spécifique moyenne par relevé, et globale pour tous les relevés d'une communauté, entre les dix communautés végétales reconnues. Afin de pouvoir valablement comparer la diversité de plusieurs lots de données, nous avons déjà fait remarquer, dans l'exposé de notre méthodologie, qu'il était impératif de se placer à effort d'échantillonnage constant entre les lots comparés, ou du moins à effort comparable et dans ce cas d'en tenir compte. Nous avons ensuite expliqué qu'afin de tenir compte des variations de densités, souvent non négligeables entre groupements et faibles au sein de ceux-ci, il était préférable de mesurer l'effort d'échantillonnage en termes d'individus plutôt qu'en surface. Or pour la strate herbacée, le comptage des individus pose un certain nombre de problèmes, seulement en partie solubles, ce qui justifiait un effort fixé en termes de surface. Par conséquent, si le nombre d'individus observés reste constant entre relevés pour les strates supérieures, ce n'est pas forcément le cas pour la strate herbacée. Il se peut alors qu'un plus faible nombre d'espèces dans la strate herbacée d'un relevé ne soit que le résultat d'une plus faible densité de cette strate dans ce relevé et ne représente pas une réalité.

Nous avons donc réalisé une anova (SOKAL & ROHLF 1998) sur les 37 relevés répartis entre les 10 communautés végétales pour tester les différences entre communautés en termes d'indice de diversité alpha de Fisher (*Fig.55*). Notez que les données de strate herbacée ont été écartées de cette analyse afin d'éviter toute possibilité de biais mais nous avons aussi testé la même analyse sans écarter ces données ainsi qu'en considérant les richesses spécifiques plutôt que la diversité alpha de Fisher. Ces essais n'ont révélé aucune différence marquante par rapport aux résultats présentés ici. L'anova indique qu'il existe des différences significatives entre nos groupements.

La diversité par relevé augmente clairement entre les situations en bas de pente et collinéennes (LitCotBas-LitCotCol et LitInflBas-LitInflCol). Elle est maximale sur les premières collines du flanc Ouest de la cordillère de Niefang puis diminue dans les forêts orientales (connues sous le nom de forêts à *Caesalpinaceae*).

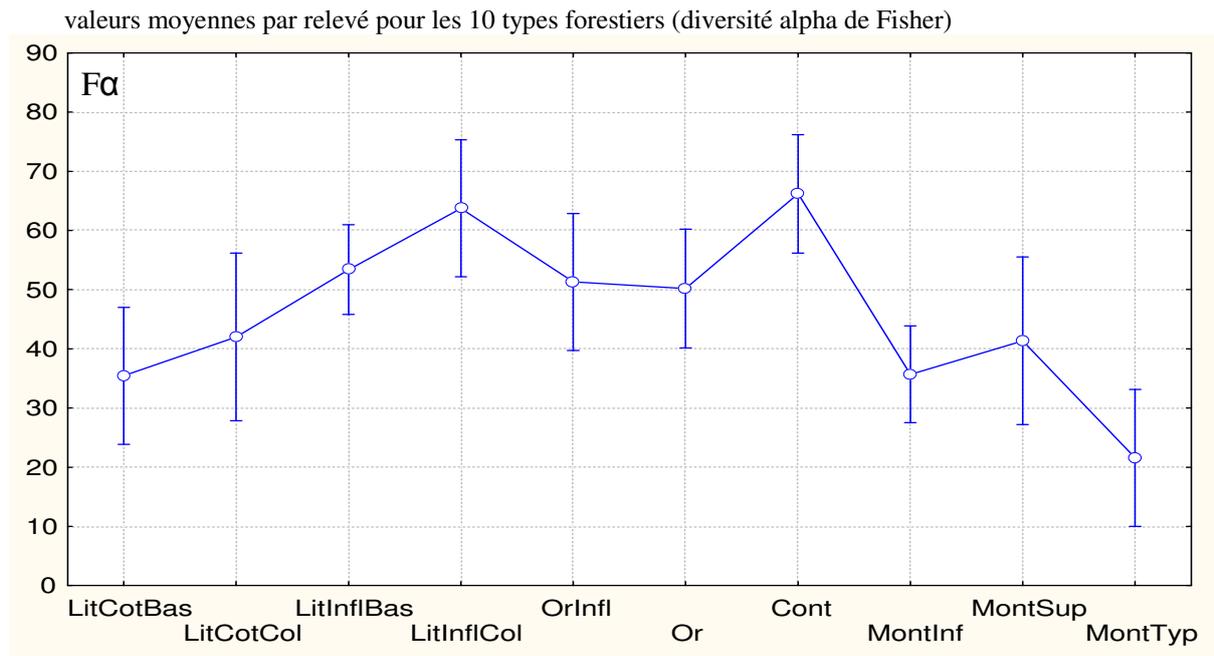
Les relevés submontagnards dénotent par leur faible richesse et parmi ceux-ci, la variante la plus typique (caractérisée par des espèces monodominantes) est de loin notre communauté végétale la plus pauvre à l'échelle d'un relevé.

Quant aux relevés continentaux du Dja, leur diversité est similaire aux relevés les plus riches du flanc Ouest de la cordillère de Niefang ce qui, d'après notre connaissance de ces deux forêts, masque une réalité quelque peu différente. En effet, au Dja, bien que la végétation soit remarquablement homogène à l'échelle régionale, celle-ci se caractérise aussi par une abondance inhabituelle de microhétérogénéités que sont les faibles ondulations topographiques et la dynamique de renouvellement du couvert particulièrement active, qui pourrait s'expliquer par la position marginale de ce massif forestier au sein du massif guinéo-congolais. Ces forêts sont donc marquées par une certaine intrusion d'espèces transgressives des milieux humides et des forêts secondaires, sans lesquelles la diversité d'un relevé serait de toute évidence moindre.

Fig.55 Comparaison de la diversité végétale entre les dix communautés végétales décrites au chapitre III.1.1. Les groupements sont ordonnés selon une suite logique, des littoraux aux continentaux, et les communautés submontagnardes sont sur la droite du graphique. Une simple anova (one-way anova) a montré de manière générale une différence entre les groupes très hautement significative ($F=6,88$, $p=0,00004$). Les traits verticaux représentent les intervalles de confiance à 95%. L'indice de diversité comparé (en ordonnée) n'est pas la richesse spécifique mais plutôt la diversité alpha de Fisher (cf. II.9.1).

En réalisant un test de Newman-Keuls (dans Statistica), on voit que la différence est surtout significative entre les paires LitInflCol-MontTyp et Cont-MontTyp.

Les données introduites sont les nombres totaux d'arbres et arbustes ($A+Ad+ar$) observés pour chacun des 37 relevés et les nombres d'espèces auxquels ils correspondent, ce en ne considérant donc pas les données de la strate herbacée. Ces données permettent d'augmenter la puissance de nos comparaisons mais ne doivent pas être utilisées pour des comparaisons avec d'autres travaux (cf. plutôt annexes 12 et 18).

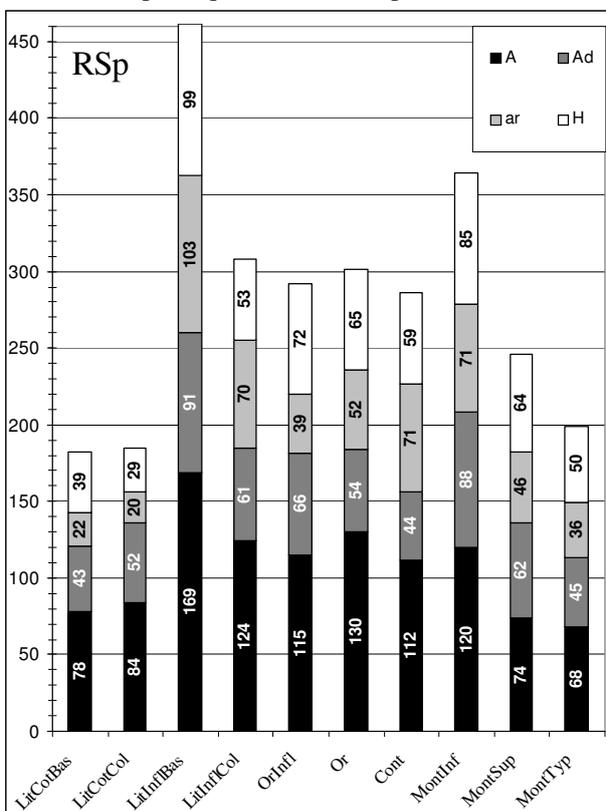


Nous venons de comparer la diversité de nos 10 communautés végétales sur base des valeurs observées en moyenne dans les limites d'un relevé phytocénotique tel que nous l'avons défini dans la partie méthodologie. Il est par ailleurs intéressant de comparer la diversité de ces 10 communautés en considérant la flore globale de chacune d'entre elles. Deux régions pourraient en effet se caractériser par une diversité similaire à l'échelle d'un relevé sans pour autant que cela soit représentatif de différences à une échelle plus générale. Nous avons donc comparé le nombre total d'espèces rencontrées dans chaque communauté végétale (*Fig.56a*). La première différence qui ressort est la moindre diversité du Dja par rapport aux résultats à l'échelle d'un relevé. Pour les communautés atlantiques, la diversité est toujours maximale sur le flanc au vent de la cordillère de Niefang (*Fig.56ab*) mais cette fois davantage en milieux vallicoles que collinéens. Cette remarque est valable quel que soit l'ensemble structural considéré mais plus particulièrement pour les espèces herbacées (presque deux fois plus riches en milieux vallicoles), dont la plus grande sensibilité aux épisodes secs (liée à un plus faible développement racinaire) est moins favorable aux habitats collinéens à sols généralement bien drainés. Tout comme pour le Dja cette zone est marquée par une relative intrusion d'espèces transgressives des forêts hydromorphes mais il ne s'agit ici que d'un nombre limité d'espèces. Par contre, les relevés collinéens (LitInflCol), qui sont aussi moins nombreux, sont surtout moins dispersés géographiquement que nos relevés vallicoles. Il est fort probable que les différences de diversité entre ces deux communautés soient à imputer à des effets de distance géographique et traduisent donc en réalité des différences de beta-

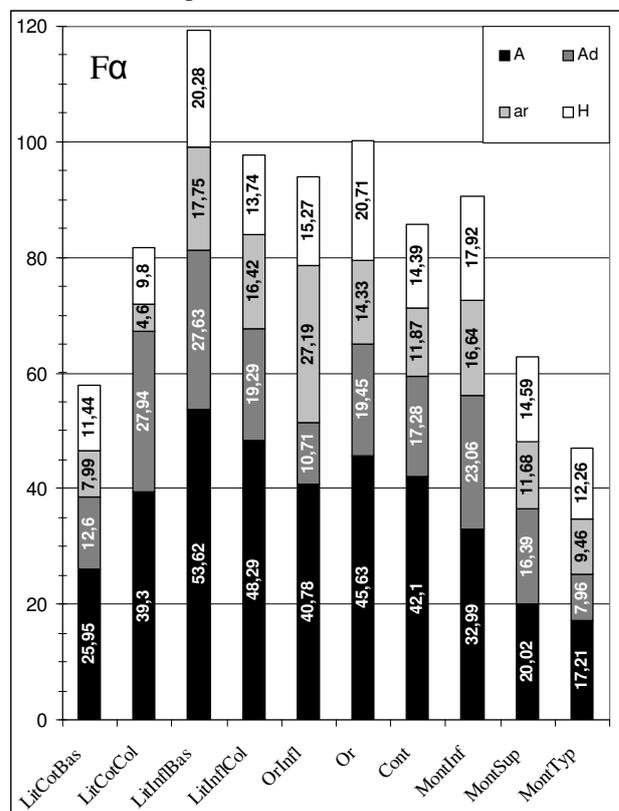
diversité (cf. chapitre III.3.6). Enfin, on remarque (*Fig.56*) que les communautés submontagnardes présentent une diversité non plus nettement inférieure mais comparable aux autres communautés, voire supérieure pour la communauté submontagnarde inférieure. Tout comme précédemment, on peut supposer que ces différences sont en partie dues à une plus grande dispersion géographique des relevés. Cet effet peut en outre être renforcé par un phénomène de relative monodominance (une poignée d'espèces représentant la majorité des individus), bien connus en milieux plus stressés tels que les forêts submontagnardes.

Fig.56 Comparaison de l'importance des flores de chacune des 10 communautés végétales reconnues dans cette étude, sur base de l'ensemble des relevés de chaque communauté. Etant donné que le nombre de relevés n'est pas le même pour toutes les communautés, le graphique **b** illustre les mêmes comparaisons mais en tenant compte du nombre d'individus observés, à l'aide de l'indice de diversité alpha de Fisher. D'autre part, la contribution des quatre principaux ensembles structuraux à la richesse spécifique est indiquée en considérant, pour un ensemble structural donné, l'ensemble des observations faites, quelle que soit la strate. Pour le calcul des diversités alpha de Fisher, on se base sur les ensembles du présent: pour une communauté donnée et un ensemble structural donné, on considère le nombre d'individus et d'espèces observés dans la strate correspondant à l'ensemble structural.

a) richesse spécifique (nombre d'espèces)



b) diversité alpha de Fisher



En conclusion, bien qu'il soit quelque peu difficile de savoir laquelle des variantes vallicole et collinéenne est la plus diversifiée, il est clair que les communautés végétales caractérisant le flanc au vent de la cordillère de Niefang sont les plus riches. Les communautés nettement littorales, bien que très humides, sont étonnamment les moins diversifiées. Que ce soit le long du gradient de continentalité ou le long du gradient d'altitude, il est frappant de voir que la diversité maximale est chaque fois rencontrée dans la communauté végétale à caractère intermédiaire: soit les forêts sous influence littorale (ni littorales, ni orientales), soit les forêts submontagnardes inférieures (à caractère submontagnard évident mais constituant la variante submontagnarde la plus proche des types de basse et moyenne altitudes).

III.3.3 QUELLES SONT LES STRATES ET LES ENSEMBLES STRUCTURAUX LES PLUS DIVERSIFIÉS ?

Ces aspects, qui ont déjà été entrevus dans les résultats illustrés à la *Fig.56a*, méritent une attention particulière car ils n'ont été que rarement étudiés en profondeur. A l'échelle de l'ensemble de nos relevés, les espèces propres à la strate A sont les plus nombreuses et contribuent à près d'un tiers de la diversité totale (*Tab.39*, e.s.). Les inventaires ayant été fixés en nombres d'individus, par strate et non par ensembles structuraux, l'ensemble structural A (qui correspond à peu près exactement à la strate A) est donc forcément plus fortement inventorié que les ensembles structuraux inférieurs, Ad et ar, puisque ces derniers incluent aussi de jeunes individus des strates supérieures. Si on considère un indice tenant compte de ces différences d'effort d'échantillonnage, au niveau des ensembles structuraux, on constate que les arbustes sont aussi diversifiés que les arbres dominants ($F-a = 65$ à 68) mais cette remarque est à prendre avec prudence car les différences d'effectif sont relativement importantes, et aucun indice de diversité n'y est totalement insensible. Par ailleurs, si on considère les strates, sans distinction quant aux ensembles structuraux, on constate une augmentation du nombre d'espèces observées à hauteur de strate décroissante. Les strates inférieures sont donc plus riches par accumulation d'espèces typiques de cette strate et d'espèces typiques des strates supérieures mais leur richesse propre ne dépasse pas celle des arbres dominants. Enfin, la première partie du *Tab.39* indique qu'un inventaire basé exclusivement sur la strate arbustive, par exemple, ne permettra guère plus que l'observation de la moitié des espèces présentes. Ceci met en évidence l'importance de relevés multistrates aussi bien pour l'estimation de la diversité que pour les aspects phytosociologiques.

Tab.39 Contribution des différentes strates et différents ensembles structuraux (e.s.) à la richesse spécifique globale, observée dans les limites de nos 37 relevés phytocénotiques. Les valeurs de richesse spécifique sont calculées pour les espèces déterminées uniquement. Le comptage des individus est détaillé selon ceux ayant été identifiés (espèces et morpho-espèces) et ceux ne l'ayant pas été. La diversité alpha de Fisher ($F\alpha$) est calculée. Pour les trois strates ligneuses (A, Ad et ar), l'abondance totale n'est pas exactement de 3700 (37×100 observations par strate) à cause des relevés du Dja qui avaient été moins inventoriés pour les A et les Ad et davantage pour les ar. On constate que 10 espèces d'arbres dominés (Ad) ont été observées occasionnellement dans la strate des arbres dominants. Les individus indéterminés à l'espèce ou morpho-espèce (Ab-Indet) sont comptabilisés automatiquement dans la strate ou l'e.s. où ils ont été observés.

		RSp	%	Ab-Det	Ab-Indet	Ab-tot	$F\alpha$
A	Strates	318	32,8	3615	53	3668	83,6
Ad		404	41,7	3386	166	3552	117,4
ar		490	50,6	3472	392	3864	148,7
H		582	60,1	13848	729	14577	121,3
Total		969		24321	1340	25661	199,1
		RSp	%	Ab-Det	Ab-Indet	Ab-tot	$F\alpha$
A	e.s.	308	31,8	7401	53	7454	64,8
Ad		190	19,6	4099	166	4265	40,8
ar		264	27,2	3225	392	3617	65,5
H		207	21,4	9596	729	10325	36,7
Total		969		24321	1340	25661	199,1

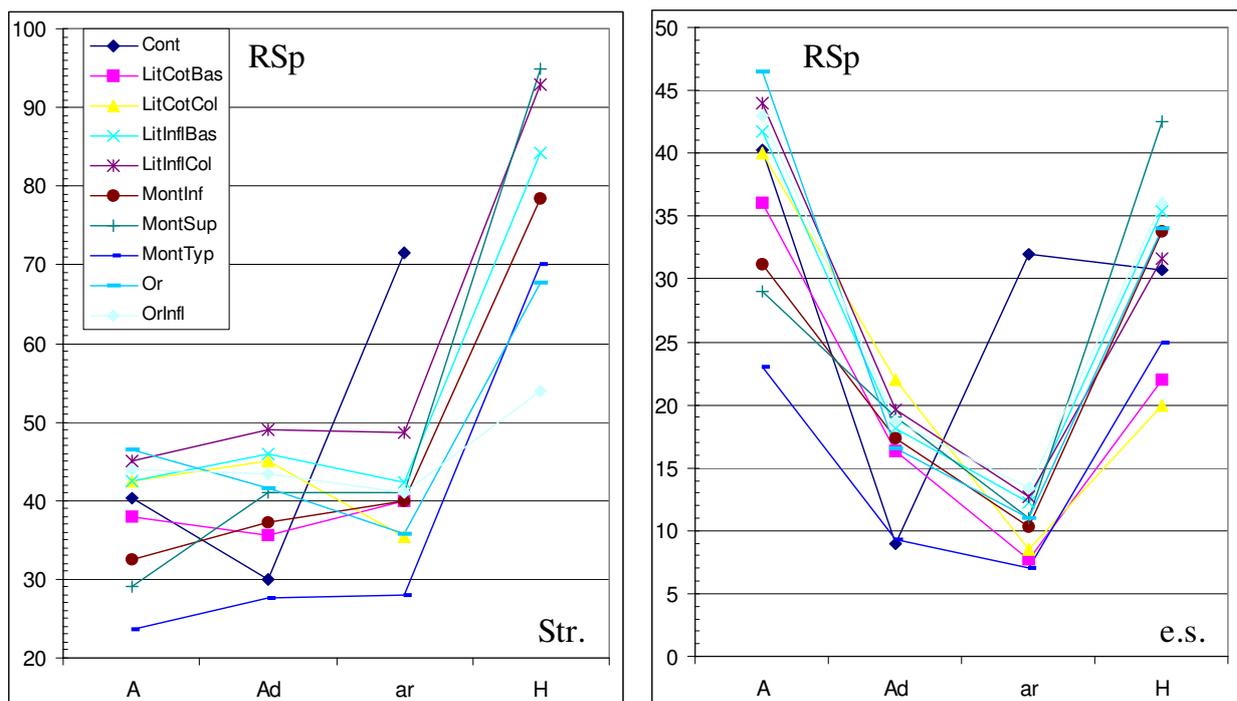
Les différences que nous venons d'évoquer, à une échelle globale, masquent totalement la variabilité des communautés végétales. Or s'il nous a paru important d'examiner les différences entre strates, il est tout aussi évident que ces différences peuvent varier selon le type forestier. Par ailleurs, ces tendances générales ne sont pas forcément les mêmes à une échelle plus locale comme un relevé ou une communauté végétale. Nous avons donc comparé,

pour chaque communauté, la diversité moyenne, par relevé (Fig.57) et globale par communauté (Fig.58), pour les strates et les ensembles structuraux. La tendance générale observée sur l'ensemble des données se confirme à l'échelle des relevés (Fig.57a), à savoir une augmentation de la diversité à hauteur de strate décroissante (test anova très hautement significatif avec 37 répliquats par strate ; non illustré). Cette tendance persiste si on tient compte des différences d'effort d'échantillonnage (diversité alpha de Fisher, Fig.57c) mais l'effet significatif disparaît (p-value = 0,217). C'est en réalité un effort d'échantillonnage plus poussé pour la strate herbacée (100 individus observés par relevé pour les strates A, Ad et ar contre 400 à 800 pour la strate H) qui est responsable du résultat significatif du test précédent. Les strates inférieures ne sont donc pas significativement plus diversifiées bien que la tendance soit claire. Les moyennes pour les relevés de certaines communautés végétales (type littoral collinéen), montrent toutefois une tendance inverse (diversité décroissante avec la hauteur décroissante de la strate). Quant aux relevés à caractère continental du Dja, la diversité anormalement basse des Ad et anormalement élevée des ar traduit une certaine réalité, puisqu'également observée à l'échelle communautaire (Fig.56a), mais est probablement exagérée par des différences d'échantillonnage entre nos relevés du Dja (strate Ad sous-échantillonnée et strate ar sur-échantillonnée) et tous les autres.

Si on se base sur les ensembles structuraux pour faire ces mêmes comparaisons, on constate que la richesse spécifique moyenne par relevé diminue très clairement des arbres dominants aux arbustes et est à nouveau importante pour les espèces propres à la strate herbacée (Fig.57b). En tenant compte des nombres d'individus observés (Fig.57d), cette remarque reste valable mais la diversité des espèces de la strate herbacée, bien que supérieure à celle des arbustes, reste inférieure à la diversité des arbres dominés et dominants.

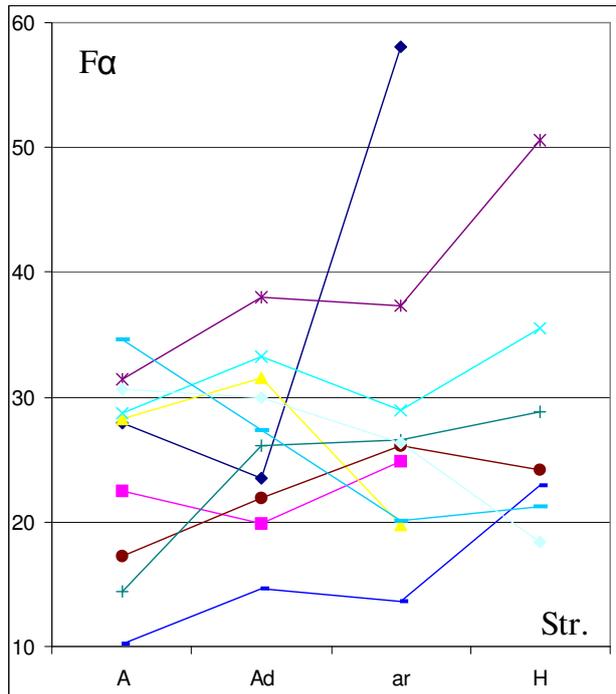
Fig.57 Richesse spécifique (a,b) et diversité alpha de Fisher (c,d) comparées entre les strates (a,c) et les ensembles structuraux (b,d), à l'échelle des sous-relevés, pour chacun des dix types forestiers décrits dans cette étude. Chaque point représente la moyenne observée pour les relevés d'un type forestier donné.

a) richesse spécifique par strate pour les 10 types forestiers ; b) richesse spécifique par ensemble structural

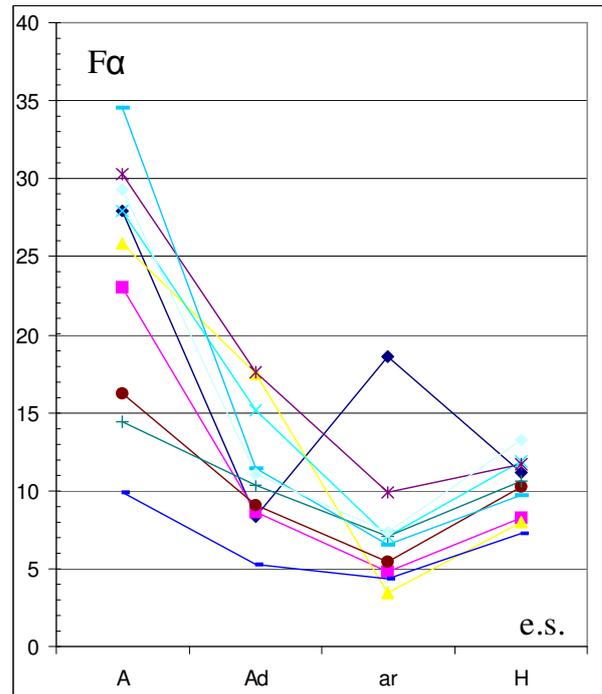


(Fig.57 suite)

c) diversité alpha de Fisher par strate



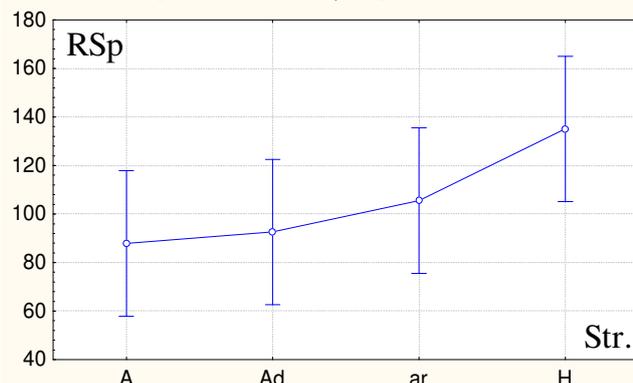
d) diversité alpha de Fisher par ensemble structural



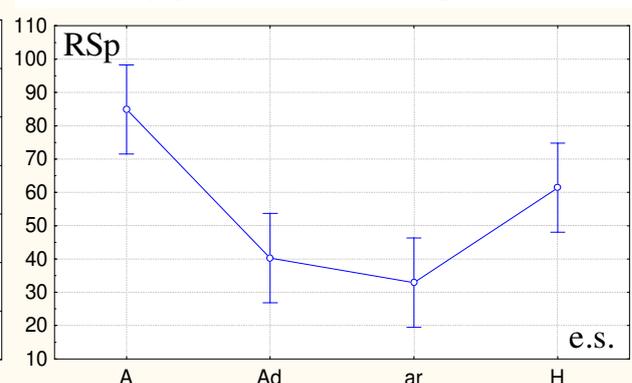
Enfin, nous avons aussi fait la comparaison, entre strates et entre ensembles structuraux, à une échelle intermédiaire, c'est-à-dire ni à une échelle globale (en considérant le nombre total d'espèces par compartiment, *Tab.39*), ni à une échelle locale (en considérant la richesse spécifique par relevé, *Fig.57*), mais à une échelle communautaire, en considérant les nombres totaux d'espèces et d'individus observés par communautés végétales prises dans leur entièreté (10 répliquats par compartiment). Les résultats sont présentés à la *Fig.58* et sont en tous points similaires à ceux obtenus (mais non présentés ici) en procédant aux mêmes tests d'anova sur les données présentées à la *Fig.57* (37 répliquats par compartiment), à ceci près que les intervalles de confiance sont ici plus importants en raison des plus grandes différences d'échantillonnage entre communautés végétales (de 2 à 7 relevés par communauté) qu'entre les relevés eux-mêmes (à part pour le Dja, toujours 300 observations d'A, Ad et ar).

Fig.58 Richesse spécifique (a,b) et diversité alpha de Fisher (c,d) comparées entre les strates (a,c) et les ensembles structuraux (b,d), à l'échelle des communautés végétales. Pour chaque ensemble, les dix types forestiers décrits dans cette étude constituent autant de répliquats pour une analyse de la variance (anova). Les traits verticaux représentent les intervalles de confiance à 95% et les p-values sont indiquées.

a) richesse spécifique par strate (p = 0,12203)

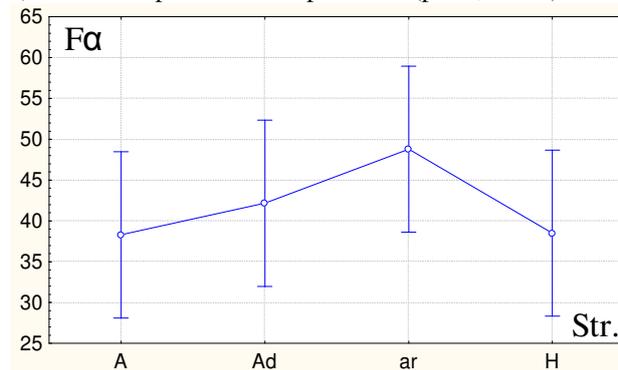


b) rich. sp. par ensemble structural (p = 0,00001)

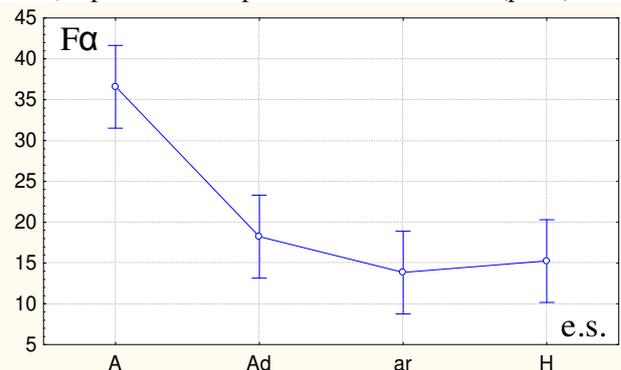


(Fig.58 suite)

c) diversité alpha de Fisher par strate ($p = 0,42496$)



d) alpha de Fisher par ensemble structural ($p = 0$)

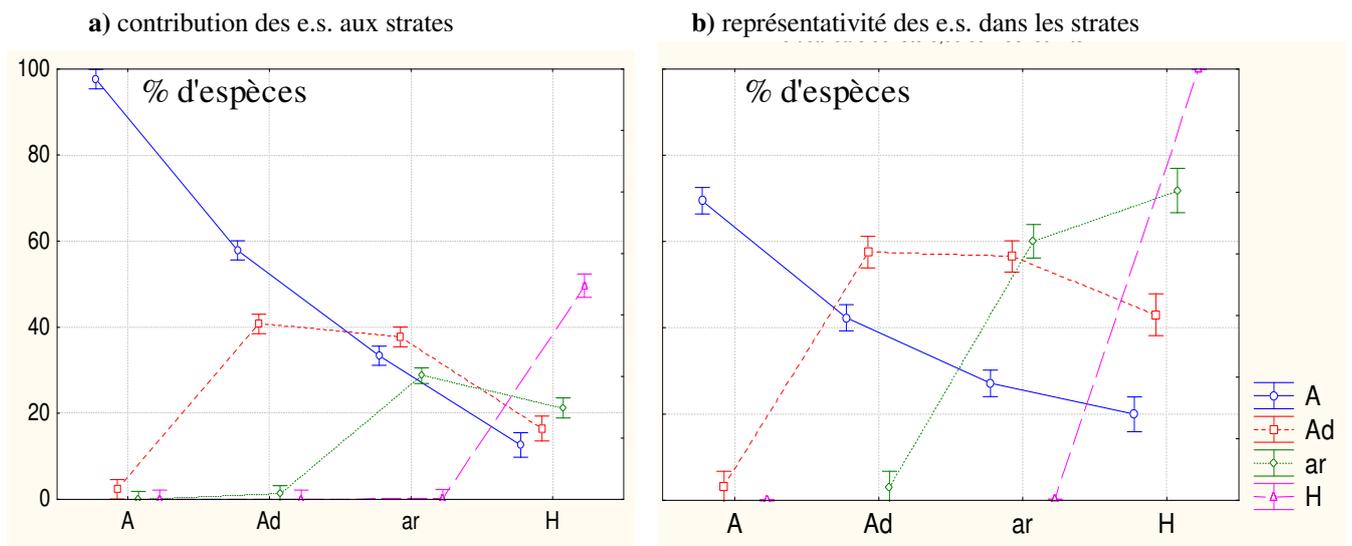


III.3.4 CONTRIBUTION DES ENSEMBLES STRUCTURAUX À LA DIVERSITÉ DES STRATES

Quelle est la contribution des différents ensembles structuraux à la diversité d'une strate donnée ? La strate des arbres dominants (A) est par définition composée strictement (ou presque) d'espèces propres à l'ensemble structural A caractérisant cette strate. Mais qu'en est-il pour les strates Ad, ar et H ? Quelles sont les proportions d'espèces d'arbres dominants (A) et d'espèces d'arbres dominés (Ad) observées dans la strate ar ou H ? Ces proportions sont-elles différentes en fonction du type forestier ? Les ensembles structuraux des strates supérieures sont-ils observés de manière représentative dans les strates inférieures ?

En comparant, pour chaque strate, la proportion d'espèces propres aux différents ensembles structuraux par rapport au nombre total d'espèces observées dans la strate, on obtient une vue de la contribution de ces ensembles structuraux à la diversité de chaque strate. Ces comparaisons sont illustrées à la *Fig.59a*, où les points sont obtenus sur base des 37 relevés comme autant de répliquats. On constate, par exemple, que ce sont les arbres dominants qui participent le plus à la diversité de la strate des arbres dominés (environ 60% des espèces de la strate contre 40% d'espèces Ad). Dans la strate arbustive, les trois ensembles structuraux supérieurs (A, Ad et ar) contribuent de manière similaire avec toutefois une majorité d'espèces Ad. On constate en outre qu'en moyenne, au sein d'un relevé phytocénotique, la strate des arbustes permet d'observer, dans un relevé, près de 60% des espèces d'arbres dominés présentes dans le relevé toutes strates confondues (sur base de l'ensemble des observations provenant de toutes les strates pour ce relevé), soit autant que la proportion pouvant être observée dans la strate des arbres dominés elle-même (*Fig.59b*). De même, pour les arbustes, la strate herbacée apporte à elle seule autant voire plus d'espèces d'arbustes que ne le fait la strate arbustive elle-même. En revanche, les espèces d'arbres dominants s'observent nettement moins dans les strates inférieures, ce qui est relativement normal dans nos relevés écartant toutes les perturbations telles que les chablis. Nous avons également refait le graphique de la *Fig.59b* en ne considérant que les relevés de forêt submontagnarde, caractérisés par davantage d'espèces monodominantes à régénération généralement importante en sous-bois, et les résultats se sont montrés tout à fait similaires.

Fig.59 Contribution et représentativité moyenne des différents ensembles structuraux au sein des principales strates, sur base des données des 37 relevés phytocénotiques. Pour illustrer la contribution des ensembles structuraux (**e.s.**) aux strates, on calcule pour chaque relevé le rapport du nombre d'espèces d'un ensemble structural donné, observées dans la strate, en fonction du nombre total d'espèces présentes dans la strate. Pour la représentativité des ensembles structuraux dans les strates, on calcule pour chaque relevé le rapport du nombre d'espèces d'un ensemble structural donné, observées dans la strate, par rapport au nombre total d'espèces de cet ensemble structural observées dans le relevé, toutes strates confondues (certaines espèces d'arbres ne sont parfois observées que dans l'inventaire de la strate arbustive, etc.). Les traits verticaux représentent les intervalles de confiance à 95% (sur base d'une anova). Une variante de la courbe (b) est donnée en annexe 20. Les ordonnées s'expriment en % du nombre total d'espèces de la strate (**a**) ou de l'ensemble structural correspondant à la courbe en question (**b**). Chaque point représente la moyenne obtenue sur les 37 relevés phytocénotiques. Pour les données en abscisse de la classe H, les valeurs sont calculées sur les 21 relevés complets.



III.3.5 QUELLE EST LA REPRÉSENTATIVITÉ DES RELEVÉS PHYTOCÉNOTIQUES ET STRUCTURAUX?

III.3.5.1 Courbes aire-espèces et individus-espèces

Nous avons comparé la diversité entre les 10 communautés végétales puis entre les principales strates et ensembles structuraux. Ces considérations nous ont permis de montrer que les types forestiers les plus diversifiés sont ceux en position intermédiaire sur l'un des deux principaux gradients écologiques, c'est-à-dire la variante inférieure des groupements submontagnards et les forêts de fond de vallées situées au pieds de la cordillère de Niefang, entre les forêts purement littorales et les forêts à caractère oriental. Quel que soit le type forestier, nous avons vu (*Fig.57a* et *b*) que la diversité augmente dans les strates inférieures grâce à l'accumulation des espèces provenant des différents ensembles structuraux (ensemble du présent + ensembles du futur). En revanche, la diversité propre à chaque strate diminue des strates ligneuses supérieures aux strates ligneuses inférieures, jusqu'au sous-bois où les espèces de la strate herbacée renversent la tendance et montrent une plus grande diversité que les espèces de la strate arbustive. Cette plus grande richesse est essentiellement liée à une augmentation de la densité des individus (*Fig.57b* et *d*) répartis en plusieurs microstrates.

Mais au-delà de ces considérations relatives, entre types forestiers ou entre compartiments, on peut se demander à quel point l'inventaire des espèces d'un ensemble structural donné est représentatif à l'échelle d'un relevé. En d'autres termes, avons-nous réalisé des relevés et sous-relevés avec un effort d'échantillonnage suffisant ou pas, c'est-à-dire représentatifs de la composition floristique des communautés végétales étudiées ? Ce genre de préoccupation est

chose courante pour qui réalise des relevés phytosociologiques et la méthode généralement développée pour y répondre consiste à tracer des courbes du nombre cumulé d'espèces en fonction de l'effort d'échantillonnage: courbes aire-espèces, courbes individus-espèces, etc.

Nous disposons de 37 relevés phytocénétiques, chacun composé de 4 sous-relevés structuraux. Chaque relevé structural (strate) peut faire l'objet d'une courbe échantillonnage-espèces générale et de courbes distinctes par ensembles structuraux inclus dans cette strate. Au total, il serait donc possible de comparer un nombre colossal de courbes ($37 \times 4 \times 1 \text{ à } 4$) au point de se retrouver devant une masse de résultats impossible à interpréter. Nous avons donc choisi de détailler les résultats pour le type forestier identifié comme étant le plus riche (LitInflBas), et plus particulièrement pour le relevé complet n°1 (Litb1).

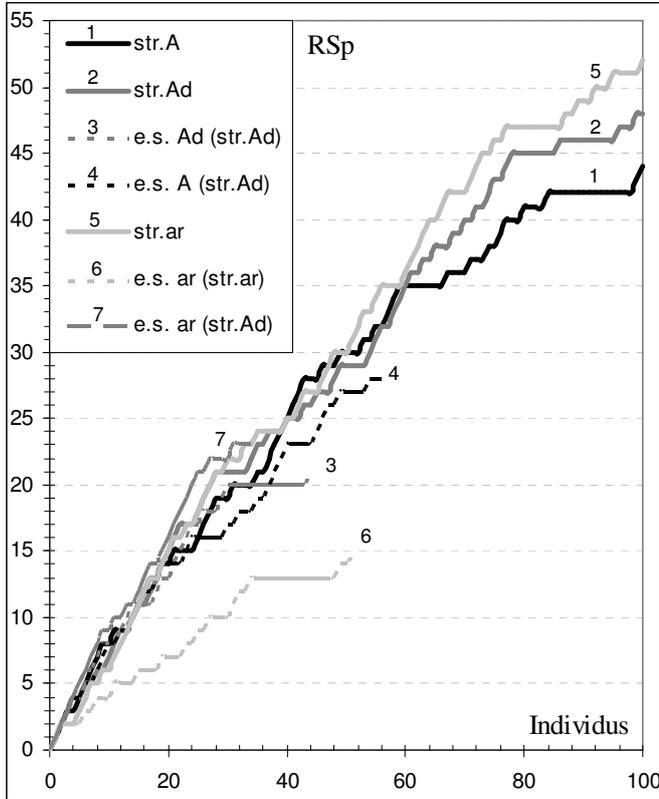
A l'échelle d'un relevé, on constate que la pente de la courbe échantillonnage-espèces ne laisse présager aucun plateau pour aucune des trois strates ligneuses (la communauté semble donc sous-représentée), et ce que l'on considère l'échantillonnage en surface ou en individus (*Fig.60ab*). Cette remarque persiste si on considère l'ensemble structural des arbres dominants (observé dans la strate des arbres dominés). Pour les espèces d'arbustes et d'arbres dominés (observés dans leur strate propre), en revanche, on constate un net aplatissement de la courbe en fin d'inventaire (*Fig.60ab*, mais non discernable pour les arbustes sur la *Fig.60b*). On peut aussi tracer ces mêmes courbes non plus avec la richesse spécifique mais avec un indice de diversité moins sensible à l'effort d'échantillonnage tel que l'indice alpha de Fisher (*Fig.60c*). On constate alors que cet indice se stabilise clairement en fin d'inventaire, indiquant que l'échantillonnage d'une strate est suffisant pour permettre une estimation correcte de la diversité de la communauté à l'échelle d'un relevé.

Les *Fig.60abd* mettent en évidence d'autres caractéristiques importantes des courbes échantillonnage-espèces. Les courbes aire-espèces comparées entre différentes strates (entre lesquelles la surface totale inventoriée dans ce travail varie beaucoup) montrent de très fortes différences: pour une surface donnée, à l'échelle d'un relevé phytosociologique, les strates inférieures sont très nettement plus riches en espèces, ce qui traduit en réalité des différences de densité (cf. chapitre précédent). Si on retrace ces courbes dans une échelle log-log, celles-ci sont parallèles et ordonnées des compartiments les plus denses (strate des arbustes) aux moins denses (strate arborée dominante), à x croissants. En revanche si on considère des courbes individus-espèces plutôt que des courbes aire-espèces (*Fig.60a*), on constate que ces courbes se superposent plus ou moins. A une échelle plus large, nous avons comparé ces courbes individus-espèces en échelle log-log, pour deux communautés végétales (la forêt mixte la plus riche et une forêt monodominante submontagnarde plus pauvre) et pour les trois strates et ensembles structuraux ligneux (*Fig.61*). Cette fois les courbes comparées entre strates se superposent plus ou moins au sein d'un type forestier donné de type mixte, c'est-à-dire sans monodominance. Cette remarque est indépendante de la diversité intrinsèque à la communauté car les mêmes courbes tracées pour un autre type forestier mixte, le plus pauvre de nos dix types forestiers (LitCotBas), se sont montrées tout aussi fortement superposées que les courbes du type LitInflBas (non illustré). Par contre, pour un type forestier caractérisé par des espèces monodominantes (forêt monodominante), tel que le MontTyp, la superposition des courbes relatives aux trois strates ligneuses n'est plus du tout marquée.

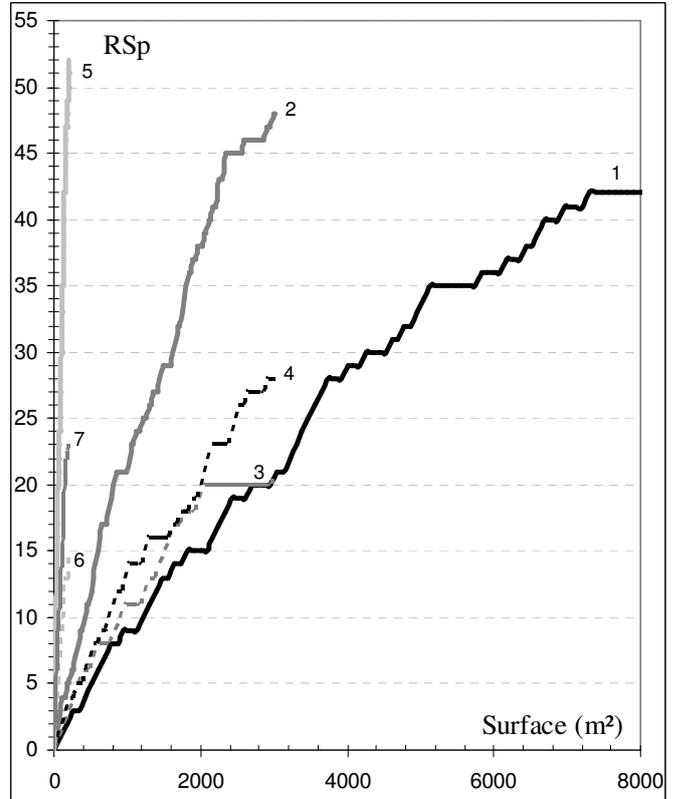
Dans tous les cas, les courbes relatives aux différentes strates des deux types forestiers forment des faisceaux distincts qui se superposent d'abord puis forment un angle qui s'accroît légèrement à effort croissant, et est surtout marqué à partir d'un relevé ($x = 100$ individus), du moins pour des types forestiers caractérisés par des diversités différentes. Ces faisceaux se superposent pour des communautés végétales caractérisées par une même diversité.

Fig.60 Courbes échantillonnage-espèces, calculées à l'échelle d'un relevé (Litb1), pour les 3 principales strates ligneuses et les principaux ensembles structuraux (e.s.) inclus dans celles-ci. Se référer au texte de la page précédente pour des commentaires plus complets. L'inventaire se compose de cent individus pour chaque strate (ici dans l'ordre d'observation). Sa superficie totale est définie par la strate supérieure, aux environs de 8696m².

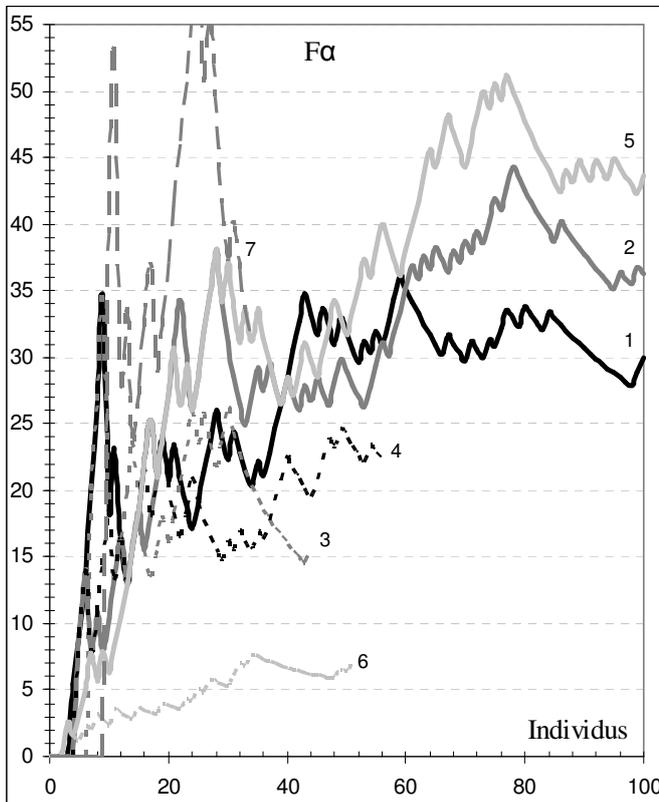
a) richesse spécifique (RSp) en fct. de l'effectif



b) RSp en fct. de la surface (m²)



c) diversité alpha de Fisher en fct. de l'effectif



d) RSp en fct. de la surface (m², échelles logarithmiques)

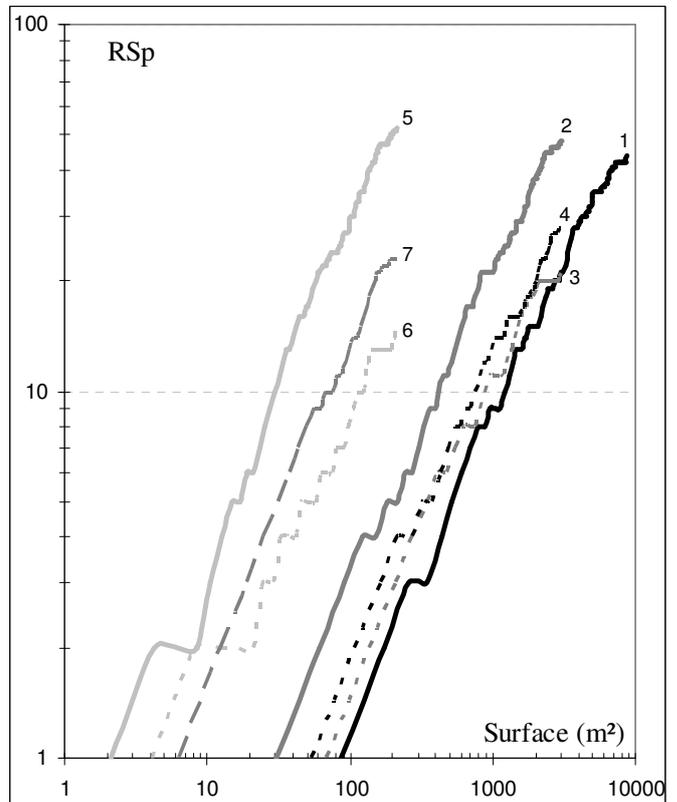
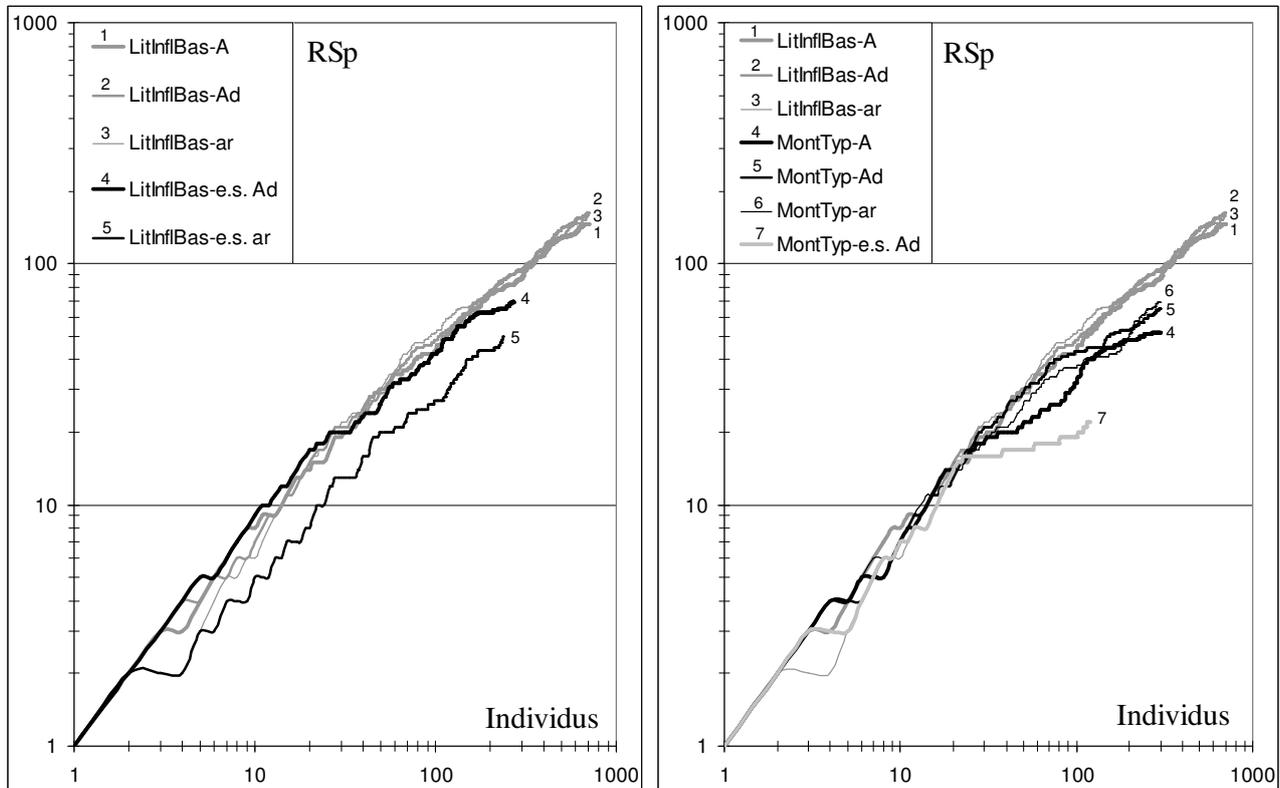


Fig.61 Courbes échantillonnage-espèces, calculées à l'échelle d'une communauté végétale (LitInflBas), pour les 3 principales strates ligneuses et les principaux ensembles structuraux (e.s.) inclus dans celles-ci (figure de gauche). Les faisceaux de courbes (relatives aux strates) sont comparés pour deux communautés végétales contrastées du point de vue de leur diversité et de la régularité de distribution des individus entre les espèces (forêt mixte vs. forêt monodominante). Les échelles sont représentées sous une forme logarithmique avec le nombre d'individus observés en abscisse (700 individus au total des 7 relevés du type LitInflBas, et 300 pour les 3 relevés du type MontTyp) et la richesse spécifique en ordonnée.



D'autre part, pour un type forestier donné (mixte ou monodominant, riche ou pauvre), si on compare les courbes relatives aux strates et celles relatives aux ensembles structuraux (Fig.61ab), les courbes pour les ensembles structuraux forment toujours un angle avec le faisceau des courbes relatives aux strates.

Ces considérations amènent les conclusions suivantes. **Premièrement**, la comparaison des courbes d'accumulation d'espèces ne peut se faire, entre échantillons caractérisés par des densités différentes (tels que des inventaires de strates différentes, mais aussi des types forestiers à densité différente pour une même strate), que si l'effort d'échantillonnage est envisagé en termes d'individus et non de surface. Ce fait n'a été que rarement soulevé dans la littérature et n'a été démontré clairement que depuis les travaux menés par le CTFS (CONDIT & al. 1998). **Deuxièmement**, pour un type forestier donné, la superposition des courbes relatives aux différentes strates semble indiquer un caractère mixte, tandis que le cas contraire indique un type forestier à caractère monodominant. **Et enfin**, la comparaison de la diversité entre strates n'est pas représentative de différences aux niveaux des ensembles structuraux. En particulier, nous avons montré que la diversité d'une strate donnée reste toujours plus fortement liée à l'effort d'échantillonnage que la diversité d'un ensemble structural.

III.3.5.2 Courbes de raréfaction et courbes aire-constance

Nous avons vu au chapitre précédent que la courbe échantillonnage-espèces, tracée pour l'ensemble structural le plus riche de notre type forestier lui-même le plus riche, ne présentait

aucun plateau, laissant ainsi supposer que les relevés ne sont pas suffisamment représentatifs des communautés végétales étudiées. Cependant, on a depuis longtemps remarqué qu'en forêt tropicale, l'accumulation des espèces est essentiellement gouvernée par l'apparition d'espèces rares ou accidentelles, n'appartenant pas forcément à la communauté végétale étudiée. C'est pourquoi il peut être intéressant de retracer les courbes d'accumulation d'espèces en faisant la distinction entre les espèces rares ou accidentelles et les espèces non accidentelles.

Dans la partie méthodologie de la présente étude, nous avons détaillé le choix de nos propres définitions des espèces accidentelles et non-accidentelles, dans le contexte particulier des forêts tropicales. Les cinq catégories d'abondance relative (ou d'abondance pour les catégories 1 et 2) définies ont été regroupées en deux classes: les espèces accidentelles (classes 1 et 2) et les espèces non-accidentelles (classes 3, 4 et 5) (Fig.62).

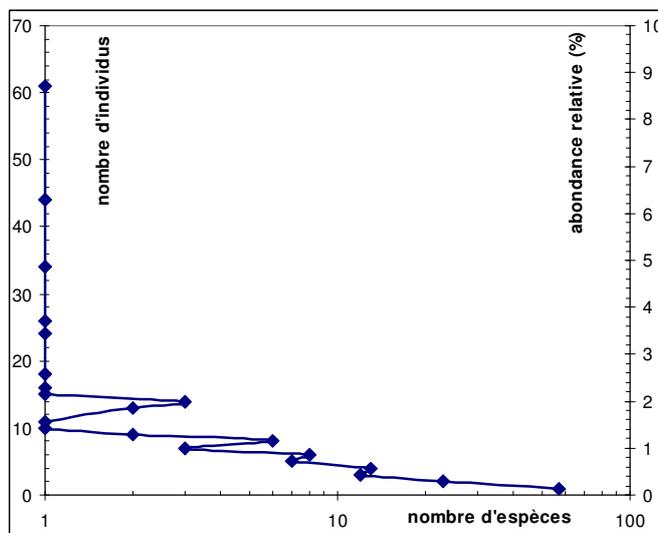
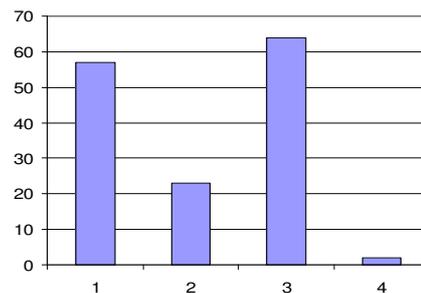
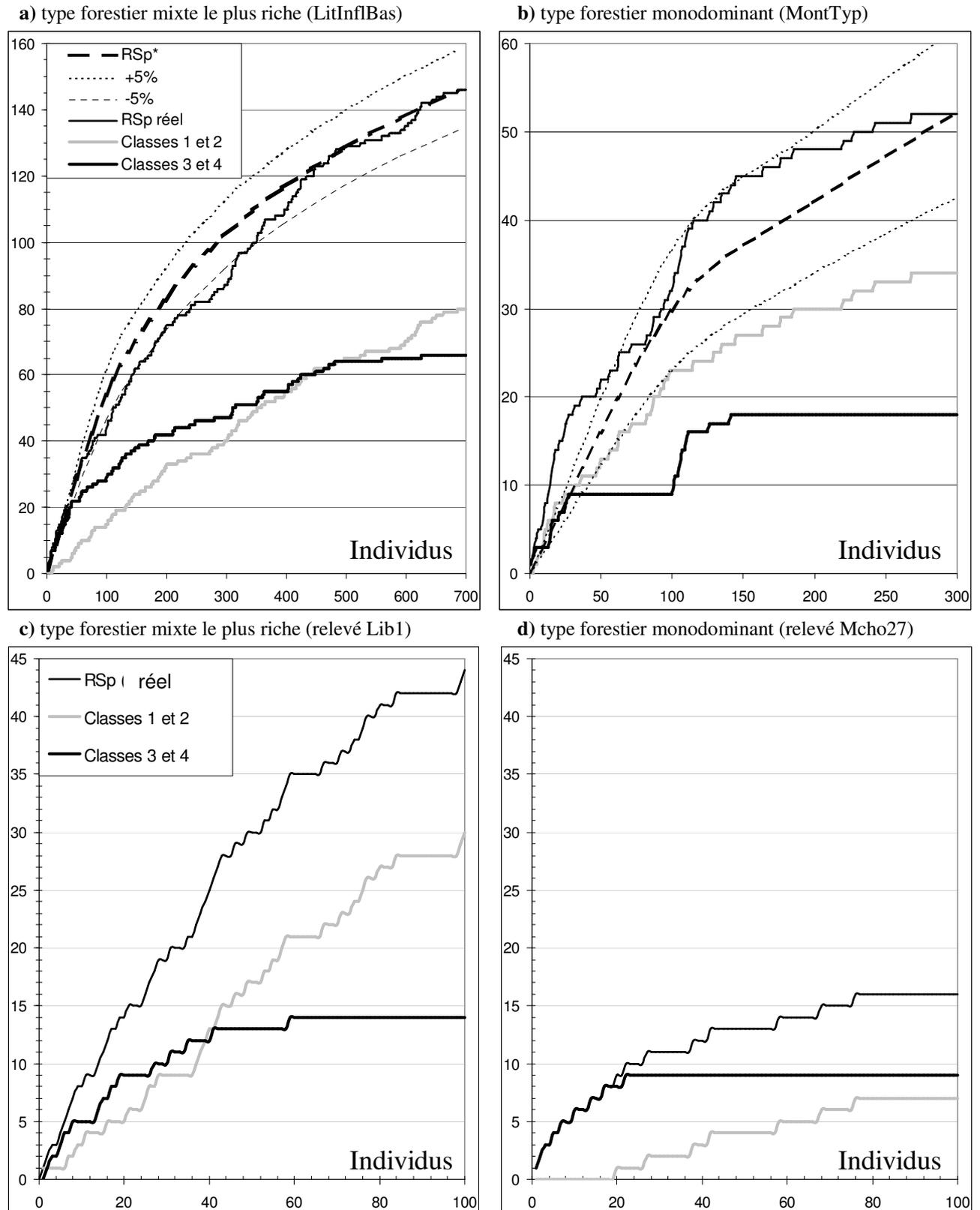


Fig.62 Ci-dessous, le nombre d'espèces par catégorie d'abondance relative (ou d'abondance pour les catégories 1 et 2), calculé pour l'ensemble des relevés du type LitInflBas, en considérant la strate des arbres dominants (7 relevés, 700 individus, 146 espèces). A gauche, le nombre d'espèces observées avec un nombre donné d'individus et l'équivalence de l'échelle en abondance relative, pour le même lot de données.



Les courbes présentées précédemment pour le type forestier le plus diversifié de nos dix types forestiers, LitInflBas, sont reprises ici en se concentrant sur l'ensemble structural le plus diversifié, à savoir les arbres de la strate supérieure (attention à ne pas confondre " une espèce de la strate dominante " et " une espèce dominante "). On constate premièrement que même en additionnant les différents relevés se rattachant à une même communauté végétale homogène (sur base de l'étude phytosociologique, cf. chapitre III.1.1), la courbe d'accumulation d'espèces en fonction de l'échantillonnage n'atteint pas de plateau et que par conséquent l'échantillonnage de la communauté reste fragmentaire (Fig.63). En revanche la décomposition de cette courbe en deux courbes relatives aux espèces accidentelles d'une part et non-accidentelles d'autre part, indique clairement un aplanissement de la courbe " échantillonnage-espèces non accidentelles ". Au-delà d'un certain effort d'échantillonnage, le nombre d'espèces non-accidentelles cesse donc de croître tandis que le nombre d'espèces accidentelles continue à augmenter plus ou moins linéairement avec l'effort d'échantillonnage, et celles-ci sont finalement seules responsables de la découverte de nouvelles espèces dans la communauté. Le niveau d'effort d'échantillonnage à partir duquel la courbe d'accumulation des espèces non-accidentelles s'aplanit se situe aux environs de 500 individus (soit 5 relevés) mais cette valeur n'a guère de signification biologique puisqu'elle dépend de la définition des espèces accidentelles. Seule la présence d'un palier constitue une réalité biologique.

Fig.63 Courbes échantillonnage-espèces, calculées à l'échelle d'une communauté végétale (**a et b**) et à l'échelle d'un relevé (**c et d**), pour l'ensemble structural A. Les espèces accidentelles (classes 1 et 2, représentées par seulement 1 ou 2 individus dans la communauté ou dans le relevé respectivement) et les espèces non-accidentelles (classes 3 et 4) sont distinguées. Les courbes **a** et **b** ont été obtenues en permutant 50 fois l'ordre dans lequel les relevés sont introduits (RSp* donne l'intervalle de confiance à 95%), à l'aide du logiciel EstimateS 7.0 (Colwell 2004), ou bien en additionnant les relevés et les espèces dans l'ordre réel d'observation sur le terrain (RSp réel, ordre chronologique des individus et des relevés).



Si on considère maintenant un type forestier monodominant, tel que nos forêts submontagnardes typiques (MontTyp), on constate toujours la présence d'un palier pour la courbe échantillonnage-espèces non-accidentelles (*Fig.63b*). Cette courbe a comme particularité de passer directement " en-dessous " de la courbe des espèces accidentelles, ce qui est logique et traduit simplement le caractère monodominant de ce type forestier, c'est-à-dire l'abondance de quelques espèces à caractère grégaire.

Notons encore au passage, au sujet de la courbe d'accumulation des espèces non-accidentelles de la *Fig.63b*, que la cassure nette juste au niveau de l'abscisse des 100 individus correspond au passage entre deux relevés et traduit la beta-diversité de la communauté. On pourrait toutefois s'inquiéter de l'ampleur de ce soubresaut et quelques mots d'explication s'imposent. Nous n'avons pas encore une grande expérience des types forestiers monodominants mais ce que nous avons constaté dans celui-ci, que nous connaissons bien, c'est que plusieurs espèces sont capables de marquer cette monodominance mais qu'elles sont généralement mutuellement exclusives. Cela veut dire que deux relevés de cette communauté peuvent avoir la majorité de leurs individus appartenant à des espèces différentes et qui correspondent à l'une ou l'autre des espèces à tendance grégaire caractéristiques de ce type forestier¹⁸. Il est toutefois très facile de garantir l'identité commune des communautés correspondant à ces relevés grâce à la présence d'un nombre toujours suffisant d'espèces très caractéristiques parmi celles à caractère non grégaire. Nous émettons l'hypothèse que la nature souvent différente des espèces grégaires, d'une station à l'autre au sein d'une même communauté de forêt monodominante, s'explique par la vigueur même de ces espèces, dans un milieu pourtant relativement contraignant, responsable du refoulement des autres espèces grégaires susceptibles d'arriver (par transport de graines) après l'installation d'une première espèce grégaire. Tant et si bien que seules les espèces à tempérament plus compétitif (et à croissance plus lente, cf. chapitre I.3.3.3: les strugglers) restent capables de s'installer. Par ailleurs, il faut aussi mentionner le fait que l'échelle des ordonnées est relativement étroite sur cette figure (en raison de la faible diversité) et que la hauteur du soubresaut sur le papier est à relativiser (légèrement) par rapport à l'échelle de la *Fig.63a*.

A l'échelle d'un relevé (structural), on constate que l'allure relative des courbes analysées jusqu'ici ne change guère, à savoir une croissance linéaire du nombre d'espèces accidentelles en fonction de l'effort d'échantillonnage (*Fig.63cd*).

III.3.5.3 Le sous-bois: diversité et représentativité des relevés

Les relevés de sous-bois ne sont pas tous totalement équivalents. Pour chacun d'eux, tous les individus d'espèces propres à la strate herbacée (c'est-à-dire tout sauf les semis et plantules d'A, Ad et d'ar) ont été identifiés et énumérés. Mais pour certains, 21 relevés, nous avons également compté et identifié tous les individus d'espèces propres aux strates supérieures: jeunes arbres, jeunes arbustes, etc., rencontrés dans les limites de la surface fixe de 200m².

Nous avons observé, dans les sous-relevés de la strate H, une très grande variabilité de la densité des individus et de la richesse des espèces. La *Fig.64* illustre ce fait en représentant chaque relevé dans un diagramme en fonction du nombre d'individus et du nombre d'espèces observés dans chacun de ceux-ci. Quel que soit l'ensemble structural considéré (A, Ad, ar ou H), il existe une relation plus ou moins exponentielle entre le nombre d'espèces et le nombre d'individus. On constate une grande variabilité de la richesse et de la densité même au sein d'une communauté végétale. Si on compare la richesse spécifique et la densité entre

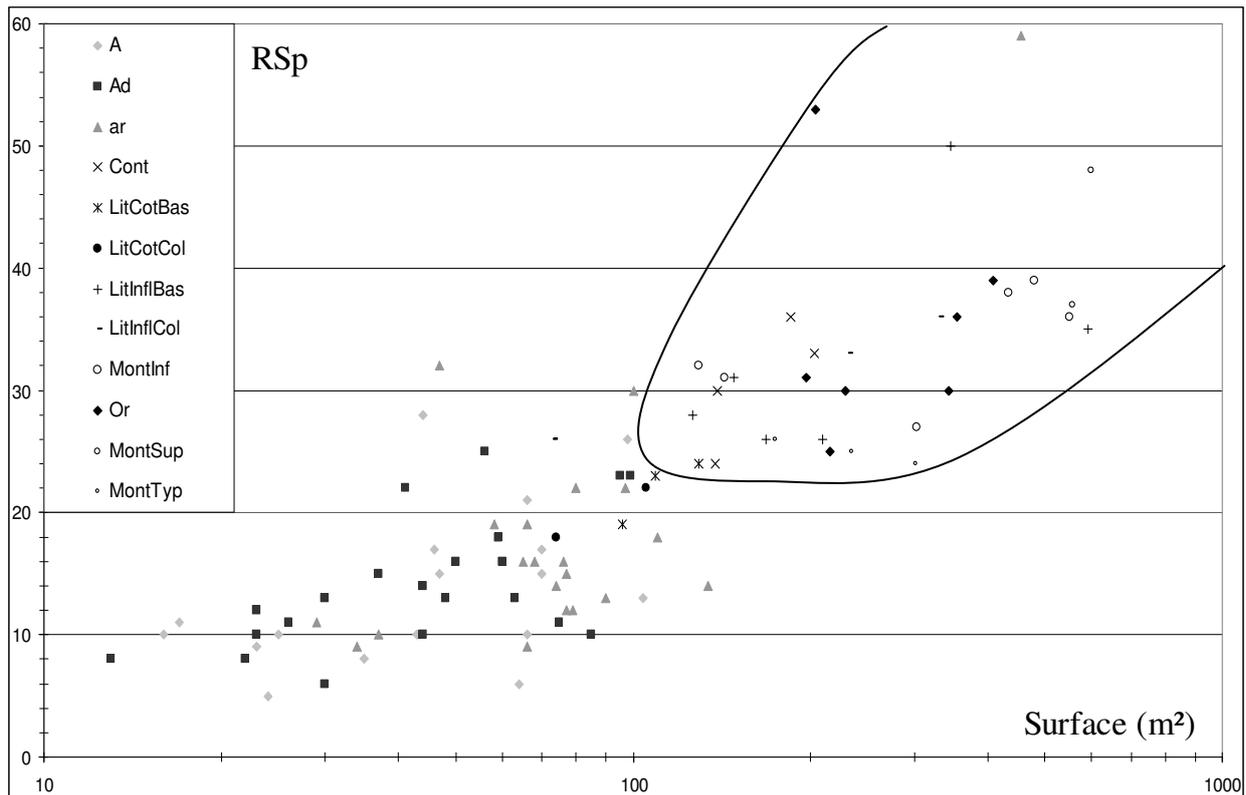
197_____

¹⁸ Cette variabilité rejoint la notion de faciès en phytosociologie (TANGHE, comm.pers.).

communautés végétales, aucune différence significative n'est mise en évidence (test anova non illustré).

Au sein d'un relevé de 200m², on trouve toujours une majorité d'individus et d'espèces propres à la strate herbacée, un nombre légèrement inférieur et lui-aussi très variable d'espèces de jeunes arbustes et d'arbres.

Fig.64 Variabilité de la richesse spécifique (ordonnée) et de l'abondance (abscisse, en échelle logarithmique) observée sur chacun des 37 sous-relevés de strate herbacée. Les quatre principaux ensembles structuraux sont distingués. Pour les espèces herbacées (groupe entouré), les relevés se rapportant aux principales communautés végétales ont été distingués.



Etant donné la grande variabilité de la strate herbacée, il serait peu utile de se mettre à comparer les courbes échantillonnage-espèces entre les relevés des différentes communautés (pour des considérations relatives aux différences de diversité de cette strate entre les communautés végétales, cf. chapitres IV.2.1 et IV.2.2.4). On peut toutefois présenter et détailler ce type de courbe pour un de nos relevés complets. Nous présentons les données de la strate herbacée pour le relevé Litb1 qui se rattache à la communauté la plus riche et dont on a déjà présenté un certain nombre de courbes détaillées pour les strates supérieures (*Fig.63c*).

Deux ensembles se distinguent: d'une part, les espèces propres à la strate herbacée et les espèces arbustives, qui présentent une diversité élevée, et d'autre part, les jeunes individus d'espèces d'arbres dominants et d'arbres dominés, dont la diversité est nettement moindre. La *Fig.65b* révèle une différence qui ne transparait pas sur la *Fig.65a*. La richesse des espèces d'arbustes, qui est proche de celles des espèces d'herbacées, est obtenue sur base d'un nombre d'individus très nettement inférieur. Par ailleurs, la *Fig.65b* indique que la diversité alpha de Fisher est stabilisée aux alentours de 10.

Fig.65 Courbes d'accumulation des espèces en fonction de la surface (a) et en fonction du nombre d'individus (b), calculées pour le sous-relevé H du relevé Litb1. En (b), la courbe a été tronquée au niveau des abscisses pour des raisons de visibilité. La diversité totale est subdivisée selon les principaux ensembles structuraux. Pour chacun des ensembles structuraux (indiqué entre parenthèses) et pour la diversité totale du relevé, la diversité alpha de Fisher (F) est indiquée en fonction du nombre d'individus observés.

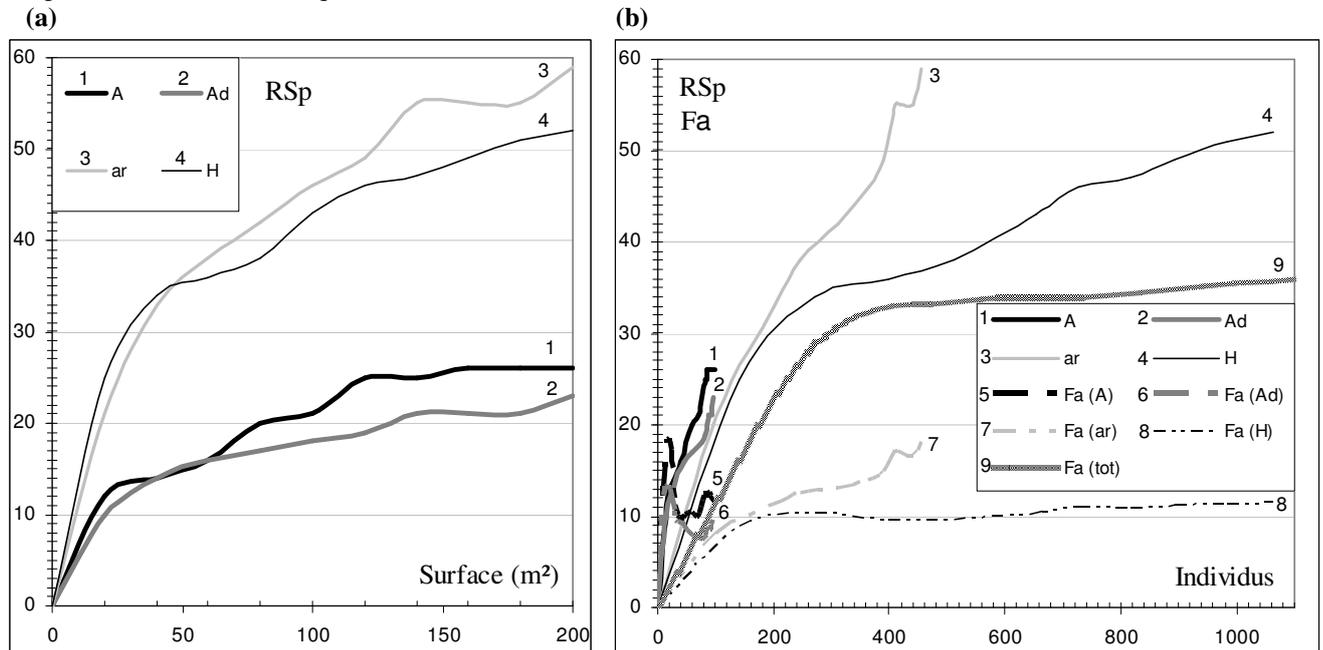
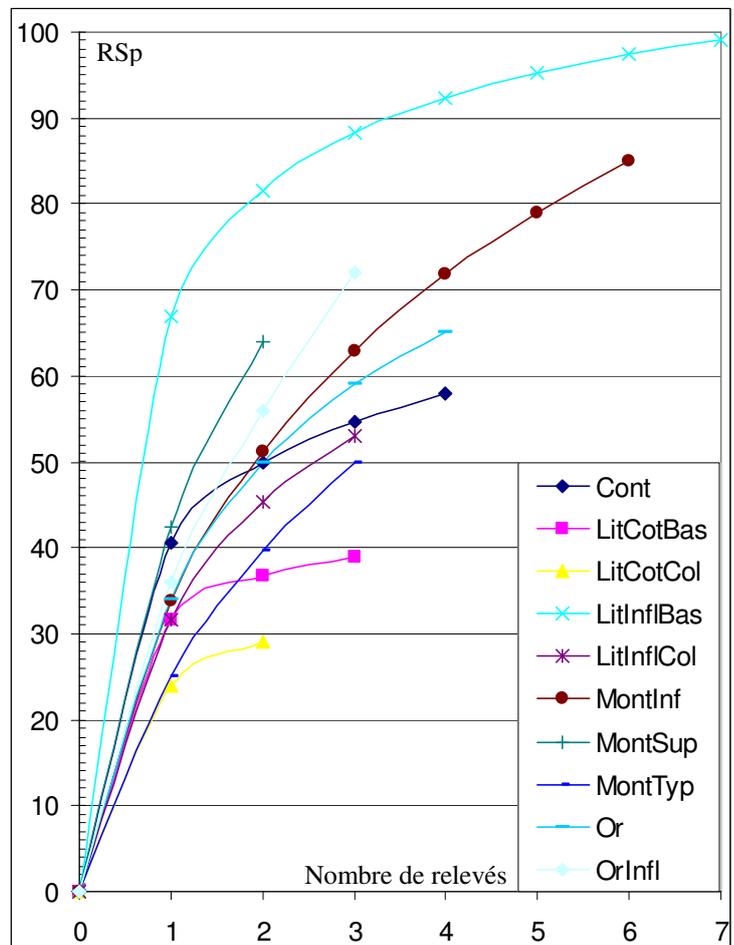


Fig.66 Courbes du nombre d'espèces cumulées en fonction du nombre de sous-relevés, pour l'ensemble structural herbacé (H), pour chacune des 10 communautés végétales. Les courbes ont été obtenues en permutant 50 fois l'ordre dans lequel les relevés sont introduits, à l'aide du logiciel EstimateS 7.0 (COLWELL 2004)

Pour certains types forestiers, l'inventaire des espèces propres à la strate herbacée semble fragmentaire mais pour la plupart d'entre eux, on note une nette diminution du nombre d'espèces découvertes à chaque ajout d'un nouveau relevé (Fig.66).



III.3.6 QUELLE EST L'IMPORTANCE DE L'ÉCHELLE SUR LES COMPARAISONS DE DIVERSITÉ ?

Si on compare la diversité entre groupes de relevés à différents niveaux de regroupement dans une classification hiérarchique (cf. *Fig.45*), notamment la diversité alpha de Fisher moyenne entre les relevés du groupe envisagé (*Fig.67*), on constate que quel que soit l'indice, celui-ci varie d'un niveau à l'autre, par accumulation de beta-diversité, et n'est pas représentatif de la diversité des groupes aux niveaux inférieurs.

Cette remarque est très importante car cela implique qu'on ne peut comparer la diversité de deux régions géographiques, au travers de deux relevés ou deux groupes de relevés par exemple, que si ceux-ci sont comparables au niveau de leur beta-diversité. Par exemple, si on dispose d'un lot de 28 relevés, identiques à nos 28 relevés de Monte Alén, réalisés dans les monts de Cristal gabonais mais dans une moins grande ou une plus grande diversité d'habitats (par exemple tous à moyenne altitude ou bien à altitudes variées mais avec en plus des relevés en zones plus nettement hydromorphes ou secondarisées), il est évident que les conclusions qu'on pourrait tirer sans prêter attention aux différents habitats seraient biaisées. Il en est de même si on compare un relevé de 1ha, méticuleusement placé afin de répondre à la condition d'homogénéité, avec un relevé de 50ha comme ceux du CTFS ou même un autre relevé de 1ha mais beaucoup plus long que large, comme ceux extraits de transects de forestiers. En conclusion, nous rejoignons notre réflexion sur les aspects phytogéographiques (chapitre I.5.8): qu'il s'agisse de comparer l'affinité floristique ou chorologique ou bien qu'il s'agisse de comparer la diversité de deux régions, il est indispensable de faire les comparaisons entre choses comparables, c'est-à-dire de faire la différence entre les différents types de végétation et en outre de tenir compte des compartiments inclus, puisque la nature de la diversité diffère entre ceux-ci.

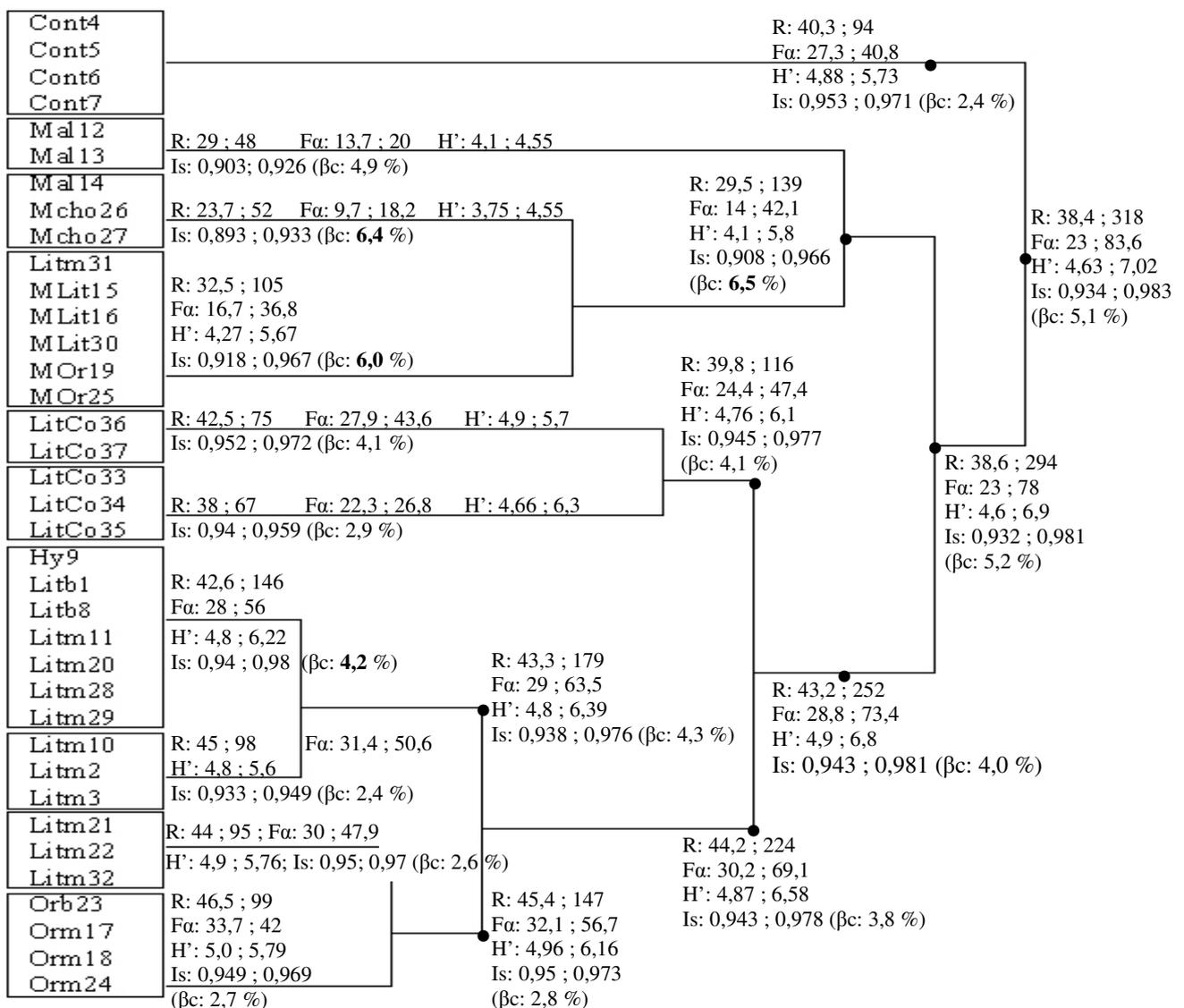
A la *Fig.67*, on remarque que quelques communautés présentent une β -diversité relativement importante, à savoir la communauté LitInflBas (Litb1, etc.) et les communautés submontagnardes MontInf et MontTyp (MLit15, etc. ; Mal14, etc.).

Dans le cas des communautés submontagnardes, cette valeur élevée s'explique de la même manière que pour le soubresaut de la courbe de la *Fig.63b*, commenté en page 197, à savoir par l'importance des phénomènes de monodominance.

Pour la communauté LitInflBas, cette forte β -diversité est un peu plus gênante et traduit en réalité une intrusion plus ou moins importante d'espèces originaires des milieux hydromorphes et secondaires environnants (cf. *Tab.49* et *50*). Cependant, quand on connaît ces espèces à caractère intrusif, on se rend compte que si on y prête moins attention, l'identité de la communauté LitInflBas est bien réelle.

Fig.67 Comparaison de quelques indices de diversité entre les groupes des différents niveaux de la classification hiérarchique des 10 types forestiers reconnus dans cette étude. Les indices comparés sont la richesse spécifique (R), la diversité alpha de Fisher (Fa), l'indice de Shannon-Wiener (H') et l'indice de Simpson (Is). Pour chaque indice, la première valeur indique la moyenne par relevé pour les relevés constitutifs du groupe envisagé, la seconde valeur est calculée en regroupant les données de ces différents relevés dans un seul groupe et représente donc la diversité totale du groupe de relevés. Le taux de beta-diversité (β) est calculé sur base de l'indice de Shannon-Wiener: Is moyen est assimilé à l'alpha-diversité du groupe (α), Is total à la gamma-diversité (γ) et le taux de beta-diversité est calculé selon le rapport $\beta = (\gamma - \alpha) * 100 / \gamma$. Afin de tenir compte du nombre de relevés inclus dans chaque groupe, un indice de β -diversité non biaisé est calculé de la manière décrite au chapitre II.9.2 : (β_c).

Cette fois, nous n'avons pas tenu à réaliser cette analyse avec les différentes strates et ensembles structuraux. D'une part, les ensembles structuraux souffrent d'un effort d'échantillonnage variable qui les rend peu propices à l'analyse de leur beta-diversité. D'autre part, les strates Ad et ar, qui sont échantillonnées à même effort partout sauf au Dja, contiennent plus d'espèces et surtout ont une composition floristique plus variable d'un relevé à l'autre, au sein d'un même type forestier, en raison du sous-échantillonnage des différents ensembles structuraux constitutifs. Pour toutes ces raisons, nous ne présentons que l'analyse pour la strate A.



III.3.7 CALCUL DES INDICES DE DIVERSITÉ COURANTS

Dans notre étude, nous avons largement privilégié l'utilisation de l'indice de diversité alpha de Fisher. Il existe toutefois d'autres indices qui sont indépendants d'une hypothèse de distribution (indices de diversité non paramétriques).

L'indice de Fisher tient compte du nombre total d'espèces et de l'effort d'échantillonnage. Ces deux données sont les plus courantes dans les résultats d'inventaires publiés ce qui permet de comparer ses données beaucoup plus facilement. Toutefois bon nombre de botanistes utilisent également les indices de Shannon-Wiener et de Simpson, qui tiennent compte de la régularité. C'est pourquoi nous donnons ici quelques résultats sur ces indices (annexe 12)

L'indice de Simpson varie de 0,85 à 0,97 pour les arbres dominants (moyenne = 0,93) et de 0,92 à 0,97 pour les arbres dominés sauf pour deux relevés de communauté submontagnarde (0,58 et 0,87). Pour les arbustes et les herbacées, cet indice est lui-aussi plus faible pour quelques relevés submontagnards (0,54 et 0,81) et varie entre 0,9 et 0,99 pour les autres relevés.

L'indice de Shannon-Wiener a déjà été mentionné à la page précédente. On peut toutefois préciser que l'équitabilité de Pielou, c'est-à-dire la proportion des valeurs obtenues pour cet indice par rapport à la valeur maximale possible sur base du nombre total d'espèces. L'équitabilité varie de 0,75 à 0,94 pour les arbres dominants, de 0,54 à 0,96 pour les arbres dominés, de 0,51 à 0,98 pour les arbustes et de 0,68 à 0,98 pour les espèces du sous-bois de la strate herbacée.

Les valeurs de ces indices sont donc relativement variables. Il indiquent tous une très faible régularité pour les relevés de forêt submontagnarde dont la tendance à la monodominance est un fait bien connu.

IV DISCUSSION

IV.1 Spectres chorologiques et écologiques

Dans ce chapitre, nous envisagerons l'ensemble des espèces observées dans nos 37 relevés, y compris celles observées dans un relevé mais au-delà de l'effort d'échantillonnage (juste à côté du relevé). Il ne faut donc pas s'étonner des différences en termes de nombre d'espèces par communauté végétale par rapport aux chiffres présentés au chapitre III.3. Dans ce chapitre III.3, où nous envisagions spécifiquement les aspects de diversité, il était important de rester dans les limites d'un effort d'échantillonnage parfaitement connu et donc de ne considérer que les espèces observées strictement à l'intérieur des relevés. Or, ici, ce qui compte c'est de comparer des listes floristiques aussi complètes que possible, comme nous l'avons d'ailleurs fait pour la recherche des espèces indicatrices et l'identification des groupements végétaux.

Le nombre total d'espèces et morpho-espèces envisagées est donc de 1050 (quelques espèces ont été revues depuis la rédaction des chapitres antérieurs (III.3.1), où nous avons mentionné 1052 espèces, et celui-ci).

Pour rappel, bien que notre sujet d'étude soit clairement centré sur la Région de Monte Alén, nous discutons tout au long de ce travail les résultats issus des deux autres sites que nous avons étudiés en quelque sorte comme " out group ". Cela signifie que les particularités de ces régions, encadrant Monte Alén sur le gradient de continentalité, sont mises en avant afin de mieux faire ressortir les caractéristiques de notre région d'étude principale.

IV.1.1 STATUT PHYTOGÉOGRAPHIQUE DU P.N. DE MONTE ALÉN ET DES 2 AUTRES SITES ÉTUDIÉS

Quelles sont les différences d'affinités phytogéographiques entre les trois régions concernées par la présente étude ? Les spectres bruts et pondérés (cf. chapitre II.4) ont été calculés globalement pour les 37 relevés et pour les relevés des trois principales régions étudiées (Tab.40). La première remarque que l'on peut faire concerne le taux d'espèces guinéo-congolaises. Quelle que soit la région (toutes incluses dans le domaine bas-guinéen), le taux d'espèces de l'élément guinéo-congolais en général (en incluant les phytochories d'ordre inférieur: BG, BGA, etc.) est toujours très important et augmente à mesure qu'on se rapproche de l'océan, de 88% dans la Réserve de Biosphère du Dja à 92% pour le Parc National de Monte Alén et jusqu'à 95% pour la Réserve de Ndoté (et Monte Bata). La proportion d'espèces répertoriées en dehors de l'Afrique reste toujours assez faible.

La R.B. du Dja se caractérise donc par un taux d'espèces guinéo-congolaises nettement moindre, compensé par un taux très nettement supérieur (12,4% contre moins de 8% pour les valeurs obtenues pour les régions atlantiques) d'espèces à large distribution, surtout des pluri-régionales (PRA, 8,2%). De plus, au sein des espèces guinéo-congolaises, le Dja se distingue par une forte proportion d'espèces typiques de la zone des forêts semi-décidues (GCp, 6%), ce qui traduit sa position clairement périphérique au sein de la région GC. Lors d'une étude similaire, menée sur des données de transects, nous avons obtenu des valeurs très nettement inférieures pour la même région¹⁹ (SENTERRE & al. 2004). Selon nous cette différence n'est pas liée à la méthode d'inventaire mais plutôt à la méthode de détermination des types

203

¹⁹ Notons que dans cette étude, nous avons qualifié assez improprement les espèces de la région guinéo-congolaise périphérique (ici, GCp) « espèces de la zone de transition guinéo-congolaise/soudano-zambésienne », codifiées G-SZ. Nous avons exclu celles-ci des totaux d'espèces guinéo-congolaises et les avons rattachées aux espèces à large distribution, ce qui était une erreur. En effet, bien que ces espèces aient une distribution tout à fait particulière, relativement large (en longitude) et transgressive (en latitude) dans les forêts galeries de la région soudano-zambésienne et dans les unités cicatricielles des forêts sempervirentes, elles n'en restent pas moins typiquement des éléments guinéo-congolais (LEJOLY, comm.pers.).

chorologiques pour les espèces incluses dans les analyses. En effet, nous avons expliqué au chapitre II.4.4 que lors de notre première étude nous avons procédé en reprenant les informations sur les types chorologiques publiées dans une série de travaux de type thèses, etc., ce qui est semble-t-il la démarche la plus répandue. Seules les espèces non reprises dans ces travaux de référence consultés et les espèces problématiques d'une manière ou d'une autre avaient fait l'objet de recherches plus poussées dans les flores et autres monographies. Cette fois, il était indispensable de mener des recherches plus approfondies pour chaque espèce individuellement car la réflexion que nous avons élaborée a modifié de manière relativement importante la façon de voir les choses: distinction de nouveaux types chorologiques (GLit), séparation des aspects zonaux et azonaux (cf. chapitre I.5.5), changement de statut pour le type afromontagnard (cf. chapitre II.4.3), etc. Nous avons donc entrepris une démarche lourde mais non moins passionnante, dont les grandes lignes sont décrites au chapitre I.5.5. Tout au long de nos recherches chorologiques, nous avons souvent eu l'occasion de constater des différences entre les informations trouvées dans la grande diversité de sources consultées et le type chorologique tel que nous l'avions déterminé dans notre précédente étude. Il peut s'agir de manque de précision: bien souvent une espèce typiquement BGA ou même BG était dite GC. D'ailleurs, les catégories inférieures aux domaines (BGA, BGALit, etc.), que nous étions les premiers à envisager, avaient été très largement sous-déterminées en raison d'une insuffisance des recherches bibliographiques. D'autre part, nous avons trouvé un certain nombre d'erreurs parfois incompréhensibles. Comme nous venons de le dire, il est clair que bien des chercheurs ont procédé comme nous en reprenant les informations synthétisées dans d'autres thèses antérieures (du moins tous ceux dont nous nous sommes nous-même inspirés), entraînant une propagation des erreurs. Enfin notons que dans certains cas, l'identification du type chorologique d'une espèce peut s'avérer quelque peu subjectif: l'un peut voir une espèce GCp à populations transgressives en forêts sempervirentes GC et en galeries forestières non GC comme étant une espèce PRA ou au contraire voir une espèce typiquement GC à populations transgressives en galeries forestières comme étant une GCp. Dans d'autres cas, c'est une vision différente des choses qui amène des divergences: par exemple, que faire d'une espèce comme *Ongokea gore* (Olacacée) qui est très largement distribuée dans le BG mais est aussi connu d'une localité en Côte d'Ivoire ? Là où d'autres auront vu une espèce guinéenne (G), nous y voyons plutôt une espèce bas-guinéenne (BG) à population satellite dans le domaine haut-guinéen (HG). En fait, il faut garder en mémoire que bien que la majorité des chercheurs aient suivi le système de WHITE (1979), rares sont ceux qui ont tenu compte des notions de transgression, de marginalité, etc., introduites par ce dernier, ce qui est à l'origine de bien des divergences de point de vue sur le statut chorologique de certaines espèces.

Parmi les espèces GC présentes au Dja, on constate une plus forte proportion d'espèces à large répartition au sein de la région GC²⁰ (22,1% contre 16,9% à Monte Alén et 13,8% à Ndoté et Mt. Bata) et surtout une très faible proportion d'espèces du domaine bas-guinéen (deux fois moins d'espèces BG que dans les deux autres zones étudiées) auquel appartient le Dja. Il est aussi intéressant de faire remarquer que c'est le Dja qui montre la plus grande différence entre la proportion d'espèces guinéennes (G=BG+HG) et la proportion d'espèces centro-guinéennes (CG=BG+C), traduisant une affinité clairement plus congolaise que ouest-africaine. La proportion d'espèces propres au secteur phytogéographique dans lequel le Dja est inclus représente à peine 2% (BGC). Ce secteur se caractérise donc davantage par

²⁰ Les espèces des forêts semi-décidues périphériques ne sont pas incluses dans les pourcentages présentés. Ces pourcentages correspondent aux espèces largement distribuées aussi bien en forêts semi-décidues que sempervirentes.

l'absence, ou du moins la rareté, d'espèces atlantiques et littorales que par la présence d'espèces qui lui sont propres.

Le Parc National de Monte Alén se situe à la "frontière" entre deux districts phytogéographiques, le BGALit et le BGAOr. Comparer le taux d'espèces appartenant à ces deux éléments sur base des données générales présentées au *Tab.40* ne voudrait pas dire grand chose puisqu'il ne s'agirait que d'une moyenne entre plusieurs communautés très contrastées: littorales à l'ouest et orientales à l'est de la cordillère de Niefang. On peut toutefois faire remarquer que les espèces limitées à un district ne représentent qu'un faible pourcentage (7,4% BGALit+Or) par rapport aux espèces à large répartition au sein du secteur atlantique (21,6% BGA). Monte Alén se distingue des régions littorales telles que Ndoté par la faible proportion d'espèces typiquement littorales (BGALit et GLit) et se distingue de régions plus continentales telles que la R.B. du Dja par la faible proportion d'espèces à caractère continental (BGC) et surtout par la faible proportion d'espèces à large distribution en Afrique et d'espèces périphériques (GCp).

Tab.40 Spectres bruts et pondérés des éléments chorologiques, calculés pour chacune des trois régions concernées par la présente étude. Les nombres totaux d'espèces (RSp) et d'individus (Ab) sont indiqués. Pour les spectres bruts, seules les espèces déterminées et les morpho-espèces sont comptabilisées. Le nombre d'indéterminés " Indet " correspond donc au nombre d'espèces et morpho-espèces pour lesquelles on n'a pas pu définir le type chorologique, par manque de données bibliographiques. Pour les spectres pondérés en revanche, les valeurs sont calculées sur base de toutes les observations, c'est-à-dire que le nombre d'indéterminés correspond au nombre d'individus d'espèces, de morpho-espèces et d'individus non identifiés pour lesquels on n'a pas pu définir le type chorologique. Pour les deux types de spectres, les pourcentages sont calculés par rapport au nombre total d'individus ou d'espèces dont on a pu déterminer le type chorologique.

élément chorologique	Global				R.B. du Dja				P.N. de Mt. Alén				R. de Ndoté + Mt. Bata			
	RSp	Spectre brut	Ab	Spectre pond.	RSp	Spectre brut	Ab	Spectre pond.	RSp	Spectre brut	Ab	Spectre pond.	RSp	Spectre brut	Ab	Spectre pond.
L Omni	1	0,1	4	0,02					1	0,1	4	0,02				
L Pan	1	0,1	1	0,004					1	0,1	1	0,01				
L Pal	4	0,5	93	0,4	3	1,1	57	3,8	2	0,3	36	0,2				
L AM	20	2,4	356	1,6	6	2,2	22	1,4	20	2,8	327	1,7	2	0,7	8	0,4
L AA	3	0,4	118	0,5	2	0,7	21	1,4	3	0,4	78	0,4	3	1,1	19	1,0
L PRA	39	4,7	876	3,9	22	8,2	60	3,9	30	4,2	743	3,9	9	3,3	73	3,7
ERé GCp	19	2,3	87	0,4	16	6,0	38	2,5	10	1,4	49	0,3	2	0,7	2	0,1
ERé GC	141	16,8	3182	14,2	59	22,1	388	25,5	121	16,9	2590	13,6	38	13,8	209	10,7
2Do G	108	12,9	4082	18,2	41	15,4	267	17,6	96	13,4	3582	18,9	43	15,6	236	12,1
2Do GLit	14	1,7	211	0,9	1	0,4	11	0,7	10	1,4	109	0,6	10	3,6	92	4,7
2Do CG	122	14,6	4306	19,2	55	20,6	337	22,2	104	14,5	3580	18,8	40	14,5	392	20,1
EDo C	1	0,1	1	0,004									1	0,4	1	0,1
EDo BG	129	15,4	3786	16,9	52	19,5	262	17,2	109	15,2	3098	16,3	41	14,9	427	21,9
ESe BGA	159	19,0	4542	20,2	4	1,5	17	1,1	155	21,6	4299	22,6	46	16,7	229	11,7
EDi BGALit	64	7,6	710	3,2	1	0,4	28	1,8	45	6,3	425	2,2	41	14,9	262	13,4
EDi BGAOr	8	1,0	64	0,3					8	1,1	64	0,3				
ESe BGC	5	0,6	19	0,1	5	1,9	11	0,7	3	0,4	8	0,04				
Indet Indet	212		3311		48		358		176		2778		28		183	
Total Det.	838		22438		267		1519		718		18993		276		1950	
Total	1050		25749		315		1877		894		21771		304		2133	
Tot.L	68	8,1	1448	6,5	33	12,4	160	10,5	57	7,9	1189	6,3	14	5,1	100	5,1
Tot.GC	770	91,9	20990	93,5	234	87,6	1359	89,5	661	92,1	17804	93,7	262	94,9	1850	94,9
Tot.2Do	244	29,1	8599	38,3	97	36,3	615	40,5	210	29,2	7271	38,3	93	33,7	720	36,9
Tot.BG	365	43,6	9121	40,6	62	23,2	318	20,9	320	44,6	7894	41,6	128	46,4	918	47,1

La réserve de Ndoté est caractérisée assez nettement par la présence d'espèces typiquement littorales (14,9% de BGALit + 3,6% de GLit, soit 18,5% en tout) et par l'absence des rares espèces caractérisant les forêts orientales. Notons que lors de notre étude précédente (SENTERRE & al. 2004), nous avons obtenu une valeur largement inférieure (6%), atteignant à peine le tiers de la valeur réelle. Cette différence est due à des erreurs par manque de

recherches bibliographiques. Les données obtenues cette fois-ci le sont sur base de recherches plus fouillées et nous les pensons très fiables.

Ndoté se distingue en outre par une très faible proportion d'espèces à large répartition en Afrique (5,1% contre 7,9 à Monte Alén et 12,4 au Dja), proportion qui diminue donc à mesure qu'on se rapproche de l'océan. De la même manière, la proportion d'espèces à large répartition au sein de la région GC diminue progressivement en se rapprochant de l'océan car tout simplement le nombre d'espèces à aire limitée (BGALit, BGAOr ou BGC) augmente depuis la bande continentale vers la bande atlantique orientale et jusqu'à l'étroite bande littorale: globalement pour l'ensemble des inventaires on observe 7,6% d'espèces BGALit, 1% d'espèces BGAOr et 0,6% d'espèces BGC (Tab.40). D'un point de vue macroclimatique, donc zonal et phytogéographique au sens commun (chapitre I.5), il existe donc une tendance à la réduction du nombre d'espèces indicatrices depuis une phytochorie en milieu très favorable (comme le climat toujours humide littoral) à une phytochorie en milieu relativement plus stressant (climat continental). Reste à voir si cette tendance se confirme à une échelle microclimatique ou azonale, comme par exemple sur le gradient d'altitude où le milieu peu stressé est celui de plaine. En d'autres termes, a-t-on plus d'espèces indicatrices de l'étage submontagnard que d'espèces indicatrices des étages bas et moyens ? Nous y reviendrons lors de l'étude de la composante altitudinale (IV.1.7.1).

IV.1.2 LIENS CHOROLOGIQUES COMPARÉS ENTRE LES DIFFÉRENTS HABITATS

A l'échelle de chacune de nos dix communautés végétales, les résultats sont très similaires à ceux présentés précédemment. Le Tab.41 présente surtout une vue plus détaillée de la variabilité dans le Parc National de Monte Alén. Pour les types forestiers submontagnards, on obtient une proportion d'espèces guinéo-congolaises (Tot.GC) tout à fait comparable aux valeurs observées pour les communautés voisines de basse et moyenne altitudes. Notons toutefois quelques valeurs plus basses en raison d'une augmentation des espèces afro-malgaches (AM), essentiellement représentées par des fougères submontagnardes à distribution centrée sur les principaux massifs montagneux d'Afrique et de Madagascar (*Trichomanes borbonicum*, *Ctenopteris zenkeri*, etc.).

Par ailleurs, la proportion des espèces BGA est sensiblement supérieure pour ces communautés submontagnardes par rapport aux types forestiers d'altitude moindre. Les espèces limitées à un district phytogéographique sont par contre moins bien représentées. Ces deux remarques peuvent s'expliquer par le fait que ces communautés submontagnardes ont une distribution qui suit la distribution des principaux reliefs, eux-mêmes dispersés indifféremment dans les deux districts atlantiques bien qu'un peu plus abondants dans le BGALit. Les espèces submontagnardes ont donc plus souvent une distribution en forme d'archipel dont les îlots sont dispersés dans les deux districts du BGA plutôt que dans un seul district. En outre, certaines espèces submontagnardes ont une distribution qui correspond à peu près aux sommets les plus arrosés de la façade atlantique, notamment au niveau de Monts de Cristal et autres bastions le prolongeant vers le Nord jusqu'au S-Cameroun. Or c'est précisément cette dorsale qui semble, au moins sur la partie de Monte Alén que nous connaissons, déterminer le passage (en l'espace de 5 à 20km pour Monte Alén) des forêts de type littoral aux forêts de type oriental. Il est donc normal que ces espèces aient été difficiles à ranger parmi les BGALit ou les BGAOr et qu'elles aient dès lors été classées parmi les BGA de manière générale.

Une question fondamentale que nous nous sommes posée est de savoir si la bande de forêts littorales guinéennes (GLit) constitue une entité phytogéographique cohérente subdivisée en deux sous-entités ou bien si au contraire les forêts littorales du domaine haut-guinéen et celles du domaine bas-guinéen doivent plutôt être considérées comme des variations infra-

domaniales, chacune davantage apparentée au type géographiquement voisin et écologiquement différent (par exemple au BGAOr dans le cas du BGALit) qu'au type écologiquement proche mais géographiquement distant (HGLit, district littoral du domaine haut-guinéen, toujours dans le cas de BGALit). L'analyse des spectres phytogéographiques telle que nous l'avons menée apporte une première contribution à cette problématique. En effet, la distinction au sein des espèces guinéennes d'une catégorie " espèces guinéennes littorales " (GLit), non encore proposée par nos prédécesseurs, permet de comparer la quantité d'espèces communes aux types BGALit et BGAOr (c'est-à-dire les BGA) par rapport à la quantité d'espèces communes aux types BGALit et HGLit (c'est-à-dire les GLit). En faisant cette comparaison sur base des données de nos communautés littorales uniquement (LitCotCol et LitCotBas), on constate qu'il y a à peu près quatre fois plus d'espèces partagées avec le district oriental voisin (environ 30 espèces BGA) qu'avec les forêts littorales du domaine haut-guinéen (environ 8 espèces GLit). Mais cette observation masque une certaine réalité ! Dans ces mêmes communautés littorales, il existe aussi entre 22 et 27 espèces BGALit qui bien souvent, malgré leur absence dans les forêts littorales du domaine haut-guinéen, y trouvent pourtant leur plus proche parent (nombreuses espèces vicariantes très affines dans le HGLit). De nombreux exemples peuvent être mis en évidence par la comparaison de notre liste d'espèces BGALit avec les espèces citées en Afrique de l'Ouest par POORTER & al. (2004): *Diospyros cinnabarina* et *D. vignei* F.White, *Scytopetalum klaineanum* et *S. tieghemii* Hutch. & Dalziel, *Calpocalyx heitzii* et *C. aubrevillei* Pellegr., *Tarrietia densiflora* (Pellegr.) Aubrév. & Normand et *T. utilis* (Sprague) Sprague, *Vepris (Araliopsis) soyauxii* et *Vepris (Araliopsis) tabouensis* (Aubrév. & Pellegr.) W.Mziray (AUBRÉVILLE 1958), etc. Une étude plus approfondie de cette problématique dépasse largement le cadre de la présente étude et nécessiterait davantage de considérations taxonomiques.

Tab.41 Les spectres bruts (en %) sont calculés pour chacune des dix communautés végétales reconnues dans la présente étude. Les nombres totaux d'espèces (RSp) sont indiqués. Seules les espèces déterminées et morpho-espèces sont comptabilisées. Le nombre d'indéterminés " Indet " correspond donc au nombre d'espèces et morpho-espèces pour lesquelles on n'a pas pu définir le type chorologique, par manque de données bibliographiques.

élément chorologique	Cont		MontSup		MontTyp		MontInf		LitCotCol		LitCotBas		LitInflBas		LitInflCol		OrInfl		Or	
	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%
L Omni							1	0,3					1	0,2						
L Pan													1	0,2						
L Pal	3	1,1	1	0,4	2	1,1	1	0,3									1	0,4	1	0,4
L AM	6	2,2	8	3,6	3	1,6	13	4,0	1	0,6	1	0,6	9	2,1	5	1,7	4	1,5	4	1,5
L AA	2	0,7	2	0,9	2	1,1	2	0,6	2	1,1	2	1,1	3	0,7	1	0,3	2	0,8	2	0,7
L PRA	22	8,2	9	4,0	5	2,7	8	2,5	5	2,8	7	3,9	16	3,8	12	4,1	10	3,8	10	3,6
ERé GCp	16	6,0	2	0,9	2	1,1	1	0,3	1	0,6	1	0,6	8	1,9	2	0,7	2	0,8	1	0,4
ERé GC	59	22,1	40	17,9	39	21,4	51	15,7	25	14,0	24	13,4	79	18,9	42	14,2	54	20,3	54	19,7
2Do G	41	15,4	32	14,3	29	15,9	40	12,3	27	15,1	26	14,5	65	15,5	46	15,5	39	14,7	42	15,3
2Do GLit	1	0,4	2	0,9	1	0,5	5	1,5	8	4,5	7	3,9	5	1,2	5	1,7	1	0,4	1	0,4
2Do CG	55	20,6	37	16,6	27	14,8	56	17,3	28	15,6	28	15,6	69	16,5	52	17,6	43	16,2	43	15,7
EDo C									1	0,6										
EDo BG	52	19,5	36	16,1	28	15,4	52	16,0	32	17,9	23	12,8	62	14,8	53	17,9	42	15,8	44	16,1
ESe BGA	4	1,5	45	20,2	42	23,1	73	22,5	27	15,1	33	18,4	72	17,2	57	19,3	53	19,9	58	21,2
EDi BGALit	1	0,4	7	3,1	2	1,1	16	4,9	22	12,3	27	15,1	29	6,9	19	6,4	15	5,6	6	2,2
EDi BGAOr			1	0,4			3	0,9							2	0,7			7	2,6
ESe BGC	5	1,9	1	0,4			2	0,6											1	0,4
Indet Indet	48		47		32		61		14		16		74		40		34		41	
Total Det.	267		223		182		324		179		179		419		296		266		274	
Total	315		270		214		385		193		195		493		336		300		315	
Tot.L	33	12,4	20	9,0	12	6,6	25	7,7	8	4,5	10	5,6	30	7,2	18	6,1	17	6,4	17	6,2
Tot.GC	234	87,6	203	91,0	170	93,4	299	92,3	171	95,5	169	94,4	389	92,8	278	93,9	249	93,6	257	93,8
Tot.2Do	97	36,3	71	31,8	57	31,3	101	31,2	63	35,2	61	34,1	139	33,2	103	34,8	83	31,2	86	31,4
Tot.BG	62	23,2	90	40,4	72	39,6	146	45,1	81	45,3	83	46,4	163	38,9	131	44,3	110	41,4	116	42,3

IV.1.3 DEGRÉ D'ENDÉMISME DES ESPÈCES PAR TYPE CHOROLOGIQUE

Le calcul du nombre d'espèces montrant un certain degré d'endémisme vis-à-vis d'une phytochorie donnée amène quelques remarques intéressantes (Tab.42).

On constate que 19 espèces ont leur distribution géographique limitée à la zone périphérique guinéo-congolaise (GCp). Deux d'entre elles y sont strictement confinées (*Celtis mildbraedii* et *Entandrophragma candollei*) et deux autres ne s'en écartent que marginalement (*Diospyros monbuttensis* et *Irvingia wombulu*). Ces quatre espèces ont été observées dans la R.B. du Dja, qui se situe juste à la limite de cette zone périphérique. La majorité de ces espèces GCp répertoriées dans nos relevés (situés dans le domaine bas-guinéen) sont donc forcément des GCp à populations transgressives et correspondent à ce qu'on entend généralement par "espèces transgressives des forêts semi-décidues" (GUILLAUMET 1967, GÉRARD 1960, GERMAIN & EVRARD 1956, etc.): *Albizia ferruginea*, *Parkia filicoidea*, *Erythrina excelsa*, *Pterygota bequaertii*, etc.

Les espèces à distribution omni ou subomni-guinéo-congolaise (GC) sont pour la plupart strictement endémiques et largement distribuées à l'intérieur de cette région phytogéographique. Certaines montrent de vastes disjonctions dans leur aire de distribution (14 espèces eMoy), comme par exemple *Stemonocoleus micranthus* (genre monotypique), *Begonia mildbraedii*, *B. hirsutula*, *Trichomanes crispiforme*, *Elaphoglossum chevalieri*, *Grewia oligoneura*, etc. Un nombre relativement important d'espèces GC (34) s'observent aussi marginalement dans les galeries forestières soudano-zambésiennes. Certaines y sont parfois très abondantes et sont qualifiées de transgressives (4 espèces dont *Cleistopholis patens* et *Klainedoxa gabonensis*).

De manière générale, on observe pour les phytochories à une échelle relativement large (2Do et ERé) que les endémiques sont toujours essentiellement largement distribuées au sein de ces phytochories (eGlo) tandis que pour les phytochories inférieures au niveau du domaine (ESe et EDi) les endémiques sont majoritairement à distribution relativement limitée au sein de la phytochorie en question (eMoy et ELoc) (Tab.42).

Tab.42 Nombre d'espèces pour les différents degrés d'endémisme, calculé pour chaque élément chorologique sur base de l'ensemble des données des 37 relevés réalisés dans la présente étude. Seules les espèces déterminées et morpho-espèces sont comptabilisées et la catégorie "Indet" représente donc le nombre d'espèces ou morpho-espèces pour lesquelles on n'a pas pu déterminer le type chorologique.

élément chorologique		eGlo	eMoy	eLoc	Marg	Sat	Tran	Larg	Omni	Indet	Total
L	Omni								1		1
L	Pan							1			1
L	Pal							4			4
L	AM							20			20
L	AA							3			3
L	PRA							39			39
ERé	GCp	2			2	1	13	1			19
ERé	GC	84	14		34	4	4			1	141
2Do	G	59	37		10	1	1				108
2Do	GLit	4	2		4	1	3				14
2Do	CG	61	39	2	16	3				1	122
EDo	C				1						1
EDo	BG	47	64	5	8	3				2	129
ESe	BGA	23	79	43	6	2	1			5	159
EDi	BGALit	7	19	17	14	2	5				64
EDi	BGAOr	1	2	3	2						8
ESe	BGC		1	1	2	1					5
Indet	Indet									212	212
Total		288	257	71	99	18	27	68	1	221	1050

IV.1.4 SPECTRES CHOROLOGIQUES AU NIVEAU DES GENRES ET TAUX DE GENRES PAUCISPÉCIFIQUES

Les analyses de spectres phytogéographiques à l'échelle des espèces sont une pratique largement répandue mais il est beaucoup plus rare de trouver ce type de considérations à l'échelle des genres. Quels sont donc les éléments chorologiques les plus importants au niveau générique ?

Les 1050 espèces de nos 37 relevés se répartissent en 442 genres. Quelle que soit la communauté végétale envisagée, la majorité des genres sont à large distribution (60 à 70%) (*Tab.43a*). Parmi les 30 à 40% de genres guinéo-congolais, la majorité (environ 20% du nombre total de genres) est bien sûr largement répandue dans la région mais il est surtout intéressant de noter qu'il existe des genres endémiques, ou sub-endémiques, à un secteur voire même à un district.

Ces genres sont pour la plupart paucispécifiques alors que moins de la moitié des genres guinéo-congolais sont paucispécifiques et que cette proportion devient négligeable pour les genres plus répandus encore. Nous avons même trouvé au sein de nos relevés deux genres caractéristiques de l'ensemble des forêts littorales guinéennes (GLit), eux aussi paucispécifiques: *Cyrtogonone* et *Gluema*. Quatre genres représentés parmi nos espèces sont en outre endémiques ou sub-endémiques BGALit: *Petitiocodon*, *Lecomtedoxa*, *Desbordesia* et *Korupodendron*.

La proportion de genres paléotropicaux est toujours nettement supérieure (souvent le double) à la proportion de genres afro-américains et ce d'autant plus si on ajoute aux genres paléotropicaux les genres afro-malgaches. Ce résultat s'accorde avec la définition largement admise d'un empire phytogéographique paléotropical. Il était toutefois intéressant de noter que cette remarque reste valable aussi bien pour les types forestiers de basse et moyenne altitudes que pour les types submontagnards.

Les communautés végétales continentales du Dja et la communauté submontagnarde typique se distinguent par une plus forte proportion de genres paléotropicaux (18-20% contre généralement 15% pour les autres types forestiers), et d'espèces à large distribution de manière générale (près de 70% contre 60% ailleurs).

Les genres paucispécifiques ont été définis comme étant ceux pour lesquels on ne dénombre pas plus de 3 espèces, exceptionnellement 4 ou 5 si certaines n'existent qu'en dehors de l'Afrique et que les espèces africaines du genre ne dépassent pas 3. Au sein de nos relevés, nous avons répertorié 120 genres présentant ces caractéristiques (soit 27% du nombre total de genres). La majorité de ces genres paucispécifiques sont guinéo-congolais mais leur proportion par rapport au nombre total de genres augmente très nettement pour les entités phytogéographiques d'ordre inférieur à la région, atteignant 70 à 100% pour les domaines, secteurs et districts (*Tab.43b*).

Notons au passage que, dans la présente étude, nous ne sommes pas penché sur le cas des genres multispécifiques (*Ficus*, *Drypetes*, *Beilschmiedia*, etc.), essentiellement parce que ceux-ci nous semblaient plus difficiles à définir. Cependant, les spectres de genres multispécifiques devraient eux-aussi permettre de très intéressantes observations (AUBRÉVILLE 1970, FEDOROV 1966).

Parmi nos dix communautés végétales, ce sont les types sous influence littorale qui se démarquent le plus avec 61 à 78 genres paucispécifiques contre seulement 56 à 60 pour les types orientaux et moins de 50 pour les autres communautés.

Tab.43 Les spectres bruts (en %) de types chorologiques au niveau des genres sont calculés pour chacun de nos dix types forestiers. Les nombres totaux de genres (RGé, richesse générique) sont indiqués. (annexe 16)
Seules les données relatives aux espèces déterminées et morpho-espèces sont comptabilisées. Le nombre d'indéterminés "Indet" correspond au nombre de genres pour lesquels on n'a pas pu définir le type chorologique, par manque de données bibliographiques. Les pourcentages sont calculés par rapport aux nombres totaux de genres dont le type chorologique a pu être identifié.

a)

élément chorologique		Cont		MontSup		MontTyp		MontInf		LitCotBas		LitCotCol		LitInflBas		LitInflCol		OrInfl		Or	
		RGé	%	RGé	%	RGé	%	RGé	%	RGé	%	RGé	%	RGé	%	RGé	%	RGé	%	RGé	%
L	Omni	7	3,3	3	1,8	2	1,4	4	1,8			1	0,7	5	1,8	4	1,9	4	2,1	4	2,0
L	Pan	50	23,6	40	23,5	37	25,0	48	22,0	26	19,8	27	19,6	51	18,4	40	19,0	37	19,1	36	17,7
L	Pal	40	18,9	31	18,2	30	20,3	33	15,1	18	13,7	20	14,5	41	14,8	32	15,2	25	12,9	32	15,8
L	AM	12	5,7	11	6,5	14	9,5	18	8,3	10	7,6	13	9,4	24	8,7	15	7,1	16	8,2	17	8,4
L	AA	11	5,2	10	5,9	12	8,1	13	6,0	9	6,9	7	5,1	18	6,5	14	6,6	14	7,2	13	6,4
L	PRA	27	12,7	12	7,1	6	4,1	18	8,3	12	9,2	14	10,1	30	10,8	24	11,4	20	10,3	20	9,9
ERé	GC	44	20,8	40	23,5	30	20,3	49	22,5	27	20,6	32	23,2	61	22,0	47	22,3	43	22,2	44	21,7
2Do	G	6	2,8	8	4,7	4	2,7	10	4,6	9	6,9	5	3,6	12	4,3	9	4,3	11	5,7	8	3,9
2Do	GLit									1	0,8	2	1,4	1	0,4			1	0,5		
2Do	CG	9	4,2	6	3,5	8	5,4	10	4,6	9	6,9	8	5,8	15	5,4	11	5,2	9	4,6	11	5,4
EDo	C																				
EDo	BG	5	2,4	6	3,5	3	2,0	9	4,1	5	3,8	7	5,1	11	4,0	7	3,3	6	3,1	9	4,4
ESe	BGA			2	1,2	1	0,7	3	1,4	4	3,1			5	1,8	5	2,4	5	2,6	5	2,5
EDi	BGALit	1	0,5	1	0,6	1	0,7	2	0,9	1	0,8	2	1,4	3	1,1	3	1,4	3	1,5	2	1,0
EDi	BGAOr							1	0,5											2	1,0
ESe	BGC																				
Indet	Indet	18		9		9		7		8		6		20		11		12		8	
Total Det.		212		170		148		218		131		138		277		211		194		203	
Total		230		179		157		225		139		144		297		222		206		211	
Tot.L		147	69,3	107	62,9	101	68,2	134	61,5	75	57,3	82	59,4	169	61,0	129	61,1	116	59,8	122	60,1
Tot.GC		65	30,7	63	37,1	47	31,8	84	38,5	56	42,7	56	40,6	108	39,0	82	38,9	78	40,2	81	39,9
Tot.2Do		15	7,1	14	8,2	12	8,1	20	9,2	19	14,5	15	10,9	28	10,1	20	9,5	21	10,8	19	9,4
Tot.BG		6	2,8	9	5,3	5	3,4	15	6,9	10	7,6	9	6,5	19	6,9	15	7,1	14	7,2	18	8,9

b) idem mais pour les genres paucispécifiques

élément chorologique		Cont	Mont-Sup	Mont-Typ	Mont-Inf	LitCot-Bas	LitCot-Col	LitInfl-Bas	LitInfl-Col	Or-Infl	Or	Tot.Genres paucisp.	Tot. Genres	Taux de paucisp.
L	Omni											9		
L	Pan	1	2		1			2	1	1	1	2	80	2,5
L	Pal	3	1	1	2			1		2	2	3	61	4,9
L	AM	1	1	1	3	1	3	5	1	1	1	7	33	21
L	AA			2	1	1	2	2	1	3	1	4	26	15
L	PRA	6	1		2	2	1	6	7	4	5	9	44	20
ERé	GC	20	18	12	16	9	13	24	20	16	17	41	86	48
2Do	G	4	5	2	6	5	3	9	6	7	5	14	18	78
2Do	GLit					1	2	1		1		2	2	100
2Do	CG	7	6	8	9	9	8	13	11	9	11	16	20	80
EDo	BG	4	3	2	5	5	7	7	6	4	8	10	15	67
ESe	BGA		2	1	3	4		5	5	5	5	7	7	100
EDi	BGALit	1	1		2	1	2	3	3	3	2	3	4	75
EDi	BGAOr				1						2	2	2	100
Indet	Indet											35		
Total		47	40	29	51	38	41	78	61	56	60	120	442	27
Tot.L		11	5	4	9	4	6	16	10	11	10	25	253	10
Tot.GC		36	35	25	42	34	35	62	51	45	50	95	154	62
Tot.2Do		11	11	10	15	15	13	23	17	17	16	32	40	80
Tot.BG		5	6	3	11	10	9	15	14	12	17	22	28	79

IV.1.5 LIENS CHOROLOGIQUES COMPARÉS ENTRE ENSEMBLES STRUCTURAUX

Il est une question fondamentale et encore totalement inexplorée que nous n'avons pas posée: existe-t-il des différences de nature chorologique entre les principaux ensembles structuraux décrivant la stratification forestière ?

D'une part, les strates inférieures présentent très certainement en moyenne une moindre aptitude à la dispersion à grande distance que les espèces des strates supérieures, ce qui impliquerait une plus grande proportion d'espèces à aire de distribution relativement restreinte.

Mais d'autre part, les espèces du sous-bois jouissent d'une ambiance climatique générale (micro + macroclimat) plus stable et moins variable géographiquement que l'ambiance climatique générale ressentie par les espèces des strates supérieures (largement lié à la saisonnalité et à la pluviométrie), ce qui est probablement favorable à une tendance vers des aires de distribution plus larges pour les espèces du sous-bois puisque les variations macroclimatiques sont atténuées.

Nous avons donc calculé la richesse spécifique et la proportion que celle-ci représente par rapport au nombre total d'espèces pour chacun des quatre principaux ensembles structuraux (A, Ad, ar et H), en détaillant pour la strate supérieure les trois principaux types biologiques (E, Ass et Aco, cf. II.4.1.1) (Tab.44). Il en ressort que les différences entre ensembles structuraux ne sont pas très importantes. On constate toutefois que les espèces à large distribution sont assez nettement plus abondantes dans la strate supérieure (A) que pour les strates inférieures non herbacées (Ad et ar). Au contraire, les espèces à faible amplitude géographique, limitées à un seul district, représentent une part plus importante des espèces pour les arbres dominés et les arbustes (Ad et ar). Cette observation milite donc en faveur de la première des deux hypothèses émise ci-dessus (ou du moins de sa prédominance par rapport à la seconde).

Quant aux espèces de la strate herbacée (herbacées vraies et sous-arbustes), elles présentent, comme pour la strate arborée supérieure, davantage d'espèces à large distribution et notamment afro-malgache. Ce fait est aisément attribuable à une série d'espèces de fougères, à haut potentiel de dispersion.

	E			Ass			Aco			A		Ad		ar		H	
	RS _p	%		RS _p	%		RS _p	%		RS _p	%	RS _p	%	RS _p	%	RS _p	%
L Omni												1	0,5				
L Pan														1	0,5		
L Pal												1	0,5	3	1,5		
L AM				3	3,3	2	2,2	5	1,7			3	1,6	12	5,9		
L AA	1	0,9		1	1,1			2	0,7					1	0,5		
L PRA	3	2,6		6	6,7	7	7,8	16	5,4	3	2,1	8	4,2	12	5,9		
ERé GCp	8	7,0		3	3,3	2	2,2	13	4,4	2	1,4	4	2,1				
ERé GC	20	17		15	17	20	22	56	19	13	8,9	28	15	44	21		
2Do G	12	10		14	16	12	13	38	13	18	12	19	10	33	16		
2Do GLit	2	1,7		2	2,2	2	2,2	6,0	2,0	4,0	2,7	2,0	1,1	2,0	1,0		
2Do CG	21	18		13	14	16	18	50	17	32	22	29	15	11	5,4		
EDo C				1	1,1			1	0,3								
EDo BG	14	12		14	16	8	8,9	36	12	21	14	38	20	34	17		
ESe BGA	24	21		14	16	14	16	53	18	31	21	33	17	42	20		
EDi BGALit	7	6,1		3	3,3	6	6,7	16	5,4	21	14	19	10	8	3,9		
EDi BGAOr	3	2,6		1	1,1	1	1,1	5	1,7			2	1,1	1	0,5		
ESe BGC										1	0,7	3	1,6	1	0,5		
Indet	2		12			10		24		36		100		50			
Total Det.	115		90			90		297		146		190		205			
Tot.L	4	3,5	10	11	9	10		23	8	3	2,1	13	6,8	29	14		
Tot.GC	111	97	80	89	81	90		274	92	143	98	177	93	176	86		
Tot.2Do	35	30	29	32	30	33		94	32	54	37	50	26	46	22		
Tot.BG	48	42	32	36	29	32		110	37	74	51	95	50	86	42		

Tab.44 Comparaison du nombre d'espèces (RS_p) de chaque ensemble structural (A, Ad, ar et H) réparties entre les différents types chorologiques. La strate arborée supérieure est en outre détaillée selon les trois principaux ensembles structuraux qui la composent (A = E + Ass + Aco). Quelques différences minimales peuvent exister entre la somme des E, Ass et Aco et la valeur présentée pour l'ensemble A en raison du fait que certaines espèces de la strate supérieure peuvent ne pas être des arbres (cf. lianes, etc.). Les pourcentages sont calculés par rapport au nombre total d'espèces et morpho-espèces de l'ensemble biologique considéré dont on a pu déterminer le type chorologique (Total Det.). Quelques sous-totaux intéressants sont encore indiqués dans le bas du tableau.

On peut aussi s'interroger sur la répartition des genres paucispécifiques entre ces différents ensembles structuraux et, pour chacun de ces derniers, sur l'importance relative des espèces de genres paucispécifiques. Bien sûr, un genre n'est que rarement caractérisé par un seul type biologique constant au travers de toutes ses espèces aussi, ce que nous avons comparé c'est le nombre d'espèces appartenant à des genres paucispécifiques (Tab.45). On constate une tendance à la réduction du nombre d'espèces appartenant à des genres paucispécifiques depuis les ensembles structuraux supérieurs (26,5% des espèces sont de genres paucispécifiques) à ceux des strates inférieures (moins de 10%). Cette observation traduit selon nous la plus grande stabilité écologique du sous-bois (cf. KAHN 1996) et la plus grande possibilité de réponse à des perturbations pour les espèces à cycle de vie plus court.

	Pauci		Multi		Pauci		Multi	
	RSp	%	RSp	%	Ab	%	Ab	%
E	31	26,5	86	74	905	38,0	1479	62
Ass	21	20,6	81	79	470	23,6	1524	76
Aco	16	16,0	84	84	778	25,8	2243	74
(A	68	21,2	253	79	2153	29,1	5248	70)
Ad	26	14,3	156	86	923	23,0	3098	77
ar	21	7,2	269	93	346	10,8	2868	89
H	23	9,0	232	91	1317	13,5	8448	87

Tab.45 Comparaison du nombre d'espèces (RSp) et d'individus d'espèces (Ab) appartenant à des genres paucispécifiques (Pauci) ou pas (Multi). Les comparaisons sont faites pour les quatre principaux ensembles structuraux (A, Ad, ar et H). La strate supérieure (A) est décomposée selon ses trois principaux composants (E, Ass et Aco). Les proportions expriment le taux d'espèces de genres paucispécifiques par rapport au nombre total d'espèces pour l'ensemble biologique considéré

IV.1.6 REMARQUE SUR NOTRE SYSTÈME DE TYPES CHOROLOGIQUES ET AMÉLIORATIONS

Lors de la réflexion qui nous a mené au système de types chorologiques tel que nous l'avons défini, notamment l'ajout de la catégorie GLit, nous avons hésité à définir des catégories " guinéen oriental " (GOr, correspondant aux forêts dites à Caesalpiniaceae des domaines bas- et haut-guinéen) et " guinéen continental " (GCont, correspondant aux forêts à Malvaceae et Ulmaceae des deux mêmes domaines). N'ayant aucun exemple en tête, nous avons alors mis de côté ces catégories.

Au cours de l'identification des types chorologiques de notre millier d'espèces, certains modes de distribution ont pourtant révélé des cas intéressants. Nous venons de voir que plus on considère une phytochorie concentrée à proximité de l'océan (BGC, BGAOr, BGALit), plus celle-ci est caractérisée par un grand nombre d'espèces endémiques et sub-endémiques. En conséquence, si une catégorie GCont avait une raison d'être, celle-ci ne pourrait se justifier que par un petit nombre d'espèces indicatrices, tout comme pour le secteur BGC.

Nous avons aussi vu qu'un assez grand nombre d'espèces BGALit sont aussi typiquement du littoral haut-guinéen et ont donc été catégorisées GLit (*Dracaena cerasifera*, *Sacoglottis gabonensis*, *Phyllocosmus sessiliflorus*, *Gluema ivorensis*, etc.). Il est donc intéressant de noter que nous avons trouvé d'autres espèces à aire limitée dans le domaine bas-guinéen qui présentaient une aire également limitée et en conditions macroclimatiques homologues dans l'un des deux autres domaines (haut-guinéen ou congolais). Par exemple, il y a des espèces guinéennes (G) qui caractérisent les forêts humides sempervirentes non littorales de chacun des deux domaines haut- et bas-guinéen, notamment *Coula edulis* (Olacaceae). On pourrait donc qualifier ce genre de distribution de guinéenne orientale (GOr).

D'autres espèces guinéennes (G) se limitent aux forêts à caractère continental comme par exemple *Terminalia superba*, qu'on pourrait donc qualifier de guinéenne continentale (GCont).

On trouve aussi un plus grand nombre d'espèces centro-guinéennes (CG) à large distribution mais n'atteignant pas la bande littorale (BGALit) et pouvant donc justifier la distinction d'une catégorie centro-guinéenne orientale (CGOr) ou centro-guinéenne continentale (CGC), pour celles en outre rares ou absentes du district BGAOr: *Tessmannia anomala*, *Diospyros iturensis*, *Quassia africana*, *Irvingia excelsa* et *Celtis tessmannii*.

D'autres espèces encore ont révélé des modes de distribution particuliers. Il existe des espèces à distribution bas-guinéenne (BG) mais qui n'atteignent pas la bande littorale et constituent en quelque sorte des espèces de liaison entre secteurs phytogéographiques (BGAOr et BGC): *Baillonella toxisperma* et *Detarium macrocarpum*.

D'autres encore, en plus grand nombre, semblent caractériser la zone de transition entre le district littoral (BGALit) et le district oriental (BGAOr) du domaine bas-guinéen et correspondent assez bien à certaines des communautés végétales que nous avons identifiées, à savoir celles de la zone sous influence littorale (vallicole ou LitInflBas et collinéenne ou LitInflCol) et celle que nous avons dite sous influence orientale (OrInfl). On peut citer notamment *Ixora minutiflora subsp. minutiflora*, *Panda oleosa*, *Begonia mbangaensis*, *Diospyros cinnabarina* (sans considérer les spécimens correspondant au *Diospyros simulans*, pour lequel nous doutons de la synonymie) et le fameux *Korupodendron songweanum*, sur lequel nous reviendrons. Il y a aussi *Brachystegia mildbraedii* qui caractérise assez bien la zone sous influence littorale et pour lequel il existe une espèce haut-guinéenne qui pourrait occuper à peu près la même position, *Brachystegia leonensis* (VAN ROMPAEY 1996).

La prise en considération des différents types chorologiques évoqués ici pourrait sans aucun doute permettre d'étudier plus en détail les relations entre les phytochories admises actuellement. C'est d'ailleurs ce que nous avons fait pour les forêts littorales (BGALit) en comparant leur affinité avec la phytochorie homologue du domaine voisin (HGLit) et avec la phytochorie voisine du même secteur (BGAOr), à l'aide des catégories Glit (= BGALit + HGLit) et BGA (= BGALit + BGAOr). Sur un lot d'espèces plus important, il nous paraît clair que bien d'autres exemples viendront se rajouter et permettront plus tard de discuter le statut phytogéographique à accorder à des zones telle que notre "zone sous influence littorale".

Il est possible que cette zone corresponde à un des rares refuges de véritable forêt planitiaire lors des dernières glaciations, en raison de sa position privilégiée, juste au pied d'un massif montagneux proche de l'océan, en position équatoriale (cf. chapitre IV.4.2.2). La majorité des autres types de refuges (fluviaux et montagneux: SOSEF 1994, ROBBRECHT 1996, etc.) pourraient avoir abrité davantage les espèces de milieux azonaux: espèces des étages submontagnard et autres ainsi que les espèces de forêts hydromorphes. La forte proportion de genres paucispécifiques présents dans cette zone sous influence littorale constitue un argument en faveur de cette hypothèse (IV.1.4).

IV.1.7 SPECTRE DES GROUPES ÉCOLOGIQUES

Nous présenterons ici l'importance relative des groupes écologiques globalement et au sein des dix communautés végétales. Pour ce faire, et contrairement aux travaux antérieurs, les trois principaux facteurs écologiques envisagés sont traités séparément: composante altitudinale, composante hydromorphe et composante dynamique (degré de secondarité et de renouvellement).

IV.1.7.1 Composante altitudinale

Nos recherches bibliographiques sur les 1050 espèces de nos relevés ont permis de mettre en évidence 90 espèces typiquement submontagnardes, 7 espèces communes aux étages submontagnard et montagnard, 1 seule espèce typique de l'étage montagnard inférieur, 445 espèces propres aux basses altitudes et 152 espèces réparties indifféremment à basse altitude et en forêt submontagnarde (*Tab.46*).

Environ 14% des espèces recensées sont donc au moins submontagnardes ce qui équivaut aux valeurs publiées par MORTON (1972) sur 5091 espèces de la flore d'Afrique de l'Ouest en général. Le fait que nous ayons atteint la même valeur alors que, contrairement aux travaux de Morton, nous n'avons pas envisagé les étages montagnards, indique que l'étage submontagnard que nous avons par contre étudié en détail a probablement été sous-estimé par MORTON, bien que ce dernier ait considéré une espèce comme " montagnarde " (dans un sens très général) si celle-ci avait une préférence marquée pour les altitudes supérieures à 760m. MORTON s'est en effet basé essentiellement sur des informations originaires de régions où l'étage submontagnard a été totalement détruit ou bien n'est naturellement pas développé en raison du climat plus sec.

Par ailleurs, 82 espèces caractérisant les forêts de basse et moyenne altitudes sont également connues des forêts submontagnardes au travers de populations marginales, satellites ou transgressives (*Tab.47*). La transgression de certaines espèces de basse et moyenne altitudes s'explique essentiellement par phénomènes de compensations écologiques. En effet, la plupart du temps, ces espèces transgressives en altitude n'occupent pas n'importe quelle station au sein des forêts de plaine mais sont soit des espèces des milieux hydromorphes (vallicoles et autres), soit des espèces des milieux secondaires.

Par définition, ces espèces de milieux azonaux de basse et moyenne altitudes transgressives en forêts submontagnardes peuvent donc aussi être considérées comme caractéristiques des forêts submontagnardes puisqu'elles sont absentes des types forestiers zonaux entourant ces forêts. Si une telle espèce est rencontrée dans le haut du relief, on en déduit qu'il s'agit d'une station submontagnarde tandis que si elle est observée dans le bas du relief, on en déduit qu'il s'agit d'une station hydromorphe.

Nous avons ainsi répertorié 43 espèces de basse et moyenne altitudes présentant des populations transgressives en forêts submontagnardes, parmi lesquelles on peut citer *Symphonia globulifera*, *Puelia schumanniana*, *Cleistanthus mildbraedii*, *Amanoa strobilacea*, *Carapa procera* (plusieurs variétés ou subsp. semblent être en cours de différenciation), etc.

Par ailleurs, cinq autres espèces (bm+sm) sont encore transgressives en altitude. Si on fait la somme des espèces typiquement submontagnardes et typiques des étages supérieurs avec les espèces de basse et moyenne altitudes transgressives submontagnardes, on arrive à 146 espèces potentiellement indicatrices de communautés végétales d'altitude.

D'autres espèces présentent le même type de distribution à ceci près qu'elles restent peu abondantes dans l'étage submontagnard où les individus observés sont donc dits en position satellite. Nous avons répertorié 37 espèces de ce type.

Ces résultats indiquent qu'il existe bien plus d'espèces indicatrices de l'étage bas et moyen, 445 espèces peu importe les conditions qu'elles affectionnent dans cet étage, que d'espèces caractérisant l'étage submontagnard (90+7 espèces). Si on ne tient pas compte des espèces transgressives et à fidélité indéterminée ces valeurs deviennent respectivement 348 et 76. On pourrait invoquer la sous-représentation, dans le lot de données utilisé, des données issues de l'étage submontagnard or les communautés submontagnardes ne sont pas sous-échantillonnées puisqu'elles constituent 30% des relevés. Il s'agit donc bien d'une réalité, qui d'ailleurs devrait faire l'unanimité de ceux qui connaissent les forêts denses humides de plaine et submontagnardes. On sait aussi très bien que pour les étages supérieurs, le nombre d'espèces et donc d'espèces propres à ces étages diminue irrésistiblement. Seul le taux d'endémisme présente une autre tendance.

Le commentaire que nous avons fait précédemment à une échelle régionale (diminution du nombre d'espèces indicatrices depuis les forêts littorales hyperhumides aux forêts continentales sèches) est ici confirmé à une échelle locale. Plus on se place sur l'extrémité stressante d'un gradient, moins on observe d'espèces caractéristiques de ce morceau de gradient. Cette remarque reste valable pour d'autres gradients: nous verrons plus loin, ce qui par ailleurs est déjà bien connu, qu'il en est de même pour la composante hydromorphe et secondaire.

Les communautés submontagnardes se caractérisent par environ 23% d'espèces typiquement submontagnardes alors que ces mêmes espèces représentent généralement moins de 5% (correspondant à des populations marginales, satellites ou transgressives) pour les communautés de basse et moyenne altitudes (*Tab.46*). Dans ces mêmes communautés submontagnardes, on trouve environ 40% d'espèces typiquement de basse altitude dont la plupart sont soit transgressives (52%), soit satellites (45%) depuis les milieux hydromorphes de plaine, soit encore plus rarement marginales (2,4%). Enfin, entre 32 et 37% des espèces de chacune des trois communautés submontagnardes (MontTyp, MontInf et MontSup) sont communes aux forêts de basse altitude et submontagnardes.

Parmi les 90 espèces submontagnardes que nous avons mises en évidence, il en existe 37 (41%) qui se limitent strictement à ce type d'habitat, et qu'on peut considérer comme caractéristiques différentielles ou endémiques submontagnardes. Trente autres (33%) ne s'éloignent de l'habitat submontagnard que de façon marginale, satellite ou sous forme de populations reliques (*Tab.47*), et peuvent donc être qualifiées de proches-endémiques submontagnardes ou caractéristiques préférentielles. Seules 17 espèces submontagnardes comptent des populations transgressives (18,9%) et enfin 6 (6,7%) sont restées indéterminées du point de vue de leur degré de fidélité. La majorité des espèces endémiques submontagnardes restent des espèces relativement rares. On compte notamment 17 espèces micro-endémiques, c'est-à-dire jusqu'ici seulement connues de quelques observations très localisées.

Tab.46 Comparaison entre les dix types forestiers, décrits dans la présente étude, du point de vue de leur spectre des groupes écologiques définis par le facteur altitude. A, spectre brut en nombre d'espèces ; B, spectre pondéré en nombre d'individus ; C, spectre brut en pourcentage du nombre total d'espèces dont la statut écologique a pu être déterminé au sein de la communauté en question ; D, idem C mais pondéré par le nombre d'observations.

	étage	Cont	MontSup	MontTyp	MontInf	LitCotBas	LitCotCol	LitInflBas	LitInflCol	OrInfl	Or	Global
A	bm	154	82	63	121	121	105	246	166	144	147	445
	bm+sm	47	64	59	101	35	43	89	73	69	70	152
	sm	9	46	36	65	5	8	15	10	11	15	90
	sm+mi	1	2	2	5			2		1	1	7
	mi		1									1
	Indet	104	75	54	93	32	39	141	87	75	82	355
	Tot.Det.	211	195	160	292	161	156	352	249	225	233	695
	Total	315	270	214	385	193	195	493	336	300	315	1050
B	bm	3389	1005	1654	6023	987	2325	21831	2791	2678	6521	10750
	bm+sm	1388	1705	1797	11608	373	848	11761	1980	1744	3703	8049
	sm	344	462	1209	5557	26	127	577	281	171	245	1996
	sm+mi	16	26	63	145			35		3	4	70
	mi		1									1
	Indet	2287	1035	1367	3969	251	612	7599	1279	698	2327	4883
	Tot.Det.	5137	3199	4723	23333	1386	3300	34204	5052	4596	10473	20866
	Total	7424	4234	6090	27302	1637	3912	41803	6331	5294	12800	25749
C	bm	73,0	42,1	39,4	41,4	75,2	67,3	69,9	66,7	64,0	63,1	64,0
	bm+sm	22,3	32,8	36,9	34,6	21,7	27,6	25,3	29,3	30,7	30,0	21,9
	sm	4,3	23,6	22,5	22,3	3,1	5,1	4,3	4,0	4,9	6,4	12,9
	sm+mi	0,5	1,0	1,3	1,7			0,6		0,4	0,4	1,0
D	bm	66,0	31,4	35,0	25,8	71,2	70,5	63,8	55,2	58,3	62,3	51,5
	bm+sm	27,0	53,3	38,0	49,7	26,9	25,7	34,4	39,2	37,9	35,4	38,6
	sm	6,7	14,4	25,6	23,8	1,9	3,8	1,7	5,6	3,7	2,3	9,6
	sm+mi	0,3	0,8	1,3	0,6			0,1		0,1	0,0	0,3

Tab.47 Nombre d'espèces submontagnardes (sm) par type forestier et par degré de fidélité à l'étage submontagnard ainsi que, à droite, nombre d'espèces de basse et moyenne altitudes (bm) transgressives, satellites ou marginales dans l'étage submontagnard. Pour chaque type forestier, le nombre total d'espèces sm et bm est indiqué et pour chaque catégorie de fidélité, le nombre total d'espèces observées sur l'ensemble des relevés est indiqué (Global) ainsi que le pourcentage que cela représente sur le nombre total d'espèces. Les endémiques ou différentielles submontagnardes (sm / eGlo, eMoy, eLoc) représentent 41,1% des espèces submontagnardes et les proches-endémiques ou préférentielles (sm / Marg, Rel, Sat) 33,3%.

Etage d°fidélité	sm									bm			
	eGlo	eMoy	eLoc	Marg	Rel	Sat	Tran	Indet	tot	Marg	Sat	Tran	tot
Cont					4		5		9		9	10	19
MontSup	3	6	9	5	2	6	12	3	46		14	26	40
MontTyp	3	2	7	3	2	4	10	5	36		12	21	33
MontInf	8	10	12	7	2	10	11	5	65	1	23	34	58
LitCotBas	1				1	1	5		8	1	12	12	25
LitCotCol					1		3	1	5	1	11	7	19
LitInflBas	1			2	1	6	5		15		23	22	45
LitInflCol	1			2		2	5		10		19	14	33
OrInfl	1	2		2		2	4		11	1	17	16	34
Or	1	1		4		2	6	1	15	2	9	16	27
Global	8	12	17	10	4	16	17	6	90	2	37	43	82
%	8,9	13,3	18,9	11,1	4,4	17,8	18,9	6,7		2,4	45,1	52,4	
	41,1				33,3								

IV.1.7.2 Composante hydromorphe

Le caractère indicateur d'une espèce pour un certain niveau du gradient d'hydromorphie est particulièrement difficile à évaluer pour plusieurs raisons.

Premièrement, contrairement à l'étagement altitudinal, on a très souvent une pente relativement faible entre une zone marécageuse ou un fond de vallée et une forêt de terre ferme sans influence hydromorphe et plus ou moins éloignée. Les zones de transition entre les catégories de végétation définissables sont donc plus étalées, ce qui rend la reconnaissance de limites beaucoup plus ardue et par conséquent l'écologie des espèces est, elle-aussi, plus difficile à discerner. Bien sûr, il existe sans doute des massifs montagneux à pente faible au moins sur une partie de leur flanc, mais il faut bien avouer que ceux-ci sont probablement assez rares et dans la plupart des cas les contreforts des massifs montagneux portent bien leur nom. A Monte Alén, en particulier, nous n'avons atteint les forêts submontagnardes qu'en gravissant de fortes pentes le long desquelles nous avons toujours été surpris de voir avec quelle rapidité la transition vers ces forêts submontagnardes pouvait se faire, souvent sur un dénivelé de moins de 50m.

Deuxièmement, il semble que la plupart des espèces typiques des forêts plus ou moins hydromorphes aient le plus souvent une assez large amplitude écologique en milieux humides et secondarisés. Plusieurs botanistes de renom ont déjà soulevé ce point en évoquant la transgression fréquente d'espèces des milieux hydromorphes vers les forêts secondaires (LEBRUN & GILBERT 1954). Une hypothèse parfois avancée consiste à dire que les espèces de ces milieux forestiers hydromorphes (milieux généralement relativement ouverts avec une plus grande fréquence des chablis, liée aux conditions mêmes du milieu) se trouvent être des essences héliophiles généralement sarcochores et disséminées par les oiseaux qui affectionnent particulièrement les stations relativement dégagées. Ils retrouvent ce type de milieu plus loin, dans les forêts denses de terre ferme, au niveau des chablis, jusqu'où ils disséminent donc les graines de ces espèces (SCHNELL 1976).

Nous avons toutefois tenté de définir l'affinité de chacune de nos espèces pour l'une ou l'autre partie du gradient d'hydromorphie. L'utilisation de catégories aussi détaillées que celles que nous avons proposées au chapitre II.4.3 se justifie, malgré les remarques qui précèdent, par l'existence d'un nombre certes limité mais bien réel d'espèces propres à chacune de ces classes. En toute logique, le nombre d'espèces et morpho-espèces pour lesquelles on n'a pas pu se prononcer quant aux préférences écologiques sur ce gradient d'hydromorphie est beaucoup plus important que pour l'analyse de la composante altitudinale faite précédemment (543 espèces ou 571 si on y inclut les dr+val dont l'affinité n'est pas claire, soit 54%, *Tab.48*).

Les espèces caractéristiques différentielles le sont surtout pour les types forestiers de terre ferme bien drainée (64 espèces eGlo+eMoy+eLoc) mais on en trouve aussi pour chacune des catégories d'hydromorphie. La majorité de ces dernières indiquent des types forestiers vallicoles (70 espèces dont 52 préférentielles ou différentielles) ou à large amplitude des milieux humides (86 espèces dont 54 préférentielles ou différentielles), ce qui est logique puisque nos données n'incluent pas de relevés de forêts alluviales ou marécageuses. Quelques espèces différentielles de ces types forestiers très hydromorphes (8 espèces) ont pourtant été observées de manière anecdotique dans nos inventaires vallicoles et au Dja, dont certaines parties sont parfois relativement proches de zones marécageuses. Ces espèces ne sont toutefois pas à considérer comme à populations marginales (d'après la littérature et nos connaissances).

Il est intéressant de noter que sur les 291 espèces des milieux plus ou moins hydromorphes, la majorité d'entre elles sont préférentielles plutôt que différentielles (156 espèces contre 32 respectivement), au contraire des espèces des sols bien drainés qui sont davantage différentielles que préférentielles (64 espèces contre 41 respectivement). Cette remarque illustre simplement les propos tenus au début de ce chapitre, à savoir que les espèces des milieux hydromorphes s'en écartent bien souvent de manière marginale ou satellite alors que les espèces des sols bien drainés ont beaucoup plus de difficulté à supporter l'hydromorphie.

De même, on observe plus du double d'espèces transgressives pour les milieux hydromorphes que pour les milieux sur sol bien drainé (81 espèces contre 33 respectivement). Les espèces transgressives ou satellites depuis les milieux bien drainés (*Tab.48*) sont en fait pour la plupart des espèces submontagnardes et montagnardes transgressives ou satellites vers les milieux hydromorphes de basse et moyenne altitudes (29 espèces, valeur non incluse dans les tableaux présentés).

Tab.48 Nombre d'espèces réparties entre les différentes catégories de degré d'hydromorphie et décomposition de celles-ci selon leur degré de fidélité vis-à-vis de la catégorie en question. Les espèces " Omni " (indifférentes à l'hydromorphie) ont été incluses dans les " Indet ". Il ne faut pas trop prêter attention aux degrés de fidélité des espèces à préférence hydromorphe indéterminée car les nombres indiqués de eGlo, Tran, etc., se réfèrent à l'une des deux autres composantes (altitude ou dynamique). Des sous-totaux sont présentés pour l'ensemble des catégories hydromorphes (Total hydr.) ainsi que pour les espèces différentielles (diff. = eGlo+eMoy+eLoc) et pour les espèces préférentielles (préf. = Marg+Rel+Sat).

Classe	eGlo	eMoy	eLoc	Marg	Rel	Sat	Tran	Larg	Indet	Total	diff.	préf.
dr	12	22	30	13	3	25	33	4	46	188	64	41
val	4	4	7	29		8	12	1	5	70	15	37
val+riv	1			13		6	12			32	1	19
riv	2	2	1	18		5	9		2	39	5	23
riv+all	1	1		21		6	25	1	2	57	2	27
mar		1		3		1	2			7	1	4
val+riv+all+mar	5	2	1	29		17	21	3	8	86	8	46
Indet	2	1	4	6	1	20	22	8	479	543	7	27
dr+val (Indet)	3	1		2		3	7		12	28	4	5
Total	30	34	43	134	4	91	143	17	554	1050	107	229
Total hydr.	13	10	9	113		43	81	5	17	291	32	156

Existe-t-il des différences entre les spectres des groupes écologiques hydromorphes calculés pour les différents types forestiers étudiés ? Ces spectres, bruts et pondérés, sont présentés au *Tab.49ab*. Les espèces des milieux hydromorphes représentent de manière générale dans nos inventaires 60% du nombre total d'espèces dont on a pu déterminer la préférence écologique vis-à-vis du gradient d'hydromorphie.

Les forêts continentales de la R.B. du Dja se distinguent par un taux d'espèces des milieux hydromorphes très nettement supérieur (près de 80%), avec notamment beaucoup d'espèces issues des milieux riverains et alluviaux. Cette région se situe à environ 600m d'altitude et se caractérise, dans la zone centrale que nous avons étudiée, par un relief très adouci, constitué de larges ondulations, où on n'est jamais bien loin, en distance comme en dénivelé, d'un bas-fond humide. Cette remarque montre que ce type forestier n'est donc pas véritablement le meilleur exemple de forêt continentale qu'on aurait pu trouver puisqu'il est largement dominé par une influence des forêts hydromorphes. Pour notre analyse du gradient de continentalité sur les forêts denses de terre ferme du domaine bas-guinéen, il serait donc judicieux de

pouvoir refaire des relevés dans une zone plus représentative des forêts denses de terre ferme du secteur continental (BGC).

D'autre part, parmi les 80% d'espèces des milieux hydromorphes observées dans nos relevés du Dja, il y a 10% d'espèces (toujours par rapport au nombre total d'espèces à préférence hydromorphe identifiée) qui sont aussi transgressives vers les forêts secondaires, ce qui est relativement plus élevé que pour les autres types forestiers (*Tab.49a*), voire beaucoup plus élevé en termes de spectre pondéré (*Tab.49b*), et traduit le caractère secondarisé évident des forêts du Dja (cf. IV.1.7.3), probablement à mettre en rapport avec sa position périphérique au sein du massif forestier guinéo-congolais.

Mis à part le Dja, une autre communauté végétale montre un très haut pourcentage d'espèces originaires des milieux hydromorphes, à savoir les forêts vallicoles de la zone sous influence littorale, au pied de la cordillère de Niefang (LitInflBas). L'écart avec le type collinéen voisin (LitInflCol) est assez important et devient considérable si on regarde le spectre pondéré par le nombre d'individus (*Tab.49b*). Mais on peut se demander pourquoi on n'observe pas une différence comparable entre les types vallicoles et collinéens de la zone typiquement littorale (écart d'à peine 2%). En fait, en termes de spectre pondéré, on observe même davantage d'individus d'espèces originaires des forêts hydromorphes dans le type LitCotCol que dans le type LitCotBas (théoriquement à plus forte influence hydromorphe).

Nous interprétons ce résultat quelque peu troublant par le fait que les relevés de Mt. Bata (LitCotCol) se distinguent de ceux de Ndoté (LitCotBas), et des autres en général, par une certaine influence des forêts secondaires. En effet, la densité de population dans cette région est assez importante et nos relevés ont été réalisés dans un des bosquets reliques qui occupent les plus hautes collines. A Ndoté, l'impact des populations locales est nettement moindre et malgré une exploitation forestière soutenue depuis plusieurs décennies, il reste d'assez grandes surfaces, excessivement morcelées il faut bien le dire, de forêts non dégradées.

Une troisième remarque émerge de l'analyse du Tab.49. Les types forestiers submontagnards, surtout les variantes les plus humides (MontTyp et MontInf), sont caractérisés par une proportion relativement faible d'espèces à préférence pour les milieux hydromorphes. Par ailleurs, la proportion d'espèces des sols bien drainés transgressives en forêts plus ou moins hydromorphes est sensiblement plus élevée pour ces forêts submontagnardes de telle manière qu'au bilan le nombre d'espèces transgressives vers ou originaires des milieux hydromorphes est plus ou moins constant ou du moins assez peu variable par rapport aux autres types forestiers.

Tab.49 Spectres brut (a) et pondéré (b) des types d'affinités par rapport au gradient d'hydromorphie. Les pourcentages sont calculés par rapport au nombre total d'espèces (ou d'individus d'espèces) pour lesquelles l'affinité hydromorphe a pu être déterminée (Total Det., en considérant les " dr+val " comme indéterminés). Les valeurs sont exprimées en % sauf pour " Total Det. " et " Total " où c'est le nombre d'espèces (ou d'individus) qui est exprimé. La colonne " Global " donne les résultats obtenus pour toutes les données considérées ensembles.

* proportion calculée pour les espèces des milieux bien drainés mais connues pour être transgressives en milieux hydromorphes (et parfois secondaires) ; ** proportion calculée pour les espèces de milieux hydromorphes (Total Hydr) mais connues pour être transgressives en milieux plus ou moins secondaires.

a)	Cont	MontSup	MontTyp	MontInf	LitCotBas	LitCotCol	LitInflBas	LitInflCol	OrInfl	Or	Global
dr dr	20,3	41,9	49,1	48,1	37,6	39,7	26,6	35,2	32,9	38,9	39,2
dr *	3,8	7,4	8,6	6,3	7,3	6,0	2,5	3,7	4,1	3,4	
hydr val	15,0	14,0	8,6	10,1	15,6	16,4	21,9	16,0	14,4	16,1	14,6
hydr val+riv	9,8	7,4	6,0	5,3	6,4	6,9	7,6	6,8	6,2	5,4	6,7
hydr riv	12,0	4,4	7,8	8,2	5,5	4,3	7,2	6,2	4,1	6,7	8,1
hydr riv+all	13,5	12,5	6,9	8,7	11,9	9,5	11,8	9,9	10,3	9,4	11,9
hydr mar	1,5	2,2	0,9	1,0	0,9		1,3		1,4	1,3	1,5
hydr L	27,8	17,6	20,7	18,8	22,0	23,3	23,6	25,9	30,8	22,1	18,0
Total Hydr	79,7	58,1	50,9	51,9	62,4	60,3	73,4	64,8	67,1	61,1	60,8
Total Hydr **	9,8	5,9	3,4	3,8	2,8	5,2	7,2	5,6	7,5	6,7	
Total Det.	133	136	116	208	109	116	237	162	146	149	479
Total	315	270	214	385	195	193	493	336	300	315	1050

b)	Cont	MontSup	MontTyp	MontInf	LitCotBas	LitCotCol	LitInflBas	LitInflCol	OrInfl	Or	Global
dr dr	23,6	39,5	53,2	42,3	50,8	41,8	23,3	46,9	49,1	50,7	40,4
dr *	11,0	5,7	11,7	11,9	5,3	4,5	2,1	6,0	2,3	2,1	
hydr val	15,4	30,0	2,8	15,1	17,4	17,3	17,5	15,8	13,7	10,8	15,4
hydr val+riv	8,9	3,3	14,8	4,5	5,6	5,9	10,9	4,2	2,5	5,5	7,0
hydr riv	9,5	3,7	4,1	2,5	2,5	1,8	9,1	3,2	3,0	4,0	4,8
hydr riv+all	14,8	6,6	3,1	8,0	4,2	7,4	6,6	5,0	5,5	4,6	6,5
hydr mar	0,4	0,5	0,2	0,2	0,1		0,4		0,3	0,4	0,3
hydr L	27,3	16,3	21,8	27,4	19,4	25,8	32,2	24,9	25,9	24,0	25,7
Total Hydr	76,4	60,5	46,8	57,7	49,2	58,2	76,7	53,1	50,9	49,3	59,6
Total Hydr **	12,2	2,4	0,5	1,5	1,3	4,1	6,4	3,5	3,8	4,3	
Total Det.	3320	2302	4109	16928	2556	984	19117	3199	2711	5353	13561
Total	7424	4234	6090	27302	3912	1637	41803	6331	5294	12800	25749

IV.1.7.3 Composante dynamique

Quel est le taux d'espèces typiques des forêts " primaires " et ce taux varie-t-il entre les différents types forestiers ? Afin de répondre à cette question, nous avons calculé les spectres brut et pondéré pour chaque type forestier et pour l'ensemble des données (Tab.50). De manière générale, 80% des espèces dont on a pu déterminer le tempérament par rapport à la dynamique de succession forestière sont des espèces dites " sédentaires ", propres aux éco-unités en équilibre en forêts denses.

Cette proportion est très nettement inférieure pour la R.B. du Dja (65,6%), dont le caractère secondaire a déjà été mentionné précédemment. Les espèces secondaires sont essentiellement des espèces " cicatricielles durables " (22,4%).

Les autres groupements marqués par une plus forte dynamique de renouvellement sont le LitCotCol (comme nous l'avions suggéré au chapitre précédent), le LitInflBas et OrInfl. Pour ces types forestiers, on constate en outre que parmi les espèces dites " sédentaires ", il y a une fraction plus importante d'espèces qui sont connues pour être aussi transgressives en forêts secondaires. Il s'agit en fait essentiellement d'espèces sédentaires en forêts submontagnardes

ou bien sédentaires en forêts semi-décidues (dites de la zone périphérique GCp) et qui sont capables d'effectuer une transgression en forêts sempervirentes de basse et moyenne altitudes en changeant de tempérament. Nous avons récemment donné une explication à ce phénomène de transgression accompagné d'un changement de tempérament pour les espèces originaires des forêts semi-décidues (SENTERRE & al. 2004, cf. fin du chapitre I.5.2.4).

Si on considère les spectres pondérés, les commentaires sont les mêmes. Il est toutefois assez notable que dans ce cas, les valeurs obtenues pour les espèces secondaires (Pi, Cié et Cid) sont généralement inférieures à celles obtenues dans le spectre brut, ce qui signifie que le développement de ce groupe des espèces secondaires reste limité en termes d'individus.

Tab.50 Spectres brut (a) et pondéré (b) des types d'affinités par rapport au gradient de secondarité. Les pourcentages sont calculés par rapport au nombre total d'espèces (ou d'individus d'espèces) pour lesquelles le tempérament par rapport à la dynamique de renouvellement a pu être déterminé (Total Det.). Les valeurs sont exprimées en % sauf pour " Total Det. " et " Total " où c'est le nombre d'espèces (ou d'individus) qui est exprimé. La colonne " Global " donne les résultats obtenus pour toutes les données considérées ensembles.

* proportion calculée pour les espèces sédentaires en forêts semi-décidues mais connues pour être transgressives en forêts sempervirentes par acquisition d'un tempérament d'espèce cicatricielle durable. Certaines espèces sédentaires en forêts submontagnardes sont aussi capables d'un tel changement de tempérament lorsqu'elles se retrouvent à plus basse altitude.

a)	Cont	MontSup	MontTyp	MontInf	LitCotBas	LitCotCol	LitInflBas	LitInflCol	OrInfl	Or	Global
Sé	65,6	87,0	92,3	89,7	89,2	84,9	84,2	86,1	85,6	84,0	83,1
*	6,8	2,7	2,6	2,2	4,7	4,6	5,2	4,2	6,0	3,2	4,2
Cid	22,4	9,2	5,8	7,0	7,4	12,5	11,9	8,0	11,1	11,0	10,2
Cié	5,2	1,6	0,6	1,8	1,4	1,3	1,5	2,1	1,4	2,7	2,4
Pi	6,8	2,2	1,3	1,5	2,0	1,3	2,4	3,8	1,9	2,3	4,3
Total Det.	192	184	155	271	148	152	329	238	216	219	667
Total	315	270	214	385	195	193	493	336	300	315	1050

b)	Cont	MontSup	MontTyp	MontInf	LitCotBas	LitCotCol	LitInflBas	LitInflCol	OrInfl	Or	Global
Sé	67,8	95,6	90,4	96,9	92,6	89,6	88,2	93,2	91,8	91,0	90,7
*	3,8	1,5	0,7	0,8	2,3	6,9	2,9	3,6	3,9	1,8	2,4
Cid	20,8	3,7	2,3	2,0	6,3	8,1	10,6	5,1	5,2	8,0	6,8
Cié	2,8	0,3	6,6	0,9	0,3	1,2	0,3	0,6	0,4	0,4	1,2
Pi	8,6	0,4	0,8	0,2	0,8	1,1	1,0	1,1	2,6	0,5	1,3
Total Det.	4533	3033	4900	21357	3258	1310	30186	4806	4302	9244	19251
Total	7424	4234	6090	27302	3912	1637	41803	6331	5294	12800	25749

IV.1.8 RÉFLEXION SUR LES RELATIONS ENTRE SPECTRES ÉCOLOGIQUES ET CHOROLOGIQUES

IV.1.8.1 Les transgresseurs choroécologiques

Nous avons déjà évoqué de manière indirecte certaines relations entre la répartition géographique et l'écologie chez certaines espèces notamment à propos des espèces transgressives des stades matures des forêts semi-décidues de la zone périphérique guinéo-congolaise (GCp) vers les stades de reconstitution (surtout cicatriciels durables, Cid) au sein du coeur du massif guinéo-congolais (GC) à forêts dites sempervirentes.

Nos recherches bibliographiques sur l'écologie et la distribution de nos espèces et l'attention particulière que nous avons portée aux espèces des forêts submontagnardes nous ont permis de mettre en évidence d'autres exemples de transgression chorologique couplée à une transgression écologique par phénomène de compensations écologiques. Si la transgression des espèces des forêts semi-décidues vers les types secondaires du massif sempervirent guinéo-congolais est un fait connu depuis longtemps, les autres cas de disjonction intéressants que nous nous proposons de décrire ici n'ont pas encore été soulevés à notre connaissance (ou tout au plus évoqués pour l'une ou l'autre espèce isolément).

Espèces littorales BG ou G transgressives en forêt ripicole congolaise (C)

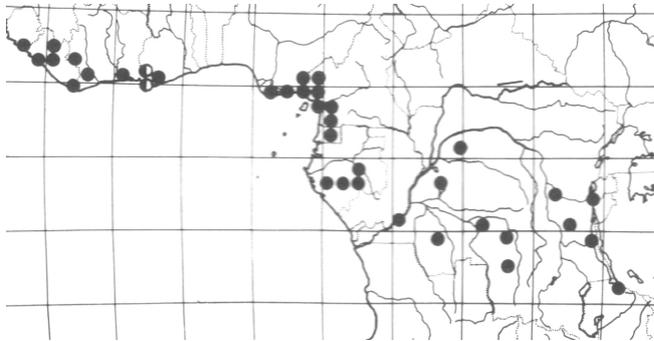
Premièrement, nous avons remarqué qu'un certain nombre d'espèces présentaient une distribution essentiellement BGALit ou GLit mais étaient retrouvées en abondance, après une disjonction de plusieurs centaines de kilomètres, dans les forêts hydromorphes ou directement avoisinantes au sein de la cuvette congolaise.

Prenons comme premier exemple une famille que nous connaissons bien (SENTERRE 2005) et que Frank WHITE (1979) a rendue célèbre pour l'Afrique centrale: les Ebenaceae. WHITE (1978b, p.264) avait déjà mentionné certains cas de disjonction chez des espèces qui se trouvaient être typiquement littorales en Afrique centrale atlantique. Il cite ainsi le cas de *Diospyros zenkeri*, dont la pénétration vers l'intérieur du Gabon et surtout vers la cuvette congolaise se fait à la faveur de conditions édaphiques particulièrement humides (hydromorphes notamment). Cette espèce, dont le caractère littoral ne fait aucun doute, a par ailleurs obtenu une forte valeur indicatrice pour cet habitat d'après notre analyse phytosociologique (IndVal = 80%).

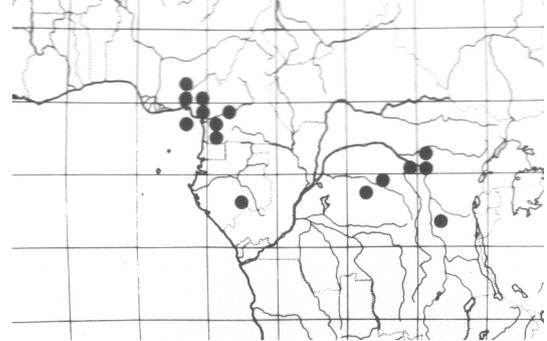
WHITE fait remarquer par la même occasion que le cas du bien connu *Sacoglottis gabonensis* n'est pas très différent de celui de l'espèce précitée. Ce phénomène qui peut paraître anodin ne l'est pas du tout car en y prêtant attention, nous avons trouvé un nombre important d'espèces présentant le même mode de distribution. Citons encore, parmi les Ebenaceae, *Diospyros polystemon*, *D. melocarpa* et *D. gabunensis* (qui en outre est typiquement GLit en dehors des observations faites dans la cuvette congolaise) (Fig.68). Bien d'autres exemples peuvent être trouvés dans d'autres familles parmi lesquels on peut encore évoquer d'autres espèces souvent citées parmi les caractéristiques littorales, à savoir *Grewia coriacea* (Tiliaceae), *Desbordesia glaucescens* (Irvingiaceae) ou encore *Protomegabaria stapfiana* (Euphorbiaceae), mais ces deux dernières n'atteignent pas le domaine congolais.

Fig.68 Illustration de quelques *Diospyros* (Ebenaceae) présentant une disjonction dans leur aire de distribution: ces espèces sont toutes typiques des forêts denses de terre ferme littorales (BGALit ou GLit) mais sont également des transgresseurs chorologiques (retrouvés dans la cuvette congolaise: domaine C) et écologiques (retrouvés en forêts hydromorphes, surtout rivulaires et alluviales). Les cartes présentées sont issues de *Distributions plantarum africanarum* (n°14, 1968). Des données plus récentes (cf. II.4.4.1) confirment certaines des disjonctions observées.

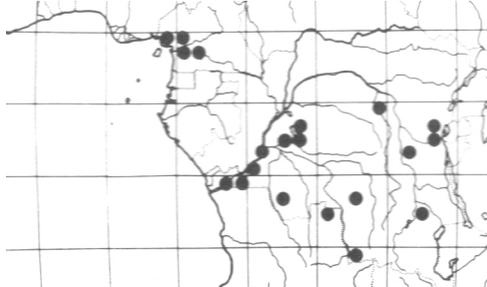
a) *Diospyros gabunensis*



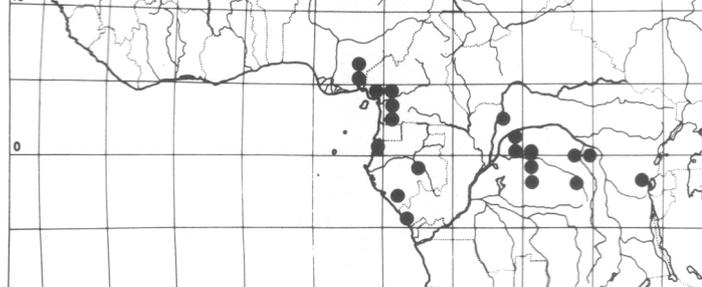
b) *Diospyros melocarpa*



c) *Diospyros polystemon*



d) *Diospyros zenkeri*



Il est possible d'imaginer que ce mode de distribution particulier soit le résultat d'un biais d'échantillonnage. On sait en effet qu'il y a un manque notoire de prospections notamment au niveau du Congo Brazzaville (cf. Fig.6) et dans l'Est du Gabon. Pour certaines des espèces citées, on a d'ailleurs trouvé quelques signalisations entre les forêts littorales et les forêts hydromorphes congolaises (MCPHERSON 1995, FLORENCE & HLADIK 1980, LEJOLY 2000b). On peut donc douter de la réalité de cette disjonction chorologique mais tout semble indiquer que la disjonction choroécologique est quant à elle bien réelle. En effet, les rares populations observées en dehors de l'étroite bande de forêts littorales se retrouvent typiquement dans des types forestiers de nature azonale, soit en forêts hydromorphes, soit dans des ravins humides. C'est pourquoi ces espèces, qui sont abondantes dans les forêts littorales, deviennent rares et passent inaperçues dans les forêts orientales et continentales (puisque cantonnées aux milieux hydromorphes très localisés), et à nouveau plus abondantes dans le centre du bassin congolais où ces forêts hydromorphes couvrent de bien plus vastes territoires.

Ce type de transgression choroécologique est donc lié à des phénomènes de compensations écologiques et s'apparente donc au cas plus connu de la transgression des espèces des forêts semi-décidues vers les éco-unités secondaires des forêts sempervirentes. Il nous semble qu'un troisième exemple peut être mis en évidence sur base de l'étude de NGOK BANAK (2005), où celui-ci décrit un groupement de nature typiquement continentale (à *Terminalia superba* et *Celtis* et sans Césalpiniacées) dans une station du district oriental atlantique. Les groupements continentaux semblent donc capables de transgresser vers les forêts atlantiques par le biais de milieux azonaux comme les forêts saxicoles ou rocheuses situées au pied des inselbergs.

Espèces littorales BG ou G transgressives vers l'intérieur en forêt submontagnarde

Un autre mode de distribution fréquent consiste en espèces typiques des forêts à caractère zonal (matures, terre ferme, etc.) du district littoral et retrouvées en dehors de ce district uniquement dans l'étage submontagnard. Parmi nos espèces, on peut citer *Phyllocosmus sessiliflorus*, *Dracaena phrynioides*, *Polyceratocarpus microtrichus*, *Newtonia duparquetiana*, *Trichoscypha imbricata*, *Rinorea gabunensis*, *Petitiocodon parviflorum*, *Zeyherella mayumbensis*, *Dacryodes klaineana*, etc. Ce fait a déjà été soulevé par SCHNELL (1952a, p.337, pour les forêts à *Parinari excelsa*) qui parle d'espèces bipolaires montagnardes et côtières.

Pour ce qui est de *Newtonia duparquetiana*, il est particulièrement intéressant de noter qu'une espèce endémique submontagnarde du BGA a récemment été décrite, à savoir *Newtonia duncanthomasii*. Ces deux *Newtonia* sont particulièrement proches et se distinguent très nettement de toutes les autres espèces du genre par leurs très grandes foliolules.

Le même cas de figure se présente pour *Dacryodes klaineana* (typiquement littoral selon ONANA 2003, bien qu'il est vrai sa distribution soit guinéenne) qui est particulièrement proche de *Dacryodes heterotricha*, dont l'écologie submontagnarde ne fait aucun doute. Ces deux espèces présentent des folioles pratiquement identiques avec les long pétioles à double gonflement et se sectionnant à la base du gonflement distal.

Enfin notons encore le cas d'un *Microdesmis* très affine de *M. klainei*, connu de la région de Libreville, et qui constituait une de nos espèces typiquement submontagnardes.

Une interprétation tentante serait de supposer que ces modes de distribution à micro-disjonctions sont des vestiges de la dernière glaciation, au cours de laquelle le refroidissement du climat a entraîné une descente des étages de végétation. A cette époque, supposons que notre *N. duncanthomasii*, à l'origine submontagnard, se retrouve en refuge forestier côtier. Puis, lors de la nouvelle phase de transgression forestière, celui-ci remonte avec l'étage submontagnard mais laisse derrière lui quelques populations en forêts côtières, qui parviennent à s'adapter à cet habitat humide (facteur que cette espèce appréciait déjà dans son étage submontagnard). Cette explication ne paraît pas très plausible d'autant plus que l'espèce de plaine est aujourd'hui déjà très répandue, ce qui penche en faveur d'une origine plus ancienne.

La deuxième possibilité consiste donc à dire que l'espèce d'origine était le *N. duparquetiana* et que celle-ci, dont la distribution était déjà typiquement littorale, ait pu profiter du contact avec l'étage submontagnard descendu pour s'y adapter et l'accompagner lors de sa remontée. Les deux populations une fois isolées, si pas géographiquement au moins écologiquement et donc phénologiquement, ont alors pu se différencier génétiquement.

Par ailleurs, étant donné le nombre important d'espèces non différenciées à distribution bipolaire littorale-submontagnarde, on ne peut pas exclure une troisième hypothèse ne faisant appel qu'à la théorie des compensations écologiques. En effet, on vient de voir, à la page précédente, que certaines espèces adaptées à l'excès de pluviosité des forêts littorales pouvaient s'en écarter via l'excès d'humidité des forêts hydromorphes. Il est évident qu'une telle équivalence écologique est concevable avec les forêts submontagnardes, qui sont elles-aussi caractérisées par un excès d'humidité, lié aux pluies orogéniques et aux « pluies horizontales » (STADTMÜLLER 1987, par l'interception des brumes).

Cette hypothèse trouve certains arguments favorables dans l'existence fréquente de disjonctions écologiques (sans être forcément choroécologiques) pour des espèces propres aux

marécages²¹, et même aux mangroves, retrouvées ailleurs uniquement en forêts submontagnardes. Citons par exemple *Hypolytrum purpurascens*, espèce guinéenne (G) des forêts ripicoles et alluviales fréquente en forêt submontagnarde, ou encore *Hymenostegia floribunda* (BGA), *H. normandii* (BGA, qui pourrait déjà être en partie différenciée en sous-espèce ou variété), *Pellegriniodendron diphyllosum* (G, des bords de rivières, la forme submontagnarde est probablement une espèce nouvelle ou est au moins différenciée au niveau infra-spécifique), *Baikiaea insignis* (CG, des forêts rivulaires et galeries forestières), etc. Un autre exemple troublant est celui de *Spathandra blakeoides* qui est une espèce typique des forêts marécageuses et inondables, présente jusque dans les mangroves. Nous avons retrouvé cette espèce dans pratiquement tous nos relevés submontagnards et jamais en dehors (IndVal = 71%). Nos spécimens sont pratiquement identiques à ceux des habitats hydromorphes à ceci près que les feuilles sont généralement peu charnues, ce qui nous laisse penser qu'il pourrait s'agir d'une espèce nouvelle ou en cours de différenciation.

De telles disjonctions écologiques sont par ailleurs fréquentes sur les autres continents, notamment dans les genres *Syzygium* et *Pandanus* (cf. MUELLER-DOMBOIS & FOSBERG 1998). A ce sujet, HEADS (2003) nous rappelle que selon VAN STEENIS (1983) il se pourrait que des soulèvements tectoniques puissent être dans certains cas à l'origine de l'isolement et du soulèvement de mangroves, ayant pour conséquence l'actuelle affinité entre végétations forestières d'altitude et de mangrove, notamment en Malaisie.

Les exemples cités ci-dessus semblent indiquer que la transgression s'est faite davantage depuis les milieux hydromorphes et littoraux vers les milieux submontagnards. Dans certains cas, il semble que la transgression puisse être contemporaine et dans le sens habitat submontagnard vers habitat ripicole, notamment pour certaines fougères épiphytes comme *Arthropteris monocarpa*. D'autre part, il est possible de trouver plus de cas de transgression d'espèces submontagnardes vers les habitats ripicoles lorsque ceux-ci ne sont pas littoraux, par exemple dans la cuvette congolaise (cf. paragraphe suivant).

Espèces submontagnardes BG transgressives en forêt ripicole congolaise

Certaines espèces ont une distribution typiquement submontagnarde dans le domaine bas-guinéen (et surtout dans le secteur atlantique, BGA) avec seulement quelques populations satellites voire transgressives dans les milieux hydromorphes sous-jacents et se retrouvent constitutives du fond floristique des forêts hydromorphes du centre de la cuvette congolaise, après une nette disjonction de quelques centaines de kilomètres. C'est le cas notamment de l'Euphorbiacée *Mareya brevipes*. Il est aussi possible que cette espèce soit originaire de ces forêts de la cuvette congolaise et que sa transgression dans le domaine bas-guinéen se soit faite par le réseau de forêts plus ou moins hydromorphes puis par bon jusqu'aux forêts submontagnardes constituant une bonne terre d'accueil par phénomène de compensation écologique. Les graines de type sclérochore de cet arbre dominé peuvent être disséminées à moyenne distance lors des orages violents de début de saison des pluies.

Mais dans ce cas, l'espèce ne se limiterait pas à quelques populations satellites dans les milieux hydromorphes proches des montagnes du BG. Nous pensons donc qu'il est plus probable d'envisager la transgression dans l'autre sens, depuis l'étage submontagnard BG vers les forêts hydromorphes congolaises, et de la situer lors de la descente de l'étage

225

²¹ Les zones marécageuses présentent certaines homologies écologiques avec les forêts submontagnardes. En plus d'une forte hygrométrie commune, les forêts marécageuses sont probablement soumises à un climat également plus frais que les types forestiers planitiaires habituels. On pourrait expliquer cela par le fait que dans ces forêts, la chaleur fournie par le rayonnement solaire est davantage utilisée pour l'évaporation de l'eau engorgeant le sol (TANGHE, comm.pers.) entraînant ainsi un certain refroidissement.

submontagnard au dernier maximum glaciaire (18.000 ans BP). L'espèce aurait alors eu le temps d'atteindre la cuvette congolaise avant que la régression forestière ne la fasse disparaître des zones situées en dehors des refuges forestiers montagnards et fluviaux (cf. SOSEF 1994, ROBBRECHT 1996, MEAVE & al. 1991, etc.). Nous verrons d'ailleurs plus loin (IV.3.3) que la recherche des localités marquées par la présence de populations d'espèces submontagnardes en milieux forestiers ripicoles permet de mettre assez bien en évidence les principaux refuges fluviaux habituellement reconnus.

Citons encore *Cleistanthus mildbraedii* (Euphorbiacée) qui est une espèce couramment rangée parmi les caractéristiques submontagnardes de la région du Kivu, et qui présentait la même écologie à Monte Alén, mais qui est aussi réputée caractéristique des forêts ripicoles du bassin congolais.

Une autre Euphorbiacée, *Crotonogyne manniana*, fournit encore un exemple révélateur. La sous-espèce *manniana* est essentiellement connue comme étant submontagnarde (c'est aussi ce que nous avons observé). Cette sous-espèce affiche, dans toute son aire de distribution (guinéenne, G), de fréquents représentants de populations transgressives en milieux hydromorphes. Alors qu'on s'attend à trouver aussi des populations transgressives dans les forêts hydromorphes de la cuvette congolaise (transgresseurs chorologiques et écologiques, ou choroécologiques), il est particulièrement intéressant d'y constater l'existence d'une autre sous-espèce caractérisant très nettement (différentielle ou presque) ces forêts ripicoles congolaises, à savoir *C. manniana* Müll.Arg. *subsp. congolensis* J.Léonard.

Le cas de *Pavetta urophylla* (Rubiaceae) est tout à fait similaire: la sous-espèce *bosii* est submontagnarde dans le BGA tandis que la sous-espèce type (*urophylla*) caractérise les forêts ripicoles et marécageuses de la cuvette congolaise et du Congo Brazzaville.

Les deux derniers exemples montrent donc exactement le même mode de distribution que pour *Mareya brevipes* à ceci près qu'ici les populations transgressives écologiquement et chorologiquement, dans la cuvette congolaise, se sont déjà différenciées génétiquement des populations submontagnardes du domaine bas-guinéen. Par conséquent, nous pensons que ces transgressions peuvent avoir une origine ancienne. Elles auraient ensuite pu être amplifiées lors des glaciations successives et seraient encore en partie contemporaines, par compensations écologiques, en raison du nombre important d'espèces non encore différenciées et présentant ce mode de distribution (cf. IV.3.3).

Espèces submontagnardes congolaises transgressives à basse altitude dans le BG

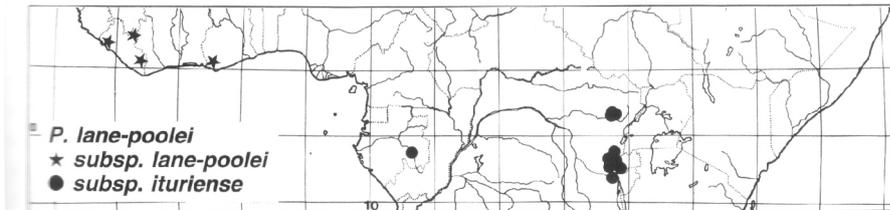
D'autres espèces au contraire sont congolaises submontagnardes et transgressives à basse altitude dans le domaine bas-guinéen: *Palisota mannii*, *Strombosia scheffleri*, etc. Plus intéressant encore est le cas de *Pausinystalia lane-poolei subsp. ituriense* qui présente une aire disjointe entre d'une part les forêts d'altitude au Kivu-Ruwenzori (750-2000m) et d'autre part des forêts à altitude variable dans le BG (où nous l'avons parfois vue en milieux hydromorphes et plus souvent en montagne). Il est frappant de constater que la sous-espèce type, *subsp. lane-poolei*, est une proche endémique de l'étage submontagnard ouest-africain (STOFFELEN & al. 1996, Fig.69)²². On a donc encore un bel exemple de liens forts entre populations de milieux hydromorphes et submontagnards très éloignées les unes des autres. Ces populations, soit de la même espèce, soit différenciées en sous-espèces ou en espèces très affines, présentent plus d'affinités génétiques entre elles (partageant des affinités écologiques

22 Dans ce cas, l'espèce ayant des petites graines ailées et n'étant pas présente entre le BGA et le Kivu pourrait avoir fait le déplacement par transport à longue distance.

communes) qu'elles n'en ont à l'égard des autres espèces du même genre peuplant les forêts ni hydromorphes, ni submontagnardes, des alentours immédiats.

Bien d'autres exemples similaires à celui de *Pausinystalia* existent parmi lesquels on peut encore citer le cas connu de *Leplaea mayombensis* (Pellegr.) Staner, *Tricalysia anomala*, *Protomegalaria meiocarpa*, et l'ensemble *Uapaca staudtii* (BG) - *U. chevalieri* Beille (HG).

Fig.69 Carte de distribution des deux sous-espèces de *Pausinystalia lane-polei* (STOFFELEN & al. 1996). De nouvelles populations ont été observées dans la région du Parc National de Monte Alén. Ces populations sont soit situées dans les bas-fonds plus ou moins hydromorphes, soit en forêt submontagnarde.

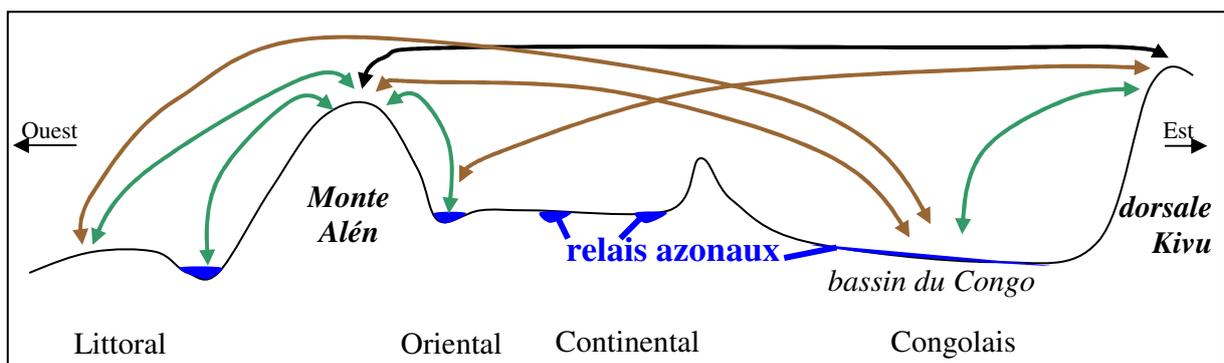


Les principaux exemples de disjonctions écologiques, chorologiques et choroécologiques décrits dans ce chapitre IV.1.8.1 sont illustrés schématiquement à la Fig.69 bis.

Enfin, terminons en mentionnant encore quelques cas bien connus comme la transgression d'espèces submontagnardes guinéo-congolaises vers les galeries forestières périguinéennes, à basse altitude donc. Plusieurs exemples existent pour cette forme de transgresseurs choroécologiques dont les meilleurs sont sans doute *Synsepalum cerasiferum*, *Garcinia smeathmannii*, *Asplenium dregeanum*, *Gaertnera paniculata*, etc.

De nombreuses espèces des étages d'altitude relativement plus secs (situés au dessus du maximum de pluviométrie), correspondant à l'étage montagnard supérieur et en partie inférieur dans l'aire des forêts denses humides (I.6.2.3), sont par ailleurs réputées transgressives en basse et moyenne altitudes dans les milieux secondarisés ou hydromorphes ouverts, ou bien souvent dans les lisières des inselbergs: *Schefflera barberi*, *Podocarpus latifolius* (Thunb.) R.Br. ex Mirb., *Ilex mitis* (L.) Radlk., *Nuxia congesta* R.Br. ex Fresen, *Maesa lanceolata* Forssk., *Rapanea melanophloeos* (L.) Mez, *Olea capensis* L., etc. (WHITE 1983b).

Fig.69 bis Représentation schématique des principaux exemples de disjonctions écologiques, chorologiques et choroécologiques décrits dans le texte. Le profil topographique est tracé d'Ouest en Est au niveau de l'équateur, allant de l'océan atlantique jusqu'à la dorsale du Kivu. Le réseau des forêts hydromorphes est représenté en bleu. Les flèches vertes, noires et marrons représentent respectivement des transgressions écologiques, chorologiques et choroécologiques.



IV.1.8.2 Les affinités phytogéographiques de l'étage submontagnard bas-guinéen

Un autre aspect important des relations entre aspects écologiques et aspects phytogéographiques au sens strict (WHITE 1979) concerne les relations phytogéographiques affichées par les forêts submontagnardes du domaine bas-guinéen. On s'interroge en particulier sur la proportion relative d'espèces submontagnardes guinéennes (G) et d'espèces submontagnardes centro-guinéennes (CG). Nous avons déjà envisagé ces aspects d'un point de vue purement phytogéographique, à l'échelle des communautés submontagnardes dans leur entièreté et il en était ressorti très peu de différences (cf. Tab.41): toujours entre 12 et 16% d'espèces G et entre 15 et 17% d'espèces CG, pour les communautés submontagnardes aussi bien que pour les communautés de plaine. Mais qu'en est-il si on n'envisage que les espèces typiquement submontagnardes ?

Parmi la petite centaine d'espèces typiquement submontagnardes (97 espèces), on en dénombre 4 (4%) à distribution guinéenne contre 10 à distribution centro-guinéenne (Fig.70) ce qui semble indiquer davantage une affinité avec la flore congolaise qu'avec la flore ouest-africaine. Ce résultat, dont l'effet significatif ne peut bien sûr pas être testé, semble tout à fait logique puisque les massifs BG et C sont moins isolés que les massifs BG et HG.

Plus important encore, il existe entre les massifs montagneux BG et C deux "voies de migration" que sont les bourrelets Nord et Sud de la cuvette congolaise et qui ont pu mettre en contact les forêts submontagnardes de ces deux massifs notamment durant les glaciations répétitives des derniers 100.000 ans. Les dorsales ouest-africaines sont quant à elles isolées des dorsales bas-guinéennes par de vastes étendues de plaines ininterrompues.

Enfin, nous avons vu que les espèces submontagnardes ont certaines facilités à effectuer des transgressions en milieux hydromorphes. Les exemples que nous avons donnés précédemment tendent à montrer que le passage d'espèces submontagnardes des montagnes du Kivu aux

dorsales atlantiques a pu se faire et se fait encore par transgression via les forêts hydromorphes du centre de la cuvette, ce qui en somme vient rajouter une voie de migration, ce qu'on pourrait appeler la "voie centrale", aux deux voies de migrations traditionnellement reconnues entre ces deux massifs de végétation submontagnarde. Au cours de tels processus de transgressions écologique et chorologique, certaines espèces restent en contact, d'autres se séparent en sous-espèces, variétés ou espèces affines, selon leur potentiel évolutif, leur type de diaspores (et donc les possibilités d'échanges), l'époque de leur transgression et probablement un grand nombre d'autres facteurs.

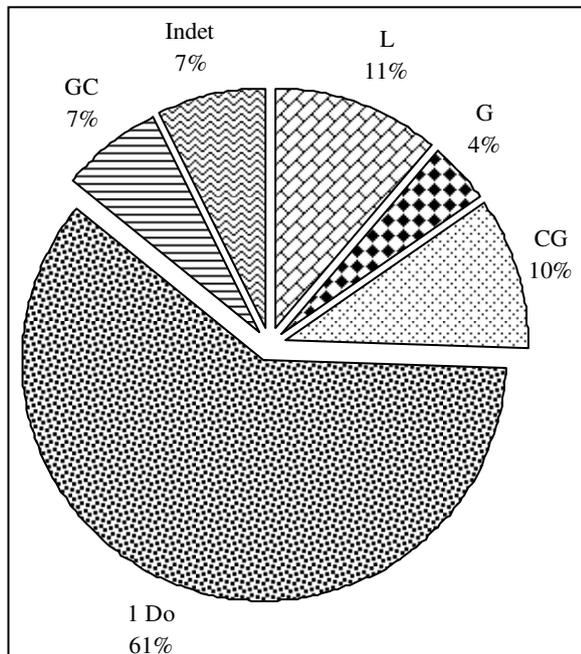


Fig.70 Proportions d'espèces submontagnardes à large distribution (L), guinéennes (G), centro-guinéennes (CG+GLit), guéno-congolaises largement répandues (GC) et limitées à 1 domaine (1 Do). Ces proportions sont calculées sur un total de 97 espèces submontagnardes.

IV.2 Spectres physiologiques et fonctionnels

Les données considérées ici et leur exploitation suivent le même schéma que celui du chapitre précédent. Le but de ce chapitre est d'examiner la possibilité de mettre en évidence des critères physiologiques permettant de diagnostiquer certains aspects de la nature d'un type forestier donné. Dans plusieurs cas, très peu de travaux ont été menés et les discussions présentées ont alors davantage une valeur descriptive destinée à susciter l'intérêt d'études futures.

IV.2.1 SPECTRE DES TYPES BIOLOGIQUES

Ces aspects ont déjà été effleurés au chapitre III.3.3 mais en se limitant à la notion d'ensembles structuraux. Nous proposons d'aller un peu plus loin et de comparer l'importance des différents types biologiques décrits au chapitre II.4.1.1. Quelle est la contribution des arbustes, herbacées terrestres, épiphytes du sous-bois, arbres émergents, ..., à la diversité globale d'une communauté végétale ? Cette question a préoccupé et préoccupe encore bien des chercheurs à propos des forêts tropicales. Elle est particulièrement problématique car pour y répondre, il faudrait idéalement connaître toutes les espèces présentes dans un type forestier donné quel que soit leur type biologique. Or, au chapitre I.4, nous avons déjà attiré l'attention du lecteur sur la difficulté pratique d'envisager de tels relevés aussi complets. Nous avons par ailleurs mentionné le fait que les premiers à avoir réalisé les prémices d'un tel relevé en forêt tropicale, à savoir GENTRY & DODSON (1987), avaient procédé en inventoriant toutes les plantes présentes dans une surface bien déterminée (1000m²). D'autres ont par la suite renouvelé l'expérience en d'autres contrées en se basant sur des relevés de dimensions généralement plus petites: REITSMA (1988, 200m²), TCHOUTO & al. (1999, 100m²). Mais la prise en compte de surfaces plus petites n'est pas sans conséquences ! Il est clair qu'un relevé de 100m² ou même 200m² sera largement sous-échantillonné quant aux strates supérieures (arbres dominants, etc.) par rapport à des relevés de 1000m² comme ceux de GENTRY & DODSON. Par conséquent la proportion d'espèces d'arbres dominants par rapport au nombre total d'espèces du relevé (décrivant la communauté végétale) sera sous-évaluée pour les relevés plus petits, alors que pour ces mêmes relevés le nombre d'espèces des strates inférieures sera quant lui aussi représentatif, ou presque, que pour les grands relevés et donc les comparaisons qu'on peut faire entre ces deux types de relevés seront forcément biaisées.

Citons un exemple concret en reprenant les réflexions de l'un des chercheurs qui se sont récemment penchés attentivement sur le sujet. REITSMA (1988, p.88) a largement discuté ces aspects au travers d'une synthèse de ses données personnelles et des principaux travaux de référence en la matière. Ce dernier a très justement effectué les comparaisons de diversité globale en ramenant les données de GENTRY & DODSON (1987) à la même surface que celle de ses relevés complets, et a ainsi montré que certaines forêts très diversifiées du Gabon n'avaient rien à envier (que du contraire) aux forêts néotropicales les plus riches, du moins à l'échelle d'une station et probablement d'une communauté végétale (ce qui soit dit en passant met en évidence les raisons essentiellement historiques des fortes différences en termes de richesse de flore entre les trois continents). Mais il a aussi comparé les spectres bruts de types biologiques et n'a dans ce cas pas pu ramener les données de GENTRY & DODSON à un niveau d'échantillonnage comparable. Il arrive alors à la conclusion que la riche forêt qu'il a étudiée au Gabon se caractérise par une plus forte proportion d'espèces herbacées et suffrutescentes par rapport à la forêt dense humide étudiée par GENTRY & DODSON en Equateur (23-30% contre 13%) et par une plus faible proportion d'espèces arborées (19-24% contre 32%). Or, au chapitre III.3.4, nous avons montré que des relevés de 200m² n'étaient représentatifs que pour à peine 20% des espèces d'arbres dominants et un peu plus de 40% des espèces d'arbres dominés observables sur une surface un peu plus grande (plus ou moins comparable à celle

des relevés de GENTRY & DODSON). Il n'y avait donc rien d'étonnant à ce que REITSMA obtienne une proportion inférieure d'espèces arborées, puisque cette strate est en fait largement sous-estimée par rapport aux données de GENTRY & DODSON, et par conséquent une proportion supérieure d'espèces du sous-bois.

L'originalité de notre approche, complète, quantitative et représentative (cf. I.4), permet d'apporter une nouvelle contribution à cette problématique. En effet, dans notre cas, nous avons pris le temps de considérer les différents ensembles structuraux, et donc en partie les différents types biologiques, d'une manière équivalente en termes d'effort d'échantillonnage et donc de représentativité. Dans nos relevés, et contrairement à tous ceux de nos prédécesseurs, les principaux ensembles structuraux sont inventoriés à effort d'échantillonnage constant, ou du moins à représentativité très comparable. A ce stade, nous ne pouvons que renvoyer le lecteur au chapitre II.2, où nous avons longuement débattu de ces considérations, et rappeler brièvement que bien qu'il soit impossible de fixer un effort d'échantillonnage parfaitement équivalent entre strate herbacée et strates ligneuses, il est toutefois raisonnable de prétendre fixer des efforts d'échantillonnage comparables en termes de représentativité.

Les résultats que nous avons obtenus sont présentés au *Tab.51*. Les proportions sont présentées par communauté végétale plutôt que par relevé, afin de réduire au maximum les biais par manque de représentativité, qui sont par ailleurs négligeables même à l'échelle d'un de nos relevés puisque pour chacun de ceux-ci le manque de représentativité est supposé très comparable quel que soit le type biologique envisagé.

Tab.51 Spectre brut des types biologiques en % et en nombres d'espèces (RSp) pour chacun des types forestiers étudiés et de manière globale pour l'ensemble des relevés. Seuls les relevés continentaux du Dja ne sont pas totalement comparables et manquent de représentativité (surtout les Ad). Les sous-totaux sont présentés pour les principaux ensembles structuraux: sup.= strate supérieure (A=E+Ass+Aco), moy.= strate moyenne (Ad), s-bois-L (plantes ligneuses du sous-bois = arbustes et sous-arbustes), s-bois-H (plantes herbacées et épiphytes du sous-bois). Les données présentées sont issues de l'ensemble des sous-relevés, constituant les différents relevés complets, quantitatifs et représentatifs, inventoriés pour chaque type forestier.

	Cont		MontSup		MontTyp		MontInf		LitCotBas		LitCotCol		LitInflBas		LitInflCol		OrInfl		Or		Global	
	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%
E	46	15	22	8	29	14	39	10	25	13	35	18	63	13	48	14	39	13	56	18	117	11
sup. Ass	38	12	22	8	18	8	38	10	27	14	27	14	53	11	36	11	39	13	36	11	102	10
Aco	34	11	32	12	22	10	42	11	27	14	24	12	57	12	40	12	40	13	37	12	100	10
moy. Ad	45	14	63	23	44	21	85	22	44	23	54	28	91	18	60	18	65	22	56	18	181	17
Lli	41	13	14	5	14	7	13	3	4	2	3	2	26	5	19	6	4	1	11	3	80	8
ar	49	16	43	16	29	14	62	16	23	12	19	10	79	16	66	20	36	12	44	14	208	20
Hs-ar	8	3	16	6	8	4	14	4	7	4	3	2	20	4	9	3	10	3	12	4	44	4
Ht	36	11	39	14	33	15	59	15	23	12	14	7	62	13	36	11	46	15	44	14	135	13
s-bois																						
Hép	1	0	7	3	7	3	16	4	1	1	0	0	11	2	5	1	7	2	3	1	33	3
Hsa	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Hépt	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	0	0	6	1
Hgr	12	4	8	3	8	4	11	3	12	6	10	5	16	3	12	4	11	4	10	3	20	2
HL	3	1	3	1	1	0	3	1	2	1	3	2	8	2	3	1	3	1	5	2	13	1
p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Indet	2	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	1	0	9	1
Total	315		270		214		385		195		193		493		336		300		315		1050	
sup.	118	37	76	28	69	32	119	31	79	41	86	45	173	35	124	37	118	39	129	41	319	30
moy.	45	14	63	23	44	21	85	22	44	23	54	28	91	18	60	18	65	22	56	18	181	17
s-bois-L	57	18	59	22	37	17	76	20	30	15	22	11	99	20	75	22	46	15	56	18	252	24
s-bois-H	52	17	58	21	50	23	90	23	38	19	28	15	101	20	57	17	67	22	62	20	209	20
s-bois	109	35	117	43	87	41	166	43	68	35	50	26	200	41	132	39	113	38	118	37	461	44

Nos résultats mettent en évidence plusieurs choses.

De manière générale, la proportion des espèces des strates supérieures représente aux environs de 40% (35-45%) de l'ensemble des espèces d'une communauté végétale de basse et moyenne altitudes alors que cette proportion n'est que de 30% (28-32%) en forêt submontagnarde. Voici l'explication que nous proposons.

Premièrement, il est bien connu que les forêts submontagnardes sont caractérisées par une canopée assez basse (souvent une vingtaine de mètres), mais aussi basse soit-elle, les arbres qui la constituent restent par définition des arbres dominants, certes plus petits mais au même titre que les grands sujets des forêts de plaine. Ce n'est donc pas la hauteur de ce type forestier qui est à mettre en cause. On sait aussi que les forêts submontagnardes fraîches, comme la plupart des autres types forestiers plus ou moins stressés, se caractérisent souvent par l'apparition d'espèces monodominantes. Ce fait est couramment rapporté pour la strate supérieure mais pas spécialement pour les strates inférieures, où ce phénomène semble occasionnel en forêt submontagnarde et bien souvent alors causé par la régénération abondante des espèces monodominantes de la strate supérieure. Il est donc vraisemblable que la plus faible proportion d'espèces des strates supérieures en forêts submontagnardes soit à imputer à ces phénomènes de monodominance. D'ailleurs, si on considère le spectre des types biologiques pondéré par les nombres d'individus, les différences évoquées n'apparaissent plus clairement (données non illustrées).

D'autre part, parmi les strates arborées supérieures, c'est de loin la strate des émergents qui présente l'écart le plus grand entre les forêts submontagnardes et les autres. On sait en effet, d'après nos observations personnelles sur le terrain, que les forêts submontagnardes, en plus d'être assez basses, présentent généralement une canopée sensiblement moins "cloquée" (pour reprendre le terme de BLANC 2002) qu'une forêt mature de plaine, c'est-à-dire plus plate en raison de la relative rareté des émergents. Cette raréfaction des émergents en forêt submontagnarde a déjà été citée comme une des principales caractéristiques physiologiques de ce type forestier, notamment par ASHTON (2003), POULSEN & PENDRY (1995), etc., mais n'avait pas encore à notre connaissance été démontrée de manière quantitative.

Etant donné que, selon notre méthodologie, les strates supérieures ne sont pas échantillonnées de manière moins représentative, on s'attend à ce que la proportion d'espèces de ces strates soit plus importante que les résultats obtenus par nos prédécesseurs. C'est effectivement le cas puisque nos 35-40% dépassent les 32% de GENTRY & DODSON (1987) et plus encore les 19-24% des relevés de 200m² de REITSMA (1988). On peut noter que ce dernier a aussi réalisé des relevés emboîtés (nested plots) dont le niveau supérieur est représenté par des parcelles de 1ha pour les DBH \geq 5 ou 10cm, mais il est difficile sur base des données publiées de mettre en évidence des valeurs qui puissent être comparées aux nôtres.

Il faut aussi rappeler que les lianes ligneuses ont été un peu moins bien inventoriées dans notre étude que dans certaines autres. Toutefois, nous estimons que ce léger biais qui persiste dans nos données reste insignifiant.

Premièrement, tous nos relevés sont placés en vieille forêt avec tout au plus une légère influence hydromorphe ce qui n'est comme on le sait pas un habitat propice au développement d'un grand nombre d'espèces lianescentes, comme on peut le voir dans certaines forêts alluviales ou dans des types plus secs ou plus secondarisés, ou encore dans certaines forêts de pente forte.

Deuxièmement, s'il est vrai que nous n'avons pas inventorié de manière complète les lianes de nos relevés, nous ne les avons pas pour autant laissées de côté puisque celles présentes

dans les strates arbustives sont prises en compte ainsi que toutes celles présentes dans nos relevés complets de la strate herbacée, c'est-à-dire essentiellement les petites lianes, soit l'essentiel des individus observables (PARREN 2003). D'après la récente étude de PARREN (2003), la contribution des lianes à la diversité d'une communauté de forêt tropicale peut varier de 12% (Smith 1970 in PARREN, Puerto Rico) à 31% (Hall & Swaine 1981 in PARREN) au Ghana, où l'abondance des lianes est réputée la plus élevée qui soit en forêts tropicales. Dans son étude en forêt gabonaise, REITSMA (1988) a observé de 14 à 35 espèces de lianes ligneuses par relevés de 200m². Quant à nous, nous avons observé de 3 à 26 espèces de lianes par communauté, exceptionnellement plus. Nous n'avons trouvé dans les travaux précités aucune information suffisante pour nous permettre de proposer une quelconque correction de nos observations. D'ailleurs, il est certain que l'abondance des lianes est extrêmement variable d'une station à l'autre, à l'instar de l'abondance des plantes de sous-bois. En outre, ceux qui se sont attardés sur les lianes n'ont pas forcément toujours recherché les plus vieilles forêts mais plus souvent des types un peu secondarisés ou très humides, favorables à la prolifération des lianes et donc à leur étude. Les rotangs par exemple (qui ne sont d'ailleurs pas toujours considérés comme des lianes) sont tous relativement confinés aux forêts secondaires ou ayant subi de fortes perturbations ; nous n'avons observé aucune tache ni même aucun individu adulte au sein de nos relevés de forêts matures.

Enfin, nous voudrions insister sur le fait que malgré les améliorations de notre approche méthodologique, nous restons loin d'un échantillonnage parfait, c'est-à-dire où tous les types biologiques sont inventoriés avec un effort identique. En effet, notre méthode permet d'inventorier de manière représentative les strates arborées supérieures, mais il est clair qu'entre les émergents (E), les arbres dominants (Ass) et les arbres co-dominants (Aco), les E sont moins bien représentés que les Ass et Aco.

Tab.52 Comparaison des spectres de types biologiques obtenus sur base d'un relevé complet et représentatif (nested plot) (1) et sur base d'un relevé complet de 200m² (2) pour une station de forêt dense mature de terre ferme en fonds de vallée (vallicole, relevé Litb1 appartenant à la communauté LitInflBas). Les nombres d'individus (Ab) sont indiqués ainsi que les nombres d'espèces (RSp), le pourcentage rapporté au nombre total d'espèces (spectre brut). Enfin les sous-totaux pour certains ensembles de types biologiques sont mentionnés. Aucune plante saprophyte ou parasite n'a été observée dans ce relevé. Les valeurs obtenues par Reitsma (1988), pour des types forestiers comparables au Gabon, sont indiquées en face des ensembles de types biologiques dont il est question et qui ne correspondent pas forcément aux sous-totaux que nous avons préférés mettre en évidence. (*1720 individus sur 200m² soit 8,6 individus/m², dont 1,9 arbustes et 4,4 herbacées et suffrutex)

	(1) Ab	RSp	% sp	s-tot.	(2) Ab	RSp	% sp	s-tot.	(3) RSp	(3) % sp
E	65	15	6,5	27,7	29	6	3,6	15,6	30-43	19-24
Ass	55	19	8,2		12	6	3,6			
Aco	145	30	13,0	22,1	57	14	8,4	28,1	14-35	11-18
Ad	167	45	19,5		95	23	13,8			
Lli	64	20	8,7	21,6	64	20	12,0	29,9	22-41	18-25
ar	426	43	18,6		387	39	23,4			
Hs-ar	19	8	3,5	21,6	19	8	4,8	29,9	33-48	23-30
Ht	362	27	11,7		362	27	16,2			
Hép	98	6	2,6	21,6	98	6	3,6	29,9	0-3	0-1
Hépt	1	1	0,4		1	1	0,6			
Hgr	320	10	4,3	21,6	320	10	6,0	29,9	14-34	11-17
HL	79	6	2,6		79	6	3,6			
Indet	222	1	0,4	21,6	197	1	0,6	29,9		
Total	2023	231			1720*	167				125-201

Il est possible de renforcer nos remarques en utilisant nos données de relevés complets de strate herbacée, qui suivent donc la même méthodologie que les relevés des auteurs évoqués ci-dessus et, de manière générale, que ce que nous avons appelé des relevés " complets " au chapitre I.4 (cf. *Tab.9*). On peut alors comparer les résultats obtenus de cette manière avec les résultats obtenus sur le même relevé suivant la méthodologie du relevé " complet, quantitatif et représentatif " (*Tab.52*). On observe les mêmes écarts que ceux décrits au paragraphe précédent: les données obtenues par le relevé complet (*Tab.52-2*) sous-estiment, par rapport aux résultats obtenus avec le relevé complet et représentatif (*Tab.52-1*), la proportion des espèces des strates supérieures et surestiment donc cette proportion pour les strates inférieures. Les valeurs du spectre brut qui traduisent plus fidèlement la réalité biologique sont donc celles en gras dans le *Tab.52* et celles présentées au *Tab.51* ci-dessus.

En conclusion, nous avons vu que les strates supérieures comptent 35-45% des espèces en forêt de plaine et 28-32% en forêt submontagnarde. Les trois sous-ensembles constituant la strate supérieure (E, Ass et Aco) sont généralement équitablement représentés avec un léger avantage aux émergents sauf en forêt submontagnarde où ces émergents représentent un pourcentage comparable voire inférieur aux deux autres constituants. Les arbres dominés (Ad) constituent un ensemble très important (près d'une espèce sur 5). Les lianes sont assez rares dans nos relevés et représentent de 1 à 7% des espèces (exceptionnellement 13%). Vient alors le sous-bois qui malgré sa faible biomasse contribue pour au moins 26% à plus souvent un peu moins de 2 espèces sur 5 (40%) et jusqu'à 43% de la flore d'une communauté végétale donnée. Au sein de ce sous-bois, les arbustes contribuent de manière variable entre 10 et 20%. Les sous-arbustes et plantes suffrutescentes représentent de 2 à 4% en forêt de plaine et de 4 à 6% en forêt submontagnarde. Quant aux plantes herbacées du sous-bois, elles représentent de 15 à 23% des espèces, soit à elles seules plus de la moitié des espèces du sous-bois et presque autant que les arbres dominés. La majorité des espèces herbacées du sous-bois est terrestre (7-15% du nombre total des espèces de la communauté), puis grimpante (3-6%, surtout Aracées). Les herbacées volubiles ou lianescentes ne représentent que 1 à 2% et les épiphytes du sous-bois (des troncs, etc.) sont généralement représentées par très peu d'espèces, atteignant 2% en forêts vallicoles et surtout 3 à 4% en forêts submontagnardes.

Outre les problèmes de sous-échantillonnage de certains ensembles biologiques comme les strates supérieures, d'autres difficultés gênent les comparaisons entre sources différentes. Pour les quelques études ayant considéré des relevés complets, les définitions de certains groupes biologiques peuvent varier ou manquer de précision. Par exemple, GENTRY & DODSON (1987) n'ont pas clairement défini dans laquelle de leurs catégories ils incluent les sous-arbustes et les herbacées grimpantes ou volubiles. REITSMA (1988), qui a vraisemblablement suivi la même méthodologie, ne distingue pas ces sous-arbustes, qu'il inclut dans les herbacées terrestres.

Ce dernier conclut que les herbacées et sous-arbustes contribuent à une plus grande part de la diversité en Afrique qu'en Amazonie (23-30% contre 13% pour GENTRY & DODSON, et 22% pour nous). Il fait également remarquer que la plus grosse différence entre ces deux continents se marque surtout pour les épiphytes qui représentent pas moins de 35% des espèces en forêt dense hyperhumide néotropicale contre moins de 1% pour les forêts qu'il a étudiées au Gabon. Nous obtenons quant à nous jusqu'à 4% en forêt submontagnarde.

Sur base des principaux ensembles biologiques évoqués dans de telles études, nous avons ici défini un système plus synthétique et plus détaillé dont nous voudrions recommander l'usage. Les publications de données de ce genre ne devraient alors pas se limiter à des sous-totaux afin de laisser la possibilité à d'autres de discuter correctement ces résultats.

IV.2.2 SPECTRE DES MODÈLES ARCHITECTURAUX, TYPES DE BASE DE TRONC ET TYPES D'EXSUDATS

Nous traiterons ces aspects en deux chapitres: l'un essentiellement consacré aux strates ligneuses, l'autre au sous-bois. L'architecture des ligneux a été largement étudiée par Francis Hallé qui a récemment publié un document synthétique enrichi de nombreux exemples et avec une volonté d'étendre ses considérations aux plantes sous-arbustives et même herbacées, notamment au travers de la définition du modèle de BELL (HALLÉ 2004). Pour ces deux derniers ensembles biologiques (sous-arbustes et plantes herbacées) nous préférons toutefois les travaux plus spécialisés de BLANC (2002).

IV.2.2.1 Modèles architecturaux pour les strates ligneuses

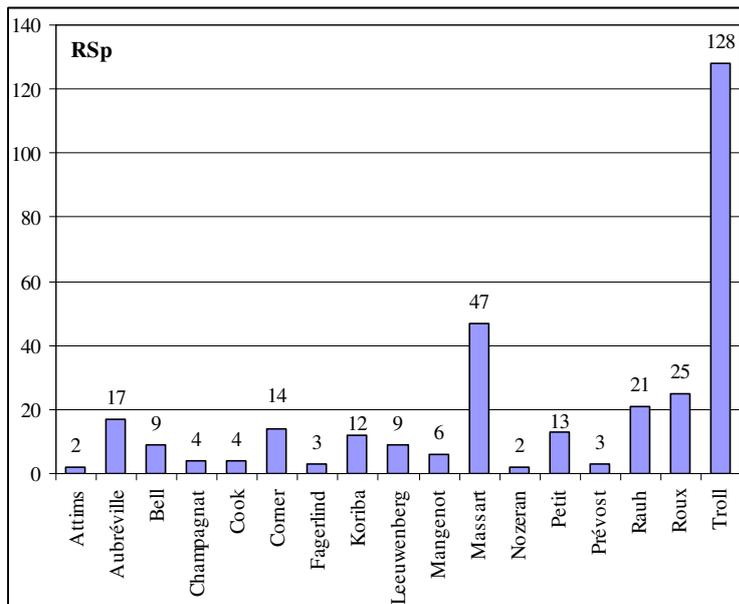
Jusqu'à ce jour, les modèles architecturaux n'ont été qu'effleurés d'un point de vue écologique. Or on peut se demander quels sont les modèles architecturaux les plus répandus en forêts denses humides et s'il existe des différences entre types forestiers. ROLLET (1979) avait déjà évoqué l'intérêt d'envisager une étude des spectres de modèles architecturaux et, par la suite, un seul auteur semble s'être penché sur le sujet : (DE FORESTA 1983). Comme toujours, le problème majeur est qu'on se heurte rapidement, en milieux forestiers tropicaux, à l'insuffisance des connaissances et pour bon nombre d'espèces on ne connaît que bien peu de choses. Nous avons néanmoins tenu à apporter notre pierre à l'édifice.

Etant donné les nombreux objectifs que nous nous étions fixés pour ce travail, il est clair que l'identification des modèles architecturaux sur le terrain ne pouvait pas constituer une priorité. Certains modèles sont très faciles à identifier d'un coup d'œil rapide, certains s'identifient au bout d'un bref examen, d'autres en revanche peuvent nécessiter une attention plus soutenue. Notre philosophie fut la suivante: nous avons cherché à identifier un maximum de modèles architecturaux à condition de ne pas ralentir la collecte des autres données. Nous ne nous sommes donc attardés que sur les sujets pour lesquels il semblait relativement facile d'identifier le modèle architectural. Nous avons ensuite enrichi nos données en nous basant sur le peu de littérature qui cite des exemples de modèles architecturaux pour la flore africaine (HALLÉ 2004, HALLÉ & OLDEMAN 1970). Bien que notre étude soit largement insuffisante, étant donné le nombre d'espèces dont l'architecture est restée indéterminée, elle a toutefois le mérite de donner de nouveaux exemples pour la flore africaine et de présenter une liste synthétique de ces observations et de celles des auteurs précités.

Malgré le peu de données (seulement 30% des espèces dont le modèle architectural a été identifié, soit 319 espèces), il est assez évident que le modèle qui domine est celui de TROLL (*Fig.71*). Ce modèle est en effet répandu au sein de la famille des Césalpiniacées, elle-même parmi les plus importantes dans nos inventaires (6,2% de nos espèces sont des Césalpiniacées). Parmi nos familles importantes en termes d'espèces, on peut encore citer les Annonacées (4,4% de nos espèces), chez lesquelles le modèle de TROLL est aussi très répandu, et les Euphorbiacées (5,1% de nos espèces), au sein desquelles il existe une plus grande diversité de modèles architecturaux. Le nombre relativement élevé d'espèces suivant le modèle de MASSART est essentiellement dû aux nombreuses espèces de *Diospyros* (Ebénacée, 2,9% de nos espèces).

Par ailleurs, on remarque que la diversité des modèles architecturaux réalisés dans nos inventaires est très importante: 17 modèles sur les 23 existants (HALLÉ 2004, HALLÉ & OLDEMAN 1970). Selon DE FOUCAULT (1999), il s'agit d'une caractéristique des milieux forestiers tropicaux avec, pour les régions tempérées, seulement deux de ces modèles représentés.

Fig.71 Nombre d'espèces par modèle architectural. Les définitions suivent les travaux de HALLÉ (2004) et HALLÉ & OLDEMAN (1970).



Nous avons a priori sur le terrain l'impression de rencontrer plus souvent le modèle de MASSART ainsi que celui de CORNER dans les forêts humides (surtout vallicoïles et alluviales). Nos données ne permettent pas de vérifier cette impression de manière statistique mais notons toutefois qu'il y a effectivement une plus grande proportion d'espèces des milieux hydromorphes qui répondent au modèle de CORNER (*Chlamydocola chlamydantha*, *Dracaena bicolor*, *Ardisia sadebeckiana*) par rapport au nombre d'espèces de ce modèle pour les milieux non hydromorphes (Tab.53). On n'a pas mis en évidence une telle tendance pour le modèle de MASSART. D'autres modèles semblent plus caractéristiques des habitats hydromorphes: LEEUWENBERG (*Tabernaemontana crassa*, *Asystasia macrophylla*), MANGENOT (*Drypetes gabonensis*, *Dicranolepis spp.*), PREVOST (*Alstonia boonei*, *Funtumia spp.*) et ROUX (*Panda oleosa*, *Xylopiia spp.*). Quant au modèle de TROLL, il semble mieux représenté parmi les espèces caractérisant les milieux bien drainés et non perturbés. En général, les modèles plus caractéristiques des milieux hydromorphes sont aussi plus caractéristiques des milieux secondaires (ce qui ne contredit pas les liens écologiques évidents entre ces deux types d'habitat). Les modèles de COOK (*Barteria fistulosa*, *Psydrax arnoldiana*), KORIBA (*Lophira alata*, *Petersianthus macrocarpus*) et de PETIT (*Morinda lucida*, *Rothmannia hispida*) semblent eux-aussi mieux représentés en milieux secondaires.

De même, nous avons suspecté une plus forte abondance d'espèces répondant au modèle d'AUBRÉVILLE (notamment beaucoup de Sapotacées mais aussi certaines Rubiacées et certaines Euphorbiacées) et de ATTIMS (beaucoup de Clusiacées et certaines Rubiacées) en forêts submontagnardes. Cette impression reste à vérifier et nécessitera plus d'observations et de recherches sur l'architecture des espèces rencontrées dans nos relevés. On peut toutefois mentionner une tendance à une meilleure représentation des modèles d'AUBRÉVILLE, FAGERLIND (*Rothmannia urcelliformis*) et RAUH (*Pentadesma grandifolia*, *Dacryodes letestui*) en forêts d'altitude (submontagnardes).

Il est intéressant de noter que les résultats publiés par DE FORESTA (1983) confirment en partie les nôtres, à savoir la dominance du modèle de TROLL, en forêt primaire, et son remplacement progressif, en formations secondaires, par ceux de ROUX et de RAUH, et dans une moindre mesure par ceux de LEEUWENBERG, SCARONNE, MANGENOT, PREVOST et KORIBA.

Tab.53 Nombre d'espèces (n°) pour les différents modèles architecturaux en fonction du caractère indicateur de ces espèces par rapport aux trois principaux gradients étudiés: dr = espèces des sols bien drainés, hydr = sols ± hydromorphes, altit = étages submontagnards et montagnards, bas = basse et moyenne altitudes, Sé = espèces sédentaires (forêts primaires) et Sec = forêts secondaires. Les proportions (%) sont indiquées par rapport au nombre total d'espèces à architecture déterminée pour un type écologique donné (Total Det.). Seules les espèces à préférence écologique connue sont incluses dans cette analyse.

	dr		hydr		altit		bas		Sé		Sec	
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%
Attims			2	1,9			2	0,9	2	1		
Aubréville	3	4,1	6	5,7	2	8,7	9	4,1	10	5	2	4,8
Bell	1	1,4	1	0,9	1	4,3	1	0,5	2	1		
Champagnat							3	1,4	3	1,5		
Cook	1	1,4	2	1,9			4	1,8	1	0,5	3	7,1
Corner	2	2,7	5	4,7			10	4,6	10	5		
Fagerlind			2	1,9	1	4,3	1	0,5	1	0,5		
Koriba	3	4,1	4	3,8	1	4,3	10	4,6	6	3	3	7,1
Leeuwenberg			3	2,8			7	3,2	3	1,5	3	7,1
Mangenot			4	3,8			4	1,8	4	2		
Massart	12	16,4	16	15,1	4	17,4	35	16	33	16,5	6	14,3
Nozeran	1	1,4					2	0,9	1	0,5		
Petit			1	0,9			4	1,8	4	2	4	9,5
Prévoist			3	2,8			3	1,4			3	7,1
Rauh	8	11	6	5,7	3	13	17	7,8	16	8	5	11,9
Roux	4	5,5	11	10,4	1	4,3	16	7,3	13	6,5	4	9,5
Troll	38	52,1	40	37,7	10	43,5	91	41,6	91	45,5	9	21,4
Indet	115		185		75		378		354		71	
Total Det.	73		106		23		219		200		42	

IV.2.2.2 Types de base de tronc

D'autres aspects architecturaux et physiologiques importants chez les espèces ligneuses sont relativement faciles à étudier et sont souvent évoqués par les botanistes qui s'interrogent sur les aspects fonctionnels en milieux forestiers tropicaux. Nous avons par exemple déjà mentionné (SENTERRE & LEJOLY 2001) et d'autres avant nous (SCHNELL 1976, RICHARDS 1952) que les forêts particulièrement hydromorphes se caractérisent par une plus grande proportion d'espèces et surtout d'individus d'arbres à racines échasses et contreforts que dans les forêts de terre ferme avoisinantes. Un second aspect moins bien documenté concerne l'abondance des espèces ligneuses à exsudat et que nous avons voulu envisager car il nous a semblé a priori que certaines différences pouvaient exister entre habitats, notamment plus d'espèces et d'individus avec latex pour les forêts submontagnardes (à nombreuses Sapotacées et Clusiacées).

A propos des types de base de tronc, il faut premièrement se demander sur quel ensemble structural ou strate nous allons faire nos observations. Il est évident que la proportion d'espèces à contreforts ou à racines échasses ne sera pas la même entre les petits et les grands arbres. Le *Tab.54* met assez bien en évidence ces différences. Les espèces de la strate arborée supérieure (émergents, arbres dominants et co-dominants) sont constituées de 23% d'espèces à contreforts et de 3,5% d'espèces à racines échasses. Ces deux catégories tombent chacune à 1% pour les espèces de la strate arborée moyenne (arbres dominés) qui est en toute logique constituée à 90% d'espèces à base cylindrique (les petits arbres à l'abri des vents sous la

canopée n'ont pas autant besoins de contreforts que les émergents de 70m de haut). Parmi les 73 espèces à contreforts propres à la strate supérieure (es-A), **la majorité (50 espèces) sont des émergents**, 17 sont des arbres dominants et les quelques espèces restantes sont des arbres co-dominants, ce qui renforce encore notre remarque précédente. Les racines échasses semblent en revanche être davantage une caractéristique développée chez les arbres co-dominants (6 espèces sur les 11 espèces à racines échasses de la strate supérieure et surtout 80% des 914 individus) que chez les dominants (3 espèces) et les émergents (2 espèces).

Tab.54 Nombres d'espèces (RSp) et d'individus (Ab) caractérisés par différents types de base de tronc au sein des deux principaux ensembles structuraux arborés (arbres dominants, es-A, et arbres dominés, es-Ad), sur nos 37 relevés. (1) Les trois principaux ensembles biologiques constituant la strate supérieure es-A (E, Ass et Aco) sont en outre détaillés. (3) Pour les arbres dominés, nous avons aussi indiqué les valeurs pour la strate qui leur correspond (st-Ad), qui donc inclut les jeunes individus d'arbres atteignant la voûte. Nous rappelons au lecteur que tout au long du chapitre en cours, les valeurs sont calculées sur base de tous les individus observés dans et aux alentours immédiats de nos relevés (cf. introduction du chapitre), ce qui est à l'origine des petites différences que certains auront peut-être remarquées au niveau des totaux par strate. Les totaux sont par ailleurs exprimés différemment qu'aux chapitres des résultats puisque ici " Total Det. " représente le nombre total d'individus ou d'espèces dont le type de base de tronc a pu être identifié. C'est sur ces totaux que les pourcentages sont calculés.

	(1)			(2) es-A				es-Ad				(3) st-Ad			
	E RSp	Ass RSp	Aco RSp	RSp	%	RSp	%	Ab	%	Ab	%	RSp	%	Ab	%
cylindrique	29	39	65	134	42,1	162	91	2686	36,4	3628	91	278	69,3	2071	61,3
conique	2			2	0,6			29	0,4						
empattée	31	32	11	74	23,3	3	1,7	2044	27,7	49	1,2	44	11	497	14,7
cannelée	2	10	12	24	7,5	10	5,6	491	6,6	261	6,5	29	7,2	331	9,8
à contreforts	50	17	6	73	23	1	0,6	1225	16,6	4	0,1	42	10,5	227	6,7
racines éch.	2	3	6	11	3,5	2	1,1	914	12,4	47	1,2	8	2,0	253	7,5
Indet	1	1		3		4		12		32		5		177	
Total Det.	116	101	100	318		178		7389		3989		401		3379	

Les valeurs qui sont présentées ici sont assez difficilement comparables avec celles publiées dans l'une des rares études du genre, celle de REITSMA (1988). En effet, l'auteur suit exactement le même principe que nous mais se base sur des données d'un inventaire des ligneux à DBH ≥ 10 cm sur une parcelle carrée de 1ha. Son inventaire constitue donc un échantillonnage représentatif pour les strates Ad et A mais celles-ci étant analysées ensemble, il est clair que la contribution relative des A est rendue négligeable et que donc les pourcentages donnés par l'auteur représentent une sorte d'intermédiaire entre 2 réalités: celle des arbres dominés et celle des arbres de la strate supérieure. REITSMA (1988, p.75) mentionne ainsi 18 à 35% d'arbres à DBH ≥ 10 cm munis de contreforts et 1 à 3% d'espèces à racines échasses (représentant jusqu'à 10% des individus). Nos valeurs les plus comparables seraient une moyenne entre les valeurs obtenues pour les strates st-A et st-Ad, ce qui ne dépasserait en tout cas pas les 20% d'espèces à contreforts et 3-4% d'espèces à racines échasses. Si on admet que ces considérations sont dépendantes de la strate envisagée, ce sont les valeurs que nous présentons au *Tab.54* qui devraient être retenues.

Par ailleurs, mentionnons la très bonne étude de PAIJMANS (1970) sur 4 stations de forêt dense humide de plateau et de pente moyenne, en Papouasie Nouvelle Guinée. Ce dernier, qui a même été jusqu'à compter les nombres de contreforts et nombres de racines échasses ainsi que leur hauteur, s'est basé sur des relevés de 0,8ha pour les arbres à DBH ≥ 10 cm (girth ≥ 12 in.). Il a fort judicieusement publié ses résultats en distinguant des sous-ensembles basés sur un intervalle de diamètre de tronc d'environ 10cm. PAIJMANS (1970, p.95) montre, comme nous, que les espèces à contreforts constituent surtout un haut pourcentage pour les espèces de

grands arbres: 57-87 (92)% des espèces pour les catégories >40cm de DBH. En ce qui nous concerne, nous obtenons des valeurs nettement inférieures pour cette catégorie (qui équivaut à peu près à nos émergents) 50 espèces à contreforts sur 116 espèces d'émergents, soit 43%. Parmi les espèces d'arbres dominants (Ass), nous observons 17% d'espèces à contreforts contre 44 à 83% pour PAIJMANS (catégorie de DBH 30-40cm). Les arbres co-dominants ne comptent plus que 6% d'espèces à contreforts contre encore 39 à 56% pour PAIJMANS (catégorie de DBH 20-30cm). Enfin, les espèces d'arbres dominés sont à moins de 1% des espèces à contreforts bien que la strate qui leur correspond (st-Ad, en incluant tous les individus même ceux d'espèces appartenant aux strates supérieures) soit caractérisée par 10% d'espèces à contreforts. Ces 10% peuvent être comparés aux 14-21% obtenus par PAIJMANS pour les arbres à DBH entre 10 et 20cm, correspondant assez bien à notre strate Ad. Pour ce qui est des arbres à racines échasses, nos valeurs observées pour la strate Ad (st-Ad, 8%) sont proches de celles mentionnées par PAIJMANS: entre 8 et 9 (14)%.

En conclusion, PAIJMANS observe comme nous une diminution progressive de la proportion d'espèces à contreforts pour les arbres de dimensions décroissantes avec une discontinuité brutale entre la strate supérieure (E, Ass et Aco) et les arbres dominés. Deuxièmement, les taux qu'il mentionne sont toujours largement supérieurs aux nôtres. De deux choses l'une, soit la forêt étudiée en Papouasie Nouvelle Guinée est réellement caractérisée par davantage d'espèces à contreforts et par conséquent les caractéristiques décrites ici ne peuvent plus être supposées valables pour toute forêt tropicale (contrairement aux propos de REITSMA 1988), soit il s'agit de différences liées à la définition des contreforts. On ne peut exclure aucune de ces deux possibilités avec certitude. Il est toutefois certain que la définition des contreforts selon PAIJMANS (sur base de leur hauteur et de leur largeur supérieures à 30cm) correspond à un intermédiaire voire à l'union de nos catégories "à contreforts" et "empâtée". D'ailleurs si on refait les comparaisons en unissant ces deux classes, les résultats ne sont plus si différents (Tab.54). La méthodologie de PAIJMANS masque sans aucun doute une certaine réalité puisque nos observations plus détaillées montrent des tendances différentes pour les arbres à empattements et ceux à vrais contreforts (Tab.54). Nous préconisons donc la considération des catégories de base de tronc telles que nous les avons présentées dans cette étude (et tirées d'un des forestiers les plus expérimentés qu'est Letouzey) plutôt que deux critères trop simples et plus difficilement exploitables: "avec ou sans contreforts" accompagné de la mesure de la hauteur de ceux-ci (PAIJMANS 1970).

On se demande maintenant si ces proportions varient en fonction du type forestier. Afin de répondre à cette question, le mieux serait de ne considérer que la strate supérieure mais sans pour autant se limiter aux seuls émergents (ce qui fournirait trop peu d'observations pour rendre les comparaisons constructives), d'autant que pour ce qui est des racines échasses nous avons vu que ce sont les arbres co-dominants qui sont les plus représentatifs. On considère donc la strate supérieure de manière générale, celle qui constitue ce que nous avons appelé l'ensemble structural A et qui se compose des émergents (E), des arbres dominants (Ass) et des arbres co-dominants (Aco).

Les résultats sont synthétisés au Tab.55 et sont dans l'ensemble concordants avec ceux obtenus de manière globale (tous les relevés confondus). Il n'existe semble-t-il pas de différences majeures entre les différents types forestiers. On notera toutefois que la R.B. du Dja se distingue légèrement par une plus forte proportion d'espèces à racines échasses, notamment due à l'abondance des espèces de *Uapaca* dans cette forêt. Curieusement, les communautés de terre ferme (LitInflCol et Or notamment) se distinguent par une proportion légèrement voire nettement supérieure d'individus à racines échasses et qu'on peut sans aucun doute attribuer à l'une des rares espèces de terre ferme à racines échasses, à savoir *Santiria*

trimera qui est généralement très abondante dans ce type de milieu, du moins en Afrique centrale atlantique. En première approximation, on peut donc dire qu'un taux de 8% d'espèces à racines échasses caractérise généralement les forêts à tendance ripicole comme celles étudiées dans le Dja. Sur terre ferme, ce pourcentage ne semble pas dépasser 6% (sauf parfois en forêts submontagnardes, notamment en raison de la présence de *Syzygium staudtii*) alors qu'en revanche le taux d'individus à racines échasses peut atteindre jusqu'à 20%, essentiellement au travers de l'abondance de *Santiria trimera*.

Le cas de *Santiria trimera* est toutefois très problématique. Cette espèce, largement répandue dans la strate arborée moyenne de toutes les forêts matures de terre ferme des domaines haut et bas-guinéen, est assez variable quant à la dimension de ses folioles, de ses fruits et surtout de la base de son tronc, allant de légèrement empâté jusqu'à de très hautes et nombreuses racines échasses. Il est d'ailleurs maintenant question de distinguer 2, voire 3, variétés (NGOMO 2002): la 1^{ère} à très petites folioles, racines échasses développées et extrêmement robustes, tronc particulièrement écaillé, affectionnant les forêts submontagnardes du secteur bas-guinéen atlantique où elle atteint des dimensions extraordinaires (nous avons vu des sujets dépasser les 50m de haut) ; la 2^{ème}, la plus banale, à folioles de taille normale pour l'espèce, à racines échasses très développées, nombreuses et gracieuses, caractérisant la strate Ad de toute forêt d'âge mature et sur terre ferme ; et la 3^{ème}, à très grandes folioles et tronc pratiquement cylindrique, quelquefois empâté ou avec une racine arquée à quelques dizaines de centimètres du sol tout au plus, également de la strate dominée mais à écologie bien moins connue. Les deux formes généralement reconnues sont celles de basse et moyenne altitudes (2^{ème} et 3^{ème}). Bien que tous ceux qui évoquent ces formes n'y trouvent aucune relation avec des conditions particulières du milieu, en ce qui nous concerne, les quelques traits écologiques évoqués ci-dessus représentent au moins une tendance bien réelle et quant à la 3^{ème} forme elle nous a semblé surtout abondante dans les bas-fonds. Nous avons l'espoir de pouvoir tester quantitativement cette hypothèse car pour chaque individu de *Santiria trimera* observé sur le terrain, nous avons pris note du type de base de tronc qu'il présentait et du type de dimension de ses folioles. Cependant, jusqu'ici ces données n'ont pas encore été encodées.

PAIJMANS (1970), dans son étude en Papouasie Nouvelle Guinée, a quant à lui obtenu de sensibles différences entre ses relevés de plaine (600-700m) et ses relevés de pente moyenne à plus haute altitude (825-1125m): respectivement 57-67% et 76-87% pour la strate supérieure (DBH \geq 40cm). Cette différence correspondait en outre à davantage de contreforts hauts (>1,5m) en forêt de pente moyenne en altitude. Etant donné que nous n'avons pas observé de différence pour les forêts submontagnardes, il est plus probable que les différences mentionnées par PAIJMANS soient à attribuer au caractère pentu de ses deux relevés d'altitude plutôt qu'à leur nature plus ou moins submontagnarde.

Tab.55 Spectres brut (RSp) et pondéré (Ab) des types de base de tronc pour les 10 types forestiers décrits dans la présente étude. Les valeurs sont exprimées en % du nombre total d'espèces (ou d'individus) dont on a pu déterminer le type de base de tronc pour chaque type forestier. Ces totaux ainsi que le nombre d'espèces (ou d'individus) dont le type de base de tronc n'est pas déterminé sont indiqués dans le bas du tableau et exprimés en valeurs absolues. Ces valeurs sont calculées à partir des observations faites sur et juste aux alentours de nos relevés mais en n'incluant ici que les observations d'espèces appartenant à l'ensemble structural A (E + Ass + Aco), quelle que soit la strate où ceux-ci sont observés.

	Cont		MontSup		MontTyp		MontInf		LitCotBas		LitCotCol		LitInflBas		LitInflCol		OrInfl		Or	
	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab
cylindrique	34	32	49	21	40	27	48	39	47	37	43	50	42	44	42	38	41	41	42	32
conique	2	1,1											0,6				0,9	0,6	1,5	1,6
empâtée	25	35	17	37	24	39	21	21	22	25	23	25	24	23	24	22	23	21	29	
cannelée	6	4,4	7,9	5,1	7,4	1,3	7,5	12	8,9	12	4,7	4,9	7,1	6,1	7,2	5,0	8,6	6,2	7,6	7,2
contreforts	25	17	20	21	25	22	19	18	19	16	24	17	22	16	22	12	22	12	23	12
racines éch.	8	10	6,6	15	4,4	10	4,2	11	3,8	10	4,7	4,0	4,7	8,5	5,6	21	4,3	17	4,6	19
Indet	1	52	1	3		6		60				2	1	140	1	25		18		12
Total Det.	114	2614	76	940	68	2346	120	7020	79	1579	86	696	170	9466	125	2267	116	1537	131	3297

IV.2.2.3 Types d'exsudats

Comme nous l'avons dit, très peu de chercheurs se sont intéressés à la proportion d'espèces et d'individus pour les différents types d'exsudats. Le seul exemple africain que nous connaissions est celui de l'étude de REITSMA (1988) pour 4 localités de la forêt gabonaise. Ce dernier a montré que la proportion d'espèces produisant un exsudat liquide ou du latex variait entre 12 et 27% des espèces présentes parmi les ligneux à DBH \geq 10cm d'une parcelle de 1ha, soit encore 15 à 32% des individus. Selon le même auteur, les espèces résineuses contribuent quant à elles pour 4-9% des espèces et 5 à 28% des individus.

Pour la même raison que celle invoquée au dernier chapitre, nous nous sommes premièrement demandés si ces proportions variaient en fonction de la strate et de l'ensemble structural considéré (Tab.56). Dans ce cas, il n'était pas aussi évident a priori qu'il existe des différences entre arbres de la strate supérieure et arbres dominés. On constate pourtant dans la strate supérieure une proportion bien plus importante d'espèces à exsudat liquide, latex ou résineux que pour les espèces d'arbres dominés (38% contre 17%). La proportion d'espèces à latex est légèrement plus faible pour les arbres dominés (12% contre 14% pour les espèces A) mais celle-ci est représentée par une proportion 3 fois supérieure en termes d'individus par rapport aux arbres de la strate supérieure (29% contre 10% pour les A) ! On peut expliquer aisément ces chiffres surprenant par l'abondance dans la strate arborée moyenne (Ad) d'un nombre toujours important, en forêts matures de terre ferme essentiellement, d'individus de *Sorindeia*, *Trichoscypha*, *Garcinia* (souvent grégaires), *Dichostemma glaucescens*, etc.

Comme pour les types de base de tronc, la valeur la plus comparable aux chiffres publiés par REITSMA (1988) serait une moyenne entre les valeurs observées pour les strates A et Ad, soit entre 20 et 30% d'espèces à exsudat liquide ou latex et 3 à 6 % d'espèces résineuses, ce qui n'est guère éloigné des chiffres annoncés par REITSMA. Ce dernier, comme nous-même, a par ailleurs montré que la proportion d'individus résineux (spectre pondéré) est largement supérieure (généralement triple) à cette même proportion calculée en termes d'espèces (spectre brut). Nos observations par strates et ensembles structuraux permettent de préciser que les seules espèces résineuses présentes parmi les arbres dominés sont en fait des espèces appartenant à la strate supérieure, notamment les *Dacryodes* qui sont pour la plupart des arbres co-dominants.

Etant donné que les proportions d'espèces et d'individus à exsudat varient nettement selon les strates et ensembles structuraux, nos observations (Tab.56) sont les premières à caractériser réellement les tendances au sein des différentes strates d'une forêt tropicale humide. Les observations de REITSMA représentent une sorte de moyenne entre plusieurs strates et donc entre choses très différentes. Par ailleurs, nous avons aussi calculé les spectres bruts pour les types biologiques (Tab.57). Ces résultats plus détaillés indiquent que les espèces résinifères de la strate supérieure sont essentiellement des émergents (surtout de grandes Caesalpiniaceae et Burseraceae) tandis que les espèces à latex sont mieux représentées dans la zone de maximum de densité de la canopée (arbres dominants et co-dominants dont des Anacardiaceae, Clusiaceae, Meliaceae, Sapotaceae, etc.). Les arbustes, sous-arbustes et herbacées ne comptent plus qu'un très faible pourcentage d'espèces à latex (surtout des Moraceae, *Dorstenia*, pour les arbustes et les herbacées terrestres mais aussi, chez les arbustes et les lianes du sous-bois, des Apocynaceae, Clusiaceae, Meliaceae et Sapotaceae).

Tab.56 Nombres d'espèces (RSp) et d'individus (Ab) caractérisés par différents types d'exsudats au sein des deux principaux ensembles structuraux arborés (arbres dominants, es-A, et arbres dominés, es-Ad) et au sein de strates qui leur correspondent sur nos 37 relevés. Les pourcentages sont calculés par rapport au nombre total d'espèces (ou d'individus) dont le type d'exsudat (ou l'absence d'exsudat) a pu être déterminé. Pour les ensembles structuraux, on considère toutes les observations d'espèces d'un ensemble structural donné, quelle que soit la strate où celles-ci ont été faites, ce qui explique les écarts entre par exemple es-A et st-A. Pour st-A, seules les espèces présentes dans la strate A sont considérées, quelle que soit leur appartenance à l'un ou l'autre ensemble structural.

	es-A		es-Ad		es-A		es-Ad		st-A		st-Ad		st-A		st-Ad	
	RSp	%	RSp	%	Ab	%	Ab	%	RSp	%	RSp	%	Ab	%	Ab	%
sec	199	62	150	83	3379	46	2464	61	205	63	303	75	1549	43	1863	55
liquide	53	17	9	5,0	1565	21	372	9,3	50	15	42	10	824	23	416	12
latex	46	14	22	12	773	10	1182	29	49	15	48	12	434	12	723	21
résine	22	7			1683	23			20	6,2	12	3	814	22	385	11
Indet	1		1		1		3		1		1		54		169	
Total Det.	320		181		7400		4018		324		405		3621		3387	

	sec		liquide		latex		résine		Indet	Tot.Det.
	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%		
E	60	51,7	28	24,1	11	9,48	17	14,7	1	116
Ass	64	62,7	18	17,6	19	18,6	1	1		102
Aco	73	73	7	7	16	16	4	4		100
Ad	149	82,8	9	5	22	12,2			1	180
Lli	73	91,3	2	2,5	5	6,25				80
ar	193	93,2			14	6,76			1	207
Hs-ar	42	95,5			2	4,55				44
Ht	127	94,1			8	5,93				135
Hép	33	100								33
Hépt	6	100								6
Hgr	20	100								20
HL	12	92,3			1	7,69				13
Hsa	1	100								1
p	1	100								1
Indet	7								2	7
Total	861	82,4	64	6,12	98	9,38	22	2,11	5	1045

Tab.57 Nombres d'espèces (RSp) caractérisées par différents types d'exsudats pour les différents types biologiques distingués dans cette étude, sur nos 37 relevés. Les pourcentages sont calculés par rapport au nombre total d'espèces dont le type d'exsudat (ou l'absence d'exsudat) a pu être déterminé. Attention, il peut y avoir de légères différences (détectables au niveau des totaux) entre les analyses par ensembles structuraux et celles par types biologiques car il existe tout simplement plusieurs types biologiques par ensemble structural (par exemple de lianes typiques de la strate arbustive ou typiques de la strate supérieure, etc.)

Existe-t-il des différences au niveau de l'abondance des espèces à exsudat en fonction du type forestier ? Tout comme pour l'étude des types de base de troncs, nous nous concentrons ici sur les ensembles biologiques les plus adéquats pour mettre en évidence d'éventuelles différences, à savoir les E, Ass, Aco et les Ad (Tab.58). Cette fois, certaines différences apparaissent. Les variantes type et supérieure des communautés submontagnardes (MontTyp et MontSup) se distinguent par une proportion d'individus à résine et à latex assez importante et atteignant les 59% (et 25% des espèces) pour la variante type (caractérisée par la monodominance de quelques espèces de Clusiaceae, de Sapotaceae et de Burseraceae) contre 25-30% des individus pour les autres types forestiers (sauf pour les forêts sous influence orientale). La dominance des Clusiaceae (caractérisée de manière quasi générale par un latex jaune) est par ailleurs très souvent évoquée au sujet des forêts denses humides submontagnardes, aussi bien en Afrique que sur les autres continents (NOUMI 1998, MUELLER-DOMBOIS & FOSBERG 1998, CHURCHILL & al. 1993, etc.).

Tab.58 Spectres brut (RSp) et pondéré (Ab) des types d'exsudats pour les 10 types forestiers décrits dans la présente étude. Les valeurs sont exprimées en % du nombre total d'espèces (ou d'individus) dont on a pu déterminer le type d'exsudat pour chaque type forestier. Ces totaux ainsi que le nombre d'espèces (ou d'individus) dont le type de base de tronc n'est pas déterminé sont indiqués dans le bas du tableau et exprimés en valeurs absolues. Ces valeurs sont calculées à partir des observations faites sur et juste aux alentours de nos relevés mais en n'incluant ici que les observations d'espèces appartenant aux types biologiques E, Ass, Aco et Ad, quelle que soit la strate où ceux-ci sont observés.

	Cont		MontSup		MontTyp		MontInf		LitCotBas		LitCotCol		LitInflBas		LitInflCol		OrInfl		Or	
	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab
sec	70,4	59,5	66,2	43,5	54,0	26,6	67,5	58,0	72,4	57,0	65,7	55,7	70,1	52,9	66,3	54,0	62,8	40,7	63,8	56,9
liquide	13,6	24,1	12,9	11,7	21,2	14,2	11,8	17,7	12,2	13,0	15,7	19,0	14,0	22,1	15,8	14,6	14,8	16,6	16,8	12,2
latex	13,0	13,0	17,3	18,7	15,0	27,9	15,8	16,4	10,6	20,4	12,1	15,4	11,0	14,5	12,0	12,0	16,4	25,3	11,9	12,8
résine	3,1	3,5	3,6	26,1	9,7	31,3	4,9	7,9	4,9	9,5	6,4	10,0	4,9	10,5	6,0	19,3	6,0	17,5	7,6	18,1
Indet	1	4					1	18												
Total Det.	162	3209	139	1493	113	3336	203	11736	123	2556	140	1054	264	15257	184	3345	183	2475	185	5227

De manière générale, le Tab.58 met aussi en évidence un écart de plus en plus important entre spectre brut et pondéré à mesure que la viscosité de l'exsudat augmente. On a en moyenne une proportion d'individus à exsudat liquide 1,6% supérieure à la proportion en termes d'espèces. Pour les espèces à exsudat de type latex, cette différence passe à 4,1% et à 9,6% pour les espèces résineuses. Les espèces à exsudat plus visqueux auraient donc une tendance plus forte à la monodominance. Le phénomène de monodominance en milieu forestier stable semble quant à lui lié à des conditions environnementales défavorables du point de vue de l'un ou l'autre paramètre: forêts à *Gilbertiodendron dewevrei* sur sols sableux, forêts marécageuses à *Hallea stipulosa*, forêts de mangroves à *Rhizophora*, forêts submontagnardes à *Garcinia* et *Synsepalum*, forêts à *Aucoumea klaineana* à l'origine en milieu littoral très hydromorphe, etc. Reste à voir si l'augmentation de la viscosité de l'exsudat pourrait constituer une forme d'adaptation à un mode de vie plus stressant.

IV.2.2.4 Modèles architecturaux pour les espèces du sous-bois

Les aspects architecturaux relatifs aux particularités des plantes de sous-bois ont été récemment développés par Patrick BLANC, comblant ainsi un certain manque qui ressortait des considérations architecturales de Francis HALLÉ (essentiellement concentré sur les ligneux, HALLÉ & OLDEMAN 1970). La vingtaine de formes de base décrites par BLANC (1992), et magnifiquement illustrées dans sa récente synthèse (2002), semblent assez bien couvrir la variabilité des formes de plantes de sous-bois.

Le but de ce chapitre est d'une part d'enrichir les catégories définies par BLANC par un plus grand nombre d'exemples pour la flore africaine et d'autre part de décrire la proportion relative de ces différents modèles architecturaux pour les sous-bois de quelques types de forêts denses de terre ferme non perturbées qui constituent nos 10 types forestiers. Les valeurs présentées au *Tab.59* ne sont établies qu'à partir des éléments les plus typiques de la strate herbacée. Les arbustes, les lianes ligneuses et les épiphytes tombées de la canopée ne sont pas incluses. Pour les arbustes, nous justifions cela par le fait que ceux-ci ont pour la plupart des formes en cylindre (plus de 90%), le restant étant surtout constitué de cônes et de disques superposés. Etant donné que les arbustes contribuent pour une part importante à la flore du sous-bois, leur prise en compte dans notre analyse réduirait fortement la discrimination des différences entre les autres catégories. Notons donc simplement que les formes en cylindre dominent très largement en nombre d'espèces, et surtout d'individus, dans le sous-bois et regardons plus en détail ce qu'il en est pour les autres catégories, qui caractérisent ce qu'on entend par la strate herbacée.

Nous avons vu au chapitre III.3.3 (*Tab.39*) que les espèces propres à la strate herbacée et rencontrées strictement dans les limites de nos relevés représentaient 207 espèces et morpho-espèces. Ce nombre a atteint 255 espèces en prospectant les environs immédiats de nos relevés de strate herbacée et parmi celles-ci 247 correspondent aux 7 types biologiques inclus dans l'analyse qui nous préoccupe maintenant (*Tab.59*). Dans la strate herbacée, plus d'un individu sur cinq, et près d'une espèce sur trois, présente une forme en cylindre ce qui indique que même sans considérer les arbustes, cette forme reste de loin la plus importante. Ce modèle architectural est essentiellement représenté par des herbacées terrestres (29 espèces) mais aussi des herbacées grimpantes (surtout Araceae) et des sous-arbustes.

Le deuxième modèle qui domine est quant à lui prostré puisqu'il s'agit des tores en gerbe acaule, représentés par de nombreuses Commelinaceae, des fougères, dont quelques épiphytes, et des Cyperaceae.

Le troisième modèle dominant correspond aux tores en couronne et est essentiellement représenté par les espèces de Marantaceae ainsi que par des Araceae, Begoniaceae, Cyperaceae, Dracaenaceae et Poaceae.

Citons encore parmi les modèles importants celui des tores en gerbe surélevée, les lames horizontales traçantes et lames horizontales multiples.

	Ht	Hgr	HL	Hs-ar	Hép	Hsa	p	Total	%	Ab	%
co	5			3	1			9	3,9	302	3,3
cyl	29	13	5	11	9	1		68	30	1989	22
da	11				1		1	13	5,7	483	5,4
dm				2				2	0,9	34	0,4
ds	2	1		2				5	2,2	59	0,7
hél	1							1	0,4	4	0,0
lhm		2	1	2	1			6	2,6	826	9,2
lhs	6			1				7	3,0	474	5,3
lht	9	1						10	4,3	530	5,9
loa	5	1		2	1			9	3,9	281	3,1
lvp		1			1			2	0,9	21	0,2
nap	1				5			6	2,6	136	1,5
ovi	2				1			3	1,3	81	0,9
pen					4			4	1,7	8	0,1
tc	18			3				21	9,1	1211	13
te	7				1			8	3,5	266	2,9
tga	34			1	6			41	18	1697	19
tgs	3			12				15	6,5	618	6,9
Indet	2	1	7	5	2			17		699	
Total Det.	133	19	6	39	31	1	1	230		9020	

Tab.59 Importance relative des différents modèles architecturaux représentés chez les plantes de la strate herbacée. Les valeurs indiquent le nombre d'espèces selon les différents types biologiques et le total de ceux-ci. Les pourcentages sont calculés par rapport au nombre total d'espèces dont le modèle architectural a pu être déterminé. Enfin, le spectre pondéré général est inclus sur la droite du tableau, où Ab représente donc les nombres d'individus observés et où les pourcentages sont calculés de la même manière que pour le spectre brut. Certains types biologiques du sous-bois ont été exclus pour les raisons détaillées dans le texte.

Pour chaque modèle défini par BLANC (1992), nous avons trouvé un nombre relativement important d'exemples nouveaux par rapport à ceux cités par l'auteur pour la flore africaine, que ce dernier a en fait beaucoup moins intensivement étudiée que celle des autres continents. Un tableau est fourni en annexe 14 qui reprend ces résultats. Parmi les nouveautés, l'une d'entre elles mérite un petit commentaire. En effet, il est un modèle architectural très particulier et relativement répandu sur les autres continents qui semblait faire totalement défaut en Afrique, à savoir les lames verticales plaquées. Les plantes de ce type sont généralement spectaculaires et très esthétiques. Il s'agit notamment d'Araceae en Amérique du Sud ou encore de Marcgraviaceae, parfois même des Piperaceae. Ces plantes sont des herbacées à rhizome grimpant sur les troncs par des racines adhésives mais elles ont la particularité d'avoir des feuilles totalement plaquées contre la surface de leur support, allant jusqu'à épouser les moindres irrégularités de celui-ci. Nous savions qu'aucun exemple de ce modèle architectural n'était connu pour l'Afrique et c'est donc avec beaucoup d'enthousiasme que nous avons découvert ce petit *Culcasia* (Photo.3) très affine de *C. parviflora* et manifestement nouveau pour la science.

La comparaison des spectres bruts de modèles architecturaux calculés pour chacun des dix types forestiers décrits dans cette étude n'a pas révélé de grandes différences (Tab.60).

Tab.60 Comparaison entre dix types forestiers de l'importance relative des différents modèles architecturaux représentés chez les plantes de la strate herbacée. Les valeurs indiquées représentent des nombres d'espèces. Les pourcentages sont calculés par rapport au nombre total d'espèces dont le modèle architectural a pu être déterminé, pour un type forestier donné. Certains types biologiques du sous-bois ont été exclus pour les raisons détaillées dans le texte. Les types biologiques retenus sont les Ht, Hgr, HL, Hs-ar, Hép, Hsa et p.

	Cont		MontSup		MontTyp		MontInf		LitCotBas		LitCotCol		LitInflBas		LitInflCol		OrInfl		Or	
	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%	RSp	%
co	2	3,8	3	4,3	4	7,1	3	3,0	1	3,7	1	2,3	4	3,7	2	3,2	4	5,4	2	2,9
cyl	15	28	20	29	14	25	24	24	7	26	14	33	39	36	18	29	17	23	17	25
da	2	3,8	3	4,3	1	1,8	2	2,0	2	7,4	1	2,3	4	3,7	2	3,2	1	1,4	3	4,3
dm							1	1,0	1	3,7			1	0,9			1	1,4		
ds	3	5,7	1	1,4	1	1,8	1	1,0	1	3,7	1	2,3	2	1,8			3	4,1	1	1,4
hél													1	0,9						
lhm	2	3,8	3	4,3	2	3,6	3	3,0	1	3,7	2	4,7	3	2,8	4	6,5	2	2,7	3	4,3
lhs	3	5,7	2	2,9			4	4,0	2	7,4	2	4,7	5	4,6	2	3,2	2	2,7	2	2,9
lht	3	5,7	4	5,8	3	5,4	6	6,1			3	7,0	6	5,5	5	8,1	6	8,1	6	8,7
loa	4	7,5	2	2,9	2	3,6	3	3,0			1	2,3	3	2,8	2	3,2	6	8,1	4	5,8
lvp							1	1,0			1	2,3								
nap	1	1,9			1	1,8	4	4,0			1	2,3	2	1,8			4	5,4	1	1,4
ovi	1	1,9					1	1,0			1	2,3	2	1,8	2	3,2	2	2,7		
pen					1	1,8	4	4,0												
tc	3	5,7	6	8,7	4	7,1	13	13	4	15	4	9,3	9	8,3	6	9,7	6	8,1	5	7,2
te	3	5,7	1	1,4	3	5,4	4	4,0					2	1,8	1	1,6			2	2,9
tga	9	17	18	26	17	30	18	18	5	19	7	16	18	17	14	23	16	22	18	26
tgs	2	3,8	6	8,7	3	5,4	7	7,1	3	11	4	9,3	8	7,3	4	6,5	4	5,4	5	7,2
Indet	7		5		1		4		4		2		9		3		3		5	
Tot.Det.	53		69		56		99		27		43		109		62		74		69	

Photo. 3 Espèce manifestement nouvelle de *Culcasia* (Araceae), très affine de *C. parvifolia* mais s'en distinguant nettement par l'architecture typiquement en lame verticale plaquée (BLANC 1992), étroitement accolée à la surface de son support. Les feuilles sont relativement cloquées et la forme juvénile, terrestre, se distingue de celle de *C. parviflora* par un pétiole déjà ailé et dont les ailes sont typiquement fripées.



UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES (BRLU)

Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie

Famille: Araceae (Etiquette: 33/314)

Espèce: *Culcasia* sp. nov. 2

Pays: Guinée Equatoriale Altitude (m): 55

Localité: Réserve de Ndoté, à proximité de la piste forestière SOFOGE, 9,5km à l'Ouest de Engong (Litoral)

Habitat: Forêt dense mature de terre ferme, sur sol profond, bien drainé, pente nulle, au sommet d'une petite colline de 30m

Observ.: herbacée à rhizome grimpant par racines adhésives sur un arbre moyen, à 2m; feuil. fines, face sup. vert moyen foncé à aspect granuleux satiné, nerv. 1-2-3 imprimées (aspect + - cloqué), face inf. vert pâle; limbe complètement accolé à l'écorce de l'arbre support, sub-orbitulaire à base cordée, bi-lobée, apex + - tronqué à arrondi, muni d'un mucron!; au stade jeune (non grimpant) les feuil. sont + allongées, légèrement falciformes, de même aspect mais vert nettement + foncé, très proche de *Culcasia parvifolia* mais ici long pétiole bordé de fines ailes fripées

Composition de l'échantillon: Silicagel Alcool Xyloth.
 feuil. plante rameau écorce
 info. bouton flor. fleur fruit graine

Coord.: 1,3610763 ° N ; 9,5300495 ° E Date: 23/07/2003

Récol.: B.Senterre & D.Obiang

N°: 4144

IV.2.3 SPECTRE DES TYPES DE DIMENSIONS FOLIAIRES

Existe-t-il des différences au niveau du spectre des dimensions foliaires entre ensembles structuraux ? Les principaux résultats sont repris au *Tab.61*. Pour ce qui est des strates ligneuses, on constate une nette tendance à la diminution des espèces mésophylles depuis les arbustes, arbres dominés et co-dominés (entre 60 et 70%) aux arbres dominants (52%) et émergents (42%). Il est important de noter que cette différence ne peut être mise en évidence que si on distingue les trois principaux types biologiques de la strate supérieure (comparez à l'ensemble A = E + Ass + Aco) et si on distingue en outre les espèces notophylles des mésophylles (comparez les sous-totaux Mé+No). L'augmentation de l'importance des espèces mésophylles vers les strates inférieures va de pair avec une diminution de l'importance des espèces notophylles et microphylles, du moins au niveau des trois compartiments distingués au sein de la strate supérieure (E, Ass et Aco). Les arbres dominés (Ad) se caractérisent par l'apparition d'espèces mégaphylles et sont du reste assez similaires aux arbres co-dominants, avec un haut pourcentage d'espèces mésophylles au sens stricte. Les espèces arbustives présentent un plus faible pourcentage d'espèces à grandes feuilles par rapport aux Ad (6% d'espèces méga et macrophylles contre plus de 13% pour les Ad) et un plus haut pourcentage d'espèces notophylles. Enfin, le sous-bois herbacé se caractérise par un haut pourcentage d'espèces à grandes feuilles (surtout macrophylles), soit plus d'une espèce sur quatre, côtoyant un haut pourcentage d'espèces microphylles (une espèce sur cinq).

Les données présentées ici viennent appuyer les remarques que nous avons récemment faites sur un lot de données de nature assez différente: moins approfondi quant au gradient de microclimat vertical (seulement deux strates étaient comparées) mais couvrant une région allant jusqu'en RCA (SENTERRE & al. 2004). Il existe clairement, en forêt dense mature de terre ferme, une tendance à l'augmentation des dimensions foliaires depuis les strates supérieures (directement exposées à la radiation solaire) aux strates intermédiaires (dans une ambiance ni humide, ni directement soumise à l'insolation) et jusqu'au sous-bois (en permanence dans une ambiance ombragée et sombre). Nous avons montré dans l'étude précitée que cette tendance à la réduction foliaire en relation avec l'augmentation de l'insolation et du stress hydrique des strates inférieures aux strates supérieures était plus marquée que la même réduction foliaire observée pour la strate supérieure des forêts denses humides aux forêts semi-décidues (en forêt de Ngotto par exemple, RCA).

Tab.61 Spectre brut des types de surfaces foliaires en fonction des quatre principaux ensembles structuraux (A, Ad, ar et H). On a par ailleurs distingué au sein des espèces de la strate supérieure (A) les trois principaux types biologiques (émergents E, arbres dominants Ass et co-dominants Aco). Pour ceux qui auront remarqué que le total des 3 types biologiques détaillés au sein de l'ensemble A n'atteint pas la valeur de ce dernier, nous signalons que deux espèces de la strate supérieure sont non arborescentes. Les valeurs sont exprimées en % et sont calculées par rapport au nombre total d'espèces pour lesquelles ont été identifiés le type foliaire (Total Det.). Ce total ainsi que les indéterminés sont exprimés en nombre d'espèces.

	E	Ass	Aco	A	Ad	ar	H
Mg					3,3	0,7	2,4
Ma	3,4	10,8	16,3	9,7	9,9	5,1	23,6
Mé	41,9	52,0	67,3	53,3	60,8	60,1	34,4
No	35,0	21,6	11,2	23,2	19,3	26,0	16,8
Mi	12,8	9,8	3,1	8,8	6,6	7,3	21,6
Na	3,4	4,9	2,0	3,4			1,2
Le	3,4	1,0		1,6		0,7	
Indet			2	2	1	17	5
Total Det.	117	102	98	319	181	273	250

L'analyse des types de dimensions foliaires est une pratique extrêmement répandue, en particulier dans les thèses apparentées à notre thème de recherche (SONKÉ 1998, KOUKA 2000, MASENS DA-MUSA YUNG 1997, ... cf. II.4.4). Mais un des chercheurs qui s'est le plus attentivement penché sur le sujet n'est pour ainsi dire jamais cité ni même pris en compte. Il s'agit de WEBB (1959), à qui l'on doit la catégorie " notophylle " et qui avait étudié les variations physiologiques des forêts tempérées, subtropicales et tropicales à distance croissante de l'équateur, en Australie. C'est précisément son intérêt simultané pour ces formations forestières contrastées qui a permis à Webb de se rendre compte de l'importance des espèces mésophylles à petites feuilles (qu'il appela notophylles) comme critère distinctif entre forêts sous climat plus stressé (plus sec ou plus froid, etc.) et celles sous climat favorable. En forêts tropicales, on estime généralement, quelle que soit la région du globe, que la proportion d'espèces mésophylles au sens large (incluant les notophylles) est typiquement de 80%. WEBB (1959, p.552) mentionne que les forêts subtropicales (sèches) se distinguent par l'abondance des espèces notophylles et qu'il en est de même pour les forêts montagnardes (WEBB emploie le terme submontagnarde mais n'est pas très clair à ce sujet et nous pensons qu'il fait référence à l'étage montagnard inférieur et non pas submontagnard). Selon lui, les fourrés montagnards (probablement l'étage subalpin et une partie du montagnard supérieur) et les forêts tempérées sont caractérisées par les espèces microphylles.

En forêt tropicale de basse et moyenne altitudes, WEBB (1959, p.555) observe de 50 à 70% d'espèces mésophylles au sens strict (60-70% des individus), 30 à 50% d'espèces notophylles (30-40% des individus) et une faible proportion d'espèces microphylles (< 5%). Ces proportions passent, en forêt tropicale (sub)montagnarde, à 30-50% d'espèces mésophylles, 40-50% d'espèces notophylles et 5-15% d'espèces microphylles, avec cette fois des valeurs inférieures en termes d'individus pour les mésophylles et supérieures pour les notophylles (contrairement aux forêts de plaine). Nous n'avons pas trouvé de précisions dans sa publication quant aux ensembles biologiques qu'il inclut dans son analyse mais il cite par ailleurs d'autres données provenant d'Amazonie (forêt de terre ferme dans la région de Belem) pour les ligneux de plus de 7,5m de haut. On en conclut qu'il a probablement envisagé des compartiments comparables et que ses valeurs peuvent être comparées avec une moyenne entre nos ensembles A et Ad. Il faut encore préciser que WEBB n'a pas distingué les catégories supérieures aux mésophylles et celles inférieures aux microphylles et qu'il les a incluses dans ces deux dernières catégories. Nous devons donc en tenir compte pour pouvoir comparer nos résultats avec les siens. Il en résulte que nos observations faites en Afrique centrale atlantique se rapprochent davantage des valeurs mentionnées par WEBB (1959) pour une forêt amazonienne de terre ferme que pour les forêts tropicales de plaine qu'il a étudiées en Australie. Nous aurions, pour la moyenne entre A et Ad avec fusion en trois classes de types foliaires, de 63 à 74% d'espèces " mésophylles " (53% pour Belem), 19-23% d'espèces notophylles (31% pour Belem) et 7-14% d'espèces " microphylles ".

Afin de rechercher les différences entre nos propres types forestiers, on ne peut pas se baser sur un seul type biologique comme les émergents ou les arbres dominants car cela donnerait trop peu d'espèces par communauté végétale. Il s'agit donc de définir quels sont les compartiments que nous allons inclure dans nos comparaisons puisque nous avons montré que des différences importantes existent entre ensembles structuraux. Il nous semble plus logique de nous baser sur les espèces de la strate supérieure (A) car celles-ci sont sensées ressentir plus fortement les différences climatiques entre zones plus ou moins continentales et entre étages par rapport aux espèces de l'environnement plus stable du sous-bois.

Les résultats présentés au *Tab.62* n'indiquent guère de variation majeure entre les dix types forestiers. En particulier, nous n'avons pas pu mettre en évidence de différences pour ce qui

est des forêts submontagnardes ce qui nous conforte dans l'idée que les différences signalées par WEBB sont plutôt à attribuer à l'étage montagnard (inférieur ou supérieur) qu'à l'étage submontagnard. Les forêts submontagnardes se distinguent donc, comme nous l'avons vu précédemment, de manière structurale par une canopée plus basse et moins cloquée mais ne semble pas différer du point de vue des dimensions foliaires. D'autre part, contrairement à nos précédents résultats (SENTERRE & al. 2004), nous n'avons pas remarqué ici de tendance à la macrophyllie dans les forêts à tendance plus ou moins hydromorphe, et ce quelle que soit la strate.

Tab.62 Comparaison sur base des espèces de la strate supérieure (A) des spectres brut (RSp) et pondéré (Ab) des types foliaires pour les dix types forestiers décrits dans cette étude. Les valeurs indiquées sont calculées en % du nombre total d'espèces dont on a pu déterminer le type foliaire (" Total Det. ", pratiquement toutes les espèces) pour chaque type forestier. Total Det. et Indet sont exprimés en nombre d'espèces (ou d'individus).

	Cont		MontSup		MontTyp		MontInf		LitCotBas		LitCotCol		LitInflBas		LitInflCol		OrInfl		Or	
	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab
Ma	11	14	9,2	10	4,3	7,5	6,7	4,3	8,9	4,2	8,1	8,4	12	10	4,8	6,1	10	5,8	9,3	6,1
Mé	56	65	58	72	52	68	51	59	61	71	56	69	55	68	49	59	53	67	47	62
No	22	13	22	8	22	17	24	23	25	22	27	16	22	16	31	22	24	18	26	19
Mi	6,8	3,0	9,2	10	14	5,2	13	11	3,8	2,7	7,0	4,1	7,0	3,2	9,7	6,1	10	7,6	13	11
Na	1,7	2,9			2,9	0,8	2,5	2,9	1,3	0,2	1,2	1,5	3,5	1,7	4,8	6,0	1,7	0,6	1,6	1,5
Le	2,5	1,4	1,3	0,2	4,3	1,6	2,5	0,4			1,2	0,6	1,2	0,7	0,8	0,3	1,7	0,6	2,3	1,3
Indet			1	6			1	12					1	35						
Total Det.	118	2642	76	937	69	2388	119	7051	79	1570	86	688	172	9501	124	2198	118	1546	129	3273

IV.2.4 SPECTRE DES TYPES DE DIASPORES

Existe-t-il des différences entre les ensembles structuraux ? Cette fois encore, nous avons calculé les spectres brut et pondéré pour les quatre principaux ensembles structuraux et nous avons en outre détaillé, comme pour chacun des autres spectres, les trois principaux ensembles biologiques constitutifs de la strate supérieure (E, Ass et Aco). On remarque qu'il existe d'importantes différences entre strates (*Tab.63a*). Les espèces à haut potentiel de dissémination comme les ptérochores, les pogonochores et les ascochores sont essentiellement représentées parmi les émergents où elles constituent près d'une espèce sur trois. Parmi ces espèces, ce sont de loin les ptérochores qui dominent ce qui contraste avec les habitats ouverts en milieux secs ou secondaires, dont on sait qu'ils sont davantage à espèces pogonochores. Les espèces à très faible potentiel de dissémination, telles que les barochores, les ballochores et les sclérochores, représentent un pourcentage assez élevé et relativement peu variable, quel que soit l'ensemble structural (généralement entre 20 et 30%). Les espèces sarcochores, souvent considérées comme majoritairement zoochores, représentent elles-aussi un pourcentage toujours relativement élevé. Leur importance relative augmente pour les strates inférieures, atteignant les 85% des espèces arbustives alors que ce pourcentage n'est que de 36% pour les émergents. Cette tendance est assez nette et progressive: les émergents ne comptent que 36% d'espèces sarcochores tandis que les arbres dominants en comptent 67%, les arbres co-dominants en comptent 73% et les arbres dominés 79%.

Ici encore les résultats que nous avons récemment publiés sur un autre lot de données (SENTERRE & al. 2004) sont confirmés. Une nouveauté intéressante par rapport à ce travail, et de manière générale par rapport aux études ayant traité les types de diaspores, tient au fait que les valeurs données ici le sont pour des ensembles biologiques cohérents et détaillés (E, Ass, etc.). Il est un fait certain que les habitats ouverts sont généralement plus favorables aux espèces à haut potentiel de dissémination (forêts semi-décidues, savanes, etc.) et ce d'autant plus s'il s'agit d'habitat à distribution fragmentée en îlots plus ou moins distants (prairies

altimontaines, fourrés subalpins, etc.). Il est donc possible de généraliser cette remarque et de dire que l'anémochorie est une stratégie principale des espèces des milieux ouverts mais aussi des espèces fructifiant dans la partie (strate) ouverte d'un milieu aussi fermé qu'une forêt dense, et ce d'autant plus si l'habitat est lui-même insularisé.

En détaillant la catégorie sarcochore sur base du système de classification de Sabatier (1983 in OLDEMAN 1990, cf. II.4.1.3), on constate que ces espèces sont essentiellement à fruits de type drupe colorée (catégorie 13 de Sabatier), quelle que soit la strate (Tab.63bc). On constate par ailleurs que les drupes ternes (catégorie 14) diminuent en importance des strates supérieures à la strate herbacée. Les espèces de la strate herbacée se distinguent encore par un plus important pourcentage de fruits déhiscent à pulpe terne (catégorie 2). Quant aux arbres dominés et aux arbustes, ils se distinguent par des fruits indéhiscent à pulpe protégée par le péricarpe (catégories 5 et 6).

Tab.63 (a) Spectres brut (RSp) et pondéré (Ab) des types de diaspores au sens de DANSEREAU & LEMS (1957) et comparaison entre les quatre principaux ensembles structuraux (A, Ad, ar et H). La strate supérieure est détaillée pour les trois principaux ensembles biologiques qui la composent (E, Ass et Aco). Les valeurs sont exprimées en % du nombre total d'espèces (ou d'individus) dont on a pu déterminer le type de diaspore (Total Det.). Total Det. et Indet sont exprimés en nombre d'espèces. **(b)** Spectre brut des types de diaspores au sens de Sabatier (1983 in OLDEMAN 1990), amendé des catégories 18,1 et 21 (chapitre II.4.1.3), correspondant à une vue plus détaillée de la catégorie sarcochore de DANSEREAU & LEMS. L'ensemble des catégories du système de Sabatier tel que revu par nous-même est illustré en **(c)**. Les valeurs se présentent comme pour **(a)**.

a)

	E		Ass		Aco		A		Ad		ar		H	
	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab
Spo							0,33	0,01					20	19
Pté	27	29	4,1	2,5	1,1	1,1	11	10	0,6	0,4	1,2	0,1		
Pog	2,7	1,1	2,0	0,2			1,6	0,4	0,6	0,03	0,4	0,03	1	0,02
Asc	0,9	0,7					0,3	0,2					10	1,0
Pté+Pog+Asc	30	30					13	11	1,2	0,5	1,6	0,1	10	1,1
Sar	36	49	67	62	73	81	58	65	79	73	85	69	46	62
Bal	5,3	2,9	5,1	5,3	1,1	0,4	3,9	2,6	1,8	0,9	0,4	0,1		
Bar	24	15	13	20	14	10	17	14	6,1	2,6	3,1	1,7	0,4	0,2
Scl	4,4	2,7	8,2	10	11	8	7,5	6,9	12	23	10	29	23	18
Bal+Bar+Scl	34	21	27	36	26	18	29	24	19	27	14	31	24	18
Indet	4	33	4	28	6	69	14	130	17	172	33	200	13	428
Total Det.	113	2351	98	1966	94	2952	307	7271	165	3849	257	3014	242	9337

b)

TD	A	Ad	ar	H	Total
1	11,5	4,2	6,8	7,9	7,8
2	1,8	0,8	2,6	10,9	3,5
3	0,6			1,0	0,3
4			0,5		0,2
5	2,4	1,7	9,5		4,2
6	9,1	21,7	8,4	4,0	10,6
8	1,8			2,0	0,9
9	0,6		0,5		0,3
10	0,6				0,2
11		1,7			0,3
12	1,2			2,0	0,7
13	51,5	55,8	57,9	68,3	57,5
14	18,8	14,2	13,7	4,0	13,5
Indet	12	11	28	10	61
Total Det.	165	120	190	101	576

c)

TD	A	Ad	ar	H	Total
1-14	57	78	83	44	64
15	2,4	1,9	1,3		1,4
16	8,2	0,6	0,4	0,9	3,1
17	5,1	1,9	0,4		2,1
18	21	16	12	22	18
18,1	1,7	0,6	0,4	32	9,0
19	4,8		1,3		1,9
21		0,6	1,3	0,9	0,7
Indet	31	28	61	23	143
Total Det.	292	154	229	232	907

Existe-t-il des différences entre les types forestiers décrits dans la présente étude ? Les forêts submontagnardes sont-elles davantage à espèces à haut potentiel de dissémination, en relation avec leur distribution en archipel ? Etant donné que ces diaspores à haut potentiel de dissémination se rencontrent surtout dans les espèces arborées de la strate supérieure, c'est sur base de cette strate que nous comparons les valeurs observées entre types forestiers (Tab.64). Il ressort que les forêts submontagnardes ne se distinguent pas des autres types forestiers. Cependant si on détaille la catégorie sarcochore, on constate que les forêts submontagnardes (du moins les plus typiques) se distinguent par une plus grande proportion d'individus d'espèces à fruits de type drupe colorée (catégorie 13 de Sabatier) plutôt que terne (catégorie 14). On trouve en effet 72% d'individus à drupes colorées en forêts submontagnardes contre en moyenne 57% en forêts de plaine (Fig.72). En termes de spectre brut, ces différences s'effacent toutefois, ce qui est normal puisque les forêts submontagnardes typiques sont marquées par des espèces monodominantes, surtout dans les strates supérieures. En conséquence, on en conclut que l'anémochorie n'est pas une stratégie privilégiée par les espèces de l'archipel submontagnard (contrairement aux étages supérieurs, notamment alpins et subalpins) et qu'il est possible que les échanges de diaspores entre îlots submontagnards se fassent davantage par transports à moyenne distance via les oiseaux, dont on sait qu'ils sont les principaux consommateurs de baies et que les couleurs vives leur sont plus attractives. Tout ceci ne fait bien sûr référence qu'à des tendances générales.

Tab.64 Comparaison sur base des espèces de la strate supérieure (A) des spectres brut (RSp) et pondéré (Ab) des types de diaspores pour les dix types forestiers décrits dans cette étude. Les valeurs indiquées sont calculées en % du nombre total d'espèces dont on a pu déterminer le type de diaspore (" Total Det. ", pratiquement toutes les espèces) pour chaque type forestier. Total Det. et Indet sont exprimés en nombres d'espèces (ou d'individus).

	Cont		MontSup		MontTyp		MontInf		LitCotBas		LitCotCol		LitInflBas		LitInflCol		OrInfl		Or		
	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	RSp	Ab	
Spo			1,3	0,1																	
Pté	15	14	6,6	3,7	14	15	8,6	8,0	11	4,8	11	6,1	14	11	16	10	18	13	17	13	
Pog	4,3	2,1	1,3	0,2					1,2			0,6	0,6	0,7						0,8	0,2
Asc	0,9	0,9							1,2			0,3	0,6	0,4	0,8	0,3	0,9	0,2	0,8	0,1	
Pté+Pog+Asc	20	17	7,9	4,0	14	15	8,6	8,0	13	4,8	11	7,0	16	12	17	10	19	13	18	13	
Sar	63	68	67	75	60	73	62	51	65	77	71	67	59	68	55	59	58	67	56	63	
Bal	2,6	4,0	1,3	0,2	4,8	1,2	5,2	7,3	2,4			2,3	4,8	1,6	4,2	1,9	2,7	0,8	2,4	2,0	
Bar	7,8	5,2	13	13	17	10	16	17	14	7,6	11	17	13	13	17	24	12	16	17	17	
Scl	7,0	5,2	9,2	8,1	3,2	0,4	8,6	17	5,9	10	7,9	6,1	7,2	5,2	7,6	4,4	8,8	3,7	6,3	4,9	
Bal+Bar+Scl	17	14	24	21	25	12	29	41	22	18	18	26	25	20	29	30	23	21	26	24	
Indet	3	32	1	34	6	108	4	36	1	69	3	2	6	112	5	33	5	18	3	24	
Total Det.	115	2610	76	909	63	2280	116	7027	85	1501	76	686	167	9424	119	2165	113	1528	126	3249	

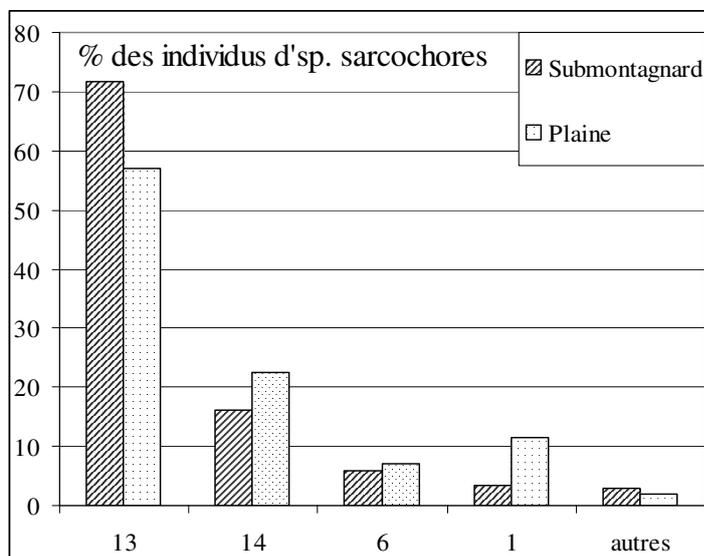


Fig.72 Comparaison, entre les forêts submontagnardes (typique et supérieure) et les forêts de plaine, des spectres pondérés moyens de types de fruits (selon le système de Sabatier, cf. II.4.1.3) parmi les diaspores dites sarcochores. Les abscisses représentent les codes pour les catégories définies par Sabatier. La catégorie 13 correspond aux drupes colorées, la 14 aux drupes ternes, la 6 correspond aux fruits charnus indéhiscent à pulpe terne et protégée, enfin la catégorie 1 correspond aux fruits charnus déhiscent à pulpe colorée entourant les graines.

IV.2.5 SPECTRE DES TYPES FONCTIONNELS (OU GUILDES)

Dans un chapitre d'introduction (I.3.3) nous avons longuement introduit et débattu les considérations relatives à la définition de types fonctionnels en forêts tropicales. Nous avons vu que ceux-ci se définissent de manière analogue pour les strates arborées et le sous-bois. Les aspects fonctionnels se distinguent des aspects dits physiologiques (et qui en réalité sont pratiquement toujours en partie fonctionnels) par le fait qu'ils sont choisis pour leur importance dans la dynamique forestière à plusieurs échelles de temps et dans les processus de spéciation. Deux critères fondamentaux ont été mis en évidence: le type de support favorable à l'installation d'une diaspore (qui est étroitement lié aux possibilités de réponse face aux fluctuations environnementales) et le potentiel de dissémination à grande distance (qui définit la vitesse des processus de recolonisation et en partie des processus de spéciation).

IV.2.5.1 Les plantes du sous-bois

Pour le sous-bois, qui est de loin la strate la moins bien étudiée malgré son accessibilité, nous devons les principales avancées en matière de mécanismes de spéciation, d'histoire de flore et de fonctionnalité de groupes d'espèces, aux travaux relativement récents de Patrick BLANC (1992, 1996ab, 2002, BLANC & KAHN 1996). Ce dernier a comparé les flores angiospermiques du sous-bois de trois pays et a montré que la Malaisie se distingue très nettement par la richesse de sa guildes PS par rapport aux deux pays comparés pour l'Afrique et l'Amérique (Tab.65). Selon lui, la faible représentation des espèces PS en Guyane (dont seulement 25 autotrophes, les autres espèces PS étant associées à un champignon symbiotique dans leur jeune âge) est certainement en partie due à la moindre fréquence et à la moindre étendue des habitats propices au développement et à la spéciation de ces espèces en période interglaciaire, d'une part, et surtout moins propices à leur conservation dans des zones refuges durant les périodes glaciaires, d'autre part.

Tab.65 Comparaison de la richesse spécifique des quatre guildes (ou types fonctionnels) de sous-bois décrites par BLANC (1996a, 2002) entre quelques flores nationales, quelques stations d'étude et nos propres résultats obtenus au sein de nos 28 relevés de la région de Monte Alén, tous de terre ferme. Pour nos données, les spectres pondérés sont également indiqués. Les résultats repris de BLANC (op.cit.) sont exprimés pour les espèces d'Angiospermes seulement. Par conséquent, nous avons également calculé nos spectres brut et pondéré en supprimant de nos analyses les Ptéridophytes (aucun gymnosperme n'est présent dans nos relevés). Les proportions qui représentent les richesses spécifiques sont calculées par rapport au nombre total d'espèces du sous-bois dont on a pu déterminer la guildes. *Le pourcentage qui représente la flore du sous-bois par rapport à la flore nationale ou totale du site considéré est indiqué. Attention que les deux dernières lignes du tableau s'expriment en nombre d'individus tandis que les autres lignes sont en nombre d'espèces.

		PS		GS		PD		GD		Total site		Flore régionale
		RSp/Ab	%	RSp/Ab	%	RSp/Ab	%	RSp/Ab	%	RSp/Ab	%*	
pays	Guyane	65	10	89	14	144	23	342	53	640	15	4300
	Gabon N-E	35	11	65	20	5	1,5	224	68	329	27	1230
	Malaisie	525	30	229	13	159	9,1	827	48	1740	22	8000
site local	Rio Palenque (Equateur)	36	14	14	5,3	97	37	117	44	264	26	1033
	Nouragues (Guyane)	33	15	10	4,5	74	33	104	47	221	18	1200
	Barro Colorado (Panama)	29	13	13	6,0	59	27	114	53	215	17	1265
Monte Alén	H+ar (brut)	17	4,1	74	18	34	8,2	288	70	413	46	894
	H+ar-Pterido. (brut)	17	4,6	74	20	3	0,8	274	74	368		
	H+ar (pondéré)	41	0,4	2387	22	1239	11	7250	66	10917		
	H+ar-Ptérido. (pondéré)	41	0,4	2387	26	11	0,1	6897	74	9336		

Le site du Gabon est lui aussi beaucoup moins diversifié en PS que la Malaisie mais se distingue assez nettement de la Guyane à plusieurs égards. BLANC (1996a) fait remarquer que les PS autotrophes sont légèrement plus diversifiés dans le site du Gabon qu'en Guyane (29 espèces contre 25, non détaillées dans les résultats affichés au *Tab.65*) alors que la superficie envisagée au Gabon est très largement inférieure. Bien que les épisodes de sécheresse aient été très rudes pour les forêts denses d'Afrique, lors des glaciations du Quaternaire, celles-ci se distinguent des forêts amazoniennes par un relief plus marqué sur la frange atlantique et surtout plus ancien (par rapport à la jeunesse des Andes), donc ayant été longtemps propice à la spéciation des espèces PS (lors du développement de la flore angiosperme au tertiaire) et ayant mieux joué le rôle de " musée " (PLANA 2004, FJELDSÅ & LOVETT 1997ab, FJELDSÅ & al. 1997) lors des épisodes secs des dernières glaciations.

Par ailleurs, les forêts et reliefs de la bordure atlantique de l'Afrique centrale (et de certaines zones très localisées en Afrique de l'Ouest, à la hauteur du V Baoulé) bénéficient de la remontée du courant marin froid (celui du Benguela pour le Sud du Gabon) durant la saison sèche, entraînant le développement d'une couverture nuageuse quasi-permanente mais sans pluies durant cette saison, jouant un important rôle protecteur contre l'insolation. Ce phénomène actuel a vraisemblablement été renforcé lors des épisodes glaciaires avec une remontée plus nordique du courant du Benguela. Les forêts atlantiques de l'Afrique centrale ont donc probablement joui à une certaine époque (fin du Tertiaire) d'une plus grande diversité, notamment d'espèces PS, que les forêts amazoniennes. Cette supposition est par ailleurs renforcée par une grande diversité morphologique des espèces du sous-bois africain (beaucoup de sections de *Begonia*, Aracées à feuilles composées pennées, *Begonia* à baies charnues, les *Cinnobotrys*, etc., BLANC 1996b) qui traduit une certaine richesse passée (cf. KAHN 1996 p.157). Cette richesse de la fin du Tertiaire a alors subi de nombreuses extinctions (particulièrement sévères pour les PS) au cours des glaciations successives amenant la flore forestière d'Afrique tropicale à un niveau bien inférieur à celui de l'Asie du Sud-Est (et surtout de la Malaisie péninsulaire) mais le rôle de musée des reliefs atlantiques explique la persistance d'une richesse plus élevée d'espèces PS qu'en Amazonie. La comparaison entre les trois pays envisagés par BLANC (1996a, 2002) est synthétisée au *Tab.66*.

Les espèces GS suivent les mêmes principes que les espèces PS mais sont toutefois moins sensibles aux extinctions car peuvent se réfugier dans une plus large gamme de refuges (aussi en galeries forestières). D'autre part, elles ne dépendent pas de l'abondance des supports inclinés et sont donc plus intéressantes pour certaines comparaisons. Par exemple, nos données proviennent d'une région relativement montagneuse, parmi les plus humides d'Afrique centrale, et proche de l'océan atlantique lui garantissant une certaine stabilité lors des épisodes glaciaires. Cette région a donc été propice à la conservation et à la spéciation des espèces PS durant les glaciations ainsi qu'à leur abondance actuelle. Mais la totalité de nos observations est issue de stations de terre ferme avec relativement peu de supports inclinés inclus dans les relevés et se limitant en réalité aux rochers affleurant du sol forestier. Nous sommes donc bien conscients de n'avoir fait qu'effleurer la flore PS de Monte Alén. Nous avons d'ailleurs récolté plusieurs espèces PS lors de nos prospections en zones plus rocheuses, notamment lors de nos ascensions vers les relevés de terre ferme situés au sommet des montagnes. Néanmoins, nos résultats (*Tab.65*) donnent pour la première fois un aperçu de l'importance relative des PS dans la flore du sous-bois de terre ferme de forêts âgées: seulement 17 espèces représentant environ 4% de la flore du sous-bois de ce même type d'habitat.

Pour la comparaison avec les autres sites au niveau du rôle de conservation joué lors des épisodes glaciaires, il est en revanche possible de comparer la **richesse** de la guildes GS en

nombre d'espèces. La comparaison de la **proportion** (% par rapport à la flore totale) des espèces de cette guilda est plus délicate car dans notre cas le total ne concerne que les forêts denses matures de terre ferme. Le *Tab.65* met ainsi clairement en évidence l'importance de Monte Alén en tant que refuge pour les espèces PS et GS lors des dernières glaciations: nous avons trouvé 74 espèces GS (toutes d'angiospermes) contre seulement 65 dans le site étudié par BLANC (1996a) au NE-Gabon, 10 à 14 dans les sites qu'il mentionne en Amérique du Sud et centrale, 89 pour toute la flore de Guyane. Ce nombre est 2,5 fois plus élevé pour la flore de la Malaisie péninsulaire (229 espèces GS).

Il faut rappeler que nos chiffres sont basés sur une région limitée et, au sein de celle-ci, sur une surface d'inventaire avoisinant les 30ha à peine (plus ou moins 1ha pour chacun de nos 28 relevés de Monte Alén). Or on sait qu'en Afrique centrale atlantique, ce type d'habitat ayant joué le rôle de refuges lors des glaciations est bien plus étendu et va du SO-Cameroun au S-Gabon (SOSEF 1996). C'est donc la richesse de la flore en PS et GS de toute cette région qu'il faudrait comparer aux chiffres donnés par BLANC pour la Malaisie. On sait d'ailleurs, et c'est en toute logique, que de nombreuses espèces PS et GS de cette région d'Afrique sont des microendémiques (nombreux *Begonia*, etc.), certaines limitées aux Monts de Cristal, d'autres cantonnées à la dorsale Camerounaise et aux bastions qui la relie aux Monts de Cristal, d'autres encore propres aux reliefs du S-Gabon (SOSEF & al. 2004). Il est donc très probable que des investigations plus complètes permettront de réduire très fortement l'écart par rapport à la Malaisie pour la richesse des espèces GS et dans une moindre mesure pour les espèces PS (la moindre étendue des zones refuges, leur plus grand isolement et la moindre clémence du climat ne peuvent en aucun cas laisser supposer que la flore des PS puisse atteindre l'importance qu'elle a en Malaisie péninsulaire).

Tab.66 a) Comparaison pour trois massifs forestiers tropicaux des principales caractéristiques ayant joué un rôle dans la conservation et la spéciation des espèces de la guilda PS (BLANC 2002). **b)** Comparaison des deux principaux modes de spéciation: conservation dans les refuges de montagnes et de collines pour les PS et spéciation par vicariance entre refuges plus variés pour les GD (BLANC 2002).

a)	Guyane	Gabon	Malaisie
habitats propices aux PS peu abondants (altitude maximale = 800m): faible spéciation des PS en interglaciaire et très faible conservation en glaciaire	habitats fréquents mais assez isolés sur la façade atlantique: spéciation active des PS en interglaciaire et conservation relative en glaciaire	habitats propices très nombreux et couvrant de vastes superficies: spéciation des PS active sur de vastes étendues en interglaciaire et très bonne conservation voire même poursuite de la spéciation en glaciaire	
massifs jeunes (surrection des Andes ayant moins de 2 millions d'années): spéciation des PS active depuis moins longtemps	relativement anciens: spéciation des PS active depuis longtemps	très anciens: spéciation en cours depuis des temps anciens	
glaciations très rudes: extinctions sévères	glaciations rudes mais atténuées sur la façade atlantique de l'Afrique centrale: extinctions moins sévères	glaciation atténuée (Malaisie péninsulaire): climat maritime hyperhumide, extinctions probablement limitées	
b)	Glaciaire	Interglaciaire	Transition glaciaire/interglaciaire
PS: extinctions massives ; conservation dans les refuges de montagne (pour les espèces non mégathermes) et au pieds des pitons rocheux de type inselberg et reliefs karstiques (attrapes-pluies et réservoirs d'eau)	spéciation: phase humide favorable aux transports exceptionnels de diaspores à moyenne distance suivi de spéciation in situ par dérive génique (chez les PS, la notion d'espèce est par ailleurs difficile car les populations se croisent très peu même dans une même station)	très lente reconquête	
GD: spéciation par vicariance entre populations isolées dans refuges de forêts galeries et fonds de vallées	réduction (brassage génétique)	reconquête à la même vitesse que la forêt	

Quelques remarques peuvent encore être faites quant à l'analyse du *Tab.65*. La richesse spécifique des espèces d'angiospermes de la guildes PD est très largement supérieure pour les sites néotropicaux (60 à 100 espèces pour les trois stations mentionnées et 144 pour la flore de Guyane) par rapport au site gabonais (5 espèces) et aux valeurs observées dans notre étude (3 espèces). Cette guildes compte toutefois 34 espèces pour nos relevés si on y inclut les fougères, dont un certain nombre est associé à la végétation submontagnarde et donc à des zones de refuges forestiers. BLANC (2002) émet l'hypothèse que la non-pauvreté de la flore PD néotropicale pourrait s'expliquer par la radiation évolutive des chauves-souris (principaux disséminateurs des espèces de cette guildes) sur ce continent. Il fait aussi remarquer que bon nombre de Gesneriaceae (habituellement PS en Afrique et surtout en Malaisie) sont de la guildes PD en Amérique.

Quant aux espèces GD, elles constituent généralement la moitié des espèces à l'échelle d'une flore nationale (regroupant un certain nombre de formations végétales et d'habitats contrastés) et jusqu'à 70% des espèces si on envisage essentiellement une zone forestière (NE-Gabon et présente étude).

Afin d'aller plus loin dans cette réflexion, nous avons comparé l'importance de ces quatre guildes pour nos dix types forestiers (*Tab.67*). On constate qu'au sein de la région de Monte Alén, les espèces PS et GS ne sont pas équitablement représentées dans les différents types forestiers. Celles-ci sont surtout nombreuses dans les forêts submontagnardes et plus encore dans les forêts vallicoles, sur sol relativement moins profond, situées juste aux pieds de la cordillère de Niefang. Cette observation est très importante et apporte des éléments nouveaux dans la problématique des refuges forestiers. En effet, cette différence ne peut pas s'expliquer par la simple position vallicole, propice à une ambiance humide et peut-être à la persistance de galeries forestières en périodes glaciaires, car d'autres types forestiers incluant une nette tendance vallicole (OrInfl, LitCotBas) voire même riveraine (au Dja) présentent une diversité de PS et GS nettement moindre. C'est donc bien la position " aux pieds du versant exposé aux vents des premiers bastions montagneux de la façade atlantique " qui est primordiale.

On aurait pu être tenté de ne retenir que les forêts submontagnardes, si spéciales et si spectaculaires, comme acteur principal de la conservation et de la spéciation des espèces à faible pouvoir de dispersion. Certes leur rôle fût important, et d'ailleurs bien plus important que ne le laissent supposer nos données, essentiellement en raison de la plus forte abondance des supports inclinés sur les **pentés** des sommets de ces montagnes, mais l'importance des milieux vallicoles sous-jacents n'est pas du tout à négliger. D'une part, les eaux de pluies particulièrement abondantes sur le versant exposé ruissellent en partie jusqu'à ces milieux et, d'autre part, les sols relativement peu profonds laissent souvent affleurer des rochers de taille moyenne (quelques dizaines de centimètres) permettant la germination puis l'expansion d'espèces PS sur le sol forestier (notamment des *Begonia* PS).

En dehors de Monte Alén ces espèces GS et surtout PS (plus sensibles que les GS) sont relativement rares dans les forêts littorales et continentales (*Tab.67*).

Tab.67 Nombre d'espèces (RSp) des quatre principales guildes de plantes de sous-bois pour nos dix types forestiers. Le spectre brut (%) est calculé par rapport au nombre total d'espèces qu'on a pu rattacher à une guildes, pour chaque type forestier. Le nombre d'espèces du sous-bois non rangées dans une guildes est mentionné ainsi que le spectre pondéré par le nombre d'individus (%p).

	PS			GS			PD			GD			Total site	
	RSp	%	%p	RSp	%	%p	RSp	%	%p	RSp	%	%p	RSp	Indet RSp
Cont	1	0,7	0,3	21	15	22	5	3,7	11	109	80	67	136	13
MontSup	2	1,7	1,1	18	15	28	11	9,2	19	89	74	51	120	10
MontTyp	5	5,5	1,1	16	18	10	7	7,7	4,2	63	69	85	91	10
MontInf	6	3,5	0,2	31	18	28	18	11	10	115	68	62	170	10
LitCotBas				13	19	17	4	5,7	5,9	53	76	77	70	2
LitCotCol	1	2,0	0,4	9	18	19	1	2,0	4,2	38	78	76	49	4
LitInflBas	8	3,7	0,3	37	17	12	15	7,0	15	155	72	72	215	14
LitInflCol	2	1,4	0,1	23	16	21	9	6,3	5,5	109	76	74	143	9
OrInfl	1	0,9	0,1	19	17	35	10	8,7	11	85	74	54	115	2
Or				25	20	27	6	4,8	7,1	93	75	66	124	6
Global	17	3,4	67	92	18	22	35	7,0	11	355	71	0,3	499	46

IV.2.5.2 Les strates arborées

Pour les strates arborées, les guildes telles que nous les avons définies ici n'ont encore fait l'objet d'aucune étude mais leur interprétation se fait de manière quelque peu similaire à ce que nous avons montré pour le sous-bois. Nous présentons au *Tab.68* les valeurs obtenues pour les trois régions étudiées.

Tab.68 Spectres brut et pondéré des types fonctionnels (guildes) pour les strates arborées. Les valeurs absolues (n°) sont indiquées en termes d'espèces ou d'individus, selon le spectre. Les pourcentages sont calculés par rapport au nombre total d'espèces (ou d'individus), Total Det., qui ont pu être rangés dans une des guildes définies.

		SéS		CiS		PiS		SéD		CiD		PiD		Total Det.	Indet
		n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%		
brut	Monte Alén	71	22	7	2	2	1	200	61	40	12	6	1,8	326	119
	Dja	9	7,2	4	3,2	1	0,8	74	59	35	28	2	1,6	125	39
	Ndote-Mte Bata	29	18	1	0,6	1	0,6	104	65	24	15			159	44
pondéré	Monte Alén	1857	23	66	0,8	6	0,1	5589	68	679	8,3	12	0,1	8209	1034
	Dja	33	4,9	29	4,3	2	0,3	467	69	144	21	2	0,3	677	131
	Ndote-Mte Bata	225	18	5	0,4	3	0,2	894	72	120	10			1247	134

Nous avons déjà vu au chapitre IV.1.7.3 que le Dja se distinguait par une plus faible proportion d'espèces typiques de forêts primaires (seulement 66% d'espèces Sé contre 84 à 92% en forêts atlantiques). La présente analyse montre qu'en fait la proportion d'espèces sédentaires à fort potentiel de dispersion (SéD) n'est pas très différente des valeurs observées à Monte Alén et en forêts littorales et que la différence que nous évoquions est entièrement due à une très faible proportion d'espèces sédentaires à faible potentiel de dispersion (à peine 7% d'espèces SéS au Dja contre 18% en forêts littorales et 22% à Monte Alén. Cette différence est encore bien plus nette en termes d'individus.

Si on regarde plus en détail la richesse spécifique et la proportion des espèces SéS pour les types forestiers identifiés à Monte Alén (*Tab.69*), on se rend compte que ces valeurs varient même parmi les types forestiers atlantiques. Les communautés les plus riches en espèces SéS sont celles qui étaient aussi les plus riches en espèces PS et GS, pour le sous-bois. En outre,

les forêts situées aux pieds du versant de la cordillère de Niefang exposé aux vents sont plus riches en espèces Sés même pour la variante collinéenne.

Par conséquent, les espèces les plus typiques des vieilles forêts denses actuelles ont elles-aussi été réduites à des zones de refuges forestiers localisées sur la façade atlantique de l'Afrique centrale. Lors de la dernière transgression forestière, celles-ci ont peu à peu repris du terrain, suivant avec un certain retard l'expansion des espèces Séd et CiS, elles-mêmes devancées par les CiD. Ce processus est d'ailleurs toujours en action actuellement, à la périphérie de la région guinéo-congolaise. Certaines espèces Sés se propagent très lentement de telle sorte qu'une richesse élevée en espèces Sés dans une région donnée, ou dans un habitat donné, est un bon indicateur des zones de refuges forestiers. Le comportement des Sés pour les strates arborées est très comparable au comportement des GS pour le sous-bois.

La plus grande richesse actuelle des espèces Séd par rapport aux espèces Sés peut s'expliquer par le fait que lors des régressions forestières, les espèces Sés ont pu avoir plus de mal à suivre cette régression que les Séd, entraînant de la sorte plus d'extinctions parmi les Sés. D'un autre côté, la spéciation par vicariance entre populations de Sés isolées dans les îlots forestiers refuges a probablement joué un rôle pour compenser légèrement les nombreuses extinctions (LEAL 2002).

Les espèces cicatricielles et pionnières à faible potentiel de dispersion sont assez peu représentées dans l'ensemble de nos relevés. Les relevés continentaux du Dja dénotent encore par leur pourcentage élevé d'espèces cicatricielles à fort potentiel de dispersion (28% d'espèces CiD contre 12 à 15% en forêts atlantiques).

Tab.69 Comparaison, entre nos dix types forestiers, de la richesse et de l'abondance des espèces sédentaires à faible potentiel de dissémination à grande distance.

	RSp	%	Ab	%
Cont	9	7,2	132	4,9
MontSup	17	16,2	240	18,3
MontTyp	14	15,9	321	10,3
MontInf	33	21,6	2934	29,6
LitCotBas	12	12,8	289	12,4
LitCotCol	24	20,5	258	27,4
LitInflBas	39	19,7	2564	19,1
LitInflCol	32	22,2	951	31,2
OrInfl	26	19,0	444	20,1
Or	28	19,0	1237	25,8

IV.3 Flore et distribution des forêts submontagnardes

La région sur laquelle notre étude est basée présente certaines caractéristiques exceptionnelles. En effet, le massif montagneux du Parc National de Monte Alén se situe dans la cordillère de Niefang qui est la prolongation Nord des Monts de Cristal gabonais, réputés pour leur diversité végétale parmi les plus élevées en Afrique et même au monde (REITSMA 1988, SUNDERLAND & al. 2004, etc.). La région de Monte Alén se distingue par plusieurs aspects.

Premièrement, située juste au-dessus de l'équateur, elle jouit d'un climat particulièrement favorable. Or on sait que plus le climat est favorable (chaud et humide toute l'année, de manière générale pour une région donnée), plus le nombre d'étages de végétation est grand et plus ceux-ci sont bien marqués, en particulier les types hygrophiles tels que ceux correspondant à ce qu'on entend souvent par la " forêt de nuages " (ou cloud forest, cf. I.6). Nous sommes donc dans les meilleures conditions possibles pour étudier ce gradient altitudinal.

Deuxièmement, la région de Monte Alén constitue la partie des Monts de Cristal où on retrouve la plus grande fréquence de sommets à plus de 700-800m et bien souvent plus de 1000m d'altitude. Au sein de ceux-ci, on trouve bien sûr des crêtes étroites et rocheuses (à couvert souvent irrégulier) mais il est aussi fréquent de trouver des sommets occupés par une forêt très âgée couvrant une surface plus ou moins plane de plusieurs hectares, sur sol parfois profond, particulièrement propices à la réalisation de relevés phytosociologiques, dans le but de les comparer aux forêts matures de terre ferme de basse altitude. On évite ainsi de faire intervenir d'autres paramètres azonaux plus difficiles à étudier tels que l'hydromorphie et la profondeur du sol. Aux Monts de Cristal par exemple, il est semble-t-il beaucoup plus difficile de trouver des forêts submontagnardes qui ne soient pas encombrées de rochers ou à nette influence hydromorphe (D.OBIANG, comm.pers.).

Troisièmement, afin de pouvoir mettre en évidence les espèces caractéristiques de l'étage submontagnard, il est indispensable de disposer, au pied des montagnes étudiées, d'un point de comparaison constitué de types forestiers de plaine non dégradés.

La réunion de ces trois caractéristiques est depuis longtemps devenue extrêmement rare en Afrique tropicale, où la majorité des zones adéquates (suffisamment hautes, bien arrosées et pas trop rocheuses) ont subi l'impact des populations humaines. Même la région du Mont Cameroun est moins favorable à une étude altitudinale des groupements forestiers climaciques car bien que le climat y soit encore plus favorable, l'impact de l'activité humaine et volcanique contribuent largement à un plus fort degré de dégradation, notamment des types forestiers de basse et moyenne altitudes, les types submontagnards (relativement peu toutefois pour les étages supérieurs) et même en partie pour l'étage montagnard inférieur (BOUGHEY 1955ab).

Sur les îles du Golfe de Guinée aussi bien qu'en Afrique de l'ouest (par ailleurs à climat moins favorable), dans la région du Kivu et dans le reste de l'Afrique tropicale, il n'existe plus à notre connaissance aucun autre massif réunissant les caractéristiques évoquées plus haut. D'après HAMILTON (1975), les endroits où la forêt n'a pas été détruite et où on trouve des massifs forestiers continus entre la végétation de plaine et l'étage submontagnard (que ce dernier ne distingue pas de l'étage montagnard) ne se comptent plus que sur les doigts d'une main. Il cite trois localités en Ouganda: le NO du Ruwenzori, la pente O du Mont Elgon et la " forêt impénétrable de Kayonza ". CHAPMAN & WHITE (1970) citaient quant à eux l'Est de l'Usambara comme dernière localité est-africaine avec une transition plaine-submontagnard non détruite. Une cinquième localité est citée par LOVETT & THOMAS (1988) dans les montagnes de Kanga, en Tanzanie.

Mais d'une part, dans tous ces sites, il y a toujours un autre facteur défavorable à l'étude de l'étage submontagnard: soit le climat est trop sec (zones incluses dans la région soudano-zambézienne), soit les pentes sont fortes et rocheuses (donnant à la forêt un caractère azonal lié à la dynamique de renouvellement du couvert), soit enfin l'altitude de la base des montagnes est elle-même déjà supérieure à 900-1000m.

La région de Monte Alén est donc tout à fait unique en Afrique d'autant plus qu'elle n'avait encore fait l'objet d'aucune étude botanique poussée. Enfin, cette région est centrée précisément sur une des zones de refuges forestiers largement reconnues dans la littérature. Elle a vraisemblablement connu un climat remarquablement stable depuis très longtemps, probablement sans perturbations catastrophiques depuis que la forêt dense humide y est arrivée (dans la première moitié du Miocène). Cette région d'Afrique centrale atlantique est donc caractérisée par une flore ancienne et particulièrement riche en espèces ce qui, comme nous l'avons vu au chapitre I.6.2.2, est également un facteur favorable à l'étude des étages de végétation (KITAYAMA & MUELLER-DOMBOIS 1992).

Cet ensemble de conditions favorables conjugué à l'originalité de notre méthodologie nous ont permis de définir pour la première fois en Afrique, de manière complète et détaillée, l'étage submontagnard climacique en milieu forestier équatorial humide. L'analyse phytosociologique des 28 relevés réalisés dans le Parc National de Monte Alén, en fonction du gradient d'altitude et de continentalité, a permis d'identifier un nombre relativement important d'espèces indicatrices dans chaque strate forestière. Nous avons constaté lors de nos prospections, qu'à l'échelle du Parc National de Monte Alén ces espèces présentent une distribution typiquement disjointe et correspondant aux sommets dépassant 700m d'altitude dans la partie Ouest de la cordillère et 900m dans la partie Est, sous le vent. Bien que ces deux régions correspondent à des types forestiers très nettement différenciés et correspondant à des districts phytogéographiques distincts, nous avons montré que les différents îlots de forêts submontagnardes forment une unité floristique cohérente à distribution en forme d'archipel, comme les espèces qui les caractérisent.

Nous nous sommes ensuite bien vite rendus compte, en vérifiant le statut écologique et chorologique de ces espèces au travers de la littérature, que celles-ci présentaient une amplitude géographique allant parfois bien au-delà de notre zone d'étude mais toujours (du moins pour les bonnes espèces indicatrices) avec ce type de distribution disjointe, indiquant de manière remarquable la présence d'autres localités de ce même type forestier submontagnard. Bien souvent, d'autres avant nous avaient noté le caractère submontagnard de telle ou telle espèce, confirmant la valeur indicatrice d'une à quelques espèces à la fois mais sans jamais véritablement tenter d'allonger la liste.

La présente étude a permis de réunir d'un coup un grand nombre de bonnes espèces indicatrices submontagnardes pour le domaine bas-guinéen, laissant entrevoir la possibilité de cartographier ce type forestier en se basant sur une recherche de la distribution géographique de ces espèces indicatrices. Il était en effet indispensable de disposer d'une liste la plus complète possible pour envisager une telle approche car bien souvent les îlots de végétation submontagnarde n'ont été que très partiellement collectés ou documentés et par conséquent on ne trouvera trace de leur existence que si on pense à regarder la distribution des herbiers pour les espèces qui étaient parmi ces collectes.

Nous avons donc fixé pour objectif de réunir d'une part un maximum d'espèces jugées bonnes indicatrices de forêts submontagnardes et d'autre part un maximum de localités dont on sait, de par les espèces indicatrices qui y ont été collectées, qu'il s'agit de forêts

submontagnardes. Deux approches successives sont donc envisagées. Premièrement, afin de compléter du mieux possible notre liste d'espèces submontagnardes, nous avons réuni tout ce que nous avons pu trouver comme travaux, notes ou autres signalant la présence d'espèces ou de localités à caractère submontagnard (cf. *Tab.17*). Deuxièmement, on se base sur cette liste d'espèces pour effectuer des recherches sur leur distribution et ainsi réunir un nombre encore plus important de localités submontagnardes. On obtient ainsi un bon aperçu de la distribution actuelle de ce type forestier et, dans une moindre mesure, de sa variabilité floristique. Si ce principe est assez simple, il n'en reste pas moins difficile à mettre en pratique et plusieurs remarques doivent être soulevées.

IV.3.1 PRINCIPES D'UNE MÉTHODE POUR L'ÉTUDE DES ÉTAGES D'ALTITUDE

On trouve dans les documents, herbiers et autres, une quantité et une qualité d'information assez variable. Il a donc fallu concevoir un système permettant de gérer de façon optimale ces différents niveaux d'information. Pour commencer, il existe plusieurs types de sources: des herbiers ou bien des observations rapportées dans des documents bibliographiques mais sans herbiers à l'appui. Deuxièmement, on peut distinguer les éléments d'information (localité submontagnarde, ou présence d'une espèce submontagnarde) selon le degré de précision de leur localisation (avec ou sans coordonnées GPS par exemple). Troisièmement, la présence d'une espèce submontagnarde à un endroit précis n'indique pas forcément qu'il s'agisse d'une végétation submontagnarde, notamment si l'espèce n'est pas une endémique submontagnarde et que la population observée est une population microsatellite (dans une forêt marécageuse, sur inselberg, etc.). Dans ce cas, il convient bien sûr de décrire le type d'habitat (s'il est connu) non submontagnard où cette espèce a été observée. Enfin, il arrive qu'un chercheur, ayant signalé la présence d'espèces submontagnardes dans une région qu'il a particulièrement étudiée, précise les altitudes charnières (minimale et maximale) délimitant le type forestier submontagnard caractérisé par ces espèces. Ce type d'information a donc bien sûr plus de poids qu'une autre.

IV.3.1.1 Types d'éléments d'information sur la présence d'espèces submontagnardes

Selon la source, il est possible de définir plusieurs catégories de degrés de vérifiabilité. Par exemple, si on inclut dans nos recherches les observations rapportées dans des rapports d'inventaires forestiers, dont on connaît le manque de rigueur quant aux déterminations, il est clair que cela risque d'engendrer plus de biais que si on avait considéré que des herbiers ayant été révisés en Herbarium. Par ailleurs, une observation rapportée par des botanistes de renom tels que Letouzey au Cameroun ou Le Testu est un peu à part puisqu'on peut a priori s'y fier autant qu'à un herbier. Nous avons donc défini les catégories de types de sources suivantes:

- 1-herbier vu et révisé
- 2-herbier non vu mais révisé par un spécialiste
- 3-observation par un botaniste expérimenté,
- 4-observation tirée de la bibliographie (auteur de l'observation inconnu)
- 5-herbier ni vu, ni révisé. Par la suite, on fait alors la différence entre les informations fiables (groupes 1, 2 et 3) et les informations non forcément fiables (groupes 4 et 5).

IV.3.1.2 Degré de précision géographique des éléments d'information

Les différentes possibilités de réflexion sur les forêts submontagnardes nécessitent différents niveaux minimums de précision sur la localisation des localités réunies. Par exemple, si le but est de comparer l'affinité floristique entre les types submontagnards de deux régions distinctes, une localité vague suffit, par exemple " Monts de Cristal ", Mont Cameroun, etc. En revanche, si le but est de créer une carte de distribution, il s'agit de disposer de points

localisés avec précision, si possible avec coordonnées GPS et altitude. Afin de tirer au mieux parti des informations réunies, nous avons donc défini les catégories de degré de précision géographique suivantes:

1-précis et vérifié: nous avons considéré un élément d'information comme parfaitement utilisable lorsqu'on a pu vérifier la cohérence entre la localité, la station, les coordonnées GPS et l'altitude signalées par l'auteur (collecteur ou observateur) et la cohérence de l'altitude signalée avec l'altitude déduite du modèle numérique de terrain (MNT) sur base des coordonnées GPS mentionnées (cf. II.3.1). Il arrive en effet qu'un collecteur ait mentionné une altitude de collecte de 700m, par exemple, avec des coordonnées x et y correspondant au fond de vallée à 300m. Ceci peut s'expliquer entre autres par des problèmes d'arrondis (parfois les coordonnées sont arrondies à seulement 2 décimales en degrés).

2-précis non vérifié: point précisément localisé mais dont on ne peut pas vérifier la cohérence ou dont on a constaté l'incohérence

3-localité inconnue ou imprécise mais région géographique bien identifiée (par exemple "Monts de Cristal"). Dans ce cas, la classification géographique des systèmes de massifs montagneux, telle que nous l'avons présentée au *Tab.17*, est une base très utile. On peut alors encoder le code du massif considéré (quelle que soit l'échelle géographique, c'est-à-dire le niveau de la classification géographique), et attribuer des coordonnées GPS qui permettront d'afficher le point sur une carte. Ces points peuvent être considérés pour des études comparatives de flores mais ne seront pas envisagés pour les autres aspects, tels que l'étude des aires de distributions potentielles.

4-simple citation: point dont la localité n'est pas précisée mais qui peut contribuer à confirmer le caractère indicateur d'une espèce submontagnarde, si l'auteur a mentionné d'autres espèces caractéristiques observées à proximité (ce qui permet de déduire qu'il s'agit d'une station submontagnarde) ou s'il a précisé qu'il s'agissait de forêt submontagnarde.

IV.3.1.3 **Types d'habitats possibles pour des espèces submontagnardes non-endémiques**

Nous nous sommes déjà longuement étendus sur le fait que des espèces caractéristiques d'un habitat ou d'une phytochorie pouvaient s'observer occasionnellement en dehors de leur habitat ou phytochorie de prédilection (cf. I.5, IV.1.8). Les espèces caractéristiques submontagnardes n'échappant pas à cette règle, il ne suffit pas de réunir toutes les localités où celles-ci ont été collectées ou observées (ces points ne représenteraient pas la distribution des forêts submontagnardes). On ne peut pas non plus se limiter à ne considérer que les espèces endémiques submontagnardes, car on ne pourrait jamais réunir un nombre suffisant de données pour obtenir une carte de distribution crédible. En outre, l'observation d'une espèce submontagnarde dans un fond de vallée à végétation secondaire, sur un inselberg, etc., est une information certes inutile pour la cartographie des forêts submontagnardes mais en revanche précieuse pour déterminer ou revoir la véritable nature de son caractère indicateur, c'est-à-dire son degré de fidélité (cf. I.5.2.1).

Deuxièmement, il arrive souvent que des espèces typiques des étages supérieurs soient présentes dans l'étage submontagnard, surtout dans les régions dégradées, à climat plus sec ou à sol plus rocheux. Il est donc également utile de connaître l'importance de l'intrusion de ces espèces. Nous savons par exemple que la variante supérieure de nos communautés submontagnardes (MontSup) se distingue des deux autres variantes par la présence anecdotique d'espèces de l'étage montagnard inférieur (*Schefflera barberi*). Nous n'accorderons toutefois pas dans ce chapitre une attention particulière à ces espèces des étages supérieurs.

En conséquence, nous avons défini les critères suivants pour caractériser chaque élément d'information:

Etage de végétation

Les étages de végétations ont été introduits et définis au chapitre I.6. Les espèces submontagnardes qui s'aventurent en dehors de leur milieu d'origine le font essentiellement vers les plaines mais il arrive aussi qu'une espèce submontagnarde soit présente marginalement dans les étages montagnards. Nous ne connaissons pas de cas d'espèce submontagnarde observée dans les étages subalpin et alpin.

Contrairement à la discussion du chapitre I.5.5.3, il n'y aurait théoriquement pas de catégories intermédiaires (SM+MI, etc.) puisque s'il est clair qu'une espèce peut avoir une plus ou moins large amplitude écologique, ce n'est évidemment pas le cas d'un individu bien précis. Un individu vit là où il vit. Ceci dit, on pourrait toutefois envisager de conserver les catégories intermédiaires pour la raison suivante. Si une espèce submontagnarde est signalée dans une localité dont on n'a pas pu dire de manière certaine qu'il s'agissait de tel ou tel habitat, on encodera " indéterminé " et l'information ne pourra pas être utilisée pour des considérations écologiques. En revanche, il est possible de rencontrer le cas de figure suivant: une espèce submontagnarde est signalée dans une localité précise dont on sait de manière claire qu'il s'agit d'une station d'altitude mais avec un léger doute quant à l'étage de végétation auquel appartient le point considéré (submontagnard ou montagnard inférieur par exemple). Dans ce cas l'habitat caractérisant la station considérée pourrait être encodé comme " SM+BM " et l'information serait attribuée à chacun des deux étages. Nous avons toutefois préféré, dans un premier temps, laisser tomber ces informations (en encodant " indéterminé ") pour limiter les sources d'erreurs.

1-BM: basse et moyenne altitudes (y compris les forêts comprenant quelques intrusions marginales ou quelques reliques d'espèces submontagnardes)

2-SM: submontagnard

3-MI: montagnard inférieur

4-MS: montagnard supérieur

5-indéterminé ou incertain

Facteur d'azonalité

1.zonal (terre ferme, primaire)

2-azonal rivulaire ou hydromorphe en général

3-azonal secondaire (bords de routes, forêt secondaire)

4-azonal sur sol superficiel (inselberg)

Ces deux critères, étage et azonalité, sont déterminés sur base des informations fournies par l'observateur, ou le collecteur, lorsque celui-ci décrit la station ou mentionne plusieurs bonnes espèces caractéristiques submontagnardes observées à proximité immédiate, ou encore lorsque l'altitude et les coordonnées sont suffisamment précises et correspondent à une station déjà connue au travers d'autres éléments d'information. Il s'agit du principe que nous avons présenté dans le chapitre I.5.5.6: plus on connaît la nature écologique d'un grand nombre de localités, mieux on connaît l'amplitude écologique de certaines espèces. Ces espèces indicatrices mieux connues permettent à leur tour d'améliorer la connaissance de certaines localités précises (stations) et ainsi de suite.

IV.3.1.4 **Informations spécifiques sur l'étagement altitudinal**

Lorsqu'un chercheur a étudié plus en détail une région particulière, celui-ci devient à même de préciser l'altitude qui lui semble correspondre le mieux au passage de la végétation de basse et moyenne altitudes à la végétation submontagnarde. C'est par exemple notre cas pour la région de Monte Alén. Nous avons tellement sillonné ces forêts et escaladé les montagnes, avec une perpétuelle attention pour les espèces submontagnardes, qu'il nous est possible de dire que dans la région littorale de la cordillère (Mosumo et Monte Chocolate versant ouest) on observe un brusque changement de la végétation sur un dénivelé de moins de 50m et aux alentours de 700m d'altitude. Dans la partie sous le vent de la cordillère (Misergue, Nkumékié, Atoc, Engong), ce changement est tout aussi marqué mais à une altitude toujours un peu plus élevée, vers 900m d'altitude. De telles observations détaillées et basées sur des observations visuelles ne sont pas si rares pour ceux ayant passé du temps en zone montagneuse. On peut notamment citer le célèbre Letouzey qui fournit ce genre d'informations pour un grand nombre de montagnes au sud-ouest du Cameroun (LETOUZEY 1968).

Par conséquent, lorsqu'on dispose de telles informations, on encode non pas un point pour la localité citée mais deux: l'un pour l'altitude minimale et l'autre pour l'altitude maximale. Qu'il s'agisse d'une référence bibliographique ou d'un herbier, si plusieurs espèces caractéristiques sont citées, on encode pour la localité un nouveau point par espèce. Les deux premiers points permettront de faire une sélection sur l'étagement tandis que les autres points servent à enregistrer la présence de l'espèce dans la région géographique considérée.

Afin de pouvoir sélectionner l'ensemble des points décrivant l'étagement altitudinal (minimum et maximum de l'étage), nous avons donc défini le critère suivant:

Information sur l'étagement

1-point indiquant l'altitude minimale de l'étage

2-point indiquant l'altitude maximale de l'étage

3-autre (valeur par défaut)

IV.3.2 **ESPÈCES CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉTAGE SUBMONTAGNARD**

Au chapitre IV.1.7.1, nous avons mis en évidence un nombre important d'espèces présentes dans l'étage submontagnard. D'une part, les analyses phytosociologiques discutées au chapitre III.1.2, avec la recherche des espèces indicatrices, ont permis d'établir clairement la préférence submontagnarde d'espèces jusqu'ici mal connues (parfois seulement signalées dans quelques stations). Enfin, les recherches bibliographiques réalisées sur toutes ces espèces individuellement, en vue de l'étude des spectres écologiques, ont permis d'établir la préférence submontagnarde d'un nombre également important d'espèces dont la valeur indicatrice submontagnarde n'avait pu être mise en évidence en raison de leur relative rareté dans nos inventaires (IndVal faible).

Sur base de ces deux démarches, nous sommes arrivés à une liste de 146 espèces indicatrices submontagnardes, en considérant toutes les données provenant de nos relevés et de leurs alentours immédiats, c'est-à-dire également les individus présents dans le relevé mais juste en dehors de l'effort d'échantillonnage fixé. Dans le présent chapitre, le but n'est plus de comparer des diversités (chapitre III.3 avec les données provenant strictement de l'intérieur des relevés car il fallait tenir compte de l'effort d'échantillonnage exact), ni de comparer les flores de plusieurs types forestiers (chapitre IV.1 où les observations faites juste aux alentours des relevés sont incluses), mais le but est plutôt d'obtenir la liste la plus complète des espèces indicatrices submontagnardes, peu importe qu'elles soient de terre ferme, des bords de torrents, des falaises, de la canopée, etc. Dans ce chapitre, nous envisageons donc un

troisième lot de données caractérisé par l'ajout des espèces que nous avons récoltées lors de nos prospections, notamment lors des ascensions vers nos relevés d'altitude, dans des habitats souvent particuliers tels que ceux décrits ci-dessus (bords de torrents, etc.). De cette manière, 16 espèces ont été ajoutées à la liste précédente, amenant le total des espèces submontagnardes identifiées dans cette étude à 162. Parmi celles-ci, 52 sont transgressives depuis les plaines (forêts hydromorphes), 98 sont typiquement submontagnardes et 12 sont communes à l'étage submontagnard et montagnard inférieur. Notons encore que 152 espèces, non évoquées jusqu'ici, se rencontrent plus ou moins indifféremment dans une large gamme d'altitudes (étage: bm+sm ou large) et ne présentent que peu d'intérêt. Certaines d'entre elles sont d'ailleurs taxonomiquement problématiques et peut-être arrivera-t-on un jour à mettre en relation leur hypothétique large amplitude écologique avec des différences d'ordre génétique (variétés ou sous-espèces différentes).

La phase suivante de notre approche, telle que présentée dans l'introduction de ce chapitre, consiste à compléter notre liste sur base de la littérature ayant traité des forêts submontagnardes. Bien que l'étage submontagnard soit généralement rejeté (considéré comme type forestier de basse et moyenne altitudes ou comme zone de transition), oublié, voire inclus dans l'étage montagnard inférieur et caractérisant ce qu'on entend généralement par " la forêt de nuages " ou " cloud forest ", nous avons toutefois pu réunir une bibliographie assez volumineuse. Parmi toute cette masse d'informations, nous nous sommes concentrés sur la région qui nous intéresse en premier, l'Afrique centrale atlantique, sans pour autant nous y cantonner strictement. Nous avons ainsi répertorié 163 espèces citées dans la littérature comme étant fréquentes dans l'étage submontagnard et non encore reprises dans notre liste. Parmi ces espèces, on retrouve des espèces de plaine signalées par erreur dans ce groupe d'espèces submontagnardes. On retrouve aussi des espèces plutôt montagnardes que submontagnardes, que les auteurs consultés ont probablement observées sous forme de populations marginales (pour des espèces comme *Prunus africana*, de l'étage montagnard inférieur), transgressives ou satellites (surtout pour les espèces de l'étage montagnard supérieur, plus sec, qui transgressent facilement à plus basse altitude à la faveur des chablis et surtout des sols relativement superficiels et rocheux: *Ilex mitis*, *Nuxia congesta*, *Xymalos monospora*, etc.).

Si on exclut ces espèces habituellement de plaine ou des étages montagnards, le nombre d'espèces au moins préférentielles submontagnardes, rajoutées à notre liste sur base des recherches bibliographiques, est de 76. Ajoutées à nos 162 espèces, cela nous fait donc 238 espèces au moins préférentielles submontagnardes. Pour les 76 espèces issues de la littérature, nous n'avons pas systématiquement pris le temps de vérifier leur caractère véritablement indicateur au travers des flores et autres documents. La liste des espèces ayant fait l'objet de recherches ciblées sur leur distribution sont résumées au *Tab.70*.

Tab.70 Liste des espèces indicatrices de l'étage submontagnard, soit (sub)endémiques, soit transgressives depuis d'autres habitats et ayant fait l'objet de recherches sur les localités de collecte ou d'observation. Les espèces sont classées en trois groupes (dicotylédones, fougères et monocotylédones), puis par familles et enfin par ordre alphabétique des espèces. Le type phytogéographique (T.P.), le degré d'endémisme (d^e), les préférences écologiques (Etage, Hydro) et le degré de fidélité (d^f) sont indiqués (cf. II.4.2 et II.4.3 pour la symbolique). Pour les espèces transgressives, satellites, etc., on a indiqué dans quel autre type de milieu elles étaient retrouvées (vers). La colonne A précise le caractère indicateur submontagnard: Df-différentielle, Pf-préférentielle et C-compagne. La colonne B donne une indication du niveau de priorité des recherches effectuées sur la distribution: 1-intensif, 2-superficiel. La colonne C mentionne les espèces qui sont issues de la bibliographie uniquement (b) et dont nous n'avons pas forcément vérifié le caractère indicateur.

Ordre	Famille	Espèce	T.P.	d ^e	Etage	Hydro	d ^f	vers	A	B	C
Lamiales	Acanthaceae	Crossandrella cristalensis Champl. & Senterre	BGA	eLoc	sm	val	Sat	Riv	Pf	1	
Lamiales	Acanthaceae	Dischistocalyx minima Champl. & Senterre	BGA	eLoc	sm	Indet	Sat	Riv	Pf	1	
Lamiales	Acanthaceae	Physacanthus nematosiphon (Lindau) Rendle & Britten	G	eMoy	sm	dr	eMoy		Df	1	
Sapindales	Anacardiaceae	Sorindeia africana (Engl.) Van der Veken	CG	eGlo	bm+sm	Indet				Pf	2
Sapindales	Anacardiaceae	Trichoscypha reygartii De Wild.	CG	eLoc	sm	dr	eLoc		Df	2	
Cucurbitales	Anisophylleaceae	Anisophyllea polyneura Floret	CG	eMoy	sm	Indet	Sat	Sec	Pf	2	
Cucurbitales	Begoniaceae	Begonia clypeifolia Hook.f.	BG	Sat	bm+sm	dr	Larg		Pf	1	
Cucurbitales	Begoniaceae	Begonia thomeana C.DC.								Df	1 b
Sapindales	Bursерaceae	Dacryodes heterotricha (Pellegr.) H.J.Lam	BGA	eMoy	bm+sm	riv	Tran	Altitude	Pf	1	
Sapindales	Bursерaceae	Dacryodes letestui (Pellegr.) H.J.Lam	BG	eMoy	sm	dr	Marg	Zonal	Pf	1	
Fabales	Caesalpiniaceae	Leonardoxa africana (Baill.) Aubrév. subsp. gracilicaulis McKey	BGA	eMoy	sm	dr	eGlo		Df	1	
Fabales	Caesalpiniaceae	Pellegriniodendron sp.nov.1	G	eMoy	sm	dr	eMoy		Df	2	
Malpighiales	Chrysobalanaceae	Magnistipula conrauana Engl.	BGA	eMoy	sm	dr	Sat	Riv	Pf	1	
Malpighiales	Chrysobalanaceae	Parinari excelsa Sabine	GC	eGlo	sm+mi	dr	Tran	Riv	Pf	1	
Malpighiales	Clusiaceae	Allanblackia gabonensis (Pellegr.) Bamps	BG	eMoy	sm	dr	Rel	Riv	Pf	1	
Malpighiales	Clusiaceae	Endodesmia calophylloides Benth.	CG	eGlo	bm	riv+all	Tran	Altitude	Pf	2	
Malpighiales	Clusiaceae	Garcinia chromocarpa Engl.	CG	eGlo	bm	val+riv	Tran	Altitude	Pf	1	
Malpighiales	Clusiaceae	Garcinia conrauana Engl.	BGA	eGlo	sm	dr	Tran	Riv	Pf	1	
Malpighiales	Clusiaceae	Garcinia smeathmannii (Planch. & Triana) Oliv.	PRA	Liai	Larg	val+riv	Tran	Altitude	Pf	1	
Malpighiales	Clusiaceae	Pentadesma grandifolia Baker f.	BGA	Marg	sm	dr	eGlo		Df	1	
Malpighiales	Euphorbiaceae	Cleistanthus mildbraedii Jabl.	CG	eMoy	bm	val+riv+all+mar	Tran	Altitude	Pf	2	
Malpighiales	Euphorbiaceae	Crotonogyne manniana Müll.Arg. subsp. manniana	G	eGlo	sm	dr	Tran	Riv	Pf	1	
Malpighiales	Euphorbiaceae	Mareya brevipes Pax	CG	eMoy	bm	riv+all	Tran	Altitude	Pf	2	
Malpighiales	Euphorbiaceae	Mareyopsis longifolia (Pax) Pax & K.Hoffm.	CG	eGlo	bm	val+riv+all+mar	Tran	Altitude	Pf	2	
Malpighiales	Euphorbiaceae	Protomegabaria meiocarpa J.Léonard	CG	eLoc	sm	dr	Tran	Riv	Pf	1	
Myrtales	Melastomataceae	Cinnibotrys acaulis (Cogn.) Gilg							Df	1 b	
Fabales	Mimosaceae	Newtonia duncanthomasii Mackinder & Cheek	BGA	eMoy	sm	dr	eGlo		Df	1	
Myrtales	Myrtaceae	Syzygium staudtii (Engl.) Mildbr.	GC	eGlo	sm+mi	dr	Tran	Riv	Pf	1	
Santalales	Olacaceae	Strombosia scheffleri Engl.	CG	eGlo	sm	dr	Tran	Riv	Pf	1	
Malpighiales	Passifloraceae	Barteria solida Breteler	BGA	eLoc	sm	dr	eLoc		Df	1	
Gentianales	Rubiaceae	Gaertnera paniculata Benth.	GC	Marg	sm	dr	Tran	Riv	Pf	1	
Gentianales	Rubiaceae	Globostylis talbotii Wernham	BGA	eLoc	sm	dr	Indet		Pf	1	
Gentianales	Rubiaceae	Lasianthus batangensis K.Schum.	G	eGlo	bm	val	Tran	Altitude	Pf	1	
Gentianales	Rubiaceae	Poecilocalyx crystallinus N.Hallé	BGA	eMoy	sm	dr	Marg	Zonal	Pf	1	
Gentianales	Rubiaceae	Stelechantha arcuata S.E.Dawson	BGA	eMoy	sm	dr	eLoc		Df	2	
Ericales	Sapotaceae	Synsepalum cerasiferum (Welw.) T.D.Penn.	PRA	Larg	sm	dr	Tran	Riv	Pf	1	
Malvales	Thymelaeaceae	Peddiea fischeri Engl.	PRA	Larg	sm+mi	dr	Tran	Riv	Pf	1	
(Fougère)	Aspleniaceae	Asplenium dregeanum Kunze	GC	Marg	sm	dr	Marg		Pf	1	
(Fougère)	Aspleniaceae	Asplenium variabile Hook. var. paucijugum (Ballard) Alston	AM	eGlo	sm	Indet	Sat	Riv et Sec	Pf	1	

Ordre/Classe	Famille	Espèce	T.P.	d°e	Etage	Hydro	d°f	vers	A	B	C
(Fougère)	Dennstaedtiaceae	Lonchitis tisserantii Alston & Tardieu	BGA	eMoy	sm+mi	dr	eMoy				Pf 1
(Fougère)	Grammitidaceae	Ctenopteris zenkeri (Hieron.) Tradieu	AM	Larg	sm	Indet	eGlo				Df 1
(Fougère)	Grammitidaceae	Grammitis nigrocincta Alston	AM	Larg	sm	Indet	eMoy				Df 1
(Fougère)	Hymenophyllaceae	Hymenophyllum splendidum Bosch	AM	Larg	sm	dr	Sat	Riv			Pf 1
(Fougère)	Hymenophyllaceae	Hymenophyllum triangulare Baker	BGA	eMoy	sm	dr	eGlo				Df 1
(Fougère)	Hymenophyllaceae	Trichomanes borbonicum Bosch	AM	Larg	sm	dr	eMoy				Df 1
(Fougère)	Hymenophyllaceae	Trichomanes crispiforme Alston	GC	eMoy	sm	dr	Sat	Riv			Pf 1
(Fougère)	Hymenophyllaceae	Trichomanes cupressoides Desv.	AM	Larg	sm	dr	Tran	Riv			Pf 1
(Fougère)	Lomariopsidaceae	Elaphoglossum chevalieri H.Christ	GC	eMoy	sm+mi	Indet	eLoc				Pf 1
(Fougère)	Lomariopsidaceae	Elaphoglossum cinnamomeum (Baker) Diels									Df 2 b
(Fougère)	Lomariopsidaceae	Elaphoglossum isabelense Brause									Df 2 b
(Fougère)	Lomariopsidaceae	Elaphoglossum kuhnii Hieron.									Df 2 b
(Fougère)	Lomariopsidaceae	Elaphoglossum salicifolium (Willd. ex Kaulf.) Alston									Pf 2 b
(Fougère)	Polypodiaceae	Loxogramme lanceolata (Sw.) C.Presl	AM	Larg	bm	riv	Tran	Altitude			Pf 2
(Fougère)	Polypodiaceae	Pleopeltis preussii (Hieron.) Tardieu	G	eMoy	sm	dr	Marg	Altitude			Pf 1
Alismatales	Araceae	Culcasia loukandensis Pellegr.	BG	eMoy	sm	dr	Marg	Zonal			Pf 2
Asparagales	Orchidaceae	Angraecum pungens Schltr.									Df 1 b
Asparagales	Orchidaceae	Bolusiella talbotii (Rendle) Summerh.									Pf 2 b
Asparagales	Orchidaceae	Bulbophyllum cochleatum Lindl.									Df 2 b
Asparagales	Orchidaceae	Cynorkis debilis (Hook.f.) Summerh.									Pf 2 b
Asparagales	Orchidaceae	Cyrtorchis aff. brownii									Pf 2 b
Asparagales	Orchidaceae	Eggelingia gabonensis P.J.Cribb & Laan									Df 2 b
Asparagales	Orchidaceae	Polystachya albescens Ridl. subsp. albescens	BGA	eMoy	sm	dr	eGlo				Df 2
Asparagales	Orchidaceae	Polystachya bifida Lindl.									Pf 2 b
Asparagales	Orchidaceae	Polystachya bipoda Stévant									Df 2 b
Asparagales	Orchidaceae	Polystachya calluniflora Kraenzl.									Pf 2 b
Asparagales	Orchidaceae	Polystachya cristalensis Stévant									Df 2 b
Asparagales	Orchidaceae	Polystachya obanensis Rendle									Df 2 b
Asparagales	Orchidaceae	Polystachya riomuniensis Stévant & Nguema									Df 2 b
Asparagales	Orchidaceae	Polystachya supfiana Schltr.									Pf 2 b
Asparagales	Orchidaceae	Stolzia peperomioides (Kraenzl.) Summerh.									Df 1 b
Asparagales	Orchidaceae	Stolzia repens (Rolfe) Summerh.									Df 1 b
Asparagales	Orchidaceae	Tridactyle anthomaniaca (Reich. f.) Summerh. subsp. nana Stévant & P.J.Cribb	BGA	eLoc	sm	dr	eLoc				Df 1
Zingiberales	Zingiberaceae	Aframomum daniellii (Hook.f.) K.Schum.	G	eGlo	bm	dr+val	Tran	Altitude			Pf 2

IV.3.3 LOCALITÉS CARACTÉRISÉES PAR LA PRÉSENCE D'ESPÈCES

SUBMONTAGNARDES

Nous venons de mettre en évidence un certain nombre d'espèces à affinité plus ou moins submontagnarde. La question que nous nous posons alors est de savoir quelle est la distribution du groupe des espèces à caractère au moins préférentiel. Pour ce faire, nous avons mené des recherches non plus sur les études ayant traité en partie des forêts submontagnardes mais individuellement sur les localités de collecte connues pour une sélection des meilleures espèces indicatrices de forêts submontagnardes. Les meilleures espèces submontagnardes sont bien entendu idéalement des caractéristiques différentielles mais ce critère est loin d'être le plus important. Il faut aussi pour bien faire que l'espèce en question soit relativement fréquente, au moins pour l'Afrique centrale atlantique sur laquelle notre attention est portée, c'est-à-dire qu'elle se retrouve sur la plupart des îlots de forêt submontagnarde. Lorsque le temps nous le permettra, il serait bon de poursuivre les recherches pour les autres espèces, surtout les différentielles, et de compléter les recherches pour le reste de l'Afrique puisque nous avons déjà réuni l'essentiel de la bibliographie.

Afin d'obtenir un maximum de signalisations, pour les espèces retenues, accompagnées d'une localité précise et d'une mesure de l'altitude, des recherches ont été menées dans divers Herbarium (BRLU, BR, WAG) et au travers des monographies, catalogues (check-list), flores disponibles et bases de données d'Herbarium online (MO, WAG, cf. II.4.4). Ces recherches, combinées avec nos observations personnelles à Monte Alén et avec les observations reprises des études consultées pour compléter notre liste d'espèces submontagnardes, ont permis de réunir 3782 observations d'espèces au moins préférentielles submontagnardes. Parmi ces observations individuelles, 3697 sont accompagnées de coordonnées GPS et représentent 1265 localités différentes (*Fig.74*), de nombreuses observations dont les nôtres provenant de mêmes localités.

On constate que de vastes populations d'espèces à préférence submontagnarde ont par ailleurs été collectées ou signalées dans des régions absolument pas montagneuses, notamment le centre de la cuvette congolaise et les régions humides du littoral haut guinéen. Outre ces vastes populations transgressives, il existe un nombre important de populations satellites, marginales et plus rarement relictuelles. Il est frappant de constater que dans bien des cas, les plus grandes populations satellites et autres se rencontrent au bord des plus importants fleuves africains: notamment à proximité de La Lobaye, au sud de la RCA, ainsi qu'à la confluence de la Lomami et du fleuve Congo (près de Kisangani), puis vers l'Ouest jusqu'à la confluence du Congo avec la Likouala, dans le bas-congo aux environs de Kinshasa et, au Sud du Nigeria, dans la région du delta du Niger.

D'après WHITE (1978a), des espèces afromontagnardes observées en position satellite ou relictuelle apportent une indication sur les anciennes routes migratoires (" migratory tracks ") empruntées par ces espèces lors des dernières glaciations du Quaternaire pour " passer " de l'Afrique de l'Est à l'Afrique de l'Ouest. Il a ainsi été supposé que deux voies ont pu exister: la voie Nord, par la dorsale oubanguienne puis la dorsale camerounaise, et la voie Sud, sur les contreforts du socle sud-africain. Il est donc particulièrement intéressant de constater que sur base d'espèces submontagnardes uniquement, ces deux voies sont assez bien confirmées, surtout la voie Sud. Par ailleurs, comme nous venons de le voir une troisième voie semble se dessiner assez clairement au centre de la cuvette congolaise, ce qui vient confirmer les considérations déjà émises précédemment (IV.1.8).

Qu'il s'agisse des dorsales N et S du bassin du Congo ou bien qu'il s'agisse des réseaux de forêts rivulaires le long des rivières importantes, ou encore des forêts typiquement littorales, il est frappant de constater (Fig.73) que la majorité de ces populations d'espèces submontagnardes, en position typique ou atypique, correspondent très nettement aux différentes zones ayant été proposées comme refuges forestiers lors des épisodes glaciaires du Quaternaire (SOSEF 1994, MAYR & O'HARA 1986, COLYN & GAUTIER-HION 1998, MALEY 1996, etc.) et en particulier à celles rajoutées ou élargies par ROBBRECHT (1996).

Fig.73 Synthèse de MALEY (1996) sur les principaux refuges forestiers fluviaux et montagnards.

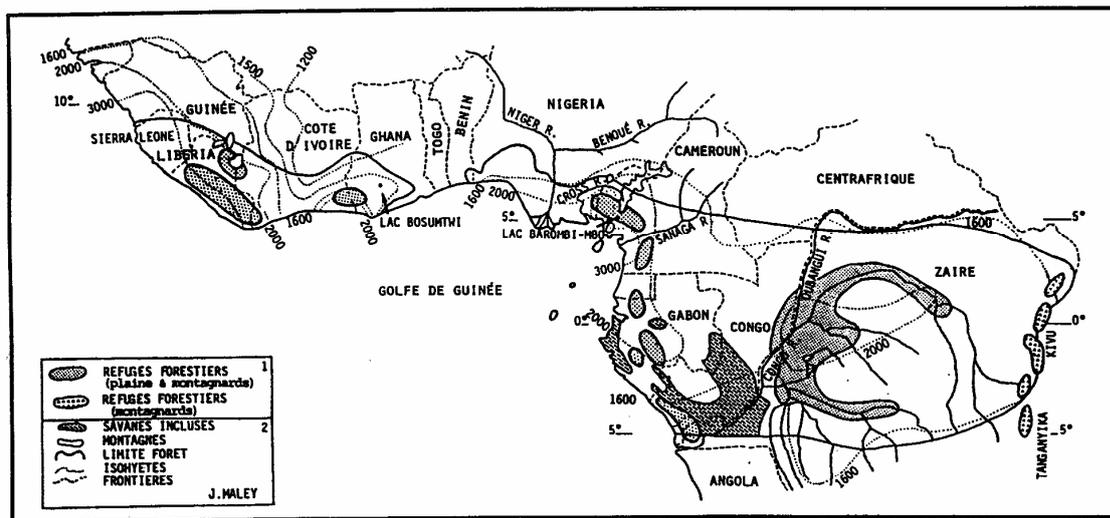


Schéma des refuges forestiers durant la dernière grande phase aride (ca. 18.000 ans BP), adapté et complété de Maley (1987), Figure 1, d'après Van Rompaey (1993, 1994) pour le Liberia et la Côte d'Ivoire, Sosef (1994) pour le Gabon et Congo et Colyn (1987, 1991) pour la cuvette du Congo - Zaïre. Dans l'encadré: 1, 18.000 ans BP; 2, Actuel.

Remarques: Le refuge du Libéria pouvait être relié à celui autour du Mont Nimba. Van Rompaey (1994) et Robbrecht (1994) considèrent que le refuge secondaire du SW Ghana/SE Côte d'Ivoire devait être relié au refuge principal du Libéria. Pour le Mont Cameroun, Cheek & Cable (1994) ont montré que ce secteur était très riche en plantes endémiques: on pourrait donc conclure à un refuge secondaire à rattacher au refuge principal de l'Ouest Cameroun/Oban. Pour le Zaïre oriental, vu en particulier la grande richesse faunique, un refuge forestier de plaine serait aussi possible (T. & J. Hart, commun. pers.)

Lors de l'étude des types chorologiques et écologiques (IV.1.8), nous avons montré, sur base d'un certain nombre d'exemples de disjonctions chorologiques et écologiques entre populations submontagnardes et riveraines, qu'il existe des cas où les populations isolées étaient déjà différenciées en espèces vicariantes très affines ou en taxons de niveau infraspécifique. L'existence de ces liens de nature récente (espèces à populations disjointes) et plus ancienne (taxons vicariants) nous laisse penser que ces disjonctions peuvent être le résultat de transgressions lors des changements climatiques du Quaternaire mais aussi, peut-être dans une moindre mesure, de transgressions contemporaines par phénomènes de compensations écologiques. Certaines espèces peuvent n'avoir fait qu'une seule transgression lors du dernier maximum glaciaire, d'autres peuvent faire des transgressions occasionnelles depuis des temps plus ou moins anciens jusqu'à nos jours.

Nous voudrions aussi faire remarquer que la transgression des espèces submontagnardes vers les milieux hydromorphes n'est pas l'exclusivité des refuges forestiers fluviaux mais que celle-ci s'opère dans des contextes très différents sur les autres continents (cf. IV.1.8 et IV.3.7, *Heritiera* et *Tarrietia*, *Pandanus*, etc.).

Si on admet la possibilité d'échanges et de transgressions contemporains entre milieux submontagnards et milieux hydromorphes, alors on peut supposer que le réseau de forêts riveraines reliant plus ou moins les massifs montagneux situés de part et d'autre du bassin du Congo peuvent jouer le rôle de relais pour le passage d'espèces submontagnardes d'un massif à l'autre. Cette voie de migration ne nécessiterait pas alors un refroidissement climatique mais le flux d'échanges pourrait bien être renforcé à la faveur de tels refroidissements.

Fig.74 Localités de collectes ou d'observations d'espèces submontagnardes différentielles (points rouges) et préférentielles (astérisques noirs). Les points représentent 3697 observations d'espèces au moins préférentielles submontagnardes pour 1265 localités différentes (certaines observations provenant de la même localité).

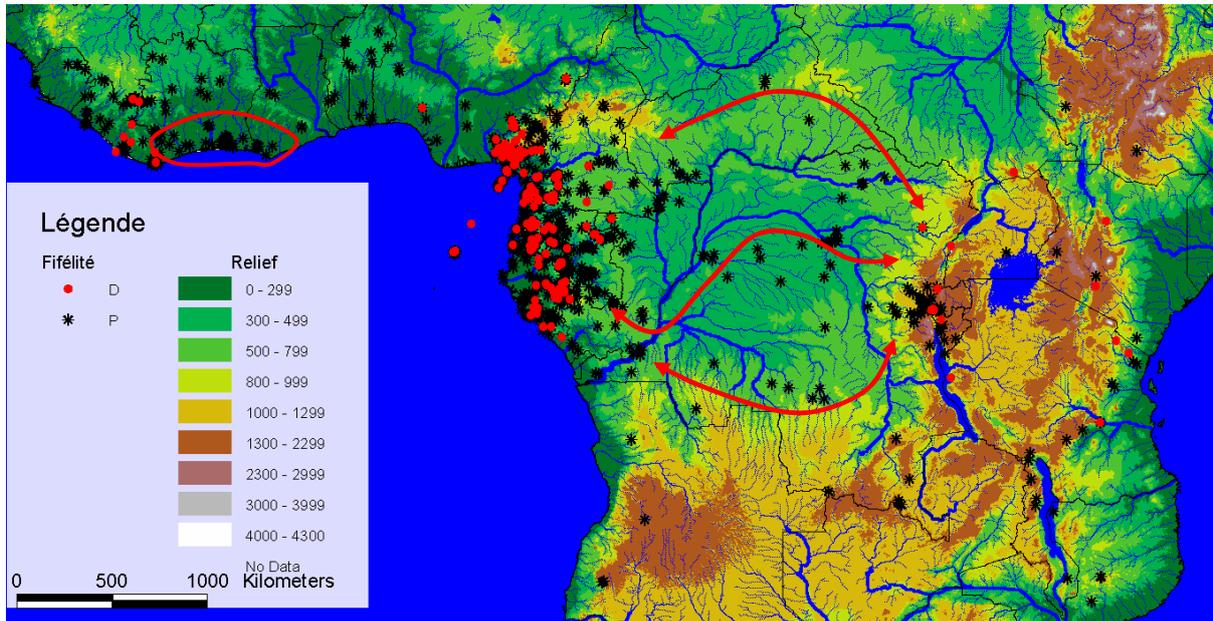


Fig.75 Stations à caractère véritablement submontagnard parmi les 3697 localités où ont été collectées des espèces submontagnardes. Les observations satellites, marginales et transgressives ont donc été supprimées. Les observations retenues représentent 428 stations submontagnardes dont 365 sont des points certains et précis (bon, 1845 observations), 46 sont des points légèrement douteux, soit quant au caractère submontagnard, soit quant à la précision des coordonnées (moy, 212 observations) et enfin 17 points représentant des populations relictuelles (rel, 30 observations).

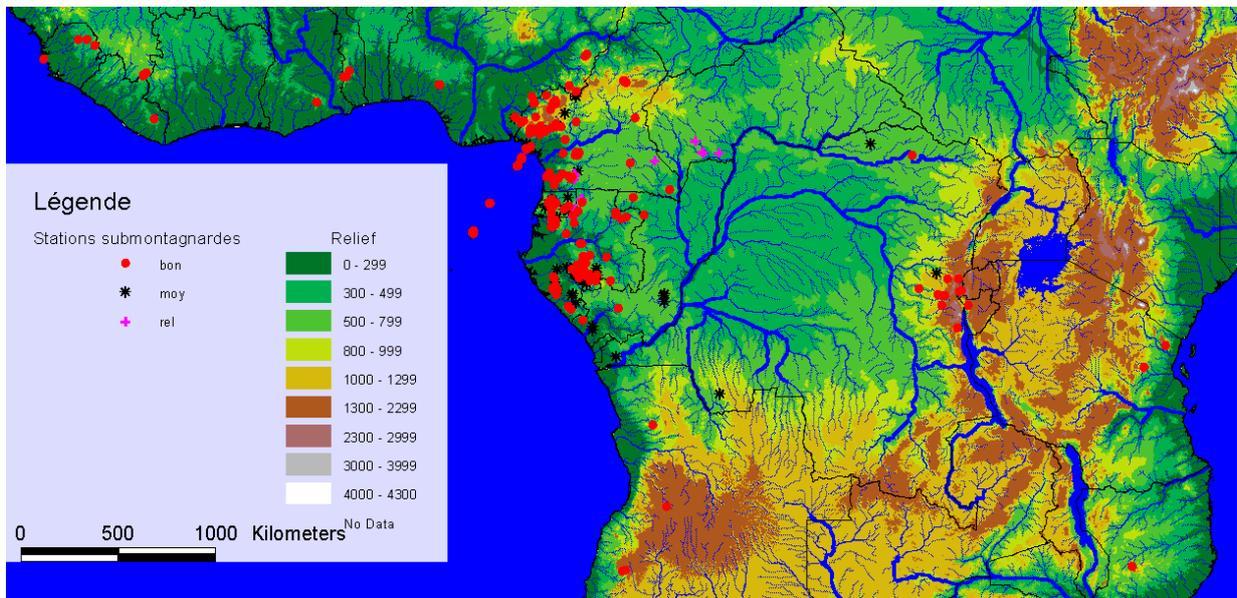
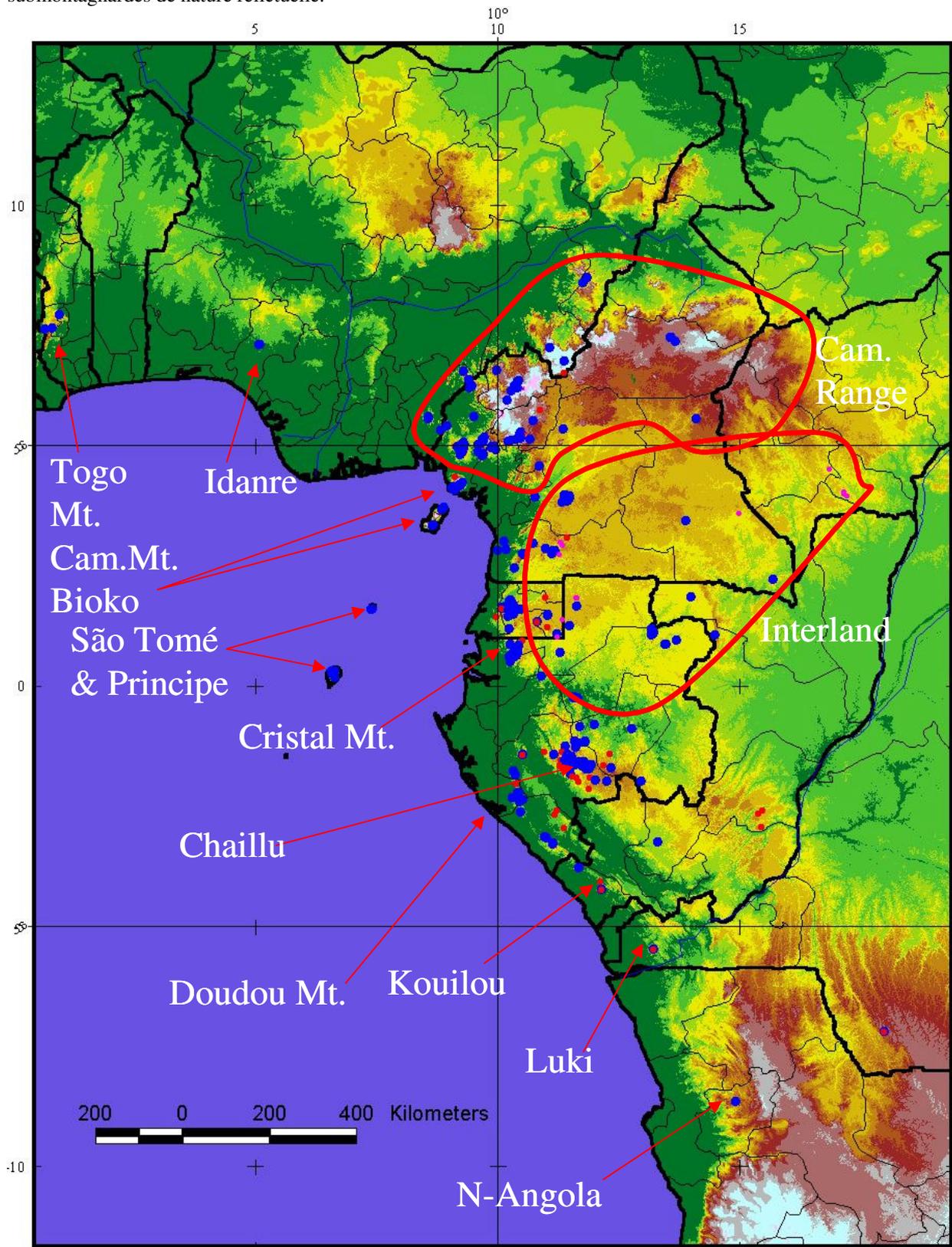


Fig.76 Localisation détaillée des 395 stations submontagnardes répertoriées en Afrique centrale atlantique, que nous avons étudiées plus en détail. Les principaux sites sont mis en évidence sur un fond de carte topographique. Les points bleus représentent les localités typiquement submontagnardes, les points rouges correspondent à des localités dont la nature submontagnarde est légèrement douteuse, et les points roses correspondent à populations submontagnardes de nature relictuelle.



IV.3.4 LOCALITÉS À CARACTÈRE RÉELLEMENT SUBMONTAGNARD

Parmi toutes les localités mises en évidence, certaines représentent donc des populations transgressives, marginales, satellites ou relictuelles. Des 3697 observations, 2087 points (à coordonnées GPS vérifiées) représentent véritablement des forêts submontagnardes et correspondent à 410 stations distinctes (coordonnées GPS différentes). On peut encore rajouter qu'en considérant toutes les espèces, c'est-à-dire également les espèces compagnes, on aboutit à 428 stations de forêt submontagnarde. Dix huit stations ont donc été considérées comme submontagnardes bien que seules des espèces non caractéristiques y aient été récoltées ou signalées. Dans ce cas, ce sont les informations fournies par le collecteur qui ont permis d'établir le caractère submontagnard de la station.

Les 428 stations submontagnardes sont représentées sur la *Fig.75*. Nous y avons distingué les points certains et précis (" bon ", 1845 observations dans 365 stations), les points légèrement douteux soit quant au caractère submontagnard soit quant à la précision des coordonnées (" moy ", 212 observations dans 46 stations) et enfin les points représentant des populations relictuelles (" rel ", 30 observations dans 17 stations). La majorité de ces stations submontagnardes se situent en Afrique centrale atlantique (395 stations, *Fig.76*) puisque c'est sur cette zone que nous avons focalisé notre attention. Il est probable que même pour la liste d'espèces retenues, bien plus de signalisations peuvent être trouvées dans les autres parties de la région guinéo-congolaise.

IV.3.5 INFLUENCE DES PARAMÈTRES ÉCOLOGIQUES SUR L'ALTITUDE DE L'ÉTAGE SUBMONTAGNARD

Il est généralement admis que les forêts submontagnardes se rencontrent à une altitude plus basse dans les régions tropicales humides plus proches de l'océan mais jusqu'ici aucune tentative n'a été réalisée à notre connaissance afin de vérifier et de quantifier cette remarque.

Nous avons déjà mentionné que pour la région de Monte Alén, il est frappant de constater que l'étage submontagnard se développe brusquement à partir de 700m d'altitude sur le flanc Ouest et à partir de 800-900m dès la seconde ligne de crête. La cordillère de Niefang qui traverse le Parc National de Monte Alén du NE au SO, se compose grossièrement d'une série de trois principales lignes de crêtes parallèles, dépassant les 900m, voire les 1200m pour la partie centrale la plus massive. Les premiers relevés submontagnards que nous avons réalisés dans le SO du Parc sont situés sur cette première ligne de crête. Lors de la mission suivante, nous avons poursuivi notre marche plus au cœur du massif de Monte Alén, en descendant le flanc sous le vent de cette première ligne de crête et en faisant l'ascension de celle qui suivait plus à l'Est. Lors de notre progression, nous n'avons pas remarqué de différence quant à la limite inférieure de l'étage submontagnard entre le versant au vent et sous le vent de la première ligne de crête. En revanche, moins de 5km plus vers l'Est, en escaladant la deuxième ligne de crête, une différence se faisait déjà ressentir. La même observation fut par la suite réalisée dans le NO du Parc, en situation homologue. Quant aux relevés et prospections effectués dans l'intérieur du Parc, dans le district oriental, ils ont toujours révélé un passage aux forêts de type submontagnard vers les 900m d'altitude.

En dehors de notre région, SOSEF & al. (2004) et GILLET & al. (2003ab) ont rapporté le développement de forêts submontagnardes à partir de moins de 500m, sur les crêtes littorales du Mayumbe gabonais (au SE du Gabon: Mayumba, Monts Doudou). Des limites inférieures similaires ont également été constatées sur les îles du Golfe de Guinée (Bioko, São Tomé et Príncipe) et dans le Kouilou congolais (*Fig.76*). Au SO du Cameroun, sur les quelques collines et crêtes situées dans le district littoral, nous avons même trouvé les traces de

communautés submontagnardes bien développées à partir de 300-400m d'altitude. Plus vers l'intérieur, dans le secteur continental, il semble qu'une transition vers les 900m soit la plus courante (Bélinga, région de Yaoundé, nombreux massifs de l'intérieur de la dorsale camerounaise).

En nous concentrant sur l'Afrique centrale atlantique, nous tentons ici de mettre en évidence ce phénomène sur base des données que nous avons réunies. A cette fin, il est nécessaire de connaître un maximum de localités pour lesquelles on connaît précisément l'altitude minimale d'apparition des communautés submontagnardes. Cette opération est réalisée en suivant le principe détaillé plus haut (IV.3.1.4). Au travers de l'ensemble de nos recherches bibliographiques et de nos recherches de stations submontagnardes, nous sommes parvenus à établir l'altitude minimale de l'étage submontagnard pour 71 localités en Afrique. Bon nombre de montagnes où on avait constaté l'existence de forêts submontagnardes n'ont pas pu être incluses par manque de données et donc de certitude quant à l'altitude minimale. De ces 71 points, nous ne retenons pour l'instant que ceux situés en Afrique centrale atlantique, soit 40 points.

Sur base des points retenus, est-il possible de mettre en évidence l'élévation de l'étage submontagnard à plus haute altitude dans les régions plus éloignées de l'océan ? La corrélation entre l'altitude minimale de l'étage submontagnard et la distance à l'océan est illustrée à la Fig.77. On constate qu'il existe effectivement une tendance au relèvement de l'étage submontagnard et que celui-ci est surtout marqué pour les régions situées au nord de la ligne d'inversion des saisons (2°N, C.WILKS, comm.pers.). A mesure qu'on s'éloigne de l'océan, l'air devient en effet de moins en moins chargé en humidité et par conséquent il devra s'élever plus haut avant d'atteindre l'altitude de condensation (ASHTON 2003). En outre, le caractère plus continental du climat va de pair avec des températures diurnes plus élevées (et une amplitude thermique journalière plus élevée) ce qui contribue également à l'élévation des étages.

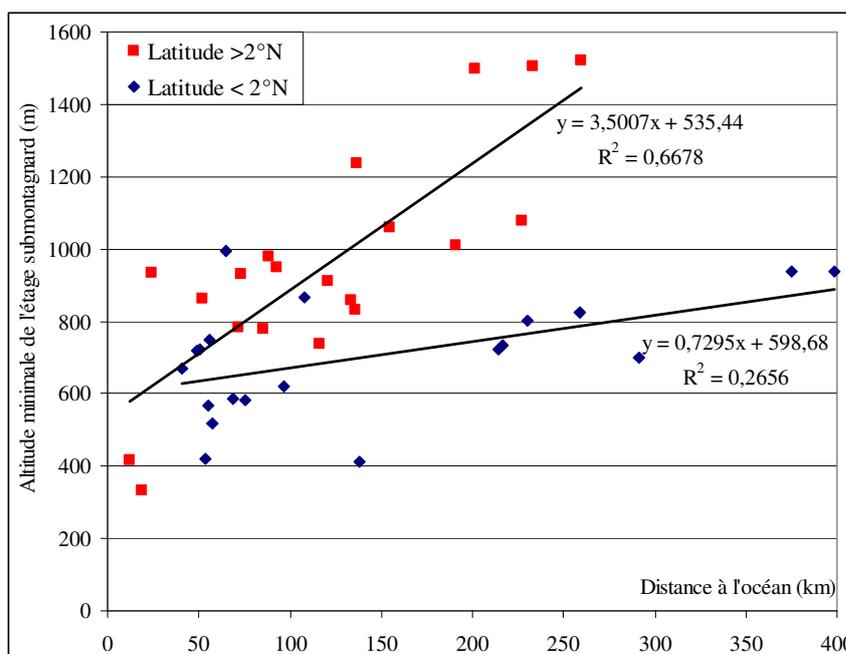


Fig.77 Altitude minimale d'apparition de l'étage submontagnard en fonction de la distance à l'océan et de la position par rapport à la ligne d'inversion des saisons (2°N). Les droites de régression ont été calculées séparément pour les points situés au nord et au sud du deuxième parallèle (2°N).

Par ailleurs, si on refait ces diagrammes en plaçant en x la position par rapport à l'équateur et en distinguant les points proches de l'océan des points éloignés, on remarque que le relèvement de l'étage submontagnard à distance croissante de l'équateur est très marqué pour les points éloignés de l'océan (Fig.78). La proximité de l'océan joue donc un rôle tampon par rapport à l'assèchement du climat (et à l'augmentation de sa saisonnalité) à distance croissante de l'équateur. Plus on s'éloigne de l'équateur vers le nord, plus le climat devient chaud et sec, à distance constante de l'océan, mais cette tendance est donc atténuée par la proximité à la source d'humidité.

Il est par contre plus difficile d'expliquer pourquoi cette tendance n'est pas la même dans l'hémisphère Sud. Nous ne voyons qu'une différence par rapport à l'hémisphère Nord, à savoir les upwellings côtiers (de mai à juillet) du nord de l'Angola (Cap Frio) jusqu'au Cap Lopez (pointe Ouest du Gabon) et le courant froid de Benguela qui y est associé (WAUTHY 1983, p.128). Ces courants froids ont pour conséquence un refroidissement de la couche basse atmosphérique qui se stabilise et continue à se refroidir parfois jusqu'à atteindre la saturation et des brouillards bas se forment. Il est probable que ce phénomène explique en grande partie la présence à plus basse altitude de groupements submontagnards au Sud du Gabon.

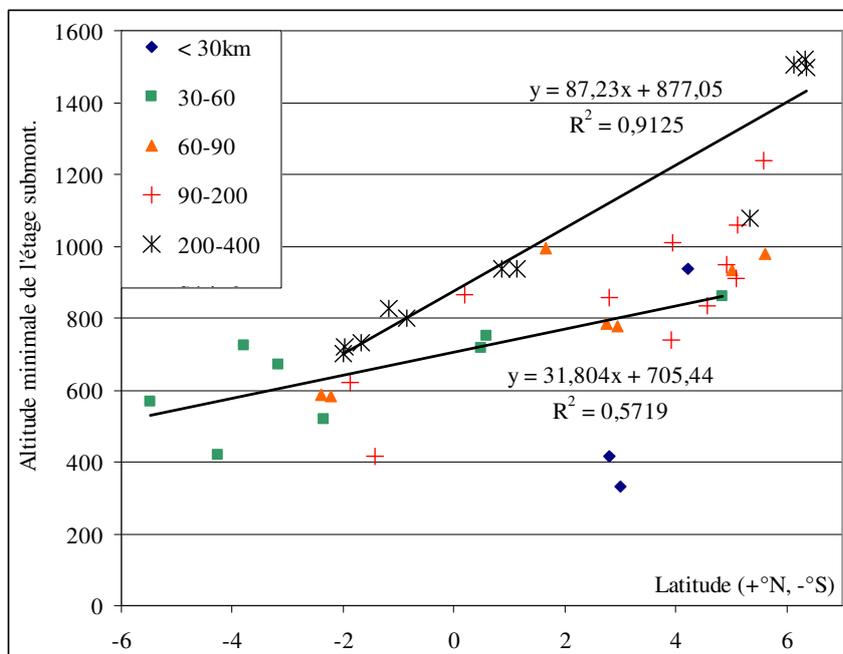


Fig.78 Altitude minimale d'apparition de l'étage submontagnard en fonction de la latitude et de la distance à l'océan. Les droites de régression ont été calculées pour les points à plus de 200km de l'océan et pour les points situés à plus faible distance de l'océan (30-60km).

Par ailleurs, on peut se douter que bien d'autres variables entrent en ligne de compte (cf. chapitre I.6.2). Par exemple, les localités où l'étage submontagnard se développe à plus haute altitude correspondent à celles de l'intérieur de la dorsale camerounaise. Il s'agit donc d'un massif bien plus imposant que les bastions du S-Cameroun au Gabon et il est possible qu'un effet d'élévation de masse puisse intervenir de manière plus forte. Ces régions ont par ailleurs fortement subi l'impact de l'homme et il est possible que l'altitude minimale de l'étage en ait été modifiée. Pour l'hémisphère Sud, les points distants de l'océan sont eux-aussi sur des massifs plus imposants.

L'étude plus détaillée de ces autres paramètres devrait faire l'objet de recherches entièrement dédiées à cette problématique, par le biais de nouvelles prospections sur le terrain, ciblées sur les espèces indicatrices que nous avons répertoriées et sur les paramètres environnementaux susceptibles de jouer un rôle. La synthèse des stations submontagnardes connues, illustrée à la Fig.75, et la carte de distribution potentielle, qui fait l'objet du chapitre suivant, peuvent servir de base à la sélection d'une série de localités à prospector en priorité.

IV.3.6 DISTRIBUTION POTENTIELLE DES FORÊTS SUBMONTAGNARDES

Il existe depuis plusieurs années une discipline qui se consacre à l'étude des aires de distribution potentielle d'espèces. Le principe est d'étudier la corrélation entre les variables environnementales correspondant aux localités connues pour une espèce donnée et de s'en servir pour cartographier l'ensemble des territoires que cette espèce serait susceptible d'habiter ou de coloniser. Ces études ont surtout été développées dans la problématique des espèces envahissantes (STOCKWELL & PETERS 1999), dans le but de déterminer les régions à surveiller.

Les écologistes ont ainsi développé des modèles statistiques divers (ANDERSON & al. 2003) en relation avec des SIG (Systèmes d'Informations Géographiques): GLM (Generalized Linear Model), GAM (Generalized Additive Model, GUIBAN & al. 2002), GARP (Genetic Algorithm for Rule-set Production, STOCKWELL & PETERS 1999), Point-to-Point similarity (SKOV 2002). Ces différentes méthodes peuvent être scindées en deux groupes selon que des données d'absence sont nécessaires ou pas. Ainsi certaines comme le GLM et GAM nécessitent des données d'absence, c'est-à-dire qu'il ne suffit pas savoir où l'espèce se rencontre mais où elle est vraisemblablement absente. Ce type de donnée fait typiquement défaut en forêt tropicale et c'est pourquoi d'autres méthodes, ne nécessitant pas ces données d'absence, ont été imaginées. Il s'agit notamment de GARP et de l'ENFA (Ecological Niche Factor Analysis, HIRZEL & al. 2002).

Le principe développé ici est de transposer cette méthode à l'étude de la distribution potentielle non plus d'une espèce mais d'un ensemble d'espèces appartenant à une même communauté végétale, voire à plusieurs communautés végétales homologues (ou synhomologues écologiques et systématiques, DE FOUCAULT 1993). Concrètement cela veut dire que les localités utilisées pour l'analyse sont précisément celles présentées à la *Fig.75*. La méthode utilisée pour calculer les cartes de distribution potentielle est celle décrite par HIRZEL & al. (2002), déjà utilisée dans plusieurs études (REUTER & al. 2003, etc.) et disponible avec le logiciel BioMapper 3.1 (HIRZEL 2004) ou dans le package Adehabitat de R.

L'ENFA est une variante de l'Analyse en Composantes Principales (ACP). Dans cette méthode, le premier facteur de l'ACP, appelé facteur de spécialisation, est modifié de manière à maximiser la spécialisation (*Fig.79*) pour toute variable de l'espace des variables écogéographiques tout en étant orthogonal au second facteur, appelé facteur de marginalité (*Fig.79*). Il est alors possible de calculer une marginalité et une spécialisation globales, calculées sur l'ensemble des variables écogéographiques.

L'ENFA permet de définir à partir de variables écogéographiques les principaux facteurs, ou axes de l'ACP modifiée, déterminant la distribution de l'espèce. Le choix du nombre de facteurs significatifs à utiliser pour la construction de l' " habitat suitability " (HS), c'est-à-dire la carte de distribution potentielle, peut se faire notamment par la méthode de " broken-stick distribution " (HIRZEL & al. 2002).

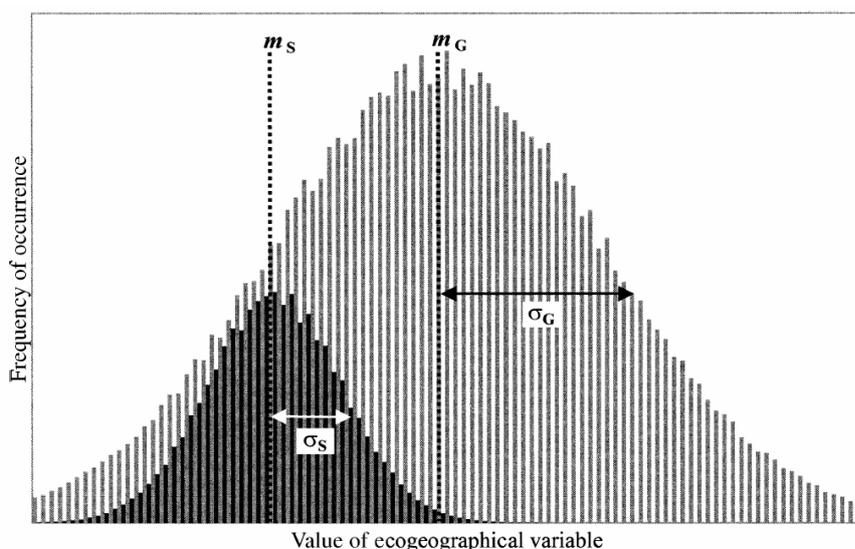


Fig.79 La distribution des valeurs d'une variable écogéographique quelconque observées pour une espèce donnée (histogramme noir) peut s'écarter de la distribution des valeurs obtenues pour l'ensemble des points du grid décrivant la variable en question (histogramme gris). L'écart entre les moyennes (m_s et m_g) définit la marginalité tandis que l'écart entre les déviations standards (σ_s et σ_g) définit le spécialisation. (HIRZEL & al. 2002)

IV.3.6.1 Variables environnementales utilisées

Les variables environnementales entrant en ligne de compte et pour lesquelles il est possible de trouver des données pour notre zone sont: l'altitude, la pluviosité et la saisonnalité du climat, la température, la distance à l'océan et la pression exercée par l'homme sur son environnement.

Le principal paramètre environnemental utilisé est l'altitude. Etant donné que la transition entre la végétation de plaine et les forêts submontagnardes se fait au travers d'un écotone très étroit (caractéristique largement confirmée par d'autres chercheurs), il est nécessaire de travailler avec un maximum de précision. Pour l'altitude, nous avons trouvé un grid (données matricielles) d'une part très précis et d'autre part bien plus correct (du moins pour notre zone) que le modèle numérique de terrain habituellement utilisé (cf. *Fig.4*). Pour l'ensemble des autres paramètres, les données sont nettement moins précises (mis à part la distance à l'océan) et ont été ramenées à la même résolution et à la même étendue que le grid d'altitude pour satisfaire aux exigences de BioMapper. Les grids créés sont projetés en équidistant azimuthal, système de projection conservant les distances, avec des pixels de 100m de côté et sur une étendue allant de 8° à 20° E et de 9°S à 10°N. Les grids relatifs à la pluviométrie et à la température ont été obtenus par interpolations spatiales dans ArcView 3.2 et particulièrement avec son extension Spatial Analyst.

Altitude: cf. II.3.1 et *Fig.4*

Distance à l'océan: calculée dans ArcView. Notons qu'il aurait été préférable de considérer non pas la distance minimale à l'océan mais la distance à l'océan dans la direction des vents dominants (N-NE) puisque celle-ci représente davantage la distance par rapport à la source d'humidité. Mais le calcul d'un tel grid est nettement plus compliqué, en tout cas à notre niveau.

Précipitations: nous avons utilisé le montant annuel des précipitations calculé sur base d'une moyenne des données issues de plus de 1000 stations météorologiques en Afrique (http://climate.geog.udel.edu/~climate/html_pages/download.html) pour les années 1990 à 1999.

Température: nous avons utilisé la température moyenne annuelle, sur base des mêmes sources que pour les précipitations.

Saisonnalité: nous avons utilisé le nombre maximum de mois secs consécutifs sur base des mêmes sources que pour les précipitations. Un mois sec est défini comme ayant un montant total des précipitations inférieur au double de la température moyenne du même mois.

Indice de continentalité: calculé sur base des mêmes sources que pour les précipitations, selon la définition de RIVAS-MARTÍNEZ & al. (2004, cf. I.5.2.4).

Indice d'impact humain: l'indice utilisé est celui publié par le Wildlife Conservation Society (WCS) et le Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) (http://www.ciesin.columbia.edu/wild_areas/).

Pour cette analyse, il est évidemment impératif que les points signalant la présence de communautés submontagnardes soient parfaitement localisés. Or il arrive fréquemment que les coordonnées, lorsqu'elles sont mentionnées, aient été obtenues par le collecteur à l'aide de documents cartographiques ou bien à l'aide d'un GPS mais où la capture des coordonnées n'est pas faite précisément à l'endroit de la collecte. Aussi, pour tous les points dont nous avons vérifié les coordonnées, nous avons ajusté celles-ci afin de les faire correspondre exactement avec la station et en particulier l'altitude mentionnée par le collecteur. A cette fin, nous nous sommes aidés du Modèle Numérique de terrain utilisé pour l'analyse. De cette manière, un herbier dont la collecte a été réalisée à 650m d'altitude selon le récolteur sera positionné à l'endroit exact de la localité mentionnée où le MNT indique 650m.

IV.3.6.2 Carte de distribution potentielle

L'ensemble des stations à caractère submontagnard évident, mises en évidence pour l'Afrique centrale atlantique, ont été introduites dans l'analyse avec BioMapper. Seules celles incluses dans l'étendue couverte par les grids décrits au chapitre précédent ont été prises en considération sauf pour celles provenant des îles du Golfe de Guinée, où nous manquons de données environnementales. Parmi les différents essais effectués, c'est l'algorithme basé sur la moyenne géométrique qui a donné les meilleurs résultats (*Fig.80*), bien que les différences entre méthodes et options testées soient minimales.

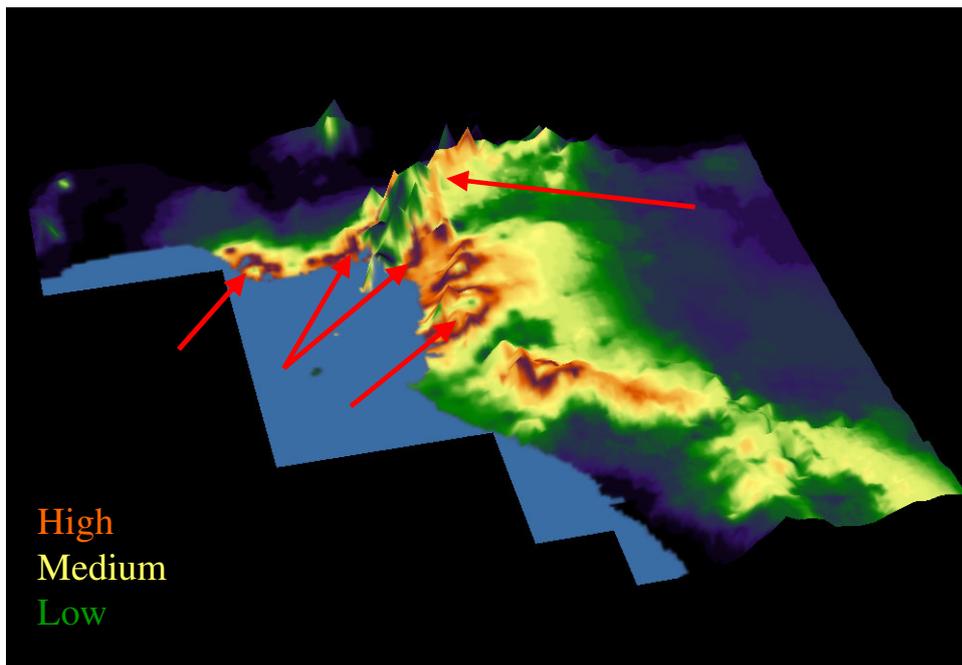
La "marginalité" obtenue est de 0,869 ce qui est assez élevé (valeurs habituelles comprises entre 0 et 1, rarement plus, HIRZEL & al. 2002) et indique que l'habitat potentiel de la communauté submontagnarde est relativement rare et contrasté dans le contexte de la zone envisagée. La "tolérance" (inverse de la spécialisation) signalée par BioMapper est de 0,385 ce qui est plutôt faible et indique que la communauté submontagnarde est marquée par une faible amplitude écologique. Ces communautés submontagnardes sont donc relativement confinées à un habitat bien précis qui de surcroît est rare. La méthode choisie pour la détermination du nombre de facteurs, obtenus par l'Ecological Niche Factor Analysis (ENFA), à inclure dans le calcul de l'Habitat Suitability (HS) a été déterminée sur base de la méthode du "broken-stick" (HIRZEL & al. 2002). Les facteurs retenus sont au nombre de deux.

On constate que les zones à forte probabilité de présence de communautés submontagnardes (*Fig.80*) apparaissent ici aussi à plus basse altitude à proximité de l'océan et remontent progressivement vers l'intérieur de la dorsale camerounaise. Les zones de plus forte probabilité apparaissant à basse altitude sont surtout concentrées dans le creux du Golfe de Guinée, là où les vents humides arrivent perpendiculairement aux côtes: au SE du Nigeria et au SO du Cameroun. Au niveau de la Guinée Equatoriale et du Gabon, les zones de forte probabilité (centrées sur Monte Alén et les Monts de Cristal) sont séparées par l'estuaire du rio Muni qui pénètre loin dans les terres, mais sont reliées par l'intérieur, en passant par la région de Nsork, au travers d'un chapelet d'inselbergs et de collines dispersés.

En y regardant de plus près, nous avons constaté qu'un certain nombre de nos points signalant la présence de stations submontagnardes tombent précisément en dehors de la zone de maximum de probabilité. Cette observation s'est répétée quelles que soient les options

utilisées dans BioMapper. Il semble que l'explication puisse tenir au fait que les diverses méthodes de calcul de distribution potentielle gèrent assez mal les phénomènes de compensation écologiques (voir le détail sur l'algorithme de BioMapper dans HIRZEL & al. 2002) et probablement qu'aucune méthode ne produira de résultats à la hauteur de nos espérances (HIRZEL, comm.pers.). Il était toutefois intéressant de soulever ce problème des compensations écologiques qui semble jusqu'ici ne pas avoir fait l'objet d'études spécifiques.

Fig.80 Vue en 3 dimensions du relief et des zones à forte probabilité de présence des communautés submontagnardes en Afrique centrale atlantique. La méthode utilisée est celle décrite par HIRZEL & al. (2002) avec l'algorithme de moyenne géométrique sur les deux principaux facteurs.



A défaut d'algorithme convenant à notre problématique, il est possible de procéder d'une autre manière pour obtenir une carte de distribution potentielle des communautés submontagnardes. En effet, on peut encore exploiter nos points décrivant l'altitude minimale de l'étage submontagnard, pour les localités où celle-ci a pu être déterminée. Le principe est d'interpoler ces valeurs d'altitude minimale pour tous les points compris entre ceux pour lesquels cette altitude est connue, en utilisant la fonction " Interpolate grig " dans ArcView. Comme nous disposons d'un nombre de points relativement bien répartis dans toute la zone envisagée, on peut considérer cette approche comme satisfaisante, en première approximation.

La procédure est la suivante. On a donc créé un grid décrivant en tout point l'altitude minimale de l'étage submontagnard. Ensuite, on utilise notre modèle numérique de terrain (MNT) pour calculer en tout point l'écart (en mètres) entre l'altitude réelle du pixel en question et l'altitude minimale de l'étage submontagnard. Les points où cet écart est négatif sont donc supposés trop bas que pour abriter des communautés submontagnardes développées.

Pour la majorité de l'Afrique centrale atlantique, où les sommets n'atteignent pas l'étage montagnard, tous les points où l'écart calculé est positif représentent des stations probables de

communautés submontagnardes. En revanche, pour les dorsales plus importantes, au Nord et au Sud du domaine, il existe un étage montagnard développé qui succède à l'étage submontagnard et il est donc nécessaire de trouver un moyen de délimiter l'intervalle d'altitude correspondant à la végétation submontagnarde uniquement.

On sait, d'après la multitude de travaux consultés (I.6), que dans les meilleures conditions (précipitations abondantes, 2000-3000mm/an), l'intervalle d'altitude de l'étage submontagnard ne dépasse pas les 500-700m. On sait aussi que cet intervalle diminue lorsque les conditions deviennent un peu moins favorables (probablement pas plus de 200-300m dans des régimes à précipitations inférieures à 1500mm/an). On a donc calculé un grid donnant en chaque point l'intervalle d'altitude probable pour l'étage submontagnard. Cet intervalle (i) a été calculé assez grossièrement sur base de la pluviométrie moyenne annuelle (P): $i = 600 \times (P/3000)$. En somme, on émet l'hypothèse que la pluviométrie résume de manière satisfaisante l'ensemble des facteurs qui interviennent, ce qui bien sûr est faux mais nous paraît suffisant en première approximation.

La carte obtenue est présentée à la *Fig.81*. Celle-ci met en évidence l'importance de la région de Monte Alén par rapport à la partie gabonaise des Monts de Cristal, qui abrite des forêts submontagnardes bien plus fragmentées et couvrant une bien moindre surface. On remarque aussi que le SO-Cameroun est encore plus riche en habitats propices au développement de l'étage submontagnard. Les études qui y ont été réalisées par TCHOUTO (2004) et VAN GEMERDEN & HAZEU (1999) indiquent clairement que ces communautés submontagnardes sont en tous points identiques aux nôtres. La région de Monte Alén se distingue toutefois par le fait que ces groupements sont absolument préservés de toute pression humaine, d'une part, en raison de la plus faible densité de population et, d'autre part, en raison de la politique du pays qui a déplacé l'ensemble des anciens villages aux abords des rares voies de communication. Les milieux forestiers sont par contre bien plus réduits au Cameroun, qu'il s'agisse des forêts de plaine ou des forêts submontagnardes.

A l'aide de l'extension Mila Utilities de ArcView, nous avons calculé la superficie totale des zones potentiellement caractérisées par des forêts submontagnardes. Nous obtenons pour l'Afrique centrale atlantique une valeur de 8876 km², soit à peine 4,85% de l'entièreté de zone envisagée.

Fig.81a Répartition probable des communautés submontagnardes (en rouge) sur base de 40 localités pour lesquelles l'étagement de la végétation est connu.

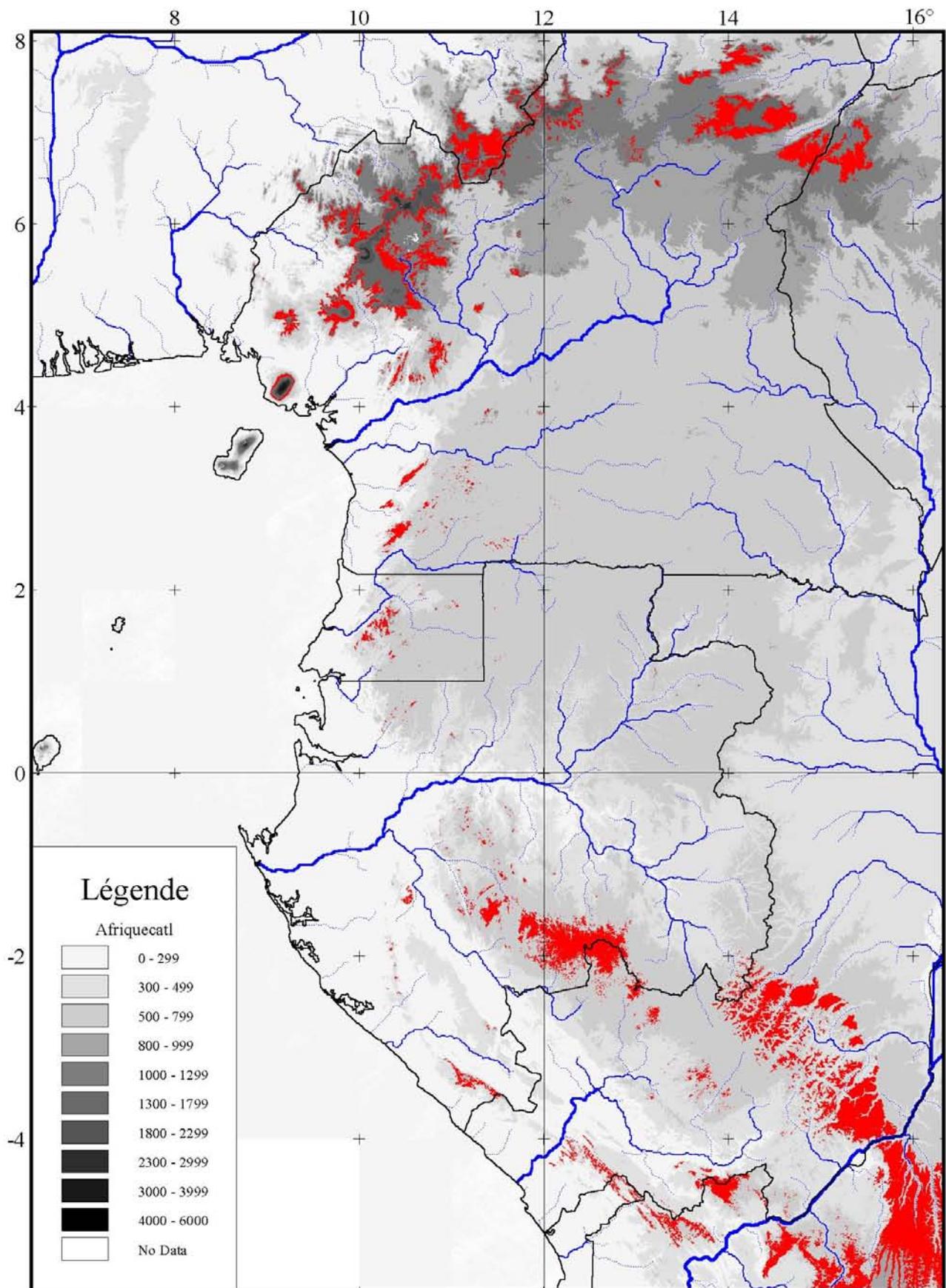


Fig.81b Agrandissement de la zone centrale avec les bastions atlantiques et les plateaux intérieurs.

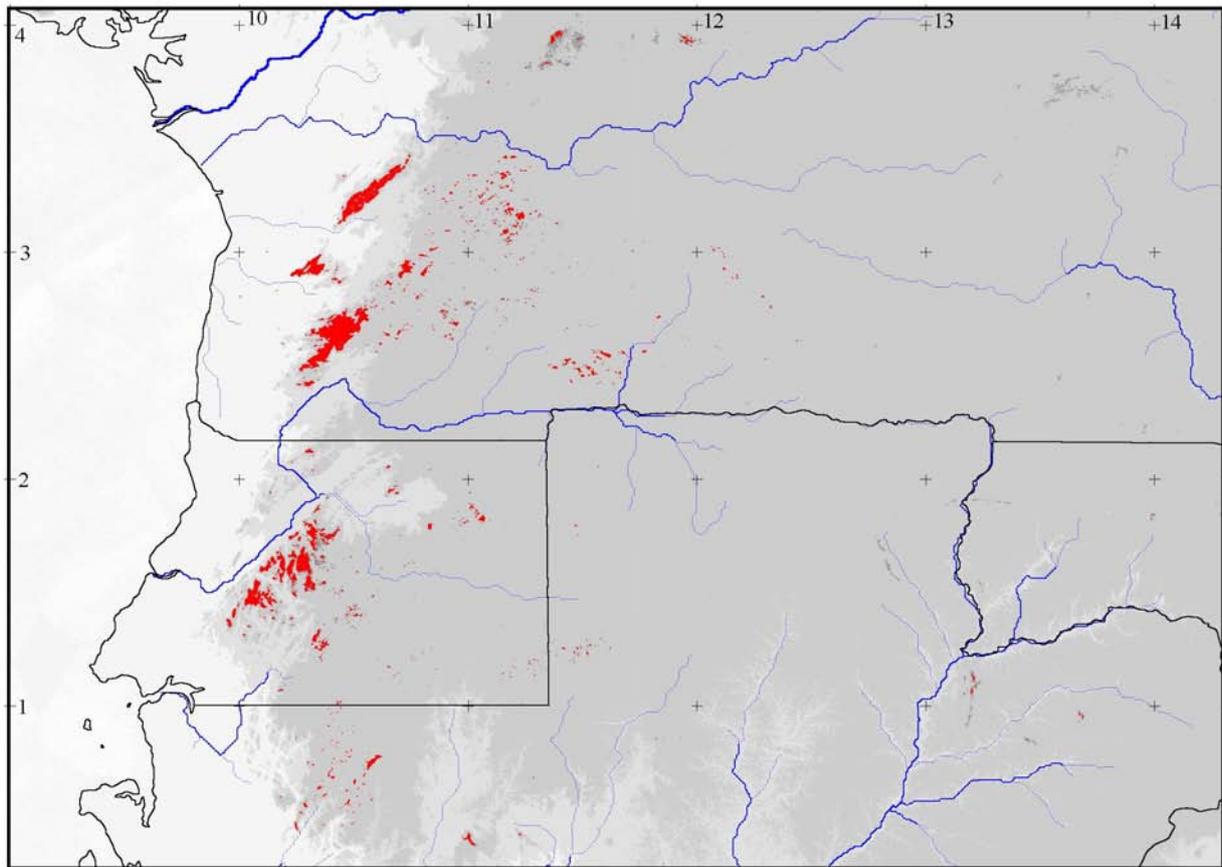
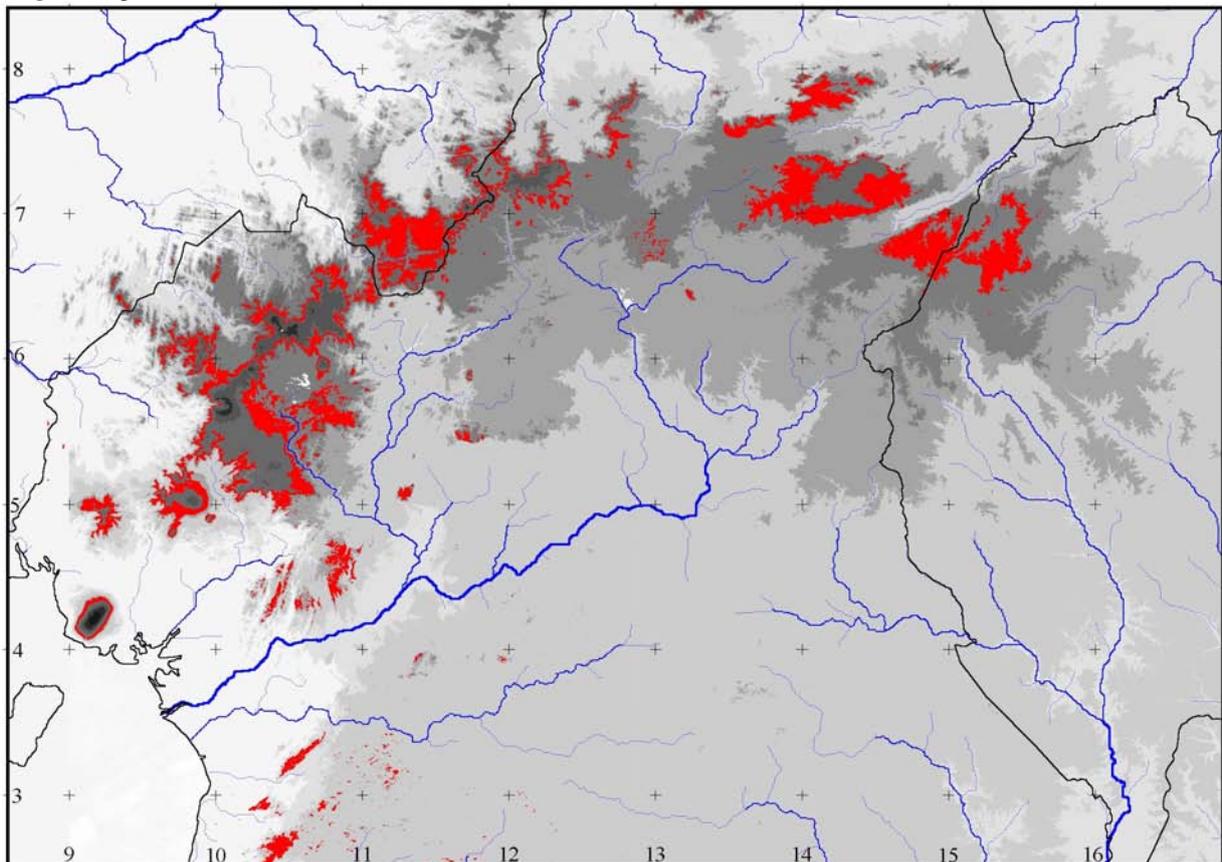


Fig.81c Agrandissement de la dorsale camerounaise.



IV.3.7 CONCLUSION ET REMARQUES SUR LES ÉTAGES ALTITUDINAUX

A la lueur de certaines remarques et observations qui ont été faites jusqu'ici, il nous semble utile de présenter quelques réflexions sur les groupements végétaux et les relations d'homologie qui unissent certains d'entre eux.

Nous avons été frappé, en parcourant la littérature ayant évoqué les forêts submontagnardes et en nous intéressant aux espèces citées, de constater que notre communauté submontagnarde se retrouvait pratiquement à l'identique, en tout cas avec de très fortes similitudes, aussi bien en Afrique de l'ouest (SCHNELL 1977) qu'en Afrique centro-orientale (région du Kivu) et en partie en Afrique de l'Est (LOVETT & WASSER 1993).

Dans tout le domaine bas-guinéen, on retrouve des communautés submontagnardes où toutes les espèces citées sont reprises dans notre propre liste d'espèces submontagnardes, c'est-à-dire qu'il s'agit de simples variantes de la même communauté ou tout au plus de communautés vicariantes très affines. Dans ce qui reste des forêts submontagnardes de la région du Kivu et du SO de l'Ouganda, on retrouve une majorité d'espèces communes avec notre communauté et celles qui en diffèrent sont alors bien souvent des espèces très affines de mêmes genres (homologies systématiques). Citons entre autres, notre *Rhaptopetalum depressum* (Scytopetalaceae) dont une des deux espèces les plus affines est *R. roseum* (Gürke) Engl., des forêts submontagnardes à *Pentadesma* de la Région du Kivu (LEBRUN & STORK 2003). Le *Pentadesma reyndersii* du Kivu rappelle quant à lui notre *P. grandifolia*. Pour les Rubiaceae, on trouvera dans l'étude de ROBBRECHT (1996) notamment des exemples de genres à distribution disjointe et centrée sur les zones de refuges forestiers, pour la plupart centrées sur les zones montagneuses. D'autres espèces encore, bien que non apparentées et parfois de familles différentes, présentent des homologies morphologiques étonnantes: par exemple entre certaines Orchidées et des *Peperomia* (*Stolzia peperomioides*).

Ces cas d'homologie (systématiques, morphologiques, etc.) entre espèces de groupements eux-mêmes homologues (synhomologues) ont par ailleurs déjà fait l'objet d'une discussion, notamment sur les étages supérieurs (subalpin), de la part de Bruno DE FOUCAULT (1993). SCHNELL (1952a, 1970 p.173) fait quant à lui allusion à ces homologies en parlant de vicariance de groupements, par analogie avec la vicariance d'espèces, et souligne les homologies écologiques et physiologiques entre vicariants géographiques. Outre les exemples cités par ces deux derniers auteurs, on trouve encore des exemples abondants pour tous les étages altitudinaux. Par exemple pour l'étage montagnard, les *Rhododendron* (Ericaceae) caractéristiques de l'Himalaya et des montagnes de la région indo-malaise ne se retrouvent pas en Afrique mais on note la présence au Kenya et au Ruwenzori d'un *Rapanea rhododendroides*, dont le nom traduit l'homologie morphologique. D'autres Ericaceae arborées se retrouvent très fréquemment dans cet étage montagnard comme le *Ficalhoa* en Afrique et d'autres genres encore sur les autres continents.

Certains genres se retrouvent même parfois au-delà du continent africain, cités comme genres caractéristiques de forêts submontagnardes: les *Garcinia* et *Syzygium* de manière globale, ainsi que les *Parinari*, *Peperomia*, *Cyathea*, *Lobelia*, *Grammitis*, *Hymenophyllum*, *Elaphoglossum*, *Marattia*, etc. (MUELLER-DOMBOIS & FOSBERG 1998). Bien sûr, tous ces genres sont aussi connus dans les forêts de plaine, mais il est tout de même surprenant que parmi la multitude de genres peuplant ces forêts de plaine ce soit si souvent les mêmes qui aient développé des espèces submontagnardes. Par ailleurs, lorsqu'il ne s'agit pas de mêmes genres, ceux-ci sont bien souvent de mêmes familles comme les *Clusia* (Clusiaceae) en Amérique, les *Metrosideros* (Myrtaceae) en Asie et en général les Sapotaceae (*Northea* aux Seychelles, etc.), Araliaceae, Peperomiaceae, Myrsinaceae, etc. Même lorsqu'il n'y a pas

d'homologie systématique flagrante, on trouve au moins un grand nombre d'homologies physiologiques.

Il est aussi particulièrement frappant de constater que sur les trois continents et au-delà, dans les îles tropicales des trois océans, il existe toujours une majorité d'espèces des étages d'altitude qui présentent des disjonctions écologiques avec les forêts marécageuses, hydromorphes ou de mangroves, pour les étages hygrophiles (submontagnard et montagnard inférieur), ou avec les fourrés littoraux sur sols acides ou ultramafiques, pour les étages supérieurs secs (montagnard supérieur et subalpin). Dans le premier cas, il s'agit souvent d'espèces appartenant aux genres *Syzygium*, *Pandanus*, *Carapa*, *Mitragyna*, *Tarrietia* (massif du Ziam, proche des *Heritiera* caractérisant les forêts littorales et de mangrove), etc. (cf. IV.1.8 pour d'autres exemples africains). Ce fait a déjà été soulevé par SCHNELL (1952a, p.337) qui parle d'espèces bipolaires montagnardes et côtières. Dans le second cas, il s'agit souvent d'Ericaceae (OLIVER 1994, JAFFRÉ 1993, ASHTON 2003) et d'autres espèces à port éricoïde comme pour les Heath-like scrub en Angola (AIRY SHAW 1947) et les Epacridaceae en Asie du SE et dans les îles polynésiennes (MUELLER-DOMBOIS & FOSBERG 1998). JAFFRÉ (1993) cite encore les Myrtaceae, Proteaceae et divers gymnospermes.

On retrouve aussi partout des cas, non plus de disjonctions écologiques similaires, mais d'homologies écologiques ou dynamiques similaires (DE FOUCAULT 1993): par exemple les Cecropiaceae (*Musanga* en Afrique et *Cecropia* en Amérique du Sud et Centrale) et *Macaranga* qui constituent des communautés pionnières de plaine et des communautés pionnières de montagne (*Musanga leo-errerae*).

La synhomologie entre les étages alpins des différentes régions tropicales est elle-aussi troublante, comme nous l'évoquions dans l'introduction (I.6). Les cas de gigantisme s'observent surtout dans la famille des Asteraceae (*Espeletia*, séneçons arborescents, *Argyroxiphium*) et des *Lobelia* arborescents (ordre des Asterales) existent sur de nombreuses montagnes de par le monde, parfois très isolées depuis leur naissance (cf. îles Hawai'i). Tout ceci nous amène à l'inévitable question de la mise en place de ces flores d'altitude.

Ces aspects de la mise en place des groupements orophiles ont été synthétisés et discutés par SCHNELL (1970). Afin d'expliquer les homologies systématiques entre massifs montagneux éloignés et le fractionnement actuel de la flore montagnarde, plusieurs hypothèses ont été avancées. Ces hypothèses ne se limitent bien sûr pas qu'à la flore montagnarde mais entrent également en ligne de compte pour tous les autres exemples de flores à aire disjointe comme les mangroves, les flores sèches, etc. SCHNELL (1970) insiste d'ailleurs plusieurs fois sur l'identité remarquable d'une flore marécageuse à très large répartition fortement morcelée.

Parmi les hypothèses avancées, il y a la possibilité de transports de diaspores à grande distance, sur des milliers de kilomètres. Si ce type de transports est techniquement possible grâce aux vents, ouragans, courants marins, etc., la probabilité d'une installation effective de la diaspore dans sa terre d'accueil est plus ou moins faible selon l'étendue des habitats colonisables et leur degré d'occupation. Par exemple, pour les habitats montagnards, qui ne représentent qu'une très faible superficie, ce type d'événement peut être considéré comme très rare même à l'échelle des temps géologiques. Elle augmente toutefois pour les massifs situés sur des îles isolées ou à volcanisme actif et pour lesquelles les rares arrivées ont plus de chance de donner lieu à une installation effective, par suppression du problème de la compétition. Ce type de phénomène joue donc un rôle certain mais est de toute évidence de second ordre et ne peut en aucun cas expliquer à lui seul une telle abondance des homologies taxonomiques.

En raison du rôle mineur des transports à grande distance, une deuxième hypothèse fait appel à la notion de migration. Un certain nombre de voies de migration possibles entre massifs actuels ont ainsi été évoquées, notamment entre la région holarctique et la région abyssine via les massifs du Dar Four et du Kordofan, ou encore entre l'Himalaya et les îles malaise via des chaînes montagneuses actuelles ou anciennes. Dans tous les cas, il n'est pas vraisemblable d'envisager des voies migratoires sans interruptions et les transports à moyenne distance ont donc leur importance. En outre, la diminution des températures lors d'épisodes glaciaires a sans aucun doute permis une extension des zones relais et une diminution des intervalles qui les séparent, favorisant de manière intermittente les échanges.

Cette théorie des migrations par bonds entre relais, montagneux ou submontagneux, peut prendre une importance considérable si on suppose que d'autres types d'habitats ont pu jouer, et jouent encore, le rôle de relais entre massifs montagneux ou submontagneux. Nous avons en effet expliqué plus haut que, selon nous, la présence de nombreuses espèces à disjonction écologique, à la fois submontagnardes et des milieux hydromorphes, devait avoir au moins en partie une explication écologique, par phénomène de compensations écologiques, et pas uniquement une explication historique, lors d'épisodes glaciaires. Nous avons aussi montré que ces cas de transgressions écologiques étaient surtout fréquents vers les zones supposées avoir été des refuges forestiers fluviaux lors des phases glaciaires ce qui laisse supposer que l'abaissement des températures a pu amplifier ce phénomène de transgression écologique jusqu'à créer de véritables voies de migrations notamment entre le versant Ouest de la dorsale Kivu et les reliefs et hauts plateaux d'Afrique centrale atlantique.

Pour les espèces des étages montagnards secs, notamment l'étage montagnard supérieur et subalpin, nous savons par contre qu'elles effectuent surtout des transgressions écologiques non pas vers les milieux hydromorphes mais plutôt vers d'autres milieux azonaux tels que dalles rocheuses, inselbergs, roches ultramafiques, milieux secondaires, etc. Lors de refroidissement climatique, ces phénomènes de transgression ont eux-aussi pu être amplifiés, permettant un plus haut taux de survie de ces plantes dans les relais azonaux secs de plaine. Ceci pourrait expliquer en partie l'affinité indéniable entre les forêts submontagnardes sèches ouest-africaines et est-africaines (cf. LOVETT & WASSER 1993, SCHNELL 1952ab).

Nous pensons donc que certains habitats azonaux de plaine peuvent constituer des relais permanents (surtout pour les étages humides) entre massifs montagneux et que le flux de migration est amplifié lors d'épisodes glaciaires.

La troisième hypothèse semble avoir une importance privilégiée dans l'exposé de SCHNELL (1970). Celle-ci consiste à envisager les flores montagnardes et submontagnardes actuelles comme résultant en partie de l'évolution d'une flore ancienne, archéotropicale, remontant au début du Tertiaire, avant le détachement et la dérive des continents. Dans ce cas, les espèces montagnardes actuelles peuvent être soit des reliques ou des descendants d'espèces montagnardes anciennes, soit des espèces ayant à plusieurs reprises, en des régions différentes, évolué à partir d'espèces de plaine apparentées entre elles et présentant certaines prédispositions à la spéciation aux habitats d'altitude (KESSLER & al. 2001). On constate en effet que plusieurs grandes familles d'espèces submontagnardes sont relativement proches phylogénétiquement: par exemple les Chrysobalanaceae, Clusiaceae et Euphorbiaceae sont des Malpighiales, les Myrtaceae et les Melastomataceae sont des Myrtales, les Ericaceae, Myrsinaceae, Balsaminaceae, Theaceae, Ebenaceae et les Sapotaceae sont des Ericales, les Annonaceae et Magnoliaceae sont des Magnoliales.

En conclusion, les mécanismes ayant conduit à la distribution actuelle des flores montagnardes et à leur affinité floristique sont multiples et complexes. Notre étude aura permis de mettre en lumière le rôle possible des compensations écologiques et des relais azonaux de plaine ainsi que l'importance des forêts submontagnardes pour leur étude.

IV.4 Phytogéographie de la région guinéo-congolaise

IV.4.1 BASES DU SYSTÈME PHYTOGÉOGRAPHIQUE

Au cours des chapitres précédents (IV.1, IV.3), des considérations ont été émises à propos de certaines entités phytogéographiques encore méconnues, à savoir les forêts littorales, les forêts biafréennes (dites à Césalpiniacées) et les forêts submontagnardes. Le but du présent chapitre est de replacer ces entités dans le système phytogéographique actuel et de discuter ce système à la lueur de nos observations, tout en mettant en évidence les homologues avec la phytosociologie.

D'un point de vue phytogéographique, ces différentes entités sont toutes incluses dans la région guinéo-congolaise, qui a été décrite par de nombreux auteurs et dont WHITE (1979) a fait une synthèse. Ce dernier rejette l'idée d'une classification hiérarchique et parle plutôt de centre d'endémisme guinéo-congolais, ce qui ne l'empêche pas de subdiviser ce centre en trois sous-centres. Pour des raisons qui ont été débattues plus haut (II.5), nous préférons pour notre part revenir à une classification hiérarchique selon le système de Braun-Blanquet (1919, in ROISIN 1969).

La région guinéo-congolaise correspond à l'unanimité (bien que certains comme WHITE, 1979, ne l'avouent qu'à moitié) à l'ensemble physionomique que constituent les forêts denses tropicales sempervirentes et semi-décidues. Ce vaste massif forestier a été subdivisé phytogéographiquement en sous-régions, domaines, secteurs et districts au travers de nombreux travaux souvent réalisés à l'échelle d'un pays: AUBRÉVILLE (1962), CABALLÉ (1978) et BRUGIÈRE (1998) pour le Gabon, LETOUZEY (1968) et GARTLAN (1989) au Cameroun, SENTERRE (2001) pour la Guinée Equatoriale, DESCOINGS (1975) et KIMPOUNI & al. (1992) au Congo Brazzaville, et d'autres plus nombreux pour la République Démocratique du Congo, LÉONARD (1965b), TROUPIN (1966), Duvigneaud (1952, in SCHMITZ 1988). En Afrique de l'ouest, où la destruction massive des forêts denses rend la tâche plus compliquée, les aspects phytogéographiques ont été discutés par SCHNELL (1952ab) et AUBRÉVILLE (1958). D'autres régions, moins fortement concernées par les forêts denses ont été envisagées par d'autres encore, notamment BOULVERT (1986) en RCA.

Certaines synthèses ont déjà été tentées: LEJOLY (1996) et MALEY (2001) pour l'Afrique centrale, MALEY & BRENAC (1987) pour le Cameroun et le Nigeria. Ceux qui ont étendu leurs considérations à l'échelle du massif guinéo-congolais tout entier sont notamment LÉONARD (1965b), AUBRÉVILLE (1962), SCHMITZ (1988), TROUPIN (1966), etc.

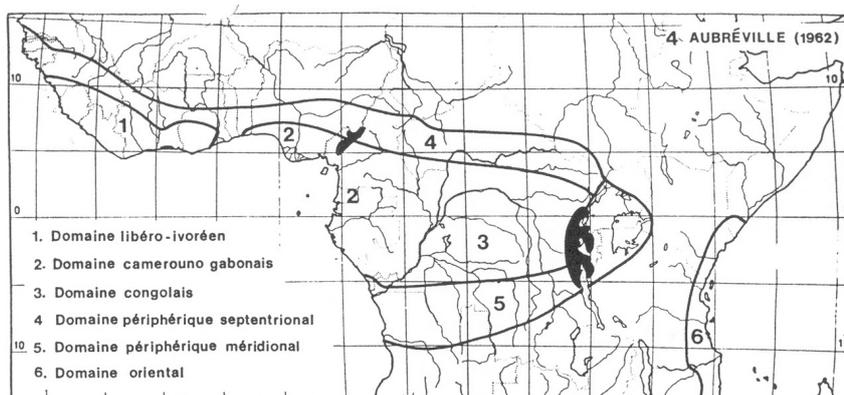
Nous avons récemment repris les synthèses de MALEY & BRENAC (1987), MALEY (2001) et de LEJOLY (1996) sur l'Afrique centrale (correspondant au domaine bas-guinéen) en complétant le statut phytogéographique des entités d'ordre inférieur au domaine (SENERRE & al. 2004). Notre synthèse s'était aussi inspirée des travaux précités au Gabon, au Cameroun et en Guinée Equatoriale. La limite Est des forêts biafréennes de Letouzey avait été modifiée par rapport à la carte de MALEY (2001).

Sur base de nos études en Guinée Equatoriale et des réflexions qui en sont issues, il est possible de reprendre notre synthèse de 2004. La particularité de la Guinée Equatoriale, et de l'Afrique centrale atlantique en général, est d'être dans la partie du massif guinéo-congolais la plus appropriée pour l'observation de la variabilité des types forestiers à distance croissante de l'océan. Les forêts denses du massif ouest-africain sont d'une part plus sèches et d'autre part ont été très largement détruites (POORTER & al. 2004). Quant aux forêts congolaises, elles sont positionnées au cœur du continent et sont soumises à un régime climatique particulier.

Avant de détailler les entités infra-domaniales évoquées ci-dessus, il convient de poser les bases du système tel que nous le voyons. Nous avons vu au chapitre I.5.2.1, que WHITE (1979) a subdivisé la région guinéo-congolaise en trois sous-centres d'endémisme qui correspondent généralement à des domaines pour les adeptes des classifications hiérarchiques. Parmi la multitude de noms donnés à ces trois entités, nous avons préféré retenir ceux de WHITE qui sont maintenant les plus largement admis, et à juste titre nous semble-t-il, mais en leur redonnant leur statut hiérarchique (SENTERRE & al. 2004). Par ailleurs, le choix de WHITE (1979) d'exclure de la région guinéo-congolaise les massifs de forêts denses de la côte orientale africaine ne nous satisfait pas pleinement et nous semble en tout cas prématuré. Rappelons que les taux d'endémisme qu'il considère pour son argumentation ne sont calculés que sur un nombre relativement faible d'espèces (288), réparties dans seulement 11 familles et qu'il n'a pas non plus tenu compte des espèces différentes mais pourtant très affines. Aussi, nous préférons nous rattacher à des avis antérieurs tels que MONOD (1957), TROUPIN (1966), AUBREVILLE (1962) et LÉONARD (1965b), qui y avaient vu en majorité un domaine au même titre que les autres. Lorsque les flores seront mieux connues, et en tout cas mieux étudiées, il sera peut-être possible d'en faire une sous-région homologue à l'ensemble des trois autres domaines (comme le proposait LÉONARD 1965b). En attendant, nous avons donc les quatre domaines suivants pour la région guinéo-congolaise:

Fig.82 Les quatre domaines de la région guinéo-congolaise et les zones de transition soudano-zambésiennes (4 et 5).
d'après AUBREVILLE (1962)

- 1-domaine haut-guinéen (HG)
- 2-domaine bas-guinéen (BG)
- 3-domaine congolais (C)
- 6-domaine oriental (O)



IV.4.2 PHYTOCHORIES INFRA-DOMANIALES

IV.4.2.1 Caractérisations des phytochories bas-guinéennes

Au sein du domaine bas-guinéen, la synthèse des travaux cités au début de ce chapitre, et en particulier les cartes publiées par CABALLÉ (1978), nous ont amenés à adopter un secteur continental (BGC) et un secteur atlantique (BGA), à l'intérieur duquel nous distinguons encore un district littoral (BGALit) et un district oriental (BGAOr). La caractérisation floristique et phytogéographique de ces différentes entités avait été donnée de manière assez superficielle car sur base des données de transects de type forestier (SENTERRE & al. 2004). La présente étude est largement plus fouillée au niveau des données de base et aussi au niveau de leur analyse phytogéographique, de sorte que nous avons pu mettre en évidence un plus grand nombre d'indicateurs floristiques (cf. *Tab.32*) et chorologiques (chapitre IV.1).

Les principaux critères résumés au *Tab.71* permettent de définir clairement d'une manière chorologique les différentes entités phytogéographiques du domaine bas-guinéen.

Le secteur atlantique est caractérisé par 26 à 32% d'espèces endémiques ou plutôt sub-endémiques (cf. I.5.2.1).

Le secteur continental, représenté par les communautés étudiées au Dja (Cont), ne possède pour ainsi dire pas d'élément propre et se distingue surtout de manière négative, par l'absence de l'élément atlantique, mais aussi par l'importance des espèces à large distribution.

Au niveau infra-sectoriel, le district littoral, représenté par les communautés LitCotCol et LitCotBas, se caractérise par un élément propre représentant 18,5% tandis que le district oriental (communauté OrTyp) est encore une fois distingué de manière négative, via l'absence de l'élément littoral.

Tab.71 Principales distinctions chorologiques entre les différentes entités phytogéographiques incluses dans le domaine bas-guinéen. Les valeurs affichées sont issues des *Tab.40* (pour le BGALit: Ndoté + Mte. Bata) et *41*: les communautés considérées pour le BGALit sont LitCotCol et LitCotBas, celle considérée pour le BGAOr est OrTyp et celle considérée pour le BGC est Cont, selon la codification des communautés donnée au chapitre III.1.1.2 (*Fig.45*). Le taux de sub-endémisme de district est calculé de la manière suivante: taux d'espèces BGALit + GLit pour le district BGALit ; taux d'espèces BGAOr pour le district BGAOr ; taux d'espèces BGC pour l'unique district du BGC. Le sub-endémisme de secteur est calculé en faisant la somme des éléments chorologiques de niveau inférieur ou égal au secteur: par exemple BGA + BGALit + BGAOr pour le secteur BGA. Les espèces dites à large distribution sont les PRA et les GCp.

*Valeur observée pour les forêts sous influence littorale; les forêts purement littorales sont moins riches en genres paucispécifiques.

	sub-endémisme de district (%)	sub-endémisme de secteur (%)	% d'espèces à large distribution	nombre de genres paucispécifiques
•secteur BGA				
-district BGALit	18,5	31,6	4	78*
-district BGAOr	2,6	26	4	60
•secteur BGC	1,9	1,9	14,2	47

IV.4.2.2 Refuges de pied de massifs montagneux

Pour ce qui est des autres communautés zonales définies dans notre étude, situées au pied et juste derrière la première ligne de crête à l'Ouest de la cordillère de Niefang, elles présentent des caractéristiques chorologiques intermédiaires traduisant leur rôle de transition. Ces communautés sont celles que nous avons qualifiées de " sous influence littorale/orientale ": LitInflBas, LitInflCol et OrInfl. Du point de vue de leurs affinités floristiques, elles sont aisément rattachées au district oriental (cf. *Fig.45*).

Ces types forestiers, d'altitude moyenne et à cheval sur un des principaux refuges forestiers montagnards du pléistocène, les Monts de Cristal, présentent toutefois certaines caractéristiques remarquables. Nous y avons en effet répertorié un nombre relativement important d'espèces très rares, connues de seulement quelques localités bien souvent en situation similaire (zones refuges de Korup et du Gabon). C'est le cas notamment de la seconde espèce, et second genre, de Vochysiaceae décrite en Afrique, *Korupodendron songweanum* (SENTERRE & OBIANG 2005), qui n'était jusqu'ici connue que de quelques individus sur les pentes rocheuses des régions de Korup, au Cameroun (LITT & CHEEK 2002), et au Nord des Monts de Cristal gabonais (SUNDERLAND & al. 2004).

Par ailleurs, la majorité des espèces que nous soupçonnons être nouvelles pour la science sont originaires de ces communautés, et parmi celles-ci certaines présentent des caractéristiques extraordinaires comme par exemple un *Garcinia* à nervation de Melastomataceae (cf. Photo.2b, p.117). Nous avons aussi montré que ce sont parmi ces communautés que nous retrouvons de loin le plus de genres paucispécifiques et, pour les plantes du sous-bois, le plus d'espèces des guildes PS et GS.

Par conséquent, il est évident que ces forêts zonales de transition doivent leur particularité à leur position privilégiée par rapport aux zones de refuges forestiers du Quaternaire. L'évaluation de leur statut phytogéographique et de leur distribution géographique est

particulièrement difficile étant donné que leur élément propre, à caractère typiquement relictuel, est forcément très mal connu: comme nous l'avons dit la plupart des espèces que nous suspectons être caractéristiques de ces forêts sont très rares.

La particularité remarquable de ce type de refuge forestier est de ne pas être à caractère typiquement azonale, contrairement aux refuges montagneux (SOSEF 1996) et aux refuges fluviaux ou côtiers²³ (ROBBRECHT 1996, MALEY 1996). Cette remarque, que nous semblons être les premiers à faire, est très importante car elle implique que de tels refuges, que nous pourrions qualifier de "refuges de pied de massifs montagneux", aient pu être les plus importants pour la conservation, ou la survie, de certaines espèces de types forestiers humides zonaux, par exemple celles de forêts denses humides de terre ferme antéglaciaires.

La particularité de notre dispositif d'étude, qui consiste à avoir fait des relevés complets le long d'un gradient allant des probables refuges côtiers aux refuges submontagnards en l'espace de quelques dizaines de kilomètres, a en effet permis de montrer que les indicateurs de zones refuges (guildes PS, GS, genres paucispécifiques, etc.) sont largement plus abondants dans ces refuges de pied de massif que dans ceux à caractère submontagnard ou côtier. On aurait donc eu²⁴:

- 1-des refuges forestiers montagneux, pour les espèces montagnardes et submontagnardes,
- 2-des refuges fluviaux, pour les espèces des forêts hydromorphes, montagnardes et submontagnardes,
- 3-des refuges littoraux, probablement pour des espèces submontagnardes et peut-être en partie pour des espèces de forêts de terre ferme,
- 4-des refuges de pied de massifs montagneux, pour des espèces d'anciens types forestiers zonaux comme les forêts denses humides de terre ferme

Ces refuges de pied de massifs ont probablement été un peu plus rares que les refuges (sub)montagnards auxquels ils sont associés. En effet, ceux-ci ne bénéficiant pas de l'humidité des brouillards bas mais seulement de leur rôle protecteur contre le rayonnement solaire, pourraient avoir nécessité pour leur existence un minimum de précipitations, c'est-à-dire qu'ils n'auraient été développés que dans les régions restées les plus humides comme le cœur du Golfe de Guinée et peut-être le flanc occidental de la dorsale Kivu. On sait par contre que de petits refuges montagnards ont pu exister dans des régions un peu moins humides comme l'intérieur du Gabon et du Cameroun. D'autre part, la superficie de ces refuges de pied de massif a très certainement été bien inférieure à celle des autres types de refuges. Par conséquent, il est normal, selon notre hypothèse, que bon nombre d'espèces de forêts denses humides de terre ferme, n'ayant que ces pieds de massifs pour principal refuge, aient disparu progressivement lors des glaciations successives, exterminant ainsi des lignées entières en ne laissant que les rares survivants qui nous permettent aujourd'hui d'identifier ces fameux refuges.

Il est donc possible que ce type forestier zonal à caractère azonale relictuel présente une distribution en forme d'archipel relativement large. Il serait bon d'étudier plus en détail les

286

²³ L'excès de pluies dans les forêts littorales hyperhumides donnent à celles-ci certaines caractéristiques propres aux types de végétation de nature azonale, cf. IV.4.2.3. Notre hypothétique refuge de pied de massifs montagneux peut être dit de nature zonale car situé sur terre ferme, à basse altitude, en zone ni trop pluvieuse ni trop sèche, ..., bref non lié à quelque facteur limitant que ce soit.

²⁴ Si sous les tropiques, les refuges sont liés à des régions restées humides, en Europe, ceux-ci sont liés à des régions restées chaudes lors des glaciations: versants exposés Sud, au Sud de l'Espagne, en Italie, dans les Balkans, etc. (HEWITT 2000, SCHNITZLER 2002, BROWN & LOMOLINO 1998, TABERLET & al. 1998).

affinités floristiques et les caractéristiques phytogéographiques des éventuels vestiges de ce type forestier particulier, notamment au pied de la chaîne des Monts de Cristal et jusqu'à Korup mais aussi pourquoi pas au pied du versant Ouest de la dorsale Kivu, correspondant à une partie du secteur " occidental de la dorsale Kivu " décrit par LÉONARD (1965b). Le piedmont occidental de la dorsale Kivu est d'ailleurs marqué par la présence de certains genres paucispécifiques rares tels que le *Pseudodacryodes* (Burséracée, PIERLOT 1997). Peut-être sera-t-on amené à trouver des affinités particulières entre ces zones distantes et à caractère actuel non azonal ? Une telle affinité confirmerait alors notre hypothèse.

IV.4.2.3 **Le problème des types zonaux marqués par l'excès d'un facteur macroclimatique**

Une particularité très intéressante de l'élément littoral a été mise en évidence, à savoir la présence d'espèces typiquement littorales à la fois dans le domaine bas-guinéen et dans le domaine haut-guinéen, espèces que nous avons qualifiées de guinéennes littorales. Cet élément guinéen littoral représente pas moins de 19,5% de l'élément littoral total observé dans le domaine bas-guinéen. Nous avons fait remarquer que ce taux était probablement sous-estimé en raison d'un nombre également important d'espèces littorales différentes mais très affines entre le BG et le HG (cf. IV.1.2).

Pour interpréter cette observation, il est nécessaire de rappeler certains faits. A propos des végétations littorales de type mangroves et groupements psammophiles, LEBRUN & GILBERT (1954, p.44-45) avaient déjà remarqué les homologues entre les diverses régions de l'Afrique et avaient envisagé de regrouper ces formations en unités floristiques de grande envergure. TROUPIN (1966) approuva l'idée et distingua une " région littorale intertropicale " subdivisée en deux ensembles, l'un pour l'Afrique atlantique et l'autre pour l'Afrique orientale. Notons au passage que ces homologues (floristiques, phytionomiques et écologiques) dépassent largement les frontières de l'Afrique.

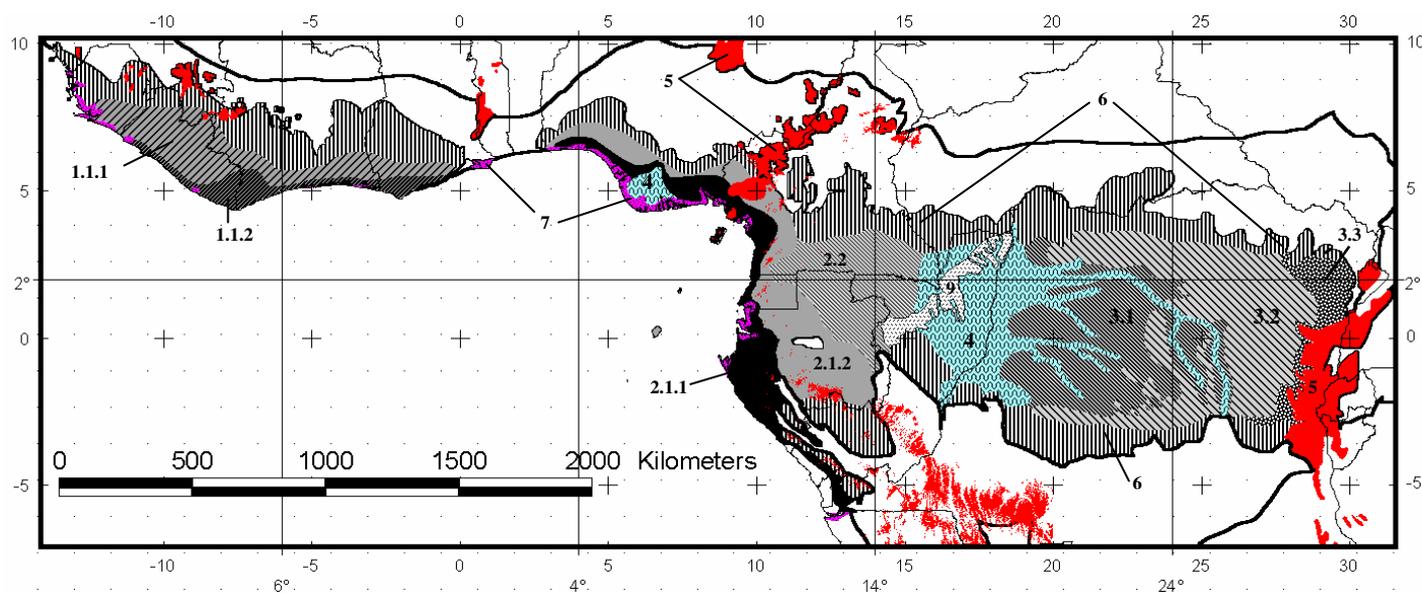
La conclusion à laquelle nous voulons arriver, c'est que la situation rencontrée ici rejoint finalement la situation qui nous a préoccupés quant au gradient d'altitude. En effet, il s'agit encore une fois du cas très complexe de la transition entre un type azonal et un type zonal de végétation. Tout comme on polémiquait sur la position de l'étage submontagnard par rapport à ce qu'on appelle généralement la région afromontagnarde, on peut ouvrir le débat sur la position des forêts littorales guinéennes par rapport à la région guinéo-congolaise. Nous avons fait remarquer (IV.1.2) que pour aller plus loin il serait nécessaire de poursuivre des études plus approfondies afin notamment de tenir compte de ces espèces littorales vicariantes entre haut et bas-guinéen. En attendant, nous nous limitons à faire remarquer l'homologie et à préciser les limites de cette bande de forêts littorales guinéennes.

IV.4.3 **SYNTHÈSE PHYTOGÉOGRAPHIQUE**

Afin de compléter la carte phytogéographique de l'Afrique centrale atlantique (SENTERRE & al. 2004) pour les deux autres domaines voisins, nous nous sommes basés sur les travaux cités jusqu'ici et sur base de l'aire de répartition des quelques espèces clés. On pourrait d'ailleurs imaginer de cartographier plus précisément les forêts littorales en utilisant le même procédé que celui qui nous a permis de cartographier l'aire potentielle des forêts submontagnardes (chapitre IV.3). Il est en effet évident que cette bande de forêts littorales haut et bas-guinéennes ont une distribution liée à l'état actuel du climat, et ce peu importe qu'elles représentent une ou plusieurs réalités phytogéographiques.

Par ailleurs d'autres études ponctuelles nous ont aidés à préciser le passage exact de certaines limites: DOUMENGE & al. (2001), WILKS (1990), FA (1991), VAN PAASEN (1991), VANDE WEGHE (2004), HALL & BADA (1979), HALL (1977), SCHNELL (1952a), VAN GEMERDEN & HAZEU (1999, p.22), TCHOUTO (2004), HOPKINS & JENKIN (1962), EERENS & al. (1998), AUBRÉVILLE (1958), OLSON & DINERSTEIN (2002), POORTER & al. (2004), DESCOINGS (1975), KIMPOUNI & al. (1992). La carte phytogéographique qui en résulte est présentée à la Fig.83. Les types forestiers azonaux sont traités à part et sont présentés sous forme d'archipel pour certains (formations d'altitude) ou sous forme de réseaux pour d'autres (forêts ripicoles de la cuvette congolaise).

Fig.83 Tentative d'une synthèse phytogéographique pour la région guinéo-congolaise jusqu'à une échelle infra-domaniale. Le domaine oriental, détaillé par AUBRÉVILLE (1962), n'est pas inclus dans l'illustration. (annexe 17)



Légende

Types zonaux (représentés en nuances de gris)

1-domaine haut-guinéen	HG
1.1 secteur ombrophile	
1.1.1 district littoral (maritime d'AUBRÉVILLE)	HGLit
1.1.2 district ombrophile (SCHNELL 1976)	HGOm
2-domaine bas-guinéen	BG
2.1 secteur atlantique	BGA
2.1.1 district littoral	BGALit
2.1.2 district oriental	BGAOr
2.2 secteur continental	BGC
3-domaine congolais	C
3.1 secteur forestier central	Cc
3.2 secteur congolais oriental	Co
3.3 secteur occidental inférieur de la dorsale Kivu (LÉONARD 1965b)	Cki

Types azonaux (représentés en couleur, sauf les forêts semi-décidues) édaphiques, dynamiques, liés à un climat local ou très stressant (variabilité zonale mal connue, à étudier)

4-formations hydromorphes
5-formations d'altitude (région afromontagnarde, TROUPIN 1966, + région afroalpine, WHITE 1978a)
6-formations semi-décidues: parfois considérées comme un district particulier au sein de chaque domaine ou encore rattachées à la zone de transition de mosaïque forêt/savane dont on suppose alors qu'elle est d'origine anthropique (SCHNELL 1976)
7-mangroves (région littorale intertropicale, TROUPIN 1966)
8-formations forestières secondaires (non reprises dans la figure)
9-formations azonales de nature édaphique

La carte présentée à la *Fig.83* permet de se rendre compte à quel point la situation est complexe. En effet, dans l'ensemble des classifications phytogéographiques hiérarchisées de nos prédécesseurs, que SCHNELL (1952a, 1976) a fort bien discutées et synthétisées, les formations que nous avons laissées de côté sur notre figure (4-9) sont celles qui ont généré le plus de polémiques et qui expliquent la plupart des divergences entre auteurs. Par exemple, certains considèrent les formations d'altitude comme constituant une région phytogéographique à part entière tandis que d'autres n'y voient que des districts, ou secteurs, particuliers au sein de chaque domaine, etc. Il en est de même pour les forêts semi-décidues dont les caractéristiques floristiques sont très peu variables tout autour du massif guinéo-congolais, avec seulement des différences entre la périphérie N et la périphérie S.

On peut même aller encore plus loin: les homologues que nous avons relevés entre les districts littoraux haut et bas-guinéens se retrouvent, bien que moins flagrantes, dans la bande de forêts ombrophiles non littorales (HGOM et BGAOr). Ces forêts ne sont-elles pas appelées " forêts à Césalpiniacées " aussi bien en Afrique de l'ouest qu'en Afrique centrale atlantique. Tout comme il existe des espèces GLit (HGLit + BGLit), il est très probable que l'on puisse mettre en évidence des espèces à distribution guinéenne en forêts ombrophiles non littorales (HGOM + BGAOr).

Il est clair que dans chaque domaine, il y a des forêts littorales, ombrophiles, mésophiles (semi-décidues), montagnardes, secondaires, hydromorphes, etc. Les événements du passé ont créé puis supprimé des frontières entre ce qui nous apparaît aujourd'hui comme des centres d'endémisme. Mais ce n'est pas tout et il est clair que d'autres frontières existent, écologiques celles-là, et qui séparent les grands ensembles que nous venons d'évoquer depuis des temps bien plus reculés. Il est en effet évident qu'un gradient de continentalité existe sur l'ouest du continent africain depuis que l'océan atlantique est né et depuis bien plus longtemps encore en marge du Gondwana (cf. notamment KURSCHNER & PAROLLY 1999).

Selon nous, les taux d'endémisme de zones que l'on suppose être des centres, ou des districts, etc., ne peuvent pas s'envisager sans tenir compte de cette dernière remarque. Par exemple, lorsque WHITE (1979) définit le sous-centre d'endémisme bas-guinéen, ses résultats sont fortement influencés par la quantité d'espèces propres à ces milieux azonaux qu'il inclut dans ses analyses. Plus il y a de ces espèces azonales, plus les différences seront estompées ou faussées. De plus, le fait d'étudier ces ensembles séparément, par exemple en n'étudiant que les forêts submontagnardes, ou que les formations subalpines, ou encore uniquement les forêts marécageuses, peut mettre en évidence des affinités différentes entre zones (cf. VAN STEENIS 1935). Ce genre d'analyses spécifiques devrait permettre de solutionner en partie des problèmes comme l'intervalle de la Cross river. En effet, dans cet exemple, il est clair que le statut phytogéographique particulier qu'on accorde généralement à cette zone (WHITE 1979) est très largement influencé par la considération d'observations appartenant plutôt aux forêts submontagnardes (CHEEK & al. 2001) et qui sont comparées aux flores planitiaires des zones voisines. Mais si on supprime ces données submontagnardes, le statut phytogéographique des forêts zonales de cette région n'en sera-t-il pas plus clair ?

IV.4.4 HOMOLOGIES ET INTÉRÊT DES SYSTÈMES PHYTOSOCIOLOGIQUES

Si les phytogéographes nient depuis longtemps les aspects écologiques, évoqués ci-dessus, pour ne se concentrer que sur les " patterns d'endémisme ", ce n'est pas le cas des phytosociologues qui eux ne font que ça. Le juste milieu serait donc de tenir compte des ces faits écologiques avant de rechercher et de comparer les taux d'endémisme, etc. (cf. I.5). C'est la raison pour laquelle nous tentons ci-dessous de présenter une synthèse des grandes unités

phytosociologiques, en nous limitant toutefois aux formations forestières ou dérivées. Le second objectif est de situer les communautés végétales étudiées dans ce travail par rapport au système syntaxonomique actuel.

Dans la littérature phytosociologique, on trouve des travaux de synthèse sur les différents groupements définis selon les différents facteurs zonaux ou azonaux. Citons par exemple SCHMITZ (1988) pour une grande variété de groupements, NATTA & al. (2004) pour les groupements azonaux de nature hydromorphe, HOFF & BRISSE (1983) pour ceux de nature secondaire. Les mangroves du SE du Nigeria ont fait l'objet d'une étude spécifique par UPKONG (1991). De nombreuses remarques intéressantes sont faites par LÉONARD (1990) et VANDE WEGHE (2004) à propos des forêts ripicoles de la cuvette congolaise. Pour les groupements d'altitude, on peut rajouter aux travaux synthétisés dans l'étude de SCHMITZ (1988) ceux publiés récemment par NOUMI (1998), HABİYAREMYE (1997) et BUSSMANN (2001). Par ailleurs, lors de sa synthèse, essentiellement centrée sur la République Démocratique du Congo, SCHMITZ (1988) n'avait pas tenu compte des syntaxons publiés en Afrique de l'ouest par SCHNELL (1952ab) notamment. D'autres études ont été publiées relativement récemment sur les groupements montagnards et alpins d'Afrique du Sud, notamment DUPREEZ & BREDEKAMP (1991) et DUPREEZ & al. (1991).

Chaque grand groupe forme une classe phytosociologique: par exemple, la classe de forêts climaciques (Strombosio-Parinarietea Lebrun & Gilbert 1954), la classe des formations secondaires (Musango-Terminalietea Lebrun & Gilbert 1954), la classe des formations hydromorphes (Mitragynetea Schmitz 1963), etc. Depuis la synthèse de Schmitz (1988), aucun autre chercheur n'a, à notre connaissance, tenté une synthèse des syntaxons forestiers ou dérivés, à l'échelle de l'Afrique. Il nous semble qu'un tel travail est maintenant possible et devrait faire l'objet de prochaines réflexions. En attendant, nous voudrions présenter ici quelques remarques qui pourraient être utiles.

Les aspects liés à la variabilité zonale des groupes, zonaux ou azonaux, ont déjà été abordés en partie par les phytosociologues. Par exemple, on trouve dans la classe des Mitragynetea une distinction entre les forêts vallicoles de la région zambésienne et les forêts vallicoles du domaine oriental. De même pour les Musango-Terminalietea, on trouve une alliance correspondant aux forêts secondaires de la zone des forêts sempervirentes et une alliance pour celles de la zone des forêts semi-décidues. D'autres exemples homologues existent pour les formations d'altitude.

Pour faciliter la lecture des propos tenus aux chapitres suivants, deux tableaux sont fournis dont un tableau synthétique reprenant les principaux syntaxons en rapport avec notre étude (Tab.72). Le tableau présenté est essentiellement tiré du travail de synthèse de SCHMITZ (1988) et a été complété par les travaux plus récents en intégrant les syntaxons à l'emplacement stipulé par leurs auteurs. Par ailleurs, un bref texte reprend la description telle que donnée par les auteurs considérés.

Afin de pouvoir interpréter ce tableau, dans le but d'avoir une vision un peu plus générale, nous avons symbolisé les différents types de végétation représentés. De cette manière, il est facile de voir quels sont les groupements qui correspondent à des variations zonales d'un même type de végétation et ceux qui sont liés par des gradients écologiques. La symbolique utilisée pour évoquer les types de végétation est celle présentée dans le chapitre matériel et méthode (Tab.30).

Tab.72 Principaux syntaxons correspondants aux entités évoquées dans le texte. Les communautés décrites dans la présente étude sont positionnées dans le système synthétique présenté.

Syntaxon	définition	Type de végétation
(Cl.) Avicennio-Rhizophoretea Schnell 1952	La végétation des mangroves tropicales	
(O.) Avicennio-Rhizophoretalia Lebrun & Gilbert 1954	mangroves atlantiques des côtes africaines et américaines	
(Al.) Rhizophoro-Avicennion germinantis (Devred 1958) Schmitz 1988	mangroves atlantiques africaines	mangr
(Cl.) Mitragnyetea Schmitz 1963 (syn. Mitragnyo-Raphitea Schnell 1952)	Les forêts édaphiques hygrophiles	
(O.) Alchorneetalia cordifoliae Lebrun 1947	groupements arbustifs et préforestiers succédant aux formations semi-aquatiques herbacées	
(Al.) Phoenicium reclinatae Lebrun 1947, (Al.) Syzygium cordati Lebrun 1947, (Al.) Mimosion pygrae Mandango 1982, (Al.) Uapacion heudelotii Lebrun & Gilbert 1954	4 Al. décrites sur base de la hauteur de la vég. + 1 Al. pour bords de rivières	
(O.) Mitragnyo-Raphietalia (Schnell 1952) Lebrun & Gilbert 1954	végétations forestières succédant à l'ordre précédent en zone d'alluvionnement de la région guinéenne	ma
(O.) Lanneo-Pseudospondietalia Lebrun & Gilbert 1954	f. riveraines à alternance saisonnière de fortes inondations et d'exondaisons, à all courtes périodes de ressuyement (répartition guinéenne avec pénétrations soudano-zambéziennes)	
(O.) Pterygotetalia Lebrun & Gilbert 1954	f. vallicoles soumises à inondations périodiques de courte durée	riv
(Al.) Khayo-Pterygotion Schmitz 1950	formations zambéziennes	
(Al.) Psychotrio-Teclion Schmitz 1971	formations du domaine oriental	
(O.) Guibourtio-Oubanguietalia Lebrun & Gilbert 1954	formations forestières périodiquement inondées mais à longue période d'assèchement	val
(Cl.) Strombosio-Parinarietea Lebrun & Gilbert 1954 (classe créée à partir des 2 classes définies par Schnell, 1952, le Pycnanthetea et le Parinarietea)	f.d.climaciques guinéennes, périguinéennes et d'altitude	fdt
(O.) Gilbertiodendretalia dewevrei Lebrun & Gilbert 1954 (syn. Pycnanthetea Schnell 1952)	f. ombrophiles équatoriales; on pourrait adopter le nom Tarrietio-Gilbertiodendretalia (O.) sur base de Manganot, ou bien Lophireto-Gilbertiodendretalia sur base de Schnell 1950	fdh
(Al.) Tarrietion utilis Manganot 1950	f. ombrophiles littorales ouest-africaines (HGLit)	fdhh
(As.) Tarrietio-Mapanietum Manganot 1950	f. ombrophiles ouest-africaines	
(As.) Diospyro-Mapanietum Emberger & al. 1950 (in Schnell 1952)	f. ombrophiles ouest-africaines	
As. à <i>Diospyros zenkeri</i> et <i>Napoleonaea gabonensis</i> (présente étude)	forêts denses hyperhumides du domaine bas-guinéen (BGALit)	
(Al.) Brachystegion laurentii Devred 1958 (1 seule association)	f. ombrophiles non périphériques	fdhsemp
(As.) Brachystegietum laurentii Devred 1958	f. ombrophiles de la cuvette centrale congolaise et des zones limitrophes méridionales, au-dessus de 500m d'altitude	
(As.) Turraeantho-Heisterietum Emberger & al. 1950 (in Schnell 1952)	forêts denses ombrophiles du domaine haut-guinéen (HGOm)	
As. à <i>Engomegoma gordonii</i> et <i>Sindoropsis le-testui</i> (présente étude)	forêts denses ombrophiles du domaine bas-guinéen (BGAOr)	
(Al.) Gilbertiodendron Devred 1958 (1 seule association)	f. ombrophiles périphériques	fdhs
(As.) Gilbertiodendretalia deweveri Devred 1958	f. ombrophiles de la cuvette centrale congolaise et des districts voisins: Ubangi, Uele, Kwango, etc.	
As. à <i>Belonophora coriacea</i> et <i>Uapaca acuminata</i> (présente étude)	forêts denses humides à tendance semi-décidue du domaine BGC	
(O.) Piptadenio-Celtidetalia Lebrun & Gilbert 1954 (syn. Triplochitetalia Schnell 1952)	f.d.h. semi-décidues, guinéennes et périguinéennes	fdhsd
(Al.) Canarion schweinfurthii Mullenders 1954	f.d.h. semi-décidues subéquatoriales et périguinéennes	
(Al.) Beilschmiedion Devred 1958	f.d.h. semi-décidues subéquatoriales de transition, entre 1150 et 1800m	fdhsd + SM
(Al.) Diospyro-Entandrophragmion delevoyi (Schmitz 1950) Devred 1958 (syn. Mabo-Parinarion Schmitz 1960)	f.d.h. sèches du Shaba méridional, de Zambie et du NE-Angola	fds + SM
(Al.) Oxystigmo-Scorodophloeion Lebrun & Gilbert 1954	f.d.h. semi-décidues subéquatoriales et guinéennes, de la cuvette congolaise	
(O.) Ficalhoeto-Podocarpetalia Lebrun & Gilbert 1954 (syn. Cl. Parinarietea Schnell 1952)	f.d.h. de montagne	fdh + SM + MI + MS
(Al.) Galiniero-Parinarion holstii Devred 1958	une seule alliance (Parinari holstii = P. excelsa)	

(As.) Anthonotho-Albizietum gummiferae Lewalle & Schmitz 1988	f. mésophile montagnarde de l'horizon inférieur (1600-1900m), au Burundi	fdhs + MI
(As.) Tabernaemontano-Prunetum africanae Lewalle & Schmitz 1988	f.d.climacique montagnarde caractérisant l'horizon moyen (1900-2250m) au Burundi	fdhs + MI
(As.) Podocarp-Monanthotaxietum orophilae Lewalle & Schmitz 1988	f.d.climacique montagnarde caractérisant l'horizon supérieur (>2250m) au Burundi	fdhs + MS
(As.) Psychotrio-Chrysophylletum gorungosani Habiyaemye 1993	f.d.climacique montagnarde de la dorsale orientale du lac Kivu, vers 1850-1950m	fdhs + MI
(As.) Parinaro-Ocotetum michelsonii Habiyaemye 1993	f.d.climacique montagnarde de la dorsale orientale du lac Kivu, vers 1950-2190m	fdhs + MI
(As.) Carapo-Beilschmiedietum rwandensis Habiyaemye 1993	f.d.climacique montagnarde de la dorsale orientale du lac Kivu, vers 2190-2600m	fdhs + MI?
(As.) Syzygio-Scheffleretum Richards 1963	f.d.h. de montagne	fdhsemp + MI
(O.) Garcinietalia Noumi 1998	f.d.h. submontagnarde	fdh + SM
(Al.) Garcinion Noumi 1998	une seule alliance	
(As.) Lepalao-Allanblackietum gabonensis Noumi 1998	f.d.h. submontagnardes, 2 sous-associations sont distinguées	fdhsemp + SM
(As.) Parinarieto-Ochnetum membranaceae Schnell 1952	district montagnard humide de l'ouest africain	fdhs + SM
(As.) Memecyleto-Parinarietum excelsae Schnell 1952	district montagnard foutanien	fds + SM
(Cl.) Oleo-Podocarpetea Schmitz 1988	Les forêts sclérophylles de montagne	fds + SM + MI + MS
(O.) Oleo-Jasminetalia Lebrun & Gilbert 1954	f.d. sèches de montagne, principalement du domaine oriental	
(Al.) Grewio-Carission edulis Lebrun & Gilbert 1954	groupements submontagnards sous climat à pluviosité faible et irrégulière (800-1500m), à étendue assez vaste, jusque dans le domaine somalio-éthiopien et vers l'Afrique du Sud	fds + SM
(Al.) Agaurio-Myricion Lebrun & Gilbert 1954	f.d. sèches subalpines (dont une association est la bambouseraie, que Bussmann élève au rang de classe), très proche de la préforêt sur ferralsol de Troupin (1966)	fds + SA
(Al.) Kotschy-Polygalion Schmitz 1988	formations suffrutescentes hautes à arbustives des hauts plateaux du Shaba	fds + SA
(O.) Juniperetalia procerae Bussmann 2001	f.d. sèches des montagnes d'Afrique de l'Est (Ethiopie)	
(Al.) Cassipourion malosanae Bussmann 2001	f.d. sèches mésophiles de l'horizon inférieur (2150-2650m)	fds + MS
(Al.) Juniperion procerae Bussmann 2001	f.d. sèches xéromorphes de l'horizon supérieur (2500-2950m)	fds + MS
(Cl.) Ocotetea usambarensis Bussmann 2001	Les forêts submontagnardes sempervirentes, vers (1550) 1900-2300 (2550)m	fds + MI
(Cl.) Sinarundinarietea alpinae Bussmann 2001	Les forêts montagnardes sempervirentes à bambous	fdt + MS + Cid
(Cl.) Hagenietea abyssinicae Bussmann 2001	Les forêts sempervirentes subalpines (2900-3300m)	fdh + MS
(O.) Hagenietalia abyssinicae Bussmann 2001	un seul ordre	fdh + MS
(Al.) Hagenio abyssinicae-Hypericion revoluti Bussmann 2001	f.d. subalpines hygrophiles (3 associations décrites)	fdh + MS
(Al.) Hagenio abyssinicae-Juniperion procerae Bussmann 2001	f.d. subalpines xéromorphes (1 associations avec 3 sous-associations)	fds + MS
(Cl.) Musango-Terminalietea Lebrun & Gilbert 1954	végétation forestière secondaire reconstituant les f.d. guinéennes et périguinéennes	
(O.) Musangetalia Lebrun & Gilbert 1954	recrûs forestiers et jachères	
(Al.) Macarango-Anthocleiston Lubini 1982	fouffrés et recrûs forestiers sur sols hydromorphes	fdt + ma + all + riv + Pi
(Al.) Caloncobo-Tremion Lebrun & Gilbert 1954	friches et jachères préforestières, fouffrés postcultureux sur sols non hydromorphes	fdt + Pi
(Al.) Musangion cecropioidis Lebrun & Gilbert 1954	parasoleraies et jeunes forêts secondaires assimilées	fdt + Cié
(O.) Fagaro-Terminalietalia Lebrun & Gilbert 1954	forêts secondaires plus évoluées	fdt + Cid
(Al.) Pycnantho-Fagarion Lebrun & Gilbert 1954	f.s. dans l'aire des f.d.h. sempervirentes	fdh + Cid
(Al.) Triplochito-Terminalion Lebrun & Gilbert 1954	f.s. dans l'aire des f.d.h. semi-décidues	fdhsd + Cid
(O.) Polyscietalia fulvae Lebrun & Gilbert 1954	recrûs et f.s. dans l'aire des f.d. de montagne	
(Al.) Lobelion giberroae Lebrun & Gilbert 1954	friches et jachères préforestières	SM + MI + MS + Pi
(Al.) Polyscion fulvae Lebrun & Gilbert 1954	forêts secondaires montagnardes	SM + MI + MS + Ci

IV.4.4.1 Formations zonales

Concernant les formations forestières climaciques zonales, aucune présentation synthétique des groupements n'a été élaborée à ce jour. Depuis SCHMITZ (1988), on continue de ne considérer parmi les forêts sempervirentes que les deux principales associations, décrites en République Démocratique du Congo sur base de *Gilbertiodendron dewevrei* et *Brachystegia laurentii*. Pourtant, SCHNELL (1952a) avait déjà émis l'idée d'inclure dans ce groupe les forêts à *Tarrietia* du littoral ouest-africain et de rebaptiser l'ordre des forêts sempervirentes comme Tarrietio-Gilbertiodendretalia dewevrei. En regroupant les observations synthétisées par SCHNELL (1952ab, 1976) pour l'Afrique de l'ouest en particulier, celles synthétisées par SCHMITZ (1988) pour la République Démocratique du Congo et les nôtres pour l'Afrique centrale atlantique, il est possible d'obtenir une classification homologue à la classification phytogéographique présentée à la Fig.83.

Les dix communautés décrites dans la présente étude ont été intégrées dans la classification présentée ci-dessous. Les trois communautés caractérisant la zone de refuge forestier de pied de massifs montagneux, à la transition littoral/oriental, sont probablement à classer dans le Brachystegion mais nécessitent d'être étudiées plus en détail en raison de leur situation écologique particulière. Par ailleurs, les communautés submontagnardes, discutées plus loin, sont déjà mentionnées ici.

Types zonaux

(Cl.) Strombosio-Parinarietea Lebrun & Gilbert 1954	
(O.) Tarrietio-Gilbertiodendretalia (Lebrun & Gilbert 1954) Schnell 1952	GC
(Al.) Tarrietion utilis Mangenot 1950	GLit
(As.) Tarrietio-Mapanietum Mangenot 1950	HGLit
(As.) Diospyro-Mapanietum Emberger & al. 1950 (in Schnell 1952)	
As. à <i>Diospyros zenkeri</i> et <i>Napoleonaea gabonensis</i> (présente étude)	BGALit
sous-As. vallicole à <i>Calpocalyx heitzii</i> et <i>Hypolytrum pynaertii</i> (LitCotBas)	
sous-As. collinéenne à <i>Tapura africana</i> et <i>Dracaena cerasifera</i> (LitCotCol)	
(Al.) Brachystegion laurentii Devred 1958	
(As.) Brachystegietum laurentii Devred 1958	Cc
(As.) Turraeantho-Heisterietum Emberger & al. 1950 (in Schnell 1952)	HGOm
As. à <i>Engomegoma gordonii</i> et <i>Sindoropsis le-testui</i> (présente étude, OrTyp)	BGAOr
?As. à <i>Scaphopetalum longipedunculatum</i> et <i>Trichomanes africanum</i> (LitInflBas)	
?As. à <i>Oubanguia laurifolia</i> et <i>Isomacrolobium conchyliphorum</i> (LitInflCol)	
?As. à <i>Korupodendron songweanum</i> et <i>Hypolytrum chevalieri</i> (OrInfl)	
(Al.) Gilbertiodendron Devred 1958	
(As.) Gilbertiodendretalia deweveri Devred 1958	Co
As. à <i>Belonophora coriacea</i> et <i>Uapaca acuminata</i> (présente étude, Cont)	BGC

Types azonaux

(O.) Ficalhoeto-Podocarpetalia Lebrun & Gilbert 1954 (syn. Cl. Parinarietea Schnell 1952)	
(Al.) Garcinion Noumi 1998	
(As.) Leplaeo-Allanblackietum gabonensis Noumi 1998	
sous-As. Xylopietosum-rubescens Noumi 1998	
sous-As. Marattietosum fraxineae Noumi 1998	
sous-As. à <i>Asplenium variabile</i> var. <i>paucijugum</i> et <i>Sibangea similis</i> (présente étude, MontSup)	
sous-As. à <i>Garcinia conrauana</i> et <i>Ardisia ebolowensis</i> (présente étude, MontTyp)	
sous-As. à <i>Magnistipula conrauana</i> et <i>Physacanthus nematosiphon</i> (présente étude, MontInf)	

On constate que, dans le système phytosociologique, les barrières écologiques prennent une plus grande importance que dans le système phytogéographique classique (SCHNELL 1976). Les forêts littorales ne sont plus considérées comme des variantes infra-domaniales mais constituent une alliance phytosociologique cohérente subdivisée en variantes domaniales, actuellement établies à l'échelle d'associations mais probablement plus affines que cela encore. Dans le domaine bas-guinéen, le *Tarrietia densiflora*, très proche du *T. utilis* ouest-africain, est surtout rencontré dans la zone littorale du Gabon. Ce genre, qui ne contient que 2 espèces en Afrique, est plus diversifié dans la région indo-malaise où les forêts hyperhumides sont plus fréquentes²⁵. Notre étude a par ailleurs permis de mettre en évidence bien d'autres espèces qui contribuent à la caractérisation du Tarrietion (cf. annexe 11, groupe 1.1.2), dont certaines étaient déjà citées caractéristiques comme *Gluea ivorensis* (SCHNELL 1976).

Les forêts denses humides non hyperhumides, succédant aux forêts littorales vers l'intérieur des terres, présentent elles-aussi une certaine homogénéité floristique, que l'on traduit généralement par l'appellation de "forêts à Césalpiniacées", qui justifie de les placer dans une même alliance. Toutefois, comme on se trouve dans une situation moins tranchée, plus mésique, les exemples d'espèces à distribution BGAOr + HGOM sont plus difficiles à trouver, sans doute aussi par manque de connaissance sur les aires précises de distribution. Leur rattachement à l'alliance du Brachystegion, caractérisant les forêts de terre ferme de la cuvette congolaise, nous semble toutefois justifié par certaines affinités floristiques (GERMAIN & EVRARD 1956, SCHNELL 1976, p.186), et est soutenu par une homologie écologique.

Quant aux forêts du secteur BGC, caractérisées par une nette intrusion d'espèces plurirégionales et par de nombreuses espèces de forêts semi-décidues, elles nous semblent pouvoir être aisément rangées dans l'alliance du Gilbertiodendron, dont la seule association décrite correspond aux forêts du pourtour de la cuvette congolaise (SCHNELL 1976, GÉRARD 1960). On se base notamment sur la fréquence des peuplements de *Gilbertiodendron dewevrei* dans le BGC ainsi que sur la présence d'un cortège d'espèces marquant l'affinité entre le BGC et la périphérie de la cuvette congolaise: *Celtis adolfi-friderici*, *Irvingia grandifolia*, *Strombosia grandifolia*, *Myrianthus arboreus*, etc. (SCHNELL 1976, p.188). L'homologie écologique entre ces deux formations de forêts denses humides à tendance semi-décidues est également un argument favorable. Ici encore nous avons relevé, lors de nos analyses, un certain nombre d'espèces à distribution CG (centro-guinéennes) dont l'aire n'atteint pas la bande atlantique et qui contribuent donc à la caractérisation de cette alliance.

Dès qu'on se trouve dans des conditions moins mésiques, la végétation prend des allures azonales. Aussi, tout comme pour les forêts littorales à excès de pluviosité, et où la variabilité inter-domaniale n'est pratiquement pas perceptible, les forêts semi-décidues de la périphérie du massif guinéo-congolais, trop sèches, forment elles-aussi une entité floristique remarquablement homogène qui a amené les phytosociologues à en faire un ordre à part, le Piptadenio-Celtidetalia Lebrun & Gilbert 1954 (syn. Triplochitetalia Schnell 1952).

²⁵ Si ces *Tarrietia* indo-malais se trouvaient avoir une écologie essentiellement littorale, cela montrerait à quel point les barrières écologiques peuvent être fortes. On se souvient d'ailleurs d'un exemple fort similaire pour l'unique espèce africaine de *Sindora* qui semble apprécier les forêts inondables du littoral tout comme les plus nombreuses espèces indo-malaises du genre.

IV.4.4.2 **Formations azonales d'altitude**

Le cas des formations d'altitude semble avoir été tout aussi problématique pour les phytosociologues que pour les phytogéographes. Ces formations sont réparties dans pas moins de 6 classes phytosociologiques. A ce niveau, les travaux de BUSSMANN (2001), par ailleurs très intéressants, ont grandement contribué au désordre syntaxonomique. Ce dernier ne semble pas avoir tenu compte des travaux de référence antérieurs, ou en tout cas l'a fait de manière très superficielle, notamment par rapport à la synthèse de SCHMITZ (1988).

Schmitz regroupe les syntaxons de l'étage montagnard inférieur (cf. *Tab.72*) dans un ordre particulier de la classe des Strombosio-Parinarietea, qui soit dit en passant est nommée d'après deux espèces typiquement afro-montagnardes à très large amplitude altitudinale et transgressives en plaines, *Strombosia scheffleri* et *Parinari excelsa*. Il sépare les formations des étages supérieurs (montagnard supérieur et subalpin), plus secs, dans une classe distincte qu'il nomme l'Oleo-Podocarpetea.

Par ailleurs, certaines formations d'altitude sont classées parmi les forêts semi-décidues, d'une manière nous semble-t-il très peu justifiée. D'autres, jouant un rôle dans la dynamique forestière, sont rangées dans la classe des Musango-Terminalietera.

Les recrûs secondaires en forêts montagnardes sont emprunts d'un double effet azonal, l'altitude et la perturbation. Leur flore contient des éléments à affinités de nature très complexe et dont l'interprétation est rendue très difficile en raison des phénomènes courants de transgression d'espèces montagnardes sédentaires vers les stades pionniers de la forêt planitiaire.

Une autre formation secondaire montagnarde plus évoluée, homologue du Triplochito-Terminalion des forêts de plaine, est représentée par les forêts de bambous (cf. VANDE WEGHE 2004, p.116, SCHMITZ 1988, p.134). Celles-ci ont été classées par SCHMITZ (1988) au sein des forêts sclérophylles, de l'étage montagnard supérieur et subalpin (Cl. Oleo-Podocarpetea), au côté des forêts à *Hagenia*. BUSSMANN (2001), quant à lui, élève ces deux entités au rang de classes tandis qu'il laisse les autres forêts montagnardes supérieures, à *Juniperus*, parmi l'Oleo-Podocarpetea.

Les communautés submontagnardes

Il très intéressant de remarquer que les communautés submontagnardes sont les plus dispersées dans le système syntaxonomique. L'alliance du Beilschmiedion et celle du Diospyro-Entandrophragmion delevoyi caractérisent ainsi les groupements submontagnards sous climat sec (périguinéen), et sont classées avec les forêts semi-décidues, de même que l'alliance du Grewio-Carission edulis qui est, quant à elle, rangée au sein des forêts sclérophylles de montagne. Les forêts submontagnardes des climats plus humides, c'est-à-dire entre autres les nôtres, constituent un ordre récemment décrit dans la classe des Strombosio-Parinarietea, le Garcinietales.

Au cours de notre étude, nous nous sommes particulièrement intéressés à ces groupements submontagnards. Nous avons eu l'occasion de nous rendre compte que, par exemple, nos forêts submontagnardes de Guinée Equatoriale montrent une forte affinité avec celles du flanc Ouest de la dorsale Kivu: nombreuses espèces communes ou très affines comme parmi les *Pentadesma*, *Allanblackia*, *Garcinia*, etc., par ailleurs moins affines des autres espèces de ces mêmes genres présentes dans les montagnes voisines plus vers l'Est. Cette affinité de nos forêts submontagnardes avec celles du Kivu est bien plus grande qu'avec celles des régions proches, mais plus sèches, sur les pentes du Nord de la dorsale camerounaise.

A l'inverse, les forêts submontagnardes, du moins leurs vestiges, de ces régions plus sèches de la zone des forêts semi-décidues et périguinéennes présentent entre elles une plus grande affinité qu'elles n'en ont à l'égard de leurs variantes humides les plus proches géographiquement. Par exemple, il est surprenant de constater les similitudes entre les forêts monodominantes à *Parinari excelsa* d'Afrique de l'Ouest (SCHNELL 1952b) et celles d'Afrique de l'Est (LOVETT & WASSER 1993, p.39, VANDE WEGHE 2004, p.86) ou encore avec les forêts submontagnardes monodominantes à *Cynometra alexandri* en Ouganda (EGGELING 1947). Notons toutefois que ce que nous venons de faire remarquer en nous basant essentiellement sur des plantes ligneuses n'est pas forcément vrai pour les épiphytes du sous-bois.

Selon nous, les différents types de forêts submontagnardes présentent suffisamment de points communs que pour être rangés dans l'ordre des Garcinietales, créé par NOUMI (1998).

Les trois communautés décrites dans la présente étude se rattachent de toute évidence à l'unique association actuellement décrite dans cet ordre, le Leplaeo-Allanblackietum gabonensis, correspondant à l'unique alliance du Garcinion.

Les forêts submontagnardes humides de la dorsale Kivu constituent probablement une association vicariante du Leplaeo-Allanblackietum.

Quant aux variantes plus sèches de la zone périguinéenne, des études plus approfondies permettront peut-être d'en faire une seconde alliance au sein des Garcinietales à moins que leur nature plus sèche ne les rapproche plutôt des étages supérieurs.

Relations entre les étages d'altitude

Nous venons de voir combien les relations entre les étages de végétation peuvent être complexes. L'étude de ces relations n'en est encore qu'à ses débuts. Afin de clarifier le statut des différents étages pour les différentes régions, il serait nécessaire de réaliser une très lourde analyse synthétique des affinités, phytosociologiques et chorologiques, entre ces étages.

D'un point de vue strictement phytogéographique, la majorité des chercheurs s'accordent à considérer l'étage submontagnard de la région guinéo-congolaise comme étant inclus dans celle-ci et constituant des variantes locales. Depuis les études de WHITE (1978a, 1979), les étages supérieurs sont répartis en deux centres d'endémisme, dont un est très appauvri, et qui ont valeur de régions phytogéographiques dans un système hiérarchisé: la région afromontagnarde et la région afroalpine. La polémique sur l'emplacement de la limite entre ces deux centres n'a jamais cessé et cette limite se place tantôt au-dessus, tantôt en-dessous de l'étage qui sert de zone de transition, c'est-à-dire l'étage subalpin. L'étude récente de GRIMSHAW (2001) remet une nouvelle fois en question le système qui tenait depuis les travaux de WHITE. Ce dernier se base sur une étude monographique des étages montagnard supérieur, alpin et subalpin pour démontrer l'identité floristique des étages alpin et subalpin, dont les différences ne seraient que physiologiques. Il sort donc l'étage subalpin de la région afromontagnarde de WHITE et le place au côté de l'étage alpin dans ce qu'il appelle la région altimontaine (" altimontane region ").

Pour les étages inférieurs (MI, SM) et pour les régions extra-tropicales (en Afrique du Sud), aucune étude monographique telle que celle de Grimshaw n'a encore été réalisée. On peut toutefois citer quelques études locales afin de donner une première indication sur le schéma général des relations entre étages altitudinaux (Tab.73). Pour l'Afrique, nous ne connaissons que l'étude de FRIIS & LAWESSON (1993) tandis qu'en Asie du SE et dans la région Pacifique deux études de KITAYAMA sont à mentionner (KITAYAMA & MUELLER-DOMBOIS 1992 et KITAYAMA 1992).

Tab.73 Relations chorologiques et floristiques entre les étages altitudinaux de végétation en forêt dense humide.

	White 1978a	Grimshaw 2001	Schmitz 1988		Friis & Lawesson 1993			Kitayama 1992		
A	afroalpin	altimontain	Oleo-Podocarpetea	div. ass. de l'Agaurio-Myricion	A	SA	SA	SA		
SA	afromontagnard			Hagenietum abyssinicae					MS	
MS				Ficalhoeto-Podocarpetalia						MI
MI				Gilbertiendretalia						
SM	guinéo-congolais	guinéo-congolais	Strombosio-Parinarietea		SM + BM	SM	SM			
BM								BM		

Après l'étage subalpin, qui marque la transition entre les étages montagnards et l'étage alpin, l'autre étage dont le statut est le plus méconnu est l'étage submontagnard, qui pour sa part marque la transition entre les forêts de plaine et les étages montagnards. Nous avons vu que cet étage est généralement considéré comme une variante de l'étage planitiaire plutôt qu'une variante des étages montagnards mais jusqu'ici seules les études de FRIIS & LAWESSON (1993), en Afrique de l'Est, et de KITAYAMA (1992), au Mont Kinabalu (Bornéo), semblent avoir abordé le problème de manière quantitative.

Dans la présente étude, nous avons montré que les forêts de l'étage submontagnard sont caractérisées par un taux de sub-endémisme de **23%** (Tab.46). A part cet élément propre submontagnard, ces communautés comptent 40% de leurs espèces qui sont typiquement originaires des forêts de plaine et constituent pour la plupart des populations transgressives originaires des milieux hydromorphes. Le reste (32 à 37%) représente des espèces indifférentes, aussi bien de plaine que de l'étage submontagnard, et une fraction infime d'espèces propres aux étages montagnards.

D'autre part, pratiquement tous les genres présents dans l'étage submontagnard sont à affinité planitiaire. Par conséquent, nous approuvons les travaux antérieurs pour ce qui est de l'affinité planitiaire de l'étage submontagnard mais sans pour autant approuver le rejet de son individualité comme le fait WHITE (1978a). Pour nous, les forêts submontagnardes constituent indéniablement un ensemble homogène, à distribution en forme d'archipel tout comme les étages supérieurs, et sujettes à des variations zonales comme toute autre entité phytogéographique d'ordre supérieur.

Par ailleurs, il est probable que l'affinité plutôt planitiaire ou plutôt montagnarde de l'étage submontagnard pourrait être de nature très différente entre les herbacées et épiphytes du sous-bois et les strates arborées. Par exemple, la flore épiphytique du sous-bois des forêts submontagnardes est très similaire à celle de l'étage montagnard inférieur. Or des études telles que celles de KITAYAMA (1992) et de FRIIS & LAWESSON (1993) ne sont basées que sur les strates arborées.

En conclusion, nous pensons qu'il est nécessaire de poursuivre l'étude floristique et phytosociologique des étages de végétation en tenant compte davantage des différentes strates, au travers de relevés comparables à ceux que nous avons mis en place pour l'étage submontagnard par exemple.

IV.4.4.3 **Représentation des relations spatio-temporelles et homologies entre les principales unités zonales et azonales**

Nous avons voulu tenter de résumer l'ensemble des considérations faites aux chapitres précédents dans un seul schéma synthétique. Les différentes entités phytosociologiques évoquées précédemment peuvent être reliées entre elles par des transformations spatiales ou temporelles: augmentations de l'hydromorphie du sol, succession altitudinale, stades de reconstitution après perturbation, etc. Ces transformations seront réelles ou virtuelles selon qu'elles provoquent ou non le remplacement effectif d'un composant initial par un composant final (GILLET 2000). Par exemple, entre une forêt submontagnarde et une forêt montagnarde inférieure, il est possible de concevoir une transformation spatiale par juxtaposition correspondant à une augmentation de l'altitude. Deux entités phytosociologiques unies par une telle transformation présenteront alors des homologies systématiques (ou floristiques), physiologiques ou autres. Cela signifie, dans la suite de notre exemple, que nos forêts submontagnarde et montagnarde inférieure présentent un certain nombre de points communs, par effet de voisinage, qu'elles ne partagent pas avec la majorité des autres communautés.

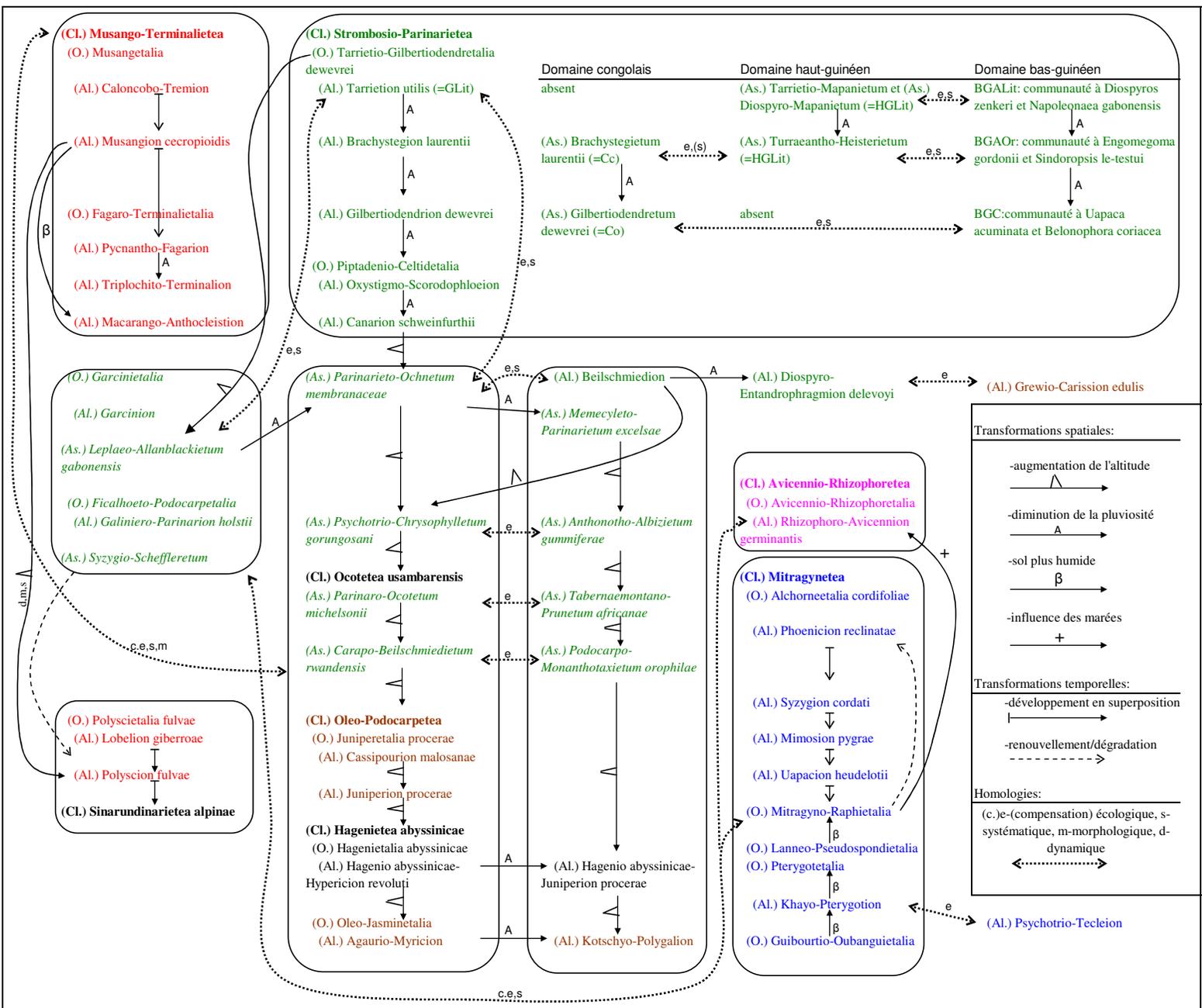
De telles considérations ont été développées en phytosociologie dans ce qu'on appelle l'approche systémique (de Foucault 1984 in GILLET 2000). La méthode consiste à disposer les entités phytosociologiques dans un graphe et à symboliser à l'aide de différents types de flèches la nature des relations qui les unissent. Le graphe obtenu est appelé "réseau systémique" et résume les connaissances acquises et hypothèses émises sur la structure et l'organisation d'un système phytocénotique concret. Sa construction est basée sur nos connaissances des entités phytosociologiques présentées et en particulier sur base des homologies identifiées.

Un réseau systémique est présenté à la *Fig.84*, pour les syntaxons évoqués tout au long de la présente étude, à une échelle relativement large: alliances, ordres, classes. Lorsqu'un lien est valable pour l'ensemble des ordres d'une même classe, le lien est appliqué sur la classe.

La symbolique utilisée pour la représentation des différents types de relations est détaillée dans plusieurs ouvrages, notamment GILLET (2000) et GILLET & al. (1991). Deux types de transformations spatiales ont été rajoutés: l'une pour représenter une augmentation ou une diminution de la pluviosité et l'autre pour représenter une augmentation de l'altitude. Ces deux transformations intègrent en réalité un plus grand nombre de transformations élémentaires. Par exemple, une augmentation de l'altitude pour passer des plaines à l'étage submontagnard correspond à une augmentation de l'humidité du milieu, combinée à une diminution de la température, etc. Il serait donc possible de représenter une telle transformation à l'aide de plusieurs symboles préexistant mais le problème est que l'ensemble des critères intervenant dans le passage d'un étage d'altitude à un autre n'est pas encore suffisamment bien connu, surtout en milieux tropicaux (ASHTON 2003).

Par ailleurs, lorsque les transformations présentées ont fait l'objet d'une discussion dans la présente étude, les homologies identifiées entre syntaxons ont été précisées en suivant la symbolique proposée par DE FOUCAULT (1993). Lorsque deux syntaxons sont uniquement liés par une homologie, le corps de la flèche est en pointillés (*Fig.84*). Si l'homologie n'est pas directe mais qu'elle est le résultat de compensations écologiques, un symbole particulier est utilisé: c.e. plutôt que e.

Fig.84 Réseau systémique reliant les principales entités syntaxonomiques définies à l'intérieur de la région guinéo-congolaise ou en relation directe avec celle-ci. Une explication de la symbolique se trouve dans le coin inférieur droit de la figure et est un peu détaillée dans le texte (page précédente).



IV.5 Diversité végétale comparée entre régions

Les aspects relatifs à la diversité ont été en grande partie traités au chapitre III.3. Nous y avons montré que le type forestier le plus diversifié parmi ceux étudiés correspondait aux forêts de basse et moyenne altitudes situées sur le flanc exposé aux vents de la cordillère de Niefang (LitInflCol et LitInflBas) et ce quelle que soit la strate envisagée.

Nous avons ensuite examiné les différences entre strates et ensembles structuraux et sommes arrivés à la conclusion que la diversité végétale augmente des strates supérieures aux strates inférieures. Par contre, la richesse propre de chaque strate, c'est-à-dire la richesse des ensembles structuraux, diminue des strates supérieures jusqu'à la strate arbustive puis augmente à nouveau pour l'ensemble structural de la strate herbacée. Pour ce qui est de la contribution des types biologiques, celle-ci a été étudiée et discutée au chapitre IV.2.1.

Enfin nous avons montré que lorsqu'on fait des comparaisons de diversité entre communautés végétales, entre types forestiers ou entre régions, il est important de comparer des ensembles qui soient caractérisés par une β -diversité similaire. Une région A peut être plus diversifiée qu'une région B mais cela n'empêche pas que les forêts denses de terre ferme de la région B puissent être plus riches que celles de la région A.

Le but du présent chapitre est de rechercher les différences en termes de diversité entre nos principaux types forestiers et des types forestiers homologues pour d'autres régions et d'autres continents. A cette fin, nous avons envisagé une partie des travaux cités au chapitre I.4.1.6. Nous envisageons dans un premier temps les relevés complets puis nous nous concentrerons sur les relevés de strates ligneuses.

IV.5.1 RELEVÉS COMPLETS ET DIVERSITÉ DES HERBACÉES TERRESTRES

Nous avons vu au chapitre I.4 que les relevés complets, c'est-à-dire incluant toutes les plantes présentes dans les limites d'une surface donnée, sont extrêmement rares pour les forêts tropicales des trois continents. Il semble que les dernières avancées en la matière datent des travaux de GENTRY & DODSON (1987), en Amérique du Sud et centrale, et de REITSMA (1988), au Gabon. Selon ce dernier, un seul relevé de ce type est à mentionner pour l'Asie du Sud-Est (Meijer 1959, in REITSMA 1988).

Les données de relevés complets dont nous avons connaissance sont résumées au *Tab.74*. Ceux pour lesquels il n'y a pas eu de comptage des individus sont probablement plus sujets à des " oublis " d'espèces et sont donc à interpréter avec précautions. De manière générale, il est d'ailleurs très difficile d'interpréter ces résultats en raison du grand nombre de facteurs qui entrent en jeu et dont on ne sait bien souvent rien. Par exemple, il est évident que dans la réalisation d'un relevé complet en forêt tropicale, on est confronté au problème des espèces indéterminées. Mais il est rare de trouver des indications quant à la solution choisie par un chercheur face à ce problème. Certains ne comptabilisent que les taxons identifiés au niveau de l'espèce, d'autres vont jusqu'à définir des morpho-espèces, d'autres encore considèrent les individus indéterminés comme autant d'espèces potentielles et donc comptabilisées, etc. Il y a donc là une importante source de variabilité entre chercheurs et dont il est difficile d'estimer l'ampleur.

Les relevés de GENTRY & DODSON (1987) ont été plusieurs fois cités comme les plus riches qui soient en termes de nombre d'espèces végétales, avec 365 espèces sur 10 ares. REITSMA (1988) a cependant montré que plusieurs relevés complets ont révélé en Afrique des richesses dépassant les résultats de GENTRY & DODSON lorsque ceux-ci sont ramenés à un même effort d'échantillonnage. REITSMA observe 201 espèces sur une parcelle de 200m² dans l'Est du

Gabon alors que pour une surface équivalente GENTRY & DODSON n'en auraient que 182. En ce qui nous concerne, notre parcelle de 200m² la plus riche a atteint les 167 espèces. Il semble d'après REITSMA que la parcelle la plus diversifiée qui ait jamais été réalisée soit celle de LETOUZEY (1968), dans la région d'Essam au Cameroun, avec 227 espèces sur à peine 100m².

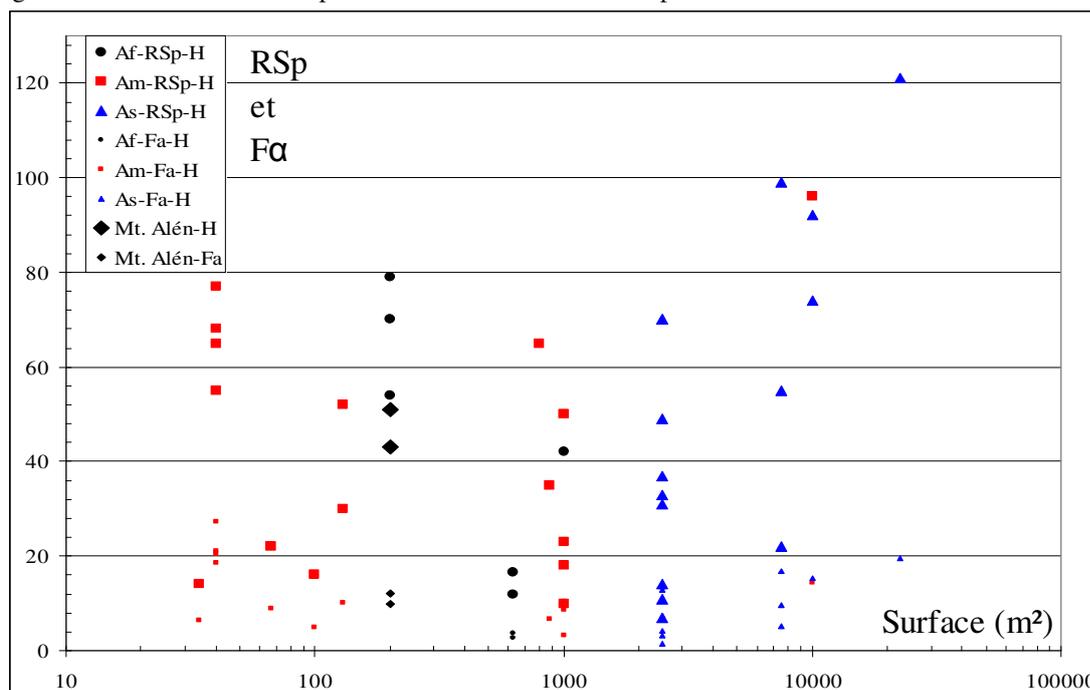
Ce qu'on peut conclure de ces remarques, c'est que la diversité totale d'une parcelle de surface donnée varie autant d'une station à une autre, même au sein d'un même type forestier, qu'entre continents. On sait en effet que dans le sous-bois, la densité est elle-même excessivement variable et est en général liée aux conditions d'éclairement et d'humidité (BLANC 2002). Ainsi des forêts denses néotropicales de milieux forestiers moins humides, comme les forêts sèches de Capeira (Equateur), sont moins riches que nos forêts humides d'Afrique centrale (Tab.74). L'humidité du milieu conditionne l'abondance des plantes herbacées du sous-bois, notamment épiphytiques, et par conséquent conditionne en grande partie la diversité d'une parcelle de surface donnée.

Un autre facteur très important est la diversité des supports disponibles au sein de la parcelle inventoriée. En effet, dans une même station, la diversité d'une parcelle peut varier très fort en l'espace de quelques dizaines de mètres, même sans variation de l'humidité du milieu, rien que par l'apparition de rochers affleurant, par exemple, ou de souches pourries, etc., nécessaires à la présence d'espèces à petites graines (guildes PS et PD).

En conséquence si on souhaite comparer la diversité totale du sous-bois entre régions différentes, il serait nécessaire de tenir compte de ces facteurs.

La Fig.85 illustre la variabilité de la diversité des herbacées terrestres entre parcelles issues des trois continents et en fonction de leur surface. On remarque qu'en tenant compte de la densité, la diversité alpha de Fisher semble plafonner vers 20 dans des forêts submontagnardes de Bornéo (POULSEN & PENDRY 1995) et en forêt de terre ferme en Guyane (VAN ANDEL 2001).

Fig.85 Nombre d'espèces (RSp) herbacées terrestres par parcelle de dimensions différentes (abscisse en m²) au travers des trois continents (Af-Afrique, As-Asie et Am-Amérique). La diversité alpha de Fisher (F α) est également affichée et semble plafonner vers 20. Les données présentées sont issues du Tab.74.



Tab.74 Comparaison de la richesse spécifique (RSp) et de la diversité alpha de Fisher (Fa) pour des relevés complets et des relevés d'herbacées terrestres (ground herbs). La symbolique utilisée pour les types forestiers est celle décrite au *Tab.30*. (1) valeurs obtenues pour un relevé multistratifié concentrique et (2) pour une parcelle de 200m², pour le relevé Litb1 ; *les types biologiques inclus dans les herbacées terrestres sont relativement mal définis dans la littérature ; pour nos données, nous donnons une deuxième série de valeurs correspondant à la définition d'herbacée terrestre au sens de POULSEN & BALSLEV (1991).

Sources	Localisation	Type de forêt	surface (m ²)	rel. complets			herbacées terrestres			
				Ab	RSp	Fa	Ab	RSp	Fa	%sp
Gentry & Dodson 1987	Rio Palenque (W-Ecuador)	fdhh	1000	7210	365	81	1220	50	10	14
Gentry & Dodson 1987	Jauneche (W-Ecuador)	fdh	1000	2783	169	40	944	18	3	11
Gentry & Dodson 1987	Capeira (W-Ecuador)	fds	1000	5428	173	34	2854	50	9	29
Gentry & Dodson 1987	Rio Palenque (W-Ecuador)	fdhh	100	721	123	43				
Gentry & Dodson 1987	Rio Palenque (W-Ecuador)	fdhh	200		182					
présente étude (1)	Monte Alén	fdhh		2023	231	67	780	51	12	22
présente étude (2)	Monte Alén	fdhh	200	1720	167	46	780	51	12	31
présente étude (1)*	Monte Alén	fdhh		2023	231	67	761	43	10	19
présente étude (2)*	Monte Alén	fdhh	200	1720	167	46	761	43	10	26
Van Gemerden 2004	Akuom II (SW-Cameroun)	fdh	625	750	117	39	216	12	3	10
Van Gemerden 2004	Akuom II (SW-Cameroun)	fdh+Ci	625	765	124	42	292	17	4	13
Reitsma 1988	Oveng (NO-Gabon)	fdh	200		160		70			44
Reitsma 1988	Doussala (SO-Gabon)	fdh	200		132		54			41
Reitsma 1988	Lopé (C-Gabon)	fdhs	200		125		51			41
Reitsma 1988	Ekobakoba (E-Gabon)	fdhs	200		201		79			39
Letouzey 1968 (in Reitsma 1988)	Essam (Cameroun)	fdh	100	1263	227	81				
Meijer 1959 (in Reitsma 1988)	Asie du SE	fdh+SM	10000		350					
Hall & Swaine 1976	Ghana	fdh	625		190					
Hall & Swaine 1976 (in Gentry & Dodson 1987)	Ghana	fdh	1000				42			
Mosango & Lejoly 1990	Zaïre, centre	fdhs	2500		134					
Whitmore & al. 1985 (in Costa 2004)	Horquetas (Costa Rica)	fdh	100		200		120	16		5
Poulsen & Balslev 1991	Amazonie (Ecuador)	fdh	10000				10960	96		14
Costa 2004	Manaus (Amazonie centrale)	fdh	34				50	14		6
Costa 2004	Manaus (Amazonie centrale)	fdh	67				98	22		9
Costa 2004	Manaus (Amazonie centrale)	fdh	880				1285	35		7
Duivenvoorden & Lips 1995 (in Costa 2004)	Middle Caqueta area (Colombia)	Acric-Ferralsol	1000							10
Duivenvoorden & Lips 1995 (in Costa 2004)	Middle Caqueta area (Colombia)	Ali-Acrisol	1000							23
Dirzo & al. 1992 (in Costa 2004)	Los Tuxlas (Mexique)	fdt+Pi	130				1729	52		10
Dirzo & al. 1992 (in Costa 2004)	Los Tuxlas (Mexique)	fdt+Pi	130							30
Poulsen & Pendry (1995)	Brunei (Bornéo), plot 1	fdh	2500				660	33		7
Poulsen & Pendry (1995)	Brunei (Bornéo), plot 2	fdh	2500				1634	37		7
Poulsen & Pendry (1995)	Brunei (Bornéo), plot 3	fdh	2500				594	31		7
Poulsen & Pendry (1995)	Brunei (Bornéo), total bas de pente	fdh	7500				2888	55		10
Poulsen & Pendry (1995)	Brunei (Bornéo), plot 4	fdh	2500				98	11		3
Poulsen & Pendry (1995)	Brunei (Bornéo), plot 5	fdh	2500				106	14		4
Poulsen & Pendry (1995)	Brunei (Bornéo), plot 6	fdh	2500				133	7		2
Poulsen & Pendry (1995)	Brunei (Bornéo), total mi-pente	fdh	7500				337	22		5
Poulsen & Pendry (1995)	Brunei (Bornéo), plot 7	fdh+SM	2500				2291	70		14
Poulsen & Pendry (1995)	Brunei (Bornéo), plot 8	fdh+SM	2500				2860	70		13
Poulsen & Pendry (1995)	Brunei (Bornéo), plot 9	fdh+SM	2500				1055	49		11
Poulsen & Pendry (1995)	Brunei (Bornéo), total SM	fdh+SM	7500				6206	99		17
Poulsen & Pendry (1995)	Brunei (Bornéo), total		22500				9431	121		20
Smith 1987 (in Costa 2004)	BCI (Panama)	fdhs	800							65
Poulsen 1996	Brunei (Bornéo)	fdh	10000				6300	92		15
Poulsen 1996	Brunei (Bornéo)	fdh	10000							74
Van Andel 2001	Barama (NW-Guyane)	fdh	40				268	55		21
Van Andel 2001	Moruca (NW-Guyane)	fdh	40				536	68		21
Van Andel 2001	Barama (NW-Guyane)	fdh+Cié	40				431	77		27
Van Andel 2001	Moruca (NW-Guyane)	fdh+Cid	40				588	65		19

IV.5.2 RELEVÉS DE STRATES LIGNEUSES

En Afrique comme ailleurs, le type de relevé de ligneux le plus fréquent correspond à des parcelles d'1ha pour tous les arbres à $DBH \geq 10\text{cm}$. Parmi les sources présentées au chapitre I.4.1.6, nous en avons illustrées quelques unes à la *Fig.86*, représentatives des principaux ensembles structuraux et des différents niveaux d'effort d'échantillonnage. Pour ce faire, nous avons extrait les valeurs présentées ici à partir de résultats publiés pour des relevés ou au travers de courbes aire-espèces. Nos données personnelles ont été insérées dans les graphes. On remarque que notre communauté la plus riche (LitInflBas) est parmi les plus riches d'Afrique, en considérant essentiellement des inventaire d'arbres dominants (A) et dominés (Ad).

Les flores forestières néotropical, africaine et d'Asie du SE diffèrent de manière remarquable sur le plan de leur diversité végétale. L'Afrique est de loin moins riche que l'Amérique, elle-même moins diversifiée que l'Asie du SE. On attribue généralement ces différences à des raisons historiques. Par exemple, l'Asie du SE a occupé sa position équatoriale depuis des temps bien plus reculés que l'Afrique et que l'Amérique. Depuis l'éclatement du Gondwana, au Crétacé, l'Afrique est progressivement remontée vers l'Europe jusqu'à atteindre sa position équatoriale au milieu du Tertiaire (PLANA 2004, SCOTese 2000).

D'autre part, les changements climatiques, lors de phases glaciaires, ont été plus accentués en Afrique que sur les autres continents, l'archipel indo-malais ayant été particulièrement préservé. La topodiversité est sans doute également un élément important pour expliquer la faible diversité de l'Afrique, où les hauts reliefs sont relativement rares dans les régions à climat humide. Par ailleurs, la majorité de ces hauts reliefs n'est apparue que relativement tardivement, vers le Miocène (30 millions d'années B.P.), ce qui est encore plus vrai pour la cordillère des Andes. Les massifs montagneux d'Asie du SE sont en revanche bien plus anciens.

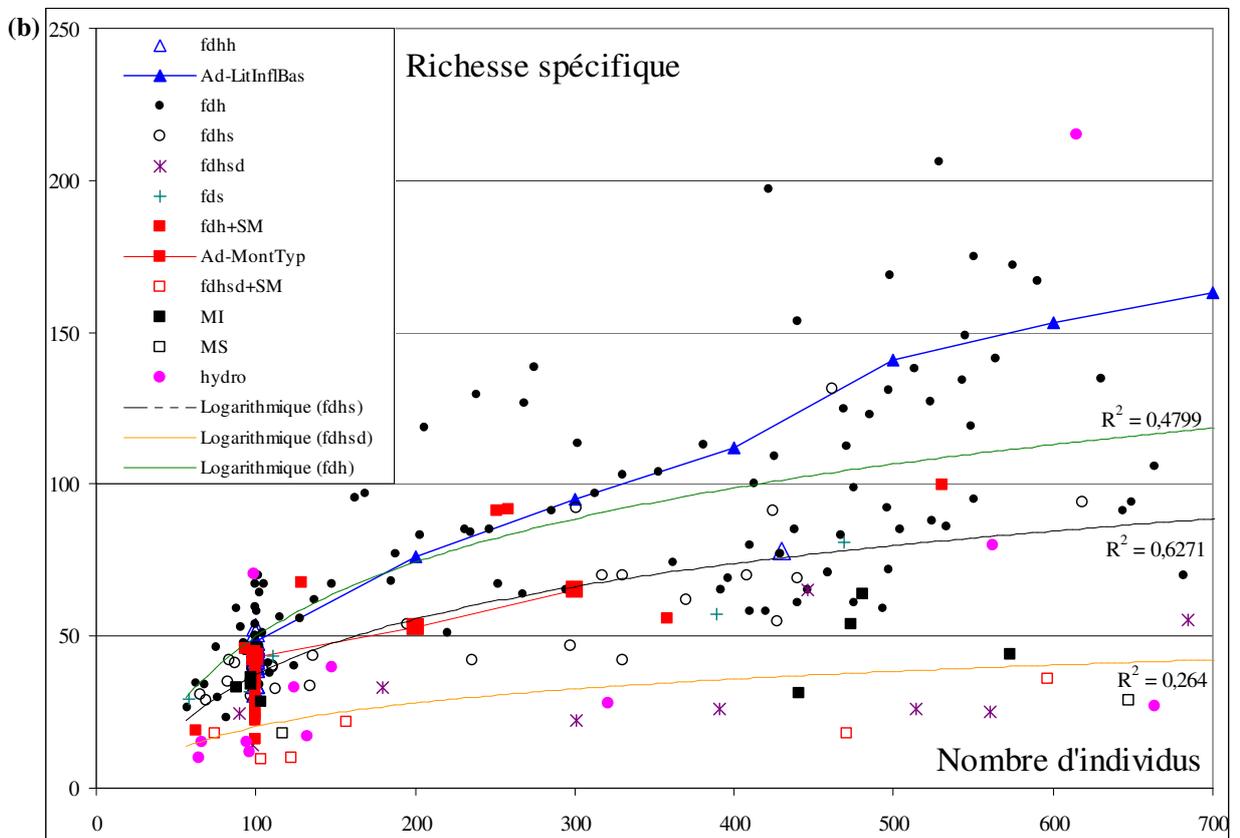
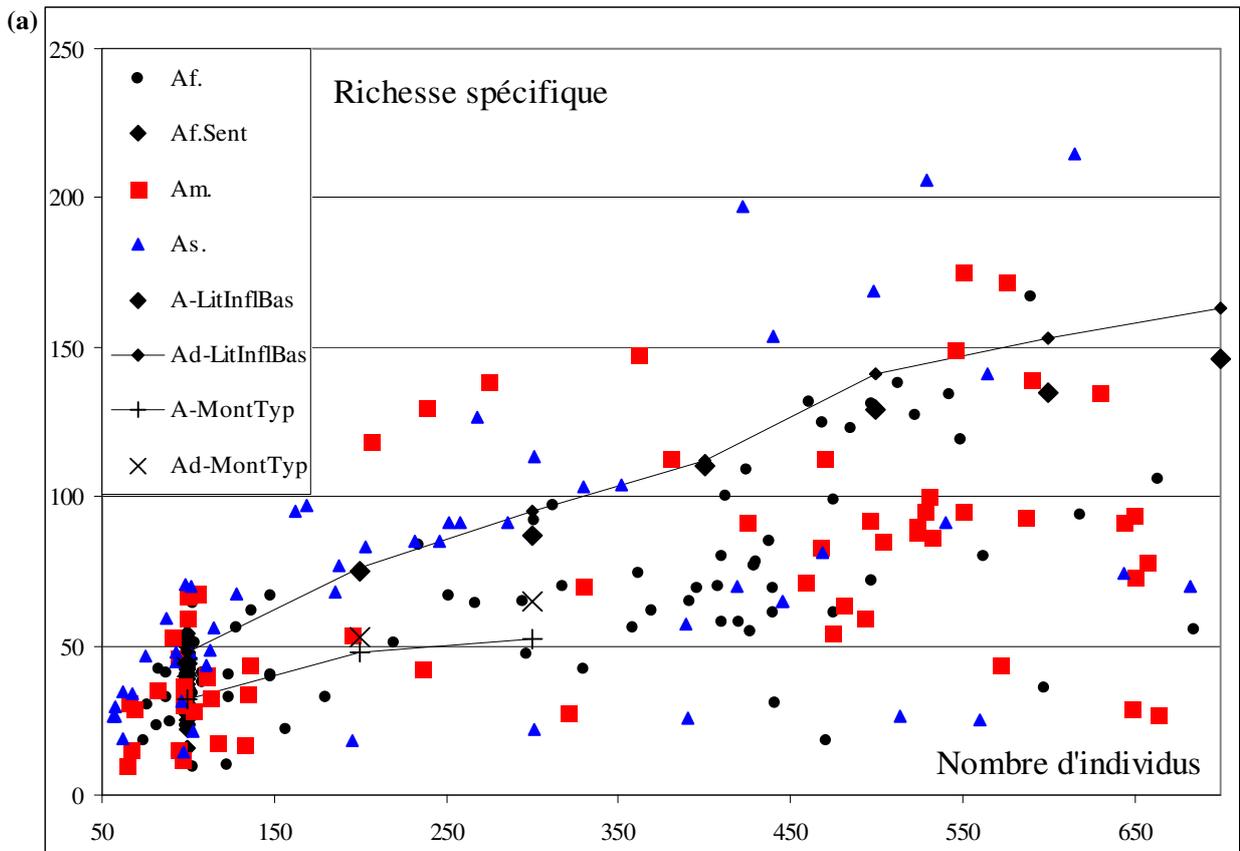
Malgré ces fortes différences à l'échelle des flores continentales, il n'existe pas de différence majeure à l'échelle de relevés stationnels entre la diversité des différents continents. Les différences sont par contre plus marquées entre types forestiers (*Fig.86b*). Les types forestiers humides (fdh) sont plus riches en espèces que les types forestiers à tendance semi-décidues (fdhs, à faible saisonnalité). Les forêts denses semi-décidues (fdhds) sont quant à elles encore moins diversifiées.

Si on considère des types forestiers submontagnards, la même constatation peut être faite: les forêts submontagnardes de l'aire des forêts denses humides sempervirentes sont plus riches en espèces que leur homologue dans l'aire des forêts denses semi-décidues.

Par ailleurs, nous avons vu que les forêts submontagnardes que nous avons étudiées à Monte Alén sont moins riches que nos autres types forestiers de basse et moyenne altitudes. La *Fig.86b* indique que la diversité de nos forêts submontagnardes, situées dans l'aire des forêts denses humides sempervirentes, est comparable à la diversité des forêts de plaine de l'aire des forêts à tendance semi-décidue, comme celles qui caractérisent le secteur bas-guinéen continental en Afrique.

Les rares données bibliographiques que nous avons trouvées sur la diversité des forêts submontagnardes (PROCTOR & al. 1988, LIEBERMAN & al. 1996, LEIGH & LOO DE LAO 2000, HAMANN & al. 1999, etc.) montrent que celles-ci peuvent être bien plus riches, dans les îles d'Asie du SE notamment.

Fig.86 Comparaison de la richesse spécifique (a) entre continents (Af.-Afrique, Am.-Amérique, As.-Asie) et (b) entre types forestiers (symbolique cf. Tab.30). Les données présentées proviennent de **35 sources différentes** (annexe 18).



Quant aux forêts denses marquées par une certaine hydromorphie, leur diversité semble très variable, allant de très faible à très élevée. Cette variabilité est peut-être liée à des différences quant au degré d'hydromorphie: une forêt à tendance hydromorphe est en effet logiquement plus riche qu'une forêt marécageuse, en accord avec la théorie des perturbations intermédiaires (MOLINO & SABATIER 2002).

IV.5.3 RICHESSE EN ESPÈCES RARES ET CONSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ

Une des particularités de l'Afrique centrale, et notamment de pays encore très peu explorés comme le Gabon et la Guinée Equatoriale, est d'être encore exceptionnellement riche en espèces inconnues pour la science. Plusieurs raisons peuvent être invoquées.

Premièrement, des pays comme la Guinée Equatoriale et le Gabon sont relativement peu peuplés et regorgent encore de vastes étendues de massifs forestiers intacts ou seulement atteints par l'exploitation forestière.

Deuxièmement, les petites chaînes montagneuses de la façade atlantique de l'Afrique centrale ont vraisemblablement constitué des zones de refuges forestiers lors des périodes glaciaires du Quaternaire. L'importante diversité qui résulte de cette situation privilégiée n'a encore été prospectée que très superficiellement pour des raisons d'accessibilité mais aussi historiques. En Guinée Equatoriale par exemple, les explorations botaniques menées par les espagnols sont restées très superficielles et ont en grande partie été effectuées par Emilio GUINEA (1946) ainsi que quelques autres explorateurs (AEDO & al. 2001).

D'autre part, la grande majorité des prospecteurs qui se sont succédés ont bien souvent emprunté des chemins similaires ou en tout cas n'ont que très rarement eu l'occasion de s'enfoncer plus profondément dans la forêt.

Enfin, ce n'est pas tout d'aller au bon endroit, par exemple dans les zones montagneuses du cœur des monts de Cristal, il faut aussi y aller au bon moment. Or pour des raisons pratiques, la majorité des botanistes évitent les saisons de fortes pluies comme octobre ou mai, qui correspondent pourtant au pic de floraison de bon nombre d'espèces.

Et quand bien même on se trouve dans une région propice à la diversité, à une période idéale pour la collecte d'échantillons à fleurs ou à fruits, il faut encore ne pas passer à côté des plantes à collecter. En faisant nos relevés d'environ 1 ha chacun, sur lesquels nous passons plusieurs jours entiers, et plus encore en faisant nos parcelles de 200m², nous avons eu l'occasion de nous rendre compte qu'il y a toujours un grand nombre de plantes qui passent totalement inaperçu et qu'on ne remarque que grâce à une progression systématique et rigoureuse.

Premièrement, le sous-bois est sombre. Ensuite la végétation est exubérante au point qu'il devient difficile de discerner un grand nombre de chose d'un simple coup d'oeil. Enfin, bien des plantes ont des fleurs ou des fruits très discrets: minuscules, verdâtres ou encore couverts de microparticules d'humus. Il nous est même arrivé plusieurs fois de collecter une plante qu'on pensait stérile, pour les besoins d'un relevé, et de nous rendre compte par la suite, lors de l'étude de l'herbier en laboratoire, que celui-ci était muni de minuscules fleurs.

Nous émettons ces commentaires pour bien mettre en évidence l'importance considérable qu'ont les études de type phytosociologique et de manière plus générale les études de végétation basées sur des relevés se voulant complets. En effet, nous sommes convaincus que ce type de démarche est de loin la plus appropriée pour découvrir le plus grand nombre de nouvelles espèces. Le fait de regarder chaque individu de plante l'un après l'autre, de manière rigoureuse et systématique, en ne négligeant aucun des principaux types biologiques accessibles, permet de ne plus passer à côté d'échantillons fertiles.

Des relevés homogènes subdivisés en sous-relevés structuraux, comme détaillés au chapitre II.2, permettent de rentabiliser bien des aspects. Premièrement, les paramètres écologiques peuvent être contrôlés relativement précisément. Deuxièmement, pour une de ces stations écologiquement déterminées, on dispose d'un échantillon suffisant pour l'étude de la diversité et des aspects sociaux. Enfin, les dimensions raisonnables d'un tel relevé, conditionnées par l'exigence de l'homogénéité mésologique, permettent d'envisager un plus grand nombre de répétitions judicieusement placées afin d'explorer au mieux la variabilité écologique pour une région donnée.

Dans le cadre de notre étude, avec les avantages que nous venons de rappeler, nous avons ainsi pu mettre en évidence un nombre très important d'espèces rares, ou du moins rarement observées. Sur nos 1050 espèces, nous en avons répertorié une centaine (10% !) qui n'étaient connues que de quelques échantillons. On peut notamment citer *Korupodendron songweanum*, *Diospyros soyauxii*, *Eugenia librevillensis*, *Sorindeia oxyandra*, etc. (annexe 19). Parmi celle-ci, 20 sont vraisemblablement nouvelles pour la science: *Achyrosperrum sp.nov.1*, *Amischotolype sp.nov.1*, *Anthocleista sp.nov.1*, *Ardisia sp.nov.1*, *Begonia sp.nov.1*, *Bikinia sp.nov.1*, *Crossandrella cristalensis* Champl. & Senterre, *Culcasia sp.nov.1*, *Diospyros sp.nov.2*, *Dischistocalyx minima* Champl. & Senterre, *Dischistocalyx purpureoviridis* Champl. & Senterre, *Garcinia sp.nov.1*, *Memecylon sp.nov.1*, *Octoknema sp.1*, *Pellegriniodendron sp.nov.1*, *Phyllocosmus sp.nov.1*, *Reissantia sp.nov.1*, *Tricalysia sp.nov.1*, *Trichoscypha sp.nov.1*, aff. *Soyauxia grandifolia* Gilg & Stapf (les espèces en gras ont été révisées par des spécialistes).

Une manière classique de caractériser l'importance des espèces rares pour une région donnée consiste à envisager huit catégories de rareté définies sur base de trois critères: l'un géographique, le second écologique et le dernier relatif à l'abondance dans l'habitat et l'aire de distribution. Un tel système de classification a été mis au point par Rabinovitz (1981 in PITMAN & al. 1999).

Parmi toutes les espèces observées dans nos 37 relevés, 44% sont à faible amplitude géographique dont 14% sont en outre rares et à amplitude écologique très étroite. Ces valeurs sont très nettement supérieures à celles obtenues par PITMAN & al. (1999), au Parc National du Manu (Pérou), ou encore par EILU & al. (2004), dans la partie ougandaise du rift Albertin. Notre méthodologie est donc non seulement efficace pour l'étude de la diversité et de sa variabilité entre strates et entre habitats, mais aussi pour la mise en évidence des espèces rares et donc pour l'étude des communautés végétales et de leur importance en termes de conservation de la biodiversité.

Géogr.	Ecolog.	Abond.	Nbr. Sp.	%	% (b)
Large	Large	élevée	148	18	30
Large	Large	faible	151	18	23
Large	étroite	élevée	108	13	24
Large	étroite	faible	63	8	16
étroite	Large	élevée	64	8	0
étroite	Large	faible	57	7	0
étroite	étroite	élevée	124	15	5
étroite	étroite	faible	118	14	2
		Indét.	217		
		Total	1050		193

Tab.75 Nombre d'espèces par catégorie de rareté selon le système défini par Rabinovitz (1981 in PITMAN & al. 1999) sur base de l'amplitude géographique (Géogr.), écologique (Ecolog.) et de l'abondance (Abond.). Les pourcentages sont calculés par rapport au nombre d'espèces pour lesquelles la catégorie de rareté a pu être déterminée (833). (b)-valeurs obtenues par EILU & al. (2004)

V CONCLUSIONS

Nous reprenons ici les principaux éléments discutés tout au long du présent document en les replaçant par rapport aux questions posées lors de l'établissement des objectifs (cf. I.1).

V.1 Aspects méthodologiques

V.1.1 UNE CONCEPTION INTÉGRÉE DE LA TYPOLOGIE FORESTIÈRE

Deux approches complémentaires pour une typologie forestière selon le principe des classifications ouvertes

La question de la typologie forestière, aussi simple et aussi peu appliquée qu'elle puisse paraître, est à la base des questions de conservation et de gestion durable des écosystèmes forestiers tropicaux. Avant d'envisager des aspects de conservation de la diversité, par la recherche de critères et d'indicateurs pratiques pour la reconnaissance rapide de la valeur conservatoire d'un massif forestier donné, on ressent inévitablement le besoin de tenter de comprendre un peu la variabilité floristique de ces forêts denses humides.

Quand on explore les forêts tropicales et que l'on s'intéresse à toutes les plantes qui y vivent, il y a un certain nombre de choses qui semblent évidentes. Premièrement, les espèces ne sont pas les mêmes et leur aspect est différent en fonction de la strate qu'elles occupent. Deuxièmement, certaines plantes et certains types physiologiques semblent liés à des environnements différents: fonds de vallées, montagnes, régions côtières, etc.

Dès que cette constatation est faite, et que l'on a compris, ou senti, qu'il existe des types forestiers, on cherche à savoir quelles sont les plantes qui y sont associées, en fonction des strates.

Deux approches existent. On peut se concentrer sur une région limitée et y voir des vallons, des marécages, des bords de rivières, etc. Dans ce cas, on a rarement le recul nécessaire pour comprendre la variabilité géographique de ces forêts. La deuxième approche consiste précisément à se distancier, à regarder la carte d'un pays ou d'un continent, et à y étudier la distribution des espèces mais sans plus se soucier de leur habitat précis. Ces deux approches sont à l'origine de deux disciplines différentes, pratiquées par des botanistes qui se sont longtemps ignorés, à savoir respectivement les phytosociologues et les phytogéographes.

Les premiers, qui partent d'une vision locale, s'efforcent avec le temps de reconstruire les liens qui unissent les ensembles qu'ils reconnaissent, sous forme de classifications hiérarchiques agglomératives. Les seconds procèdent dans l'autre sens et s'efforcent de subdiviser des entités phytogéographiques en sous-entités de plus en plus petites, bien souvent sous forme de classifications hiérarchiques divisives (chapitre I.5).

Tout au long de cette étude, nous avons tenté de développer le point de vue suivant. Selon nous il n'existera jamais de classification "parfaite", où toutes les entités sont connues et rangées dans un système cohérent et nous sommes de l'avis de Raymond Fosberg pour qui il était nécessaire d'envisager des classifications nombreuses et chacune adaptée à une problématique précise. En revanche, il est possible et nécessaire de fixer quelques bases fondamentales pour la réalisation de ces classifications.

Avant d'étudier les relations entre entités et de présenter ces relations sous forme de classifications, il est nécessaire de distinguer un maximum de détail, tout comme on étale toutes les pièces d'un puzzle sur une table avant d'en entamer la construction. Distinguer un maximum de détail, cela signifie qu'il faut tirer parti des éléments issus des deux démarches complémentaires rappelées ci-dessus afin de construire des classifications ni totalement agglomératives, ni totalement divisives. Ce principe est celui des **classifications "ouvertes"**.

Concrètement, nous proposons de mettre en pratique ce principe en définissant des **types chorologiques** et des types écologiques de manière indépendante et homologue. Les types chorologiques sont ceux classiquement reconnus par les **phytogéographes** pour la région guinéo-congolaise (bas-guinéen, haut-guinéen, congolais, etc.) et sont ici revus à l'échelle infra-domaniale (secteurs, districts: IV.4, II.4.2).

Les **types écologiques** sont basés sur les principaux facteurs déterminants des types forestiers azonaux et plus particulièrement approfondis par les **phytosociologues**: forêts submontagnardes, montagnardes (I.6.2.3), riveraines, alluviales, marécageuses, etc. (II.4.3).

Pour chacune de ces deux catégories, des **éléments de liaisons** sont envisagés de manière homologue afin de faciliter l'étude des liens chorologiques et écologiques entre entités.

Enfin, les types chorologiques et écologiques sont nuancés par la définition de **degrés d'endémisme** et de **degrés de fidélité**, respectivement.

Les espèces étudiées sont alors classées pour ces éléments chorologiques et écologiques en tenant compte des phénomènes de transgression chorologique et écologique (I.5.5, II.4.4). Les spectres chorologiques et écologiques peuvent ainsi être analysés séparément et, pour les spectres écologiques, séparément entre types de facteurs (IV.1). On résout de cette manière le problème de la conception des groupes écologiques pour les espèces à affinité prononcée pour plus d'un facteur du milieu, par exemple submontagnardes sur sols hydromorphes, et le problème des espèces caractérisant à la fois une phytochorie et un morceau de gradient particulier, par exemple des espèces submontagnardes des forêts hyperhumides du district littoral atlantique (annexe 11).

V.1.2 DES RELEVÉS COMPLETS, QUANTITATIFS ET MULTISTRATES

Les principes énoncés plus haut impliquent, si on étudie des herbiers, de ne pas se limiter à n'envisager que les coordonnées GPS mais aussi à considérer la station (IV.3), parfois mentionnée par le collecteur. Si on procède à de nouvelles études sur le terrain, il est nécessaire de suivre un certain nombre de recommandations (II.2, II.3).

Ce dont nous avons besoin, c'est d'une banque de données répertoriant un maximum de localités suffisamment connues écologiquement et accompagnées d'informations sur la composition floristique des différentes strates (II.5). Afin d'obtenir de telles données, nous avons montré qu'il est nécessaire de procéder à des relevés de végétation qui soient "**complets**", où tous les types de plantes accessibles sont pris en compte, "**quantitatifs**", c'est-à-dire où la présence d'une espèce est relativisée par son abondance, et surtout "**représentatifs**", c'est-à-dire où les différents types de plantes sont inventoriés à effort d'échantillonnage comparable en termes d'individus et non pas de surface puisque leur espace vital est variable selon la strate.

Pour les arbres et arbustes, plusieurs relevés structuraux fixés en nombres d'individus croissants vers les strates inférieures.

Les relevés complets, qui jusqu'ici sont restés rares (I.4), présentent le défaut de n'être complets qu'en théorie: en effet, aucun des relevés complets réalisés jusqu'ici n'a tenu compte des différences d'espace vital entre les espèces du sous-bois et les espèces des diverses strates supérieures. Par conséquent, un relevé complet d'une surface donnée sera de moins en moins représentatif pour les strates à hauteur croissante.

Pour évincer ce problème, nous préconisons l'usage de relevés **multistrates** décomposés en sous-relevés structuraux tous homogènes et inclus dans la même station (relevés emboîtés, ou nested plot). L'**effort d'échantillonnage** de chacun des sous-relevés doit être fixé en termes de **nombre d'individus** observés. Un nombre de **100** individus s'observe généralement sur une surface, unique ou fragmentée, d'environ 1ha pour les arbres de la strate supérieure et représente un bon compromis entre homogénéité et représentativité. Cependant, étant donné que pour les strates inférieures, d'arbres dominés et d'arbustes, les individus se répartissent entre plusieurs ensembles structuraux, du présent et du futur, il est nécessaire de considérer un **effort d'échantillonnage croissant des strates supérieures aux strates inférieures**. De cette manière, on laisse la possibilité d'extraire des données de relevés représentatifs pour les différents ensembles du présent, qui jusqu'ici demeurent mal étudiés.

Dans les forêts que nous avons étudiées, qui sont de nature assez variée, la strate des arbres dominés se compose toujours d'environ 45% d'individus d'arbres dominés et de 55% de jeunes individus d'espèces appartenant à la strate dominante (annexe 20). Pour la strate arbustive, l'élément propre représente de l'ordre de 35% des individus. Par conséquent, nous préconisons des relevés en **trois sous-relevés de strate ligneuse**: un sous-relevé de **100 arbres dominants (A)**, strate entièrement constituée de l'ensemble du présent), un sous-relevé d'**au moins 250 arbres dominés (Ad)**, sous la contrainte que ceux-ci doivent rester dans les limites d'homogénéité de la station) et un sous-relevé d'**au moins 300 arbustes (ar)**. Pour chacun de ces sous-relevés, il est par ailleurs utile de mesurer la surface couverte par le nombre d'individus observés et ce afin 1-de procéder à un **inventaire systématique et progressif** plutôt qu'aléatoire ou instinctif et 2-de permettre la comparaison avec d'autres travaux.

Pour la strate herbacée, un effort d'échantillonnage mesuré en surface et une estimation de l'abondance quantitative et semi-quantitative

Pour la strate herbacée (**H**), et contrairement aux strates arbustive et arborée dominée, la physionomie particulière des plantes permet, même à un botaniste peu expérimenté, de distinguer les individus de l'ensemble du présent de cette strate et ceux de l'ensemble du futur (régénération des strates supérieures). Il n'est donc plus nécessaire d'inventorier ces ensembles du futur. Leur considération est utile si on s'intéresse en particulier aux aspects de la régénération et de diversité mais est très coûteuse en temps. Par contre, une fois que l'on s'est familiarisé avec les espèces propres à cette strate, l'inventaire de l'ensemble du présent devient relativement rapide.

D'autre part, comme pour les strates ligneuses, il est essentiel de quantifier la présence d'une espèce en comptant les individus. Toutefois, le problème est ici lié à la difficulté de la notion d'individus pour certaines espèces herbacées du sous-bois poussant en touffes, etc. Nous recommandons donc le **comptage des individus** selon les règles habituelles (II.2.3.2) **et l'estimation conjointe d'un coefficient d'abondance-dominance adapté** à la problématique

des forêts tropicales et permettant une transformation vers une échelle commune et comparable pour les strates herbacées et ligneuses (II.2.3, II.6.1.1). Le comptage des individus est une étape indispensable pour 1-se familiariser et contrôler l'objectivité de ses estimations des coefficients d'abondance-dominance, 2-se forcer à procéder à un inventaire systématique et rigoureux au cours duquel une attention particulière est donnée à tous les individus, ce qui permet de ne pas "rater" des espèces et de réduire les risques d'erreurs de confusion entre espèces différentes qu'un examen superficiel pourrait amener à ne pas distinguer. En raison des problèmes liés à la notion d'individu, l'effort d'échantillonnage ne peut plus être fixé en termes d'individus. Nous avons montré qu'une **surface de 200m²** constituait un minimum acceptable et correspond au meilleur compromis entre temps de travail et représentativité.

Une définition structurale des strates pour des relevés structuraux homologues entre types forestiers différents

Les méthodologies classiques, basées sur des transects, sont exploitables en termes de typologie (SENTERRE & al. 2004) mais avec une précision et une "rentabilité" très largement inférieures.

1-La nature contrastée des réponses et du comportement des espèces des différentes strates (II.2, III.3.3, IV.1.5, IV.2) implique qu'il est indispensable de distinguer celles-ci. Les définitions habituelles par catégories de diamètre ne représentent pas une réalité biologique et mènent à des "strates" non homologues entre types forestiers différents, par exemple entre forêts basses submontagnardes et forêts hautes de plaines.

2-La décomposition de données issues de transects en zones ou tronçons homogènes est d'une part problématique et d'autre part implique un "gaspillage" du temps passé à inventorier des tronçons particulièrement hétérogènes.

Selon nous, les transects de type forestier n'en restent pas moins une méthode de premier choix pour des études plus ciblées sur les aspects de dynamique forestière et de structures dendrologiques de populations, non abordés ici, ainsi que pour des études phénologiques, faunistico-floristiques, etc. Cette méthode est aussi un bon moyen d'appréhender la diversité des habitats d'une région donnée et a l'avantage de pouvoir être facilement déléguée à des étudiants pour des travaux de fin d'études.

Des observations recommandées et standardisées pour augmenter la rentabilité et la polyvalence des recherches individuelles

Devant la problématique de la typologie en forêts denses, il est important de concevoir des méthodologies laissant la possibilité de comparaisons entre travaux ayant développé des aspects différents. Par exemple, en ce qui nous concerne, nous avons défini les strates d'une manière structurale et non pas en termes de hauteur, ni de diamètres. Cela ne nous a toutefois pas empêché de mesurer la hauteur et le diamètre de chaque arbre. Ces données de hauteur et de diamètre n'ont pas été utilisées mais seront nécessaires pour qui veut valoriser nos données selon cette approche. Leur observation sur le terrain ne constitue pas une perte de temps, tout au plus une poignée de secondes par individu, et oblige à regarder de près chaque arbre individuellement même si son identification semble a priori évidente. L'expérience nous a appris qu'un certain nombre d'erreurs de distraction étaient ainsi évitables.

De même, dans l'autre sens, les chercheurs qui préfèrent inventorier des strates définies en catégories de diamètres devraient prendre la peine de préciser, pour chaque individu, à quelle

strate biologique il appartient. Nous proposons dans ce cas de suivre les catégories définies dans la présente étude (Tab.22, II.2.2) et qui représentent une synthèse des auteurs consultés.

La description écologique d'un relevé de végétation est un autre point important qui ne nécessite pas de grands moyens et peut se faire rapidement. Les critères macroécologiques et les états possibles pour ces critères sont décrits sur base d'une synthèse bibliographique et de nos observations personnelles (II.3). Nous en recommandons l'utilisation pour les travaux futurs en forêts tropicales. Ces critères sont essentiellement liés à un déterminisme local.

Les grands types forestiers tropicaux, à déterminisme climatique, pourraient eux-aussi être mentionnés d'une manière standard en mettant en avant les homologues écologiques, morphologiques et autres (Tab.30).

v.2 Les types forestiers, leur déterminisme, leur histoire et leur description

Rôle primordial du gradient de continentalité pour la différenciation de variantes zonales et distribution en archipel pour les forêts submontagnardes

Un des principaux résultats de cette étude est la démonstration quantitative de l'existence de types forestiers bien distincts et différenciés à distance croissante de l'océan en forêts littorales, orientales et continentales. La transition entre les forêts littorales et orientales est marquée par les bastions montagneux de la façade atlantique, Monts de Cristal et autres. Cette limite est donc marquée par l'interposition d'un type forestier de nature azonale et constitué de forêts submontagnardes. Les forêts des plaines directement sous-jacentes à ces forêts submontagnardes sont partagées entre une influence littorale et une influence orientale et constituent plusieurs types forestiers bien distincts, différenciés essentiellement sur le flanc montagneux exposé aux vents.

Nous observons donc 6 principaux ensembles: les forêts **typiquement littorales**, les forêts **typiquement orientales**, les forêts à **influence littorale** et/ou **orientale** partagée, les forêts **continentales** et les forêts **submontagnardes**. Les forêts submontagnardes, bien que dispersées et isolées dans plusieurs entités phytogéographiques zonales différentes, littorale et orientale, constituent une entité particulièrement homogène et non pas plusieurs variantes altitudinales des différentes phytochories zonales dans lesquelles elles sont incluses (III.1.1.3). Elles ont donc une distribution en forme d'archipel tout comme la dite "région afromontagnarde" de WHITE (1978a).

Dix types forestiers matures de terre ferme sont décrits (III.1.2). Ceux-ci sont liés, au sein des entités zonales, à des effets topographiques: variantes vallicoles et collinéennes. Pour le type submontagnard, les 3 variantes distinguées correspondent à des sous-étages inférieur, moyen (typique) et supérieur plutôt qu'à des variantes géographiques. Chacun des 10 types forestiers est décrit sur base d'espèces caractéristiques à caractère indicateur vérifié et confirmé d'après la littérature.

Du point de vue des affinités phytogéographiques, les forêts littorales et orientales correspondent à deux districts phytogéographiques habituellement évoqués au sein d'un secteur atlantique. Les premières sont aussi connues sous le nom de "forêts à *Sacoglottis*" et les secondes sous le nom de "forêts à Césalpiniacées". Les forêts du secteur continental sont quant à elles connues sous le nom de "forêts à tendance semi-décidue". Ces trois entités constituent les principales subdivisions du domaine bas-guinéen.

Réduction de l'élément propre des types forestiers le long du gradient de continentalité

Les trois principales entités phytogéographiques zonales reconnues se caractérisent chacune par une importance différente de leur élément propre, c'est-à-dire d'espèces endémiques ou sub-endémiques. Cet élément propre diminue fortement avec le gradient de continentalité (IV.1.2, IV.4.2.1), allant de ~18 % des espèces dans le district littoral à seulement ~2 % dans le secteur continental, où les espèces à large distribution deviennent prépondérantes (~14 % des espèces). Par conséquent, dans le cadre d'une classification phytogéographique selon un système divisif, les entités définies à l'échelle infra-domaniale ne doivent pas se baser uniquement sur des critères tels que l'importance de l'élément propre.

De fortes homologies systématiques et écologiques entre entités infra-domaniales haut et bas-guinéennes

Les recherches sur la distribution de nos espèces typiquement littorales ont par ailleurs montré qu'une importante proportion de celles-ci était également présente en situation tout aussi littorale dans le domaine haut-guinéen (élément guinéen littoral: II.4.2.1, IV.4.2.1) et que d'autres, bien que différentes, y trouvaient leur plus proche parent (IV.1.2). De plus amples études sont nécessaires, notamment sur base d'une approche plus taxonomique que la nôtre, afin de préciser la nature exacte des liens entre les forêts littorales haut et bas-guinéennes et les forêts moins littorales, à Césalpiniciacées, qui leur succèdent plus vers l'intérieur de ces deux domaines.

Nous avons fait remarquer que ce sont systématiquement les extrêmes de gradients qui posent les principaux problèmes. C'est évident pour les gradients locaux d'hydromorphie, d'altitude et autres, ce qui se traduit par la notion de types forestiers azonaux. Cela l'est déjà beaucoup moins pour les gradients macroclimatiques tels que le gradient de continentalité. Pourtant, il est indéniable que les forêts zonales sous climat trop humide (forêts littorales hyperhumides) ou trop sec (forêts semi-décidues) présentent certains aspects rappelant les types forestiers azonaux, c'est-à-dire une certaine identité retrouvée au-delà des domaines phytogéographiques zonaux (IV.4.2.3).

Dans chaque domaine, il peut y avoir des forêts littorales, ombrophiles, mésophiles (semi-décidues), (sub)montagnardes, secondaires, hydromorphes, etc. Les événements du passé ont créé puis supprimé des frontières entre ce qui nous apparaît aujourd'hui comme des centres d'endémisme. Mais ce n'est pas tout et il est clair que d'autres frontières existent, écologiques celles-là, et qui séparent les grands ensembles que nous venons d'évoquer depuis des temps bien plus reculés. Il est en effet évident qu'un gradient de continentalité existe sur l'ouest du continent africain depuis que l'océan atlantique est né et depuis bien plus longtemps encore en marge du Gondwana (cf. notamment KURSCHNER & PAROLLY 1999).

Cartographie de types forestiers par le biais de communautés d'espèces indicatrices

Etant donné la remarquable constance floristique des forêts submontagnardes de la région guinéo-congolaise et du domaine bas-guinéen en particulier, et d'après le nombre important d'espèces indicatrices identifiées, nous avons montré qu'il était possible d'établir une carte de distribution potentielle de ces forêts submontagnardes, à l'échelle de l'Afrique centrale atlantique, sur base d'une étude de l'aire de distribution d'espèces clés (IV.3).

Plus de 400 localités de forêts submontagnardes ont été cartographiées. Celles-ci se développent à partir de moins de 400m d'altitude à proximité de la côte et "remontent" progressivement en altitude à distance croissante de l'océan. Une synthèse est par ailleurs

proposée sur les différents étages de végétation et sur les facteurs responsables de leur variabilité.

Ces forêts de l'étage submontagnard présentent un taux d'endémisme ou de sub-endémisme remarquable (23 % des espèces qu'on y observe). Elles restent très largement sous-étudiées et particulièrement vulnérables à la pression de l'homme. Ces forêts représentent une très faible proportion en termes de surface et ont déjà été très largement détruites dans les régions les plus propices à leur développement, du Cameroun au Gabon.

Importance des transgressions écologiques et choroécologiques en tant que relais entre types forestiers homologues isolés

L'étude plus approfondie menée sur les forêts submontagnardes et littorales a permis d'autres découvertes intéressantes (IV.1.8 et IV.3.3). Nous avons identifié un certain nombre d'exemples de transgressions écologiques d'espèces submontagnardes sub-endémiques présentant des populations transgressives en plaines dans les milieux soit hydromorphes, soit littoraux voire même de mangrove.

Un autre type de transgression a été mis en évidence, à savoir des transgressions choroécologiques. L'exemple type est celui d'espèces propres aux forêts denses matures de terre ferme de la bande littorale pour lesquelles on retrouve des populations dans les forêts ripicoles du cœur du bassin congolais, après une disjonction de quelques centaines de kilomètres. Le second exemple le plus important est celui des espèces submontagnardes bas-guinéennes dont on retrouve des populations transgressives dans ces mêmes forêts ripicoles congolaises. Dans ce cas, la transgression n'est plus d'un type zonal vers un type azonale mais entre deux types tous deux azonaux.

Il est émis l'hypothèse que ce type de transgression choroécologique d'espèces submontagnardes pourrait être une explication de voie de migration actuelle de ces espèces entre les massifs montagneux bas-guinéens et de la dorsale Kivu. Cette voie de migration, si elle est contemporaine et réelle, a en tout cas probablement été plus importante en période glaciaire. La même question se pose d'ailleurs pour les espèces transgressives des stades climatiques des forêts semi-décidues de la périphérie Nord et Sud de la région guinéo-congolaise vers les stades cicatriciels des forêts sempervirentes situées plus au cœur de ce massif.

Des types fonctionnels multistrates pour étudier la dynamique à long terme

Des types fonctionnels homologues entre strates peuvent être définis selon les principes développés par BLANC (2002) pour les plantes du sous-bois, en élargissant ceux-ci aux strates supérieures. Les types fonctionnels (I.3.3.3) sont définis sur base de deux critères, à savoir le potentiel de dissémination à grande distance, lié à la dynamique à long terme (épisodes glaciaires notamment, SOSEF 1996), et le type de microhabitat colonisable, lié à la notion de tempérament. Pour les espèces arborées, les microhabitats colonisables se définissent par rapport à la dynamique de renouvellement du couvert (OLDEMAN 1990). On distingue les espèces à tempérament "sédentaire", les "cicatricielles durables", les "cicatricielles éphémères" et les "pionnières" (MANGENOT 1958). Pour les espèces du sous-bois, on définit le tempérament en distinguant deux grands types de supports colonisables: le sol forestier couvert d'une couche de litière et les supports inclinés sans litière tels que rochers, souches, etc. (BLANC 2002).

L'étude des spectres de types fonctionnels (IV.2.5) permet, conjointement à l'étude des genres paucispécifiques (IV.1.4), de formuler une hypothèse quant à l'existence d'un type de refuge glaciaire particulier (IV.4.2.2), non encore évoqué dans la littérature. Ce type de refuge se situe dans un type forestier de nature zonale, au pied du versant de la cordillère de Niefang exposé aux vents d'Ouest, et contraste donc avec les autres types de refuges habituellement reconnus, à savoir les refuges montagnards et les refuges fluviaux. Il est caractérisé par une importance des genres paucispécifiques nettement supérieure par rapport à ce que nous observons pour nos relevés correspondant aux refuges montagnards.

On en conclut qu'une explication possible consiste à dire que ce type de refuge serait celui ayant joué le plus important rôle pour la conservation des espèces typiques des forêts denses de terre ferme antéglaciaires tandis que les refuges montagneux et fluviaux auraient davantage accueilli des espèces de types forestiers azonaux: montagnards et hydromorphes.

Ce type forestier de pied de massifs montagneux se distingue encore par une très forte diversité, notamment en espèces rares (IV.5.3) et parfois encore inconnues.

Une typologie similaire pour le sous-bois et la strate arborée mais une atténuation de l'effet des variables macroclimatiques sur les plantes du sous-bois

En forêt dense de terre ferme, les réponses au gradient de continentalité, qui est de nature macroclimatique, sont identiques selon les strates et les ensembles structuraux, qui eux sont liés à un gradient microclimatique vertical allant du sous-bois sombre et humide à la canopée exposée aux radiations solaires. Les typologies obtenues pour les deux strates les plus opposées sur le gradient de microclimat vertical, strate des arbres dominants et strate herbacée, se sont révélées très similaires (IV.2.1) ce qui permet de rejeter, pour les forêts denses matures de terre ferme, l'hypothèse selon laquelle la considération des strates herbacées amène à la définition de variantes au sein de types forestiers surtout définis par la strate arborée. Des résultats similaires ont été obtenus par POULSEN & al. (2005), dans le rift Albertin, qui en conclut que l'inventaire d'une seule strate suffirait donc. Notre étude montre toutefois clairement que la considération simultanée de l'ensemble des données provenant des différentes strates étudiées permet d'augmenter la puissance des analyses floristiques, ce qui n'est pas superflu face à la complexité des forêts tropicales.

Les différences floristiques entre strates d'un même type forestier sont plus importantes que les différences floristiques entre types forestiers pour une même strate (III.2.4), ce qui prouve bien l'existence de strates bien définies.

Pour ce qui est des relations avec les variables environnementales, la strate herbacée est liée aux mêmes variables que la strate supérieure mais se distingue par une atténuation de l'influence des variables environnementales macroclimatiques et un renforcement de l'influence des variables de nature azonale (III.2.2). La plus grande stabilité climatique du sous-bois est encore mise en évidence par une nette tendance à la réduction du taux de genres paucispécifiques depuis les espèces de la canopée jusqu'aux espèces du sous-bois. Outre l'atténuation du macroclimat dans le sous-bois, on peut invoquer une plus large possibilité de réponses aux perturbations pour ces plantes à cycle de vie plus court.

Par ailleurs, l'importance des effets d'autocorrélation spatiale augmente pour la strate herbacée dont on sait que les espèces sont généralement à moindre potentiel de dissémination à grande distance que les espèces arborées (III.2.3). Cette remarque est appuyée par des résultats allant dans le même sens d'après l'étude des spectres chorologiques comparés entre ensembles

structuraux. On a en effet constaté une légère tendance à la diminution de l'importance des espèces à large distribution depuis les strates supérieures vers les strates inférieures (IV.1.5).

Des exsudats plus visqueux en milieu stressant et une description physiologique originale

La description phytosociologique, phytogéographique et écologique des groupements est accompagnée d'une description physiologique par le biais de spectres de types biologiques, de modèles architecturaux, de types foliaires, de types d'exsudats et de types de base de tronc. Parmi les principaux résultats, on notera l'augmentation de la viscosité de l'exsudat depuis les strates inférieures aux strates supérieures et des types forestiers mésiques aux types forestiers soumis à l'excès ou au manque d'un facteur environnemental, notamment en forêts submontagnardes.

Du reste, notre choix pour une définition structurale des strates, ainsi que les autres particularités de notre méthodologie, a permis de mettre en évidence des différences liées à une réalité biologique, contrairement aux méthodes par catégories de diamètre de tronc (DBH), et non biaisées, contrairement aux méthodes par relevés non emboîtés. Les notions de types biologiques et de modèles architecturaux ont par ailleurs été distinguées sur base d'une synthèse bibliographique adaptée aux forêts tropicales.

v.3 Biodiversité et conservation

Des éléments en faveur de la théorie des perturbations intermédiaires

Le type forestier le plus riche se situe au pied de la cordillère de Niefang, sur le versant exposé aux vents d'Ouest. Cette plus grande biodiversité pourrait en partie s'expliquer par la fonction de refuge zonal de ces forêts de pied de massif mais il est clair que leur position intermédiaire sur le gradient de continentalité, entre forêts purement littorales et orientales, peut également avoir une influence, notamment d'après la théorie des perturbations intermédiaires (MOLINO & SABATIER 2001). D'ailleurs, la même constatation peut être faite par rapport à l'autre gradient étudié puisque le sous-étage submontagnard le plus riche est celui de la variante "inférieure", la plus proche de la transition avec les forêts de plaine.

De fortes différences de diversité entre strates et la nécessité d'une prise en compte des ensembles structuraux

En dehors de ces aspects typologiques, les différentes strates reconnues présentent des caractéristiques très différentes, en termes de diversité notamment. Cette diversité, dont la comparaison entre compartiments structuraux différents nécessite certaines précautions (III.3.3), augmente depuis les strates supérieures vers les strates inférieures par accumulation d'espèces appartenant à plusieurs strates (ensemble du présent et ensembles du futur). En revanche la diversité de l'élément propre de chaque strate, ensemble structural, diminue des arbres dominants aux arbustes. La diversité des espèces de la strate herbacée augmente à nouveau essentiellement par augmentation de la densité liée à l'existence de microstrates.

V.4 Autres questions et perspectives

A l'issue de notre étude, un certain nombre de questions restent à approfondir. Nous espérons avoir convaincu le lecteur de l'importance primordiale des aspects d'azonalité pour permettre de comprendre et d'étudier la nature, l'origine et l'histoire des massifs forestiers tropicaux. Parmi ces aspects d'azonalité, les plus propices sont ceux de nature climacique, c'est-à-dire les variantes hydromorphes et les variantes altitudinales non influencées par des effets de dynamique forestière.

Alors que les phytogéographes se sont essentiellement concentrés sur les variations zonales des types forestiers non spécialement azonaux, il nous semble qu'aujourd'hui un manque se fait ressentir quant à l'étude des variations zonales, ou phytogéographiques, pour les types forestiers de nature azonale. Bien sûr, il existe depuis longtemps une attention particulière aux types d'altitude, mais les aspects phytogéographiques n'ont à ce niveau pas suffisamment pris en compte l'existence d'étages d'altitude pourtant bien distincts (I.6). Pour les formes azonales hydromorphes, on peut citer l'étude de LÉONARD (1990), dans le bassin du Congo, qui avait déjà émis des remarques très similaires aux nôtres.

Dès que l'on est convaincu de l'importance des types azonaux pour la compréhension de certains aspects phytogéographiques, on prend conscience de l'urgence et de la nécessité d'engager d'autres études sur ces formations dont le caractère azonal va de pair avec une aire de répartition très fragmentée, en îlots ou en réseaux, et donc particulièrement problématiques en matière de conservation. Bien des localités clés restent inconnues à ce jour comme par exemple, pour la Guinée Equatoriale, le Monte Mitra, au sud de Monte Alén, qui constitue vraisemblablement, avec le Mont Rumpi (au Cameroun), le dernier vestige intact, pour toute l'Afrique, de forêt submontagnarde à caractère littoral. De telles zones devraient constituer une priorité majeure en matière de prospection de la biodiversité et notamment dans les zones que nous avons identifiées comme étant de probables refuges glaciaires de forêts de terre ferme, où de nombreuses espèces rares ont été découvertes et où d'autres, inconnues, restent vraisemblablement à découvrir. A ce niveau, nous sommes convaincus que notre méthodologie, parce qu'elle accorde une attention égale à toutes les formes de plantes et vise à une rentabilité maximale, constitue une très bonne manière de poursuivre cette prospection de diversité.

Par rapport à la question de l'étagement de la végétation en altitude, nous avons aussi rappelé l'intérêt de mener une étude monographique, à l'échelle de l'Afrique tropicale, sur chacun des différents étages reconnaissables. Une telle étude serait nécessaire pour préciser la nature des liens entre étages différents d'une même phytochorie et entre étages homologues de phytochories différentes.

Un autre aspect encore trop peu fouillé selon nous est relatif à l'organisation de la diversité dans la strate du sous-bois. A ce niveau, il est nécessaire de prolonger la réflexion méthodologique développée ici afin de tenir compte davantage de l'existence de microstrates et de différents types de supports (I.3.3.3, III.3.5.3), déterminant des synusies différentes: herbacées rampantes, herbacées basses, herbacées hautes, épiphytes du sous-bois, suffrutex, herbacées des supports inclinés, herbacées du sol forestier, etc. En somme, il manque encore une approche synusiale jusqu'au bout, pas uniquement pour les strates ligneuses. Le problème est qu'il devient alors indispensable d'avoir déjà une certaine expérience de terrain en forêts tropicales. De tels relevés synusiaux n'ont jamais été réalisés pour l'ensemble des synusies du sous-bois.

VI BIBLIOGRAPHIE

- ACHOUNDONG G. (1985) Etude écologique et floristique de la végétation des collines de Yaoundé au dessus de 1000m. Thèse de doctorat, Université de Yaoundé, 301 p.
- ACHOUNDONG G. (1996) Les *Rinorea* comme indicateurs des grands types forestiers du Cameroun. In: L.J.G. van der Maesen & al. (eds.) The Biodiversity of african plants. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 536-544.
- ADAMS C.D. (1957) Observations on the fern flora of Fernando Po I. A description of the vegetation with particular reference to the Pteridophyta. *Journal of Ecology* **45**: 479-494.
- ADJANOHOUN E.J., CUSSET G., ISSA LO, KEITA A., LE BRAS M. & LEJOLY J. (1994) Banque de données de Médecine traditionnelle et Pharmacopée (PARMEL) - Notice pour la collecte et l'entrée des données. Agence de coopération culturelle et technique, 2^e édition, Paris, France, 142 p.
- AEDO C., MORALES R., TELLERÍA M.T. & VELAYOS M. (2001) Botánica y Botánicos en Guinea Ecuatorial. Real Jardín Botánico - Agencia Española de Cooperación Internacional, Madrid, 257 p.
- AIBA S., KITAYAMA K. & TAKYU M. (2004) Habitat associations with topography and canopy structure of tree species in a tropical montane forest on Mount Kinabalu, Borneo. *Plant Ecology* **174** (1): 147-161.
- AIRY SHAW H.K. (1947) The vegetation of Angola. *Journal of Ecology* **35**, n°1 et 2: 23-48.
- AKÉ-ASSI L. & PÓCS T. (1983) Hépatiques de Côte d'Ivoire, I. Cryptogamie, Bryol. Lichénol. **4** (1): 65-70.
- AKPAGANA K. (1992) Les forêts denses humides des Monts Togo et Agou (République du Togo). *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, 4^e sér., 14, section B, Adansonia, n°1: 109-172.
- ALEXANDRE D.Y. (1982a) Etude de l'éclaircissement du sous-bois d'une forêt dense humide sempervirente (Taï, Côte-d'Ivoire). *Acta Œcologica, Œcol. Gener.* **3** (4): 407-447.
- ALEXANDRE D.Y. (1982b) Aspects de la régénération naturelle en forêt dense de Côte-d'Ivoire. *Candollea* **37**: 579-588.
- ALLEN T.F.H., O'NEIL R.V. & HOEKSTRA T.W. (1984) Interlevel relations in Ecological research and management: some working principles from hierarchy theory. United States Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report RM-110: 11 p.
- ANDERSON R.P., LEW D. & PETERSON A.T. (2003) Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling* **162**: 211-232.
- APG (2003) An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* **141**: 399-436.
- ASHTON P.S. (2000a) Predicting species diversity in tropical forests. *PNAS* **97**(20): 10850-10854.
- ASHTON P.S. (2003) Floristic zonation of tree communities on wet tropical mountains revisited. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* **6** (1,2): 87-104.
- AUBRÉVILLE A. (1958) A la recherche de la forêt en Côte d'Ivoire. *Bois et Forêts des Tropiques* **57**: 12-27.
- AUBRÉVILLE A. (1961) Flore du Gabon. *Museum National d'Histoire Naturelles*, Paris.

- AUBRÉVILLE A. (1962) Position chorologique du Gabon. In: Flore du Gabon. n°3, Museum National d'Histoire Naturelles de Paris, 3-11.
- AUBRÉVILLE A. (1965) Principes d'une systématique des formations végétales tropicales. *Adansonia* 5 (2): 153-197.
- AUBRÉVILLE A. (1970) A propos de la spéciation dans les forêts tropicales humides - Les genres mono- ou paucispécifiques. *Adansonia*, sér. 2, 10 (3): 301-307.
- AVISE J.C. (2000) *Phylogeography: the history and formation of species*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 447 p.
- BAMPS P. (1973-1993) Flore d'Afrique centrale (Zaire – Rwanda – Burundi). Jardin botanique national de Belgique, Meise, Belgique.
- BAMPS P. (1982) Flore d'Afrique centrale (Zaire – Rwanda – Burundi). Répertoire des lieux de récolte. Jardin botanique national de Belgique, Meise, Belgique, 224 p.
- BAMPS P. & DEGREEF J. (2003) Répertoire des familles de phanérogames traitées dans les principales Flores de l'Afrique tropicale, 5^{ème} édition. *Syst. Geogr. Pl.* 73: 101-132.
- BEARD J.S. (1997) Geography, environment and flora of Mt Mulanje, Central Africa. *Journal of the Royal Society of Western Australia* 80: 189-191.
- BEHERA M.D., KUSHWAHA S.P.S. & ROY P.S. (2002) High plant endemism in an Indian hotspot-eastern Himalaya. *Biodiversity and Conservation* 11: 669-682.
- BENL G. (1977) Ferns in the Cameroons. II. The Pteridophytes of the evergreen forests. *Fern Gaz.* 11 (5): 285-296.
- BENNETT K.D. (1990) Milankovitch cycles and their effects on species in ecological and evolutionary times. *Paleobiology* 16 (1): 11-21.
- BLANC L., MAURY-LECHON G. & PASCAL J.-P. (2000) Structure, floristic composition and natural regeneration in the forests of Cat Tien National Park, Vietnam: an analysis of the successional trends. *Journal of Biogeography* 27: 141-157.
- BLANC P. (1992) Les formes globales des plantes de sous-bois tropicaux et leur signification écologique. *Rev. Ecol. (Terre vie)* 47: 3-49.
- BLANC P. (1996a) Syndromes de dispersion des plantes de sous-bois et âge des massifs forestiers. In: *Dynamique à long terme des écosystèmes forestiers intertropicaux*. Symposium, ORSTOM-CNRS, Paris, 217-218.
- BLANC P. (1996b) Disjonctions et singularités dans les flores hygrophiles de sous-bois en Afrique. In: *Guillaumet J.-L., Belin M. & Puig H. (eds.) Phytogéographie tropicale: réalités et perspectives*. Actes du colloque international de Phytogéographie tropicale, juin 1993, ORSTOM éditions, Paris, 25-38.
- BLANC P. (2002) *Etre plante à l'ombre des forêts tropicales*. Nathan, Paris, France, 428 p.
- BLANC P. & KAHN F. (1996) Critères biologiques et histoire des massifs forestiers – Indicateurs des changements climatiques passés dans les écosystèmes forestiers vivants. In: *Dynamique à long terme des écosystèmes forestiers intertropicaux*. Symposium, ORSTOM-CNRS, Paris, 47-51.
- BLASCO F., WHITMORE T.C. & GERS C. (2000) A framework for the worldwide comparison of tropical woody vegetation types. *Biological Conservation* 95: 175-189.

- BLIJ H.J. DE & MILLER P.O. (1996) *Physical geography of the global environment*. John Wiley, New York, 290 p.
- BLONDEL J. (1987) From biogeography to life history theory: a multithematic approach illustrated by the biogeography of vertebrates. *Journal of Biogeography* 14: 405-422.
- BODE O. (1998) Contribution à la caractérisation des écosystèmes par la méthode du transect et l'analyse d'image Spot dans l'estuaire du Rio Muni, Guinée Equatoriale. Travail de Fin d'Etudes, Université Libre de Bruxelles, 147 p.
- BORDA-DE-AGUA L., HUBBELL S.P. & MCALLISTER M. (2002) Species-area curves, diversity indices, and species abundance distributions: a multifractal analysis. *The American Naturalist* 159 (2): 138-155.
- BOUGHEY A.S. (1955a) The vegetation of the mountains of Biafra. *Proc. Linn. Soc. (Bot.)*, session 165, Pt. 2: 144-150.
- BOUGHEY A.S. (1955b) The nomenclature of the vegetation zones on the mountains of the Tropical Africa. *Webbia* 11: 413-423.
- BOUGHEY A.S. (1965) Comparisons between the montane forest floras of America, Africa and Asia. *Webbia* 19: 507-517.
- BOULVERT Y. (1986) République Centrafricaine. Carte Phytogéographique à 1 : 1000 000. ORSTOM, 131 p.
- BRAUN-BLANQUET J. (1932) *Plant sociology: the study of plant communities*. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, 407 p.
- BREWER S.W., REJMANEK M., WEBB M.A.H. & FINE P.V.A. (2003) Relationships of phytogeography and diversity of tropical tree species with limestone topography in southern Belize. *Journal of Biogeography* 30: 1669-1688.
- BROCARD D., LEGENDRE P. & DRAPEAU P. (1992) Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology* 73: 1045-1055.
- BROKAW N. & THOMPSON J. (2000) The H oh DBH. *Forest Ecology and Management* 129 (1-3): 89-91.
- BROWN J.H. & LOMOLINO M.V. (1998) *Biogeography*. 2nd edn., Sinauer Associates, Sunderland.
- BRUGIÈRE D. (1998) Aires protégées et diversité biologique au Gabon. *Bois et Forêts des Tropiques*, CIRAD-Forêt, n° 255 (1): 45-57.
- BRUIJNZEEL L.A. & HAMILTON L.S. (2000) Decision time for cloud forests. *IHP Humid Tropics Programme Series*, n° 13, UNESCO, 37 p.
- BRUMMITT R.K. & POWELL C.E. (1992) *Authors of plant names*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- BUDOWSKI G. (1965) Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. *Turrialba* 15 (1): 40-42.
- BUSH M.B. (2002) Distributional change and conservation on the Andean flank: a palaeoecological perspective. *Global Ecology & Biogeography* 11: 463-473.
- BUSSMANN R.W. (2001) Succession and regeneration patterns of East African mountain forests. A review. *Syst. Geogr. Pl.* 71: 959-974.

- BUSSMANN R.W. (2003) The vegetation of Reserva Biológica San Francisco, Zamora-Chinchiipe, Southern Ecuador – a phytosociological synthesis. In: Busmann R.W. & Lange S. (eds.) *Conservación de la Biodiversidad en los Andes y la Amazonía*: 66-173.
- CABALLÉ G. (1978) Essai sur la Géographie forestière du Gabon. *Adansonia* 17 (4): 425-440.
- CABLE S. & CHEEK M. (1998) The Plants of Mt Cameroon: a conservation checklist. Royal Botanic Gardens, Kew, 198 p.
- CHAMPLUVIER D. & SENTERRE B. (2005, soumis) New taxa in *Crossandrella*, *Dischistocalyx* and *Ascotheca* (Acanthaceae) from Equatorial Guinea. *Syst. Geogr. Pl.*
- CHAO A., CHAZDON R.L., COLWELL R.K. & SHEN T.-J. (2004) A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters* 7: 12 p.
- CHAPMAN J.D. & WHITE F. (1970) The evergreen forests of Malawi. Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford, 190 p.
- CHEEK M., MACKINDER B., GOSLINE G., ONANA J.-M. & ACHOUDONG G. (2001) The phytogeography and flora of western Cameroon and the Cross River-Sanaga River interval. *Syst. Geogr. Pl.* 71: 1097-1100.
- CHEEK M., ONANA J.-M. & POLLARD B.J. (2000) The Plants of Mount Oku and the Ijim Ridge, Cameroon: a conservation checklist. Royal Botanic Gardens, Kew, 211 p.
- CHRISTY P., JAFFRÉ R., NTOUGOU O. & WILKS C. (2003) *La forêt et la filière bois au Gabon*. Multipress-Gabon, Libreville, 381 p.
- CHURCHILL S.P., BALSLEV H., FORERO E. & LUTEYN J.L. (1993) Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests: Proceedings of the Neotropical montane forest biodiversity and conservation Symposium. The New York Botanical Garden, Hardcover, 702 p.
- CLARK D.A. & CLARK D.B. (1992) Life history diversity of tropical trees. *Ecol. Monogr.* 62 (3): 315-344.
- COCKERHAM C.C. & WEIR B.S. (1987) Correlations, descent measures: Drift with migration and mutation. *Proc. Natl. Acad. Sci., Vol. 84, Evolution, USA*, 8512-8514.
- COLLIN C. (1998) Etude de la biodiversité végétale des ligneux de la forêt de Ndote (Guinée Equatoriale). Travail de Fin d'Etudes, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, 79 p.
- COLWELL C.K. (2004) EstimateS 7 User's Guide. Department of Ecology & Evolutionary Biology, University of Connecticut, Storrs, USA, <http://purl.oclc.org/estimates>.
- COLYN M. & GAUTIER-HION A. (1998) Origine, maintien et perte de biodiversité dans les forêts tropicales d'Afrique Centrale. Rapport final, CEE DG VIII/D/5, 1-25.
- COMISKEY J.A., SUNDERLAND T.C.H. & SUNDERLAND-GROVES J.L. (2003) Takamanda: the Biodiversity of an African Rainforest. *SI/MAB Series n°8*, Smithsonian Institute, Washington, DC., USA.
- CONDIT R. (1995) Research in large, long-term tropical forest plots. *Trends Ecol. Evol.* 10 (1): 18-22.
- CONDIT R., FOSTER R.F., HUBBELL S.P., SUKUMAR R., LEIGH E.G., MANOKARAN N., LOO DE LAO S., LAFRANKIE J.V. & ASHTON P.S. (1998) Assessing forest diversity on small plots: calibration using species-individual curves from 50-ha plots. In: Dallmeier F. & Comiskey

- J.A. (eds.) Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modeling. Man and the Biosphere Series Vol. 20. UNESCO & Parthenon Publishing Group, 247-268.
- CONDIT R., HUBBELL S.P., LAFRANKIE J.V., SUKUMAR R., MANOKARAN N., FOSTER R.F. & ASHTON P.S. (1996) Species-Area and Species-Individual relationships for tropical trees: a comparison of three 50-ha plots. *Journal of Ecology* 84 (4): 549-562.
 - CONDIT R., PITMAN N., LEIGH E.G., CHAVE J., TERBORGH J., FOSTER R.B., NÚÑEZ P., AGUILAR S., VALENCIA R., VILLA G., MULLER-LANDAU H.C., LOSOS E., HUBBELL S.P. (2002) Beta-diversity in tropical forest trees. *Science* 295: 666-669.
 - COSTA F.R.C. (2004) Structure and composition of the ground-herb community in a terra-firme Central Amazonian forest. *Acta Amazonica* 34 (1): 53-59.
 - COUTERON P., PÉLISSIER R., MAPAGA D., MOLINO J.-F. & TEILLIER L. (2003) Drawing ecological insights from a management-oriented forest inventory in French Guiana. *Forest Ecology and Management* 172: 89-108.
 - COX C.B. (2001) The biogeographic regions reconsidered. *Journal of Biogeography* 28: 511-523.
 - CRISCI J.V. (2001) The voice of historical biogeography. *Journal of Biogeography* 28: 157-168.
 - CRISCI J.V., KATINAS L. & POSADAS P. (2003) Historical biogeography: an introduction. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 250 p.
 - CUREF (1998) Manejo Forestal. Document Technique, Composante Experim. Bata, Guinée Equatoriale.
 - DAGET P. & GODRON M. (1982) Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés. Masson, Paris, 10 + 163 p.
 - DANSEREAU P. & LEMS K. (1957) The grading of dispersal types in plant communities. *Contributions de l'Institut de Botanique de Montreal*, 71: 1-52.
 - DE BLOCK P. (1998) The African species of *Ixora* (Rubiaceae – Pavetteae). *Opera Botanica Belgica* 9, 218 p.
 - DE FORESTA H. (1983) Le spectre architectural: Application à l'étude des relations entre architecture des arbres et écologie forestière. *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, 4è sér., 5, section B, *Adansonia*, n°3: 295-302.
 - DE FOUCAULT B. (1993) Notes analytiques et comparatives sur la végétation tropicale observée en Thaïlande et en Malaisie du Nord. In: Guillaumet J.-L., Belin M. & Puig H. (eds.) *Phytogéographie tropicale: réalités et perspectives. Actes du colloque international de Phytogéographie tropicale*, juin 1993, ORSTON éditions, Paris, 88-99.
 - DE FOUCAULT B. (1999) Originalité et spécificités biogéographiques des zones intertropicales. Exposé introductif de la journée SPE du 13 octobre à l'Institut Pasteur, Paris, sur le thème: Génétique et maladies infectieuses dans l'environnement tropical, 4 p.
 - DESCOINGS B. (1973) Les formations herbeuses africaines et les définitions de Yangambi considérées sous l'angle de la structure de la végétation. *Adansonia*, sér. 2, 13: 391-421.
 - DESCOINGS B. (1975) Les grandes régions naturelles du Congo. *Candollea* 30: 91-120.
 - DESCOINGS B. (1976) Pour une conception structurale et ouverte des classifications phytogéographiques. *Adansonia*, sér. 2, 16 (1): 93-105.

- DESMET G. (2003) Cartographie des principaux types forestiers du Parc National de Monte Alen en Guinée Equatoriale sur base de données Landsat TM et de relevés de terrain. Travail de Fin d'Etudes, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, 71 p + 33 p. en annexe.
- DEVILLERS P. & DEVILLERS-TERSCHUREN J. (1996) Biotopes / Ecosystems Nomenclature Habitats of South America. Insitut Royale des Sciences Naturelles de Belgique, Institute of Terrestrial Ecology, 417 p.
- DEVRED R. (1960) La cartographie de la végétation au Congo belge. Bulletin Agricole du Congo Belge et du Ruanda-Urundi, vol. LI, n°3: 529-542.
- Distributiones plantarum africanarum, publié par le Jardin Botanique National de Belgique.
- DOUCET J.-L. (1996) Régénération naturelle dans la forêt des Abeilles (Gabon). Travail de Fin d'Etudes, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 127 p.
- DOUCET J.-L. (2003) L'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon. Thèse de Doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Gembloux, 323 p.
- DOUCET J.-L., MOUNGAZI A. & ISSEMBÉ Y. (1996) Etude de la végétation dans le lot 32 (Gabon): biodiversité, écologie des espèces, recommandations pour une gestion soutenue. C.N.R.S., Université de Rennes (France), CE.NA.RE.S.T. (Gabon), 74 p.
- DOUMENGE C., GARCIA YUSTE J.-E., GARTLAN S., LANGRAND O. & NDIINGA A. (2001) Conservation de la biodiversité forestière en Afrique centrale atlantique: le réseau d'aires protégées est-il adéquat? Bois et Forêts des Tropiques 268 (2): 5-28.
- DOWSETT-LEMAIRE F. (1990) The flora and phytogeography of the evergreen forests of Malawi II: Lowland forests. Bull. Jard. Bot. Nat. Belg. 60: 9-71.
- DOWSETT-LEMAIRE F. (1991) The vegetation of the Kouilou basin in Congo. Tauraco Research Report 4: 17-51.
- DUFRENE M. (2003) Méthodes d'analyse des données écologiques et biogéographiques. Cours AGRO 044 – Bioingénieurs BIOING 5A, Université Libre de Bruxelles, <http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/outils/methodo/>.
- DUFRÈNE M. & LEGENDRE P. (1997) Species assemblages and indicator species definition: the need of an asymmetrical and flexible approach. Ecological Monographs 67: 345-366. voir aussi <http://mrw.wallonie.be/dgrne/sibw/outils/indval/indvalnt.zip>.
- DUIVENVOORDEN J.F. & LIPS J.M. (1995) A land-ecological study of soils, vegetation and plant diversity in Colombian Amazonia. Tropenbos Series 12, Wageningen, The Netherlands.
- DUPREEZ P.J. & BREDENKAMP G.J. (1991) The syntaxonomy and synecology of the forests in the eastern Orange-free-state, South-Africa. 2. The Pittosporotalia viridiflorum. South African Journal of Botany 57 (4): 207-212.
- DUPREEZ P.J., BREDENKAMP G.J. & VENTER H.J.T. (1991) The syntaxonomy and synecology of the forests in the eastern Orange-free-state, South-Africa. 1. The Podocarpetalia latifolii. South African Journal of Botany 57 (4): 198-206.
- DURY P. (1999) Etude comparative et diachronique des concepts ecosystem et écosystème. In: Etudes terminologiques et linguistiques, Université Lumière Lyon-2, Lyon, France, Meta XLIV 3: 485-499.

- ECOFAC (2002) Monte Alén - Guinée Ecuatoriale. Merino M. (ed.) Coopération Espagnole, 223 p.
- EDWARDS I.D., PROCTOR J. & RISWAN S. (1993) Rain Forest Types in the Manusela National Park. In: Natural History of Seram. Andover, Hampshire, UK, 63-74.
- EERENS H., DERONDE B. & VAN RENSBERGEN J. (1998) A New vegetation map of Central Africa. Update of the JRC-TREES map of 1992 with SPOT-VEGETATION imagery of 1998. Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO), Mol, Belgium, www.vito.be.
- EGGELING W.J. (1947) Observations on the Ecology of the Budongo Rain Forest, Uganda. *Journal of Ecology* 34 (1): 20-87.
- EILU G., HAFASHIMANA D.L.N. & KASENENE J.M. (2004) Tree species distribution in forests of the Albertine Rift, western Uganda. *Afr. Journal of Ecology* 42: 100-110.
- ELLENBERG H. & MUELLER-DOMBOIS D. (1965) A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. Separatdruck aus Ber. geobot. Inst. ETH, Stifung Rübél, Zürich, 37: 56-73.
- ENCARTA (1998) Atlas Mondial. Microsoft, CD-rom.
- ENGELBRECHT B. (2001) Drought resistance in tropical trees: (some of) what we know and (more of) what we don't know. In: abstracts of EuroWorkshop: Functional Groupings of Tropical Trees, Edinburgh Centre for Tropical Forests, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK.
- FA J.E. (1991) Conservación de los Ecosistemas Forestales de Guinea Ecuatorial. UICN, Gland, Suiza, y Cambridge, Reino Unido, 221 p.
- FAO (1996) Food and Agriculture Organization of the United Nations: annuaire de la production. FAO Statistics Series N°135.
- FAVRICHON V. (1994) Classification of Guiana forest tree species into functional-groups for a dynamic community matrix of vegetation. *Rev. Ecol. (Terre et vie)* 49 (4): 379-403.
- FEDOROV A.A. (1966) The structure of the tropical rain forest and speciation in the humid tropics. *Journal of Ecology* 54 (1): 1-11.
- FEENY P. (1976) Plant apparency and chemical defenses. *Recent Advances in Phytochemistry* 10: 1-41.
- FIGUEIREDO E. (2002) Pteridófitos de São Tomé e Príncipe. Instituto de Investigação científica Tropical, Estudos, ensaios e documentos 162, Lisboa, 209.
- FISH L. (1999) La préparation des échantillons d'herbiers. (Traduction française et adaptation par J. Degreef, A. De Kesel & K. Augiron). *Scripta Botanica Belgica* 31, Meise, Jardin Botanique National de Belgique, 2004, 92 p.
- FJELDSÅ J., EHRLICH D., LAMBIN E. & PRINS E. (1997) Are biodiversity 'hotspots' correlated with current ecoclimatic stability? A pilot study using the NOAA-AVHRR remote sensing data, *Biodiversity and Conservation* 6 (3): 401-422.
- FJELDSÅ J. & LOVETT J.C. (1997a) Geographical patterns of old and young species in African forest biota: the significance of specific montane areas as evolutionary centres. *Biodiversity and Conservation* 6: 325-346.
- FJELDSÅ J. & LOVETT J.C. (1997b) Biodiversity and environmental stability. *Biodiversity and Conservation* 6: 315-323.

- FLORENCE J. & HLADIK A. (1980) Catalogue des phanérogames et des ptéridophytes du Nord-Est du Gabon (Sixième liste). *Adansonia*, sér. 2, 20 (2) : 235-253.
- FOSTER S.A. & JANSON C.H.(1985) The relationship between seed size and establishment conditions in tropical woody plants. *Ecology* 66 (3): 773-780.
- FOURNIER F. & SASSON A. (1983) Ecosystèmes forestiers tropicaux d'Afrique. ORSTOM-UNESCO (ed.) Recherche sur les ressources naturelles. XIX, Paris, 473 p.
- FRAHM J.-P. & GRADSTEIN S.R. (1991) An altitudinal zonation of tropical rain forests using bryophytes. *Journal of Biogeography* 18: 669-678.
- FROMENT J.-M. & AVELING C. (2002) Le Cybertracker, ou la révolution du monitoring en milieu forestier. *Canopée* 22: 9-10.
- FRONTIER S. & PICHOD-VIALE D. (1993) Théorie des Ecosystèmes: structure, fonctionnement, évolution. Collection d'écologie 21, Paris, Masson, 2^{ème} édition, 287-311.
- FRIIS I. & LAWESSON J.E. (1993) Altitudinal zonation in the forest tree flora of Northeast Tropical Africa. *Opera Bot.* 121: 125-127.
- FRIIS I. & MESFIN TADESSE (1990) The evergreen forests of tropical N.E. Africa. In: Proceedings of the 12th plenary meeting of AETFAT, Mitt. Inst. Allg. Bot. Hamburg, 249-263.
- GALLANT B. (2002) Caractéristiques biologiques, écologiques et xylologiques de trois espèces du genre *Dacryodes* du Parc National de Monte Alen (Guinée équatoriale). Travail de Fin d'Etudes, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie.
- GARCIA J.-E. & ENEME F. (1997) Diagnóstico de las areas críticas para la conservación. Proyecto CUREF, Componente SUC: Documento técnico n°2: 88 p.
- GARTLAN S. (1989) La Conservation des Ecosystèmes forestiers du Cameroun. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, UK, 186 p.
- GASTON K.J., WILLIAMS P.H., EGGLETON P. & HUMPHRIES C.J. (1995) Large-scale patterns of biodiversity. –Spatial variation in family richness. In: Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences 260 (1358): 149-154.
- GENTRY A.H. & DODSON C.H. (1987) Contribution of nontrees to species richness of a tropical rain forest. *Biotropica* 19: 149-156.
- GÉRARD Ph. (1960) Étude écologique de la forêt dense à *Gilbertiodendron dewevrei* dans la région de l'Uele. Public. de l'I.N.É.A.C., série scientifique N° 87: 159 p.
- GERMAIN R. & EVRARD C. (1956) Etude écologique et phytosociologique de la forêt à *Brachystegia laurentii*. Public. de l'I.N.É.A.C., série scientifique N°67: 105 p.
- GIBBONS J.M. & NEWBERY D.M. (2002) Drought avoidance and the effect of local topography on trees in the understorey of Bornean lowland rain forest. *Plant Ecology* 164: 1-18.
- GILLET J.-F., AUGIRON K., DOUCET J.-L., DETHIER M., NTCHANDI OTIMBO P.-A. & BOUDABY A.-G. (2003a) Evaluation des zones d'intérêt biologique et délimitation du secteur de conservation: Compagnie des Bois du Gabon (CBG), UFA de Rabi-Mandji. Rapport de mission, Nature +, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Gembloux, 42 p.

- GILLET J.-F., DOUCET J.-L., NTCHANDI OTIMBO P.-A. & BOUDABY A.-G. (2003b) Evaluation des zones d'intérêt biologique et délimitation du secteur de conservation: Compagnie des Bois du Gabon (CBG), UFA de Mayumba. Rapport de mission, Nature +, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Gembloux, 50 p.
- GILLET F. (2000) La phytosociologie synusiale intégrée: Guide méthodologique. Laboratoire d'écologie végétale et de phytosociologie de l'Université de Neuchâtel, Inst. de Bot.: 65 p.
- GILLET F., DE FOUCAULT B. & JULVE P. (1991) La phytosociologie synusiale intégrée: objets et concepts. *Candollea* 46: 315-340.
- GILLISON A. (2002) A generic, computer-assisted method for rapid vegetation classification and survey: tropical and temperate case studies. *Conservation Ecology* 6 (2): 2.
- GIMARET-CARPENTIER C., PELISSIER R., PASCAL J.-P., HOULLIER F. (1998) Sampling strategies for the assessment of tree species diversity. *Journal of Vegetation Science* 9 (2): 161-172.
- GIODA A., MALEY J., GUASP R.E. & ACOSTA BALADÓN A. (1993) Some low elevation fog forests of dry environments: applications to African palaeoenvironments. In: Hamilton L.S., Juvik J.O. & Scatena F.N. (eds.) *Tropical montane cloud forests. Proceedings of an International Symposium at San Juan, Puerto Rico. East-West Center Program on Environment*, 97-101.
- GITAY H. & NOBLE I.R. (1997) What are functional types and how should we seek them? In: Smith T.M., Shugart H.H. & Woodward F.I. (eds.) *Plant Functional Types: Their relevance to ecosystem properties and global change. International Geosphere-Biosphere Programme Book Series*, Cambridge University Press, Cambridge, 3-19.
- GITAY H. NOBLE I.R. & CONNELL J.H. (1999) Deriving functional types for rain forest trees. *Journal of Vegetation Science* 10: 641-650.
- GOTANÈGRE A. (2004) Contribution à l'étude de la régénération naturelle de la famille des Burseraceae dans le contexte du Parc National de Monte Alen (Guinée Equatoriale). Travail de Fin d'Etudes, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 100 p.
- GOTELLI N.J. & COLWELL R.K. (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379-391.
- GRANDVAUX BARBOSA A. (1970) Carta Fitogeográfica de Angola. Instituto de Investigação científica de Angola, Luanda, 323 p.
- GRIME J.P. (1979) *Plant strategies and vegetation processes*. Wiley.
- GRIMSHAW J.M. (2001) What do we really know about the Afrotropical Archipelago? *Syst. Geogr. Pl.* 71: 949-957.
- GRUBB P.J., LLOYD J.R., PENNINGTON T.D. & WHITMORE T.C. (1963) A comparison of Montane and Lowland Rain Forest in Ecuador. I. The forest structure, physiognomy, and floristics. *Journal of Ecology* 51 (3): 567-601.
- GRUBB P.J. & METCALFE D.J. (1996) Adaptation and inertia in the Australian tropical lowland rain-forest flora: contradictory trends in intergeneric and intrageneric comparisons of seed size in relation to light demand. *Functional Ecology* 10 (4): 512-520.
- GUEHL J.-M., BONAL D., ROGGY J.-C., DOMENACH A.-M. (2001) Resource acquisition and utilisation of tropical rainforest trees: functional relationships and groupings. In: abstracts

of EuroWorkshop: Functional Groupings of Tropical Trees, Edinburgh Centre for Tropical Forests, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK.

- GUILLAUMET J.L. (1967) Recherches sur la végétation et la flore de la région du Bas-Cavally (Côte-d'Ivoire). Mémoires ORSTOM n°20, Paris, 249 p.
- GUINEA L.E. (1946) Ensayo Geobotánico de la Guinea Continental Española. Dirección general de Maruecos y Colonias, Madrid, 388 p.
- GUISAN A., EDWARDS T.C. & HASTIE T. (2002) Generalized linear and generalised additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological Modelling* 157: 89-100.
- HABIYAREMYE M.K. (1997) Etude phytocoenologique de la dorsale orientale du lac Kivu (Rwanda). Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, Belgique, *Annales Sciences Economiques*, Vol. 24., 275 p.
- HABIYAREMYE M.K. & LEJOLY J. (1994) Phytogéographie de la végétation des montagnes du Rwanda occidental. *Mém. Soc. Biogéogr.*, (3^{ème} série) n° IV: 147-157.
- HALL J.B. (1971) Environment and Vegetation on Nigeria's highlands. *Vegetatio* 23 (5-6): 339-359.
- HALL J.B. (1973) Vegetational zones on the southern slopes of Mount Cameroon. *Vegetatio* 27 (1-3): 49-69.
- HALL J.B. (1977) Forest-types in Nigeria: An analysis of preexploitation forest enumeration data. *Journal of Ecology* 65 (1): 187-199.
- HALL J.B. & BADA S.O. (1979) The distribution and ecology of Obeche (*Triplochiton scleroxylon*). *Journal of Ecology* 67 (2): 543-564.
- HALL J.B. & MEDLER J.A. (1975) Highlands vegetation in south-eastern Nigeria and its affinities. *Vegetatio* 29 (3): 191-198.
- HALL J.B. & SWAINE M.D. (1976) Classification and ecology of closed-canopy forest in Ghana. *Journal of Ecology* 64: 913-951.
- HALLÉ F. (2004) Architectures de Plantes. JPC Edition, 162 p.
- HALLÉ N., LE THOMAS A. & GAZEL M. (1967) Trois relevés botaniques dans les forêts de Bélinga (N.-E. du Gabon). *Biologica Gabonica* III, 1: 3-16.
- HALLÉ F. & OLDEMAN R.A.A. (1970) Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux. Paris, Masson et Cie, 178 p.
- HAMANN A., BARBON E.B., CURIO E. & MADULID D.A. (1999) A botanical inventory of a submontane tropical rain forest on Negros Island, Philippines. *Biodiversity and Conservation* 8: 1017-1031.
- HAMILTON A.C. (1975) A quantitative analysis of altitudinal zonation in Uganda forests. *Vegetatio* 30 (2): 99-106.
- HAMILTON L.S., JUVIK J.O. & SCATENA F.N. (1995) Tropical montane cloud forests. *Ecological Studies* 110, Springer Verlag, New York, 407 p.
- HANSEN M., DEFRIES R., TOWNSHEND J.R.G. & SOHLBERG R. (2000) Global land cover classification at 1km resolution using a decision tree classifier. *International Journal of Remote Sensing* 21: 1331-1365.

- HARMS K.E., CONDIT R., HUBBELL S.P. & FOSTER R.B. (2004) Habitat associations of trees and shrubs in a 50-ha neotropical forest plot. *Journal of Ecology* 89: 947-959.
- HASHIMOTO C., FURUICHI T., TASHIRO Y. & KIMURA D. (1999) Vegetation of the Kalinzu forest, Uganda : ordination of forest types using principal component analysis. *African Study Monographs* 20 (4): 229-239.
- HAUMAN L. & LÉONARD J. (1960) Un nouveau parasolier montagnard d'Afrique centrale: *Musanga leo-errerae* Hauman et J. Léonard (Moracée). *Bulletin Agricole du Congo Belge et du Ruanda-Urundi*, vol. LI, n°1: 61-74.
- HAWTHORNE W.D. (1995) *Ecological profiles of Ghanaian Forest Trees*. Oxford Forestry Institute, 344 p.
- HE F., LEGENDRE P., LAFRANKIE J.V. (1996) Spatial pattern of diversity in a tropical rain forest in Malaysia. *Journal of Biogeography* 23 (1): 57-74.
- HEADS M. (2003) Ericaceae in Malesia: vicariance biogeography, terrane tectonics and ecology. *Telopea* 10 (1): 311- 449.
- HEDBERG O. (1951) Vegetation belts of the East African mountains. *Svensk Botanisk Tidskrift*, Bd. 45, H. 1: 141-202.
- HEMP A. (2002) Ecology of the Pteridophytes on the southern slopes of Mt. Kilimanjaro – I. Altitudinal distribution. *Plant Ecology* 159 (2): 211-239.
- HEPPER F.N. (1965) The vegetation and flora of the Vogel Peak Massif, Northern Nigeria. *Bulletin de l'IFAN*, T. XXVII, série A, n°2: 27-513.
- HEPPER F.N. (1966) Outline of the vegetation and flora of Mambila Plateau, Northern Nigeria. *Bulletin de l'IFAN*, T. XXVIII, série A, n°1: 91-127.
- HEPPER F.N. (1979) Africa. *Systematic Botany, Plant Utilization and Biosphere Conservation*. Hedberg I. (ed.), Almqvist & Wiksell International, Stockholm, 41-46.
- HEWITT G. (2000) The genetic legacy of the Quaternary ice ages. *Nature* 405: 907-913.
- HIGGINS M.A. & RUOKOLAINEN K. (2004) Rapid tropical forest inventory: a comparison of techniques based on inventory data from Western Amazonia. *Conservation Biology* 18 (3): 799-811.
- HILL M.O. (1994) DECORANA and TWINSpan, for ordination and classification of multivariate species data: a new edition, together with supporting programs, in FORTRAN 77. TABLEFIT programs, Huntingdon England, 58 p.
- HILL J.L. & CURRAN P.J. (2003) Area, shape and isolation of tropical forest fragments: effects on tree species diversity and implications for conservation. *Journal of Biogeography* 30: 1391-1403.
- HIRZEL A.H. (2004) *BioMapper 3 – User's manual*. Publié sur internet, <http://www.unil.ch/biomapper>, 13 p.
- HIRZEL A.H., HAUSSER J., CHESSEL D. & PERRIN N. (2002) Ecological-Niche Factor Analysis: How to compute Habitat-Suitability maps without absence data? *Ecology* 83 (7): 2027-2036.
- HITIMANA J., KIYIAPI J.L. & NJUNGE J.T. (2004) Forest structure characteristics in disturbed and undisturbed sites of Mt. Elgon Moist Lower Montane Forest, western Kenya. *Forest Ecology and Management* 194: 269-291.

- HOFF M. & BRISSE H. (1983) Proposition d'un schéma synthétique des végétations secondaires intertropicales. In: ORSTOM (eds.) Végétations nitrophiles. Colloques phytosociologiques XII, Bailleul, 249-267.
- HOLMGREN M., POORTER L. & SIEPEL A. (2004) What explains the distribution of rare and endemic west African plants? IN: POORTER L. & al. (2004) Biodiversity of West African Forests. An ecological Atlas of Woody Plant Species. CAB International, Cambridge, Wageningen University, 73-85.
- HOPKINS B. (1957) The Concept of Minimal Area. *Journal of Ecology* 45 (2): 441-449.
- HOPKINS B. & JENKIN R.N. (1962) Vegetation of the Olokemeli Forest Reserve, Nigeria: I. General Features of the Reserve and the Research Sites. *Journal of Ecology* 50 (3): 559-598.
- HOUTER N.C. & PONS T.L. (2001) Leaf characteristics in relation to functional groups based on habitat preference of tropical forest trees in Central-Guyana. In: abstracts of EuroWorkshop: Functional Groupings of Tropical Trees, Edinburgh Centre for Tropical Forests, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK.
- HUANG W., POHJONEN V., JOHANSSON S., NASHANDA M., KATIGULA M.I.L., LUUKKANEN O. (2003) Species diversity, forest structure and species composition in Tanzanian tropical forests. *Forest Ecology and Management* 173: 11-24.
- HULOT N. (2004) *Le Syndrome du Titanic*. Calmann-Lévy, France, 240 p.
- ISAAC C. & BOURQUE C.P.-A. (2001) Ecological life zones of Saint Lucia. *Global Ecology & Biogeography* 10: 549-566.
- JAEGER P. (1976) Le massif des monts Loma (Sierra Leone) – Son importance phytogéographique. *Boissiera* 24: 473-475.
- JAEGER P. (1979) La forêt montagnarde des Monts Loma en Sierra-Leone (Afrique occidentale). *Documents Phytosociologiques*, Vol.IV: 487-509.
- JAEGER P. (1983) Le recensement des plantes vasculaires et les originalités du peuplement végétal des monts Loma en Sierra Leone (Afrique Occidentale). *Bothalia* 14 (3 & 4): 539-542.
- JAEGER P. & ADAM J.G. (1975) Les forêts de l'étage culminant du Nimba Libérien. *Adansonia*, sér.2, 15 (2): 177-188.
- JAFFRÉ T. (1993) Etude comparative des formations végétales et des flores des roches ultramafiques de Nouvelles-Calédonie et d'autres régions tropicales du monde. In: Guillaumet J.-L., Belin M. & Puig H. (eds.) *Phytogéographie tropicale: réalités et perspectives*. Actes du colloque international de Phytogéographie tropicale, juin 1993, ORSTON éditions, Paris, 137-149.
- JEFFREY C. (1968) Seychelles. *Acta Phytogeogr. Suec.* 54: 275-279.
- JENNINGS M.D. (1996) Some scales for describing biodiversity. *GAP Bulletin* 5: 2 p.
- JOHANSSON D. (1974) Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. *Acta Phytogeographica Suecica* 59, Uppsala, Sweden, 129 p.
- JOHNSTON M. & GILLMAN M. (1995) Tree population studies in low-density forests, Guyana. I. Floristic composition and stand structure. *Biodiversity and Conservation* 4: 339-362.
- JULVE P. (1989) Sur les relations entre types biologiques et stratégies adaptatives chez les végétaux. *Bull. Ecol.* 20 (1): 79-80.

- KAHN F. (1996) Richesse en genres et en espèces de palmiers des forêts amazoniennes : phytogéographie, diversité et évolution. In: Guillaumet J.-L., Belin M. & Puig H. (eds.) *Phytogéographie tropicale: réalités et perspectives. Actes du colloque international de Phytogéographie tropicale*, juin 1993, ORSTON éditions, Paris, 151-160.
- KAMMERSHEIDT L. (2001) Some autecological characteristics of early to late successional tree species in Venezuela. In: abstracts of EuroWorkshop: Functional Groupings of Tropical Trees, Edinburgh Centre for Tropical Forests, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK.
- KELLMAN M., TACKABERRY R. & RIGG L. (1998) Structure and function in two tropical gallery forest communities: implications for forest conservation in fragmented systems. *Journal of Applied Ecology* 35: 195-206.
- KENT M. & COKER P. (2002) *Vegetation description and analysis, a practical approach*. Jon Wiley & sons (eds.), Chichester, New York, 363 p.
- KESSLER M. (2001) Patterns of diversity and range size of selected plant groups along an elevational transect in the Bolivian Andes. *Biodiversity and Conservation* 10: 1897-1921.
- KESSLER M. & BACH K. (1999) Using indicator families for vegetation classification in species-rich Neotropical forests. *Phytocoenologia* 29 (4): 485-502.
- KESSLER M., PARRIS B.S. & KESSLER E. (2001) A comparison of the tropical montane pteridophyte floras of Mount Kinabalu, Borneo, and Parque Nacional Carrasco, Bolivia. *Journal of Biogeography* 28: 611-622.
- KEAY R.W.J. (1955) Montane vegetation and flora in the British Cameroons. *Proceedings of The Linnean Society of London*, session 165: 140-143.
- KEAY R.W.J. (1959) Explanatory notes. *Vegetation map of Africa, South of the Tropic of Cancer*. Carte publiée par l'AETFAT, Oxford University Press.
- KIER G. & BARTHLOTT W. (2001) Measuring and mapping endemism and species richness: a new methodological approach and its application on the flora of Africa. *Biodiversity and Conservation* 10: 1513-1529.
- KIMPOUNI V., LEJOLY J. & LISOWSKI S. (1992) Les Eriocaulaceae du Congo. *Fragmenta Floristica et Geobotanica* 37 (1): 127-145.
- KITAYAMA K. (1992) An altitudinal transect study of the vegetation on Mont Kinabalu, Borneo. *Vegetatio* 102: 149-171.
- KITAYAMA K. & MUELLER-DOMBOIS D. (1992) Vegetation of the Wet Windward slope of Haleakala, Maui, Hawaii. *Pacific Science* 46 (2): 197-220.
- KNIGHT C.B. (1965) *Basic concepts of ecology*. The Macmillan Company, New York, Collier-Macmillan Limited, London.
- KÖHLER P. (2000) *Modelling anthropogenic impacts on the growth of tropical rain forests – using an individual-oriented forest growth model for analyses of logging and fragmentation in three case studies*. Thèse de doctorat, Fachbereich Physik der Universität Gesamthochschule Kassel, Germany, 215 p.
- KÖHLER P., DITZER T. & HUTH A. (2000) Concepts for the aggregation of tropical tree species into functional types and the application to Sabah's lowland rain forests. *Journal of Tropical Ecology* 16 (4): 591-602.

- KOUKA L.A. (2000) Recherches sur la flore, la structure et la dynamique des forêts du Parc National d'Odzala (Congo-Brazzaville). Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, 488 p.
- KOUKA L.A. (2002) Recherches sur la flore, la structure et la dynamique des forêts du Parc national d'Odzala (Congo-Brazzaville). *Acta Bot. Gallica* 149 (2): 225-235.
- KOUOB S. (2003) Analyse et variation des groupements végétaux des strates arborescentes et arbustives de la Réserve du Dja (Cameroun). Mémoire de DEA, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, 99 p.
- KURSCHNER H. & PAROLLY G. (1998) Syntaxonomy of trunk-epiphytic bryophyte communities of tropical rain forests – A first pantropical approach. *Phytocoenologia* 28 (3): 357-425.
- KURSCHNER H. & PAROLLY G. (1999) Pantropical epiphytic rain forest bryophyte communities – coeno-syntaxonomy and floristic-historical implications. *Phytocoenologia* 29 (1): 1-52.
- LA FERLA B., TAPLIN J., OCKWELL D. & LOVETT J.C. (2002) Continental scale patterns of biodiversity: can higher taxa accurately predict African plant Distribution? *Botanical Journal of the Linnean Society* 138: 1-11.
- LAMOTTE M. (1998) Le mont Nimba, Réserve de biosphère et site du patrimoine mondial (Guinée et Côte d'Ivoire). *Man and the Biosphere*, UNESCO, Paris, 153 p.
- LAWSON G.J., FRIEND A.D., SMITH R.I., DICK J.McP (2002) Functional classifications, physiological ecology and options for parameterising and modifying the hybrid forest model for application to Indonesian TMF. Institute of Terrestrial Ecology; Bush Estate, Penicuik, Midlothian EH26 0QB, 53 p.
- LEAL M.E. (2002): The spatial heterogeneity of the African lowland rainforest Caesalpinioideae, a reflection of Pleistocene rainforest dynamics. *Syst. Geogr. Pl.* 71: 1073-1077.
- LEBRUN J. (1935) Les Essences Forestières du Congo Belge. II. Les Essences Forestières des Régions Montagneuses du Congo Oriental. Publications de l'INEAC, série scientifique n°1, Bruxelles, 262 p.
- LEBRUN J. (1947) La végétation de la plaine alluviale au Sud du lac Edouard, Exploration du Parc National Albert. *Inst. Parcs Nat. du Congo belge*, 800 p.
- LEBRUN J. (1960a) Sur une méthode de délimitation des horizons et étages de végétation des montagnes du Congo oriental. *Bull. Jard. Bot. Etat Bruxelles*, Vol. XXX, fascicule 1: 75-94.
- LEBRUN J. (1960b) Sur les horizons et étages de végétation de divers volcans du massif des Virunga (Kivu-Congo). *Bull. Jard. Bot. Etat Bruxelles*, Vol. XXX, fascicule 3: 255-277.
- LEBRUN J. & GILBERT G. (1954) Une classification écologique des forêts du Congo. *Public. de l'I.N.É.A.C.*, série scientifique n° 63: 89 p.
- LEBRUN J.-P. & STORK A.L. (1991, 1992, 1995, 1997) Enumération des plantes à fleur d'Afrique tropicale. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève, 4 volumes.
- LEBRUN J.-P. & STORK A.L. (2003) Tropical African Flowering Plants – Ecology and Distribution – Volume 1: Annonaceae – Balanitaceae. Editions des Conservatoire et Jardin botaniques de Genève, 797 p.

- LEGENDRE P., BROCARD D. & PERES-NETO P.R. (2005) Analyzing beta diversity: partitioning the spatial variation of community composition data. *Ecological Monographs*, sous presse.
- LEGENDRE P. & LEGENDRE L. (1998) *Numerical Ecology. Developments in Environmental Modelling*, 20, Elsevier Science B.V., Amsterdam, 853 p.
- LEIGH E.G., COSSON J.F., & PONS J.M., FORGET P.-M. (2002) L'étude des îlots forestiers nous permet-elle de mieux connaître le fonctionnement de la forêt tropicale? *Rev. Ecol. (Terre Vie)* 8: 181-194.
- LEIGH E.G. & LOO DE LAO S. (2000) Fisher's Alpha: measuring tree diversity. *Center for Tropical Forest Science*: 7-12.
- LEIMBECK R.M. & BALSLEV H. (2001) Species richness and abundance of epiphytic Araceae on adjacent floodplain and upland forest in Amazonian Ecuador. *Biodiversity and Conservation* 10: 1579-1593.
- LEJU J.B. (2004) Ecological recovery of an afro-montane forest in south-western Uganda. *Afr. J. Ecol.* 42 (Suppl. 1): 64-69.
- LEJOLY J. (1993a) Méthodologie pour les inventaires forestiers (partie flore et végétation). *Projet Ecofac (Conservation et Utilisation Rationnelle des Ecosystèmes Forestiers d'Afrique Centrale)*, Agreco-CTFT, Bruxelles, 53 p.
- LEJOLY J. (1993b) *Ecofac/Composante Cameroun, Reserve du Dja. Ethnobotanique et méthodologie pour les inventaires botaniques. Projet Ecofac (Conservation et Utilisation Rationnelle des Ecosystèmes Forestiers d'Afrique Centrale)*, Agreco-CTFT, Bruxelles, 137 p.
- LEJOLY J. (1994a) Mise en place des transects en vue des inventaires de biodiversité à Monte Alén (Guinée Equatoriale). *Projet Ecofac (Conservation et Utilisation Rationnelle des Ecosystèmes Forestiers d'Afrique Centrale)*, Agreco-CTFT, Bruxelles, 90 p.
- LEJOLY J. (1994b) La biodiversité végétale dans le Parc National de Monte Alén. *Projet Ecofac (Conservation et Utilisation Rationnelle des Ecosystèmes Forestiers d'Afrique Centrale)*, Agreco-CTFT, Bruxelles, 74 p.
- LEJOLY J. (1996) Synthèse Régionale sur la biodiversité végétale des ligneux dans les 6 sites du Projet ECOFAC en Afrique centrale. *Groupement AGRECO-CTFT, projet ECOFAC, Rapport technique*, Bruxelles, 81 p.
- LEJOLY (1998) Contribution à la typologie des forêts du Rio Muni (Guinée Equatoriale). *Projet CUREF, Ministerio de Bosques y Medioambiente, Republica de Guinea Ecuatorial*, 80 p.
- LEJOLY J. (2000a) Taxonomy and biodiversity conservation in central Africa. In: *Proceedings of the Vth Conference on Plant Taxonomy*, Lisbonne, 61-70.
- LEJOLY J. (2000b) Les recherches sur la biodiversité végétale dans les 6 sites du Programme Ecofac entre 1997 et 2000. *Projet Ecofac (Conservation et Utilisation Rationnelle des Ecosystèmes Forestiers d'Afrique Centrale)*, Agreco-GEIE, Bruxelles, 68 p. + 28 p. d'annexes.
- LEMÉE G. (1967) *Précis de biogéographie*. Masson et Cie, Paris, 358 p.
- LÉONARD J. (1965a) Statistiques des progrès accomplis en 10 ans dans la connaissance de la flore phanérogamique africaine et malgache (1953-1962). *Webbia* 19: 869-875.

- LÉONARD J. (1965b) Contribution à la subdivision phytogéographique de la Région Guinéo-Congolaise d'après la répartition géographique d'Euphorbiacées d'Afrique Tropicale. *Webbia* 19 (2): 627-649.
- LÉONARD J. (1990) Ecologie, systématique et chorologie: le cas de diverses Euphorbiacées ripicoles africaines. In: Comptes rendus de la XII^{ème} réunion plénière de l'AETFAT, Hamburg, Mitt. Inst. Allg. Bot. Hamburg, Band 23b: 755-758.
- LETOUZEY R. (1968) Etude phytogéographique du Cameroun. Lechevalier P. (eds.), Paris, 511 p.
- LETOUZEY R. (1969) Manuel de Botanique Forestière. 4 volumes, Centre Technique Forestier Tropical
- LIEBERMAN B.S. (2003) Paleogeography: the relevance of fossils to biogeography. *Annual review of ecology evolution and systematics* 34: 51-63.
- LIEBERMAN D., LIEBERMAN M., PERALTA R. & HARTSHORN G.S. (1996) Tropical forest structure and composition on a large-scale altitudinal gradient in Costa Rica. *Journal of Ecology* 84: 137-152.
- LIETH H. & WERGER M.J.A (1989) Ecosystems of the World 14B. Tropical Rain Forest Ecosystems. Biogeographical and Ecological Studies. Elsevier Science, New York, USA.
- L'INTELLIGENT (2004) Malabo, nouvel eldorado. L'Intelligent hors-série n°6, L'état de l'Afrique: 207-208.
- LITT A. & CHEEK M. (2002) *Korupodendron songweanum*, a new genus and species of Vochysiaceae from West-Central Africa. *Brittonia* 54 (1): 13-17.
- LOTFÉ A. (2002) Domestication du *Dacryodes macrophylla* (Burseraceae) arbre fruitier sauvage de Guinée équatoriale. Travail de Fin d'Etudes, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie.
- LOVETT J.C. (1993) Temperate and tropical floras in the mountains of eastern Tanzania. *Opera Bot.* 121: 217-227.
- LOVETT J.C. & FRIIS I. (1996) Patterns of endemism in the woody flora of north-east and east Africa. In: The Biodiversity of African Plants. Proceedings XIVth AETFAT Congress, L.J.G. van der Maesen & al. (eds.), Wageningen, 582-601.
- LOVETT J.C. & THOMAS D.W. (1988) Report on a visit to the Nguru Mountains, Tanzania. *East Africa Natural History Society Bulletin* 18: 19-22.
- LOVETT J.C. & WASSER S.K. (1993) Biogeography and ecology of the rain forests of Eastern Africa. Cambridge University Press, Cambridge, 333 p.
- LUBINI A. (1997) La végétation de la Réserve de biosphère de Luki au Mayombe (Zaire). *Opera Botanica Belgica* 10, 155 p.
- MABBERLEY D.J. (1997) The Plant-Book. A portable dictionary of the vascular plants. Cambridge University Press, 2nd edition, Cambridge, 858 p.
- MACARTHUR R.H. & WILSON E.O. (1967) The theory of island biogeography. Princeton Univ. Press.
- MALEY J. (1996) Le cadre paléoenvironnemental des refuges forestiers africains: quelques données et hypothèses. In: L.J.G. van der Maesen & al. (eds.) The Biodiversity of african plants. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 519-535.

- MALEY J.(2001) La destruction catastrophique des forêts d'Afrique centrale survenue il y a environ 2500 ans exerce encore une influence majeure sur la répartition actuelle des formations végétales. Syst. Geogr. Pl. 71: 777-796.
- MALEY J. & BRENAC P. (1987) Analyses polliniques préliminaires du Quaternaire récent de l'Ouest Cameroun: mise en évidence de refuges forestiers et discussion des problèmes paléoclimatiques. Mémoire, trav. E.P.H.E., Inst. Montpellier, 129-142.
- MANGENOT G. (1955) Etudes sur les forêts des plaines et plateaux de la Côte d'Ivoire. Etudes Eburnéennes, IFAN, 4: 5-61.
- MANGENOT G. (1958) Les recherches sur la végétation dans les régions tropicales humides de l'Afrique occidentale. Actes Coll. Kandy Unesco de 1956: 115-126.
- MASENS DA-MUSA YUNG B. (1997) Etude phytosociologique de la région de Kikwit (Bandundu, Rép. Dém. Du Congo). Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie.
- MATHOOKO J.M. & KARIUKI S.T. (2000) Disturbances and species distribution of the riparian vegetation of a Rift Valley stream. East African Wild Life Society, Afr. J. Ecol. 38: 123-129.
- MAYR E. & O'HARA J. (1986) The biogeographic evidence supporting the Pleistocene forest refuge hypothesis. Evolution 40 : 55-67.
- MC CUNE B. & MEFFORD M.J. (1995) PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 2.0. MjM Software Design (ed.), Gleneden Beach, Oregon, USA, 126 p.
- MCKEY D.B. (2000) *Leonardoxa africana* (Leguminosae: Caesalpinioideae): a complex of mostly allopatric subspecies. Adansonia, sér.3, 22 (1): 71-109.
- MCPHERSON G. (1995) Checklist of Lope-Okanda Reserve, Gabon, Africa. Missouri Botanical Garden, St. Louis, USA, 20 p. Publié sur internet: http://www.mobot.org/MOBOT/Research/lope_int.shtml
- MEAVE J., KELLMAN M., MACDOUGALL A. & ROSALES J. (1991) Riparian habitats as tropical forest refugia. Global Ecology and Biogeography Letters 1 (3): 69-76.
- MEDEIROS A.C. & LOOPE L.L. (1994) Rare animals and plants of Haleakalā National Park. Hawai'i Natural History Association, 56 p.
- MERCADER J., MARTÍ R., MARTÍNEZ J.L. & BROOKS A. (2002) The nature of "stone-lines" in the African Quaternary record: archaeological resolution at the rainforest site of Mosumo, Equatorial Guinea. Quaternary International 89: 71-96.
- MOLINO J.-F. & SABATIER D. (2002) Forêts perturbées. Le journal de l'IRD, n°13: 3.
- MONOD T. (1957) Les grandes divisions chorologiques de l'Afrique. Publ. C.C.T.A. / C.S.A. 24, 146 p.
- MONOD T. (1960) Notes botaniques sur les îles de São Tomé et Príncipe. Bulletin de L'IFAN, T. XXII, sér.A, n°1: 19-79.
- MORON V., BIGOT S. & ROUCOU P. (1995) Rainfall variability in subequatorial America and Africa and relationships with the main sea-surface temperature modes (1951-1990). International Journal of Climatology 15 (12): 1297-1322.
- MORTON J.K. (1961) The upland floras of West Africa - their composition, distribution and significance in relation to climate changes. In: Fernandes A. (1962) Comptes rendus de la IV^è réunion plénière de l'AETFAT. Lisbonne et Coïmbre, Lisbonne, 391-409.

- MORTON J.K. (1972) Phytogeography of the West african Mountains. In: Valentine D.H. Taxonomy, phytogeography and evolution. 221-235.
- MOSANGO M. (1991) *Zanthoxylum gillettii* old secondary forest in Kongolo island (Zaire). Belgian Journal of Botany 124 (2): 152-166.
- MOSANGO M. & LEJOLY J. (1990) La forêt dense humide à *Piptadeniastrum africanum* et *Celtis mildbraedii* des environs de Kisangani (Zaire). Mitt. Inst. Allg. Bot. Hambourg, 23b, Comptes rendus de la XII^{ème} réunion plénière de l'AETFAT: 853-870.
- MUELLER-DOMBOIS D. & ELLENBERG H. (1974) Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons, New York, New York, 547 p.
- MUELLER-DOMBOIS D. & FOSBERG F.R. (1998) Vegetation of the Tropical Pacific Islands. Ecological Studies 132, Springer, New York, 733 p.
- NATTA A.K., SINSIN B. & VAN DER MAESEN L.J.G. (2004) A phytosociological study of riparian forests in Benin (West Africa). Belgian Journal of Botany 136 (2): 109-128.
- NEWBERY D.MCC., CAMPBELL E.J.F., LEE Y.F., RIDSDALE C.E. & STILL M.J. (1992) Primary lowland dipterocarp forest at Danum Valley, Sabah, Malaysia: structure, relative abundance and family composition. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B 335: 341-356.
- NEWBERY D.MCC., CAMPBELL E.J.F, PROCTOR J. & STILL M.J. (1996) Primary lowland dipterocarp forest at Danum Valley, Sabah, Malaysia. Species composition and patterns in the understorey. Vegetatio 122: 193-220.
- NEWBERY D.MCC. & GARTLAN J.S. (1996) A structural analysis of rain forest at Korup and Douala-Edea, Cameroon. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh 104B: 177-224.
- NEWBERY D.MCC. & PROCTOR J. (1984) Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunung Mulu National Park, Sarawak. IV. Associations between tree distribution and soil factors. Journal of Ecology 72: 475-492.
- NGOK BANAK L. (2005) Diversité végétale des inselbergs et des dalles rocheuses du nord Gabon. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, 420 p.
- NGOMO D. (2002) Estudio de Santiria trimera (Oliv.) Aubrév. en Africa central. Rapport de stage, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, 10 p.
- NOUMI E. (1998) La « forêt de transition » à *Garcinia* spp. Des collines Nkolobot (Région de Yaoundé, Cameroun). Belg. Journ. Bot. 130 (2): 198-220.
- NOUMI E. (in prep.) Diversité de la flore ligneuse et structure végétale d'une forêt submontagnarde de l'Ouest Cameroun, la Forêt sacrée Kouoghap du village Batoufam.
- OBAMA C. (1996) Estudio de la biodiversidad forestal de la zona central y sur del Parque Nacional de Monte Alén. Trabajo de fin de carrera, Escuela Universitaria de estudios agropecuarios, pesca y forestal « Obiang Nguema Mbasogo », 133 p.
- OBIANG D. (2003) Analisis e Identificación de las Comunidades Vegetales de Monte Cristal. Rapport de stage, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, 25 p.
- ODUM E.P. (1953) Fundamentals of Ecology. Philadelphia, Saunders, 384 p.
- OHSAWA M. (1993) Latitudinal pattern of mountain vegetation zonation in southern and eastern Asia. Journal of Vegetation Science 4: 13-18.

- OLDEMAN R.A.A. (1974) Ecotopes des arbres et gradients écologiques verticaux en forêt Guyanaise. Extrait de la Terre et la Vie, Revue d'Ecologie Appliquée 28: 487-520.
- OLDEMAN R.A.A. (1990) Forests: Elements of Silvology. Springer Verlag, Berlin, Germany, 624 p.
- OLDEMAN R.A.A. & VAN DIJK J. (1991) Diagnosis of the temperament of tropical forest trees. In: Gomez-Pompa A., Whitmore T.C. & Hadley M. (eds.) Rainforest Regeneration and Management. Man and the Biosphere Series n°6: 21-66, UNESCO, Paris.
- OLIVER E.G.H. (1994) Phytogeography and endemism in the Ericoideae (Ericaceae). In: Seyani J.H. & Chikuni A.C. (eds.) Proc. XIIIth Plenary Meeting AETFAT, Malawi, 2: 941-951.
- OLSON D.M. & DINERSTEIN E. (2002) The global 200: priority ecoregions for global conservation. Ann. Missouri Bot. Gard. 89: 199-224.
- ONANA J.-M. (2003) Inventaire synoptique et évaluation du statut de conservation des Burséracées camerounaises: état des connaissances. Ann. de la Fac. des Sciences Univ. de Yaoundé I, série Sc. de la Nat. et de la vie 35 (2): 44-56.
- O'NEILL R.V., DEANGELIS D.L., WAIDE J.B. & ALLEN T.F.H. (1986) A hierarchical concept of the Ecosystem. Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 262 p.
- PAIJMANS K. (1970) An analysis of four Tropical Rain Forest Sites in New Guinea. Journal of Ecology 58 (1): 77-101.
- PARMENTIER I. (2003) Etude de la végétation des inselbergs de la forêt dense d'Afrique centrale atlantique. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, 93 p.
- PARMENTIER I. & MALEY J. (2001) L'arbre et le pigeon, ou le pigeon et l'arbre? Canopée 19: 12-14.
- PARMENTIER I., STÉVART T. & HARDY O.J. (2005) The inselberg flora of atlantic central Africa. I. Determinants of species assemblages. Journal of Biogeography 32 (4): 685-696.
- PARREN M.P.E. (2003) Lianas and logging in West Africa. Ph.D. thesis, Tropenbos International, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, 168 p.
- PASCAL J.-P. & PÉLISSIER R. (1996) Structure and floristic composition of a tropical evergreen forest in south-west India. Journal of Tropical Ecology 12: 191-214.
- PAUWELS L. (1993) Nzayilu N'ti. Guide des arbres et arbustes de la région de Kinshasa – Brazzaville. Jardin botanique national de Belgique, Meise, Belgique, 495 p.
- PEARSON T.R.H., BURSLEM D.F.R.P., MULLINS C.E. & DALLING J.W. (2002) Germination ecology of neotropical pioneers: interacting effects of environmental conditions and seed size. Ecology 83 (10): 2798-2807.
- PÉLISSIER R., COUTERON P., DRAY S. & SABATIER D. (2003) Consistency between ordination techniques and diversity measurements: two strategies for species occurrence data. Ecology 84 (1): 242-251.
- PELLEGRIN Fr. (1924) La flore du Mayombe d'après les récoltes de M. Georges Le Testu, Administrateur des Colonies. Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie, Vol. 26 (2^{ème} série, 10^{ème} volume, 3^{ème} fascicule), 83-108.
- PENDRY C.A. & PROCTOR J. (1997) Altitudinal zonation of rain forest on Bukit Belalong, Brunei: soils, forest structure and floristics. Journal of Tropical Ecology 13: 221-241.

- PENEV L. (1997) Concrete biotas - a neglected concept in biogeography! *Global Ecology and Biogeography Letters* 6 (2): 91-96.
- PHILLIPS O.L., MARTÍNEZ R.V., VARGAS P.N., MONTEAGUDO A.L., CHUSPE ZANS M.-E., SÁNCHEZ W.G., PEÑA CRUZ A., TIMANÁ M., YLI-HALLA M. & ROSE S. (2003) Efficient plot-based floristic assessment of tropical forests. *Journal of Ecology* 19: 629-645.
- PIERLOT R. (1966) Structure et composition de forêts denses d'Afrique Centrale, spécialement celles du Kivu. *Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer, Classe des Sciences naturelles et médicales, N.S., XVI-4, Bruxelles*, 367 p.
- PIERLOT R. (1997) Pseudodacryodes Pierlot, genre nouveau de Burseraceae de l'est de la Rép. Dém. Du Congo. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.* 66: 175-186.
- PIJL L. van der (1982) Principles of dispersal in higher plants. Springer-Verlag, 3rd revised and expanded edition, Berlin Heidelberg, New York, 215 p.
- PITMAN N.C.A., TERBORGH J., SILMAN M.R. & NUNEZ P. (1999) Tree species distributions in an Upper Amazonian Forest. *Ecology* 80 (8): 2651-2661.
- PLANA V. (2004) Mechanisms and tempo of evolution in the African Guineo-Congolian rainforest. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 359: 1585-1594.
- PLOTKIN J.B., CHAVE J. & ASHTON P.S. (2002) Cluster analysis of spatial patterns in Malaysian tree species. *The American Naturalist* 160 (5): 629-644.
- PLOTKIN J.B., POTTS M.D., LESLIE N., MANOKARAN N., LAFRANKIE J., ASHTON P.S. (2000) Species-area curves, spatial aggregation, and habitat specialization in tropical forests. *Journal of Theoretical Biology* 207: 81-99.
- PLUMPTRE A.J., BEHANGANA M., DAVENPORT T., KAHINDO C., NDOMBA E., SSEGAWA P., EILU G., NKUUTU D. & OWIUNJI I. (2003) The biodiversity of the Albertine Rift. *Albertine Rift Technical Reports No. 3, Wildlife Conservation Society, New York, USA*, 112 p.
- PLUMPTRE A.J., MASOZERA M., FASHING P.J., MCNEILAGE A., EWANGO C., KAPLIN B.A. & LIENGOLA I. (2002) Biodiversity Surveys of the Nyungwe Forest Reserve, In S.W. Rwanda. *WCS Working Papers No. 18, Wildlife Conservation Society, New York, USA*, 95 p. <http://www.wcs.org/science/>
- PÓCS T. (1976) Vegetation mapping in the Uluguru Mountains (Tanzania, East Africa). *Boissiera* 24: 477-498.
- PONTÉGNIE M. (1999) Vous avez dit "biodiversité"? *L'Erable, Cercles des Naturalistes de Belgique*, n°1: 2-7.
- POORE M.E.D. (1964) Integration in the Plant Community. *The Journal of Animal Ecology* 33: 213-226.
- POORE M.E.D. (1968) Studies in Malaysian Rain Forest: I. The Forest on Triassic Sediments in Jengka Forest Reserve. *Journal of Ecology* 56 (1): 143-196.
- POORTER L., BONGERS F., KOUAMÉ F.N'. & HAWTHORNE W.D. (2004) Biodiversity of West African Forests. An ecological Atlas of Woody Plant Species. *CAB International, Cambridge, Wageningen University*, 521 p.
- POTTS M.D., PLOTKIN J.B., LEE H.S., MANOKARAN N., ASHTON P.S. & BOSSERT W.H. (2001) Sampling biodiversity: effects of plot shape. *The Malaysian Forester* 64: 29-34.
- POULSEN A.D. (1996) Species richness and density of ground herbs within a plot of lowland rainforest in north-west Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 12: 177-190.

- POULSEN A.D. (1997) Plant Diversity in Forests of Western Uganda and Eastern Zaire (preliminary results). AAU Reports 36, Aarhus University Press, Denmark, 79 p.
- POULSEN A.D. & BALSLEV H. (1991) Abundance and cover of ground herbs in an Amazonian rain forest. *Journal of Vegetation Science* 2: 315-322.
- POULSEN A.D., HAFASHIMANA D., EILU G., LIENGOLA I.B., EWANGO C.E.N. & HART T.B. (2005) Composition and species richness of forest plants along the Albertine Rift, Africa. *Biol. Skr.* 55: 129-143.
- POULSEN A.D., NIELSEN I.C., TAN S. & BALSLEV H. (1996) A quantitative inventory of trees in one hectare of mixed dipterocarp forest in Temburong, Brunei Darussalam. In: Edwards D.S. & al. (eds.) *Tropical Rainforest Research. Current Issues*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 139-150.
- POULSEN A.D. & PENDRY C.A. (1995) Inventories of ground herbs at three altitudes on Bukit Belalong, Brunei, Borneo. *Biodiversity and Conservation* 4: 745-757.
- PRÉVOST M-F. & SABATIER D. (1996) Variations spatiales de la richesse et de la diversité du peuplement arboré en forêt Guyanaise. In: Guillaumet J.-L., Belin M. & Puig H. (eds.) *Phytogéographie tropicale: réalités et perspectives. Actes du colloque international de Phytogéographie tropicale, juin 1993*, ORSTON éditions, Paris, 264-276.
- PROCTOR J., ANDERSON J.M., CHAI P. & VALLACK H.W. (1983) Ecological studies in four contrasting lowland rain forests in Gunung Mulu National Park, Sarawak. *Journal of Ecology* 71: 237-260.
- PROCTOR J., LEE Y.F., LANGLEY A.M., MUNRO W.R.C. & NELSON T. (1988) Ecological studies on Gunung Silam, a small ultrabasic mountain in Sabah, Malaysia. I. Environment, forest structure and floristics. *Journal of Ecology* 76: 320-340.
- RAUNKIAER C. (1934) *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford Univ. Press, Oxford.
- RAYNAL J. (1968) Itinéraires et lieux de récolte de Georges Le Testu. In: A. Aubréville (ed.) *Flore du Gabon. n°14*, Museum National d'Histoire Naturelles de Paris, 17-66.
- REITSMA J.M. (1988) *Végétation forestière du Gabon. Tropenbos Technical Series 1*, Wageningen, The Netherlands, 142 p.
- REUTER B.A., Helfer V., Hirzel A.H. & Vogel P. (2003) Modelling habitat-suitability using museum collections: an example with three sympatric *Apodemus* species from the Alps. *Journal of Biogeography* 30: 581-590.
- RICHARDS P.W. (1936) Ecological observations on the Rain Forest of Mount Dulit, Sarawak. Part II. *Journal of Ecology* 24 (2): 340-360.
- RICHARDS P.W. (1952) *The tropical rain forest*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- RICHARDS P.W. (1957) Ecological notes on West African vegetation. I. The plant communities of the Idanre hills, Nigeria. *Journal of Ecology* 45: 563-577.
- RICHARDS P.W. (1963) Ecological notes on West African vegetation. III. The upland forests of Cameroun mountain. *Journal of Ecology* 51: 529-554.
- RIVAS-MARTINEZ S., SANCHEZ-MATA D. & COSTA M. (2004) Worldwide bioclimatic classification system. publié sur internet: www.globalbioclimatics.org.

- ROBBRECHT E. (1996) Geography of African Rubiaceae with reference to glacial rain forest refuges. In: L.J.G. van der Maesen & al. (eds.) *The Biodiversity of african plants*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 564-581.
- ROISIN P. (1969) *Le domaine phytogéographique atlantique d'Europe*. Presses agronomiques de Gembloux, éditions J. Duculot, S.A., Gembloux, 262 p.
- ROLLET B. (1979) Application de diverses méthodes d'analyse de données à des inventaires forestiers détaillés levés en forêt tropicale. *OEcol. Plant.* 14 (3): 319-344.
- ROSENBERG M.S. (1998) *PASSAGE version 1.1, Pattern Analysis, Spatial Statistics And Geographic Exegesis*. <http://lswweb.la.asu.edu/rosenberg/Passage/>
- ROSTEAU A. (1996) Structures, flores, dynamiques: réponses des forêts pluviales des Petites Antilles aux milieux montagnards. In: Guillaumet J.-L., Belin M. & Puig H. (eds.) *Phytogéographie tropicale: réalités et perspectives*. Actes du colloque international de Phytogéographie tropicale, juin 1993, ORSTON éditions, Paris, 308-321.
- ROWE J.S. (1961) The Level-of-Integration Concept and Ecology. *Ecology* 42 (2): 420-427.
- RÜBEL E. (1935) The replaceability of ecological factors and the law of the minimum. *Ecology* 16 (1): 336-341.
- SAFFORD H.D. (1999) Brazilian Páramos I. An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. *Journal of Biogeography* 26: 693-712.
- SANFORD W.W. (1968) Distribution of epiphytic Orchids in semi-deciduous tropical forest in Southern Nigeria. *Journal of Ecology* 56 (3): 697-705.
- SARMIENTO G. (1972) Ecological and floristic convergences between seasonal plant formations of tropical and subtropical South America. *Journal of Ecology* 60 (2): 367-410.
- SCHMITZ A. (1988) Révision des groupements végétaux décrits du Zaïre, du Rwanda et du Burundi. *Annales Sciences économiques*, Vol. 17, Musée Royal de l'Afrique centrale, Tervuren, Belgique, 315 p.
- SCHNELL R. (1952a) Contribution à une étude phytosociologique et phytogéographique de l'Afrique occidentale: les groupements et les unités géobotaniques de la région guinéenne. In: Monod T. & Schnell R. (ed.) *Mélanges botaniques*. Mémoire de l'IFAN, Dakar, 41-236.
- SCHNELL R. (1952b) *Végétation et flore de la région montagneuse du Nimba (Afrique occidentale française)*. Mémoires de l'IFAN, 598 p.
- SCHNELL R. (1970) Introduction à la Phytogéographie des pays tropicaux. Les problèmes généraux. Vol.I Les flores et structures. Gauthier-Villars eds., Paris, 499 p.
- SCHNELL R. (1976 et 1977) *Flore et Végétation de l'Afrique Tropicale*. Gauthier-villars, Bordas, Paris, Tomes 1 et 2.
- SCHNITZLER A. (2002) *Ecologie des forêts naturelles d'Europe*. Lavoisier, Paris.
- SCOTESE C.R. (2000) *La tectonique des plaques*. publié sur internet, <http://www.scotese.com/earth.htm>.
- SEIFRIZ W. (1943) The plant life of Cuba. *Ecological Monographs* 13 (4): 375-426.
- SENTERRE B. (1999) Biodiversité des ligneux dans l'aire protégée des Altos de Nsork (Guinée Equatoriale). Travail de Fin d'Etudes, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, 149 p.

- SENTERRE B. (2001) La phytogéographie des forêts denses de Guinée Equatoriale, avec une attention particulière aux forêts de Nsork. Syst. Geogr. Pl. 71: 1087-1096.
- SENTERRE B. (2005) Checklist of the Ebenaceae of Equatorial Guinea. Anales del Jardín Botánico de Madrid 62 (1): 53-63.
- SENTERRE B. & LEJOLY J. (2001) Trees diversity in the Nsork rain forest (Rio Muni, Equatorial Guinea). Acta Bot. Gallica 148 (3), 227-235.
- SENTERRE B. & LEJOLY J. (2001) Los grandes tipos de hábitat forestales de Río Muni. In: Botánica y Botánicos en Guinea Ecuatorial. C. Aedo, R. Morales, M. T. Tellería & M. Velayos (Eds.). Real Jardín Botánico - Agencia Española de Cooperación Internacional. Madrid, 257 p., 171-199.
- SENTERRE B., LEJOLY J. & SONKÉ B. (2004) Analyse du gradient de continentalité et identification de communautés végétales en forêts denses d'Afrique centrale par la méthode du méga-transect. Phytocoenologia 34 (3): 491-516.
- SENTERRE B. & NGUEMA N. (2001) La diversité des ligneux dans la forêt de Nsork (Guinée Equatoriale). Syst. Geogr. Pl. 71: 837-846.
- SENTERRE B. & OBIANG D. (2005) Nouvelles découvertes à propos des Vochysiaceae africaines: *Erismadelphus* Mildbr. et *Korupodendron* Litt & Cheek. Taxonomania, sous presse.
- SESSIONS L. & CHAPMAN H.M. (2003) The montane forest islands of Eastern Nigeria. Plant Talk 32: 24-28.
- SHEIL D. (1995) A critique of permanent plot methods and analysis with examples from Budongo Forest, Uganda. Forest Ecology and Management 77: 11-34.
- SHUGART H.H. (1997) Plant and ecosystem functional types. In: Smith T.M., Shugart H.H. & Woodward F.I. (eds.) Plant Functional Types: Their relevance to ecosystem properties and global change. International Geosphere-Biosphere Programme Book Series, Cambridge University Press, Cambridge, 20-43.
- SKOV F. (2000) Potential plant distribution mapping based on climatic similarity. Taxon 49: 503-515.
- SLIK J.W.F (2004) El Niño droughts and their effects on tree species composition and diversity in tropical rain forests. Oecologia 141: 114-120.
- SLIK J.W.F, POULSEN A.D., ASHTON P.S., CANNON C.H., EICHHORN K.A.O., KARTAWINATA K., LANNIARI I., NAGAMASU H., NAKAGAWA M., VAN NIEUWSTADT M.G.L., PAYNE J., PURWANINGSIH, SARIDAN A., SIDIYASA K., VERBURG R.W., WEBB C.O. & WILKIE P. (2003) A floristic analysis of the lowland dipterocarp forests of Borneo. Journal of Biogeography 30: 1517-1531.
- SMALL A., MARTIN T.G., KITCHING R.L. & WONG K.M. (2004) Contribution of tree species to the biodiversity of a 1 ha Old World rainforest in Brunei, Borneo. Biodiversity and Conservation 13: 2067-2088.
- SNOWDEN J.D. (1933) A study in altitudinal zonation in south Kigezi and Mounts Muhavura and Mgahinga, Uganda. Journal of Ecology 21 (1): 7-27.
- SOKAL R.R. & ROHLF F.J. (1995) Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. 3^{ème} édition, Freeman W.H., New York, 887 p.

- SOKPON N. (1995) Recherches écologiques sur la forêt dense semi-décidue de Pobé au Sud-Est du Bénin: groupements végétaux structure, régénération naturelle et chute de la litière. Thèse de Doct., Université Libre de Bruxelles: 250 p.
- SONKÉ B. (1998) Etudes floristiques et structurales des forêts de la Réserve de faune du Dja (Cameroun). Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, 267 p.
- SONKÉ B. & LEJOLY J. (1998) Biodiversity study in Dja Fauna Reserve (Cameroon): using the transect method. In: C.R. Huxley, J.M. Lock & D.F. Cutler (eds.) Chorology, Taxonomy and Ecology of the Floras of Africa and Madagascar, Royal Botanic Gardens, Kew, 171-179.
- SOSEF M.S.M. (1994) Refuge begonias: taxonomy, phylogeny and historical biogeography of *Begonia* sect. *Loasibegonia* and sect. *Scutobegonia* in relation to glacial rainforest refuges. In: Africa Studies in Begoniaceae V. Wageningen Agric. Univ. Pap. 94: 1-306.
- SOSEF M.S.M. (1996) Begonias and African rain forest refuges. In: L.J.G. van der Maesen & al. (eds.) The Biodiversity of african plants. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 602-611.
- SOSEF M.S.M., ISSEMBÉ Y., BOUROBOU H.P. & KOOPMAN W.J.M. (2004) Botanical biodiversity of the Pleistocene forest refuge Monts Doudou (Gabon). In: B.L. Fisher (Ed.) Monts Doudou, Gabon: A floral and faunal inventory with references to elevational variation. Memoirs of the California Academy of Sciences 28: 17-91. California Academy of Sciences, San Francisco.
- SPELLERBERG I.F. & FEDOR P.J. (2003) A tribute to Claude Shannon (1916-2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the "Shannon-Wiener" Index. *Global Ecology & Biogeography* 12: 177-179.
- SRI-NGERNYUANG K., KANZAKI M., MIZUNO T., NOGUCHI H., TEEJUNTUK S., SUNGPALEE C., HARA M., YAMAKURA T., SAHUNALU P., DHANMANONDA P., BUNYAVEJCHEWIN S. (2003) Habitat differentiation of Lauraceae species in a tropical lower montane forest in northern Thailand. *Ecological Research* 18 (1): 1-14.
- STADTMÜLLER T. (1987) Cloud Forests in the Humid Tropics - A Bibliographic Review. The United Nations University Press, Turrialba, Costa Rica.
- STÉVART T. (2003) Etude taxonomique, écologique et phytogéographique des Orchidaceae en Afrique centrale atlantique. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, 225 p.
- STOCKWELL D.R.B. & PETERS D.P. (1999) The GARP modelling system: problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographic Information System* 13: 143-158.
- STOFFELEN P., ROBBRECHT E. & SMETS E. (1996) A revision of *Corynanthe* and *Pausinystalia* (African Rubiaceae-Coptosapelteae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 120: 287-326.
- SUNDERLAND T., WALTERS G. & ISSEMBÉ Y. (2004) A preliminary vegetation assessment of the Mbé National Park, Monts de Cristal, Gabon. *CARPE*, 48 p.
- SVENNING J.C., KINNER D.A., STALLARD R.F., ENGELBRECHT B.M.J. & WRIGHT S.J. (2004) Ecological determinism in plant community structure across a tropical forest landscape. *Ecology* 85 (9): 2526-2538.

- TABARELLI M. & MATOVANI W. (2000) Gap-phase regeneration in a tropical montane forest: effects of gap structure and bamboo species. *Plant Ecology* 148 (2): 149-155.
- TABERLET P., FUMAGALLI L., WUST-SAUCY A.-G. & COSSON J.-F. (1998) Comparative phylogeography and postglacial colonization routes in Europe. *Molecular Ecology* 7: 453-464.
- TAILFER Y. (1989) La Forêt dense d'Afrique centrale - Identification pratique des principaux arbres. Agence de Coopération Culturelle et Technique et CTA, Wageningen, Tomes 1 (456 p.) et 2 (1271 p.).
- TAKHTAJAN A. (1986) Floristic Regions of the world. University of California Press, Berkeley.
- TANGHE M. (1969) Groupes écologiques, associations stationnelles et associations régionales des forêts du Sud-Est de la Belgique. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, 3 tomes, 600 p.
- TANGHE M. (1995) Groupes écologiques d'espèces végétales et application à la végétation forestière de la Wallonie. In: Dulière J.-F., Tanghe M. & Malaisse F. (eds.) Répertoire des groupes écologiques du fichier écologique des essences. Ministère de la Région Wallonne, Direction générale des Ressources naturelles et de l'Environnement, Belgique.
- TANGHE M. (1999) Phytosociologie: ECOL 022. cours donné aux étudiants en 4^{ème} année Ingénieur Agronome, Université Libre de Bruxelles, 75 heures.
- TARDIEU-BLOT, NICKLES & JACQUES-FELIX (1949) Contribution à la flore et à l'écologie des fougères du Cameroun. 81-112.
- TCHOUTO G.P. (2004) Plant diversity in a Central African Rain Forests: Implications for biodiversity conservation in Cameroon. *Tropenbos Cameroon Series* 7, 135 p.
- TCHOUTO G.P., EDWARDS I., CHEEK M., NDAM N. & ACKWORTH J. (1999) Mount Cameroon cloud forest. In: Timberlake J. & Kativu S. (eds.) *African Plants: Biodiversity, Taxonomy and Uses*. Royal Botanic Gardens, Kew: 263-277.
- TER BRAAK C.J.F. & SMILAUER P. (2002) CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's guide. Microcomputer Power, Ithaca.
- THIRAKUL S. (1983) Manuel de dendrologie, Cameroun. Groupe Poulin, Thériault Ltée, Québec, Canada, 640 p.
- THOMAS D.W & ACHOUNDONG G. (1994) Montane forest of western Africa. In: Seyani J.H. & Chikuni A.C. (eds.) *Proc. XIIIth Plenary Meeting AETFAT, Malawi*: 1015-1024.
- THOMAS D.W., KENFACK D., CHUYONG G.B., MOSES S.N., LOSOS E.C., CONDIT R.S. & SONGWE N.C. (2003) Tree Species of Southwestern Cameroon: Tree Distribution Maps, Diameter Tables and Species Documentation in the 50-Hectare Korup Dynamics Plot. Center for Tropical Forest Science of the Smithsonian Tropical Research Institute and Bioresources Development and Conservation Programme-Carmeroun, Washington, D.C., 247 p.
- TRIANI K.A., MYLONAS M., LIKA K. & VARDINOYANNIS K. (2003) A model for the species-area-habitat relationship. *Journal of Biogeography* 90 (1): 1-19.
- TROCHAIN J.-L. (1957) Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique Tropicale. *Bulletin de l'Institut d'Etudes centrafricaines, nouvelle série*, 13-14, Inst. d'Etudes centrafricaines, Brazzaville: 55-93.

- TROCHAIN J.-L. (1980) *Écologie végétale de la zone intertropicale non désertique*. Université Paul Sabatier Toulouse, 468 p.
- TROUPIN G. (1966) *Etude phytocénologique du Parc National de l'Akagera et du Rwanda oriental. Recherche d'une méthode d'analyse appropriée à la végétation d'Afrique intertropicale*. Université de Liège, Vaillant-Carmanne (ed.), Liège, 239 p.
- TUOMISTO H. & RUOKOLAINEN K. (1994) Distribution of Pteridophyta and Melastomataceae along an edaphic gradient in an Amazonian rain forest. *Journal of Vegetation Science* 5: 25-34.
- TUOMISTO H., RUOKOLEINEN K. & YLI-HALLA M. (2003) Dispersal, environment, and floristic variation of western Amazonian forests. *Science* 299: 241-244.
- UPKONG (1991) The performance and distribution of species along soil-salinity gradients of mangrove swamps in southeastern Nigeria. *Vegetatio* 95 (1): 63-70.
- VALENCIA R., FOSTER R.B., VILLA G., CONDIT R., SVENNING J.-C., HERNANDEZ C., ROMOLEROUX K., LOSOS E., MAGARD E. & BALSLEV H. (2004) Tree species distributions and local habitat variation in the Amazon: large forest plot in eastern Ecuador. *Journal of Ecology* 92: 214-229.
- VALKENBURG J.L.C.H. van, KETNER P. & WILKS C.M. (1998) A floristic inventory and preliminary vegetation classification of the mixed semi-evergreen rain forest in the Minkébé region, North East Gabon. *Adansonia* 20 (1), sér. 3: 139-162.
- VAN ANDEL T.R. (2001) Floristic composition and diversity of mixed primary and secondary forests in northwest Guyana. *Biodiversity and Conservation* 10: 1645-1682.
- VAN ANDEL T.R. (2003) Floristic composition and diversity of three swamp forests in northwest Guyana. *Plant ecology* 167: 293-317.
- VAN ASBROECK P. (1997) *Etude de la biodiversité végétale des ligneux dans la forêt du Parc National d'Odzala (République du Congo)*. Travail de fin d'études, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, 107 p.
- VAN DER MAAREL E. (1979) Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39 (2): 97-114.
- VANDE WEGHE J.P. (2004) *Forêts d'Afrique centrale - La Nature et l'Homme*. Editions Lannoo SA, Tielt, Belgique, 367 p.
- VAN GEMERDEN B.S. (2004) *Disturbance, diversity and distributions in Central African rain forest*. Thèse de doctorat, Université de Wageningen, 167 p.
- VAN GEMERDEN B.S. & HAZEU G.W. (1999) *Landscape ecological survey (1:100 000) of the Bipindi-Akom II-Lolodorf region, southwest Cameroon*. Wageningen (The Netherlands) Tropenbos-Cameroon Documents 1, Kribi, 232 p.
- VAN GEMERDEN B.S., OLFF H., PARREN M.P.E. & BONGERS F. (2003) The pristine rain forest? Remnants of historical human impacts on current tree species composition and diversity. *Journal of Biogeography* 30: 1381-1390.
- VAN PAASEN M. (1991) *Evaluación y manejo de los recursos forestales de la region continental, Guinea Ecuatorial. Analisis estructural, estudio ecológico de los recursos forestales de la Región Continental*. Ministerio de Agricultura, Ganaderia, pesca y forestal, FAO, Documento de campo n°10, 92 p.

- VAN REETH L. (1997) Analyse de la biodiversité des ligneux dans le Parc National de Monte Alen en Guinée Equatoriale. Travail de Fin d'Etudes, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique systématique et de Phytosociologie, 119 p. + annexes 59 p.
- VAN ROMPAEY R.S.A.R. (1993) Forest gradients in West Africa. A spatial gradient analysis. Doctoral thesis, Department of Forestry, Agricultural University Wageningen, 142 p.
- VAN ROMPAEY R.S.A.R. (1996) Rain forest refugia in Liberia. In: L.J.G. van der Maesen & al. (eds.) The Biodiversity of african plants. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 624-628.
- VAN ROMPAEY R.S.A.R. (2001) Megatranssects in Upper Guinea: how forest inventory data can be processed into a gradient map. In: Robbrecht & al. (eds.) Proceedings of XVIth AETFAT Conference, August 2000, Meise, Belgium.
- VAN STEENIS C.G.E.J. (1935) On the origin of the Malaysian mountain flora. Part 2. Altitudinal zones, general considerations and renewed statement of the problem. Bull. Jard. bot. Buitenz. Ser. 3, 13: 289-417.
- VAN STEENIS C.G.G.J. (1958) Rejuvenation as a factor of judging the status of vegetation types: the biological nomad theory. Actes Coll. Kandy. Unesco de 1956: 12-215.
- VAN STEENIS C.G.G.J. (1984) Three more mangrove trees growing locally in nature in freshwater. Blumea 29: 395-397.
- VAZQUEZ J.A.G. & GIVNISH T.J. (1998) Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manantlan. Journal of Ecology 86: 999-1020.
- VERBURG R.(2001) The use of Plant Functional Types in chronosequences of logged forests in Borneo. In: abstracts of EuroWorkshop: Functional Groupings of Tropical Trees (Session 2: Morphological groupings), Edinburgh Centre for Tropical Forests, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK.
- VESTER H.F.M. (2001) Tree temperaments. In: abstracts of EuroWorkshop: Functional Groupings of Tropical Trees, Edinburgh Centre for Tropical Forests, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK.
- WAUTHY B. (1983) Introduction à la climatologie du Golfe de Guinée. Océanogr. trop. 18 (2): 103-138.
- WEBB L.J. (1959) A physiognomic classification of Australian rain forests. Journal of Ecology 47 (3): 551-570.
- WEBB L.J., TRACEY J.G., WILLIAMS W.T. & LANCE G.N. (1967) Studies in the numerical analysis of complex rain-forest communities. II. The problem of species-sampling. Journal of Ecology 55 (2): 525-538.
- WEBB C.O. & PEART D.R. (2000) Habitat associations of trees and seedlings in a Bornean rain forest. Journal of Ecology 88: 464-478.
- WEBER H.E., MORAVEC J. & THEURILLAT J.-P. (2000) International code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. Journal of Vegetation Science 11: 739-768.
- WELSH H.H. (1994) Bioregions: an ecological and evolutionary perspective and a proposal for California. Calif. Fish and Game 3 (80): 97-124.
- WESTOBY M.(1998) A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. Plant and Soil 199: 213-227.

- WHITE F. (1976) The vegetation map of Africa- The history of a completed project. *Boissiera* 24: 659-666.
- WHITE F. (1978a) The afro-montane region. In: Werger M.J.A. & Van Bruggen A.C. *Biogeography and ecology of southern Africa*. Dr. W. Junk b.v. Publishers, The Hague, 463-513.
- WHITE F. (1978b). The taxonomy, ecology and chorology of African Ebenaceae I. The Guineo-Congolian species. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.* 48: 245-358.
- WHITE F. (1979) The Guineo-Congolian Region and its relationships to other phytochoria. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.* 49 (1/2): 11-55.
- WHITE F. (1983a) The Vegetation of Africa. A descriptive memoir to accompany the UNESCO/AETFAT/UNSO vegetation map of Africa. *Natural Resources Research*, 20, UNESCO, Paris.
- WHITE F. (1983b) Afro-montane elements in the flora of S. Tomé: variation and taxonomy of some "nomads", and "transgressors". *Garcia de Orta, Sér. Bot.*, Lisboa, 6 (1-2): 187-202.
- WHITE L. (1992) Vegetation history and logging disturbance: effects on rain forest mammals in the Lopé Reserve, Gabon (with special emphasis on elephants and apes). Ph.D. thesis, University of Edinburgh, 230 p.
- WHITE L. & ABERNETHY K. (1996) *Guide de la végétation de la Réserve de La Lopé*. ECOFAC, Multipress-Gabon, Libreville, 224 p.
- WHITE L. & EDWARDS A. (2001) *Conservation en forêt pluviale africaine. Méthodes de recherche*. Wildlife Conservation Society, New York, U.S.A., 456 p.
- WHITMORE T.C. (1998) *An introduction to tropical rain forests*. Oxford University Press, 2nd Edition, Oxford.
- WHITTAKER R.H. (1960) Vegetation of the siskiyou mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs* 30 (4): 407-408.
- WIKIPEDIA (2004) The free encyclopedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Ecology>.
- WILKS C.M. (1990) *La conservation des écosystèmes forestiers du Gabon*. UICN, Gland, Suisse, 215 p.
- WILKS C.M. & ISSEMBÉ Y.A. (2000) *Guide pratique d'identification: les arbres de la Guinée Equatoriale, Région Continentale*. Projet CUREF, Bata, Guinée Equatoriale, 546 p.
- WILLIAMS P.H. & GASTON K.J. (1994) Measuring more of biodiversity: Can higher-taxon richness predict wholesale species richness? *Biological Conservation* 67 (3): 211-217.
- WILLIAMS P.H., HUMPHRIES C.J. & GASTON K.J. (1994) Centers of seed-plant diversity – The family way. In: *Proceedings of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences* 256 (1345): 67-70.
- WILSON J.B. & LEE G.L. (2000) C-S-R triangle theory: community-level predictions, tests, evaluation of criticisms, and relation to other theories. *Oikos* 91: 77-96.
- WOLFF J.H.D. (1993) Diversity patterns and biomass of epiphytic bryophytes and lichens along an altitudinal gradient in the northern Andes. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 80: 928-960.
- YONGO O. (2002) *Contribution aux études floristique, phytogéographiques et phytosociologique de la forêt de Ngotto (République centrafricaine)*. Thèse de Doctorat, Université de Lille 2 et Université Libre de Bruxelles, 346 p.

VII ANNEXES

Annexe 1. Description sommaire et localisation des 37 relevés phytosociologiques réalisés dans le cadre de cette thèse.....	1
Annexe 2. Caractéristiques écologiques des 37 relevés étudiés. Les surfaces des sous-relevés d'arbres dominés (Ad) et d'arbustes (ar) sont par ailleurs mentionnées.....	3
Annexe 3. Liste des taxons rencontrés lors de la réalisations des relevés phytosociologiques. Les noms complets, avec noms d'auteurs, sont classés par ordre alphabétique des classes puis par familles.....	4
Annexes 4, 5, 6, 7, 8 et 9. Détail des résultats de la DCA des <i>figures 38, 39, 40, 41, 42 et 43</i> , respectivement.....	18
Annexe 10. Tableau phytosociologique complet pour les 37 relevés répartis dans les 10 communautés végétales, selon la classification produite par le logiciel IndVal.....	19
Annexe 11. Principaux groupes écologiques reconnaissables parmi les espèces de nos relevés.	43
Annexe 12. Principaux indices de diversité calculés pour chacun de nos 37 x 4 relevés structuraux.....	51
Annexe 13. Liste des taxons rencontrés lors de la réalisation des relevés phytosociologiques, classés par ordre alphabétique des noms d'espèces. La position de l'espèce dans le tableau de l'annexe 10 et du <i>Tab.32</i> (n°) est mentionnée. Les critères présentés sont ceux décrits au chapitre II: T.P., d°e, Etage, Hydro, Tmt, d°f, vers; TDd et TDs, Guild, T.B., Arch.A, Arch.H, T.F., Tr, Ex.....	52
Annexe 14. Liste des taxons de la strate herbacée pour lesquels un modèle architectural est proposé.....	69
Annexe 15. Liste des taxons de la strate arborée essentiellement pour lesquels un modèle architectural est proposé.....	72
Annexe 16. Liste des genres correspondant aux herbiers récoltés. Leur type phytogéographique (T.P.) est précisé ainsi que leur caractère paucispécifique (Pauci) ou non.....	76
Annexe 17. Agrandissement de la <i>Fig.83</i> centré sur le domaine bas-guinéen.....	83
Annexe 18. Données utilisées pour la réalisation des <i>Fig.86 a et b</i>	84
Annexe 19. Liste des taxons rares ou supposés nouveaux pour la science, observés lors de la réalisation de nos relevés phytosociologiques.....	88
Annexe 20. Représentativité moyenne des différents ensembles structuraux au sein des principales strates, sur base des données des 37 relevés phytocénotiques. Cette figure est une variante de la <i>Fig.59</i>	90
Annexe 21. Planches photographiques illustrant nos recherches.....	91
Annexe 22. Liste des abréviations utilisées, par ordre alphabétique (chiffres, ponctuations, lettres romaines, et enfin lettres grecques).....	106
Errata	111

Annexe 1. Description sommaire et localisation des 37 relevés phytosociologiques réalisés dans le cadre de cette thèse. La communauté végétale à laquelle chaque relevé appartient est mentionnée (AssVeg). Les coordonnées géographiques sont exprimées en degrés décimaux et correspondent à l'origine du layon de chaque relevé.

n°	Code	AssVeg	Localité	Lat. (dd N)	Long. (dd E)	Station	Altitude (m)	Date
1	Litb1	LitInflBas	SO du Parc National de Monte Alén, sur le transect Ecofac de Mosumo à 500m du début du layon	1,59817	10,03688	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol superficiel, hydromorphie moyennement élevée (20m au dessus du niveau des cours d'eau environnant), pente faible	195	7/02/2001
2	Litm2	LitInflCol	SO du Parc National de Monte Alén, 200m au S du transect Ecofac de Mosumo à 1620m du début du layon	1,59367	10,05500	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol profond, bien drainé (200m au dessus du niveau des cours d'eau environnant), sur pente faible au sommet d'une large colline	410	4/03/2001
3	Litm3	LitInflCol	SO du Parc National de Monte Alén, 200m au S du transect Ecofac de Mosumo à 1450m du début du layon	1,59600	10,05000	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol profond, bien drainé (200m au dessus du niveau des cours d'eau environnant), sur pente faible au sommet d'une large colline	399	18/03/2001
4	Cont4	Cont	Réserve de Biosphère du Dja, Bouamir, près de l'inselberg de Mbasakok	3,17558	12,81687	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol moyennement profond, hydromorphie moyenne (40m au dessus du niveau des cours d'eau environnant), pente faible	530	19/04/2001
5	Cont5	Cont	Réserve de Biosphère du Dja, vers 1175m sur la piste reliant la station de Bouamir et l'inselberg de Mbasakok	3,18075	12,81478	Forêt dense de terre ferme faiblement perturbée, sur sol profond, hydromorphie moyennement élevée (20m au dessus du niveau des cours d'eau environnant), pente faible	525	17/05/2001
6	Cont6	Cont	Réserve de Biosphère du Dja, Bouamir, près de l'inselberg Augustin	3,18797	12,82712	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol profond, hydromorphie moyenne, pente faible	525	23/05/2001
7	Cont7	Cont	Réserve de Biosphère du Dja, à 500m de la station de Bouamir	3,19242	12,81147	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol profond, hydromorphie moyenne (élevé de 20m par rapport au réseau hydrographique), pente faible	535	26/05/2001
8	Litb8	LitInflBas	SO du Parc National de Monte Alén, 2km au NE du site de traversée du rio Uolo pour aller aux cataractas	1,62485	10,07552	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol peu profond avec qqes gros rochers affleurant, hydromorphie moyennement élevée (petite colline 30m au dessus du niveau des cours d'eau environnant), pente faible	270	12/01/2002
9	Hy9	LitInflBas	SO du Parc National de Monte Alén, 2km au NE du site de traversée du rio Uolo pour aller aux cataractas	1,62407	10,07620	Forêt dense de terre ferme, sur sol profond mais à horizon gravillonaire pénétrable à 30cm, hydromorphie élevée (plaine alluviale, 5m au dessus du niveau des cours d'eau environnant), pente nulle	250	17/01/2002
10	Litm10	LitInflCol	SO du Parc National de Monte Alén, 2km au NE du site de traversée du rio Uolo pour aller aux cataractas	1,61887	10,07814	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol profond, bien drainé (200m au dessus du niveau des cours d'eau environnant), sur pente faible au sommet d'une large colline	440	9/02/2002
11	Litm11	LitInflBas	SO du Parc National de Monte Alén, 2km au NE du site de traversée du rio Uolo pour aller aux cataractas	1,62032	10,08113	Forêt dense de terre ferme, sur sol moyennement profond, hydromorphie moyennement élevée, sur pente faible au sommet d'une large colline	410	14/02/2002
12	Mal12	MontSup	Parc National de Monte Alén, entre le transect dit de Monte Alén et la Cabaña Bong	1,65827	10,29317	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol profond, bien drainé, sur pente faible au sommet d'une haute montagne, hygromorphie moyenne (brumes matinales)	1170	5/03/2002
13	Mal13	MontSup	Parc National de Monte Alén, près de la piste longeant par le N le transect dit de Monte Alén	1,66363	10,29815	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol moyennement profond, bien drainé, sur pente faible au sommet d'une haute montagne, hygromorphie élevée (brumes matinales épaisses)	1200	8/03/2002
14	Mal14	MontTyp	Parc National de Monte Alén, près du village de Monte Alén (Ecofac), colline entourée par le sentier pédagogique	1,66113	10,31145	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol très profond, bien drainé, sur pente faible au sommet d'une colline, hygromorphie moyennement élevée (brumes matinales épaisses)	950	13/03/2002
15	MLit15	MontInf	SO du Parc National de Monte Alén, 2km au NE du site de traversée du rio Uolo pour aller aux cataractas	1,60934	10,09249	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol peu profond avec horiz. gravillonaire impénétrable vers 60cm et affleurements rocheux localement, bien drainé, sur pente faible au sommet d'une haute montagne, hygromorphie élevée (brumes matinales épaisses), tendance sub-montagnarde	750	22/06/2002
16	MLit16	MontInf	SO du Parc National de Monte Alén, 2km au NE du site de traversée du rio Uolo pour aller aux cataractas	1,61001	10,09641	Forêt dense mature assez basse, de terre ferme, sur sol peu profond avec affleurements rocheux, bien drainé, sur pente faible au sommet d'une haute montagne, hygromorphie élevée (brumes matinales épaisses), tendance sub-montagnarde	800	26/06/2002
17	Orm17	Or	SE du Parc National de Monte Alén, au N du rio Laña, près de la Cabaña Ecofac de Misergue	1,43627	10,21928	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol moyennement profond avec qqes gros rochers, bien drainé (60m au dessus du niveau des cours d'eau environnant), sur pente faible au sommet d'une large colline	530	6/07/2002

n°	Code	AssVeg	Localité	Lat. (dd N)	Long. (dd E)	Station	Altitude (m)	Date
18	Orm18	Or	SE du Parc National de Monte Alén, au N du rio Laña, près de la Cabaña Ecofac de Misergue	1,43822	10,22040	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol profond, bien drainé (60m au dessus du niveau des cours d'eau environnant), sur pente faible au sommet d'une large colline	540	9/07/2002
19	MOr19	MontInf	SE du Parc National de Monte Alén, au S du rio Laña, près de la Cabaña Ecofac de Misergue	1,43838	10,20629	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol profond, bien drainé, sur pente faible au sommet d'une haute montagne, hygromorphie moyennement élevée (épaisses brumes matinales)	850	14/07/2002
20	Litm20	LitInflBas	N du Parc National de Monte Alén, à proximité du transect Ecofac de Monte Chocolate, à 160m de l'origine	1,76861	10,27994	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol peu profond avec bcp. de rochers affleurant, + - bien drainé, sur pente faible en flan de colline	500	14/11/2002
21	Litm21	OrInfl	N du Parc National de Monte Alén, à proximité du transect Ecofac de Monte Chocolate, à 1980m de l'origine	1,75657	10,26983	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol profond, bien drainé (60m au dessus du niveau des cours d'eau environnant), sur pente faible au sommet d'une large colline	750	19/11/2002
22	Litm22	OrInfl	N du Parc National de Monte Alén, à proximité du transect Ecofac de Monte Chocolate, vers 1500m de l'origine	1,76209	10,27483	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol profond, bien drainé (60m au dessus du niveau des cours d'eau environnant), sur pente faible au sommet d'une large colline	750	22/11/2002
23	Orb23	Or	SE du Parc National de Monte Alén, près du transect Ecofac de Nkumékié, à 5300m du début du layon	1,48943	10,31416	Forêt dense de terre ferme, sur sol profond, hydromorphie marquée (10m au dessus du niveau des cours d'eau environnant), sur pente faible, bas plateau	580	2/12/2002
24	Orm24	Or	SE du Parc National de Monte Alén, près du transect Ecofac de Nkumékié, à 4430m du début du layon	1,48699	10,30617	Forêt dense de terre ferme, sur sol profond, hydromorphie moyenne (50m au dessus du niveau des cours d'eau environnant), sur pente faible au sommet d'une large colline	630	5/12/2002
25	MOr25	MontInf	SE du Parc National de Monte Alén, 2km au NE du transect Ecofac de Nkumékié, vers 5km de l'origine	1,50348	10,31723	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol profond, bien drainé, sur pente faible au sommet d'une haute montagne, hygromorphie moyennement élevée (légère tendance sub-montagnarde)	850	9/12/2002
26	Mcho26	MontTyp	N du Parc National de Monte Alén, 2km au NO du transect Ecofac de Monte Chocolate, vers 5km de l'origine	1,75967	10,25173	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol peu profond avec qqes rochers affleurant, bien drainé, sur pente faible au sommet d'une haute montagne, forte hygromorphie (tendance sub-montagnarde)	1000	19/12/2002
27	Mcho27	MontTyp	N du Parc National de Monte Alén, 2km au NO du transect Ecofac de Monte Chocolate, vers 5km de l'origine	1,76549	10,25599	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol peu profond avec rochers affleurant, bien drainé, sur pente faible au sommet d'une haute montagne, forte hygromorphie (tendance sub-montagnarde)	980	21/12/2002
28	Litm28	LitInflBas	Parc National de Monte Alén, 3,7km à l'Ouest de Aconangui	1,77700	10,24391	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol superficiel, hydromorphie moyennement élevée (20m au dessus du niveau des cours d'eau environnant), pente faible	470	20/06/2003
29	Litm29	LitInflBas	Parc National de Monte Alén, 2,3km à l'Ouest de Aconangui	1,77705	10,25644	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol superficiel, hydromorphie moyennement élevée (20m au dessus du niveau des cours d'eau environnant), pente faible	430	23/06/2003
30	MLit30	MontInf	Parc National de Monte Alén, 8,5km à l'Est de la Cabaña de Mosumo	1,60922	10,11989	Forêt dense mature de terre ferme à tendance sub-montagnarde, sur sol moyennement profond, bien drainé, pente faible, au sommet d'une montagne, forte hygromorphie	940	3/07/2003
31	Litm31	MontInf	Parc National de Monte Alén, 12,5km à l'Est de la Cabaña de Mosumo	1,60748	10,15514	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol profond, bien drainé, pente nulle, au sommet d'une colline de 140m de haut	740	7/07/2003
32	Litm32	OrInfl	Parc National de Monte Alén, 11km à l'Est de la Cabaña de Mosumo	1,60691	10,14130	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol peu profond, à légère tendance hydromorphe, pente nulle, au pieds de 2 collines	615	10/07/2003
33	LitCo33	LitCotBas	Réserve de Ndoté, à proximité de la piste forestière SOFOGE, 9,5km à l'Ouest de Engong (Litoral)	1,36108	9,53005	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol profond, bien drainé, pente nulle, au sommet d'une petite colline de 30m	55	21/07/2003
34	LitCo34	LitCotBas	Réserve de Ndoté, à proximité de la piste forestière SOFOGE, 9,5km à l'Ouest de Engong (Litoral)	1,35140	9,52366	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol profond, bien drainé, pente nulle, au sommet d'une petite colline de 30m	45	24/07/2003
35	LitCo35	LitCotBas	Réserve de Ndoté, à proximité de la piste forestière SOFOGE, 9,5km à l'Ouest de Engong (Litoral)	1,34879	9,51662	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol peu profond, à légère tendance hydromorphe, pente nulle, dans le bas du relief	30	27/07/2003
36	LitCo36	LitCotCol	Monte Bata, 1km au N de la route Bata-Niefang au niveau de Santa Marta	1,88156	9,91326	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol peu profond, bien drainé, pente nulle, au sommet d'une petite colline de 70m	170	7/08/2003
37	LitCo37	LitCotCol	Monte Bata, 1km au N de la route Bata-Niefang au niveau de Santa Marta	1,88612	9,91043	Forêt dense mature de terre ferme, sur sol peu profond, bien drainé, pente nulle, au sommet d'une petite colline de 55m	155	9/08/2003

Annexe 2. Caractéristiques écologiques des 37 relevés étudiés. Les surfaces des sous-relevés d'arbres dominés (Ad) et d'arbustes (ar) sont par ailleurs mentionnées. Pour les sous-relevés de la strate herbacée (H), la surface est toujours de 200m². Pour les sous-relevés d'arbres dominants (A), la surface exacte n'est pas connue mais est toujours de l'ordre d'un hectare. Les différentes variables sont explicitées au chapitre II.3.

Relevé	Surf.Ad (m ²)	Surf.ar (m ²)	Altit (m)	Bryoph	SolProf (cm)	SolProfCl	HorizGr	Rochers	Hydro	Topo	Dyn	Pluvio (mm/an)	Docean (km)	distligncret (km)	Nbreligncret
Cont4		200	530	2	>130	5	1	1	2	3	2	1573	315,6	100	1
Cont5		200	525	2	>130	5	1	1	2	2	3	1573	315,6	100	1
Cont6		200	525	2	>130	5	1	1	1	3	3	1573	317,2	101,6	1
Cont7		200	535	1	>130	5	1	1	1	5	2	1573	315,6	100	1
Hy9	880	180	250	3	30	1	2	1	3	1	1	2141	41,8	0	0
Litb1		219	195	2	40	2	2	1	2	2	2	2175	39,5	0	0
Litb8	1080	200	270	2	29	1	1	2	1	5	1	2141	41,8	0	0
LitCo33	640	200	55	1	70	3	2	1	1	5	2	2460	7,8	0	0
LitCo34	675	188	45	1	>130	5	1	1	1	5	2	2460	7,2	0	0
LitCo35	735	185	30	1	45	2	2	1	2	2	2	2483	6,3	0	0
LitCo36	900	100	170	1	42	2	1	2	1	5	2	2133	12,1	0	0
LitCo37	1090	145	155	1	23	1	2	2	1	5	3	2133	11,6	0	0
Litm10	945	189	440	1	94	4	2	1	1	5	1	2141	42,3	0	0
Litm11	1115	151	410	2	79	3	2	1	3	5	2	2141	42,6	0	0
Litm2		188	410	1	70	3	2	1	1	5	1	2157	41,5	0	0
Litm20	1000	118	500	1	30	1	1	2	2	4	2	2022	54,5	1,4	1
Litm21	855	143	750	1	>130	5	1	1	1	5	1	2022	53,9	1,4	1
Litm22	675	90	750	1	>130	5	1	1	1	5	1	2022	54,3	1,6	1
Litm28	735	173	470	3	38	2	2	1	2	3	1	2051	50,4	0	0
Litm29	685	160	430	2	55	3	1	2	2	3	2	2051	51,8	0	0
Litm3		181	399	1	>130	5	2	1	1	5	1	2157	40,9	0	0
Litm31	570	91	740	1	>130	5	1	1	1	5	2	2102	50,3	3,3	1
Litm32	750	105	615	2	62	3	1	2	2	3	2	2123	48,9	2,1	1
Mal12	917	121	1170	1	>130	5	2	1	1	5	1	2046	60,8	7,7	2
Mal13	1010	142	1200	1	45	2	1	2	1	5	2	2046	61,1	8	2
Mal14	612	115	950	1	>130	5	1	1	1	5	1	2036	62,5	9,3	2
Mcho26	725	156	1000	4	50	2	1	2	1	5	1	2022	51,9	0	0
Mcho27	590	140	980	4	>130	5	1	2	1	5	2	2022	52,3	0	0
MLit15	480	87	750	4	60	3	2	1	1	5	1	2141	44,4	0	0
MLit16	646	94	800	4	70	3	1	2	1	5	2	2141	44,6	0	0
MLit30	440	120	940	4	80	3	1	2	1	5	1	2123	46,9	0,4	0
MOr19	620	133	850	2	>130	5	1	1	1	5	2	2148	65,3	17,3	1
MOr25	355	85	850	4	>130	5	1	1	1	5	1	2083	71,7	22,4	2
Orb23	855	130	580	3	>130	5	1	1	3	2	2	2098	72,3	23,8	2
Orm17	1367	163	530	1	>130	5	1	2	1	5	1	2148	66,6	18,6	1
Orm18	1000	200	540	1	>130	5	1	1	1	5	1	2148	66,4	18,8	1
Orm24	860	143	630	3	>130	5	1	1	2	5	1	2098	71,5	23,6	2

Annexe 3. Liste des taxons rencontrés lors de la réalisation des relevés phytosociologiques. Les noms complets, avec noms d'auteurs, sont indiqués ici et ne seront plus mentionnés ailleurs que de manière abrégée, sans les noms d'auteurs.

Les taxons sont classés par ordre alphabétique des classes puis par familles. Confer annexe 13 pour le lecteur qui préfère une liste par ordre alphabétique des espèces.

La position de l'espèce dans le tableau de l'annexe 10 et du *Tab.32* (n°) est mentionnée ici dans la colonne "n°Tab".

Les herbiers récoltés dans et autour de nos relevés sont cités selon le code d'abréviation suivant pour les collecteurs : (a) B.Senterre & S.Kouob, (b) B.Senterre & D.Ngom, (c) B.Senterre & N.Nguema, (d) B.Senterre & D.Obiang, (e) B.Senterre, D.Obiang & P.Esono, (f) B.Senterre, D.Obiang & D.Ngom.

Famille	Espèce	n°Tab	Herbiers
Dicotylédone			
Acanthaceae	<i>Afrofittonia silvestris</i> Lindau	987	(b) 400; (d) 4132
Acanthaceae	<i>Anisosepalum alboviolaceum</i> (Benoist) E.Hossain <i>subsp. gracilis</i> (Heine) Champl.	423	(d) 3828
Acanthaceae	<i>Anisotes macrophyllus</i> (Lindau) Heine	128	(a) 1065
Acanthaceae	<i>Asystasia macrophylla</i> (T.Anderson) Lindau	232	(b) 334; (b) 3472; (d) 3273; (b) 790; (a) 1505
Acanthaceae	<i>Brachystephanus jaundensis</i> Lindau	435	(d) 3632; (d) 4012; (d) 3792
Acanthaceae	<i>Crossandrella cristalensis</i> Champl. & Senterre	824	(f) 1755; (d) 4139
Acanthaceae	<i>aff. Dischistocalyx grandifolius</i> C.B.Clarke	303	(b) 249; (d) 2643; (b) 55
Acanthaceae	<i>Dischistocalyx hirsutus</i> C.B.Clarke	318	(d) 2648; (f) 2406; (b) 324
Acanthaceae	<i>Dischistocalyx minima</i> Champl. & Senterre	300	(e) 2754; (f) 2146; (b) 19; (d) 4040
Acanthaceae	<i>Dischistocalyx purpureoviridis</i> Champl. & Senterre	320	(f) 2421; (f) 2328; (f) 3958; (d) 2616; (f) 1757
Acanthaceae	<i>Dischistocalyx sp.1</i>	796	(d) 3888
Acanthaceae	<i>Justicia bolomboensis</i> De Wild.	860	(f) 2058; (f) 2281; (b) 745; (b) 2488; (f) 1783; (b) 279
Acanthaceae	<i>Justicia extensa</i> T.Anderson	536	(d) 3394
Acanthaceae	<i>Justicia tristis</i> (Nees) T.Anderson	372	(f) 2184
Acanthaceae	<i>Lankesteria elegans</i> (P.Beauv.) T.Anderson	804	(b) 3483; (e) 2938; (b) 278
Acanthaceae	<i>Mendoncia lindaviana</i> (Gilg) Benoist	197	(a) 1624
Acanthaceae	<i>Physacanthus batanganus</i> (G.Braun & K.Schum.) Lindau	856	(f) 1760; (f) 2069; (f) 2072
Acanthaceae	<i>Physacanthus nematosiphon</i> (Lindau) Rendle & Britten	477	(d) 3313; (c) 3046; (d) 3684; (e) 2752; (d) 3312
Acanthaceae	<i>Pseuderanthemum tunicatum</i> (Afzel.) Milne-Redh.	161	(a) 1375; (f) 2067; (b) 395
Acanthaceae	<i>Rhinacanthus virens</i> (Nees) Milne-Redh.	815	(b) 317
Acanthaceae	<i>Stenandrium guineense</i> (Nees) Vollesen	945	(b) 3454; (b) 279,2
Acanthaceae	<i>Stenandrium talbotii</i> (S.Moore) Vollesen	760	(b) 674; (b) 371; (d) 4352; (f) 2003; (b) 433; (f) 2399,1; (b) 255
Acanthaceae	<i>Thomandersia butayei</i> De Wild.	1012	(d) 3585; (b) 4
Acanthaceae	<i>Thomandersia congolana</i> De Wild.	308	(d) 3207; (f) 2028; (f) 2089; (d) 3900
Acanthaceae	<i>Thomandersia hensii</i> De Wild. & T.Durand	989	(b) 3443; (d) 3901
Anacardiaceae	<i>Antrocaryon klaineanum</i> Pierre	1028	
Anacardiaceae	<i>Pseudospondias longifolia</i> Engl.	651	(f) 1848; (d) 3593; (f) 1836; (b) 152
Anacardiaceae	<i>Pseudospondias microcarpa</i> (A.Rich.) Engl.	975	(d) 3840; (e) 2866; (b) 3427; (b) 3550; (d) 3892
Anacardiaceae	<i>Sorindeia africana</i> (Engl.) Van der Veken	336	(c) 3086; (d) 2602; (d) 3701; (b) 3501
Anacardiaceae	<i>Sorindeia grandifolia</i> Engl.	4	(a) 1382; (a) 1014; (a) 1287; (a) 1667; (a) 1493
Anacardiaceae	<i>Sorindeia juglandifolia</i> (A.Rich.) Planch. ex Oliv.	1024	(d) 2667; (e) 2887
Anacardiaceae	<i>Sorindeia oxyandra</i> H.Bourobou & Breteler	428	(d) 3817
Anacardiaceae	<i>Sorindeia winkleri</i> Engl.	607	(e) 2851; (f) 2234; (d) 3198
Anacardiaceae	<i>Trichoscypha acuminata</i> Engl.	610	(d) 4347; (a) 1657; (a) 1748
Anacardiaceae	<i>Trichoscypha bijuga</i> Engl.	578	(d) 3996; (c) 3121; (c) 3110; (d) 3356; (d) 4168; (d) 4004; (d) 4087; (b) 2456; (f) 2344; (b) 3473; (b) 2538
Anacardiaceae	<i>Trichoscypha eugong</i> Engl. & Brehmer	941	(b) 938; (f) 2052
Anacardiaceae	<i>Trichoscypha imbricata</i> Engl.	430	(e) 2854
Anacardiaceae	<i>Trichoscypha laxiflora</i> Engl.	993	(b) 3551
Anacardiaceae	<i>Trichoscypha luens</i> Oliv.	349	(d) 3184; (d) 4057; (f) 1811; (d) 2557
Anacardiaceae	<i>Trichoscypha oddonii</i> De Wild.	985	(d) 3358
Anacardiaceae	<i>Trichoscypha patens</i> (Oliv.) Engl.	121	(b) 3514; (a) 1051; (b) 828; (d) 3206; (f) 2255; (a) 1138; (a) 1059; (d) 2555; (a) 1631
Anacardiaceae	<i>Trichoscypha reygartii</i> De Wild.	294	(d) 2590
Anacardiaceae	<i>Trichoscypha sp.1</i>	726	(d) 4072; (d) 3590; (d) 4192
Anacardiaceae	<i>Trichoscypha sp.2</i>	354	(c) 3099; (c) 3109; (c) 3035; (d) 2613
Anacardiaceae	<i>Trichoscypha sp.4</i>	476	(b) 710,1; (d) 3257; (d) 3357; (b) 3513; (e) 2867
Anacardiaceae	<i>Trichoscypha sp.nov.1</i>	948	(b) 3536; (b) 3442
Anisophylleaceae	<i>aff. Anisophyllea polyneura</i> Floret	986	(f) 1803; (f) 2217
Anisophylleaceae	<i>Anisophyllea meniaudi</i> Aubrév. & Pellegr.	592	(d) 4280; (d) 4332
Anisophylleaceae	<i>Anisophyllea myriostriata</i> Floret	567	(b) 643; (c) 2977; (b) 747; (b) 614
Anisophylleaceae	<i>Anisophyllea polyneura</i> Floret	519	(c) 2983
Anisophylleaceae	<i>Anisophyllea purpurascens</i> Hutch. & Dalziel	557	(f) 1820; (f) 2492; (b) 957; (b) 746; (b) 959
Anisophylleaceae	<i>Anisophyllea sororia</i> Pierre	465	(d) 3863; (d) 4167; (d) 4174; (d) 3266; (c) 2964; (c) 3028
Anisophylleaceae	<i>Anisophyllea sp.1</i>	488	(c) 2965; (d) 3706; (d) 3714
Anisophylleaceae	<i>Poga oleosa</i> Pierre	695	
Annonaceae	<i>Annonaceae sp.1</i>	520	(d) 3409
Annonaceae	<i>Annickia chlorantha</i> (Oliv.) Setten & Maas	12	(b) 95
Annonaceae	<i>Anonidium mannii</i> (Oliv.) Engl. & Diels	72	(a) 993; (a) 1456
Annonaceae	<i>Artabotrys sp.1</i>	73	(a) 1707; (a) 1491
Annonaceae	<i>Artabotrys sp.2</i>	23	(a) 1661; (a) 1286; (a) 1492
Annonaceae	<i>Cleistopholis glauca</i> Pierre ex Engl. & Diels	141	(a) 991
Annonaceae	<i>Cleistopholis myristiciflora</i> Diels & Mildbr.	983	(d) 3699; (e) 2939
Annonaceae	<i>Cleistopholis patens</i> (Benth.) Engl. & Diels	142	(a) 1458
Annonaceae	<i>Cleistopholis staudtii</i> Engl. & Diels	25	(a) 1722; (a) 1644; (a) 1244; (a) 1219; (a) 1317
Annonaceae	<i>Duguetia barteri</i> (Benth.) L.W.Chatrou	191	(a) 1636; (b) 111
Annonaceae	<i>Duguetia confinis</i> (Engl. & Diels) L.W.Chatrou	708	(d) 4216
Annonaceae	<i>Duguetia staudtii</i> (Engl. & Diels) L.W.Chatrou	176	(c) 3088; (a) 1238
Annonaceae	<i>Exellia scannopetala</i> (Exell) Boutique	414	(d) 3789; (d) 3410
Annonaceae	<i>Friesodielsia enghiana</i> (Diels) Verde.	337	(d) 2674
Annonaceae	<i>Friesodielsia montana</i> (Engl. & Diels) Steenis	59	(a) 1328; (a) 1747; (a) 1567; (b) 764; (d) 3407; (f) 2016
Annonaceae	<i>Friesodielsia sp.2</i>	261	(e) 2768; (d) 2668; (e) 2923; (d) 3408; (a) 1127
Annonaceae	<i>Friesodielsia sp.3</i>	366	(d) 3411; (e) 2908; (e) 2770
Annonaceae	<i>Meiocarpidium lepidotum</i> (Oliv.) Engl. & Diels	641	(f) 2338
Annonaceae	<i>Monodora sp.1</i>	755	(f) 1806; (f) 1939; (f) 1812

Famille	Espèce	n°Tab	Herbiers
Annonaceae	<i>Monodora tenuifolia</i> Benth.	629	(d) 3867
Annonaceae	<i>Neostenanthera myristicifolia</i> (Oliv.) Exell	944	(f) 2389
Annonaceae	<i>Piptostigma multinervium</i> Engl. & Diels	395	(c) 2961; (c) 3058; (d) 3735; (f) 2177
Annonaceae	<i>Piptostigma pilosum</i> Oliv.	813	(d) 3936
Annonaceae	<i>Polyalthia suaveolens</i> Engl. & Diels var. <i>suaveolens</i>	218	(b) 171; (b) 784; (a) 1123; (b) 697
Annonaceae	<i>Polyceratocarpus microtrichus</i> (Engl. & Diels) Ghesq. ex Pellegr.	270	(c) 2999; (d) 2611; (e) 2730
Annonaceae	<i>Polyceratocarpus parviflorus</i> (Baker f.) Ghesq.	181	(a) 1444; (b) 71; (e) 2777
Annonaceae	<i>Uvaria baumannii</i> Engl. & Diels	170	(a) 1246; (a) 1343
Annonaceae	<i>Uvaria lastourvillensis</i> Pellegr.	343	(e) 2761; (e) 2911
Annonaceae	<i>Uvaria ngounyensis</i> Pellegr.	475	(e) 2926
Annonaceae	<i>Uvaria</i> sp.1	205	(a) 1610
Annonaceae	<i>Uvariastrum insculptum</i> (Engl. & Diels) Sprague	38	(a) 1283; (a) 1641; (a) 1143; (a) 1341; (a) 1370
Annonaceae	<i>Uvariopsis dioica</i> (Diels) Robyns & Ghesq.	513	(d) 3877; (b) 539; (d) 4089; (b) 3562; (c) 3033
Annonaceae	<i>Uvariopsis</i> sp.1	486	(d) 4022; (c) 3108; (d) 2626; (d) 3738; (d) 3355
Annonaceae	<i>Uvariopsis</i> sp.2	628	(d) 4295
Annonaceae	<i>Uvariopsis vanderystii</i> Robyns & Ghesq.	489	(d) 3726; (d) 3272; (c) 2989
Annonaceae	<i>Xylophia acutiflora</i> (Dunal) A.Rich.	548	(d) 3710
Annonaceae	<i>Xylophia aethiopica</i> (Dunal) A.Rich.	233	(b) 935; (a) 1197; (b) 613; (a) 1235
Annonaceae	<i>Xylophia hypolampra</i> Mildbr.	39	(a) 1192; (a) 1243; (a) 986
Annonaceae	<i>Xylophia le-testui</i> Pellegr. var. <i>le-testui</i>	653	(f) 2218; (d) 3899; (d) 4282; (f) 1807
Annonaceae	<i>Xylophia le-testui</i> Pellegr. var. <i>longepilosa</i> Le Thomas	52	(a) 1374; (a) 1697; (a) 1053
Annonaceae	<i>Xylophia phloiodora</i> Mildbr.	250	(e) 2686; (d) 2568
Annonaceae	<i>Xylophia pynaertii</i> De Wild.	846	(f) 2223,1; (b) 557; (f) 1955
Annonaceae	<i>Xylophia quintasii</i> Engl. & Diels	739	(f) 1833; (b) 681; (f) 1792
Annonaceae	<i>Xylophia</i> sp.1	879	(e) 2869; (d) 3662; (b) 2460; (d) 3183; (f) 1926; (f) 2196; (d) 3690; (b) 791; (b) 541
Annonaceae	<i>Xylophia</i> sp.2	974	(d) 4109
Annonaceae	<i>Xylophia staudtii</i> Engl. & Diels	224	(a) 1460; (f) 1795; (b) 109; (b) 752
Apocynaceae	<i>Alafia</i> sp.1	910	(b) 429; (b) 860; (b) 412; (b) 383; (b) 756; (b) 323; (b) 535; (b) 588
Apocynaceae	<i>Alstonia boonei</i> De Wild.	17	(b) 75; (b) 163
Apocynaceae	<i>Baijsea baillonii</i> Hua	889	(b) 831
Apocynaceae	<i>Baijsea</i> sp.1	783	(b) 177
Apocynaceae	<i>Baijsea subrufa</i> Stapf	131	(a) 1381
Apocynaceae	<i>Funtumia africana</i> (Benth.) Stapf	151	(a) 1211
Apocynaceae	<i>Funtumia elastica</i> (Preuss) Stapf	152	(a) 1216
Apocynaceae	<i>Landolphia hirsuta</i> (Hua) Pichon	108	(b) 235; (a) 1498; (b) 343; (b) 2486; (b) 265; (b) 358; (a) 1660; (b) 220; (a) 1585
Apocynaceae	<i>Landolphia</i> sp.1	925	(f) 2053
Apocynaceae	<i>Landolphia</i> sp.2	155	(a) 1042; (a) 1132
Apocynaceae	<i>Picralima nitida</i> (Stapf) Th. & H.Durand	812	(b) 140
Apocynaceae	<i>Pleiocarpa bicarpellata</i> Stapf	249	(e) 2720; (d) 2585
Apocynaceae	<i>Rauvolfia caffra</i> Sond.	163	(b) 887; (a) 976
Apocynaceae	<i>Rauvolfia mannii</i> Stapf	471	(d) 3306; (e) 2893; (b) 43; (f) 2131
Apocynaceae	<i>Rauvolfia vomitoria</i> Afzel.	541	(b) 484
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana crassa</i> Benth.	40	(b) 2483; (a) 1295; (a) 1078
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana penduliflora</i> K.Schum.	169	(a) 1284
Apocynaceae	<i>Voacanga africana</i> Stapf	918	(f) 2263; (b) 505; (b) 330; (b) 549
Apocynaceae	<i>Voacanga bracteata</i> Stapf	547	(e) 2931; (d) 4069; (d) 3754
Araliaceae	<i>Schefflera barberi</i> (Seem.) Harms	376	(f) 2185
Aristolochiaceae	<i>Pararistolochia</i> sp.1	201	(a) 1474
Aristolochiaceae	<i>Pararistolochia</i> sp.2	202	(a) 1465
Aristolochiaceae	<i>Pararistolochia</i> sp.3	828	(b) 131
Asteraceae	<i>Aspilia rudis</i> Oliv. & Hiern	130	(a) 1002
Asteraceae	<i>Vernonia conferta</i> Benth.	296	
Balanophoraceae	<i>Thonningia sanguinea</i> Vahl	656	(d) 4327
Begoniaceae	aff. <i>Begonia clypeifolia</i> Hook.f.	494	(d) 3314; (d) 3678
Begoniaceae	<i>Begonia anisosepala</i> Hook.f.	246	(f) 2160; (d) 2637; (f) 2164
Begoniaceae	<i>Begonia clypeifolia</i> Hook.f.	462	(f) 2140; (c) 2942; (c) 3093; (d) 3761
Begoniaceae	<i>Begonia elaeagnifolia</i> Hook.f.	524	(b) 804; (c) 2953
Begoniaceae	<i>Begonia fusialata</i> Ward. var. <i>fusialata</i>	551	(c) 2997; (c) 2948; (f) 2022
Begoniaceae	<i>Begonia hirsutula</i> Hook.f.	705	(f) 2141; (b) 3459; (d) 4261
Begoniaceae	<i>Begonia longipetiolata</i> Gilg	525	(b) 474; (f) 2063; (c) 2950; (b) 473; (d) 3412
Begoniaceae	<i>Begonia macrocarpa</i> Warb.	774	(d) 3907; (f) 2143; (a) 1390; (f) 2429,1; (f) 1980; (c) 3127; (b) 551; (b) 413
Begoniaceae	<i>Begonia mbanensis</i> Sosef	842	(b) 782; (f) 1925; (b) 242; (f) 1780; (f) 1924; (b) 181; (f) 2082; (f) 2081; (f) 1897; (f) 1919
Begoniaceae	<i>Begonia microsperma</i> Warb.	424	(c) 2944; (c) 2945; (d) 3805; (d) 3301
Begoniaceae	<i>Begonia mildbraedii</i> Gilg	132	(a) 1153
Begoniaceae	<i>Begonia scutifolia</i> Hook.f.	526	(c) 2954
Begoniaceae	<i>Begonia sessilifolia</i> Hook.f. subsp. <i>sessilifolia</i>	1016	(c) 2952
Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp.nov.1	1003	(d) 3180; (d) 3250; (f) 2109
Begoniaceae	<i>Begonia susaniae</i> Sosef	955	(b) 3425
Bignoniaceae	<i>Fernandoa adolfi-friderici</i> (Gilg & Mildbr.) Heine	149	(a) 1242
Bombacaceae	<i>Bombax brevicuspe</i> Sprague	134	(a) 1436
Bombacaceae	<i>Bombax buonopozense</i> P.Beauv.	135	
Burseraceae	<i>Aucoumea klaineana</i> Pierre	573	(b) 928
Burseraceae	<i>Canarium schweinfurthii</i> Engl.	938	(d) 3162
Burseraceae	<i>Dacryodes buettneri</i> (Engl.) H.J.Lam	735	(b) 547
Burseraceae	<i>Dacryodes edulis</i> (G.Don) H.J.Lam	207	(b) 125; (a) 1454; (b) 366; (b) 633; (f) 1790; (a) 1181; (a) 1016; (b) 639; (b) 89; (b) 826; (b) 651; (b) 777; (b) 710; (b) 604; (a) 1150; (b) 933; (b) 932; (b) 929; (b) 953; (b) 936; (b) 704; (b) 700; (b) 201
Burseraceae	<i>Dacryodes heterotricha</i> (Pellegr.) H.J.Lam	413	(c) 3070; (d) 3192; (d) 3717; (d) 3186,1; (d) 3770
Burseraceae	<i>Dacryodes igaganga</i> Aubrév. & Pellegr.	682	(b) 77; (b) 905
Burseraceae	<i>Dacryodes klaineana</i> (Pierre) H.J.Lam	265	(d) 3252; (f) 2084
Burseraceae	<i>Dacryodes letestui</i> (Pellegr.) H.J.Lam	417	(d) 3688; (d) 3700
Burseraceae	<i>Dacryodes macrophylla</i> (Oliv.) H.J.Lam	269	(d) 4173; (b) 915; (b) 917; (b) 611; (b) 646; (b) 655; (b) 940

Famille	Espèce	n°Tab	Herbiers
Burseraeae	<i>Dacryodes normandii</i> Aubrév. & Pellegr.	640	(d) 3896
Burseraeae	<i>Santiria trimera</i> (Oliv.) Aubrév.	208	(b) 150; (a) 1635; (b) 930; (d) 2559; (f) 1797; (a) 1073; (b) 610; (b) 715; (b) 650; (b) 234; (b) 206
Caesalpinaceae	<i>Afzelia bipindensis</i> Harms	422	(e) ; (e) 2820
Caesalpinaceae	<i>Afzelia pachyloba</i> Harms	954	(b) 3539
Caesalpinaceae	<i>Anthonotha fragrans</i> (Baker f.) Exell & Hillc.	997	(d) 3235; (d) 3242; (d) 3247; (d) 3193
Caesalpinaceae	<i>Anthonotha isopetala</i> (Harms) J.Léonard	1027	(d) 3589
Caesalpinaceae	<i>Anthonotha lamprophylla</i> (Harms) J.Léonard	93	(a) 1441; (f) 1818; (f) 1962; (f) 1847; (f) 1938; (f) 1813 (a) 1158; (a) 1717; (a) 1358; (b) 2529; (b) 527; (f) 1940; (b) 2532; (f) 1852; (b) 144; (f) 2118; (b) 583; (b) 52; (f) 1870
Caesalpinaceae	<i>Anthonotha macrophylla</i> P.Beauv.	66	
Caesalpinaceae	<i>Anthonotha stipulacea</i> (Benth.) J.Léonard	670	(d) 4169; (d) 4292
Caesalpinaceae	<i>Aphanocalyx cynometroides</i> Oliv.	509	(f) 2187
Caesalpinaceae	<i>Aphanocalyx marginervatus</i> J.Léonard	871	(b) 460; (b) 919
Caesalpinaceae	<i>Aphanocalyx microphyllus</i> (Harms) Wieringa subsp. <i>microphyllus</i>	458	(f) 1814
Caesalpinaceae	<i>Baikiaea insignis</i> Benth.	523	(c) 3080
Caesalpinaceae	<i>Berlinia bracteosa</i> Benth.	759	(b) 122
Caesalpinaceae	<i>Berlinia confusa</i> Hoyle	883	(b) 945; (b) 825; (d) 4281; (b) 899
Caesalpinaceae	<i>Berlinia congolensis</i> (Baker f.) Keay	487	(d) 4014; (f) 2188; (d) 3660; (c) 2969; (c) 2975; (f) 2343
Caesalpinaceae	<i>Bikinia le-testui</i> (Pellegr.) Wieringa subsp. <i>le-testui</i>	506	(d) 4017; (f) 2369
Caesalpinaceae	<i>Bikinia pellegrii</i> (A.Chev.) Wieringa	872	(b) 903; (b) 884; (b) 101
Caesalpinaceae	<i>Bikinia sp.nov.1</i>	878	(f) 2195; (f) 2191
Caesalpinaceae	<i>Brachystegia mildbraedii</i> Harms	611	(d) 4276
Caesalpinaceae	<i>Cassia mimosoides</i> L.	74	(a) 1331; (a) 1520
Caesalpinaceae	<i>Copaifera religiosa</i> J.Léonard	1031	
Caesalpinaceae	<i>Crudia gabonensis</i> Pierre ex Harms	99	(d) 4141; (a) 1659; (a) 1571; (a) 1732
Caesalpinaceae	<i>Crudia zenkeri</i> Harms ex De Wild.	864	(b) 703; (b) 677; (f) 2240; (d) 3352
Caesalpinaceae	<i>Cryptosepalum pellegrianum</i> (J.Léonard) J.Léonard	1032	(d) 3586
Caesalpinaceae	<i>Daniellia klainei</i> Pierre ex A.Chev.	851	(f) 2211; (f) 2214; (b) 3477
Caesalpinaceae	<i>Daniellia soyauxii</i> (Harms) Rolfe var. <i>soyauxii</i>	614	(d) 4344; (d) 4317
Caesalpinaceae	<i>Detarium macrocarpum</i> Harms	858	(a) 1461
Caesalpinaceae	<i>Dialium bipindense</i> Harms	636	(d) 3163; (d) 4316
Caesalpinaceae	<i>Dialium dinklagei</i> Harms	446	(e) 2840; (e) 2841
Caesalpinaceae	<i>Dialium pachyphyllum</i> Harms	216	(f) 1885; (b) 511; (a) 1071; (b) 636; (b) 103; (a) 1655; (a) 1405; (a) 1653; (a) 1009; (b) 707; (b) 634; (b) 702; (b) 719; (b) 126; (b) 637; (b) 909; (b) 688; (b) 114; (b) 102; (b) 107
Caesalpinaceae	<i>Dialium soyauxii</i> (Harms)	391	(e) 2885; (e) 2909; (b) 3451; (f) 2216
Caesalpinaceae	<i>Dialium tessmannii</i> Harms	1006	(d) 3599
Caesalpinaceae	<i>Distemonanthus benthamianus</i> Baill.	113	
Caesalpinaceae	cf. <i>Duparquetia</i>	426	(d) 3790
Caesalpinaceae	<i>Erythrophleum ivorense</i> A.Chev.	242	(a) 1633; (f) 1801; (b) 659
Caesalpinaceae	aff. <i>Gilbertiodendron klainei</i> (Pierre ex Pellegr.) J.Léonard	777	(d) 3893
Caesalpinaceae	<i>Gilbertiodendron brachystegioides</i> (Harms) J.Léonard	1033	(d) 3171; (d) 3169
Caesalpinaceae	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i> (De Wild.) J.Léonard	896	(f) 2244; (f) 2264; (f) 2198; (f) 2213; (f) 2237
Caesalpinaceae	<i>Gilbertiodendron klainei</i> (Pierre ex Pellegr.) J.Léonard	620	(d) 4278
Caesalpinaceae	<i>Gilbertiodendron ogouense</i> (Pellegr.) J.Léonard	897	(f) 2199; (f) 2212
Caesalpinaceae	aff. <i>Griffonia tessmannii</i> (De Wild.) Compère	778	(b) 176
Caesalpinaceae	<i>Guibourtia demeusei</i> (Harms) J.Léonard	622	(d) 4306
Caesalpinaceae	<i>Guibourtia ehie</i> (A.Chev.) J.Léonard	637	(b) 533; (d) 4328; (b) 145
Caesalpinaceae	<i>Guibourtia tessmannii</i> (Harms) J.Léonard	648	(f) 2122
Caesalpinaceae	<i>Hylodendron gabunense</i> Taub.	63	(a) 1151; (a) 1521; (a) 985
Caesalpinaceae	aff. <i>Hymenostegia normandii</i> Pellegr.	479	(d) 3329; (d) 4058; (c) 2973; (d) 3351
Caesalpinaceae	<i>Hymenostegia felicitis</i> (A.Chev.) J.Léonard	1007	(d) 3579
Caesalpinaceae	<i>Hymenostegia floribunda</i> (Benth.) Harms	534	(d) 3685
Caesalpinaceae	<i>Hymenostegia sp.1</i>	763	(f) 2333; (b) 83
Caesalpinaceae	<i>Isomacrobium conchyliphorum</i> (Pellegr.) Aubrév. & Pellegr.	863	(b) 2499; (f) 2252; (d) 3912; (b) 946; (b) 904
Caesalpinaceae	<i>Julbernardia seretii</i> (De Wild.) Troupin	825	(b) 463
Caesalpinaceae	<i>Leonardoxa africana</i> (Baill.) Aubrév. subsp. <i>gracilicaulis</i> McKey	393	(c) 3008; (b) 221; (d) 3347; (e) 2929; (b) 260; (b) 942; (b) 712
Caesalpinaceae	<i>Oddoniodendron micranthum</i> (Harms) Baker f.	968	(b) 3545
Caesalpinaceae	<i>Oxystigma oxyphyllum</i> (Harms) J.Léonard	160	(a) 1339
Caesalpinaceae	<i>Pellegriniodendron sp.nov.1</i>	483	(d) 3689; (c) 2963; (c) 2962
Caesalpinaceae	<i>Plagiosiphon emarginatus</i> (Hutch. & Dalziel) J.Léonard	911	(f) 2219
Caesalpinaceae	<i>Plagiosiphon gabonensis</i> (A.Chev.) J.Léonard	312	(c) 3031; (d) 2569; (d) 2560
Caesalpinaceae	<i>Plagiosiphon longitubus</i> (Harms) J.Léonard	554	(c) 2947
Caesalpinaceae	<i>Prioria joveri</i> (Normand ex Aubrév.) Bretelet	748	(b) 3435; (b) 911
Caesalpinaceae	<i>Scorodophloeus zenkeri</i> Harms	994	
Caesalpinaceae	<i>Sindoropsis le-testui</i> (Pellegr.) J.Léonard	1011	(d) 3168
Caesalpinaceae	<i>Stemonocoleus micranthus</i> Harms	876	(f) 2297; (b) 3509; (b) 665 (a) 1438; (a) 1630; (a) 1629; (d) 2561; (a) 1673; (f) 2186; (f) 2207; (a) 1634
Caesalpinaceae	<i>Tessmannia africana</i> Harms	116	
Caesalpinaceae	<i>Tessmannia anomala</i> (Micheli) Harms	192	(b) 3567; (e) 2858
Caesalpinaceae	<i>Tetraberlinia bifoliolata</i> (Harms) Hauman	478	(b) 924; (b) 907; (b) 99; (b) 652; (b) 743
Caesalpinaceae	<i>Tetraberlinia moreliana</i> Aubrév.	971	(d) 4106
Capparidaceae	<i>Buchholzia coriacea</i> Engl.	647	(b) 3434; (b) 2467; (b) 98; (b) 960
Capparidaceae	<i>Ritchiea macrantha</i> Gilg & Bened.	291	(e) 2759; (f) 2175
Cecropiaceae	<i>Myrianthus arboreus</i> P.Beauv.	100	(a) 1106
Cecropiaceae	<i>Myrianthus serratus</i> (Trécul) Benth. & Hook. var. <i>serratus</i>	747	(d) 4214; (b) 693; (b) 315
Chrysobalanaceae	<i>Dactyladenia icondore</i> (Baill.) Prance & F.White	729	(d) 4100; (d) 4180; (f) 1837
Chrysobalanaceae	<i>Dactyladenia laevis</i> (Pierre ex De Wild.) Prance & F.White	697	(d) 4178; (d) 4166; (f) 2323; (d) 4224; (d) 3750; (d) 3686
Chrysobalanaceae	<i>Dactyladenia sp.1</i>	497	(d) 3331; (d) 3693
Chrysobalanaceae	<i>Dactyladenia staudtii</i> (Engl.) Prance & F.White	286	(e) 2694
Chrysobalanaceae	<i>Magnistipula conrauana</i> Engl.	480	(c) 3001; (d) 4060; (d) 3373
Chrysobalanaceae	<i>Magnistipula tessmannii</i> (Engl.) Prance	652	(d) 3885; (d) 4079; (d) 4258; (d) 4301; (d) 3160
Chrysobalanaceae	<i>Maranthes chrysophylla</i> (Oliv.) Prance subsp. <i>chrysophylla</i>	914	(f) 2261
Chrysobalanaceae	<i>Maranthes gabunensis</i> (Engl.) Prance	369	(e) 2825; (b) 648; (d) 2565; (b) 3432; (f) 1809
Chrysobalanaceae	<i>Maranthes glabra</i> (Oliv.) Prance	415	(d) 3767; (c) 3096
Chrysobalanaceae	<i>Parinari excelsa</i> Sabine	42	(a) 984; (a) 1584; (d) 3341

Famille	Espèce	n°Tab	Herbiers
Chrysobalanaceae	<i>Parinari hypochrysea</i> Mildbr. ex Letouzey & F.White	861	(b) 701; (b) 620; (b) 630
Clusiaceae	<i>Allanblackia floribunda</i> Oliv.	742	(d) 3244; (b) 941; (b) 808; (b) 2487
Clusiaceae	<i>Allanblackia gabonensis</i> (Pelleg.) Bamps	418	(a) 1442; (a) 1654; (d) 3762; (a) 1467
Clusiaceae	<i>Endodesmia calophylloides</i> Benth.	386	(c) 3089; (d) 3398; (c) 3120; (d) 3743
Clusiaceae	cf. <i>Garcinia ovalifolia</i> Oliv.	94	(b) 3525; (a) 1223; (a) 1050
Clusiaceae	cf. <i>Garcinia preussii</i> Engl.	868	(b) 951; (b) 679; (f) 2552; (d) 4085
Clusiaceae	<i>Garcinia chromocarpa</i> Engl.	387	(d) 3345; (e) 2910; (d) 3998; (a) 1355; (a) 1327
Clusiaceae	<i>Garcinia conrauana</i> Engl.	405	(c) 3054; (d) 3764; (e) 2844; (d) 3687; (d) 3981
Clusiaceae	<i>Garcinia densivenia</i> Engl.	367	(f) 2224
Clusiaceae	<i>Garcinia epunctata</i> Stapf	111	(f) 1863; (a) 1232
Clusiaceae	<i>Garcinia kola</i> Heckel	153	(a) 1726
			(b) 690; (b) 824; (b) 695; (b) 3489; (b) 138; (b) 532; (f) 1824; (f) 1835;
Clusiaceae	<i>Garcinia punctata</i> Oliv.	556	(b) 951,1; (d) 4336; (b) 169
Clusiaceae	<i>Garcinia quadrifaria</i> (Oliv.) Baill.	531	(d) 3327; (b) 890
			(f) 2222; (d) 3807; (b) 3481; (f) 2379; (c) 2998; (d) 3188; (c) 2968; (f)
Clusiaceae	<i>Garcinia smeathmannii</i> (Planch. & Triana) Oliv.	219	2256; (a) 1647; (f) 2174
Clusiaceae	<i>Garcinia sp.1</i>	976	(f) 2332; (d) 4094
Clusiaceae	<i>Garcinia sp.nov.1</i>	837	(d) 3886; (d) 3951; (b) 837; (b) 2449; (b) 544; (b) 2509
Clusiaceae	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam. ex Poir.	532	
Clusiaceae	<i>Mammea africana</i> Sabine	588	(d) 3868
Clusiaceae	<i>Pentadesma butyracea</i> Sabine	596	(b) 3538
Clusiaceae	<i>Pentadesma grandifolia</i> Baker f.	484	(d) 3697; (c) 3071; (d) 3326
Clusiaceae	<i>Psorospermum tenuifolium</i> Hook.f.	431	(d) 3318; (b) 3492; (e) 2697; (f) 2125
			(b) 411; (d) 3948; (b) 849; (d) 4028; (d) 3842; (b) 182; (b) 709; (e) ; (d)
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L.	700	3876; (d) 4190; (e) 2676; (e) 2822
Combretaceae	<i>Combretum sp.1</i>	790	(b) 223
Combretaceae	<i>Combretum sp.2</i>	893	(b) 809
Combretaceae	<i>Combretum sp.3</i>	823	(d) 3953
Combretaceae	<i>Pteleopsis hylodendron</i> Mildbr.	104	(b) 3431; (d) 4314; (d) 3243; (a) 1217
			(b) 954; (d) 2558; (d) 4217; (d) 2566; (f) 2334; (c) 3030; (b) 142; (b)
Combretaceae	<i>Strephonema mannii</i> Hook.f.	576	2500; (b) 97; (b) 123; (f) 2242; (b) 2436; (f) 2326; (f) 1823
Combretaceae	<i>Strephonema sericeum</i> Hook.f.	544	(c) 2970
Combretaceae	<i>Terminalia superba</i> Engl. & Diels	48	(a) 1200; (a) 1199
Connaraceae	<i>Agelaea pentagyna</i> (Lam.) Baill.	853	(a) 1677; (f) 1900; (f) 1902; (a) 1045; (b) 178; (b) 748; (b) 174
Connaraceae	<i>Agelaea rubiginosa</i> Gilg	850	(b) 714; (b) 187; (f) 1903
Connaraceae	<i>Agelaea sp.1</i>	71	(a) 1292; (a) 1326; (a) 1523
Connaraceae	<i>Cnestis corniculata</i> Lam.	788	(b) 190; (b) 529
Connaraceae	<i>Cnestis ferruginea</i> Vahl ex DC.	144	(a) 1563
Connaraceae	<i>Cnestis sp.1</i>	75	(a) 1746; (a) 1514
Connaraceae	<i>Connarus sp.1</i>	894	(b) 776
Connaraceae	<i>Connarus sp.2</i>	791	(b) 253
Connaraceae	<i>Hemandradenia mannii</i> Stapf	460	(d) 3749; (c) 2988; (d) 3775
			(d) 3914; (f) 2094; (d) 2617; (c) 3010,1; (e) 2797; (d) 4296; (b) 2457;
Connaraceae	<i>Jollydora duparquetiana</i> (Baill.) Pierre	266	(b) 2513; (b) 892; (b) 387; (b) 448; (b) 516
Connaraceae	<i>Rourea obliquifoliolata</i> Gilg	21	(a) 1502; (a) 1183; (a) 1665; (a) 1503
Connaraceae	<i>Rourea thomsonii</i> (Baker) Jongkind	177	(a) 1678; (e) 2886
Convolvulaceae	<i>Neuropeltis incompta</i> R.D.Good	915	(b) 769; (b) 209
Convolvulaceae	<i>Neuropeltis velutina</i> Hallier f.	158	(a) 1560
Cucurbitaceae	<i>Momordica cissoides</i> Planch. ex Benth.	808	(b) 219
Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum insigne</i> Engl.	870	(b) 2472; (f) 2302; (c) 3064; (b) 2544; (b) 404; (b) 350
Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum madagascariense</i> Poir.	328	(b) 599; (d) 3727; (a) 1690; (f) 2377; (e) 2766
Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum montanum</i> Breteler	287	(e) 2762
Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum rudatisii</i> Engl.	794	(b) 552; (b) 321
Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum sp.1</i>	299	(e) 2736; (d) 4114; (e) 2722
Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum sp.2</i>	76	(a) 1311; (a) 1674
Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum sp.3</i>	795	(d) 3884
Dichapetalaceae	<i>Tapura africana</i> Oliv.	634	(d) 4081; (d) 3853
Dilleniaceae	<i>Tetracera potatoria</i> Afzel. ex G.Don	110	
Dipterocarpaceae	<i>Marquesia excelsa</i> (Pierre) R.E.Fr.	550	(d) 3156
Ebenaceae	aff. <i>Diospyros fragrans</i> Gürke	516	(d) 3681
Ebenaceae	aff. <i>Diospyros simulans</i> F.White	282	(d) 2604
Ebenaceae	<i>Diospyros bipindensis</i> Gürke	278	(c) 3010; (e) 2727; (d) 3705; (d) 3871; (b) 592
			(b) 2525; (b) 949; (b) 2445; (f) 1862; (f) 2356; (f) 1857; (f) 2258; (f)
Ebenaceae	<i>Diospyros cinnabarina</i> (Gürke) F.White	847	1877; (f) 1854; (b) 3438; (c) 3026
Ebenaceae	<i>Diospyros conocarpa</i> Gürke & K.Schum.	98	(d) 4120; (b) 810; (a) 1310; (a) 1413
Ebenaceae	<i>Diospyros crassiflora</i> Hiern	107	(b) 658; (b) 3455; (g) 0,112; (a) 1433
Ebenaceae	<i>Diospyros dendo</i> Hiern	615	(d) 4287
Ebenaceae	<i>Diospyros fragrans</i> Gürke	932	(f) 1853; (g) 0,135; (b) 210; (b) 779
Ebenaceae	<i>Diospyros gabunensis</i> Gürke	595	(d) 4273; (d) 4329; (b) 3482
			(b) 147; (b) 132; (f) 2335; (d) 3185; (b) 2512; (b) 906; (d) 3246; (d)
Ebenaceae	<i>Diospyros gracilescens</i> Gürke	745	3201; (d) 4159
Ebenaceae	<i>Diospyros hoyleana</i> F.White subsp. <i>hoyleana</i>	392	(d) 4158; (g) 0,126; (a) 1265
			(d) 3187; (f) 1816; (f) 2316; (f) 2422; (f) 2038; (b) 3463; (d) 4061; (b)
Ebenaceae	<i>Diospyros iturensis</i> (Gürke) Letouzey & F.White	935	27; (b) 774; (b) 691; (b) 836
Ebenaceae	<i>Diospyros kamerunensis</i> Gürke	727	(f) 2337; (b) 843; (f) 1821; (d) 4153
Ebenaceae	<i>Diospyros mannii</i> Hiern	683	(c) 3721; (d) 4241; (d) 4219; (d) 3966; (d) 4177
Ebenaceae	<i>Diospyros melocarpa</i> F.White	529	(c) 3003
Ebenaceae	<i>Diospyros monbutensis</i> Gürke	146	(a) 1240
Ebenaceae	<i>Diospyros obliquifolia</i> (Hiern ex Gürke) F.White	741	(g) 0,111; (b) 203; (b) 515; (f) 1871
			(f) 1868; (f) 1898; (b) 961; (c) 3103; (f) 2274; (e) 2698; (b) 3498; (d)
			3682; (d) 4019; (b) 3456; (d) 4228; (d) 3965; (d) 4156; (d) 4066; (d)
Ebenaceae	<i>Diospyros piscatoria</i> Gürke	568	3638; (f) 1959; (b) 778
Ebenaceae	<i>Diospyros polystemon</i> Gürke	665	(f) 2245; (f) 1878; (f) 1911; (f) 1873; (d) 4218
Ebenaceae	<i>Diospyros preussii</i> Gürke	645	(f) 1921; (f) 1909; (b) 2546; (f) 2034; (b) 507; (b) 62
Ebenaceae	<i>Diospyros pseudomespilus</i> Mildbr. subsp. <i>pseudomespilus</i>	616	(d) 4330

Famille	Espèce	n°Tab	Herbiers
Ebenaceae	<i>Diospyros sanza-minika</i> A.Chev.	609	(f) 2085; (f) 2353; (f) 2325; (f) 1815; (f) 2235; (f) 2265; (d) 4242; (d) 4319
Ebenaceae	<i>Diospyros simulans</i> F.White	689	(d) 4155
Ebenaceae	<i>Diospyros soyauxii</i> Gürke & K.Schum.	654	(d) 4354
Ebenaceae	<i>Diospyros sp.3</i>	469	(e) 2826
Ebenaceae	<i>Diospyros sp.nov.2</i>	962	(d) 3963
Ebenaceae	<i>Diospyros suaveolens</i> Gürke	617	(d) 4313
Ebenaceae	<i>Diospyros zenkeri</i> (Gürke) F.White	658	(d) 4185
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum emarginatum</i> Thonn.	195	(a) 1000
Euphorbiaceae	<i>Alchornea floribunda</i> Müll.Arg.	225	(d) 3736; (d) 4021; (d) 3816; (e) 2877; (e) 2781; (d) 3369; (b) 627; (a) 1074
Euphorbiaceae	<i>Amanoa strobilacea</i> Müll.Arg.	503	(b) 692; (b) 635; (c) 3098; (b) 785; (f) 2238; (b) 741
Euphorbiaceae	<i>Antidesma laciniatum</i> Müll.Arg. subsp. <i>laciniatum</i>	761	(b) 3465; (f) 1956
Euphorbiaceae	<i>Antidesma laciniatum</i> Müll.Arg. subsp. <i>membranaceum</i> (Müll.Arg.) J.Léonard	5	(a) 1562; (d) 4259; (a) 1449; (a) 1293; (a) 1719; (a) 1399; (a) 1531; (a) 1640; (a) 1080; (a) 1100; (a) 1008; (a) 1656
Euphorbiaceae	<i>Antidesma vogelianum</i> Müll.Arg.	314	(e) 2861; (f) 1849; (b) 902; (b) 963; (b) 151; (a) 1462; (b) 956; (a) 1011
Euphorbiaceae	<i>Argomuellera macrophylla</i> Pax	1029	(d) 3606; (b) 36
Euphorbiaceae	<i>Bridelia atroviridis</i> Müll.Arg.	356	(e) 2683; (b) 926; (a) 1218
Euphorbiaceae	<i>Cleistanthus bipindensis</i> Pax	279	(b) 74; (c) 3124; (b) 79; (b) 73; (b) 440; (a) 1639
Euphorbiaceae	<i>Cleistanthus mildbraedii</i> Jabl.	502	(d) 3325; (f) 2189; (f) 2243; (f) 2247; (d) 3320
Euphorbiaceae	<i>Cleistanthus sp.3</i>	359	(d) 3342; (d) 3363; (d) 4080; (d) 4018; (f) 2220
Euphorbiaceae	<i>Cleistanthus sp.4</i>	402	(d) 3639; (b) 3500; (d) 3692; (d) 3645; (d) 2563
Euphorbiaceae	<i>Croton mayumbensis</i> J.Léonard	1048	(f) 1931
Euphorbiaceae	<i>Croton sylvaticus</i> Hochst. ex Krauss	1015	(d) 3245; (d) 3173
Euphorbiaceae	<i>Crotonogyne manniana</i> Müll.Arg. subsp. <i>manniana</i>	396	(f) 2315; (f) 2136; (d) 2615; (d) 2609; (c) 2985; (c) 3076; (b) 2466; (b) 455; (b) 733; (b) 818
Euphorbiaceae	<i>Cyrtogonone argentea</i> (Pax) Prain	649	(b) 3497,1
Euphorbiaceae	<i>Dichostemma glaucescens</i> Pierre	562	(c) 3102; (b) 687; (b) 758; (f) 2116
Euphorbiaceae	<i>Discoglyprena caloneura</i> (Pax) Prain	698	(f) 1810; (a) 1214; (b) 470
Euphorbiaceae	<i>Drypetes capillipes</i> (Pax) Pax & K.Hoffm.	28	(a) 1478; (a) 1423; (a) 1165
Euphorbiaceae	<i>Drypetes chevalieri</i> Beille	80	(a) 1743; (a) 1482; (a) 1676; (a) 1527; (a) 1643; (a) 1604
Euphorbiaceae	<i>Drypetes euryodes</i> (Hiern) Hutch.	313	(e) 2724; (d) 2670; (d) 4084; (a) 1611; (d) 4334; (e) 2774; (a) 1103; (b) 3563,1
Euphorbiaceae	<i>Drypetes gabonensis</i> (Pierre) Hutch.	274	(b) 280,2; (f) 1874; (d) 2623; (b) 2540; (d) 3268; (f) 2321; (d) 4247; (d) 3261; (d) 3379; (b) 3553; (b) 3437; (b) 250; (b) 542; (d) 3918; (d) 3929; (f) 1832; (a) 1248; (d) 4117; (d) 4323; (d) 4318; (f) 2366; (b) 279,4; (f) 1876; (b) 510; (b) 2514
Euphorbiaceae	<i>Drypetes gossweileri</i> S.Moore	267	(b) 922; (e) 2855; (b) 170; (a) 988
Euphorbiaceae	<i>Drypetes molunduana</i> Pax & K.Hoffm.	950	(b) 3433
Euphorbiaceae	<i>Drypetes sp.1</i>	50	(d) 3937; (d) 4077; (a) 1586; (a) 1321; (a) 1700
Euphorbiaceae	<i>Drypetes sp.12</i>	302	(d) 3267; (d) 4112; (d) 3934; (e) 2734; (a) 1477; (a) 1250; (a) 1362; (f) 2036; (d) 2624; (e) 2791
Euphorbiaceae	<i>Drypetes sp.13</i>	619	(d) 4346
Euphorbiaceae	<i>Drypetes sp.14</i>	57	(c) 3055; (d) 3928; (d) 3906; (a) 1066; (a) 1699; (a) 1403; (e) 2769
Euphorbiaceae	<i>Grossera paniculata</i> Pax	603	(b) 841; (f) 2320; (b) 750
Euphorbiaceae	<i>Keayodendron bridelioides</i> (Mildbr. ex Hutch. & Dalziel) Léandri	714	(d) 4239; (d) 4095
Euphorbiaceae	<i>Klaineanthus gaboniae</i> Pierre ex Prain	738	(d) 3182; (b) 3511; (b) 3512; (b) 2473; (d) 4193; (b) 723; (b) 664; (b) 408; (a) 1122; (b) 653; (b) 118; (b) 207
Euphorbiaceae	<i>Macaranga barteri</i> Müll.Arg.	1018	(d) 3200; (d) 3176
Euphorbiaceae	<i>Macaranga monandra</i> Müll.Arg.	1049	(b) 124
Euphorbiaceae	<i>Macaranga spinosa</i> Müll.Arg.	946	(b) 3515
Euphorbiaceae	<i>aff. Maesobotrya bipindensis</i> (Pax) Hutch.	381	(d) 4043; (c) 3022; (c) 2993; (d) 3322; (e) 2800
Euphorbiaceae	<i>Maesobotrya barteri</i> (Baill.) Hutch. var. <i>barteri</i>	967	(b) 3507
Euphorbiaceae	<i>Maesobotrya bipindensis</i> (Pax) Hutch.	583	(d) 3915; (b) 441; (b) 11; (b) 531; (b) 512; (f) 2126; (b) 2526; (f) 2257; (e) 2706; (b) 726; (d) 4116
Euphorbiaceae	<i>Maesobotrya klaineana</i> (Pierre) J.Léonard	238	(d) 3196; (a) 1124; (b) 3446; (b) 225; (a) 1067; (f) 1851; (b) 2453; (d) 4082; (b) 191; (a) 1157; (b) 156; (a) 1003
Euphorbiaceae	<i>Maesobotrya longipes</i> (Pax) Hutch.	679	(d) 4225; (d) 4160; (d) 4211; (d) 4200
Euphorbiaceae	<i>Maesobotrya pauciflora</i> Pax	926	(b) 866
Euphorbiaceae	<i>Manniophyton fulvum</i> Müll.Arg.	32	(a) 1070
Euphorbiaceae	<i>Maprounea membranacea</i> Pax & K.Hoffm.	696	(d) 3164; (f) 1793
Euphorbiaceae	<i>Mareya brevipes</i> Pax	330	(d) 3654; (e) 2687
Euphorbiaceae	<i>Mareya micrantha</i> (Benth.) Müll.Arg. subsp. <i>micrantha</i>	865	(f) 2314; (b) 333; (b) 813
Euphorbiaceae	<i>Mareyopsis longifolia</i> (Pax) Pax & K.Hoffm.	275	(b) 2547; (a) 1448; (b) 236; (b) 29; (a) 1637; (f) 1839
Euphorbiaceae	<i>Plagiostyles africana</i> (Müll.Arg.) Prain	734	(a) 1504; (b) 759; (b) 908; (b) 117
Euphorbiaceae	<i>Protomegalaria meiocarpa</i> J.Léonard	491	(d) 3977; (c) 2971; (c) 2982; (c) 3011
Euphorbiaceae	<i>Protomegalaria stapfiana</i> (Beille) Hutch.	280	(a) 1638; (d) 2564; (c) 2967; (c) 3106; (c) 3007; (c) 3009
Euphorbiaceae	<i>Pycnoma macrophylla</i> Benth.	655	(d) 4275
Euphorbiaceae	<i>Sclerocroton cornutus</i> (Pax) Kruijt & Roebers	1002	(d) 3234; (b) 96
Euphorbiaceae	<i>Sibangea similis</i> (Hutch.) Radcl.-Sm.	256	(f) 1991; (b) 307
Euphorbiaceae	<i>Uapaca acuminata</i> (Hutch.) Pax & K.Hoffm.	15	(d) 4283; (a) 1064; (a) 1230; (a) 1524; (a) 1180; (b) 656; (a) 987
Euphorbiaceae	<i>Uapaca guineensis</i> Müll.Arg.	22	(a) 1204; (a) 980; (a) 973; (f) 1788; (a) 970; (a) 1209
Euphorbiaceae	<i>Uapaca staudtii</i> Pax	340	(f) 1800; (d) 2612; (d) 3982; (d) 3894; (a) 1081; (b) 405
Euphorbiaceae	<i>Uapaca vanhouttei</i> De Wild.	105	(d) 3839; (a) 965; (d) 3611; (a) 1397; (a) 1309; (f) 1799
Fabaceae	<i>Amphimas ferrugineus</i> Pierre ex Pellegr.	445	(b) 678; (e) 2827
Fabaceae	<i>Angylocalyx oligophyllus</i> (Baker) Baker f.	92	(f) 2239; (b) 3535; (a) 1512; (a) 1437
Fabaceae	<i>Angylocalyx sp.1</i>	781	(b) 3421
Fabaceae	<i>Baphia buettneri</i> Harms	909	(b) 689; (b) 958; (d) 4063; (b) 2534; (f) 1941
Fabaceae	<i>Baphia laurifolia</i> Baill.	511	(d) 3349; (d) 4254; (b) 705; (b) 570; (b) 301
Fabaceae	<i>Baphia leptostemma</i> Baill.	589	(f) 2347; (b)
Fabaceae	<i>Baphia sp.1</i>	444	(b) 654; (d) 3849; (f) 1875; (e) 2892; (b) 2498
Fabaceae	<i>Erythrina excelsa</i> Baker	148	(a) 996
Fabaceae	<i>Millettia sp.1</i>	664	(d) 3262
Fabaceae	<i>Millettia sp.2</i>	87	(a) 1714; (a) 1517
Fabaceae	<i>Millettia sp.3</i>	3	(a) 1084; (a) 1271; (a) 1742; (a) 1565; (a) 1574
Fabaceae	<i>Pterocarpus soyauxii</i> Taub.	237	(b) 471

Famille	Espèce	n°Tab	Herbiers
Flacourtiaceae	<i>Homalium dewevrei</i> De Wild. & T.Durand	114	(d) 3814; (d) 3777; (a) 1091
Flacourtiaceae	<i>Homalium le-testui</i> Pellegr.	644	(a) 968; (f) 1958; (b) 81
Flacourtiaceae	<i>Homalium longistylum</i> Mast.	801	(b) 2541
Flacourtiaceae	<i>Homalium patoklaense</i> Aubrév. & Pellegr.	802	(b) 106; (b) 129
Flacourtiaceae	<i>Oncoba flagelliflora</i> (Mildbr.) S.Hul	198	(a) 1160
Flacourtiaceae	<i>Oncoba glauca</i> (P.Beauv.) Planch.	703	(a) 1201; (b) 121
Flacourtiaceae	<i>Oncoba mannii</i> Oliv.	575	(b) 2451; (c) 3006; (d) 4042; (d) 2594
Flacourtiaceae	<i>Oncoba welwitschii</i> Oliv.	1037	(d) 3598; (b) 468
Flacourtiaceae	<i>Phyllobotryon sp.1</i>	540	(d) 4076
Flacourtiaceae	<i>Phyllobotryon spatulatum</i> Müll.Arg.	691	(d) 3319; (d) 3860; (f) 2121
Flacourtiaceae	<i>Scottellia klaineana</i> Pierre var. <i>klaineana</i>	669	(b) 685; (d) 3922; (b) 645; (a) 1652; (f) 1819
Flacourtiaceae	<i>Scottellia sp.1</i>	1039	(d) 3190
Hippocrateaceae	<i>Hippocrateaceae sp.1</i>	709	(d) 4198
Hippocrateaceae	<i>Cuervea macrophylla</i> (Vahl) R.Wilczek ex N.Hallé	260	(e) 2726; (f) 2279; (b) 454; (d) 2654; (f) 1882; (e) 2837 (d) 3619; (c) 3057; (d) 3286; (d) 3396; (b) 375; (d) 3291; (a) 1263; (b)
Hippocrateaceae	<i>Reissantia indica</i> (Willd.) N.Hallé var. <i>astericantha</i> (N.Hallé) N.Hallé	903	2476; (e) 2798; (f) 2296; (b) 422; (b) 734
Hippocrateaceae	<i>Reissantia sp.1</i>	164	(a) 1549
Hippocrateaceae	<i>Reissantia sp.2</i>	768	(b) 3478; (b) 410
Hippocrateaceae	<i>Reissantia sp.nov.1</i>	769	(d) 3870
Hippocrateaceae	<i>Salacia pierrei</i> N.Hallé	408	(d) 3311; (d) 3780; (d) 3826
Hippocrateaceae	<i>Salacia rhodesiaca</i> Blakelock	1010	(d) 3236; (d) 3203; (d) 3219; (b) 34; (f) 2114
Hippocrateaceae	<i>Salacia staudtiana</i> Loes. var. <i>longuria</i> N.Hallé	817	(b) 23; (b) 247; (b) 305; (b) 180
Hippocrateaceae	<i>Salacia talbotii</i> Baker f.	1022	(f) 2093; (d) 4186; (d) 3265; (d) 4128; (c) 2958; (f) 2061; (b) 344
Huaceae	<i>Afrostryax kamerunensis</i> Perkins & Gilg	684	(f) 2071; (b) 299
Huaceae	<i>Afrostryax lepidophyllus</i> Mildbr.	674	(c) 3013
Humiriaceae	<i>Sacoglottis gabonensis</i> (Baill.) Urb.	661	(d) 4161; (d) 4175
Icacinaceae	<i>Alsodeiopsis mannii</i> Oliv.	1025	(d) 3616; (e) 2941; (b) 469
Icacinaceae	<i>Alsodeiopsis rubra</i> Engl.	1026	(d) 3249
Icacinaceae	<i>Alsodeiopsis staudtii</i> Engl.	692	(d) 4073; (d) 4146; (f) 2202
Icacinaceae	<i>Desmostachys vogelii</i> (Miers) Stapf	943	(b) 2539; (d) 3818; (d) 4110; (d) 3577; (f) 2253
Icacinaceae	<i>Lasianthera africana</i> P.Beauv. var. <i>africana</i>	746	(f) 1867; (b) 962; (b) 881; (b) 500
Icacinaceae	<i>Leptaulus grandifolius</i> Engl.	582	(f) 1960; (d) 4179; (f) 2246; (d) 4142
Icacinaceae	<i>Leptaulus sp.1</i>	581	(b) 3464; (f) 2015; (f) 2275; (e) 2903
Icacinaceae	<i>Polycephalum lobatum</i> (Pierre) Pierre ex Engl.	447	(d) 3782; (d) 4134; (a) 1394
Icacinaceae	cf. <i>Pyrenacantha cordicula</i> Villiers	891	(b) 859
Icacinaceae	<i>Pyrenacantha glabrescens</i> (Engl.) Engl.	339	(b) 2450; (f) 2181
Irvingiaceae	<i>Desbordesia glaucescens</i> (Engl.) Tiegh.	16	(d) 3258; (b) 86; (b) 237; (b) 925
Irvingiaceae	<i>Irvingia excelsa</i> Mildbr.	1021	(a) 1236; (a) 1648; (d) 3166
Irvingiaceae	<i>Irvingia gabonensis</i> (Aubry-Lecomte ex O'Rorke) Baill.	733	(b) 912; (b) 312; (b) 910; (b) 955; (f) 1930; (b) 137
Irvingiaceae	<i>Irvingia grandifolia</i> (Engl.) Engl.	103	(a) 1360; (a) 979
Irvingiaceae	<i>Irvingia wombulu</i> Vermoesen	85	(a) 995; (a) 1022
Irvingiaceae	<i>Klainedoxa gabonensis</i> Pierre ex Engl.	62	(d) 3895; (a) 1225; (b) 673; (b) 605
Irvingiaceae	<i>Klainedoxa trillesii</i> Pierre ex Tiegh.	364	(d) 4105; (d) 3328; (d) 3655; (d) 4231; (d) 4213; (f) 2329
Ixonanthaceae	<i>Phyllocosmus africanus</i> (Hook.f.) Klotzsch	120	(a) 1207; (a) 1651; (b) 920; (f) 1827; (b) 934
Ixonanthaceae	<i>Phyllocosmus calothyrsus</i> Mildbr.	899	(b) 640
Ixonanthaceae	<i>Phyllocosmus sessiliflorus</i> Oliv.	663	(d) 3340; (d) 3360; (d) 3979
Ixonanthaceae	<i>Phyllocosmus sp.nov.1</i>	255	(d) 4029; (e) 2693; (d) 2673
Lamiaceae	<i>Lamiaceae sp.1</i>	803	(d) 3890
Lamiaceae	<i>Achyrospermum sp.nov.1</i>	514	(d) 4015
Lamiaceae	<i>Achyrospermum tisserantii</i> Letouzey	281	(b) 3568; (e) 2792
Lauraceae	<i>Beilschmiedia fulva</i> Robyns & R.Wilczek	722	(b) 3436
Lauraceae	<i>Hypodaphnis zenkeri</i> (Engl.) Stapf	345	(d) 3866
Lecythidaceae	<i>Napoleonaea gabonensis</i> Liben	659	(d) 4183; (d) 4324
Lecythidaceae	<i>Napoleonaea imperialis</i> P.Beauv.	838	(d) 3843; (f) 2371; (b) 847
Lecythidaceae	<i>Napoleonaea talbotii</i> Baker f.	500	(c) 2991
Lecythidaceae	<i>Napoleonaea vogelii</i> Hook. & Planch.	940	(f) 2206; (b) 414; (f) 1974
Lecythidaceae	<i>Petersianthus macrocarpus</i> (P.Beauv.) Liben	19	(a) 1304
Leeaceae	<i>Leea guineensis</i> G.Don	289	(b) 384
Lepidobotryaceae	<i>Lepidobotrys staudtii</i> Engl.	51	(f) 1855; (d) 3898; (a) 1203; (a) 990
Linaceae	<i>Hugonia sp.1</i>	106	(a) 1511; (d) 2669; (d) 3231; (a) 1338; (a) 1718; (a) 1612
Loganiaceae	<i>Anthocleista schweinfurthii</i> Gilg	720	(d) 3172
Loganiaceae	<i>Anthocleista sp.nov.1</i>	495	(c) 2984; (c) 2981
Loganiaceae	aff. <i>Mostuea batesii</i> Baker	848	(f) 1990; (d) 4140; (f) 1920; (f) 2099
Loganiaceae	<i>Mostuea batesii</i> Baker	990	(b) 2484; (a) 1086; (b) 3486; (f) 2150
Loganiaceae	<i>Mostuea neurocarpa</i> Gilg	711	(d) 4265
Loganiaceae	<i>Strychnos aculeata</i> Soler.	90	(a) 1347; (a) 1725
Loganiaceae	<i>Strychnos angolensis</i> Gilg	545	(d) 3372
Loganiaceae	<i>Strychnos gnetifolia</i> Gilg ex Onochie & Hepper	902	(f) 2319; (f) 2194
Loganiaceae	<i>Strychnos phaeotricha</i> Gilg	178	(b) 252; (a) 1550
Loganiaceae	<i>Strychnos sp.3</i>	36	(a) 1684; (a) 1583; (a) 1325
Loganiaceae	<i>Strychnos sp.4</i>	91	(a) 1121; (a) 1279
Loganiaceae	<i>Strychnos sp.5</i>	505	(b) 766; (d) 3748; (d) 3366; (f) 2429
Loganiaceae	<i>Strychnos sp.6</i>	818	(f) 2360
Loganiaceae	<i>Strychnos sp.7</i>	168	(a) 1075
Loganiaceae	<i>Strychnos staudtii</i> Gilg	577	(c) 3005; (d) 3858; (d) 3810; (f) 2367; (f) 2259; (b) 2453,1; (e) 2733; (d) 3253; (d) 3804
Medusandraceae	aff. <i>Soyauxia grandifolia</i> Gilg & Stapf	263	(d) 2632; (d) 2597; (d) 2554; (e) 2699; (c) 3137; (d) 4005
Medusandraceae	<i>Soyauxia gabonensis</i> Oliv.	904	(f) 2295; (b) 815; (a) 1553
Medusandraceae	<i>Soyauxia grandifolia</i> Gilg & Stapf	662	(d) 4176; (d) 4165
Medusandraceae	<i>Soyauxia talbotii</i> Baker f.	933	(f) 2330; (f) 1968; (b) 638; (f) 2350; (b) 598; (b) 952; (b) 380
Melastomataceae	<i>Calvoa hirsuta</i> Hook.f.	425	(d) 3822
Melastomataceae	<i>Dicellandra barberi</i> Hook.f. var. <i>escherichii</i> (Gilg ex Engl.) Jacq.-Fél.	843	(f) 1987; (b) 16; (b) 267
Melastomataceae	<i>Medinilla mirabilis</i> (Gilg) Jacq.-Fél.	69	(f) 2123; (f) 2392; (a) 1134; (a) 1393; (a) 1139
Melastomataceae	cf. <i>Memecylon candidum</i> Gilg	325	(d) 3361; (e) 2695; (e) 2710
Melastomataceae	<i>Memecylon aequidianum</i> Jacq.-Fél.	873	(d) 3305; (b) 851; (d) 2603; (f) 2310; (d) 4083
Melastomataceae	<i>Memecylon arcuato-marginatum</i> Gilg ex Engl.	157	(a) 1516

Famille	Espèce	n°Tab	Herbiers
Melastomataceae	<i>Memecylon laurentii</i> De Wild.	239	(a) 1333; (f) 1872; (b) 2448; (e) 2848; (a) 1372; (e) 2817; (a) 1383
Melastomataceae	<i>Memecylon nodosum</i> (Engl.) Gilg ex Engl.	995	(d) 4257; (d) 3230
Melastomataceae	<i>Memecylon</i> sp.2	984	(d) 3406; (b) 3518
Melastomataceae	<i>Memecylon</i> sp.4	805	(f) 1966
Melastomataceae	<i>Memecylon</i> sp.nov.1	398	(c) 3101; (d) 2614
Melastomataceae	<i>Memecylon virescens</i> Hook.f.	593	(d) 4348; (d) 4307
Melastomataceae	<i>Memecylon zenkeri</i> Gilg	979	(b) 3419; (b) 3566,1
Melastomataceae	<i>Ochthocharis dicellandroides</i> (Gilg) C.Hansen & Wickens	374	(f) 2169
Melastomataceae	<i>Spathandra</i> sp.1	383	(d) 2562; (d) 3983; (d) 3801; (c) 2966; (d) 3797; (d) 3696; (d) 3715; (b) 3497; (d) 3405
Melastomataceae	aff. <i>Warneckea membranifolia</i> (Hook.f.) Jacq.-Fél.	1023	(a) 1525; (f) 2336
Melastomataceae	cf. <i>Warneckea foosteri</i> (Hutch. & Dalziel) Jacq.-Fél.	959	(b) 3504
Melastomataceae	<i>Warneckea bebaiensis</i> (Gilg ex Engl.) Jacq.-Fél.	442	(e) 2871; (d) 3649
Melastomataceae	<i>Warneckea cauliflora</i> Jacq.-Fél.	1043	(d) 3604
Melastomataceae	<i>Warneckea membranifolia</i> (Hook.f.) Jacq.-Fél.	277	(f) 2266; (e) 2763,1; (d) 4068; (b) 3566; (b) 193; (b) 15; (b) 2454; (d) 4246; (b) 25
Melastomataceae	<i>Warneckea pulcherrima</i> (Gilg) Jacq.-Fél.	857	(b) 2443; (f) 2364
Melastomataceae	<i>Warneckea</i> sp.1	384	(c) 2972; (e) 2677; (e) 2690; (d) 2595
Melastomataceae	<i>Warneckea</i> sp.2	919	(b) 661; (b) 133
Meliaceae	<i>Carapa procera</i> DC.	227	(e) 2859; (d) 4243; (e) 2765; (d) 3159; (a) 1178; (a) 1179
Meliaceae	<i>Entandrophragma candollei</i> Harms	81	(a) 1177
Meliaceae	<i>Entandrophragma utile</i> (Dawe & Sprague) Sprague	988	(b) 3422; (f) 1802
Meliaceae	<i>Guarea cedrata</i> (A.Chev.) Pellegr.	977	(b) 3552; (b) 3445; (b) 3469
Meliaceae	<i>Guarea glomerulata</i> Harms	885	(f) 1752; (f) 1771; (b) 573; (b) 10; (b) 964; (b) 291; (b) 716; (d) 3650; (f) 2024; (c) 2960
Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.2	451	(e) 2833
Meliaceae	<i>Guarea thompsonii</i> Sprague & Hutch.	750	(b) 3556; (d) 4338; (d) 3591; (b) 3517; (b) 3439; (b) 2495
Meliaceae	<i>Heckeldora staudtii</i> (Harms) Staner	590	(b) 3557; (d) 4048; (d) 4011; (e) 2732; (b) 2537; (e) 2874; (b) 793; (f) 2372; (b) 399
Meliaceae	<i>Khaya ivorensis</i> A.Chev.	630	(d) 4096; (d) 4312
Meliaceae	<i>Lovoa trichilioides</i> Harms	258	(b) 660
Meliaceae	<i>Trichilia monadelpha</i> (Thonn.) J.J.de Wilde	702	(f) 2087; (e) 2684; (d) 3908; (e) 2704; (b) 3448; (f) 2331
Meliaceae	<i>Trichilia priureana</i> A.Juss.	53	(f) 1805; (d) 4127; (a) 1349; (a) 1231; (b) 200; (b) 937; (a) 1457; (a) 1221; (a) 1452; (f) 1957; (b) 939
Meliaceae	<i>Trichilia tessmannii</i> Harms	638	(c) 3025; (d) 4269,1
Meliaceae	<i>Turraeanthus africanus</i> (Welw. ex C.DC.) Pellegr.	188	(f) 2322; (a) 1275
Meliantaceae	<i>Bersama abyssinica</i> Fresen. subsp. <i>paullinioides</i> (Planch.) Verdc.	890	(b) 820; (a) 1260
Menispermaceae	<i>Menispermaceae</i> sp.2	806	(f) 1993
Menispermaceae	<i>Albertisia cordifolia</i> (Mangenot & Miège) Forman	887	(b) 722
Menispermaceae	<i>Penianthus longifolius</i> Miers	323	(f) 2317; (e) 2936; (d) 2582; (b) 3541; (b) 313; (a) 1170; (e) 2713
Mimosaceae	<i>Acacia kamerunensis</i> Gand.	124	(a) 1299; (a) 1261
Mimosaceae	<i>Albizia adianthifolia</i> (K.Schum.) W.Wight	10	(d) 3980; (e) 2906; (a) 1330; (a) 1533
Mimosaceae	<i>Albizia ferruginea</i> (Guillaumin & Perr.) Benth.	173	(a) 1212; (d) 4098
Mimosaceae	<i>Aubrevillea platycarpa</i> Pellegr.	1000	(b) 3428; (b) 3534; (b) 918; (d) 3241; (b) 3537; (b) 901; (d) 3865; (c) 3067; (d) 3580
Mimosaceae	<i>Calpocalyx dinklagei</i> Harms	937	(f) 1954; (b) 2440; (b) 2516; (f) 2232; (b) 184; (b) 143; (b) 772
Mimosaceae	<i>Calpocalyx heitzii</i> Pellegr.	677	(d) 4162
Mimosaceae	<i>Calpocalyx klainei</i> Pierre ex Harms	957	(d) 4121
Mimosaceae	<i>Calpocalyx ngoumiensis</i> Pellegr.	855	(f) 2346; (f) 2352
Mimosaceae	<i>Cylocodiscus gabunensis</i> Harms	419	(d) 3240; (a) 1154
Mimosaceae	<i>Fillaeopsis discophora</i> Harms	1045	(b) 621
Mimosaceae	<i>Newtonia duncanthomasii</i> Mackinder & Cheek	457	(c) 3083; (d) 3330; (d) 3702; (d) 3978; (e) 2881
Mimosaceae	<i>Newtonia duparquetiana</i> (Baill.) Keay	321	(d) 3641; (d) 2592
Mimosaceae	<i>Newtonia grandifolia</i> Villiers	185	(b) 789; (a) 1044; (b) 846
Mimosaceae	<i>Newtonia griffoniana</i> (Baill.) Baker f.	715	(b) 657; (b) 672
Mimosaceae	<i>Newtonia leucocarpa</i> (Harms) Gilbert & Boutique	1017	(d) 3170
Mimosaceae	<i>Parkia bicolor</i> A.Chev.	412	(e) 2819
Mimosaceae	<i>Parkia filicoidea</i> Welw. ex Oliv.	765	(b) 3424; (d) 3859
Mimosaceae	<i>Parkia</i> sp.1	810	(b) 154; (b) 363
Mimosaceae	<i>Pentaclethra eetveldeana</i> De Wild. & T.Durand	624	(d) 4279
Mimosaceae	<i>Pentaclethra macrophylla</i> Benth.	11	(b) 110; (a) 981
Mimosaceae	<i>Piptadeniastrum africanum</i> (Hook.f.) Brenan	241	
Mimosaceae	<i>Tetrapleura tetraptera</i> (Schumach. & Thonn.) Taub.	179	(b) 649; (a) 1210
Monimiaceae	<i>Glossocalyx longicuspis</i> Benth.	743	(b) 3414; (b) 2496; (b) 721
Moraceae	cf. <i>Dorstenia tenera</i> Bureau	247	(e) 2802
Moraceae	<i>Dorstenia barteri</i> Bureau var. <i>barteri</i>	797	(f) 1977
Moraceae	<i>Dorstenia dinklagei</i> Engl. var. <i>dinklagei</i>	963	(d) 4097
Moraceae	<i>Dorstenia kameruniana</i> Engl.	964	(b) 3496
Moraceae	<i>Dorstenia mannii</i> Hook.f. var. <i>humilis</i> (Hijman & C.C.Berg) Hijman	78	(a) 1253; (a) 1409; (a) 1540
Moraceae	<i>Dorstenia mannii</i> Hook.f. var. <i>mannii</i>	834	(b) 159; (e) 2937; (d) 4268; (b) 3420; (f) 1765; (d) 3940; (b) 49; (f)
Moraceae	<i>Dorstenia mannii</i> Hook.f. var. <i>mungensis</i> (Engl.) Hijman	530	(c) 3132
Moraceae	<i>Dorstenia picta</i> Bureau	749	(f) 2307; (b) 3468; (b) 749; (b) 233
Moraceae	<i>Dorstenia poinsettiiifolia</i> Engl. var. <i>angusta</i> (Engl.) Hijman & C.C.Berg	707	(d) 4249
Moraceae	<i>Ficus</i> sp.1	150	(a) 992
Moraceae	<i>Ficus thonningii</i> Blume	371	(f) 2165
Moraceae	<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C.Berg	97	(d) 3902; (a) 978
Moraceae	<i>Treculia acuminata</i> Baill.	657	(b) 322; (b) 2543; (d) 3381; (d) 3923
Moraceae	<i>Treculia africana</i> Decne.	836	(f) 2200; (b) 80; (b) 119; (b) 706
Moraceae	<i>Trilepisium madagascariense</i> DC.	821	(b) 3471
Myristicaceae	<i>Coelocaryon preussii</i> Warb.	221	(d) 3157
Myristicaceae	<i>Pycnanthus angolensis</i> (Welw.) Exell	753	(b) 397; (b) 368; (b) 349
Myristicaceae	<i>Scyphocephalum mannii</i> (Benth.) Warb.	627	(d) 4285
Myristicaceae	<i>Staudtia kamerunensis</i> Warb. var. <i>gabonensis</i> (Warb.) Fouilloy	604	(b) 840; (a) 1628
Myrsinaceae	aff. <i>Ardisia dewitiana</i> Taton	515	(d) 3390; (e) 2804
Myrsinaceae	<i>Ardisia devredii</i> Taton	220	(b) 303; (b) 437; (b) 266; (b) 508; (a) 1618; (a) 1168; (b) 883; (b) 386; (b) 3574

Famille	Espèce	n°Tab	Herbiers
Myrsinaceae	<i>Ardisia dewitiana</i> Taton	304	(f) 2549; (f) 2397
Myrsinaceae	<i>Ardisia dolichocalyx</i> Taton	521	(d) 3680
Myrsinaceae	<i>Ardisia ebolowensis</i> Taton	410	(d) 3823; (e) 2806; (d) 3765
Myrsinaceae	<i>Ardisia mayumbensis</i> (R.D.Good) Taton	671	(d) 4253
Myrsinaceae	<i>Ardisia sadebeckiana</i> Gilg	305	(e) 2799; (d) 3806
Myrtaceae	<i>Eugenia gabonensis</i> Amshoff	730	(d) 4092; (d) 3873; (d) 4256
Myrtaceae	<i>Eugenia klaineana</i> (Pierre) Engl.	895	(b) 767; (f) 2551
Myrtaceae	<i>Eugenia librevillensis</i> Amshoff	800	(f) 1973
Myrtaceae	<i>Eugenia sp.1</i>	427	(e) 2856
Myrtaceae	<i>Syzygium guineense</i> (Willd.) DC. var. <i>guineense</i>	699	(d) 4223; (d) 4164; (a) 1728; (a) 969
Myrtaceae	<i>Syzygium owariense</i> (P.Beauv.) Benth.	862	(f) 2327; (b) 914; (b) 615; (f) 2192
Myrtaceae	<i>Syzygium staudtii</i> (Engl.) Mildbr.	377	(d) 3815; (d) 3698; (d) 3364; (c) 2980; (d) 3199; (d) 3798; (d) 3720; (d) 2556
Ochnaceae	<i>Campylospermum calanthum</i> (Gilg) Farron	560	(f) 2124; (f) 2021; (b) 352; (b) 839; (f) 1880; (f) 2098; (b) 631; (f) 1769; (f) 2396; (b) 452
Ochnaceae	<i>Campylospermum duparquetianum</i> (Baill.) Tiegh.	922	(b) 827; (b) 53; (f) 1936
Ochnaceae	<i>Campylospermum elongatum</i> (Oliv.) Tiegh.	68	(f) 2120; (f) 1787; (f) 1883; (b) 3417; (a) 1429; (b) 179; (a) 1351; (a) 1101; (b) 584
Ochnaceae	<i>Campylospermum flavum</i> (Schumach. & Thonn.) Farron	136	(a) 1727; (a) 1605
Ochnaceae	<i>Campylospermum reticulatum</i> (P.Beauv.) Farron var. <i>turnerae</i> (Hook.f.) Farron	499	(d) 3315; (f) 2278; (b) 40; (d) 3999
Ochnaceae	<i>Campylospermum sp.1</i>	958	(d) 4122
Ochnaceae	<i>Campylospermum sp.2</i>	137	(a) 1184; (a) 1749
Ochnaceae	<i>Campylospermum sp.3</i>	252	(e) 2801; (c) 3051
Ochnaceae	<i>Campylospermum sulcatum</i> (Tiegh.) Farron	403	(b) 3; (c) 3024; (f) 2348; (a) 1750; (a) 1110
Ochnaceae	<i>Campylospermum vogelii</i> (Hook.f.) Farron	839	(f) 1999; (b) 853; (f) 2312; (b) 341
Ochnaceae	<i>Lophira alata</i> Banks ex Gaertn.	751	(b) 127; (b) 61
Ochnaceae	<i>Ochna sp.1</i>	907	(d) 3402; (f) 2293
Ochnaceae	<i>Rhabdophyllum arnoldianum</i> (De Wild. & T.Durand) Tiegh. var. <i>arnoldianum</i>	775	(a) 1646; (f) 1953; (d) 3362
Ochnaceae	<i>Rhabdophyllum calophyllum</i> (Hook.f.) Tiegh.	46	(f) 2060; (f) 2345; (f) 2097; (b) 2508; (a) 1365; (a) 1741; (a) 1608; (a) 1662; (a) 1715; (a) 1388; (a) 1451; (a) 1015
Octoknemataceae	<i>Octoknema sp.1</i>	271	(c) 3069; (d) 4027; (d) 4054; (d) 3725; (c) ; (d) 3344
Octoknemataceae	<i>Octoknema sp.2</i>	346	(e) 2894; (f) 2233; (d) 4118; (d) 3248; (b) 2446
Octoknemataceae	<i>Octoknema sp.3</i>	980	(b) 2522; (b) 351; (d) 4104
Octoknemataceae	<i>Octoknema sp.4</i>	723	(f) 2351; (d) 4227
Octoknemataceae	<i>Octoknema sp.5</i>	537	(c) 3100
Olacaceae	<i>Aptandra zenkeri</i> Engl.	440	(b) 3548; (e) 2932
Olacaceae	<i>Coula edulis</i> Baill.	561	(f) 2107; (b) 538
Olacaceae	<i>Diogoia zenkeri</i> (Engl.) Exell & Mendonça	740	(c) 3140; (b) 217; (b) 717
Olacaceae	<i>Engomegoma gordonii</i> Breteler	996	(d) 3158; (d) 3204; (d) 3603; (d) 3733; (f) 2128
Olacaceae	<i>Heisteria parvifolia</i> Sm.	566	(f) 1822; (f) 2037; (b) 944; (b) 662
Olacaceae	<i>Heisteria trillesiana</i> Pierre	30	(a) 1055; (a) 1431
Olacaceae	<i>Olax latifolia</i> Engl.	1001	(d) 3667; (b) 50; (d) 3285; (b) 787
Olacaceae	<i>Olax mannii</i> Oliv.	952	(b) 2489; (a) 1468; (d) 3942; (e) 2741; (d) 2576; (e) 2714; (d) 3844; (b) 3494; (b) 3499; (d) 4093; (a) 1411; (d) 2650
Olacaceae	<i>Olax triplinervia</i> Oliv.	633	(d) 4350; (e) 2834
Olacaceae	<i>Ongokea gore</i> (Hua) Pierre	112	(d) 3165; (d) 4305; (f) 1789; (a) 1600
Olacaceae	<i>Prychopetalum petiolatum</i> Oliv.	951	(b) 3544; (d) 3186; (e) 2865; (b) 832; (b) 698
Olacaceae	<i>Strombosia grandifolia</i> Hook.f.	41	(d) 3856; (a) 989; (a) 1019; (d) 2633
Olacaceae	<i>Strombosia pustulata</i> Oliv.	230	(b) 372
Olacaceae	<i>Strombosia scheffleri</i> Engl.	214	(f) 2221; (d) 3194; (d) 3354; (d) 3695; (f) 2251; (a) 1663; (a) 975; (b) 2458; (b) 757; (b) 835; (b) 2437; (b) 680; (b) 139; (a) 1229; (b) 396; (a) 982; (f) 1840
Olacaceae	<i>Strombosia tetrandra</i> Engl.	215	(f) 1944; (f) 2269; (f) 1947; (e) 2790; (e) 2925; (c) 3112; (c) 3111; (f) 1831; (b) 817; (b) 536; (f) 2115; (b) 364; (b) 2438; (b) 377; (b) 82; (a) 1226; (b) 168
Pandaceae	<i>Centropogon glaucinus</i> Pierre	228	(b) 858; (b) 943; (f) 1817; (b) 676; (b) 146; (a) 1017; (a) 1650
Pandaceae	aff. <i>Microdesmis klainei</i> J.Léonard	350	(e) 2860; (e) 2904; (e) 2888; (d) 3707; (e) 2927
Pandaceae	<i>Microdesmis camerunensis</i> J.Léonard	642	(d) 4333; (e) 2935; (d) 3950; (b) 3447
Pandaceae	<i>Microdesmis puberula</i> Hook.f. ex Planch.	65	(a) 1428; (f) 2390; (a) 1404; (a) 1164; (b) 319; (b) 718; (a) 1620; (b) 157; (b) 540; (b) 571; (b) 58; (a) 1670; (a) 1048; (a) 1484
Pandaceae	<i>Panda oleosa</i> Pierre	757	(b) 65
Passifloraceae	<i>Barteria fistulosa</i> Mast.	122	(a) 1389
Passifloraceae	<i>Barteria solida</i> Breteler	406	(d) 4006; (d) 3769; (d) 3819; (d) 3781; (e) 2920; (d) 3719
Passifloraceae	<i>Paropsia gabonica</i> Breteler	623	(d) 4302
Passifloraceae	<i>Smeathmannia pubescens</i> Sol. ex R.Br.	771	(f) 2355; (f) 1950
Piperaceae	<i>Piper guineense</i> Thonn.	766	(f) 2035; (b) 504; (b) 304; (b) 362
Piperaceae	<i>Piper sp.1</i>	334	(a) 1587; (b) 197; (d) 3277; (e) 2744
Piperaceae	<i>Piper sp.2</i>	375	(f) 2419; (f) 2173
Piperaceae	<i>Piper sp.3</i>	756	(b) 199; (b) 567; (d) 3941; (f) 2020
Polygalaceae	<i>Carpolobia alba</i> G.Don	434	(e) 2878; (e) 2849; (f) 2358
Rhamnaceae	<i>Lasiotiscus mannii</i> Hook.f.	1046	(a) 1133; (d) 3587; (b) 2550
Rhamnaceae	<i>Maesopsis emini</i> Engl. subsp. <i>berchemioides</i> (Pierre) N.Hallé	357	(a) 1208; (d) 3238
Rhizophoraceae	<i>Anopyxis klaineana</i> (Pierre) Engl.	472	(e) 2824; (d) 3343
Rhizophoraceae	<i>Cassipourea sp.1</i>	680	(d) 4212; (d) 4172; (f) 2193
Rubiaceae	<i>Rubiaceae sp.1</i>	816	(f) 1850; (f) 1842
Rubiaceae	<i>Rubiaceae sp.2</i>	543	(d) 4020
Rubiaceae	<i>Rubiaceae sp.3</i>	917	(b) 780; (b) 186
Rubiaceae	<i>Aidia micrantha</i> (K.Schum.) F.White	182	(d) 3949; (d) 3920; (a) 1426; (a) 1617
Rubiaceae	<i>Aidia rubens</i> (Hiern) G.Taylor	518	(d) 3994; (b) 878
Rubiaceae	<i>Aidia sp.3</i>	409	(b) 3558; (d) 3808; (d) 3353; (e) 2857
Rubiaceae	<i>Aorantho cladantha</i> (K.Schum.) Somers	118	(a) 1463; (f) 1828
Rubiaceae	<i>Aulacocalyx caudata</i> (Hiern) Keay	849	(b) 3479; (b) 537; (b) 254; (b) 2511; (d) 3264
Rubiaceae	<i>Aulacocalyx jasmiflora</i> Hook.f.	586	(f) 1967; (c) 3119; (b) 198
Rubiaceae	<i>Aulacocalyx lujae</i> De Wild. var. <i>subulata</i> N.Hallé	1047	(d) 3376; (d) 3237

Famille	Espèce	n°Tab	Herbiers
Rubiaceae	<i>cf. Aulacocalyx talbotii</i> (Wernham) Keay	482	(d) 3751; (c) 3116; (c) 3023 (a) 1406; (a) 1427; (e) 2702; (a) 1130; (a) 1694; (e) 2793; (d) 3375; (a) 1094; (a) 1570; (a) 997
Rubiaceae	<i>Belonophora coriacea</i> Hoyle	9	
Rubiaceae	<i>Belonophora sp.1</i>	784	(b) 261; (b) 342; (b) 385
Rubiaceae	<i>cf. Belonophora talbotii</i> (Wernham) Keay	785	(f) 2363
Rubiaceae	<i>Bertiera aequatorialis</i> N.Hallé	1	(a) 1173; (a) 1353; (a) 1057; (a) 1087
Rubiaceae	<i>Bertiera aethiopica</i> Hiern	316	(d) 2607; (e) 2782
Rubiaceae	<i>Bertiera batesii</i> Wernham	841	(d) 3924; (b) 861; (b) 262; (f) 1778; (d) 3212; (b) 277; (b) 445
Rubiaceae	<i>Bertiera bicarpellata</i> (K.Schum.) N.Hallé	306	(e) 2813; (e) 2784; (f) 2076
Rubiaceae	<i>Bertiera elabensis</i> K.Krause	133	(a) 1621; (b) 32 (d) 3610; (f) 2270; (b) 2501; (f) 2073; (b) 295; (b) 331; (a) 1622; (b) 31; (b) 18
Rubiaceae	<i>Bertiera iturensis</i> K.Krause	882	
Rubiaceae	<i>Bertiera laxa</i> Benth.	190	(d) 4045; (d) 3663; (f) 2030; (b) 865; (b) 44; (a) 1167
Rubiaceae	<i>Bertiera sp.3</i>	956	(d) 4133
Rubiaceae	<i>cf. Bertiera globiceps</i> K.Schum.	298	(b) 2482; (d) 2666
Rubiaceae	<i>Calycosiphonia sp.1</i>	998	(f) 2092; (d) 3609; (b) 46; (d) 3290
Rubiaceae	<i>Calycosiphonia sp.2</i>	351	(d) 2605; (a) 1166
Rubiaceae	<i>Camptopus leteui</i> De Wild.	315	(d) 4008; (a) 1155
Rubiaceae	<i>Chassalia sp.1</i>	284	(f) 2180
Rubiaceae	<i>Chassalia sp.12</i>	786	(b) 503; (b) 185; (b) 314; (b) 499; (b) 264
Rubiaceae	<i>Chassalia sp.6</i>	908	(b) 2477; (f) 2230; (a) 1307; (d) 3382; (d) 3774; (c) 3066; (b) 628
Rubiaceae	<i>Chazaliella sciadephora</i> (Hiern) Petit & Verdc.	363	(d) 3661; (e) 2680; (f) 2229; (b) 296; (b) 251; (c) 3063; (c) 2959
Rubiaceae	<i>Chazaliella sp.2</i>	365	(d) 3179; (d) 4149; (d) 4053; (d) 3975; (d) 3211; (d) 2581
Rubiaceae	<i>Coffea mayombensis</i> A.Chev.	859	(b) 3520; (c) 3016; (f) 2378; (b) 2442
Rubiaceae	<i>Craterispermum cerinanthum</i> Hiern	342	(e) 2688; (c) 3021
Rubiaceae	<i>Craterispermum ledermanni</i> K.Krause	466	(d) 3872; (d) 4035; (c) 3104; (e) 2847; (c) 3000
Rubiaceae	<i>Craterispermum sp.1</i>	936	(b) 3530; (d) 3621; (b) 280; (b) 582; (b) 188; (f) 2010
Rubiaceae	<i>Cremaspora triflora</i> (Thonn.) K.Schum.	528	(d) 4030
Rubiaceae	<i>Cuviera calycosa</i> Wernham	95	(a) 1645; (e) 2863
Rubiaceae	<i>Cuviera leteui</i> Pellegr.	601	(d) 4297; (d) 4071; (d) 4315; (c) 3018
Rubiaceae	<i>Didymosalpinx lanciloba</i> (S.Moore) Keay	194	(a) 1424
Rubiaceae	<i>Ecpoma hiernianum</i> (Wernham) N. & F.Hallé	253	(d) 2653; (c) 3139; (f) 2144; (e) 2816
Rubiaceae	<i>Ecpoma sp.3</i>	254	(d) 2658; (e) 2794; (c) 3129
Rubiaceae	<i>Ecpoma sp.4</i>	798	(f) 2391; (c) 2962,1
Rubiaceae	<i>Euclinia longiflora</i> Salisb.	82	(a) 1288; (a) 1088
Rubiaceae	<i>Euclinia sp.1</i>	799	(d) 3933 (d) 3776; (d) 3708; (d) 3799; (d) 3829; (f) 2277; (d) 3729; (c) 3015; (d) 3371; (f) 2096; (d) 2625; (b) 285
Rubiaceae	<i>Gaertnera paniculata</i> Benth.	388	
Rubiaceae	<i>Gardenia sp.1</i>	196	(a) 1606
Rubiaceae	<i>Geophila afzelii</i> Hiern	117	(e) 2873; (a) 1266,2; (a) 1171; (b) 241; (d) 4210
Rubiaceae	<i>Geophila lancistipula</i> Hiern	725	(c) 3048; (f) 2417; (d) 3222; (d) 4143,1 (d) 3221; (e) 2785; (a) 1541; (b) 21; (a) 1266; (a) 1703; (e) 2749; (f) 2100; (a)
Rubiaceae	<i>Geophila obvallata</i> (Schumach.) Didr. subsp. <i>obvallata</i>	13	
Rubiaceae	<i>Globulostylis minor</i> Wernham	83	(a) 1020; (a) 1408; (a) 1007; (a) 1233
Rubiaceae	<i>Globulostylis talbotii</i> Wernham	463	(d) 3991; (d) 3679; (d) 3323
Rubiaceae	<i>Hymenocoleus axillaris</i> Robbr.	84	(a) 1118; (a) 1535 (b) 577; (e) 2776; (b) 742; (b) 373; (f) 2399; (e) 2748; (f) 1767; (a) 1172; (f) 2166; (f) 1768; (a) 1266,1
Rubiaceae	<i>Hymenocoleus hirsutus</i> (Benth.) Robbr.	223	
Rubiaceae	<i>Hymenocoleus nervopilosus</i> Robbr. var. <i>orientalis</i> Robbr.	978	(d) 4130; (f) 2384 (c) 3045; (b) 449; (d) 3388; (d) 4203; (a) 1119; (d) 3666; (a) 1489; (a) 1559; (a) 1099; (a) 1297; (e) 2898
Rubiaceae	<i>Hymenocoleus neurodictyon</i> (K.Schum.) Robbr.	61	
Rubiaceae	<i>Hymenocoleus scaphus</i> (K.Schum.) Robbr.	966	(b) 3564
Rubiaceae	<i>Hymenocoleus sp.1</i>	1019	(f) 2101; (f) 2292
Rubiaceae	<i>Hymenocoleus sp.2</i>	317	(d) 3391; (c) 3043; (a) 1695; (f) 2014; (e) 2751; (e) 2896; (d) 2646
Rubiaceae	<i>Hymenocoleus sp.3</i>	319	(e) 2747; (c) 3133; (c) 3060; (f) 2384,1
Rubiaceae	<i>Hymenocoleus sp.4</i>	924	(f) 2078
Rubiaceae	<i>Hymenocoleus sp.6</i>	288	(d) 2647; (d) 2572
Rubiaceae	<i>Ixora aneimenodesma</i> K.Schum. subsp. <i>aneimenodesma</i>	352	(c) 2978; (b) 728; (d) 3321; (d) 2621; (c) 3073
Rubiaceae	<i>Ixora euosmia</i> K.Schum.	535	(d) 4026
Rubiaceae	<i>Ixora minutiflora</i> Hiern subsp. <i>minutiflora</i>	333	(d) 2675; (e) 2924; (b) 428; (b) 629; (f) 1763
Rubiaceae	<i>Ixora sp.1</i>	594	(d) 4326; (b) 245; (f) 2225; (f) 1785; (b) 59
Rubiaceae	<i>Ixora sp.2</i>	473	(e) 2850; (c) 3075 (d) 3739; (d) 3628; (d) 4052; (d) 3862; (e) 2795; (d) 3333; (f) 1753; (e) 2919; (c) 3092; (c) 2996
Rubiaceae	<i>Lasianthus batangensis</i> K.Schum.	378	
Rubiaceae	<i>Leptactina arnoldiana</i> De Wild.	96	(d) 3658; (a) 1320; (a) 1615; (b) 41
Rubiaceae	<i>Leptactina pynaertii</i> De Wild.	156	(a) 1724; (a) 1609
Rubiaceae	<i>Massularia acuminata</i> (G.Don) Bullock ex Hoyle	880	(f) 1952; (a) 1416; (b) 28; (b) 336; (f) 2104; (a) 1625; (a) 1252
Rubiaceae	<i>Morinda lucida</i> Benth.	710	
Rubiaceae	<i>Mussaenda soyauxii</i> Büttner	928	(f) 1770
Rubiaceae	<i>Nauclea diderrichii</i> (De Wild. & T.Durand) Merr.	240	(f) 1929; (a) 1198
Rubiaceae	<i>Nauclea sp.1</i>	504	(d) 3239; (d) 3986
Rubiaceae	aff. <i>Oxyanthus laxiflorus</i> K.Schum. ex Hutch. & Dalziel	421	(e) 2934
Rubiaceae	<i>Oxyanthus gracilis</i> Hiern	764	(b) 3470; (b) 3416; (d) 3837 (d) 4123; (f) 2395; (b) 2447; (c) 2958,1; (b) 279,6; (d) 2608; (b) 868; (f) 1866; (b) 597; (b) 326
Rubiaceae	<i>Oxyanthus laxiflorus</i> K.Schum. ex Hutch. & Dalziel	331	
Rubiaceae	<i>Oxyanthus oliganthus</i> K.Schum.	199	(a) 1603
Rubiaceae	<i>Oxyanthus pallidus</i> Hiern	159	(a) 1340
Rubiaceae	<i>Oxyanthus speciosus</i> DC. subsp. <i>speciosus</i>	200	(a) 998
Rubiaceae	aff. <i>Pauridiantha efferata</i> N.Hallé	125	(a) 1430
Rubiaceae	<i>Pauridiantha floribunda</i> (K.Schum. & K.Krause) Bremek.	693	(d) 4163; (d) 3191
Rubiaceae	<i>Pauridiantha mayumensis</i> (R.D.Good) Bremek.	322	(f) 1782
Rubiaceae	<i>Pauridiantha micrantha</i> (Hiern) Bremek.	538	(d) 3987; (f) 2137
Rubiaceae	<i>Pauridiantha sp.1</i>	397	(d) 3608; (d) 4070; (d) 2579; (e) 2872; (d) 3280; (d) 3229; (d) 3403
Rubiaceae	<i>Pauridiantha sp.3</i>	290	(e) 2685
Rubiaceae	<i>Pauridiantha sp.4</i>	507	(b) 3547; (d) 4065; (d) 3348
Rubiaceae	<i>Pauridiantha sp.5</i>	728	(d) 4251; (f) 1937; (b) 3505; (d) 3612

Famille	Espèce	n°Tab	Herbiers
Rubiaceae	<i>Pauridiantha sp.6</i>	898	(b) 2497; (b) 696
Rubiaceae	<i>Pauridiantha venusta</i> N.Hallé	355	(d) 4047; (d) 2580; (e) 2891; (d) 3303; (f) 2152; (b) 5
Rubiaceae	<i>Pausinystalia johimbe</i> (K.Schum.) Pierre ex Dupouy & Beille	673	(f) 2209
Rubiaceae	<i>Pausinystalia lane-poolei</i> (Hutch.) Hutch. ex Lane-Poole <i>subsp. ituriense</i> (De Wild.) Stoffelen & Robbr.	235	(d) 3174; (b) 694; (b) 900; (a) 1627; (b) 667; (b) 948; (f) 1964; (f) 1932; (f) 2149
Rubiaceae	<i>Pausinystalia macroceras</i> (K.Schum.) Pierre	236	(d) 4235; (d) 4250; (a) 1227; (d) 3260; (b) 120; (d) 4067; (a) 1012; (b) 2441; (d) 3189; (b) 3510; (b) 618; (f) 1884
Rubiaceae	<i>Pavetta camerounensis</i> S.D.Manning <i>subsp. camerounensis</i>	724	(d) 4145; (b) 3521
Rubiaceae	<i>Pavetta gracilipes</i> Hiern	712	(d) 4237
Rubiaceae	<i>Pavetta hispida</i> Hiern	916	(f) 2011; (f) 2276
Rubiaceae	<i>Pavetta sp.9</i>	539	(d) 3744
Rubiaceae	<i>Pavetta urophylla</i> Bremek. <i>subsp. bosii</i> S.D.Manning	436	(d) 3803; (d) 3709
Rubiaceae	<i>Petitiododon parviflorum</i> (Keay) Robbr.	650	(d) 4300; (d) 4055; (b) 509; (b) 871; (b) 447; (b) 2515; (d) 4115
Rubiaceae	<i>Poecilocalyx crystallinus</i> N.Hallé	501	(d) 4046; (d) 3993; (d) 3228; (b) 453; (c) 3114; (b) 870
Rubiaceae	<i>Pouchetia africana</i> A.Rich. var. <i>aequatorialis</i> N.Hallé	921	(b) 390; (d) 3214; (b) 2452; (f) 2493
Rubiaceae	<i>aff. Psychotria ebensis</i> K.Schum.	70	(a) 1686; (a) 1398
Rubiaceae	<i>aff. Psychotria latistipula</i> Benth.	126	(a) 1417; (b) 289
Rubiaceae	<i>aff. Psychotria minutiflora</i> Müll.Arg.	877	(d) 3989; (b) 735; (f) 2095; (b) 2490; (b) 850; (d) 3397; (f) 1786; (f) (b) 491; (b) 600; (b) 248; (f) 1895; (f) 2381; (c) 3042; (b) 161; (b) 430; (f) 2400; (b) 720
Rubiaceae	<i>Psychotria avakubiensis</i> De Wild.	852	(f) 2400; (b) 720
Rubiaceae	<i>Psychotria calva</i> Hiern	721	(d) 4240; (f) 1794
Rubiaceae	<i>Psychotria ebensis</i> K.Schum.	830	(b) 554; (b) 281
Rubiaceae	<i>Psychotria lanceifolia</i> K.Schum.	162	(a) 1114; (a) 1196; (a) 1169
Rubiaceae	<i>Psychotria minutiflora</i> Müll.Arg.	348	(b) 279,5; (e) 2812; (b) 3559; (b) 12; (e) 2679; (c) 3122; (b) 2504; (e) 2731; (b) 475; (b) 283; (b) 731
Rubiaceae	<i>Psychotria peduncularis</i> (Salisb.) Steyerm.	1014	(d) 3946; (f) 1784; (d) 3279,1; (d) 3220
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.13</i>	814	(b) 244; (b) 158
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.14</i>	923	(c) 3052; (f) 2026; (b) 2470
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.16</i>	713	(d) 4252; (d) 3279; (f) 2425
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.17</i>	831	(f) 1923; (b) 292; (b) 60
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.18</i>	832	(b) 3441
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.2</i>	845	(b) 553; (b) 274; (f) 1754
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.20</i>	1050	(d) 3668; (d) 3393; (b) 228; (b) 92
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.21</i>	716	(d) 4151; (b) 248,1; (b) 431; (b) 93
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.3</i>	508	(c) 3123; (d) 3990; (d) 3670; (b) 498; (b) 47
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.4</i>	767	(f) 2023; (b) 224
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.5</i>	432	(e) 2778; (e) 2889
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.7</i>	591	(c) 3044; (c) 3131; (f) 2418; (f) 2413; (b) 869; (c) 3056; (d) 3287
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.8</i>	598	(d) 4311; (d) 4270; (d) 2578
Rubiaceae	<i>Psychotria sp.9</i>	338	(d) 3623; (f) 2170
Rubiaceae	<i>Psychotria vogeliana</i> Benth.	399	(d) 3624; (d) 4044; (d) 3334; (d) 3400; (e) 2750
Rubiaceae	<i>Psydrax arnoldiana</i> (De Wild. & T.Durand) Bridson	1009	(d) 3578
Rubiaceae	<i>Psydrax sp.1</i>	900	(f) 2241
Rubiaceae	<i>cf. Rothmannia lateriflora</i> (K.Schum.) Keay	175	(a) 1710; (e) 2864
Rubiaceae	<i>Rothmannia hispida</i> (K.Schum.) Fagerl.	165	(a) 1425
Rubiaceae	<i>Rothmannia lateriflora</i> (K.Schum.) Keay	982	(d) 3713; (b) 3523; (b) 3555; (d) 2630
Rubiaceae	<i>Rothmannia longiflora</i> Salisb.	203	(a) 1626
Rubiaceae	<i>Rothmannia lujae</i> (De Wild.) Keay	18	(b) 3450; (d) 3848; (a) 1035; (b) 485; (a) 1251
Rubiaceae	<i>Rothmannia sp.2</i>	204	(a) 1174
Rubiaceae	<i>Rothmannia sp.3</i>	901	(f) 2271
Rubiaceae	<i>Rothmannia talbotii</i> (Wernham) Keay	605	(b) 3429; (b) 3524; (d) 4271; (a) 1412; (d) 3380; (a) 1085; (a) 1500; (a) 1175
Rubiaceae	<i>Rothmannia urcelliformis</i> (Hiern) Robyns	625	(d) 4291
Rubiaceae	<i>cf. Sabicea cordata</i> Hutch. & Dalziel	913	(a) 1107; (b) 854; (b) 754; (b) 814
Rubiaceae	<i>cf. Sabicea mollis</i> K.Schum. ex Wernham	283	(e) 2811; (f) 2179; (b) 13
Rubiaceae	<i>Sabicea fulva</i> Wernham	166	(a) 1312
Rubiaceae	<i>Sabicea sp.1</i>	454	(e) 2852
Rubiaceae	<i>Sabicea sp.2</i>	866	(b) 829; (b) 2517; (b) 2471
Rubiaceae	<i>Sabicea sp.3</i>	167	(a) 1068
Rubiaceae	<i>Sabicea sp.4</i>	115	(b) 409; (b) 348; (b) 302; (a) 1104; (d) 3786; (a) 1557
Rubiaceae	<i>Sabicea sp.5</i>	109	(d) 4125; (d) 3669; (a) 1036; (a) 1131; (a) 1300
Rubiaceae	<i>Sabicea sp.6</i>	912	(b) 211; (b) 781
Rubiaceae	<i>Sabicea sp.7</i>	292	(d) 2660
Rubiaceae	<i>Sabicea sp.8</i>	490	(d) 3404; (d) 3734; (f) 2301
Rubiaceae	<i>Schumanniphyton magnificum</i> (K.Schum.) Harms var. <i>trimerum</i> (R.D.Good) N.Hallé	361	(c) 3012; (b) 17; (f) 2156
Rubiaceae	<i>Stelechantha cauliflora</i> (R.D.Good) Bremek.	401	(d) 3338; (d) 3992; (d) 3675; (d) 2606; (f) 2133
Rubiaceae	<i>Stipularia africana</i> P.Beauv.	772	(d) 3891; (b) 286
Rubiaceae	<i>aff. Tarenna conferta</i> (Benth.) Hiern	416	(d) 3932; (d) 4078; (d) 3838; (c) 3115; (e) 2918; (c) 3155; (d) 3788; (f) 2375; (d) 3310; (e) 2779
Rubiaceae	<i>cf. Tarenna lasiorachis</i> (K.Schum. & K.Krause) Bremek.	1030	(d) 3251
Rubiaceae	<i>Tarenna calliblepharis</i> N.Hallé	1020	(f) 2273; (d) 3209; (e) 2815; (d) 2584; (e) 2879
Rubiaceae	<i>Tarenna conferta</i> (Benth.) Hiern	433	(d) 3622; (d) 3350; (d) 3581; (d) 3779; (b) 2459; (b) 9; (d) 3378
Rubiaceae	<i>Tarenna grandiflora</i> (Benth.) Hiern	455	(b) 501; (e) 2913; (b) 393
Rubiaceae	<i>Tarenna lasiorachis</i> (K.Schum. & K.Krause) Bremek.	1041	(d) 3218
Rubiaceae	<i>Tarenna pallidula</i> Hiern var. <i>pallidula</i>	438	(e) 2783; (f) 2074; (e) 2814; (b) 2468; (d) 3263; (d) 3802; (b) 729; (b) 2469
Rubiaceae	<i>Tarenna precidentenna</i> N.Hallé	920	(d) 3755; (f) 2231
Rubiaceae	<i>Tricalysia achoundongiana</i> Robbr., Sonké & Kenfack	1013	(d) 3615; (d) 3289; (d) 3270
Rubiaceae	<i>Tricalysia anomala</i> E.A.Bruce var. <i>guineensis</i> Robbr.	187	(d) 3711; (a) 1348
Rubiaceae	<i>Tricalysia gossweileri</i> S.Moore	368	(c) 3113; (a) 1400; (d) 3309; (e) 2818; (d) 4041; (d) 4003
Rubiaceae	<i>Tricalysia pallens</i> Hiern	819	(f) 1830
Rubiaceae	<i>Tricalysia sp.1</i>	429	(e) 2921
Rubiaceae	<i>Tricalysia sp.nov.1</i>	820	(d) 3973; (b) 391; (b) 130; (b) 530; (b) 493; (b) 495
Rubiaceae	<i>Trichostachys aurea</i> Hiern	44	(a) 1267; (f) 2203; (d) 3676; (a) 1142; (a) 1079
Rubiaceae	<i>Trichostachys sp.1</i>	718	(b) 417; (d) 4150

Famille	Espèce	n°Tab	Herbiers
Rubiaceae	<i>Trichostachys sp.2</i>	295	(d) 2659
Rubiaceae	<i>Trichostachys zenkeri</i> De Wild.	631	(d) 4358; (f) 1861; (b) 273
Rubiaceae	<i>Vangueriopsis gossweileri</i> Robyns	694	(e) 2842
Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	552	(b) 379; (d) 3845; (d) 3737
Rutaceae	<i>Vepris glaberrima</i> (Engl.) J.B.Hall	45	(a) 1222; (a) 1126; (a) 1447; (b) 3487
Rutaceae	<i>Vepris soyauxii</i> (Engl.) Mziray	719	(d) 3847
Rutaceae	<i>Vepris sp.1</i>	301	(e) 2705
Rutaceae	<i>Vepris trifoliolata</i> (Engl.) Mziray	973	(d) 4119
Rutaceae	<i>Zanthoxylum buesgenii</i> (Engl.) P.G.Waterman	171	(a) 1738
Rutaceae	<i>Zanthoxylum dinklagei</i> (Engl.) P.G.Waterman	332	(d) 3836; (e) 2682; (a) 1530
Rutaceae	<i>Zanthoxylum gillettii</i> (De Wild.) P.G.Waterman	180	(a) 999; (a) 974
Rutaceae	<i>Zanthoxylum heitzii</i> (Aubrév. & Pellegr.) P.G.Waterman	243	(b) 622; (f) 1928
Sapindaceae	<i>Allophylus ngounyensis</i> Pellegr.	704	(d) 4264
Sapindaceae	<i>Allophylus africanus</i> P.Beauv.	779	(f) 1881
Sapindaceae	<i>Allophylus lastoursvillensis</i> Pellegr.	389	(d) 2655; (d) 4031; (d) 3359; (d) 3756
Sapindaceae	<i>Blighia welwitschii</i> (Hiern) Radlk.	67	(d) 3852; (b) 642; (d) 3167; (b) 3430; (d) 3642; (d) 3850
Sapindaceae	<i>Chytranthus angustifolius</i> Exell	229	(d) 3370; (f) 1970; (a) 1473; (a) 1344; (f) 2056; (a) 1590; (f) 2236; (b) 765; (b) 335
Sapindaceae	<i>Chytranthus cauliflorus</i> (Hutch. & Dalziel) Wickens	706	(d) 4189
Sapindaceae	<i>Chytranthus macrobotrys</i> (Gilg) Exell & Mendonça	353	(d) 3269; (d) 2629; (d) 3875; (d) 4171; (d) 4234; (b) 403; (b) 488; (b) 189; (b) 2533; (f) 1846
Sapindaceae	<i>Chytranthus sp.1</i>	344	(d) 4099; (f) 1942; (d) 2634; (d) 3595; (d) 4199; (f) 2349
Sapindaceae	<i>Chytranthus sp.2</i>	612	(d) 4343
Sapindaceae	<i>Deinbollia sp.1</i>	961	(d) 4129
Sapindaceae	<i>Eriocoelum macrocarpum</i> Gilg ex Radlk.	147	(a) 1082
Sapindaceae	<i>Eriocoelum paniculatum</i> Baker	276	(e) 2735; (a) 1264; (d) 3647; (f) 2359; (e) 2703; (b) 913; (d) 3259; (d) 3613
Sapindaceae	<i>Eriocoelum petiolare</i> Radlk.	394	(e) 2875; (b) 947; (d) 4016; (d) 2601; (c) 3084; (d) 3691; (f) 2215; (f) 1838; (d) 3984; (d) 3811; (c) 2976; (b) 378; (d) 3694
Sapindaceae	<i>Laccodiscus klaineanus</i> Pierre ex Engl.	231	(d) 3935; (d) 3213; (a) 1577; (b) 2524; (c) 3029; (b) 3480; (d) 4222; (d) 3732; (d) 3723; (f) 2268; (b) 2461
Sapindaceae	<i>Laccodiscus pseudostipularis</i> Radlk.	262	(e) 2728; (c) 3004; (f) 1796
Sapindaceae	<i>Laccodiscus spinulosodontatus</i> Radlk.	875	(f) 2262
Sapindaceae	<i>Lecaniodiscus cupanioides</i> Planch.	86	(a) 1220; (a) 1041
Sapindaceae	<i>Pancovia harmsiana</i> Gilg	55	(a) 1369; (a) 1573; (d) 4286; (a) 1282; (a) 1052; (d) 4325; (d) 4339
Sapindaceae	<i>Placodiscus boya</i> Aubrév. & Pellegr.	981	(b) 3540; (b) 134
Sapindaceae	<i>Placodiscus leptostachys</i> Radlk.	14	(d) 3879; (a) 1554; (a) 1147; (a) 1494; (a) 1224; (a) 1182; (a) 994; (b) 108; (d) 2657
Sapindaceae	<i>Placodiscus opacus</i> Radlk.	599	(d) 4309; (d) 3596; (d) 4170; (b) 3522
Sapindaceae	<i>Placodiscus sp.1</i>	327	(d) 2589; (d) 3985
Sapindaceae	<i>Sapindus sp.1</i>	626	(d) 4294
Sapotaceae	<i>Baillonella toxisperma</i> Pierre	174	
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum africanum</i> A.DC.	602	(d) 3911; (a) 1213; (d) 2567; (b) 3452
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum perpulchrum</i> Mildbr. ex Hutch. & Dalziel	437	(f) 1808; (e) 2821
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum pruniforme</i> Pierre ex Engl.	420	(d) 4226; (b) 3533; (e) 2922; (f) 2019
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum subnudum</i> Baker	268	(f) 1808,1; (e) 2846; (f) 2361; (d) 4059
Sapotaceae	<i>Delpydora macrophylla</i> Pierre	793	(f) 1865
Sapotaceae	<i>Englerophytum stelechanthum</i> K.Krause	587	(c) 2995; (d) 4108; (b) 489; (f) 2227
Sapotaceae	<i>Gluema ivorensis</i> Aubrév. & Pellegr.	621	(d) 4335
Sapotaceae	<i>Lecomtedoxa sp.1</i>	452	(d) 3766
Sapotaceae	<i>Letestua durissima</i> (A.Chev.) Lecomte	1036	(d) 3582
Sapotaceae	<i>Manilkara fouilloana</i> Aubrév. & Pellegr.	449	(c) 3079; (f) 2190
Sapotaceae	<i>Manilkara sp.1</i>	184	(a) 1401; (e) 2868; (b) 3526
Sapotaceae	<i>Omphalocarpum elatum</i> Miers	186	(d) 4191; (b) 623
Sapotaceae	<i>Omphalocarpum sp.1</i>	969	(b) 3490
Sapotaceae	<i>Synsepalum afzelii</i> (Engl.) T.D.Penn.	1040	(d) 3644
Sapotaceae	<i>Synsepalum cerasiferum</i> (Welw.) T.D.Penn.	404	(d) 3724; (d) 3763; (e) 2884
Sapotaceae	<i>Synsepalum fleuryanum</i> A.Chev.	293	(e) 2692
Sapotaceae	<i>Synsepalum gabonense</i> (Aubrév. & Pellegr.) T.D.Penn.	474	(d) 3731; (d) 3812
Sapotaceae	<i>Synsepalum letouzeyi</i> Aubrév.	481	(c) 3002
Sapotaceae	<i>Synsepalum longecuneatum</i> De Wild.	37	(a) 1308; (a) 1335; (a) 1241
Sapotaceae	<i>Synsepalum sp.2</i>	259	(d) 2588; (e) 2721; (b) 3543
Sapotaceae	<i>Tieghemella africana</i> Pierre	1042	(d) 3594
Sapotaceae	<i>Zeyherella mayumbensis</i> (Greves) Aubrév. & Pellegr.	549	(d) 3712
Scytopetalaceae	<i>Brazzeia soyauxii</i> (Oliv.) Tiegh. var. <i>soyauxii</i>	930	(d) 3208; (d) 3210; (b) 558; (b) 6; (b) 173; (b) 222; (f) 1756
Scytopetalaceae	<i>Oubanguia laurifolia</i> (Pierre ex De Wild.) Tiegh.	874	(b) 897; (b) 898; (b) 811; (b) 792
Scytopetalaceae	<i>Rhaptopetalum depressum</i> Letouzey	485	(d) 3346; (d) 3722; (d) 3997
Scytopetalaceae	<i>Rhaptopetalum pachyphyllum</i> (Gürke) Engl.	717	(d) 4229; (f) 2339
Scytopetalaceae	<i>Scytopetalum klaineianum</i> Pierre ex Engl.	737	(b) 609; (b) 737; (b) 84; (b) 666; (b) 708
Simaroubaceae	<i>Odyndeya gabonensis</i> (Pierre) Engl.	701	(b) 641; (a) 1709; (e) 2853
Simaroubaceae	<i>Quassia africana</i> (Baill.) Baill.	947	(f) 2088; (b) 57; (f) 1996
Sterculiaceae	<i>Chlamydocola chlamydantha</i> (K.Schum.) M.Bodard	335	(b) 149; (b) 3503
Sterculiaceae	<i>Cola acuminata</i> (P.Beauv.) Schott & Endl.	667	(d) 4188; (d) 4331; (d) 2593
Sterculiaceae	<i>Cola altissima</i> Engl.	329	(a) 1445; (e) 2771; (d) 4284; (e) 2718; (b) 3449
Sterculiaceae	<i>Cola argentea</i> Mast.	884	(f) 2318; (f) 1781; (b) 950; (b) 842; (b) 594; (d) 4353; (d) 4184
Sterculiaceae	<i>Cola attiensis</i> Aubrév. & Pellegr.	510	(d) 3646; (d) 4064
Sterculiaceae	<i>Cola digitata</i> Mast.	570	(e) 2895; (d) 3335; (d) 4215; (f) 1773; (b) 833; (c) 2994; (b) 26; (b) 63
Sterculiaceae	<i>Cola duparquetiana</i> Baill.	685	(d) 3913; (d) 4181; (c) 3105; (c) 3136
Sterculiaceae	<i>Cola ficifolia</i> Mast.	789	(f) 1949
Sterculiaceae	<i>Cola griseiflora</i> De Wild.	597	(f) 2374; (d) 3215; (b) 3467; (d) 3869; (d) 3926; (d) 4299; (b) 2455
Sterculiaceae	<i>Cola heterophylla</i> (P.Beauv.) Schott & Endl.	762	(b) 569; (d) 3857
Sterculiaceae	<i>Cola lateritia</i> K.Schum.	54	(a) 1593; (a) 1004; (a) 1013; (b) 546; (a) 1434
Sterculiaceae	<i>Cola lepidota</i> K.Schum.	635	(d) 3917
Sterculiaceae	<i>Cola mayimbensis</i> Pellegr.	285	(e) 2773
Sterculiaceae	<i>Cola rostrata</i> K.Schum.	26	(a) 1319; (a) 1490
Sterculiaceae	<i>Eribroma oblonga</i> (Mast.) Pierre ex A.Chev.	183	(a) 1619; (d) 4238; (b) 923

Famille	Espèce	n°Tab	Herbiers
Sterculiaceae	<i>aff. Leptonychia lasiogyne</i> K.Schum.	309	(d) 3197; (d) 3919; (e) 2689
Sterculiaceae	<i>Leptonychia echinocarpa</i> K.Schum.	2	(a) 1422; (a) 1040; (a) 1249; (a) 1111; (a) 1176; (a) 1194
Sterculiaceae	<i>Leptonychia tessmannii</i> Engl.	826	(d) 3954; (d) 3337
Sterculiaceae	<i>Pterygota bequaertii</i> De Willd.	193	(a) 1602; (b) 104
Sterculiaceae	<i>Scaphopetalum blackii</i> Mast.	736	(b) 338; (b) 788; (f) 1775; (f) 2025; (f) 2091; (b) 14
Sterculiaceae	<i>Scaphopetalum longipedunculatum</i> Mast.	770	(b) 2545; (f) 2017; (f) 2039
Sterculiaceae	<i>Scaphopetalum thonneri</i> De Wild. & T.Durand	931	(b) 857; (b) 35
Sterculiaceae	<i>Sterculia tragacantha</i> Lindl.	89	(a) 1439; (a) 1205
Thymelaeaceae	<i>Dicranolepis buchholzii</i> Engl. & Gilg	77	(a) 1332; (a) 1588
Thymelaeaceae	<i>Dicranolepis pulcherrima</i> Gilg	580	(e) 2805; (b) 497; (b) 590; (b) 212; (f) 2294; (b) 3570; (b) 3423
Thymelaeaceae	<i>Peddiea fischeri</i> Engl.	811	(b) 566
Tiliaceae	<i>Desplatsia chrysochlamys</i> (Mildbr. & Burret) Mildbr. & Burret	145	(a) 977
Tiliaceae	<i>Desplatsia subericarpa</i> Bocq.	297	(b) 328; (b) 595; (e) 2719
Tiliaceae	<i>Duboscia macrocarpa</i> Bocq.	102	(b) 927; (a) 1193
Tiliaceae	<i>Grewia barombiensis</i> K.Schum.	672	(d) 4195; (d) 4274
Tiliaceae	<i>Grewia coriacea</i> Mast.	257	(c) 3053; (b) 683
Tiliaceae	<i>Grewia oligoneura</i> Sprague	29	(a) 1234; (a) 1432; (a) 1245
Tiliaceae	<i>Grewia pinnatifida</i> Mast.	154	(a) 1276
Tiliaceae	<i>Grewia seretii</i> De Wild.	1034	(d) 3217
Tiliaceae	<i>Grewia sp.1</i>	1035	(d) 3618
Ulmaceae	<i>Celtis mildbraedii</i> Engl.	138	(a) 1345
Ulmaceae	<i>Celtis tessmannii</i> Rendle	1004	(a) 1698; (a) 1671; (a) 1497; (a) 1601; (d) 3161
Urticaceae	<i>Uretra repens</i> (Willd.) Rendle	833	(f) 2426; (b) 293
Verbenaceae	<i>Clerodendron sp.1</i>	787	(b) 401
Verbenaceae	<i>Clerodendron sp.2</i>	143	(a) 1350
Verbenaceae	<i>Vitex ciliata</i> Pierre ex Pellegr.	56	(a) 1446; (f) 2415; (a) 1352; (a) 1136; (d) 3841; (d) 4308; (b) 647; (f) 1798
Verbenaceae	<i>Vitex grandifolia</i> Gürke	835	(f) 2376; (d) 3607; (b) 644; (b) 888; (b) 2505; (b) 85; (b) 45; (b) 329; (b) 675; (b) 775; (b) 113
Verbenaceae	<i>Vitex lehmbachii</i> Gürke	464	(d) 3778; (d) 4007; (d) 3752
Verbenaceae	<i>Vitex sp.2</i>	822	(b) 3426
Violaceae	<i>Rinorea batesii</i> Chipp	358	(b) 2531; (a) 1001
Violaceae	<i>Rinorea caudata</i> (Oliv.) Kuntze	732	(d) 4154; (d) 4290; (b) 513; (b) 22
Violaceae	<i>Rinorea cerasifolia</i> M.Brandt	754	(f) 1859; (f) 1965; (d) 3864
Violaceae	<i>Rinorea gabunensis</i> Engl.	441	(b) 863; (b) 388; (b) 494; (b) 880
Violaceae	<i>Rinorea kamerunensis</i> Engl.	867	(f) 2254; (f) 2055; (b) 572; (b) 760; (b) 589; (b) 862; (b) 834
Violaceae	<i>Rinorea keayii</i> Brenan	643	(d) 4288; (a) 1642
Violaceae	<i>Rinorea longicuspis</i> Engl.	492	(d) 3339; (f) 2090; (c) 3034
Violaceae	<i>Rinorea oblongifolia</i> (C.H.Wright) Marquand ex Chipp	35	(a) 1706; (a) 1623; (a) 1359
Violaceae	<i>Rinorea subsessilis</i> M.Brandt	400	(e) 2882; (f) 1844; (d) 4221; (c) 2986; (a) 1056; (d) 2599; (a) 1488
Violaceae	<i>Rinorea welwitschii</i> (Oliv.) Kuntze	468	(e) 2839; (d) 4013; (d) 3855; (d) 4051; (d) 3601; (d) 3653; (b) 795; (b) 626
Vitaceae	<i>Cissus sp.1</i>	613	(d) 4269
Vochysiaceae	<i>Eriomadelpus exsul</i> Mildbr. var. <i>platyphyllus</i> Keay & Stafleu	379	(b) 751; (f) 1879; (d) 2619; (d) 3772; (b) 682; (d) 3584; (b) 617; (b) 3549; (b) 921; (b) 931; (d) 3205
Vochysiaceae	<i>Korupodendron songweanum</i> Litt & Cheek	953	(d) 4062; (f) 2208; (b) 3491; (b) 762; (b) 3502
Ptérédiphytes			
Aspleniaceae	<i>aff. Asplenium longicauda</i> Hook.	244	(e) 2738; (d) 2573
Aspleniaceae	<i>aff. Asplenium preussii</i> Hieron. ex Brause	886	(c) 3152; (f) 1774
Aspleniaceae	<i>Asplenium africanum</i> Desv.	906	(b) 761; (b) 796
Aspleniaceae	<i>Asplenium barteri</i> Hook.f.	881	(b) 596; (b) 195; (f) 2044; (f) 1989; (b) 259; (b) 625
Aspleniaceae	<i>Asplenium cancellatum</i> Alston	782	(d) 3904
Aspleniaceae	<i>Asplenium dregeanum</i> Kunze	310	(f) 2182
Aspleniaceae	<i>Asplenium staudtii</i> Hieron.	341	(d) 3332; (d) 3677; (f) 2159
Aspleniaceae	<i>Asplenium variabile</i> Hook. var. <i>paucijugum</i> (Ballard) Alston	245	(d) 2636; (e) 2755; (d) 2586; (f) 2158
Aspleniaceae	<i>Asplenium variabile</i> Hook. var. <i>variabile</i>	939	(f) 1891; (b) 450; (b) 216; (d) 3293; (f) 1976; (f) 1762; (b) 521; (f) 2383; (f) 2154; (b) 215; (b) 434; (b) 451; (b) 258
Dennstaedtiaceae	<i>Lonchitis currori</i> (Hook.) Mett. ex Kuhn	411	(f) 1975; (d) 3820,1; (a) 1580; (c) 3094; (e) 2933; (a) 1387; (d) 3821
Dennstaedtiaceae	<i>Lonchitis gracilis</i> Alston	448	(c) 3078; (c) 3146; (d) 3820,2
Dennstaedtiaceae	<i>Lonchitis tisserantii</i> Alston & Tardieu	407	(e) 2836; (d) 3820
Dennstaedtiaceae	<i>Microlepia speluncae</i> (L.) T.Moore	453	(e) 2928
Dryopteridaceae	<i>cf. Ctenitis pilosissima</i> (J.Sm. ex T.Moore) Alston	579	(f) 1986; (f) 2004
Dryopteridaceae	<i>Ctenitis protensa</i> (Afzel ex Sw.) Ching	64	(a) 1185; (b) 311; (d) 3947; (d) 3882; (d) 3939; (b) 239; (a) 1034; (a) 1277; (a) 1128; (d) 3275; (a) 1693
Dryopteridaceae	<i>Ctenitis securidiformis</i> (Hook.) Copel. var. <i>securidiformis</i>	960	(d) 3294; (b) 271; (f) 2070
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris manniana</i> (Hook.) C.Chr.	123	(b) 457; (d) 3880; (d) 3281; (a) 1704; (f) 2029; (a) 1186; (a) 1415
Dryopteridaceae	<i>cf. Lastreopsis nigrifolia</i> (Baker) Tindale	687	(d) 4207
Dryopteridaceae	<i>Tectaria fernandensis</i> (Baker) C.Chr.	758	(f) 1913; (d) 3889; (f) 2398; (e) 2712; (b) 456; (c) 3141; (b) 340; (f)
Dryopteridaceae	<i>Tectaria varians</i> (Moore) C.Chr.	563	(f) 2306; (c) 3061; (d) 2631; (d) 3302; (b) 202; (f) 2105; (b) 822
Grammitidaceae	<i>Ctenopteris zenkeri</i> (Hieron.) Tradiou	496	(c) 3072; (d) 4001
Grammitidaceae	<i>Grammitis nigrocincta</i> Alston	470	(d) 3972; (d) 3683
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum splendidum</i> Bosch	533	(d) 3969
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum triangulare</i> Baker	461	(c) 3062; (d) 3741; (d) 3392
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes africanum</i> H.Christ	773	(c) 3049; (f) 1982; (b) 194; (d) 3970
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes ballardianum</i> Alston	972	(d) 4135
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes borbonicum</i> Bosch	546	(c) 3062,1
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes chamaedrys</i> Taton	752	(f) 1983; (b) 519
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes crispiforme</i> Alston	390	(d) 3995; (d) 3703; (d) 2575

Famille	Espèce	n°Tab	Herbiers
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes cupressoides</i> Desv.	380	(d) 3297; (d) 2574; (f) 2283
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes erosum</i> Willd.	991	(d) 4136; (d) 3295
Lomariopsidaceae	<i>Bolbitis auriculata</i> (Lam.) Alston	189	(b) 202,1; (d) 3296; (a) 1466; (b) 272; (b) 240
Lomariopsidaceae	<i>Bolbitis gemmifera</i> (Hieron.) C.Chr.	24	(a) 1361; (a) 1301; (a) 1543; (a) 1731
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum chevalieri</i> H.Christ	498	(c) 2992; (d) 3971
Lomariopsidaceae	<i>Lomariopsis guineensis</i> (Underw.) Alston	209	(f) 1892; (d) ; (b) 257; (f) 1776; (a) 1579; (b) 370; (b) 443; (b) 164; (a) 1378; (b) 376; (b) 442; (a) 1464; (b) 268; (b) 444; (a) 1578; (a) 1030
Lomariopsidaceae	<i>Lomariopsis hederacea</i> Alston	210	(d) 3299; (a) 1737; (b) 214; (a) 1532; (b) 520; (a) 1029; (a) 1237; (f) 2045; (a) 1668; (a) 1607; (b) 309; (a) 1294; (f) 1777
Marattiaceae	<i>Marattia fraxinea</i> Sm.	324	
Oleandraceae	<i>Arthropteris monocarpa</i> (Cordem.) C.Chr.	522	(c) 3144; (d) 4034
Oleandraceae	<i>Arthropteris palisotii</i> (Desv.) Alston	129	(a) 1072
Oleandraceae	<i>Nephrolepis biserrata</i> (Sw.) Schott	809	(b) 256
Polypodiaceae	<i>Loxogramme lanceolata</i> (Sw.) C.Presl	553	(e) 2715; (d) 4033
Polypodiaceae	<i>Microgramma owariensis</i> (Desv.) Alston	807	(b) 438; (b) 876
Pteridaceae	<i>Afropteris repens</i> (C.Chr.) Alston	632	(f) 1916; (d) 3945
Pteridaceae	<i>Pteris burtonii</i> Baker	119	(b) 3516; (a) 1032; (b) 269; (b) 3572; (a) 1713; (b) 2481
Vittariaceae	<i>Antrophyum annetii</i> (Jeap.) Tardieu	869	(f) 2286; (f) 2433
Woodsiaceae	<i>Diplazium sammatii</i> (Khun) C.Chr.	370	(a) 1031; (a) 1129; (d) 2649
Woodsiaceae	<i>Diplazium webwitschii</i> (Hook.) Diels	172	(d) 3292; (a) 1739
Selaginellaceae	<i>Selaginella molliceps</i> Spring	970	(d) 4131
Monocotylédones			
Anthericaceae	cf. <i>Chlorophytum laxum</i> R.Br.	140	(a) 1528
Anthericaceae	<i>Chlorophytum alismifolium</i> Bak.	251	(e) 2758; (e) 2914; (d) 3631; (b) 3458
Araceae	<i>Amorphophallus calabarius</i> N.E.Br.	127	(a) 1526
Araceae	<i>Anchomanes difformis</i> (Blume) Engl.	666	(b) 310; (a) 1069; (a) 1721
Araceae	<i>Cercestis camerunensis</i> (Ntepe-Nyame) Bogner	600	(f) 2291; (f) 2305; (b) 2463
Araceae	<i>Cercestis dinklagei</i> Engl.	211	(b) 563; (f) 1978; (f) 2012; (a) 1680; (f) 2006; (f) 2308; (f) 1888; (f) 1912; (d) 3630; (b) 496; (b) 574; (a) 1681; (b) 316; (a) 1141; (b) 232; (b) 575; (a) 1745; (b) 275; (b) 534; (b) 524; (a) 1418; (b) 406; (b) 564; (b) 432; (b) 416
Araceae	<i>Cercestis mirabilis</i> (N.E.Br.) Bogner	226	(a) 1572; (a) 1026; (f) 1979; (b) 602; (a) 1028; (a) 1256
Araceae	aff. <i>Culcasia sapinii</i> De Wild.	776	(b) 3476
Araceae	<i>Culcasia barombensis</i> N.E.Br.	222	(e) 2775; (e) 2916; (b) 2464; (f) 2401; (a) 1090; (a) 1506; (b) 162; (d) 2640; (b) 525; (f) 2172; (c) 3040; (d) 2644; (d) 2664; (f) 2388; (b) 2480; (b) 196; (f) 1917; (e) 2739; (d) 3824; (a) 1386,1; (d) 4322; (e) 2743
Araceae	<i>Culcasia dinklagei</i> Engl.	905	(e) 2678; (f) 2204; (f) 2289; (f) 2066; (b) 844; (f) 2432; (d) 4039
Araceae	<i>Culcasia ekongoloi</i> Ntepe-Nyame	27	(a) 1683; (a) 1507; (a) 1027
Araceae	<i>Culcasia lanceolata</i> Engl.	234	(f) 1918; (f) 2290; (b) 867; (b) 492; (d) 3665; (d) 3219,1; (b) 848; (d) 2641; (c) 3059; (a) 1077
Araceae	<i>Culcasia loukandensis</i> Pellegr.	273	(d) 2642; (d) 4037; (e) 2681; (b) 3474
Araceae	<i>Culcasia mannii</i> (Hook.f.) Engl.	608	(d) 4107; (e) 2786; (f) 2176; (b) 3485,1
Araceae	<i>Culcasia parviflora</i> N.E.Br.	558	(f) 2309; (f) 2000; (c) 3128; (c) 2979; (b) 823; (b) 786; (b) 560; (b) 522; (b) 559; (b) 318
Araceae	<i>Culcasia sanagensis</i> Ntepe-Nyame	675	(d) 4262; (f) 2001; (f) 2402; (b) 816; (e) 2902; (a) 1691; (a) 1508; (d) 4356; (f) 2385; (b) 2465
Araceae	<i>Culcasia sapinii</i> De Wild.	212	(a) 1386; (a) 1254; (a) 1592; (a) 1125; (a) 1682; (c) 3040,1; (f) 2007; (b) 562; (b) 276; (d) 3387; (d) 3881; (d) 4036; (b) 561; (d) 2639; (b) 794; (f) 2287; (d) 3614,1; (d) 3740; (f) 2282; (e) 2742; (d) 4263; (f) 1889; (f) 1914; (e) 2899; (b) 830; (f) 18
Araceae	<i>Culcasia sp.nov.1</i>	688	(d) 4144
Araceae	<i>Culcasia striolata</i> Engl.	681	(b) 3571; (b) 282; (b) 601; (f) 2033; (b) 91
Araceae	<i>Nepthytis gravenreuthii</i> (Engl.) Engl.	362	(e) 2740; (c) 3074
Araceae	<i>Nepthytis poissonii</i> (Engl.) N.E.Br. var. <i>poissonii</i>	690	
Araceae	<i>Raphidophora africana</i> N.E.Br.	467	(f) 2405; (f) 1896; (d) 3671; (c) 3039
Araceae	<i>Stylochaeton zenkeri</i> Engl.	840	(b) 160; (f) 2005; (b) 576
Arecaceae	<i>Eremospatha macrocarpa</i> (G.Mann & H.Wendl.) H.Wendl.	43	(a) 1575; (a) 1539; (a) 1144
Arecaceae	<i>Laccosperma secundiflorum</i> (P.Beauv.) Kuntze	213	(a) 1705; (b) 856; (b) 580; (a) 1145
Arecaceae	<i>Podococcus barteri</i> G.Mann & H.Wendl.	660	(f) 2083; (d) 42
Arecaceae	<i>Raphia regalis</i> Becc.	439	(d) 3226; (c) 3095; (d) 3401; (b) 3546; (d) 4088; (f) 1759; (b) 514; (b) 517; (f) 1984
Commelinaceae	<i>Amischotolype sp.nov.1</i>	572	
Commelinaceae	<i>Amischotolype tenuis</i> (C.B.Clarke) R.S.Rao	49	(a) 1033; (b) 218; (a) 1162; (a) 1305; (b) 345; (b) 587; (a) 1485; (e)
Commelinaceae	<i>Aneilema beniniense</i> (P.Beauv.) Kunth	888	(f) 1761
Commelinaceae	<i>Commelina capitata</i> Benth.	326	(f) 2148; (f) 2157; (d) 3784
Commelinaceae	<i>Commelina longicapsa</i> C.B.Clarke	854	(b) 3573; (a) 1487; (b) 426; (a) 1190; (d) 3635; (f) 2042; (b) 227; (f) 1751; (f) 1988; (f) 2040
Commelinaceae	aff. <i>Palisota satabiei</i> Brenan	676	(d) 4202
Commelinaceae	<i>Palisota ambigua</i> (P.Beauv.) C.B.Clarke	20	(a) 1566; (a) 1568; (b) 389; (b) 481; (a) 1270; (a) 1420; (b) 39; (a) 1716; (b) 518
Commelinaceae	<i>Palisota barteri</i> Hook.	999	(d) 3636
Commelinaceae	<i>Palisota bracteosa</i> C.B.Clarke	47	(d) 3637; (a) 1255; (b) 8; (a) 1163; (a) 1486
Commelinaceae	<i>Palisota lagopus</i> Mildbr.	272	(b) 819; (d) 3227; (b) 3460; (d) 2665; (f) 2386; (b) 711
Commelinaceae	<i>Palisota mannii</i> C.B.Clarke	347	(d) 3633; (b) 3532; (d) 3759
Commelinaceae	<i>Palisota satabiei</i> Brenan	559	(e) 2807; (b) 579; (b) 246; (f) 2102; (f) 2041; (b) 3575; (c) 3091; (b) 3576; (d) 3634; (d) 4138; (b) 3457
Commelinaceae	<i>Stanfheldiella imperforata</i> (C.B.Clarke) Brenan	60	(e) 2757; (e) 2808; (d) 3284; (d) 3794; (b) 20; (a) 1116; (a) 1546
Costaceae	<i>Costus englerianus</i> K.Schum.	101	(f) 2404; (b) 243
Costaceae	<i>Costus phaeotrichus</i> Loes.	585	(c) 3037; (c) 3036; (b) 2479; (b) 204; (b) 565
Costaceae	<i>Costus sp.1</i>	792	(f) 2403
Cyperaceae	<i>Hypolytrum chevalieri</i> Nelmes	949	(b) 3542; (e) 2940; (d) 3317
Cyperaceae	<i>Hypolytrum purpurascens</i> Cherm.	443	(e) 2835; (d) 3974
Cyperaceae	<i>Hypolytrum pynartii</i> (De Wild.) Nelmes	678	(d) 4236

Famille	Espèce	n°Tab	Herbiers
Cyperaceae	<i>cf. Mapania baldwinii</i> Nelmes	527	(d) 3960; (d) 4050
Cyperaceae	<i>Mapania amplivaginata</i> K.Schum.	686	(f) 1934; (d) 4143; (f) 2050; (b) 864; (b) 763; (b) 502; (b) 461
Cyperaceae	<i>Mapania mannii</i> C.B.Clarke	360	(f) 2134; (b) 894; (c) 3154; (d) 3304
Cyperaceae	<i>Mapania pubisquama</i> Cherm.	565	(b) 486; (b) 3461; (b) 458; (b) 753; (f) 2079
Cyperaceae	<i>Mapania soyauxii</i> (Boeck.) H.Pfeiff.	33	(a) 1322; (a) 1161; (f) 2048
Dracaenaceae	<i>Dracaena arborea</i> (Willd.) Link	79	(a) 1632
Dracaenaceae	<i>Dracaena aubryana</i> Brongn. ex C.J.Morren	942	(f) 2008; (f) 2394
Dracaenaceae	<i>Dracaena bicolor</i> Hook.	571	(f) 2013; (c) 3134; (b) 353; (b) 526; (b) 476
Dracaenaceae	<i>Dracaena camerooniana</i> Baker	493	(b) 3560
Dracaenaceae	<i>Dracaena cerasifera</i> Hua	618	(d) 4321
Dracaenaceae	<i>Dracaena laxissima</i> Engl.	844	(f) 1908; (f) 2051
Dracaenaceae	<i>Dracaena phrynoides</i> Hook.	668	(d) 3324; (d) 4208
Dracaenaceae	<i>Dracaena sp.1</i>	965	(b) 3531
Dracaenaceae	<i>Dracaena viridiflora</i> Engl. & Krause	311	(e) 2787
Marantaceae	<i>Africalathea rhizantha</i> (K.Schum.) K.Schum.	934	(f) 1886; (d) 3225; (b) 773
Marantaceae	<i>Ataenidia conferta</i> (Benth.) Milne-Redh.	6	(f) 2408; (a) 1089; (c) 3038; (d) 3673
Marantaceae	<i>Halopegia azurea</i> (K.Schum.) K.Schum.	512	(d) 3674; (d) 4038; (d) 3389; (a) 1561
Marantaceae	<i>Haumania danckelmaniana</i> (J.Braun & K.Schum.) Milne-Redh.	217	(a) 1188; (f) 2106; (b) 165
Marantaceae	<i>cf. Hypselodelphys poggeana</i> (K.Schum.) Milne-Redh.	1005	(d) 3308
Marantaceae	<i>Hypselodelphys scandens</i> Louis & Mullend.	574	(d) 3617; (f) 2002; (f) 2407
Marantaceae	<i>Hypselodelphys zenkeriana</i> (K.Schum.) Milne-Redh.	31	(a) 1113
Marantaceae	<i>aff. Marantochloa monophylla</i> (K.Schum.) D'Orey	517	(d) 4010
Marantaceae	<i>cf. Marantochloa congensis</i> (K.Schum.) J.Léonard & Mullend.	248	(d) 2638
Marantaceae	<i>Marantochloa filipes</i> (Benth.) Hutch.	827	(d) 3952
Marantaceae	<i>Marantochloa monophylla</i> (K.Schum.) D'Orey	564	(d) 3307; (b) 523; (b) 166; (d) 3274; (b) 603
Marantaceae	<i>Megaphrynium macrostachyum</i> (Benth.) Milne-Redh.	927	(b) 845; (b) 294
Marantaceae	<i>Megaphrynium trichogynum</i> Koechlin	373	
Marantaceae	<i>Sarcophrynium brachystachyum</i> (Benth.) K.Schum. var. <i>brachystachyum</i>	7	(a) 1247; (b) 838; (a) 1334; (d) 2570; (d) 3336; (a) 1421; (a) 1357; (a) 1025
Marantaceae	<i>Sarcophrynium prionogonium</i> (K.Schum.) K.Schum. var. <i>prionogonium</i>	744	(f) 2410; (c) 2957; (b) 332; (d) 3178; (b) 578
Orchidaceae	<i>Angraecum eichlerianum</i> Kraenzl. var. <i>curvicalcaratum</i> Szlach. & Olszewski	780	(f) 2009
Orchidaceae	<i>Cheirostylis divina</i> (Guinea) Summerh.	892	(f) 2280; (c) 3153
Orchidaceae	<i>Corymborkis minima</i> P.J.Cribb	992	(d) 4101
Orchidaceae	<i>Diceratosteie gabonensis</i> Summerh.	731	(f) 2127; (d) 3851; (f) 2046; (d) 3282
Orchidaceae	<i>Orestias micrantha</i> Summerh.	307	(e) 2756
Orchidaceae	<i>Phaius mannii</i> Rehb.f.	450	(d) 3316; (b) 3488
Orchidaceae	<i>Polystachya albescens</i> Ridl. subsp. <i>albescens</i>	555	(c) 2956
Orchidaceae	<i>Polystachya ramulosa</i> Lindl.	829	(f) 2434
Orchidaceae	<i>Polystachya rhodoptera</i> Rehb.f.	929	(f) 2138; (b) 624
Orchidaceae	<i>Tridactyle anthomaniaca</i> (Reich. f.) Summerh. subsp. <i>nana</i> Stévant & P.J.Cribb	456	(d) 3796
Orchidaceae	<i>aff. Vanilla chalonii</i> Finet	639	(d) 4349; (b) 3415; (f) 2494
Orchidaceae	<i>aff. Zeuxine gilgiana</i> Kraenzl. & Schltr.	646	(e) 2915; (d) 4357
Orchidaceae	<i>Zeuxine elongata</i> Rolfe	1051	(d) 3181
Orchidaceae	<i>Zeuxine stammleri</i> Schltr.	1044	(d) 3283
Poaceae	<i>Guaduella marantifolia</i> Franch. var. <i>duparqueti</i> Franch.	569	(f) 2103; (d) 3413; (d) 3625; (d) 3276; (f) 2059; (f) 1894; (b) 3475; (b) 3418
Poaceae	<i>Leptaspis zeylanica</i> Nees ex Steud.	8	(e) 2917; (a) 1257; (a) 1043; (a) 1470; (d) 2571; (b) 30; (a) 1471
Poaceae	<i>Microcalamus aspidistrula</i> Stapf	1008	(f) 2108; (d) 3278; (d) 3177; (b) 297; (b) 895; (b) 24
Poaceae	<i>Microcalamus barbinodis</i> Franch.	584	(f) 1764; (b) 755; (b) 585; (f) 2409; (b) 464; (b) 2491; (b) 487; (f) 1933; (d) 4049; (c) 3125
Poaceae	<i>Puelia ciliata</i> Franch.	606	(d) 4204; (b) 586; (d) 4272; (a) 1336; (c) 3041
Poaceae	<i>Puelia schumanniana</i> Pilg.	264	(b) 3529; (c) 3065; (b) 2478; (d) 3399
Poaceae	<i>Setaria sphacelata</i> (Schumach.) M.B.Moss var. <i>sericea</i> (Stapf) Clayton	88	(a) 1049; (a) 1582
Smilacaceae	<i>Smilax anceps</i> Willd.	385	(c) 3135; (e) 2900; (e) 2745; (a) 1278
Zingiberaceae	<i>Aframomum daniellii</i> (Hook.f.) K.Schum.	459	(d) 3385; (e) 2897
Zingiberaceae	<i>cf. Aframomum melegueta</i> K.Schum.	139	(a) 1363
Zingiberaceae	<i>aff. Renealmia cabrae</i> De Wild. & T.Durand	382	(d) 3800; (d) 3384; (d) 2583; (c) 3047; (f) 2161
Zingiberaceae	<i>Renealmia africana</i> (K.Schum.) Benth.	34	(a) 1364; (a) 1472; (a) 1735
Zingiberaceae	<i>Renealmia cincinnata</i> (K.Schum.) Baker	58	(a) 1306; (f) 2054; (f) 2387; (a) 1736; (a) 1076; (b) 727
Zingiberaceae	<i>Renealmia congensis</i> Gagnep.	542	(b) 280,1; (d) 3386; (f) 2080
Zingiberaceae	<i>Renealmia macrocolea</i> K.Schum.	1038	(d) 3640

Annexe 4. Détail des résultats de la DCA de la Fig.38

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues :	0.373	0.195	0.141	0.114	3.838
Lengths of gradient :	2.904	2.066	2.287	2.319	
Cumulative percentage variance of species data :	9.7	14.8	18.5	21.4	
Sum of all eigenvalues					3.838

Annexe 5. Détail des résultats de la DCA de la Fig.39

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues :	0.422	0.250	0.160	0.123	5.215
Lengths of gradient :	3.408	2.355	2.087	1.533	
Cumulative percentage variance of species data :	8.1	12.9	16.0	18.3	
Sum of all eigenvalues					5.215

Annexe 6. Détail des résultats de la DCA de la Fig.40. Les relevés non inclus dans l'analyse sont Litm31, Mal12, Mal13, Mal14, Mcho26, Mcho27, MLit15, MLit16, MLit30, MOR19 et MOR25.

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues :	0.448	0.288	0.223	0.129	4.119
Lengths of gradient :	2.873	2.653	2.187	1.608	
Cumulative percentage variance of species data :	10.9	17.9	23.3	26.4	
Sum of all eigenvalues					4.119

Annexe 7. Détail des résultats de la DCA de la Fig.41. Les relevés non inclus dans l'analyse sont ceux mentionnés en annexe 4 et les Cont1,2,3,4, LitCo33,34,35,36,37.

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues :	0.345	0.221	0.126	0.067	3.055
Lengths of gradient :	2.172	2.318	1.677	1.600	
Cumulative percentage variance of species data :	11.3	18.5	22.7	24.9	
Sum of all eigenvalues					3.055

Annexe 8. Détail des résultats de la DCA de la Fig.42. Les relevés non inclus dans l'analyse sont ceux mentionnés les Cont1,2,3,4, LitCo33,34,35,36,37, Orm17,18,24 et Orb23.

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues :	0.480	0.268	0.184	0.110	4.445
Lengths of gradient :	2.972	2.419	2.205	1.779	
Cumulative percentage variance of species data :	10.8	16.8	21.0	23.4	
Sum of all eigenvalues					4.445

Annexe 9. Détail des résultats de la DCA de la Fig.43. Les relevés non inclus dans l'analyse sont ceux mentionnés les Cont1,2,3,4 et LitCo33,34,35,36,37.

Axes	1	2	3	4	Total inertia
Eigenvalues :	0.435	0.237	0.173	0.154	4.440
Lengths of gradient :	2.888	2.518	1.993	2.130	
Cumulative percentage variance of species data :	9.8	15.1	19.0	22.5	
Sum of all eigenvalues					4.440

n°	Nom scientifique	IV	e.s.	Cont				MontSup		MontTyp			MontInf					LitCotCo		LitCotBas			LitInflBas						LitInflCol			OrInfl			Or								
				4	5	6	7	12	13	14	26	27	15	16	19	25	30	31	36	37	33	34	35	1	11	20	28	29	8	9	10	2	3	21	22	32	17	18	23	24			
182	<i>Aidia micrantha</i>	20	Ad	1																			1	1																			
183	<i>Eribroma oblonga</i>	20	A		1													1										1															
184	<i>Manilkara sp.1</i>	20	Ad	1					1																																		
185	<i>Newtonia grandifolia</i>	20	A	1																		1						1															
186	<i>Omphalocarpum elatum</i>	20	A		1													1										1															
187	<i>Tricalysia anomala var. guineensis</i>	20	Ad	1																																							
188	<i>Turraeanthus africanus</i>	20	A	1																			1																				
189	<i>Bolbitis auriculata</i>	19	H		8																		4			8																	
190	<i>Bertiera laxa</i>	18	ar	1																								1															
191	<i>Duguetia barteri</i>	18	A				1																1				1																
192	<i>Tessmannia anomala</i>	17	A		1				1																																		
193	<i>Pterygota bequaertii</i>	16	A				1																1	1																			
194	<i>Didymosalpinx lanciloba</i>	25	ar		1																																						
195	<i>Erythroxyllum emarginatum</i>	25	ar	1																																							
196	<i>Gardenia sp.1</i>	25	ar				1																																				
197	<i>Mendoncia lindaviana</i>	25	Ad				1																																				
198	<i>Oncoba flagelliflora</i>	25	ar	1																																							
199	<i>Oxyanthus oliganthus</i>	25	ar				1																																				
200	<i>Oxyanthus speciosus subsp. speciosus</i>	25	ar	1																																							
201	<i>Pararistolochia sp.1</i>	25	ar		1																																						
202	<i>Pararistolochia sp.2</i>	25	ar		1																																						
203	<i>Rothmannia longiflora</i>	25	ar				1																																				
204	<i>Rothmannia sp.2</i>	25	ar	1																																							
205	<i>Uvaria sp.1</i>	25	ar				1																																				
Espèces omniprésentes en BGA+BGC																																											
207	<i>Dacryodes edulis</i>	97	A	2	1	1		13	8	13	1	4	4	2	4	4	1	4	8	4	4	2	1	4	1	4	4	4	4	4	4	4	4	2	8	4	4	2	4	1	2	2	2
208	<i>Santiria trimera</i>	97	A	2	1	1	4	13	20	13	20	8	8	8	8	13	1	20	4	20	8	8	8	8	4	4	4	8	20	4	13	20	38	13	13	8	13	13	13	20			
209	<i>Lomariopsis guineensis</i>	86	H	8	4	2	1	4		1	4		4	4				4	8	4	8	2	4	2	8	8	2	8	8	1	4	2	4	4	1	1	8		4	4	4		
210	<i>Lomariopsis hederacea</i>	86	H	4	8	4	8	13	8				4	4	8	1	4	4	2	4	8	4	8	8	4	4	8	8	4	4	8	4	4	8	4	4	4	4	1	2	4	8	
211	<i>Cercestis dinklagei</i>	81	H	1	1	8	4	4	4	2	4		4	4				2	8	4	4	2	8	4	4	1	2		4	4	4	2	4	4	2	4	4	2		2	4		
212	<i>Culcasia sapinii</i>	81	H	4	4	1	2	4	4	4	1	1	1	4	2	1	4	4	8	4	1		8	8	4	4	4	4	4	4	4	1	4	4	1	4	1	8	4	4			
213	<i>Laccosperma secundiflorum</i>	81	ar	1	1	1	1	1	1	2	4		4	2	2				2	2				1	2	4	4	8	4	4	4	4	4	1	2	4	1	1	1	1	4		
214	<i>Strombosia scheffleri</i>	78	A	8	8	8	4	1	4	2	4		1	4	4	4	2		1	8	4	4							4	4	4	4	4	4	1	2	4	4	4	1			
215	<i>Strombosia tetrandra</i>	78	A	2	8	2	4	2	4	4			4	4				2	4	1	8	8	13	8	8	1		4	8	1	2	2	2	2	4	1		8	2				
216	<i>Dialium pachyphyllum</i>	76	A	1	2	1	2	8	2	2			2		8	2		8	4	4				8	4	2		4	1	2	4	1	8	4	8	4	2	2	1				
217	<i>Haumania danckelmaniana</i>	73	H	4	8	8	8						2	4				4	8	2	4			13	8	4	8	4	13	13	1	2	4	4	4	4	13	20	13	13			
218	<i>Polyalthia suaveolens var. suaveolens</i>	73	A	2	8	4	4	1		4									4	2	4	4	4	1		2	4	2	4	4	4	4	4	4	8	1	2	4	4	4	4		
219	<i>Garcinia smeathmannii</i>	68	Ad		1	2				2	63	4	8	4		2	4		1	1	2	13	4		1	8						4	2	1	1	2		2	8	1	2		
220	<i>Ardisia devredii</i>	65	H	1	4	1	4	2	1	1			4	1		4			2		4			1	1	4		2	2	4			1	2		1	4	4	2				
221	<i>Coelocaryon preussii</i>	62	A	1	1	2	1	4		2					1				4	2				4	4	2	8	8	8	13	1	4	1	2	4		1			4			
222	<i>Culcasia barombensis</i>	59	H	1	1	4		4	2	4	4	4	2	1				2	1		8			8	4	13		4					2	2				4	1				
223	<i>Hymenocoleus hirsutus</i>	59	H	1	8			4	4	4			4	4		4	2	4					1	4			2	1	8	4	8		4		4	2	4	4	4				
224	<i>Xylopa staudtii</i>	59	A		1			2	1	1			1	1	4	1	1	1	2		1						1	2	4	1	1		1		4	4	4						
225	<i>Alchornea floribunda</i>	57	ar	2	2	1	2	4	1	4	4							8	1	8	4							4				4	4	8		1	8	8	4	4			

n°	Nom scientifique	IV	e.s.	Cont				MontSup		MontTyp			MontInf					LitCotCo		LitCotBas			LitInflBas						LitInflCol			OrInfl			Or						
				4	5	6	7	12	13	14	26	27	15	16	19	25	30	31	36	37	33	34	35	1	11	20	28	29	8	9	10	2	3	21	22	32	17	18	23	24	
226	<i>Cercestis mirabilis</i>	57	H	2	4	1								1		1	4	8		2	4	4	8		4		2	1		4	4	8	4	2	4	2	4	2	4	2	
227	<i>Carapa procera</i>	54	A	2		2		2		1	4	1		1	1	4	2	2			1							1	2	2				4	2	2	1				
228	<i>Centropilacus glaucinus</i>	54	Ad	8			2	1						1		1			4	4	4			1			2	2	2			1	1	8	4	1	2				
229	<i>Chytranthus angustifolius</i>	54	Ad	1	2									1	2	1		1			1	4	4	4	1		2	1	1	2			1	1	1	2	2				
230	<i>Strombosia pustulata</i>	51	A		2	8		8		1							1	4	13		4	4	1		2	1	1	1			1			4	8	1	2				
231	<i>Laccodiscus klaineanus</i>	49	Ad					1						1	1	4	1			2		2	1				1	2	1					2	1						
232	<i>Asystasia macrophylla</i>	46	ar	2	1			1						1				13	1	1	1		1	4	4			2	1				2	1		4	1	1			
233	<i>Xylopa aethiopica</i>	46	A	2				1						1	1				8	1						2	1	1	1				2	1	1	8	8	1			
234	<i>Culcasia lanceolata</i>	38	H	4				1						1					2	2	8			4		4	4	1					1	8	4		4				
235	<i>Pausinystalia lane-poolei subsp. ituriense</i>	38	A				4		1								1	1		1	2			2		1	1	2			4		2					1			
236	<i>Pausinystalia macroceras</i>	38	A	1	1														1	4		1			1	1	8	4	2		4	1	1								
237	<i>Pterocarpus soyauxii</i>	38	A	1		1			1					2				4				1		1	4		1	2	4	1	2								1		
238	<i>Maesobotrya klaineana</i>	32	Ad	8																1	4		1	1	1	4	1											1			
239	<i>Memecylon laurentii</i>	32	ar		4			1	4				2	4									8	4	1			2	2	1	1										
240	<i>Nauclea diderrichii</i>	30	A		1	1													2				4	1	1	1	1							2	2						
241	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	30	A		1									1					2	2			1	2	1	1	4						1			2					
242	<i>Erythrophleum ivorense</i>	27	A				4										2		1				1		4			1					1		1	1	1				
243	<i>Zanthoxylum heitzii</i>	27	A			1		2									1	2								1	4					1	2	1					2		
Espèces de la variante supérieure des forêts submontagnardes du BGA (fdh + SM), variante à <i>Asplenium variabile</i> var. <i>paucijugum</i> et <i>Sibangea similis</i> (MontSup)																																									
244	<i>aff. Asplenium longicauda</i>	100	H					1	4																																
245	<i>Asplenium variabile</i> var. <i>paucijugum</i>	100	H					8	4																																
246	<i>Begonia anisosepala</i>	100	H					13	13																																
247	<i>cf. Dorstenia tenera</i>	100	H					1	1																																
248	<i>cf. Marantochloa congensis</i>	100	H					8	13																																
249	<i>Pleiocarpa bicarpellata</i>	100	ar					1	1																																
250	<i>Xylopa phloiodora</i>	100	A					1	1																																
251	<i>Chlorophytum alismifolium</i>	94	H					4	1	1												1																			
252	<i>Campylospermum sp.3</i>	93	ar					2	1							1																									
253	<i>Ecpoma hiernianum</i>	91	H					8	1							4																									
254	<i>Ecpoma sp.3</i>	90	H					4	4							4																									
255	<i>Phyllocosmus sp.nov.1</i>	90	Ad					1	1																																
256	<i>Sibangea similis</i>	87	ar					4	1													4	2				2														
257	<i>Grewia coriacea</i>	86	A					2	8					1			1	1					1	1	2			2					1			4					
258	<i>Lovoa trichiloides</i>	84	A				1	4	1													1					1	1	1												
259	<i>Synsepalum sp.2</i>	84	Ad					2	4																									4					4		
260	<i>Cuervea macrophylla</i>	83	ar					1	1	1																1		1													
261	<i>Friesodielsia sp.2</i>	82	A	1				4	1	1											2																				
262	<i>Laccodiscus pseudostipularis</i>	78	A					2	1							1																							1	1	
263	<i>aff. Soyauxia grandifolia</i>	77	A					2	1					1																											
264	<i>Puelia schumanniana</i>	75	H					13	13					4	4	4	8																								
265	<i>Dacryodes klaineana</i>	75	A				4	38	13	13	20					1											1														
266	<i>Jollydora duparquetiana</i>	74	Ad					2	4												1	1																			
267	<i>Drypetes gossweileri</i>	73	A	1				1	2	1																															
268	<i>Chrysophyllum subnudum</i>	70	A					1	4	1																															
269	<i>Dacryodes macrophylla</i>	70	A					8	8	8	1										1	8		1																1	

n°	Nom scientifique	IV	e.s.	Cont				MontSup		MontTyp			MontInf					LitCotCo		LitCotBas			LitInflBas						LitInflCol			OrInfl			Or			
				4	5	6	7	12	13	14	26	27	15	16	19	25	30	31	36	37	33	34	35	1	11	20	28	29	8	9	10	2	3	21	22	32	17	18
931	<i>Scaphopetalum thonneri</i>	73	ar												4								4	13	20	8		8	1		20	38	4	13	8	20	13	
932	<i>Diospyros fragrans</i>	59	Ad																			1	4			1		4	1		4	4	4	4	4	2		
933	<i>Soyauxia talbotii</i>	53	A																			2	4			1	4		1	1		4		1	1			
934	<i>Afrocalathea rhizantha</i>	49	H											2								4				2	8	4	4	8			4	8	8			
935	<i>Diospyros iturensis</i>	46	Ad													2							1			1		2	2	1		1	1	2		2	1	
936	<i>Craterispermum sp.1</i>	45	Ad											2								4	2			4	4		1	1	2		1		4			
937	<i>Calpocalyx dinklagei</i>	45	Ad				1															4	2	2			2	1	2	2	1	1	4			2	1	
938	<i>Canarium schweinfurthii</i>	40	A							1														2	1	1	1				1			2	1	1		
939	<i>Asplenium variabile var. variabile</i>	34	H																				4			1	1	8	2				4			2		
940	<i>Napoleonaea vogelii</i>	31	ar																				4	2					1		4		2	1				
941	<i>Trichoscypha eugong</i>	30	A																				1	1				2		1			4			1		
942	<i>Dracaena aubryana</i>	29	H																				4		1		4				1				2			
943	<i>Desmostachys vogelii</i>	21	Ad																			1						1				1				1	1	
944	<i>Neostenanthera myristicifolia</i>	18	ar																				4								1			1				
945	<i>Stenandrium guineense</i>	12	H																					4													1	
Espèces des forêts sous influence orientale (fdh), communauté à <i>Korupodendron songweanum</i> et <i>Hypolytrum chevalieri</i> (OrInfl)																																						
946	<i>Macaranga spinosa</i>	67	A																													1	1					
947	<i>Quassia africana</i>	61	ar																				1		2			1					4	8				
948	<i>Trichoscypha sp.nov.1</i>	61	A																					1							1	2						
949	<i>Hypolytrum chevalieri</i>	53	H											1																	1	1						
950	<i>Drypetes molunduana</i>	47	Ad																					4	1					1	1	2						
951	<i>Ptychopetalum petiolatum</i>	44	Ad																										1			8	4		2			
952	<i>Olax mannii</i>	37	ar		1				1	1	13													1	4	1			1		2	8	1					
953	<i>Korupodendron songweanum</i>	37	A																				1			4		2	4		4	4					1	
954	<i>Azelia pachyloba</i>	33	A																												1							
955	<i>Begonia susaniae</i>	33	H																												1							
956	<i>Bertiera sp.3</i>	33	ar																															4				
957	<i>Calpocalyx klainei</i>	33	ar																														8					
958	<i>Campylospermum sp.1</i>	33	ar																														1					
959	<i>cf. Warneckea fosteri</i>	33	Ad																											1								
960	<i>Ctenitis securidiformis var. securidiformis</i>	33	H																														8					
961	<i>Deinbollia sp.1</i>	33	ar																													1						
962	<i>Diospyros sp.nov.2</i>	33	Ad																											1								
963	<i>Dorstenia dinklagei var. dinklagei</i>	33	H																														2					
964	<i>Dorstenia kameruniana</i>	33	H																												1							
965	<i>Dracaena sp.1</i>	33	H																											1								
966	<i>Hymenocoleus scaphus</i>	33	H																												2							
967	<i>Maesobotrya barteri subsp. barteri var. barteri</i>	33	Ad																											1								
968	<i>Odoniodendron micranthum</i>	33	Ad																													4						
969	<i>Omphalocarpum sp.1</i>	33	A																											1								
970	<i>Selaginella mollicepe</i>	33	H																														4					
971	<i>Tetraberlinia moreliana</i>	33	Ad																														2					
972	<i>Trichomanes ballardianum</i>	33	H																														4					

Annexe 11. Principaux groupes écologiques reconnaissables parmi les espèces de nos relevés.

On constate que certaines espèces peuvent être classées dans plusieurs groupes selon qu'on insiste sur l'un ou l'autre aspect : *Newtonia duparquetiana*, par exemple, peut être vue comme une espèce typique des forêts denses hyperhumides du littoral guinéen (GLit), si on veut mettre l'accent sur son étendue guinéenne, ou bien comme une espèce de forêt hyperhumide en général et transgressive en forêt submontagnarde, si on préfère mettre l'accent sur la fréquente transgression de cette espèce en altitude.

La position de l'espèce dans le tableau de l'annexe 10 et dans le *Tab.32* (n°) est mentionnée ici dans la colonne "n°".

T.S.-type de support colonisable, e.s.-ensemble structural, T.P.-type phytogéographique, d°e-d° d'endémisme, Etage-préférence altitudinale, Hydro-préférence hydromorphe, Tmt-tempérament, d°f-d° de fidélité, vers-transgressions vers d'autres habitats ou pas; la valeur indicatrice de l'espèce est indiquée (IV) pour un groupe donné (Gr.) à niveau donné de la classification hiérarchique (Niv.) (cf. Fig.45)

	Espèces	T.S.	e.s.	Niv.	Gr.	IV	T.P.	d°e	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers
	Groupes écologiques à caractère macroclimatique												
	1.1. Groupe des espèces des forêts denses hyperhumides (fdhh)												
n°	1.1.1. Groupe des espèces des fdhh du domaine bas-guinéen (=BGALit)												
676	<i>aff. Palisota satabiei</i>	G	H	6	5	100	BGALit	eLoc	bm	dr+val	Sé		
704	<i>Allophyllus ngounyensis</i>	G	ar	6	5	33	BGALit	eLoc	bm	val	Sé	eLoc	
670	<i>Anthoantha stipulacea</i>	G	Ad	5	4	40	BGALit	eMoy	bm	riv	Sé	eMoy	
671	<i>Ardisia mayumbensis</i>	G	ar	5	4	40	BGALit	eMoy	bm	val	Sé	Marg	Zonal
305	<i>Ardisia sadebeckiana</i>	G	H	4	2	46	BGALit	Marg	bm	mar	Sé	eMoy	
589	<i>Baphia leptostenma</i>	G	Ad	2	2	21	BGALit	eMoy	bm	dr	Sé	Tran	Riv
842	<i>Begonia mbanangensis</i>	G	H	8	7	40	BGALit	Marg	bm	dr+val	Sé		
677	<i>Calpocalyx heitzii</i>	G	A	6	5	100	BGALit	eGlo	bm	dr	Sé	eGlo	
957	<i>Calpocalyx klainei</i>	G	Ad	9	8	33	BGALit	eGlo	bm		Sé		
789	<i>Cola ficifolia</i>	G	Ad	10	7	14	BGALit	eGlo	bm	dr+val	Sé	Marg	Zonal
635	<i>Cola lepidota</i>	G	Ad	6	4	45	BGALit	eMoy	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal
688	<i>Culcasia sp.nov.1</i>	G	H	6	5	67	BGALit	eLoc	bm	dr	Sé	eLoc	
640	<i>Dacryodes normandii</i>	G	A	6	4	40	BGALit	Marg	bm		Sé		
729	<i>Dactyladenia icondere</i>	G	A	6	5	18	BGALit	Marg	bm				
614	<i>Daniellia soyauxii var. soyauxii</i>	G	A	6	4	50	BGALit	Marg	bm	dr	Sé	eLoc	
793	<i>Delpydera macrophylla</i>	G	ar	10	7	14	BGALit	eLoc	bm	val+riv	Sé	Marg	Zonal
16	<i>Desbordesia glaucescens</i>	G	A	2	1	88	BGALit	Tran	bm	dr	Sé	Tran	Riv
794	<i>Dichapetalum rudatisii</i>	G	ar	10	7	14	BGALit	eMoy	bm		Sé		
529	<i>Diospyros melocarpa</i>	G	Ad	7	4	17	BGALit	Tran	bm	dr	Sé	Tran	Riv
645	<i>Diospyros preussii</i>	G	Ad	6	4	37	BGALit	eGlo	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal
616	<i>Diospyros pseudomespilus subsp. pseudomespilus</i>	G	Ad	6	4	50	BGALit	Marg	bm		Sé		
689	<i>Diospyros simulans</i>	G	Ad	6	5	67	BGALit	Tran	bm	dr	Sé	Tran	Riv
654	<i>Diospyros soyauxii</i>	G	A	6	4	50	BGALit	eLoc	bm	dr	Sé	eLoc	
658	<i>Diospyros zenkeri</i>	G	Ad	5	4	80	BGALit	Tran	bm	dr	Sé	Tran	Riv
834	<i>Dorstenia mannii var. mannii</i>	G	H	8	7	70	BGALit	eMoy	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
707	<i>Dorstenia poinsettifolia var. angusta</i>	G	H	6	5	33	BGALit	eMoy	bm	val+riv	Sé	Marg	Zonal
895	<i>Eugenia klaineana</i>	G	ar	10	8	33	BGALit	eMoy	bm		Sé	eLoc	
837	<i>Garcinia sp.nov.1</i>	G	ar	8	7	50	BGALit	eLoc	bm	val	Sé	Marg	Zonal
620	<i>Gilbertiodendron klainei</i>	G	A	6	4	50	BGALit	Marg	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
863	<i>Isomacrobium conchyliophorum</i>	G	Ad	10	8	88	BGALit	Marg	bm	val	Sé	eMoy	
452	<i>Lecomtedoxa sp.1</i>	G	ar	7	3	33	BGALit	eGlo					
826	<i>Leptonychia tessmannii</i>	G	ar	10	7	14	BGALit	eLoc	bm	val	Sé	eLoc	
679	<i>Maesobotrya longipes</i>	G	Ad	6	5	97	BGALit	eLoc	bm	dr+val	Sé		
926	<i>Maesobotrya pauciflora</i>	G	ar	10	8	33	BGALit	Sat	bm		Sé		
593	<i>Memecylon virescens</i>	G	ar	6	4	100	BGALit	eMoy	bm	dr	Sé	Tran	Riv
642	<i>Microdesmis camerunensis</i>	G	Ad	6	4	40	BGALit	eMoy	bm	dr	Sé	eLoc	
711	<i>Mostuea neurocarpa</i>	G	H	6	5	33	BGALit	eMoy	bm		Sé		
659	<i>Napoleonaea gabonensis</i>	G	Ad	5	4	80	BGALit	eMoy	bm	dr	Sé	Marg	Riv
690	<i>Nephtytis poissonii var. poissonii</i>	G	H	6	5	67	BGALit	Marg	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
715	<i>Newtonia griffoniana</i>	G	A	6	5	28	BGALit	eMoy	bm		Sé		
693	<i>Pauridiantha floribunda</i>	G	ar	6	5	61	BGALit	Marg	bm	dr	Sé	eLoc	
724	<i>Pavetta camerounensis subsp. camerounensis</i>	G	ar	6	5	25	BGALit	eMoy	bm		Sé		
691	<i>Phyllobotryon spathulatum</i>	G	ar	6	5	67	BGALit	eMoy	bm	dr+val	Sé	Tran	Riv
270	<i>Polyceratocarpus microtrichus</i>	G	Ad	4	2	69	BGALit	Tran	bm		Sé	Tran	
769	<i>Reissantia sp.nov.1</i>	G	ar	10	7	29	BGALit	eLoc	bm	val	Sé	eLoc	
732	<i>Rinorea caudata</i>	G	ar	6	5	33	BGALit	eLoc	bm	dr	Sé		
770	<i>Scaphopetalum longipedunculatum</i>	G	ar	10	7	29	BGALit	eLoc	bm	val	Sé	eLoc	
737	<i>Scytopetalum klaineinum</i>	G	A	3	3	67	BGALit	Marg	bm	val	Sé	Marg	Zonal
902	<i>Strychnos gnetifolia</i>	G	A	10	8	33	BGALit	eMoy	bm	dr	Sé	eLoc	
634	<i>Tapura africana</i>	G	A	6	4	45	BGALit	Marg	bm	dr	Sé	Sat	Riv
820	<i>Tricalysia sp.nov.1</i>	G	ar	10	7	14	BGALit	eLoc	bm	val	Sé	eLoc	
	1.1.2. Groupe des espèces des fdhh des domaines haut et bas-guinéen (=GLit)												
692	<i>Alsodeiopsis staudtii</i>	G	ar	6	5	64	GLit	eMoy			Sé		
647	<i>Buchholzia coriacea</i>	G	Ad	6	4	34	GLit	Marg	bm		Sé		
922	<i>Campylopermum duparquetianum</i>	G	ar	10	8	17	GLit	eGlo	bm		Sé	Sat	Altit.
649	<i>Cyrtogonone argentea</i>	G	A	6	4	32	GLit	Tran	bm	dr	Sé	Tran	Sec
727	<i>Diospyros kamerunensis</i>	G	Ad	6	5	22	GLit	Marg	bm		Sé		
618	<i>Dracaena cerasifera</i>	G	H	6	4	50	GLit	Marg	bm	dr	Sé	eGlo	
668	<i>Dracaena phrynioides</i>	G	H	5	4	42	GLit	Marg	bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.
621	<i>Gluema ivorensis</i>	G	Ad	6	4	50	GLit	eGlo	bm	val-mar	Sé		
321	<i>Newtonia duparquetiana</i>	G	A	4	2	42	GLit	eMoy	bm	val+riv	Sé	Sat	Altit.
663	<i>Phyllocosmus sessiliflorus</i>	G	A	5	4	51	GLit	Tran	bm	dr	Sé	Tran	Altit.
661	<i>Sacoglottis gabonensis</i>	G	A	5	4	60	GLit	Tran	bm	dr	Sé	Tran	Riv

	Espèces	T.S.	e.s.	Niv.	Gr.	IV	T.P.	d'e	Etage	Hydro	Tmt	d'f	vers
662	<i>Soyauxia grandifolia</i>	G	A	5	4	60	GLit	eGlo	bm	dr	Sé	Sat	Riv
503	<i>Amanoa strobilacea</i>	G	Ad	7	4	31	GLit	eGlo	bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.
1.1.3. Groupe des espèces des fdhh transgressives en altitude													
487	<i>Berlinia congolensis</i>	G	A	7	4	49	BGALit	eGlo	bm+sm	val-mar	Sé	Sat	Altit.
884	<i>Cola argentea</i>	G	Ad	10	8	39	BGALit	eLoc	bm	dr	Sé	Sat	Altit.
685	<i>Cola duparquetiana</i>	G	Ad	6	5	70	BGALit	Sat	bm	val	Sé	Sat	Altit.
601	<i>Cuviera letestui</i>	G	A	6	4	78	BGALit	eMoy	bm	dr	Sé	Sat	Altit.
697	<i>Dactyladenia laevis</i>	G	A	6	5	48	BGALit	Marg	bm		Sé	Sat	Altit.
847	<i>Diospyros cinnabarina</i>	G	Ad	8	7	39	BGALit	Marg	bm	dr+val	Sé	Sat	Altit.
587	<i>Englerophytum stelechanthum</i>	G	Ad	2	2	24	BGALit	eGlo	bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.
873	<i>Memecylon aequiduanum</i>	G	ar	10	8	55	BGALit	eLoc	bm	dr	Sé	Sat	Altit.
650	<i>Petitiocodon parviflorum</i>	G	ar	6	4	32	BGALit	eLoc	bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.
430	<i>Trichoscypha imbricata</i>	G	Ad	7	3	33	BGALit	eLoc	bm+sm		Sé	Sat	Altit.
719	<i>Vepris soyauxii</i>	G	A	6	5	28	BGALit	eMoy	bm	dr+val	Sé	Tran	Altit.
549	<i>Zeyherella mayumbensis</i>	G	Ad	7	4	17	BGALit	eMoy	bm	riv+all	Sé	Sat	Altit.
1.2. Groupe des espèces des forêts denses humides non hyperhumides (fdh)													
1003	<i>Begonia sp. nov. 1</i>	G	H	9	9	50	BGAOr	eLoc	bm	dr	Sé	eLoc	
996	<i>Engomegoma gordonii</i>	G	A	9	9	82	BGAOr	eGlo	bm	dr	Sé	Marg	Altit.
1007	<i>Hymenostegia felicis</i>	G	A	9	9	50	BGAOr	Marg	bm	dr	Sé	eMoy	
550	<i>Marquesia excelsa</i>	G	A	7	4	14	BGAOr	eLoc	bm+sm	dr	Sé	eLoc	
312	<i>Plagiosiphon gabonensis</i>	G	A	4	2	45	BGAOr	eMoy	bm+sm	dr	Sé		
921	<i>Pouchetia africana var. aequatorialis</i>	G	ar	10	8	19	BGAOr	eMoy		dr	Sé		
1011	<i>Sindoropsis le-testui</i>	G	A	9	9	50	BGAOr	Marg	bm	dr	Sé	eMoy	
1043	<i>Warneckea cauliflora</i>	G	ar	9	9	25	BGAOr	eLoc	bm	dr	Sé	eLoc	
1. Groupe des espèces des forêts denses humides et hyperhumides (fdh + fdhh = fdh au sens large)													
567	<i>Anisophyllea myriostriata</i>	G	A	2	2	55	BGA	eGlo	bm+sm	dr	Sé		
557	<i>Anisophyllea purpurascens</i>	G	Ad	2	2	82	BGA	eMoy	bm+sm		Sé		
1027	<i>Anthonotha isopetala</i>	G	Ad	9	9	25	BGA	eLoc	bm	dr	Sé		
506	<i>Bikinia le-testui subsp. le-testui</i>	G	A	7	4	29	BGA	eMoy	bm	dr	Sé		
872	<i>Bikinia pellegrinii</i>	G	A	10	8	55	BGA	eMoy	bm	dr	Sé	eMoy	
855	<i>Calpocalyx ngouniensis</i>	G	Ad	8	7	20	BGA	eMoy	bm	dr	Sé		
1031	<i>Copaifera religiosa</i>	G	A	9	9	25	BGA	eMoy	bm	dr	Sé	eMoy	
636	<i>Dialium bipindensis</i>	G	A	6	4	45	BGA	eMoy	bm	dr	Sé		
740	<i>Diogoia zenkeri</i>	G	A	3	3	52	BGA	eGlo	bm	dr	Sé		
741	<i>Diospyros obliquifolia</i>	G	Ad	3	3	52	BGA	eGlo	bm	dr	Sé	Sat	Altit.
962	<i>Diospyros sp. nov. 2</i>	G	Ad	9	8	33	BGA	eLoc	bm	dr	Sé		
708	<i>Duguetia confinis</i>	G	A	6	5	33	BGA	eMoy	bm	dr	Sé		
648	<i>Guibourtia tessmannii</i>	G	A	6	4	34	BGA	eMoy	bm	dr	Sé	eLoc	
874	<i>Oubangia laurifolia</i>	G	A	10	8	54	BGA	eMoy	bm	dr	Sé		
623	<i>Paropsia gabonica</i>	G	ar	6	4	50	BGA	eLoc	bm	dr	Sé	eLoc	
673	<i>Pausinystalia johimbe</i>	G	Ad	5	4	34	BGA	Sat	bm	dr	Sé	eLoc	
951	<i>Ptychopetalum petiolatum</i>	G	Ad	9	8	44	BGA	eMoy	bm	dr	Sé	eMoy	
736	<i>Scaphopetalum blackii</i>	G	Ad	3	3	70	BGA	eGlo	bm	dr+val	Sé	eGlo	
933	<i>Soyauxia talbotii</i>	G	A	5	5	53	BGA	eMoy	bm	dr+val	Sé		
293	<i>Synsepalum fleuryanum</i>	G	Ad	4	2	50	BGA	eLoc					
2. Groupe des espèces des forêts denses humides à tendance semi-décidue (fdhs): forêts dites "à caractère continental"													
9	<i>Belonophora coriacea</i>	G	ar	2	1	94	BGC	Marg					
96	<i>Leptactina arnoldiana</i>	G	ar	2	1	47	BGC	Marg	bm		Pi		
157	<i>Memecylon arcuato-marginatum</i>	G	ar	2	1	25	BGC	eLoc	bm				
187	<i>Tricalysia anomala var. guineensis</i>	G	Ad	2	1	20	BGC	Sat	bm				
171	<i>Zanthoxylum buesgenii</i>	G	H	2	1	25	BGC	eMoy					
3. Groupe des espèces des forêts denses humides semi-décidues (fdhds), souvent transgressives en forêts sempervirentes													
173	<i>Albizia ferruginea</i>	G	A	2	1	22	GCp	Tran	bm		Cid	Tran	Sec
779	<i>Allophylus africanus</i>	G	ar	10	7	14	GCp	Larg					
138	<i>Celtis mildbraedii</i>	G	A	2	1	25	GCp	eGlo	bm	dr	Sé		
437	<i>Chrysophyllum perpulchrum</i>	G	A	7	3	29	GCp	Tran	bm+sm		Sé	Tran	Sec
329	<i>Cola altissima</i>	G	A	4	2	40	GCp	Tran	bm+sm	dr	Cid	Sat	Altit.
145	<i>Desplatsia chrysochlamys</i>	G	ar	2	1	25	GCp	Tran	bm+sm	val+riv	Sé	Tran	Sec
146	<i>Diospyros monbutensis</i>	G	Ad	2	1	25	GCp	Marg			Sé	Sat	Sec
81	<i>Entandrophragma candollei</i>	G	A	2	1	50	GCp	eGlo	bm	dr	Cid	Tran	Sec
183	<i>Eribroma oblonga</i>	G	A	2	1	20	GCp	Tran	bm		Sé	Tran	Sec
148	<i>Erythrina excelsa</i>	G	A	2	1	25	GCp	Tran	bm			Tran	Sec
85	<i>Irvingia wombulu</i>	G	A	2	1	50	GCp	Marg	bm+sm	val-mar	Sé	Tran	Sec
86	<i>Lecaniodiscus cupanioides</i>	G	A	2	1	50	GCp	Tran			Cid		
97	<i>Milicia excelsa</i>	G	A	2	1	47	GCp	Tran	bm		Cid	Tran	Sec
765	<i>Parkia filicoidea</i>	G	A	10	7	29	GCp	Tran	bm	dr	Sé	Tran	Sec
120	<i>Phyllocosmus africanus</i>	G	A	2	1	37	PRA	Larg	bm	riv+all	Sé	Tran	Sec
193	<i>Pterygota bequaertii</i>	G	A	2	1	16	GCp	Tran	bm		Sé	Sat	Sec
753	<i>Pycnanthus angolensis</i>	G	A	10	7	66	PRA	Larg	bm	val-mar	Cid	Tran	Sec
358	<i>Rinorea batesii</i>	G	Ad	4	2	31	GCp	Sat	bm			Sat	Sec
35	<i>Rinorea oblongifolia</i>	G	ar	2	1	75	GCp	Tran	bm	riv+all	Cid	Tran	Sec
4	<i>Sorindeia grandifolia</i>	G	A	2	1	100	GCp	Tran	bm+sm	riv	Cid	Marg	Sec
89	<i>Sterculia tragacantha</i>	G	A	2	1	50	PRA	Larg	bm+sm	riv+all	Cid	Tran	Riv+Sec
178	<i>Strychnos phaeotricha</i>	G	ar	2	1	22	GCp	Tran	bm	riv	Pi	Tran	Sec
179	<i>Tetrapleura tetraptera</i>	G	A	2	1	22	PRA	Larg	bm		Cid	Marg	Zonal
233	<i>Xylopia aethiopica</i>	G	A	1	1	46	PRA	Larg	bm+sm	riv	Cid	Marg	
180	<i>Zanthoxylum gillettii</i>	G	A	2	1	22	PRA	Larg	bm		Cid	Tran	Sec
Groupes écologiques à caractère microclimatique ou azonal													
4. Groupe des espèces des étages d'altitude													
4.1. Groupe des espèces de l'étage submontagnard													

	Espèces	T.S.	e.s.	Niv.	Gr.	IV	T.P.	d'e	Etage	Hydro	Tmt	d'f	vers
514	<i>Achyrospermum sp.nov.1</i>	G	H	7	4	17	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	eLoc	
244	<i>aff. Asplenium longicauda</i>	P	H	4	2	100			sm		Sé	eLoc	
494	<i>aff. Begonia clypeifolia</i>	G	H	7	4	33	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	eLoc	
479	<i>aff. Hymenostegia normandii</i>	G	A	7	4	67	BGA	eMoy	sm	dr	Sé	eLoc	
381	<i>aff. Maesobotrya bipindensis</i>	G	ar	3	2	73	BG	eMoy	sm	dr	Sé	eLoc	
350	<i>aff. Microdesmis klainei</i>	G	Ad	4	2	33	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	eLoc	
382	<i>aff. Renealmia cabrae</i>	G	H	3	2	73			sm				
263	<i>aff. Soyauxia grandifolia</i>	G	A	4	2	77	BGA	eMoy	sm	dr	Sé	eGlo	
418	<i>Allanblackia gabonensis</i>	G	A	7	3	44	BG	eMoy	sm	dr	Sé	Rel	Riv
389	<i>Allophylus lastoursvillensis</i>	G	Ad	3	2	55	CG	eMoy	sm	dr	Sé		
519	<i>Anisophyllea polyneura</i>	G	A	7	4	17	CG	eMoy	sm		Cid	Sat	Sec
465	<i>Anisophyllea sororia</i>	G	A	4	3	44	BGA	Marg	sm	dr	Sé	Sat	Riv
488	<i>Anisophyllea sp.1</i>	G	A	7	4	49	BGA	eMoy	sm	dr	Cid	Sat	Sec
423	<i>Anisosepalum albobolaceum subsp. gracilis</i>	P	H	7	3	33	BGA	eMoy	sm	dr	Sé	Sat	Riv
495	<i>Anthocleista sp.nov.1</i>	G	A	7	4	33	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	eLoc	
410	<i>Ardisia ebolowensis</i>	G	H	7	3	61	BG	eLoc	sm	dr	Sé	Tran	Riv
310	<i>Asplenium dregeanum</i>	P	H	4	2	45	GC	Marg	sm	dr	Sé	Marg	
341	<i>Asplenium staudtii</i>	P	H	4	2	35	BG	Marg	sm		Sé	Marg	Riv+Sec
245	<i>Asplenium variabile var. paucijugum</i>	P	H	4	2	100	AM	Larg	sm		Sé	Sat	Riv+Sec
406	<i>Barteria solida</i>	G	Ad	7	3	71	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	eLoc	
462	<i>Begonia clypeifolia</i>	G	H	4	3	44	BG	Sat	bm+sm	dr	Sé	Larg	
435	<i>Brachystephanus jaundensis</i>	P	H	7	3	30	BG	eMoy	sm	val	Sé	Sat	Riv+Sec
315	<i>Camptopus letestui</i>	G	ar	4	2	44			sm	dr	Sé	Tran	Riv
252	<i>Campylospermum sp.3</i>	G	ar	4	2	93			sm	dr	Sé	eGlo	
285	<i>Cola mayimbensis</i>	G	ar	4	2	50	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	eLoc	
824	<i>Crossandrella cristalensis</i>	G	H	10	7	14	BGA	eLoc	sm	val	Sé	Sat	Riv
396	<i>Crotonogyne manniana subsp. manniana</i>	G	Ad	3	2	42	G	eGlo	sm	dr	Sé	Tran	Riv
496	<i>Ctenopteris zenkeri</i>	P	H	7	4	33	AM	Larg	sm		Sé	eGlo	
273	<i>Culcasia loukandensis</i>	G	H	4	2	65	BG	eMoy	sm	dr	Sé	Marg	Zonal
413	<i>Dacryodes heterotricha</i>	G	A	7	3	54	BGA	eMoy	bm+sm	riv	Sé	Tran	Altit.
417	<i>Dacryodes letestui</i>	G	A	7	3	51	BG	eMoy	sm	dr	Sé	Marg	Zonal
287	<i>Dichapetalum montanum</i>	G	ar	4	2	50	BGA	eMoy	sm	dr	Sé	eMoy	
300	<i>Dischistocalyx minima</i>	P	H	4	2	48	BGA	eLoc	sm		Sé	Sat	Riv
311	<i>Dracaena viridiflora</i>	G	H	4	2	45	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	Tran	Riv
414	<i>Exellia scammopetala</i>	G	ar	7	3	53	CG	eMoy	sm	dr	Sé		
388	<i>Gaertnera paniculata</i>	G	A	3	2	59	GC	Marg	sm	dr	Sé	Tran	Riv
405	<i>Garcinia conrauana</i>	G	A	7	3	85	BGA	eGlo	sm	dr	Sé	Tran	Riv
463	<i>Globulostylis talbotii</i>	G	ar	4	3	44	BGA	eLoc	sm	dr	Sé		
470	<i>Grammitis nigrocincta</i>	P	H	4	3	33	AM	Larg	sm		Sé	eMoy	
533	<i>Hymenophyllum splendidum</i>	P	H	7	4	17	AM	Larg	sm	dr	Sé	Sat	Riv
461	<i>Hymenophyllum triangulare</i>	P	H	4	3	56	BGA	eMoy	sm	dr	Sé	eGlo	
352	<i>Ixora aneimenodesma subsp. aneimenodesma</i>	G	ar	4	2	33	BGA	eMoy	sm	dr	Sé	Sat	Riv
372	<i>Justicia tristis</i>	G	ar	4	2	50	BGA	eMoy	sm		Sé	Sat	Riv
953	<i>Korupodendron songweanum</i>	G	A	9	8	37	BGALit	eLoc	sm	dr	Sé	Marg	Zonal
393	<i>Leonardoxa africana subsp. gracilicaulis</i>	G	A	3	2	50	BGA	eMoy	sm	dr	Sé	eGlo	
1036	<i>Letestua durissima</i>	G	A	9	9	25	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	Marg	Zonal
480	<i>Magnistipula conrauana</i>	G	A	7	4	67	BGA	eMoy	sm	dr	Sé	Sat	Riv
398	<i>Memeclon sp.nov.1</i>	G	Ad	3	2	36	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	eLoc	
500	<i>Napoleonaea talbotii</i>	G	Ad	7	4	31	BGA	eMoy	sm	dr	Sé	eMoy	
457	<i>Newtonia duncanthomasii</i>	G	A	4	3	78	BGA	eMoy	sm	dr	Sé	eGlo	
271	<i>Octoknema sp.1</i>	G	A	4	2	69	BGA	eMoy	sm	dr	Sé	eMoy	
307	<i>Orestias micrantha</i>	G	H	4	2	46	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	eMoy	
347	<i>Palisota mannii</i>	G	H	4	2	34	CG	eMoy	sm		Sé	Tran	Riv
322	<i>Pauridiantha mayumbensis</i>	G	ar	4	2	42	BGA	eMoy	sm	dr		Tran	Riv+Sec
538	<i>Pauridiantha micrantha</i>	G	ar	7	4	17	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	Marg	Zonal
355	<i>Pauridiantha venusta</i>	G	ar	4	2	32	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	eMoy	
235	<i>Pausinystalia lane-poolae subsp. ituriense</i>	G	A	1	1	38	CG	eMoy	sm	dr	Sé	Tran	Zonal
436	<i>Pavetta urophylla subsp. bosii</i>	G	ar	7	3	30	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	eLoc	
483	<i>Pellegriniodendron sp.nov.1</i>	G	A	7	4	50	G	eMoy	sm	dr	Sé	eMoy	
484	<i>Pentadesma grandifolia</i>	G	A	7	4	50	BGA	Marg	sm	dr	Sé	eGlo	
450	<i>Phaius mannii</i>	G	H	7	3	20	CG	eMoy	sm	dr	Sé	Sat	Riv
255	<i>Phyllocosmus sp.nov.1</i>	G	Ad	4	2	90	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	eLoc	
477	<i>Physacanthus nematosiphon</i>	G	H	7	4	85	G	eMoy	sm	dr	Sé	eMoy	
249	<i>Pleiocarpa bicarpellata</i>	G	ar	4	2	100	BG	eMoy	sm	dr	Sé	Marg	Zonal
501	<i>Poecilocalyx crystallinus</i>	G	ar	7	4	31	BGA	eMoy	sm	dr	Sé	Marg	Zonal
555	<i>Polystachya albescens subsp. albescens</i>	P	H	7	4	17	BGA	eMoy	sm	dr	Sé	eGlo	
491	<i>Protomegalaria meiocarpa</i>	G	A	7	4	47	CG	eLoc	sm	dr	Sé	Tran	Riv
280	<i>Protomegalaria stapfiana</i>	G	A	4	2	53	GLit	Sat	sm	dr	Sé	Tran	Riv
591	<i>Psychotria sp.7</i>	G	H	2	2	21			sm	dr	Sé	Sat	Riv
485	<i>Rhaptopetalum depressum</i>	G	Ad	7	4	50	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	eMoy	
643	<i>Rinorea keayii</i>	G	Ad	6	4	40	BG	eMoy	sm	dr	Sé	Rel	Zonal
400	<i>Rinorea subsessilis</i>	G	Ad	3	2	31	CG	eMoy	sm			Rel	Zonal
625	<i>Rothmannia urcelliformis</i>	G	Ad	6	4	50	PRA	Larg	sm				
256	<i>Sibangea similis</i>	G	ar	4	2	87	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	Sat	Riv
428	<i>Sorindeia oxyandra</i>	G	ar	7	3	33	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	Marg	Riv
401	<i>Stelechantha cauliflora</i>	G	ar	3	2	27	BG	eMoy	sm	dr	Sé	eMoy	
214	<i>Strombosia scheffleri</i>	G	A	1	1	78	CG	eGlo	sm	dr	Sé	Tran	Riv
404	<i>Synsepalum cerasiferum</i>	G	A	7	3	95	PRA	Larg	sm	dr	Sé	Tran	Riv
474	<i>Synsepalum gabonense</i>	G	ar	4	3	22	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	eLoc	
1013	<i>Tricalysia achoundongiana</i>	G	ar	9	9	50	BGA	eLoc	sm	val	Sé	Tran	Riv
368	<i>Tricalysia gossweileri</i>	G	Ad	4	2	26	BG	eMoy	sm	dr	Sé	Rel	Zonal
546	<i>Trichomanes borbonicum</i>	P	H	7	4	17	AM	Larg	sm	dr	Sé	eMoy	
390	<i>Trichomanes crispiforme</i>	P	H	3	2	55	GC	eMoy	sm	dr	Sé	Sat	Riv

	Espèces	T.S.	e.s.	Niv.	Gr.	IV	T.P.	d'e	Etage	Hydro	Tmt	d'f	vers
380	<i>Trichomanes cupressoides</i>	P	H	3	2	73	AM	Larg	sm	dr	Sé	Tran	Riv
294	<i>Trichoscypha reyaertii</i>	G	Ad	4	2	50	CG	eLoc	sm	dr	Sé	eLoc	
456	<i>Tridactyle anthomaniaca subsp. nana</i>	P	H	7	3	33	BGA	eLoc	sm	dr	Sé	eLoc	
340	<i>Uapaca staudtii</i>	G	A	4	2	35	BG	eMoy	sm	dr+val	Sé	Tran	Zonal
343	<i>Uvaria latoursvillensis</i>	G	ar	4	2	35	BG	eLoc	sm	dr	Sé	eLoc	
475	<i>Uvaria ngouyensis</i>	G	ar	4	3	22	BG	eMoy	sm	dr	Sé	Tran	Riv
486	<i>Uvariopsis sp.1</i>	G	Ad	7	4	50			sm	dr	Sé	eLoc	
464	<i>Vitex lehmbachii</i>	G	Ad	4	3	44	BGA	eMoy	sm	dr	Sé	eMoy	
384	<i>Warneckea sp.1</i>	G	A	3	2	70			sm	dr	Sé		
4.2.Groupe des espèces de l'étage submontagnard et montagnard inférieur													
522	<i>Arthropteris monocarpa</i>	P	H	7	4	17	AM	Larg	sm+mi	dr	Sé	Sat	Riv
498	<i>Elaphoglossum chevalieri</i>	P	H	7	4	33	GC	eMoy	sm+mi		Sé	eLoc	
407	<i>Lonchitis tisserantii</i>	G	H	7	3	67	BGA	eMoy	sm+mi	dr	Sé	eMoy	
324	<i>Marattia fraxinea</i>	P	H	4	2	42	AM	Larg	sm+mi		Sé	Tran	Riv
42	<i>Parinari excelsa</i>	G	A	2	1	73	GC	eGlo	sm+mi	dr	Sé	Tran	Riv
811	<i>Peddiea fischeri</i>	G	ar	10	7	14	PRA	Larg	sm+mi	dr	Sé	Tran	Riv
377	<i>Syzygium staudtii</i>	G	A	3	2	88	GC	eGlo	sm+mi	dr	Sé	Tran	Riv
4.3.Groupe des espèces à large amplitude des étages submontagnard et montagnards													
219	<i>Garcinia smeathmannii</i>	G	Ad	1	1	68	PRA	Larg	Larg	val+riv	Sé	Tran	Altit.
532	<i>Harungana madagascariensis</i>	G	A	7	4	17	AM	Larg	Larg		Pi	Tran	Riv+Sec
448	<i>Lonchitis gracilis</i>	G	H	7	3	22	BGA	eMoy	Larg	dr	Sé	Sat	Riv
100	<i>Myrianthus arboreus</i>	G	A	2	1	46	PRA	Larg	Larg	val-mar	Cid	Sat	Sec
385	<i>Smilax anceps</i>	G	H	3	2	69	PRA	Larg	Larg				
5.Groupe des espèces des milieux forestiers hydromorphes													
5.1.Groupe des espèces des milieux forestiers marécageux													
759	<i>Berlinia bracteosa</i>	G	A	10	7	33	BGA	eGlo	bm	mar	Sé	Marg	Riv
730	<i>Eugenia gabonensis</i>	G	ar	6	5	18	GC	eMoy	bm	mar	Sé	Marg	Zonal
801	<i>Homalium longistylum</i>	G	Ad	10	7	14	GC	eGlo	bm	mar	Sé	Marg	Zonal
5.2.Groupe des espèces à large amplitude des milieux hydromorphes													
674	<i>Afrostryax lepidophyllus</i>	G	Ad	5	4	30	CG	Sat	bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.
518	<i>Aidia rubens</i>	P	A	7	4	17	BGA	eMoy	bm	riv	Sé	Sat	Altit.
1025	<i>Alsodeiopsis mannii</i>	G	ar	9	9	25	BG	eMoy	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal
128	<i>Anisotes macrophyllus</i>	G	ar	2	1	25	CG	eGlo	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
472	<i>Anopyxis klaineana</i>	G	A	4	3	32	GC	eGlo	bm	riv	Sé	Marg	Zonal
521	<i>Ardisia dolichocalyx</i>	G	H	7	4	17	BG	eMoy	bm+sm	val-mar	Sé	Tran	Sec
939	<i>Asplenium variabile var. variabile</i>	P	H	5	5	34	GC	eGlo	bm+sm	riv	Sé	Marg	Zonal
6	<i>Ataenidia conferta</i>	G	H	2	1	98	GC	eGlo	bm	riv+all	Cid	Tran	Sec
523	<i>Baikiaea insignis</i>	G	A	7	4	17	CG	Marg	bm+sm	riv	Sé	Sat	Altit.
524	<i>Begonia elaeagnifolia</i>	P	H	7	4	17	BG	eGlo	bm+sm	riv		Sat	Riv
525	<i>Begonia longipetiolata</i>	P	H	7	4	17	CG	eGlo	bm+sm	riv		eGlo	
774	<i>Begonia macrocarpa</i>	P	H	10	7	20	GC	eGlo	bm+sm	riv	Sé	eGlo	
132	<i>Begonia mildbraedii</i>	G	H	2	1	25	GC	eMoy	bm+sm	riv	Sé	eMoy	
526	<i>Begonia scutifolia</i>	G	H	7	4	17	BG	eGlo	bm+sm	val+riv	Sé	Marg	Zonal
883	<i>Berlinia confusa</i>	G	A	10	8	42	G	eGlo	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
133	<i>Bertiera elabensis</i>	G	ar	2	1	25	BG	eMoy	bm	riv+all			
135	<i>Bombax buonopozense</i>	G	A	2	1	25	GC	eGlo	bm	val-mar	Cid	Sat	Sec
611	<i>Brachystegia mildbraedii</i>	G	A	6	4	50	BGA	eMoy	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
930	<i>Brazzeia soyauxii</i>	G	ar	5	5	76	BGA	Marg	bm	val-mar	Sé	eGlo	
68	<i>Campylospermum elongatum</i>	G	ar	2	1	53	CG	eGlo	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal
136	<i>Campylospermum flavum</i>	G	ar	2	1	25	GC	Marg	bm	riv+all	Sé	Tran	Riv
499	<i>Campylospermum reticulatum var. turnerae</i>	G	ar	7	4	33	GC	Marg	bm+sm	val-mar		Larg	
839	<i>Campylospermum vogelii</i>	G	ar	8	7	49	GC	Marg	bm	riv	Sé	Marg	Zonal
600	<i>Cercestis camerunensis</i>	G	H	6	4	78	BG	Marg	bm+sm	riv+all	Sé	Marg	Zonal
226	<i>Cercestis mirabilis</i>	G	H	1	1	57	GC	Marg	bm+sm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
335	<i>Chlamydocola chlamydantha</i>	G	Ad	4	2	38	GC	Sat	bm	val-mar	Sé	eMoy	
251	<i>Chlorophytum alismifolium</i>	P	H	4	2	94			bm+sm	riv	Sé	Marg	Zonal
268	<i>Chrysophyllum subnudum</i>	G	A	4	2	70	GC	eGlo		val-mar	Sé		
279	<i>Cleistanthus bipindensis</i>	G	A	4	2	54	CG	eMoy	bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.
142	<i>Cleistopholis patens</i>	G	A	2	1	25	GC	Tran	bm	val-mar	Sé	eGlo	
510	<i>Cola attiensis</i>	G	Ad	7	4	23	G	eMoy	bm	val+riv	Sé	Sat	Altit.
54	<i>Cola lateritia</i>	G	A	2	1	67	GC	Marg		riv+all	Sé	Tran	Riv+Sec
731	<i>Corymborkis gabonensis</i>	G	H	6	5	16	G	eGlo	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal
992	<i>Corymborkis minima</i>	G	H	9	8	33	BGA	eLoc	bm	riv	Sé		
101	<i>Costus englerianus</i>	G	H	2	1	46	G	eGlo	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
585	<i>Costus phaeotrichus</i>	G	H	2	2	27	BG	eMoy	bm+sm	val-mar	Sé	Marg	Zonal

	Espèces	T.S.	e.s.	Niv.	Gr.	IV	T.P.	d°e	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers
792	<i>Costus sp.1</i>	G	H	10	7	14				val+riv		Marg	Zonal
99	<i>Crudia gabonensis</i>	G	A	2	1	46	G	eMoy	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
260	<i>Cuervea macrophylla</i>	G	ar	4	2	83	GC	Marg	bm	val+riv	Sé	Sat	Altit.
905	<i>Culcasia dinklagei</i>	G	H	10	8	31	G	eGlo	bm	riv+all	Sé	Larg	
608	<i>Culcasia mannii</i>	G	H	6	4	56	G	eMoy	bm+sm	val-mar	Sé	eGlo	
297	<i>Desplatsia subericarpa</i>	G	ar	4	2	49	GC	eGlo	bm	val+riv	Cid	Tran	Sec
446	<i>Dialium dinklagei</i>	G	A	7	3	25	GC	eGlo	bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.
77	<i>Dicranolepis buchholzii</i>	G	ar	2	1	50	CG	eGlo	bm+sm	riv+all	Sé	Tran	Riv+Sec
580	<i>Dicranolepis pulcherrima</i>	G	ar	2	2	33	CG	eMoy	bm	riv+all	Sé	Tran	Sec
98	<i>Diospyros conocarpa</i>	G	Ad	2	1	47	BG	eGlo	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
107	<i>Diospyros crassiflora</i>	G	A	2	1	42	CG	eGlo	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
932	<i>Diospyros fragrans</i>	G	Ad	5	5	59	BGA	eGlo	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
595	<i>Diospyros gabunensis</i>	G	Ad	6	4	94	GC	eGlo	bm	val+riv	Sé	Marg	Zonal
568	<i>Diospyros piscatoria</i>	G	A	2	2	55	G	Marg	bm+sm	val-mar	Cid	Tran	Sec
665	<i>Diospyros polystemon</i>	G	Ad	5	4	49	CG	eMoy	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal
609	<i>Diospyros sanza-minika</i>	G	A	6	4	56	G	eGlo	bm	val+riv	Sé	Sat	Altit.
617	<i>Diospyros suaveolens</i>	G	A	6	4	50	BG	eMoy	bm	val+riv	Sé	Marg	Zonal
698	<i>Discoglyprema caloneura</i>	G	A	6	5	42	GC	eGlo	bm	val-mar	Cid	Sat	Zonal
963	<i>Dorstenia dinklagei</i> var. <i>dinklagei</i>	G	H	9	8	33	BGA		bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal
964	<i>Dorstenia kameruniana</i>	G	H	9	8	33	GC	eMoy	bm	val-mar	Sé	Tran	Riv+Sec
78	<i>Dorstenia mannii</i> var. <i>humilis</i>	G	H	2	1	50	BG	eMoy	bm	riv+all	Sé	Tran	Riv+Sec
749	<i>Dorstenia picta</i>	G	H	3	3	30	BGA	eGlo	bm	riv+all	Sé	eGlo	
571	<i>Dracaena bicolor</i>	G	H	2	2	42	BGA	eMoy	bm+sm	val-mar	Sé		
191	<i>Duguetia barteri</i>	G	A	2	1	18	BG	eMoy	bm	val-mar	Sé	eLoc	
176	<i>Duguetia staudtii</i>	G	A	2	1	22	GC	eGlo	bm	val+riv	Sé	Sat	Altit.
149	<i>Fernandoa adolfi-friderici</i>	G	A	2	1	25	CG	eMoy	bm	riv	Sé	Marg	Zonal
59	<i>Friesodielsia montana</i>	G	ar	2	1	63	CG	eGlo	bm+sm	riv		Marg	Zonal
151	<i>Funtumia africana</i>	G	A	2	1	25	GC	Marg	bm+sm	riv	Cid	Marg	Zonal
152	<i>Funtumia elastica</i>	G	A	2	1	25	GC	Marg	bm+sm	riv	Cid	Marg	Zonal
111	<i>Garcinia epunctata</i>	G	Ad	2	1	41	GC	Marg	bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.
153	<i>Garcinia kola</i>	G	ar	2	1	25	GC	Marg	bm	val-mar	Sé	Sat	Inselb
556	<i>Garcinia punctata</i>	G	Ad	2	2	94	CG	Marg	bm+sm	val-mar	Sé	Larg	
896	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	G	A	10	8	33	CG	eMoy	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
743	<i>Glossocalyx longicuspis</i>	G	Ad	3	3	45	BGA	eGlo	bm	riv	Sé	Marg	Zonal
672	<i>Grewia barombiensis</i>	G	ar	5	4	40	GC	eMoy	bm	riv+all	Sé	eMoy	
29	<i>Grewia oligoneura</i>	G	A	2	1	75	GC	eMoy	bm	riv+all	Sé	Marg	Riv
154	<i>Grewia pinnatifida</i>	G	ar	2	1	25	CG	Marg	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal
1034	<i>Grewia seretii</i>	G	ar	9	9	25	CG	eMoy	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal
622	<i>Guibourtia demusei</i>	G	A	6	4	50	C	Marg	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
566	<i>Heisteria parvifolia</i>	G	A	2	2	61	GC	eGlo	bm	riv	Cid	Tran	Sec
103	<i>Irvingia grandifolia</i>	G	A	2	1	45	CG	eGlo	bm	riv+all	Sé	Tran	Sec
535	<i>Ixora euosmia</i>	G	ar	7	4	17	BGA	eMoy	bm	riv	Sé	Sat	Altit.
714	<i>Keayodendron bridelioides</i>	G	A	6	5	28	G	eMoy	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal
738	<i>Klaineanthus gabonae</i>	G	Ad	3	3	63	CG	eGlo	bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.
62	<i>Klainedoxa gabonensis</i>	G	A	2	1	61	GC	Tran	bm	val-mar	Sé	Sat	Sec
108	<i>Landolphia hirsuta</i>	G	ar	2	1	42	G	eGlo	bm	riv	Cid	Marg	Zonal
1046	<i>Lasiodiscus mannii</i>	G	A	9	9	19	GC	eGlo	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal
51	<i>Lepidobotrys staudtii</i>	G	A	2	1	69	CG	eMoy	bm	val-mar	Sé	Tran	Sec
2	<i>Leptonychia echinocarpa</i>	G	ar	2	1	100	BG	eGlo	bm	riv+all	Cié	Marg	Zonal
238	<i>Maesobotrya klaineana</i>	G	Ad	1	1	32	BGA	Marg	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
588	<i>Mammea africana</i>	G	A	2	2	24	GC	eGlo	bm+sm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
686	<i>Mapania amplivaginata</i>	G	H	6	5	69	BG	eGlo	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
696	<i>Maprounea membranacea</i>	G	A	6	5	49	CG	eGlo	bm	riv+all	Sé	Tran	Sec
865	<i>Mareya micrantha</i> subsp. <i>micrantha</i>	G	ar	10	8	67	G	eMoy	bm	val+riv	Sé	Tran	Sec

	Espèces	T.S.	e.s.	Niv.	Gr.	IV	T.P.	d'e	Etage	Hydro	Tmt	d'f	vers
995	<i>Memecylon nodosum</i>	G	ar	8	8	33	BG	eMoy	bm	val+riv	Sé	Marg	Altit.
838	<i>Napoleonaea imperialis</i>	G	ar	8	7	50	BGA	Tran	bm	val-mar	Sé	Tran	Sec
940	<i>Napoleonaea vogelii</i>	G	ar	5	5	31	GC	eGlo	bm	val+riv	Sé	Marg	Zonal
362	<i>Nephtytis gravenreuthii</i>	G	H	4	2	28	BGA	eMoy	bm+sm	val-mar	Sé	eMoy	
952	<i>Olax mannii</i>	G	ar	9	8	37	G	eGlo	bm	riv+all	Sé	Sat	Altit.
633	<i>Olax triplinervia</i>	G	ar	6	4	45	BGA	eMoy	bm	riv	Sé	Marg	Zonal
575	<i>Oncoba mannii</i>	G	Ad	2	2	39	CG	eGlo	bm+sm	riv+all	Sé	Tran	Sec
112	<i>Ongoeka gore</i>	G	A	2	1	41	BG	Sat	bm	riv	Cid	Sat	Sec
272	<i>Palisota lagopus</i>	G	H	4	2	66	BGA	eGlo	bm+sm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
559	<i>Palisota satabiei</i>	G	H	2	2	76	BGA	eGlo	bm+sm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
323	<i>Penianthus longifolius</i>	G	H	4	2	42	CG	eGlo	bm	val+riv	Sé	Marg	Zonal
596	<i>Pentadesma butyracea</i>	G	A	6	4	93	G	Marg	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
19	<i>Petersianthus macrocarpus</i>	G	A	2	1	85	GC	eGlo	bm	val+riv	Cid	Tran	Sec
829	<i>Polystachya ramulosa</i>	P	H	10	7	14	GC	eGlo	bm	val-mar	Sé		
929	<i>Polystachya rhodoptera</i>	P	H	10	8	33	GC	eGlo	bm	riv+all	Sé	Marg	Riv
975	<i>Pseudospondias microcarpa</i>	G	A	9	8	30	GC	Marg	bm+sm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
431	<i>Psorospermum tenuifolium</i>	G	Ad	7	3	33	CG	Marg	bm	riv+all	Sé	Sat	Altit.
467	<i>Raphidophora africana</i>	G	H	4	3	39	GC	eGlo	bm+sm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
471	<i>Rauvolfia mannii</i>	G	ar	4	3	33	GC	Marg	bm+sm	riv	Cid	Marg	Zonal
775	<i>Rhabdophyllum arnoldianum</i> var. <i>arnoldianum</i>	G	Ad	10	7	17	CG	eGlo	bm	val-mar		Larg	
717	<i>Rhaptopetalum pachyphyllum</i>	G	Ad	6	5	28	BGA	eLoc	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal
1022	<i>Salacia talbotii</i>	G	ar	9	9	31	BGA	eMoy	bm	riv	Sé	Marg	Zonal
7	<i>Sarcophrynium brachystachyum</i> var. <i>brachystachyum</i>	G	H	2	1	96	GC	eGlo	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal
1002	<i>Sclerocroton cornutus</i>	G	A	9	9	53	GC	Marg		val-mar	Cid	Tran	Sec
627	<i>Scyphocephalum mannii</i>	G	A	6	4	50	BG	eGlo	bm	riv+all	Sé	Tran	Zonal
970	<i>Selaginella molliceps</i>	P	H	9	8	33	GC	eGlo		val-mar			
88	<i>Setaria sphacelata</i> var. <i>sericea</i>	G	H	2	1	50	CG	eGlo	bm	riv+all		Marg	Zonal
771	<i>Smeathmannia pubescens</i>	G	Ad	10	7	29	G	Marg	bm	riv+all	Cid	Marg	Zonal
1024	<i>Sorindeia juglandifolia</i>	G	Ad	9	9	26	GC	Tran	bm+sm	riv	Sé	Marg	Zonal
604	<i>Staudtia kamerunensis</i> var. <i>gabonensis</i>	G	A	6	4	70	BGA		bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
772	<i>Stipularia africana</i>	G	H	10	7	29	GC	eGlo	bm	riv+all		Marg	Riv
576	<i>Strephonema mannii</i>	G	A	2	2	39	BG	eGlo	bm	riv+all	Sé	Sat	Altit.
41	<i>Strombosia grandifolia</i>	G	A	2	1	73	CG	eMoy	bm	val-mar	Sé	Marg	Riv
215	<i>Strombosiaopsis tetrandra</i>	G	A	1	1	78	CG	eGlo	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
545	<i>Strychnos angolensis</i>	G	ar	7	4	17	CG	Marg	bm+sm	riv+all			
840	<i>Stylochaeton zenkeri</i>	G	H	8	7	47	G	eGlo	bm	val+riv	Sé	Marg	Zonal
1040	<i>Synsepalum afzelii</i>	G	A	9	9	25	G	eMoy	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
455	<i>Tarenna grandiflora</i>	G	Ad	7	3	33	BGA	eMoy	bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.
478	<i>Tetraberlinia bifoliolata</i>	G	A	7	4	73	BGA	eGlo	bm+sm	val-mar	Sé		
110	<i>Tetracera potatoria</i>	G	ar	2	1	42	G	eGlo	bm	val-mar		Sat	Zonal
657	<i>Treculia acuminata</i>	G	ar	5	4	94	BG	eGlo	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
773	<i>Trichomanes africanum</i>	P	H	10	7	23	G	eGlo	bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.
15	<i>Uapaca acuminata</i>	G	A	2	1	88	BG	eGlo	bm	val+riv	Sé	Sat	Sec
22	<i>Uapaca guineensis</i>	G	A	2	1	77	GC	Marg	bm	val-mar	Sé	Tran	Zonal
105	<i>Uapaca vanhouttei</i>	G	A	2	1	43	CG		bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal
45	<i>Vepris glaberrima</i>	G	Ad	2	1	72	BG	eMoy	bm	riv	Sé	eLoc	
857	<i>Warneckea pulcherrima</i>	G	Ad	8	7	20	CG	eMoy		riv	Sé	Marg	Altit.
52	<i>Xylopia le-testui</i> var. <i>longepilosa</i>	G	A	2	1	69	BG	eMoy		riv		Marg	Zonal
1051	<i>Zeuxine elongata</i>	G	H	9	9	25	GC	eGlo	bm+sm	riv	Sé		
5.3. Groupe des espèces des milieux forestiers valicoles													
17	<i>Alstonia boonei</i>	G	A	2	1	87	G	eGlo	bm	val	Cid	Sat	Zonal
12	<i>Annickia chlorantha</i>	G	A	2	1	90	BG	eGlo	bm	val	Sé	Marg	Zonal
72	<i>Anonidium mannii</i>	G	A	2	1	50	CG	Marg	bm	val	Cid	Tran	Riv+Sec
220	<i>Ardisia devredii</i>	G	H	1	1	65	BG	eMoy	bm+sm	val	Sé	Marg	Zonal
906	<i>Asplenium africanum</i>	P	H	10	8	30	GC	eGlo	bm+sm	val		Marg	Zonal
232	<i>Asystasia macrophylla</i>	G	ar	1	1	46	BG	eGlo	bm	val	Sé	Tran	Sec
246	<i>Begonia anisosepala</i>	G	H	4	2	100	BG	eGlo	bm+sm	val	Sé	Larg	
141	<i>Cleistopholis glauca</i>	G	A	2	1	25	CG	Marg	bm	val	Cid	Marg	Zonal

Espèces	T.S.	e.s.	Niv.	Gr.	IV	T.P.	d'e	Etage	Hydro	Tmt	d'f	vers
25 <i>Cleistopholis staudtii</i>	G	A	2	1	75	BGA	Marg	bm	val	Sé	eGlo	
221 <i>Coelocaryon preussii</i>	G	A	1	1	62	CG	Sat	bm	val	Sé	Tran	Zonal
570 <i>Cola digitata</i>	G	ar	2	2	45	GC	eGlo	bm+sm	val	Sé	Marg	Zonal
26 <i>Cola rostrata</i>	G	Ad	2	1	75	BG	eMoy	bm	val	Cid	Marg	Zonal
1032 <i>Cryptosepalum pellegrinianum</i>	G	A	9	9	25	BGA	eMoy	bm	val	Sé	eMoy	
681 <i>Culcasia striolata</i>	G	H	6	5	78	G	eMoy	bm	val	Sé	Marg	Zonal
843 <i>Dicellandra barteri</i> var. <i>escherichii</i>	P	H	8	7	40	GC	eGlo	bm	val	Sé	eGlo	
267 <i>Drypetes gossweileri</i>	G	A	4	2	73	BG	eMoy	bm	val	Sé	Sat	Altit.
950 <i>Drypetes molunduana</i>	G	Ad	9	8	47	BGA	eMoy	bm	val	Sé	Sat	Altit.
800 <i>Eugenia librevillensis</i>	G	ar	10	7	14	BG	eMoy	bm	val	Sé	eLoc	
644 <i>Homalium le-testui</i>	G	A	6	4	37	G	Marg	bm	val	Sé	Marg	Zonal
802 <i>Homalium patoklaense</i>	G	A	10	7	14	G	eMoy	bm	val	Sé	eLoc	
978 <i>Hymenocoleus nervopilosus</i> var. <i>orientalis</i>	G	H	9	8	26	BGA	eMoy	bm	val	Sé		
61 <i>Hymenocoleus neurodictyon</i>	G	H	2	1	63	GC	eGlo	bm+sm	val	Sé	Marg	Zonal
345 <i>Hypodaphnis zenkeri</i>	G	Ad	4	2	34	BGA	eGlo	bm	val	Sé	Tran	Riv
333 <i>Ixora minutiflora</i> subsp. <i>minutiflora</i>	G	H	4	2	39	BGA		bm	val	Sé	Sat	Altit.
755 <i>Monodora</i> sp.1	G	A	10	7	43			bm	val	Sé	eMoy	
629 <i>Monodora tenuifolia</i>	G	A	6	4	49	G	Tran	bm	val	Cid	eGlo	
944 <i>Neostenanthera myrsiticifolia</i>	G	ar	5	5	18	CG	eGlo	bm	val	Sé	Tran	Riv+Sec
757 <i>Panda oleosa</i>	G	A	10	7	37	GC	eGlo	bm	val	Sé	Marg	Zonal
861 <i>Parinari hypochrysea</i>	G	A	10	8	100	BGA	eMoy	bm	val	Sé	Marg	Zonal
856 <i>Physacanthus batanganus</i>	G	H	8	7	20	G	eMoy	bm	val	Sé	Marg	Zonal
812 <i>Picralima nitida</i>	G	Ad	10	7	14	GC	eGlo	bm	val	Sé	Marg	Zonal
395 <i>Piptostigma multinervium</i>	G	Ad	3	2	43	BGA	eMoy	bm+sm	val	Sé	Marg	Zonal
911 <i>Plagiosiphon emarginatus</i>	G	A	10	8	27	G	eGlo	bm	val	Sé	Marg	Zonal
161 <i>Pseuderanthemum tunicatum</i>	G	H	2	1	25	GC	eGlo	bm	val	Sé	eGlo	
606 <i>Puelia ciliata</i>	G	H	6	4	62	CG	eGlo	bm+sm	val	Sé	Marg	Zonal
815 <i>Rhinacanthus virens</i>	G	H	10	7	14	GC	eMoy	bm+sm	val		Marg	
669 <i>Scottellia klaineana</i> var. <i>klaineana</i>	G	A	5	4	40	GC	Marg	bm	val	Sé	Marg	Zonal
945 <i>Stenandrium guineense</i>	G	H	5	5	12	GC	eGlo	bm+sm	val	Sé	eMoy	Zonal
760 <i>Stenandrium talbotii</i>	G	H	10	7	32	BG	eMoy	bm	val	Sé	Marg	Zonal
230 <i>Strombosia pustulata</i>	G	A	1	1	51	GC	eGlo	bm	val	Cid	Sat	Sec
1042 <i>Tieghemella africana</i>	G	A	9	9	25	BGA	eMoy	bm	val	Sé	Marg	Zonal
702 <i>Trichilia monadelpha</i>	G	A	6	5	37	G	eGlo	bm+sm	val	Sé	Marg	Zonal
638 <i>Trichilia tessmannii</i>	G	A	6	4	41	G	eGlo	bm	val	Sé	Marg	Zonal
44 <i>Trichostachys aurea</i>	G	H	2	1	72	G	eGlo	bm	val			
188 <i>Turraeanthus africanus</i>	G	A	2	1	20	GC	eGlo	bm+sm	val	Sé		
513 <i>Uvariopsis dioica</i>	G	ar	7	4	22	BG	eMoy	bm+sm	val	Sé	Marg	Zonal
835 <i>Vitex grandifolia</i>	G	A	8	7	59	G	eGlo	bm	val	Sé	Marg	Zonal
250 <i>Xylopia phloiadora</i>	G	A	4	2	100	CG	eGlo	bm+sm	val			
846 <i>Xylopia pynaertii</i>	G	A	8	7	40	CG	eMoy	bm	val			
739 <i>Xylopia quintasii</i>	G	A	3	3	55	G	Marg	bm	val	Sé	Marg	Zonal
5.4.Groupe des espèces des milieux hydromorphes transgressives en forêts submontagnardes												
225 <i>Alchornea floribunda</i>	G	ar	1	1	57	GC	eGlo	bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.
304 <i>Ardisia dewitiana</i>	G	H	4	2	46	BGA	eMoy	bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.
560 <i>Campylopermum calanthum</i>	G	ar	2	2	70	BGA	eGlo	bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.
227 <i>Carapa procera</i>	G	A	1	1	54	AA	Larg					
353 <i>Chytranthus macrobotrys</i>	G	Ad	4	2	32	G	Marg	bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.
502 <i>Cleistanthus mildbraedii</i>	G	A	7	4	31	CG	eMoy	bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.
392 <i>Diospyros hoyleana</i> subsp. <i>hoyleana</i>	G	Ad	3	2	53	CG	Marg	bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.
274 <i>Drypetes gabonensis</i>	G	Ad	4	2	62	BGA	eMoy	bm	val	Sé	Tran	Altit.
253 <i>Ecpoma hiernianum</i>	G	H	4	2	91	BGA	eMoy	bm	val	Sé	Tran	Altit.
386 <i>Endodesmia calophylloides</i>	G	A	3	2	62	CG	eGlo	bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.
387 <i>Garcinia chromocarpa</i>	G	Ad	3	2	60	CG	eGlo	bm	val+riv	Sé	Tran	Altit.
367 <i>Garcinia densivenia</i>	G	Ad	4	2	26	BGA	eMoy	bm	val+riv	Sé	Tran	Altit.
257 <i>Grewia coriacea</i>	G	A	4	2	86	CG	Sat	bm	val	Sé	Tran	Altit.
512 <i>Halopogia azurea</i>	G	H	7	4	22	GC	eGlo	bm	mar	Sé	Sat	Altit.
30 <i>Heisteria trillesiana</i>	G	A	2	1	75	BG	eMoy	bm	riv	Sé	Tran	Altit.
114 <i>Homalium dewevrei</i>	G	Ad	2	1	40	GC	eGlo	bm	mar	Sé	Tran	Altit.
317 <i>Hymenocoleus</i> sp.2	G	H	4	2	44			bm	val+riv	Sé	Tran	Altit.
534 <i>Hymenostegia floribunda</i>	G	A	7	4	17	BGA	eMoy	bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.
443 <i>Hypolytrum purpurascens</i>	G	H	7	3	27	G	eMoy	bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.
266 <i>Jollydora duparquetiana</i>	G	Ad	4	2	74	BGA	Marg	bm	val	Sé	Tran	Altit.
378 <i>Lasianthus batangensis</i>	G	H	3	2	86	G	eGlo	bm	val	Sé	Tran	Altit.
411 <i>Lonchitis currori</i>	G	H	7	3	58	G	eGlo	bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.
553 <i>Loxogramme lanceolata</i>	P	H	7	4	17	AM	Larg	bm	riv	Sé	Tran	Altit.
360 <i>Mapania mannii</i>	G	H	4	2	31	BGA	eMoy	bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.
330 <i>Mareya brevipes</i>	G	Ad	4	2	39	CG	eMoy	bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.
275 <i>Mareyopsis longifolia</i>	G	Ad	4	2	62	CG	eGlo	bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.
453 <i>Microlepia speluncae</i>	G	H	7	3	33	Pal	Larg	bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.
809 <i>Nephrolepis biserrata</i>	P	H	10	7	14	Pan	Omni	bm	val-mar	Pi	Tran	Altit.
412 <i>Parkia bicolor</i>	G	A	7	3	55	GC	eGlo	bm	val+riv	Sé	Tran	Altit.
852 <i>Psychotria avakubiensis</i>	G	ar	8	7	26	CG	eGlo	bm	val+riv	Sé	Tran	Altit.
399 <i>Psychotria vogeliana</i>	G	H	3	2	33	GC	Marg	bm	riv+all		Tran	Altit.

	Espèces	T.S.	e.s.	Niv.	Gr.	IV	T.P.	d'e	Etage	Hydro	Tmt	d'f	vers
119	<i>Pteris burtonii</i>	G	H	2	1	38	GC	eGlo		val-mar		Tran	Altit.
264	<i>Puelia schumanniana</i>	G	H	4	2	75	BGA	eMoy	bm	val	Sé	Tran	Altit.
383	<i>Spathandra sp.1</i>	G	A	3	2	71	G	eGlo	bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.
577	<i>Strychnos staudtii</i>	G	A	2	2	39	BGA	eGlo	bm	val+riv	Sé	Tran	Altit.
700	<i>Symphonia globulifera</i>	G	A	6	5	40	AA	Larg	bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.
481	<i>Synsepalum letouzeyi</i>	G	Ad	7	4	66	BG	eMoy	bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.
40	<i>Tabernaemontana crassa</i>	G	Ad	2	1	75	G	eMoy	bm+sm	riv	Sé	Tran	Altit.
224	<i>Xylopia staudtii</i>	G	A	1	1	59	GC	eGlo	bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.
6.Groupe des espèces des milieux forestiers secondarisés													
6.1.Groupe des espèces pionnières													
124	<i>Acacia kamerunensis</i>	G	ar	2	1	25	GC	eGlo	bm	val+riv	Pi	Tran	Sec
887	<i>Albertia cordifolia</i>	G	ar	10	8	33	G	eMoy			Pi		
74	<i>Cassia mimosoides</i>	G	ar	2	1	50	Pal	Larg	bm+sm	val-mar	Pi	Omni	
892	<i>Cheirostylis divina</i>	G	H	10	8	33	G	eMoy	bm+sm	dr	Pi	eMoy	
746	<i>Lasianthera africana</i>	G	ar	3	3	41	CG	eGlo	bm	dr	Pi	Sat	Zonal
289	<i>Leea guineensis</i>	G	ar	4	2	50	AM	Larg	bm+sm		Pi	Sat	Zonal
156	<i>Leptactina pynaertii</i>	G	ar	2	1	25	BG	eMoy			Pi		
8	<i>Leptaspis zeylanica</i>	G	H	2	1	95	Pal	Larg	bm		Pi	Tran	Zonal
1049	<i>Macaranga monandra</i>	G	Ad	9	9	12	CG	Marg			Pi		
946	<i>Macaranga spinosa</i>	G	A	9	8	67	GC	Marg	bm	dr	Pi	Tran	Riv
32	<i>Manniophyton fulvum</i>	G	ar	2	1	75	GC	Marg	bm	val+riv	Pi	eGlo	
927	<i>Megaphrynum macrostachyum</i>	G	H	10	8	33	GC	eGlo	bm		Pi		
197	<i>Mendoncia lindaviana</i>	G	Ad	2	1	25	CG	eMoy	bm		Pi		
928	<i>Mussaenda soyauxii</i>	G	ar	10	8	33	G	eGlo			Pi		
703	<i>Oncoba glauca</i>	G	A	6	5	36	GC	Marg	bm		Pi	Marg	Zonal
1037	<i>Oncoba welwitschii</i>	G	Ad	9	9	25	CG	Marg	bm		Pi	Sat	Zonal
20	<i>Palisota ambigua</i>	G	H	2	1	81	GC	Marg	bm+sm		Pi		
541	<i>Rauvolfia vomitoria</i>	G	Ad	7	4	17	GC	Marg	bm		Pi	Sat	Sec
166	<i>Sabicea fulva</i>	G	ar	2	1	25	BG	eMoy			Pi		
296	<i>Vernonia conferta</i>	G	Ad	4	2	50	GC	eGlo	bm+sm	dr	Pi	Sat	Zonal
6.2.Groupe des espèces cicatricielles éphémères													
459	<i>Aframomum daniellii</i>	G	H	4	3	56	G	eGlo	bm	dr+val	Cié	Tran	Altit.
122	<i>Barteria fistulosa subsp. fistulosa</i>	G	Ad	2	1	29	CG	eGlo	bm	dr	Cié		
1	<i>Bertia aequatorialis</i>	G	ar	2	1	100	BG	eGlo	bm		Cié		
316	<i>Bertia aethiopica</i>	G	ar	4	2	44	CG	eGlo			Cié		
882	<i>Bertia inurensis</i>	G	ar	10	8	42	CG	eGlo	bm		Cié		
1015	<i>Croton sylvaticus</i>	G	A	9	9	44	GC	Marg	bm		Cié	Sat	Sec
357	<i>Maesopsis eminii subsp. berchemioides</i>	G	A	4	2	31	GC	eGlo	bm		Cié		
198	<i>Oncoba flagelliflora</i>	G	ar	2	1	25	CG	eGlo	bm		Cié	Sat	Zonal
1009	<i>Psyrax arnoldiana</i>	G	A	9	9	50	G	eGlo	bm		Cié	Sat	Zonal
46	<i>Rhabdophyllum calophyllum</i>	G	Ad	2	1	72	G	eMoy	bm		Cié	Tran	Sec
165	<i>Rothmannia hispida</i>	G	ar	2	1	25	GC	Marg			Cié		
605	<i>Rothmannia talbotii</i>	G	Ad	6	4	65	BG	Marg	bm		Cié		
6.3.Groupe des espèces cicatricielles durables													
66	<i>Anthoantha macrophylla</i>	G	Ad	2	1	53	GC	eGlo	bm		Cid	Tran	Riv+Sec
761	<i>Antidesma laciniatum subsp. laciniatum</i>	G	Ad	10	7	29	G	eGlo	bm	dr	Cid		
5	<i>Antidesma laciniatum subsp. membranaceum</i>	G	ar	2	1	99	GC	Marg	bm+sm	val+riv	Cid	Marg	Zonal
1000	<i>Aubrevillea platycarpa</i>	G	A	9	9	64	GC	eGlo	bm		Cid	Tran	Sec
573	<i>Aucoumea klaineana</i>	G	A	2	2	39	BGA	eGlo	bm	dr	Cid	Tran	Sec
134	<i>Bombax breviscuspe</i>	G	A	2	1	25	G	eGlo	bm		Cid	Sat	Zonal
667	<i>Cola acuminata</i>	G	A	5	4	44	GC	Marg			Cid	Tran	Sec
762	<i>Cola heterophylla</i>	G	Ad	10	7	29	G	eMoy	bm		Cid	Marg	Zonal
735	<i>Dacryodes buettneri</i>	G	A	3	3	70	BGA	eMoy	bm	dr	Cid	Marg	Zonal
113	<i>Distemonanthus benthamianus</i>	G	A	2	1	41	G	eGlo	bm	dr	Cid	Sat	Zonal
79	<i>Dracaena arborea</i>	G	A	2	1	50	G	eGlo			Cid	Tran	Sec
988	<i>Entandrophragma utile</i>	G	A	9	8	21	GC	eGlo	bm+sm	dr	Cid		
1045	<i>Fillaeopsis discophora</i>	G	A	9	9	21	CG	eGlo	bm		Cid		
63	<i>Hylodendron gabunense</i>	G	A	2	1	60	CG	eMoy	bm+sm	dr	Cid		
630	<i>Khaya ivorensis</i>	G	A	6	4	47	G	eGlo	bm		Cid		
751	<i>Lophira alata</i>	G	A	3	3	27	GC	eGlo	bm	dr	Cid	Tran	Sec
258	<i>Lovoa trichilioides</i>	G	A	4	2	84	G	eGlo	bm+sm		Cid		
1018	<i>Macaranga barteri</i>	G	A	9	9	39	G	eGlo	bm		Cid	Marg	Zonal
239	<i>Memecylon laurentii</i>	G	ar	1	1	32	BG	eGlo	bm+sm		Cid		
65	<i>Microdesmis puberula</i>	G	ar	2	1	58	GC	eGlo	bm		Cid		
240	<i>Nauclea diderrichii</i>	G	A	1	1	30	GC	eGlo	bm		Cid		
624	<i>Pentaclethra eveldeana</i>	G	A	6	4	50	CG	eGlo	bm	dr	Cid	Marg	Zonal
11	<i>Pentaclethra macrophylla</i>	G	A	2	1	90	GC	eGlo	bm		Cid	Marg	Zonal
241	<i>Piptadeniastrium africanum</i>	G	A	1	1	30	GC	eGlo	bm		Cid	Sat	Sec
651	<i>Pseudospondias longifolia</i>	G	A	6	4	31	BGA		bm		Cid	Tran	Zonal
237	<i>Pterocarpus soyauxii</i>	G	A	1	1	38	BG	eGlo	bm	dr+val	Cid	Marg	Riv
339	<i>Pyrenacantha glabrescens</i>	G	ar	4	2	37	G	eMoy	bm+sm		Cid		
48	<i>Terminalia superba</i>	G	A	2	1	71	G	Marg	bm	dr	Cid	Sat	Sec
243	<i>Zanthoxylum heitzii</i>	G	A	1	1	27	BG	eGlo	bm+sm		Cid	Tran	Sec

Annexe 12. Principaux indices de diversité calculés pour chacun de nos 37 x 4 relevés structurels. Les définitions des indices sont rappelées au chapitre II.1.9.

Ab-nombre d'individus; RSp-nombre d'espèces; Fa-diversité alpha de Fisher; Is-indice de Simpson; H'-indice de Shannon-Wiener et E-équité de Pielou.

Pour les sous-relevés de strate herbacée, les valeurs sont mentionnées pour l'ensemble structural propre à cette strate, à savoir les herbacées et les sous-arbustes, puisque ces sous-ensembles ont été inventoriés de la même manière pour tous les relevés.

Seuls les individus déterminés au niveau de l'espèce ou de la morpho-espèce ont été considérés.

AssVeg	Relevé	A							Ad							ar							e.s. H						
		Ab	RSp	Fa	Is	H'	E	Ab	RSp	Fa	Is	H'	E	Ab	RSp	Fa	Is	H'	E	Ab	RSp	Fa	Is	H'	E				
Cont	Cont4	83	41	32	0.96	4.96	0.93	44	23	19	0.94	4.33	0.96	84	64	123	0.98	5.89	0.98	134	30	12	0.95	4.59	0.94				
Cont	Cont5	81	42	35	0.96	4.98	0.92	52	29	27	0.95	4.59	0.94	125	88	132	0.99	6.35	0.98	191	33	12	0.95	4.56	0.90				
Cont	Cont6	94	39	25	0.95	4.79	0.91	39	26	34	0.94	4.46	0.95	107	75	111	0.99	6.13	0.98	174	36	14	0.94	4.52	0.88				
Cont	Cont7	98	39	24	0.95	4.78	0.90	98	42	28	0.96	4.92	0.91	76	59	121	0.98	5.78	0.98	127	24	9	0.92	4.04	0.88				
MontSup	Mal12	99	36	20	0.95	4.68	0.91	93	39	25	0.87	4.23	0.80	88	46	39	0.96	5.13	0.93	516	37	9	0.92	4.29	0.82				
MontSup	Mal13	100	22	9	0.86	3.46	0.78	85	43	35	0.96	5.03	0.93	90	36	22	0.94	4.57	0.88	571	48	12	0.90	4.22	0.76				
MontTyp	Mal14	98	32	17	0.91	4.14	0.83	96	43	30	0.95	4.80	0.88	93	37	23	0.95	4.81	0.92	192	25	8	0.87	3.71	0.80				
MontTyp	Mcho26	100	23	9	0.90	3.79	0.84	98	16	5	0.58	2.16	0.54	98	19	7	0.54	2.17	0.51	147	26	9	0.91	4.15	0.88				
MontTyp	Mcho27	100	16	5	0.87	3.31	0.83	94	24	10	0.93	4.17	0.91	91	28	14	0.91	4.10	0.85	285	24	6	0.81	3.10	0.68				
MontInf	MLit15	98	27	12	0.92	4.06	0.85	98	34	18	0.94	4.59	0.90	94	39	25	0.94	4.66	0.88	431	38	10	0.89	3.91	0.74				
MontInf	MLit16	96	29	14	0.92	4.23	0.87	96	35	20	0.93	4.48	0.87	96	29	14	0.90	4.03	0.83	470	39	10	0.92	4.17	0.79				
MontInf	MLit30	100	25	11	0.87	3.61	0.78	95	30	15	0.93	4.35	0.89	89	34	20	0.94	4.54	0.89	139	31	12	0.96	4.71	0.95				
MontInf	MOr19	98	40	25	0.94	4.68	0.88	99	37	21	0.95	4.79	0.92	95	40	26	0.94	4.72	0.89	543	36	9	0.87	3.74	0.72				
MontInf	MOr25	100	39	24	0.95	4.80	0.91	86	42	32	0.97	5.12	0.95	83	46	42	0.96	5.12	0.93	277	27	7	0.93	4.17	0.88				
MontInf	Litm31	98	35	19	0.91	4.27	0.83	97	45	33	0.96	5.05	0.92	90	52	51	0.97	5.48	0.96	121	32	14	0.93	4.45	0.89				
LitCotBas	LitCo33	100	34	18	0.94	4.59	0.90	98	39	24	0.94	4.67	0.88	92	44	33	0.96	5.01	0.92	103	23	9	0.90	3.98	0.88				
LitCotBas	LitCo34	100	40	25	0.95	4.81	0.90	89	34	20	0.95	4.60	0.90	94	37	23	0.96	4.80	0.92	96	19	7	0.90	3.75	0.88				
LitCotBas	LitCo35	100	40	25	0.93	4.59	0.86	94	34	19	0.94	4.53	0.89	91	39	26	0.95	4.72	0.89	123	24	9	0.94	4.28	0.93				
LitCotCol	LitCo36	99	39	24	0.94	4.65	0.88	95	43	30	0.96	4.96	0.91	91	33	19	0.92	4.34	0.86	73	18	8	0.90	3.76	0.90				
LitCotCol	LitCo37	100	46	33	0.97	5.20	0.94	97	47	36	0.95	5.02	0.90	96	38	23	0.95	4.76	0.91	103	22	9	0.93	4.11	0.92				
LitInflBas	Hy9	99	31	16	0.85	3.74	0.75	95	42	29	0.96	5.02	0.93	96	42	28	0.95	4.85	0.90	574	35	8	0.91	4.07	0.79				
LitInflBas	Litb1	97	44	31	0.96	5.09	0.93	90	48	42	0.97	5.23	0.94	88	52	53	0.93	5.04	0.89	868	52	12	0.94	4.60	0.81				
LitInflBas	Litb8	100	46	33	0.95	4.96	0.90	98	53	47	0.96	5.23	0.91	95	46	35	0.96	5.03	0.91	161	26	9	0.91	4.04	0.86				
LitInflBas	Litm11	99	47	35	0.96	5.08	0.91	97	42	28	0.96	5.04	0.93	92	50	45	0.97	5.34	0.95	295	50	17	0.96	4.98	0.88				
LitInflBas	Litm20	97	43	30	0.94	4.80	0.89	95	48	39	0.96	5.11	0.92	97	32	17	0.71	3.24	0.65	194	26	8	0.86	3.71	0.79				
LitInflBas	Litm28	98	40	25	0.95	4.82	0.91	99	46	33	0.96	5.12	0.93	98	39	24	0.94	4.66	0.88	132	31	13	0.96	4.72	0.95				
LitInflBas	Litm29	98	47	35	0.97	5.20	0.94	95	42	29	0.93	4.72	0.88	92	35	21	0.91	4.26	0.83	118	28	12	0.96	4.62	0.96				
LitInflCol	Litm10	99	45	32	0.96	4.98	0.91	97	51	43	0.97	5.31	0.94	97	48	38	0.94	4.92	0.88	215	33	11	0.92	4.24	0.84				
LitInflCol	Litm2	97	46	34	0.94	4.92	0.89	100	48	36	0.97	5.27	0.94	93	48	40	0.96	5.23	0.94	53	26	20	0.95	4.46	0.95				
LitInflCol	Litm3	98	44	31	0.90	4.51	0.83	98	48	37	0.97	5.24	0.94	99	50	40	0.96	5.16	0.91	303	36	11	0.91	4.15	0.80				
OrInfl	Litm21	97	43	30	0.95	4.88	0.90	98	36	21	0.93	4.48	0.87	95	43	30	0.93	4.69	0.86	208	30	10	0.89	3.85	0.79				
OrInfl	Litm22	99	39	24	0.94	4.68	0.89	98	44	31	0.96	5.11	0.94	98	35	19	0.90	4.32	0.84	213	25	7	0.92	3.96	0.85				
OrInfl	Litm32	98	50	41	0.96	5.15	0.91	98	50	41	0.92	4.86	0.86	95	45	33	0.96	5.04	0.92	196	53	24	0.98	5.53	0.96				
Or	Orb23	99	41	26	0.95	4.82	0.90	95	47	37	0.95	5.07	0.91	91	32	18	0.91	4.18	0.84	384	39	11	0.94	4.59	0.87				
Or	Orm17	100	47	35	0.94	4.93	0.89	98	47	35	0.96	5.06	0.91	99	34	18	0.74	3.44	0.68	192	31	10	0.91	4.13	0.83				
Or	Orm18	98	54	49	0.97	5.43	0.94	95	35	20	0.95	4.70	0.92	99	41	26	0.96	4.96	0.93	334	30	8	0.91	3.99	0.81				
Or	Orm24	100	44	30	0.94	4.80	0.88	97	37	22	0.94	4.64	0.89	85	36	24	0.93	4.46	0.86	338	36	10	0.86	3.77	0.73				

Annexe 13. Liste des taxons rencontrés lors de la réalisation des relevés phytosociologiques. Les noms complets, avec noms d'auteurs, sont indiqués à l'annexe 3. Les taxons sont classés par ordre alphabétique des noms d'espèces. Confer annexe 3 pour le lecteur qui préfère une liste par ordre alphabétique des familles.

La position de l'espèce dans le tableau de l'annexe 10 et de la *Tab.32* (n°) est mentionnée ici dans la colonne "n°".

Les critères présentés sont ceux décrits au chapitre II.

T.P.-type phytogéographique, d°e-d° d'endémisme, Etage-préférence altitudinale, Hydro-préférence hydromorphe, Tmt-tempérament, d°f-d° de fidélité, vers-transgressions vers d'autres habitats ou pas; TDd-type de diaspore au sens de Dansereau & Lems (1957) et TDs- au sens de Sabatier (1985 in Oldeman 1990), Guild-type fonctionnel, T.B.-type biologique, Arch.A-modèle architectural d'arbre, Arch.H-modèle architectural de plante de sous-bois, T.F.-type foliaire, Tr-type de base de tronc, Ex-type d'exsudat

n°	Famille	Espèce	T.P.	d°e	T.P.-commentaires	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers	TDd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A	Arch.H	T.F.	Tr	Ex				
124	Mimosaceae	Acacia kamerunensis	GC	eGlo		bm	val-riv	Pi	Tran	Sec	Scl	18	GS	Lli			cyl	Le	cyl	sec			
514	Lamiaceae	Achyrospermum sp.nov.1	BGA	eLoc	herbier vu par A.Paton: probablement nouvelle espèce	sm	dr	Sé	eLoc		Scl	18	GS	Ht			nap	No		see			
281	Lamiaceae	Achyrospermum tisserantii	BG	eGlo							Scl	18	GS	Ht			cyl	Mé		sec			
459	Zingiberaceae	Aframomum daniellii	G	eGlo		bm	dr+val	Cié	Tran	Altit.	Sar	13	GD	Ht			te	Ma		sec			
139	Zingiberaceae	cf. Aframomum melegueta									Sar	13	GD	Ht			te	Ma		sec			
934	Marantaceae	Afrocalathea rhizantha	BGA	eGlo	seulement connue du Cameroun et Gabon	bm	dr+val	Sé	Sat	Altit.				Ht			tc	Ma		sec			
987	Acanthaceae	Afrofittonia silvestris	BGA	eMoy	SE-Nigeria, Cross River, jusqu'au SW-Cameroun (Campo) (MO) Bioko (WAG)	bm		Sé			Scl	18	GS	Ht			cyl	Mi		sec			
632	Pteridaceae	Afrotteris repens	BGA		sa présence en W-Afrique et dans le C n'est pas claire						Spo	18.1	GD	Ht			lhs	Mé		sec			
684	Huaceae	Afrostyrax kamerunensis	CG	eMoy	ne s'observe en abondance que dans le sous-bois des forêts littorales	bm	dr	Sé	eMoy		Sar	13	SéD	Ad	TROLL		Mé	cyl		sec			
674	Huaceae	Afrostyrax lepidophyllus	CG	Sat	seulement trois signalisations en W-Afrique	bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.	Sar	13	SéD	Ad			Mé	cyl		sec			
422	Caesalpiniaceae	Afzelia bipindensis	CG	eMoy		bm+sm		Sé			Bar	15	SéD	E			Mé	ctr		sec			
954	Caesalpiniaceae	Afzelia pachyloba	BGA	eMoy				Sé			Bar	15	SéD	Ass			Mé	ctr		sec			
853	Connaraceae	Agelaea pentagyna	AM	Larg							Sar	1	GD	Lli			Mé	cyl		sec			
850	Connaraceae	Agelaea rubiginosa	CG	Marg		bm					Sar	1	GD	Lli			Mé	cyl		sec			
71	Connaraceae	Agelaea sp.1									Sar	1	GD	Lli			Mé	cyl		sec			
182	Rubiaceae	Aidia micrantha	CG	eGlo							Sar	14		Ad	PETT		Mé	cyl		sec			
518	Rubiaceae	Aidia rubens	BGA	eMoy		bm	riv	Sé	Sat	Altit.	Sar	13	SéD				Mé	cyl		sec			
409	Rubiaceae	Aidia sp.3															Mé	cyl		sec			
910	Apocynaceae	Alafia sp.1															Lli			lat			
887	Menispermaceae	Albertia cordifolia	G	eMoy	aire très disjointe: Côte d'Ivoire et Congo Braz. (Lebrun & Stork 2003)						Pi						Sar	13	GD	Lli	Mé	cyl	sec
10	Mimosaceae	Albizia adianthifolia	AM	Larg		bm					Cid	Tran	Altit.	Bal	17	CIS	Ass			Le	em	sec	
173	Mimosaceae	Albizia ferruginea	GCp	Tran	typique des forêts semi-décidues et transgressive en GC par les défrichements (FG)	bm					Cid	Tran	Sec	Scl	18	CIS	E			Mi	em	sec	
225	Euphorbiaceae	Alchornea floribunda	GC	eGlo		bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.	Scl	18	GS	ar	KORIBA		cyl	Mé	cyl		sec		
742	Clusiaceae	Allanblackia floribunda	CG	eGlo		bm	dr	Sé	Sat	Riv-Sec	Sar	6	SéD	Ass			Mé	em		lat			
418	Clusiaceae	Allanblackia gabonensis	BG	eMoy		sm	dr	Sé	Rel	Riv	Sar	6	SéD	Ass			No	em		lat			
704	Sapindaceae	Allophylus ngounyensis	BGALit	eLoc	rare et mal connue	bm	val	Sé	eLoc		Sar	13	GD	ar			Mé	cyl		sec			
779	Sapindaceae	Allophylus lafcianus	GCp	Larg							Sar	13	GD	ar			Mé	cyl		sec			
389	Sapindaceae	Allophylus lastoursvillensis	CG	eMoy	connue au Zaïre (FG)	sm	dr	Sé			Sar	13	SéD	Ad			Mé	cyl		sec			
1025	Icacinaeae	Alsodopsis mamii	BG	eMoy		bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	ar			co	No	cyl	sec			
1026	Icacinaeae	Alsodopsis rubra	BGA	eLoc	rare, seulement connue du SO-Cameroun et de la Guinée Equatoriale (FG)	bm					Sar	13	GD				Mé	cyl		sec			
692	Icacinaeae	Alsodopsis staudtii	GLit	eMoy	relativement rare; pourrait être une GLit mais mal connue	bm					Sar	13	GD	ar	TROLL		co	No	cyl	sec			
17	Apocynaceae	Alstonia boonei	G	eGlo		bm	val	Cid	Sat	Zonal	Pog	16	CiD	E	PREVOST		Mé	em		lat			
503	Euphorbiaceae	Amanoa strobilacea	GLit	eGlo	des forêts littorales du Liberia au Cabinda	bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.	Scl	18	SéS	Ad			Mé	éch		sec			
572	Commelinaceae	Amisotolype sp.nov.1	BGA	eMoy		bm+sm	dr+val	Sé			Sar	13	GD	HL			cyl	Mi		sec			
49	Commelinaceae	Amisotolype tenuis	BG	eMoy		bm					Sar	13	GD	Ht			cyl	No		sec			
127	Araceae	Amorphophallus calabaricus	PRA	Larg		bm	val-mar	Cid	eGlo		Sar	13	GD	Ht			ds	Mé		sec			
445	Fabaceae	Amphimas ferrugineus	BG	eMoy		bm	dr	Sé	eGlo		Pié	19	SéD	Ass				No	em	liq			
666	Araceae	Anchomanes difformis	PRA	Larg		bm+sm	val-mar	Sé	eGlo		Sar	13	GD	Hgr			ds	Ma		sec			
888	Commelinaceae	Aneilema beniense	PRA	Larg							Pi	Larg						cyl	No		sec		
780	Orchidaceae	Angraecum eichlerianum var. curvicalcaratum	BG	eMoy	Cameroun, Gabon						Asc	18.1	PS	Hépt				No		sec			
92	Fabaceae	Angylocalyx oligophyllus	G	eMoy		bm												Aco			sec		
781	Fabaceae	Angylocalyx sp.1																E			sec		
986	Anisophylleaceae	aff. Anisophyllea polyneura									Sar	13		Ass	MASSART		dm	No	cyl	liq			
592	Anisophylleaceae	Anisophyllea meniaudi	GC	Tran	aussi en galeries forestières	bm					Sar	13		Ass	MASSART		dm	No	cyl	liq			
567	Anisophylleaceae	Anisophyllea myriostriata	BGA	eGlo		bm+sm	dr	Sé			Sar	13	SéD	Ass	MASSART		dm	Mé	cyl	liq			
519	Anisophylleaceae	Anisophyllea polyneura	CG	eMoy	surtout collectée au-delà d'une certaine altitude (500m); présente une distrib. disjoint avec une collecte dans la forêt de transition (1500m) dans l'E du Zaïre; est l'Anisophyllea qui s'éloigne le plus de l'océan	sm			Cid	Sat	Sec	Sar	13	CiD	E	MASSART	dm	No	cyl	liq			
557	Anisophylleaceae	Anisophyllea purpurascens	BGA	eMoy		bm+sm		Sé			Sar	13	SéD	Ad	MASSART		dm	No	cyl	sec			
465	Anisophylleaceae	Anisophyllea sororia	BGA	Marg	une collecte dans le Mayumbe congolais mais se s'écarte normalement guère de l'océan	sm	dr	Sé	Sat	Riv	Sar	13	SéD	E	MASSART		dm	Mé	cyl	liq			
488	Anisophylleaceae	Anisophyllea sp.1	BGA	eMoy		sm	dr	Cid	Sat	Sec	Sar	13	CiD	Ass	MASSART		dm	No	cyl	liq			
423	Acanthaceae	Anisosepalum albiviolaceum subsp. gracilis	BGA	eMoy	Bélinga (FG)	sm	dr	Sé	Sat	Riv	Scl	18	PS	Hépt			cyl	Mi		sec			
128	Acanthaceae	Anisotes macrophyllus	CG	eGlo	aux 2 Congo, Cameroun, Gabon, Centrafrique et Uganda (FG)	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Scl	18	GS	ar			cyl	Ma		sec			
12	Annonaceae	Annickia chlorantha	BG	eGlo		bm	val	Sé	Marg	Zonal	Sar	14	SéD	Ass				Mé	cyl	sec			
72	Annonaceae	Anonidium manni	CG	Marg		bm	val	Cid	Tran	Riv-Sec	Sar	12	CiD	Aco				Ma	cyl	sec			
472	Rhizophoraceae	Anopyxis klaineana	GC	eGlo		bm	riv	Sé	Marg	Zonal	Pié	16	SéD	E	ATTIMS			No	cyl	liq			
720	Loganiaceae	Anthocleista schweinfurthii	PRA	Larg	mais absente d'Afrique de l'Ouest	bm+sm			Cid		Sar	13	CiD	Ass				Ma	em	sec			
495	Loganiaceae	Anthocleista sp.nov.1	BGA	eLoc	espèce nouvelle affine de A. scandens mais différent par ses feuilles plus petites et acuminées, ainsi que par les rameaux beaucoup plus fins	sm	dr	Sé	eLoc		Sar	14	SéD	Ass				Mi	cyl	sec			

n°	Famille	Espèce	T.P.	d°e	T.P.-commentaires	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers	TDd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A	Arch.H	T.F.	Tr	Ex		
997	Caesalpinaceae	Anthonotha fragrans	GC	eGlo		bm					Bar	18		Aco			Ma	cyl	sec		
1027	Caesalpinaceae	Anthonotha isopetala	BGA	eLoc		bm	dr	Sé			Bar	18	SÉS	Ad	TROLL		No	cyl	sec		
93	Caesalpinaceae	Anthonotha lamprophylla	BG	eMoy		bm					Bar	18		Aco	TROLL		Mé	cyl	sec		
66	Caesalpinaceae	Anthonotha macrophylla	GC	eGlo		bm			Cid	Tran	Riv-Sec	Bal	17	CiS	Ad		Mé	cyl	sec		
670	Caesalpinaceae	Anthonotha stipulacea	BGALit	eMoy		bm	riv	Sé	eMoy			Bar	18	SÉS	Ad	TROLL	Mé	cyl	sec		
761	Euphorbiaceae	Antidesma laciniatum subsp. laciniatum	G	eGlo		bm	dr	Cid				Sar	13	CiD	Ad		Mé	can	sec		
5	Euphorbiaceae	Antidesma laciniatum subsp. membranaceum	GC	Marg		bm+sm	val+riv	Cid	Marg	Zonal		Sar	13	GD	ar	TROLL	Mé	cyl	sec		
314	Euphorbiaceae	Antidesma vogelium	CG	Marg	aussi en galeries forestières	bm+sm						Sar	13		Ad		Mé	cyl	sec		
1028	Anacardiaceae	Antrocaryon klaineum	BG	Marg		bm			Sé			Sar	13	SéD	E		No	em	rés		
869	Vittariaceae	Antrophyum annetii	BGA	eLoc	connue du Type collecté à Lolodorf (FC)							Spo	18.1	PD	Hép		te		sec		
118	Rubiaceae	Aorantho cladantha	CG	eGlo								Sar	13		Aco		Ma	cyl	sec		
509	Caesalpinaceae	Aphanocalyx cynometroides	CG	eGlo		bm+sm						Bar	18		Aco	TROLL		Mé	cyl	sec	
871	Caesalpinaceae	Aphanocalyx margininervatus	CG	eMoy		bm	dr	Sé				Bar	18	SÉS	E	TROLL		No	ctr	sec	
458	Caesalpinaceae	Aphanocalyx microphyllus subsp. microphyllus	CG	eGlo		bm+sm			Sé			Bal	17	SÉS	E	TROLL		Na	ctr	sec	
440	Oleaceae	Aptandra zenkeri	G	eGlo					Sé			Sar	13	SéD	Ad	TROLL		No	cyl	sec	
515	Myrsinaceae	aff. Ardisia dewitiana							Sé			Sar	13	GD	ar	ROUX		Mi	cyl	sec	
220	Myrsinaceae	Ardisia devredii	BG	eMoy		bm+sm	val	Sé	Marg	Zonal		Sar	13	GD	Hs-ar	ROUX	cyl	Mé	cyl	sec	
304	Myrsinaceae	Ardisia dewitiana	BGA	eMoy	surtout SO-Cameroun	bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.		Sar	13	GD	Hs-ar	ROUX	cyl	No	cyl	sec	
521	Myrsinaceae	Ardisia dolichocalyx	BG	eMoy	S-Cameroun	bm+sm	val-mar	Sé	Tran	Sec		Sar	13	GD	Hs-ar	ROUX	cyl	Mé	cyl	sec	
410	Myrsinaceae	Ardisia ebolowensis	BG	eLoc	rare	sm	dr	Sé	Tran	Riv		Sar	13	GD	Hs-ar	ROUX	cyl	Mi	cyl	sec	
671	Myrsinaceae	Ardisia mayumbensis	BGALit	eMoy	aire disjointe; semble essentiellement littorale mais on lui connaît une collecte à Bélinga	bm	val	Sé	Marg	Zonal		Sar	13	GD	ar	LEEUEWENBERG	cyl	Ma	cyl	sec	
305	Myrsinaceae	Ardisia sadebeckiana	BGALit	Marg	du SO-Cameroun et NO-Gabon	bm	mar	Sé	eMoy			Sar	13	GD	Hs-ar		CORNER	cyl	No	cyl	sec
1029	Euphorbiaceae	Argemoullera macrophylla	GC	Marg	surtout présente dans l'E DU Zaïre et dans le BGA				Sé	Tran	Inselb	Scl	18	GS	ar			Mé	cyl	sec	
73	Annonaceae	Artabotrys sp.1													Lii			Mé		sec	
23	Annonaceae	Artabotrys sp.2													Lii			Mé		sec	
522	Oleandraceae	Arthropteris monocarpa	AM	Larg	aire semble-t-il très fortement disjointe, suivant les principaux massifs montagneux; en W-Afrique, seulement connue de Atewa	sm+mi	dr	Sé	Sat	Riv		Spo	18.1	PD	Hép			cyl	Mé	sec	
129	Oleandraceae	Arthropteris palisotii	Pal	Larg		bm			Sé			Spo	18.1	PD	Hgr			cyl	Mé	sec	
244	Aspleniaceae	aff. Asplenium longicauda				sm			Sé	eLoc		Spo	18.1	PD	Hép			cyl	Mé	sec	
886	Aspleniaceae	aff. Asplenium preussii										Spo	18.1	PD	Hép			cyl	Mé	sec	
906	Aspleniaceae	Asplenium africanum	GC	eGlo		bm+sm	val		Marg	Zonal		Spo	18.1	PD	Hép			tga	Mg	sec	
881	Aspleniaceae	Asplenium barberi	GC	eGlo		bm+sm			Sé			Spo	18.1	PD	Hép			tga	Mé	sec	
782	Aspleniaceae	Asplenium cancellatum	G	eMoy								Spo	18.1	PD	Hép			tga	Mé	sec	
310	Aspleniaceae	Asplenium dregeanum	GC	Marg		sm	dr	Sé	Marg			Spo	18.1	PD	Hép			tga	Mé	sec	
341	Aspleniaceae	Asplenium staudtii	BG	Marg	connue du Mt Findé au Cameroun; ainsi que de nombreux inselbergs et reliefs au Gabon	sm			Sé	Marg	Riv-Sec	Spo	18.1	PD	Hép			tga	Ma	sec	
245	Aspleniaceae	Asplenium variable var. paucijugum	AM	Larg		sm			Sé	Sat	Riv-Sec	Spo	18.1	PD	Hép			cyl	Ma	sec	
939	Aspleniaceae	Asplenium variable var. variable	GC	eGlo		bm+sm	riv	Sé	Marg	Zonal		Spo	18.1	PD	Hép			cyl	Ma	sec	
232	Acanthaceae	Asystasia macrophylla	BG	eGlo	Nigeria, Cameroun, Bioko	bm	val	Sé	Tran	Sec		Scl	18	GS	ar	LEEUEWENBERG	cyl	Ma	sec		
6	Marantaceae	Ataenidia conferta	GC	eGlo		bm	riv+all	Cid	Tran	Sec		Scl	18	GS	Ht			tc	Ma	sec	
1000	Mimosaceae	Aubrevillea platycarpa	GC	eGlo		bm			Cid	Tran	Sec	Pté	19	CiD	Ass			Mi	ctr	sec	
573	Burseraceae	Aucoumea klaineana	BGA	eGlo		bm	dr	Cid	Tran	Sec		Pté	16	CiD	E	RAUH		Mé	em	rés	
849	Rubiaceae	Aulacocalyx caudata	BGA	eGlo	pas trouvé de signalisation BGC							Sar	14	GD	ar			No	cyl	sec	
586	Rubiaceae	Aulacocalyx jasmiflora	GC	eGlo								Sar	14	GD	ar			Mé	cyl	sec	
1047	Rubiaceae	Aulacocalyx lujae var. subulata	BGA	eLoc	Bélinga, Mékambo et Ngwasso (Gabon)							Sar	14	GD	ar			No	cyl	sec	
482	Rubiaceae	cf. Aulacocalyx talbotii										Sar		GD	ar				cyl	sec	
523	Caesalpinaceae	Baikiaea insignis	CG	Marg	marginale en forêts galeries en Guinée Eq., plus abondant vers l'intérieur (Wilks & Issembé 2000) et surtout au-delà, en forêts dites congolaises du BG (=BGC)	bm+sm	riv	Sé	Sat	Altit.		Bar	18	SÉS	Aco	TROLL		Mé	cyl	sec	
174	Sapotaceae	Baillonella toxisperma	BG	eMoy		bm	dr	Sé	eLoc			Sar	13	SéD	E	AUBREVILLE		Mé	côn	lat	
889	Apocynaceae	Baissea baillonii	G	eGlo								Pog	16	GD	HL		lhm	Mi		lat	
783	Apocynaceae	Baissea sp.1										Pog	16	GD	Lii		lhm	Mi		lat	
131	Apocynaceae	Baissea subrufa	CG	eMoy		bm+sm						Pog	16	GD	Lii			Mé		sec	
909	Fabaceae	Baphia buettneri	BGA	eMoy	mal connue dans MO; nous n'avons pas pu consulter la révision de Soladoye (1985)		dr	Sé							Ad	TROLL		Mé	em	sec	
511	Fabaceae	Baphia laurifolia	CG	eGlo	d'après FWTA, MO et WAG		dr	Sé							Ad	TROLL		Mé	em	sec	
589	Fabaceae	Baphia leptostemma	BGALit	eMoy	d'après MO et WAG	bm	dr	Sé	Tran	Riv					Ad	TROLL		Mé	em	sec	
444	Fabaceae	Baphia sp.1							Sé						Aco	TROLL		Mé	em	sec	
122	Passifloraceae	Barteria fistulosa subsp. fistulosa	CG	eGlo		bm	dr	CiÉ				Sar	11	CiD	Ad	COOK	ds	Mé	cyl	sec	
406	Passifloraceae	Barteria solida	BGA	eLoc		sm	dr	Sé	eLoc			Sar	11	SéD	Ad	KORIBA		Mé	cyl	sec	
494	Begoniaceae	aff. Begonia clypeifolia	BGA	eLoc		sm	dr	Sé	eLoc			Scl	18	GS	Ht			tc	Mé	sec	
246	Begoniaceae	Begonia anisosepala	BG	eGlo	aussi en forêts côtières	bm+sm	val	Sé	Larg			Scl	18	GS	Ht			da	Mé	sec	
462	Begoniaceae	Begonia clypeifolia	BG	Sat	existe une signalisation dans le SE du Zaïre	bm+sm	dr	Sé	Larg			Scl	18	GS	Ht			tc	Mé	sec	
524	Begoniaceae	Begonia elaeagnifolia	BG	eGlo		bm+sm	riv		Sat	Riv		Asc	18.1	PS	Ht			cyl	Mé	sec	
551	Begoniaceae	Begonia fusialata var. fusialata	G	eGlo		bm+sm						Asc	18.1	PS	Hép			cyl	Mé	sec	
705	Begoniaceae	Begonia hirsutula	GC	eMoy		bm+sm			Sé	Larg		Scl	18	GS	Ht			da	Mé	sec	
525	Begoniaceae	Begonia longipetiolata	CG	eGlo	aire relativement disjointe au Zaïre, essentiellement à proximité des rivières et des montagnes	bm+sm	riv		eGlo			Asc	18.1	PS	Hép			cyl	No	sec	
774	Begoniaceae	Begonia macrocarpa	GC	eGlo		bm+sm	riv	Sé	eGlo			Asc	18.1	PS	Ht			lhs	Mi	sec	
842	Begoniaceae	Begonia mbangaensis	BGALit	Marg	espèce typique des forêts sous influence littorale (Sosef 1994, p.259)	bm	dr+val	Sé				Scl	18	GS	Ht			da	Mé	sec	
424	Begoniaceae	Begonia microsperma	BGA	eLoc		bm+sm						Asc	18.1	PS	Hép			da	Mé	sec	
132	Begoniaceae	Begonia mildbraedii	GC	eMoy		bm+sm	riv	Sé	eMoy			Scl	18	GS	Ht			da	Mé	sec	

n°	Famille	Espèce	T.P.	d°e	T.P.-commentaires	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers	TDd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A	Arch.H	T.F.	Tr	Ex
526	Begoniaceae	Begonia scutifolia	BG	eGlo		bm+sm	val+riv	Sé	Marg	Zonal	Scl	18	GS	Ht		da	Mé		sec
1016	Begoniaceae	Begonia sessilifolia subsp. sessilifolia	BGA	eLoc		bm+sm					Scl	18	GS	Ht		lhs	Mi		sec
1003	Begoniaceae	Begonia sp.nov.1	BGAOr	eLoc		bm	dr	Sé	eLoc		Scl	18	GS	Ht		da	Mé		sec
955	Begoniaceae	Begonia susaniae	BGA	eMoy		bm		Sé			Asc	18.1	PS	Hép		ovi	Mé		sec
722	Lauraceae	Beilschmiedia fulva	CG	eMoy	très mal connue	bm		Sé			Sar	14	SéD	Ass			Mé	cyl	liq
9	Rubiaceae	Belonophora coriacea	BGC	Marg							Sar	14	GD	ar			Mé	cyl	sec
784	Rubiaceae	Belonophora sp.1									Sar	14	GD	ar			Mé	cyl	sec
785	Rubiaceae	cf. Belonophora talbotii									Sar	14	GD	ar			Mé	cyl	sec
759	Caesalpiniaceae	Berlinia bracteosa	BGA	eGlo		bm	mar	Sé	Marg	Riv	Bar	18	SéS	Aco			Ma	cyl	sec
883	Caesalpiniaceae	Berlinia confusa	G	eGlo		bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Bal	17	SéS	E			No	ctr	sec
487	Caesalpiniaceae	Berlinia congolensis	BGALit	eGlo		bm+sm	val-mar	Sé	Sat	Altit.	Bal	17	SéS	Ass	TROLL		No	ctr	sec
890	Meliastaceae	Bersama abyssinica subsp. paullinoides	G	eGlo	mal connue									ar		tg	No	cyl	sec
1	Rubiaceae	Bertiera aequatorialis	BG	eGlo		bm		Cié			Sar	13	GD	ar			No	cyl	sec
316	Rubiaceae	Bertiera aethiopica	CG	eGlo				Cié			Sar	13	GD	ar			No	cyl	sec
841	Rubiaceae	Bertiera batesii	BG	eGlo							Sar	13	GD	ar			No	cyl	sec
306	Rubiaceae	Bertiera bicarpellata	BG	eGlo					Sé		Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
133	Rubiaceae	Bertiera elabensis	BG	eMoy	SO-Cameroun et Gabon (Estuaire)	bm	riv+all				Sar	14	GD	ar			Mé	cyl	sec
882	Rubiaceae	Bertiera iturensis	CG	eGlo		bm		Cié			Sar	14	GD	ar			Mé	cyl	sec
190	Rubiaceae	Bertiera laxa	BG	eGlo							Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
956	Rubiaceae	Bertiera sp.3									Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
298	Rubiaceae	cf. Bertiera globiceps									Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
506	Caesalpiniaceae	Bikinia le-testui subsp. le-testui	BGA	eMoy		bm	dr	Sé			Bal	17	SéS	E	TROLL		Mi	cyl	sec
872	Caesalpiniaceae	Bikinia pellegrinii	BGA	eMoy		bm	dr	Sé	eMoy		Bal	17	SéS	E	TROLL		Na	ctr	sec
878	Caesalpiniaceae	Bikinia sp.nov.1	BGA	eLoc		bm+sm	dr	Sé	eLoc		Bal	17	SéS	E	TROLL		Na	ctr	sec
67	Sapindaceae	Blighia welwitschii	GC	eGlo							Sar	13		E			Mé	cyl	sec
189	Lomariopsidaceae	Bolbitis auriculata	AM	Larg							Spo	18.1	PD	Ht		loa	Ma		sec
24	Lomariopsidaceae	Bolbitis gemmifera	PRA	Larg							Spo	18.1	GD	Ht		loa	Mé		sec
134	Bombacaceae	Bombax brevicuspe	G	eGlo		bm		Cid	Sat	Zonal	Pog	16	Cid	E	MASSART		Mé	ctr	sec
135	Bombacaceae	Bombax buonopozense	GC	eGlo		bm	val-mar	Cid	Sat	Sec	Pog	16	Cid	E	MASSART		Mé	ctr	sec
611	Caesalpiniaceae	Brachystegia mildbraedii	BGA	eMoy		bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Bar	18	SéS	E			No	em	sec
435	Acanthaceae	Brachystephanus jaundensis	BG	eMoy		sm	val	Sé	Sat	Riv-Sec	Scl	18	PS	Ht		co	No		sec
930	Scytopetalaceae	Brazeia soyauxii	BGA	Marg	elle est courante dans le BGA et devient erratique plus à l'intérieur, jusqu'aux forêts semi-décidues	bm	val-mar	Sé	eGlo		Sar	4	GD	ar			Mi	cyl	sec
356	Euphorbiaceae	Bridelia atroviridis	PRA	Larg		bm		Pi	Tran	Riv	Sar	13	PD	Aco	TROLL		Ma	éch	liq
647	Capparidaceae	Buchholzia coriacea	GLit	Marg	dans le golfe de Guinée, cette espèce est surtout limitée au secteur littoral	bm		Sé			Sar	6	SéD	Ad			Ma	cyl	sec
937	Mimosaceae	Calpocalyx dinklagei	BG	eGlo							Bar	18		Ad	TROLL	co	Mé	cyl	sec
677	Mimosaceae	Calpocalyx heitzi	BGALit	eGlo	caractéristique différentielle des forêts BGALit;	bm	dr	Sé	eGlo		Bar	18	SéS	E	TROLL		No	ctr	sec
957	Mimosaceae	Calpocalyx klainei	BGALit	eGlo	limitée au S du Cameroun et à la zone côtière du Gabon (FG)	bm		Sé			Bal	17	SéS	Ad	TROLL		Mé	cyl	sec
855	Mimosaceae	Calpocalyx ngouienensis	BGA	eMoy	typique des forêts atlantiques camerouno-gabonaises (FG)	bm	dr	Sé			Bal	17	SéS	Ad	TROLL		Mé	cyl	sec
425	Melastomataceae	Calvoa hirsuta	GC	eMoy	surtout concentrée dans les régions montagneuses: Nimba en W-Afrique, Virunga au Zaïre et les dorsales BGA	bm+sm		Sé	Tran	Inselb	Scl	18.1	PD	Hép		co	No		sec
998	Rubiaceae	Calycosiphonia sp.1									Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
351	Rubiaceae	Calycosiphonia sp.2									Sar	13		Ad			Mé	cyl	sec
315	Rubiaceae	Camptopus letestui				sm	dr	Sé	Tran	Riv	Sar	14	GD	ar			Ma	cyl	sec
560	Ochnaceae	Campylospermum calanthum	BGA	eGlo		bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.	Sar	13	GD	ar	KORIBA		Mé	cyl	sec
922	Ochnaceae	Campylospermum duparquetianum	GLit	eGlo	semble être limitée aux forêts littorales	bm		Sé	Sat	Altit.	Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
68	Ochnaceae	Campylospermum elongatum	CG	eGlo		bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	ar		cyl	Ma	cyl	sec
136	Ochnaceae	Campylospermum flavum	GC	Marg	aussi en galeries forestières	bm	riv+all	Sé	Tran	Riv	Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
499	Ochnaceae	Campylospermum reticulatum var. turnerae	GC	Marg		bm+sm	val-mar		Larg		Sar	13	GD	ar			No	can	sec
958	Ochnaceae	Campylospermum sp.1									Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
137	Ochnaceae	Campylospermum sp.2									Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
252	Ochnaceae	Campylospermum sp.3				sm	dr	Sé	eGlo		Sar	13	GD	ar			Mi	can	sec
403	Ochnaceae	Campylospermum sulcatum	G	eMoy	rare en W-Afrique	bm+sm		Sé			Sar	13	SéD	Ad	TROLL		No	cyl	sec
839	Ochnaceae	Campylospermum vogelii	GC	Marg	aussi en galeries forestières	bm	riv	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	ar			No	cyl	sec
938	Burséraceae	Canarium schweinfurthii	GC	Marg		bm		Sé			Sar	13	SéD	E	RAUH		Mé	em	rés
227	Meliaceae	Carapa procera	AA	Larg							Bar	18		Ass	CORNER	tg	Mé	cyl	sec
434	Polygalaceae	Carpolobia alba	G	eGlo							Sar	5	GD	ar	TROLL	lhm	Mi	cyl	sec
74	Caesalpiniaceae	Cassia mimosoides	Pal	Larg		bm+sm	val-mar	Pi	Omni		Bal	17	GS	ar	TROLL	lhm	Le	cyl	sec
680	Rhizophoraceae	Cassipourea sp.1												Ass			Mé	cyl	sec
138	Ulmaceae	Celtis mildbraedii	GCp	eGlo	limitée aux forêts de transition semi-décidues au Nord du massif GC	bm	dr	Sé			Sar	13	SéD	E	TROLL		No	em	sec
1004	Ulmaceae	Celtis tessmannii	CG	eMoy	c'est la seule espèce du genre qui soit véritablement de forêt dense plus ou moins sempervirente; elle pourrait justifier la création d'une catégorie chorologique CGOr!	bm	dr	Sé			Sar		SéD	E	TROLL		Mi	côn	liq
228	Pandaceae	Centroplacus glaucinus	BG	eGlo		bm+sm	dr+val	Sé	eGlo		Sar	13	SéD	Ad			Mé	cyl	sec
600	Araceae	Cercestis camerunensis	BG	Marg		bm+sm	riv+all	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	Hgr		cyl	Mé		sec
211	Araceae	Cercestis dinklagei	GC	eGlo		bm+sm		Sé	Larg		Sar	13	GD	Hgr			Ma		sec
226	Araceae	Cercestis mirabilis	GC	Marg		bm+sm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	Hgr		cyl	Ma		sec
284	Rubiaceae	Chassalia sp.1									Sar		GD	ar			Mé	cyl	sec
786	Rubiaceae	Chassalia sp.12									Sar		GD	ar			No	cyl	sec
908	Rubiaceae	Chassalia sp.6									Sar		GD	ar			Mé	cyl	sec
363	Rubiaceae	Chazaliella sciadephora	G	eGlo							Sar	14	GD	ar			Mi	cyl	sec
365	Rubiaceae	Chazaliella sp.2									Sar	14	GD	ar				cyl	sec

n°	Famille	Espèce	T.P.	d°e	T.P.-commentaires	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers	TDd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A	Arch.H	T.F.	Tr	Ex
892	Orchidaceae	Cheirostylis divina	G	eMoy	peut-être GLit? ou GA?	bm+sm	dr	Pi	eMoy		Asc	18.1	GS	Ht		tga	Mi		sec
335	Sterculiaceae	Chlamydocola chlamydantha	GC	Sat		bm	val-mar	Sé	eMoy		Sar	6	SéD	Ad	CORNER		Mg	cyl	sec
140	Anthericaceae	cf. Chlorophytum laxum									Scl	18	GS	Ht		tga	No		sec
251	Anthericaceae	Chlorophytum alismifolium			espèce des milieux humides: bords de ruisseaux, etc.	bm+sm	riv	Sé	Marg	Zonal	Scl	18	PS	Ht		tga	Mé		sec
602	Sapotaceae	Chrysophyllum africanum	AM	Larg	en BG, semble plus abondant vers l'océan (Wilks & Issembé 2000)	bm	val+riv	Sé	Marg	Zonal	Sar		SéD	Ass			Ma	ctr	lat
437	Sapotaceae	Chrysophyllum perpulchrum	GCp	Tran	secteur septentrional de la forêt semi-décidue, de la Côte d'Ivoire à l'Oubangui (FG)	bm+sm		Sé	Tran	Sec	Sar		SéD	Ass			Mé	ctr	lat
420	Sapotaceae	Chrysophyllum pruniforme	G	eGlo							Sar		Ad		TROLL		No	cyl	lat
268	Sapotaceae	Chrysophyllum subnudum	GC	eGlo			val-mar	Sé			Sar		SéD	Aco			Mé	cyl	lat
229	Sapindaceae	Chytranthus angustifolius	G	eGlo		bm+sm		Sé			Sar	14	SéD	Ad		tgs	Mé	cyl	sec
706	Sapindaceae	Chytranthus cauliflorus	G	eMoy	aire fortement disjointe, absente du Nigeria et du Cameroun; au Gabon: Mts. de Cristal			Sé			Sar	13	GD	ar		tgs	Mé	cyl	sec
353	Sapindaceae	Chytranthus macrobotrys	G	Marg		bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.	Sar	13	SéD	Ad		tgs	Mé	cyl	sec
344	Sapindaceae	Chytranthus sp.1									Sar	13	Ad				No	cyl	sec
612	Sapindaceae	Chytranthus sp.2									Sar	13	GD	ar			No	cyl	sec
613	Vitaceae	Cissus sp.1									Sar	13	GD	HL			No	cyl	sec
552	Rutaceae	Citrus sinensis	Omni	Larg	originaire d'Asie, cultivé				Cié		Sar	13	GD	ar			No	cyl	sec
279	Euphorbiaceae	Cleistanthus bipindensis	CG	eMoy	limité, au Zaïre, à l'IO de la cuvette, et aux régions humides des estuaires du BG	bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.	Scl	18	SéS	Ass	TROLL		Mé	can	sec
502	Euphorbiaceae	Cleistanthus mildbraedii	CG	eMoy	limitée aux forêts hydromorphes de l'E de la cuvette congolaise, jusque dans les forêts du BG	bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.	Scl	18	SéS	Ass	TROLL		Mé	em	sec
359	Euphorbiaceae	Cleistanthus sp.3						Sé			Scl	18	SéS	Ass			Mi	can	sec
402	Euphorbiaceae	Cleistanthus sp.4						Sé			Scl	18	SéS	Ass			Mi	can	sec
141	Annonaceae	Cleistantholobos glauca	CG	Marg		bm	val	Cid	Marg	Zonal	Sar	6	CID	Aco			Mé	cyl	sec
983	Annonaceae	Cleistantholobos myrsiniflora	BGA	eLoc							Sar	6	Ass				Mé	cyl	sec
142	Annonaceae	Cleistantholobos patens	GC	Tran	aussi en périphérie dans les forêts galerie	bm	val-mar	Sé	eGlo		Sar	6	SéD	Aco	TROLL		Mé	em	sec
25	Annonaceae	Cleistantholobos staudtii	BGA	Marg		bm	val	Sé	eGlo		Sar	6	SéD	Ass			Mé	em	sec
787	Verbenaceae	Clerodendron sp.1											Lli				Mé	cyl	sec
143	Verbenaceae	Clerodendron sp.2											Lli				Mé	cyl	sec
788	Connaraceae	Cnestis corniculata	PRA	Larg							Sar	1	GD	Lli			No	cyl	sec
144	Connaraceae	Cnestis ferruginea	PRA	Larg							Sar	1	GD	Lli			No	cyl	sec
75	Connaraceae	Cnestis sp.1									Sar	1	GD	Lli			No	cyl	sec
221	Myristicaceae	Coelocaryon preussii	CG	Sat		bm	val	Sé	Tran	Zonal	Sar	1	SéD	E			Mé	cyl	liq
859	Rubiaceae	Coffea mayombensis	BG	eGlo				Sé			Sar	13	GD	ar	ROUX		No	cyl	sec
667	Sterculiaceae	Cola acuminata	GC	Marg	natif du Nigeria et du Gabon (Lebrun & Stork 2003), cultivé, sa distribution atteint aujourd'hui tout le GC et G-SZ			Cid	Tran	Sec	Sar	1	CID	Aco			Mé	cyl	sec
329	Sterculiaceae	Cola altissima	GCp	Tran	transgressif des forêts semi-décidues (Lebrun & Stork 2003)	bm+sm	dr	Cid	Sat	Altit.				E			Mé	ctr	liq
884	Sterculiaceae	Cola argentea	BGALit	eLoc	rare, seulement connue par le Type (de Cocobeach) à l'époque de la FG, il est maintenant signalé au SE-Nigeria et SO-Cameroun	bm	dr	Sé	Sat	Altit.				Ad			Mg	cyl	sec
510	Sterculiaceae	Cola attiensis	G	eMoy	aire fortement disjointe	bm	val+riv	Sé	Sat	Altit.	Sar	6	SéD	Ad	TROLL		Mé	cyl	sec
570	Sterculiaceae	Cola digitata	GC	eGlo	moins fréquent dans la cuvette congolaise	bm+sm	val	Sé	Marg	Zonal	Bar	15	GS	ar		ds	Ma	cyl	sec
685	Sterculiaceae	Cola duparquetiana	BGALit	Sat	très peu de localités connues parmi lesquelles une majorité de littorales; les localités plus orientales pourraient être des satellites submontagnards (comme pour nos observations par exemple)	bm	val	Sé	Sat	Altit.	Sar	6	SéD	Ad			Mg	cyl	sec
789	Sterculiaceae	Cola ficifolia	BGALit	eGlo	distribution typique (Lebrun & Stork 2003)	bm	dr+val	Sé	Marg	Zonal	Sar	2	SéD	Ad		ds	Mg	cyl	sec
597	Sterculiaceae	Cola griseiflora	CG	eGlo	surtout congolais	bm					Sar	2	GD	ar	KORIBA		Mé	cyl	sec
762	Sterculiaceae	Cola heterophylla	G	eMoy	surtout HG	bm		Cid	Marg	Zonal	Sar	2	GD	Ad	KORIBA		Mé	cyl	sec
54	Sterculiaceae	Cola lateritia	GC	Marg			riv+all	Sé	Tran	Riv-Sec	Sar	2	SéD	Ass			Ma	cyl	sec
635	Sterculiaceae	Cola lepidota	BGALit	eMoy		bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal	Sar	6	SéD	Ad			Ma	cyl	sec
285	Sterculiaceae	Cola mayimbensis	BGA	eLoc	jusqu'ici seulement connu du Type collecté dans la région de Lastoursville	sm	dr	Sé	eLoc				ar				No	cyl	sec
26	Sterculiaceae	Cola rostrata	BG	eMoy		bm	val	Cid	Marg	Zonal	Sar	6	CID	Ad		ds	Ma	cyl	sec
790	Combretaceae	Combretum sp.1											ar				Mé	cyl	sec
893	Combretaceae	Combretum sp.2											ar				Mé	cyl	sec
823	Combretaceae	Combretum sp.3											Lli				Mé	cyl	sec
326	Commelinaceae	Commelina capitata	GC								Scl	18	GS	Ht		co	Mé		sec
854	Commelinaceae	Commelina longicapsa	G	eGlo									Ht		tga	No			sec
894	Connaraceae	Conarus sp.1									Sar	1	GD				Mé	cyl	sec
791	Connaraceae	Conarus sp.2									Sar	1	GD				No	cyl	sec
1031	Caesalpiniaceae	Copaifera religiosa	BGA	eMoy		bm	dr	Sé	eMoy		Bar	15	SéD	E			Mi	em	rés
992	Orchidaceae	Corymborkis minima	BGA	eLoc		bm	riv	Sé			Asc	18.1	GS	Ht		cyl	Mé		sec
101	Costaceae	Costus englerianus	G	eGlo		bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	1	GD	Ht			ovi	Mé	sec
585	Costaceae	Costus phaeotrichus	BG	eMoy	espèce peut-être BGA?	bm+sm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	1	GD	Ht			ovi	Mé	sec
792	Costaceae	Costus sp.1					val+riv	Sé	Marg	Zonal	Sar	1	GD	Ht			hél	Mé	sec
561	Olacaceae	Coula edulis	G	eGlo	n'atteint pas le BGC et pourrait donc justifier la création d'un type chorologique GA (Guinée Atlantique)	bm+sm	dr	Sé	eGlo		Sar	14	SéD	Aco	ROUX		Mé	em	lat
342	Rubiaceae	Craterispermum cerinanthum	G	eGlo							Sar	13		Ad	MASSART		Mi	cyl	sec
466	Rubiaceae	Craterispermum ledermannii									Sar	13		Ad	MASSART		Mé	cyl	sec
936	Rubiaceae	Craterispermum sp.1									Sar	13		Ad	MASSART		No	cyl	sec
528	Rubiaceae	Cremspora triflora	GC	Marg							Sar	13	GD	ar	ROUX		Mi	cyl	sec
824	Acanthaceae	Crossandrella cristallensis	BGA	eLoc		sm	val	Sé	Sat	Riv	Scl	18	GS	Ht		cyl	Mé		sec
1048	Euphorbiaceae	Croton mayumbensis	BG	eGlo							Scl	18		E			No	em	sec
1015	Euphorbiaceae	Croton sylvaticus	GC	Marg		bm		Cié	Sat	Sec	Scl	18	CiS	Aco			Mé	cyl	sec
396	Euphorbiaceae	Crotonyone manniana subsp. manniana	G	eGlo	il existe une sous-espèce vicariante congolaise typique des forêts ripicoles	sm	dr	Sé	Tran	Riv	Scl	18	SéS	Ad			Mé	cyl	liq
99	Caesalpiniaceae	Crudia gabonensis	G	eMoy		bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Bar	18	SéS	Ass	TROLL		Mé	ctr	sec

n°	Famille	Espèce	T.P.	d°e	T.P.-commentaires	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers	TDd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A	Arch.H	T.F.	Tr	Ex
864	Caesalpinaceae	Crudia zenkeri	BGA	eMoy		bm+sm		Sé			Bar	18	SÉS	Aco	TROLL		No	em	sec
1032	Caesalpinaceae	Cryptosepalum pellegrinianum	BGA	eMoy		bm	val	Sé	eMoy		Bar	18	SÉS	E			No	can	sec
579	Dryopteridaceae	cf. Ctenitis pilosissima									Spo	18.1	GD	Ht		tga	Ma		sec
64	Dryopteridaceae	Ctenitis protensa	AA	Larg							Spo	18.1	GD	Ht		tga	Mé		sec
960	Dryopteridaceae	Ctenitis securidiformis var. securidiformis	G	eGlo							Spo	18.1	GD	Ht		tga	Mé		sec
496	Grammitidaceae	Ctenopteris zenkeri	AM	Larg		sm		Sé	eGlo		Spo	18.1	PD	Hép		pen	Mi		sec
260	Hippocrateaceae	Cuervea macrophylla	GC	Marg	aussi en galeries forestières	bm	val+riv	Sé	Sat	Altit.	Sar	14	GD	Lit			Mé	cyl	sec
776	Araceae	aff. Culcasia sapinii									Sar	13	GD	Hgr					sec
222	Araceae	Culcasia barombensis	PRA	Larg	espèce des sous-bois de forêts secondaires ou semi-caducifoliées	bm+sm				Zonal	Sar	13	GD	Hgr			cyl	Mé	sec
905	Araceae	Culcasia dinklagei	G	eGlo	zones forestières de la Guinée au Congo	bm	riv+all	Sé	Larg		Sar	13	GD	Ht		tgs	Ma		sec
27	Araceae	Culcasia ekongoloi	G	eMoy	semble affectionner les galeries forestières de l'ouest du Cameroun	bm					Sar	13	GD	Hgr			cyl	Mé	sec
234	Araceae	Culcasia lanceolata	BG	eGlo							Sar	13	GD	Hgr			cyl	No	sec
273	Araceae	Culcasia loukandensis	BG	eMoy		sm	dr	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	Ht	BELL	lht	Mé		sec
608	Araceae	Culcasia manni	G	eMoy		bm+sm	val-mar	Sé	eGlo		Sar	13	GD	Ht		co	Ma		sec
558	Araceae	Culcasia parviflora	G	eMoy		bm+sm		Sé	Larg		Sar	13	GD	Hgr			cyl	Mi	sec
675	Araceae	Culcasia sanagensis	BG			bm+sm					Sar	13	GD	Hgr			cyl	Mé	sec
212	Araceae	Culcasia sapinii	G	eMoy		bm+sm			Larg		Sar	13	GD	Hgr			cyl	No	sec
688	Araceae	Culcasia sp.nov.1	BGALit	eLoc		bm	dr	Sé	eLoc		Sar	13	GD	Hgr		lvp	No		sec
681	Araceae	Culcasia striolata	G	eMoy	semble se limiter aux régions les plus humides	bm	val	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	Ht		co	Mé		sec
95	Rubiaceae	Cuviera calycosa	BG	eMoy							Sar	13		Ad			Mé	cyl	sec
601	Rubiaceae	Cuviera lestui	BGALit	eMoy	chorologie douteuse?	bm	dr	Sé	Sat	Altit.	Sar	14	SéD	Aco			Ma	cyl	sec
419	Mimosaceae	Cylicodiscus gabunensis	G	eMoy	disséminé	bm		Sé			Pté	16	SéD	E			Mi	cyl	liq
649	Euphorbiaceae	Cyrtogonone argentea	GLit	Tran		bm	dr	Sé	Tran	Sec	Scl	18	SÉS	Aco			Ma	can	sec
735	Burseraceae	Dacryodes buetneri	BGA	eMoy	distribution comparable à celle de l'Okumé	bm	dr	Cid	Marg	Zonal	Sar	13	Cid	E	RAUH		Mé	em	rés
207	Burseraceae	Dacryodes edulis	GC	eGlo		bm+sm	dr	Sé	Larg		Sar	13	SéD	Aco	RAUH		Mé	em	rés
413	Burseraceae	Dacryodes heterotricha	BGA	eMoy		bm+sm	riv	Sé	Tran	Altit.	Sar	13	SéD	E	RAUH		Mé	ctr	rés
682	Burseraceae	Dacryodes igaganga	BGA	eGlo		bm+sm		Sé			Sar		SéD	E	RAUH		Mé	em	rés
265	Burseraceae	Dacryodes klaineana	G	eGlo	forêt littorale et de transition (Onana 2003)	bm+sm	dr	Sé	Tran	Altit.	Sar	13	SéD	E	RAUH		Mé	em	rés
417	Burseraceae	Dacryodes lestui	BG	eMoy		sm	dr	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	SéD	Aco	RAUH		Mé	em	rés
269	Burseraceae	Dacryodes macrophylla	BGA	eGlo	cantonée au BGA	bm		Sé			Sar	13	SéD	Aco	RAUH		Ma	em	rés
640	Burseraceae	Dacryodes normandii	BGALit	Marg	semble essentiellement distribuée dans la région littorale	bm		Sé			Sar	13	SéD	E	RAUH		Mé	ctr	rés
729	Chrysobalanaceae	Dactyladenia icondere	BGALit	Marg	la localité la plus éloignée de l'océan est Bipindi ...	bm					Sar	13		Aco	NOZERAN		Mé	cyl	sec
697	Chrysobalanaceae	Dactyladenia laevis	BGALit	Marg	n'est connue que de la région de Libreville	bm			Sat	Altit.	Sar	13		Aco	TROLL		No	cyl	sec
497	Chrysobalanaceae	Dactyladenia sp.1									Sar	13		Ass			No	cyl	sec
286	Chrysobalanaceae	Dactyladenia staudtii	BGA	eLoc							Sar	13		Ad			No	cyl	sec
851	Caesalpinaceae	Daniellia klainei	BG	eMoy		bm		Sé			Bar	18	SÉS	E			Mé	em	sec
614	Caesalpinaceae	Daniellia soyauxii var. soyauxii	BGALit	Marg	espèce assez rare et mal connue	bm	dr	Sé	eLoc		Bar	18	SÉS	E	TROLL		Mé	em	sec
961	Sapindaceae	Deinbollia sp.1									Sar		GD	ar				cyl	sec
793	Sapotaceae	Delpyhora macrophylla	BGALit	eLoc		bm	val+riv	Sé	Marg	Zonal	Sar		GD	ar			Mé	cyl	lat
16	Irvingiaceae	Desbordesia glaucescens	BGALit	Tran	caractéristique de la forêt littorale, cette espèce persiste ça et là dans la vieille forêt gabonaise à Légumineuses (FG)	bm	dr	Sé	Tran	Riv	Pté	19	SéD	E	TROLL		Mé	ctr	sec
943	Icacinaeae	Desmostachys vogelii	G	eGlo		bm					Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
145	Tiliaceae	Desplatsia chrysochlamys	GCp	Tran	des galeries forestières de la périphérie N et transgressive en forêts denses humides secondaires	bm+sm	val+riv	Sé	Tran	Sec	Sar	13	GD	ar	MASSART		Mé	cyl	sec
297	Tiliaceae	Desplatsia suberica	GC	eGlo		bm	val+riv	Cid	Tran	Sec	Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
858	Caesalpinaceae	Detarium macrocarpum	BG	eMoy	espèce surtout de l'intérieur, commune au BGAOr et au BGC	bm	dr	Sé	eMoy		Sar	13	SéD	E			No	em	sec
636	Caesalpinaceae	Dialium bipindensis	BGA	eMoy	assez rare	bm	dr	Sé			Bar	18	SÉS	E	TROLL		Mé	ctr	liq
446	Caesalpinaceae	Dialium dinklagei	GC	eGlo	très répandue	bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.	Bar	18	SÉS	Ass	TROLL		Mi	ctr	liq
216	Caesalpinaceae	Dialium pachyphyllum	CG	eGlo	assez rare au Zaïre	bm	dr	Sé	Larg		Bar	18	SÉS	E	TROLL		No	ctr	liq
391	Caesalpinaceae	Dialium soyauxii	BGA	eMoy		bm+sm	dr	Sé	Larg		Bar	18	SÉS	E	TROLL		No	ctr	liq
1006	Caesalpinaceae	Dialium tessmannii	CG	eGlo	surtout de l'intérieur	bm	dr	Sé			Bar	18	SÉS	E	TROLL		No	em	liq
843	Melastomataceae	Dicellandra barberi var. escherichii	GC	eGlo		bm	val	Sé	eGlo		Scl	18.1	PD	Hgr		lht	Mi	cyl	sec
731	Orchidaceae	Corymborkis gabonensis	G	eGlo	son étendue au Zaïre n'est pas claire; elle semble clairement GLit avec transgressions en milieux vallicoques du BGAOr	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal	Asc	18.1	GS	Ht			cyl	Mi	sec
870	Dichapetalaceae	Dichapetalum insigne	BG	Marg				Sé			Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
328	Dichapetalaceae	Dichapetalum madagascariense	AM	Larg					Larg		Sar	13	GD	ar	TROLL		Mé	cyl	sec
287	Dichapetalaceae	Dichapetalum montanum	BGA	eMoy		sm	dr	Sé	eMoy		Sar	14	GD	ar			No	cyl	sec
794	Dichapetalaceae	Dichapetalum rudatisii	BGALit	eMoy	espèce connue uniquement du SE-Nigeria et SO-Cameroun ainsi que de Cocobeach au Gabon	bm		Sé			Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
299	Dichapetalaceae	Dichapetalum sp.1									Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
76	Dichapetalaceae	Dichapetalum sp.2									Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
795	Dichapetalaceae	Dichapetalum sp.3									Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
562	Euphorbiaceae	Dichostemma glaucescens	BG	eGlo	espèce typique du BG	bm	dr	Sé	Sat	Altit.	Sar	14	SéD	Ad	NOZERAN	dm	Mé	cyl	lat
77	Thymelaeaceae	Dicranolepis buchholzii	CG	eGlo	surtout BG	bm+sm	riv+all	Sé	Tran	Riv-Sec	Sar	5	GD	ar	MANGENOT	dm	Mi	cyl	sec
580	Thymelaeaceae	Dicranolepis pulcherrima	CG	eMoy		bm	riv+all	Sé	Tran	Sec	Sar	5	GD	ar	MANGENOT	dm	Mi	cyl	sec
194	Rubiaceae	Didymospinx lanciloba	CG	eGlo							Sar	14	GD	ar			No	cyl	sec
740	Olaceae	Diogoia zenkeri	BGA	eGlo	répandu dans tous le BGA	bm	dr	Sé			Sar	14	SéD	Aco			Ma	cyl	sec
516	Ebenaceae	aff. Diospyros fragrans						Sé			Sar	13	GD	ar	MASSART	dm	Mi	cyl	sec
282	Ebenaceae	aff. Diospyros simulans				bm	dr	Sé			Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	Mé	cyl	sec
278	Ebenaceae	Diospyros bipindensis	CG	eMoy		bm+sm		Sé	Larg		Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	Mé	cyl	sec
847	Ebenaceae	Diospyros cinnabarina	BGALit	Marg	espèce citée comme typiquement littorale	bm	dr+val	Sé	Sat	Altit.	Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	Mi	cyl	sec

n°	Famille	Espèce	T.P.	d°e	T.P.-commentaires	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers	TDd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A	Arch.H	T.F.	Tr	Ex	
98	Ebenaceae	Diospyros conocarpa	BG	eGlo	espèce retrouvée dans les diverses parties du BG mais toujours dans des stations ayant en commun une certaine hydromorphie du sol	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	14	SéD	Ad	MASSART	dm	Mé	cyl	sec	
107	Ebenaceae	Diospyros crassiflora	CG	eGlo		bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	SéD	Aco	MASSART	dm	Mé	em	sec	
615	Ebenaceae	Diospyros dendo	CG	eGlo				Sé			Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	Mé	cyl	sec	
932	Ebenaceae	Diospyros fragrans	BGA	eGlo	endémique du BGA	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	No	cyl	sec	
595	Ebenaceae	Diospyros gabunensis	GC	eGlo		bm	val-riv	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	Ma	cyl	sec	
745	Ebenaceae	Diospyros graciliscens	BGA	Sat	sub-endémique du BGA avec populations satellites en forêts semi-décidues et peut-être dans l'Est du Zaïre (très douteux)	bm					Sar	13		Ass	MASSART	dm	Mi	cyl	sec	
392	Ebenaceae	Diospyros hoyleana subsp. hoyleana	CG	Marg	la subsp. angustifolia est essentiellement distribuée dans les régions montagneuses de l'Est du Zaïre et transgresse vers l'O en milieux vallicoles	bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.	Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	Mi	cyl	sec	
935	Ebenaceae	Diospyros iturensis	CG	eGlo		bm+sm		Sé			Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	No	cyl	sec	
727	Ebenaceae	Diospyros kamerunensis	GLit	Marg	espèce typique des forêts littorales du BG et HG avec une très nette disjonction dans son aire de distribution; elle ne s'écarte de la région littorale qu'à la faveur de conditions de milieux plus humides et plus secondarisées	bm		Sé			Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	Mé	cyl	sec	
683	Ebenaceae	Diospyros manii	G	Marg	espèce assez variable et au sein de laquelle il sera peut-être nécessaire de distinguer plusieurs taxons	bm+sm					Sar	13		Ass	MASSART	dm	Mé	cyl	sec	
529	Ebenaceae	Diospyros melocarpa	BGALit	Tran	semble affectionner les forêts humides du littoral BG; est aussi transgressive vers le centre de la cuvette congolaise et parfois en forêts submontagnardes	bm	dr	Sé	Tran	Riv	Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	Mi	cyl	sec	
146	Ebenaceae	Diospyros monbutensis	GCp	Marg	espèce des forêts semi-décidues avec populations marginales en forêts sempervirentes secondarisées			Sé	Sat	Sec	Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	Mé	cyl	sec	
741	Ebenaceae	Diospyros obliquifolia	BGA	eGlo	surtout abondante dans le BGAOr	bm	dr	Sé	Sat	Altit.	Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	Mi	cyl	sec	
568	Ebenaceae	Diospyros piscatoria	G	Marg		bm+sm	val-mar	Cid	Tran	Sec	Sar	13	Cid	Ass	MASSART	dm	No	cyl	sec	
665	Ebenaceae	Diospyros polystemon	CG	eMoy	surtout dans les régions des grands estuaires et le long du Zaïre jusqu'au centre de la cuvette congolaise; par conséquent essentiellement des forêts littorales pour ce qui est du BG	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	Mé	cyl	sec	
645	Ebenaceae	Diospyros preussii	BGALit	eGlo	non collectée en BGAOr et au-delà; pourrait toutefois s'y rencontrer un jour de manière marginale et à la faveur d'un habitat riverain	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	Ma	cyl	sec	
616	Ebenaceae	Diospyros pseudomespilus subsp. pseudomespilus	BGALit	Marg	espèce rare du SO-Nigeria au SO-Cameroun, jamais bien loin de l'océan	bm		Sé			Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	Mé	cyl	sec	
609	Ebenaceae	Diospyros sanza-minika	G	eGlo	semble relativement limitée à la partie atlantique du BG et du HG, ou ne s'en écarte qu'en milieux hydromorphe ou submontagnard	bm	val-riv	Sé	Sat	Altit.	Sar	13	SéD	Ass	MASSART	dm	Mé	em	sec	
689	Ebenaceae	Diospyros simulans	BGALit	Tran	espèce nettement limitée au BGALit mais parfois retrouvée plus à l'intérieur en forêt riveraine; la synonymie avec D. cinnabarina doit être revue	bm	dr	Sé	Tran	Riv	Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	Mé	cyl	sec	
654	Ebenaceae	Diospyros soyauxii	BGALit	eLoc	rare connue que de quelques collectes en forêts clairement littorales	bm	dr	Sé	eLoc		Sar	13	SéD	Aco	MASSART	dm	Mé	cyl	sec	
469	Ebenaceae	Diospyros sp.3									Sar	13		Ass	MASSART	dm	Mé	em	sec	
962	Ebenaceae	Diospyros sp.nov.2	BGA	eLoc	espèce assurément nouvelle connue de trois échantillons: l'un du SO-Cameroun, l'autre de Monte Alén et le troisième de Nsork	bm	dr	Sé			Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	Mi	cyl	sec	
617	Ebenaceae	Diospyros suaveolens	BG	eMoy	espèce assez répandue atteignant même les forêts semi-décidues mais alors de plus en plus en milieux vallicoles	bm	val-riv	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	SéD	Aco	MASSART	dm	No	cyl	sec	
658	Ebenaceae	Diospyros zenkeri	BGALit	Tran	espèce exclusivement littorale dans le BG (hormis deux échantillons douteux de l'intérieur du Gabon) mais largement signalée dans le centre de la cuvette congolaise	bm	dr	Sé	Tran	Riv	Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	No	cyl	sec	
370	Woodsiaceae	Diplazium sammatii	PRA	Larg	du Soudan au Zaïre (FG) et en W-Afrique		val-riv		Marg	Zonal	Spo	18.1	GD	Ht		tga	Mé		sec	
172	Woodsiaceae	Diplazium welwitschii	GC	eMoy	en W-Afrique; surtout dans la région d'Atewa	bm		Sé			Spo	18.1	GD	Ht		tga	Mé		sec	
303	Acanthaceae	aff. Dischistocalyx grandifolius	BGA	eMoy	de Bipindi au Mayumbe, en passant par les Monts de Cristal	bm		Sé			Scl	18	GS	Hgr		cyl	Mé		sec	
318	Acanthaceae	Dischistocalyx hirsutus	BG	eGlo		bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	18	GS	Ht		cyl	Mi		sec	
300	Acanthaceae	Dischistocalyx minima	BGA	eLoc		sm		Sé	Sat	Riv	Spo	18.1	PD	Hép		cyl	Mi		sec	
320	Acanthaceae	Dischistocalyx purpureoviridis	BGA	eLoc		bm		Sé	eLoc		Scl	18	PS	Hsa		cyl	Mi		sec	
796	Acanthaceae	Dischistocalyx sp.1									Scl	18	GS	Ht		cyl	Mi		sec	
698	Euphorbiaceae	Discoglyprena caloneura	GC	eGlo	strictement endémique au GC	bm	val-mar	Cid	Sat	Zonal	Sar	14	Cid	Ass			Mé	ctr	sec	
113	Caesalpinaceae	Distemonanthus benthamianus	G	eGlo		bm	dr	Cid	Sat	Zonal	Asc	18.1	Cid	E			No	em	sec	
247	Moraceae	cf. Dorstenia tenera									Sar	2	GD	Ht			cyl	No	cyl	lat
797	Moraceae	Dorstenia barteri var. barteri	BGA	eLoc	rare, du S-Cameroun (Korup)	bm		Sé			Sar	2	GD	Ht			cyl	Mé	cyl	lat
963	Moraceae	Dorstenia dinklagei var. dinklagei	BGA		rare, peut-être uniquement littorale?	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal	Sar	2	GD	Ht			cyl	Mi	cyl	lat
964	Moraceae	Dorstenia kameruniana	GC	eMoy	aussi en galeries forestières	bm	val-mar	Sé	Tran	Riv-Sec	Sar	2	GD	Hs-ar	TROLL	co	Mé	cyl	lat	
78	Moraceae	Dorstenia manii var. humilis	BG	eMoy		bm	riv+all	Sé	Tran	Riv-Sec	Sar	2	GD	Ht		da	Mi	cyl	lat	
834	Moraceae	Dorstenia manii var. manii	BGALit	eMoy	rare mais semble limitée au littoral (FG, MO)	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	2	GD	Ht		cyl	Mé	cyl	lat	
530	Moraceae	Dorstenia manii var. mungensis	BG	eMoy	assez rare, dans les régions à relief accidenté	bm+sm	dr+val	Sé			Sar	2	GD	Ht		cyl	Mi	cyl	lat	
749	Moraceae	Dorstenia picta	BGA	eGlo	ne semble pas s'étendre en BGC	bm	riv+all	Sé	eGlo		Sar	2	GD	Ht		da	Mi	cyl	lat	
707	Moraceae	Dorstenia poinsettifolia var. angusta	BGALit	eMoy	Gabon, Cameroun, surtout en forêts denses littorales (FG)	bm	val-riv	Sé	Marg	Zonal	Sar	2	GD	Ht		cyl	Mé	cyl	lat	
79	Dracaenaceae	Dracaena arborea	G	eGlo				Cid	Tran	Sec	Sar	13	Cid	Ass	LEEUWENBERG		Ma	cyl	sec	
942	Dracaenaceae	Dracaena aubryana	GC	Sat		bm		Sé			Sar	13	GD	Hs-ar		tc	Ma	cyl	sec	
571	Dracaenaceae	Dracaena bicolor	BGA	eMoy		bm+sm	val-mar	Sé			Sar	13	GD	Hs-ar	CORNER	tga	Ma	cyl	sec	
493	Dracaenaceae	Dracaena camerouniana	GC	Sat							Sar	13	GD	Hs-ar		dm	Mé	cyl	sec	
618	Dracaenaceae	Dracaena cerasifera	GLit	Marg	cette espèce est un de rares exemples de distribution GLit (comme Sacoglottis gabonensis)	bm	dr	Sé	eGlo		Sar	13	GD	Hs-ar		dm	No	cyl	sec	
844	Dracaenaceae	Dracaena laxissima	CG	Marg	son aire semble marquée par une forte disjonction dans la cuvette congolaise; on la retrouve en forêt à l'Est du Zaïre	bm+sm					Sar	13	GD	Hs-ar		cyl	No	cyl	sec	
668	Dracaenaceae	Dracaena phrynioides	GLit	Marg	espèce confinée aux forêts littorales guinéennes mais pouvant pénétrer plus à l'intérieur dans les régions d'estuaire; les collectes citées par MO sont strictement littorales!	bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.	Sar	13	GD	Hs-ar		tc	Ma	cyl	sec	
965	Dracaenaceae	Dracaena sp.1									Sar	13	GD	Hs-ar		tc	Mé	cyl	sec	
311	Dracaenaceae	Dracaena viridiflora	BGA	eLoc	espèce très rare	sm	dr	Sé	Tran	Riv	Sar	13	GD	Hs-ar		lhm	No	cyl	sec	

n°	Famille	Espèce	T.P.	d°e	T.P.-commentaires	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers	TDd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A	Arch.H	T.F.	Tr	Ex
123	Dryopteridaceae	Dryopteris manniana	AM	Larg		bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.	Spo	18.1	GD	Ht			Ma		sec
28	Euphorbiaceae	Drypetes capillipes	CG	eGlo	signalé dans tout le CG	bm		Sé			Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
80	Euphorbiaceae	Drypetes chevalieri	G	eMoy	mal connue	bm+sm		Sé			Sar	13	SéD	Ad	ROUX		Mé	cyl	sec
313	Euphorbiaceae	Drypetes euryodes	BG	eMoy	nous ne connaissons qu'un seul échantillon du NO-gabon, à part nos propres observations	bm+sm		Sé			Sar	13	SéD	Ad			Mé	cyl	sec
274	Euphorbiaceae	Drypetes gabonensis	BGA	eMoy	rare, seulement connue de quelques localités au Gabon	bm	val	Sé	Tran	Altit.	Sar	14	SéD	Ad	MANGENOT		Mé	cyl	sec
267	Euphorbiaceae	Drypetes gossweilerii	BG	eMoy		bm	val	Sé	Sat	Altit.	Sar	13	SéD	Ass			Mé	cyl	sec
950	Euphorbiaceae	Drypetes molunduana	BGA	eMoy		bm	val	Sé	Sat	Altit.	Sar	13	SéD	Ad			Mé	can	sec
50	Euphorbiaceae	Drypetes sp.1									Sar	13	GD	ar	MANGENOT		Mé	cyl	sec
302	Euphorbiaceae	Drypetes sp.12									Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
619	Ebenaceae	Drypetes sp.13												ar			Mé	cyl	sec
57	Euphorbiaceae	Drypetes sp.14									Sar	13		Ad			Mé	cyl	sec
102	Tiliaceae	Duboscia macrocarpa	GC	eGlo	surtout dans le Nord	bm	dr+val				Sar	6		Aco			Mé	can	sec
191	Annonaceae	Duguetia barberi	BG	eMoy		bm	val-mar	Sé	eLoc		Sar	8	SéD	Ass			Mé	em	sec
708	Annonaceae	Duguetia confinis	BGA	eMoy		bm	dr	Sé			Sar	8	SéD	E			Mé	em	sec
176	Annonaceae	Duguetia staudtii	GC	eGlo		bm	val+riv	Sé	Sat	Altit.	Sar	8	SéD	E	PETIT		Mé	em	sec
426	Caesalpiniaceae	cf. Duparquetia												Lli			Mé	cyl	liq
253	Rubiaceae	Epomia hiernianum	BGA	eMoy	peut-être BGALit?	bm	val	Sé	Tran	Altit.	Sar	13	GD	Hs-ar		tgs	Ma	cyl	sec
254	Rubiaceae	Epomia sp.3									Sar		GD	Hs-ar			Ma	cyl	sec
798	Rubiaceae	Epomia sp.4									Sar		GD	Hs-ar		tgs	Ma	cyl	sec
498	Lomariopsidaceae	Elaphoglossum chevalieri	GC	eMoy	distribution disjointe: files du golfe de Guinée, G, puis dans les forêts denses du SE de l'Afrique	sm+mi		Sé	eLoc		Spo	18.1	PD	Hép		pen	No		sec
386	Clusiaceae	Endodesmia cataphylloides	CG	eGlo		bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.	Sar	13	SéD	E	TROLL		Mi	em	lat
587	Sapotaceae	Englerophytum stelechanthum	BGALit	eGlo	toutes les localités situées dans FG et WAG sont littorales	bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.	Sar	5	SéD	Ad	AUBREVILLE		Mé	cyl	lat
996	Olacaceae	Engomegoma gordonii	BGAOr	eGlo		bm	dr	Sé	Marg	Altit.	Sar	14	SéD	Ass			No	em	sec
81	Meliaceae	Entandrophragma candollei	GCp	eGlo	surtout abondante en périphérie	bm	dr	Cid	Tran	Sec	Pté	16	CiD	E	RAUH		No	ctr	sec
988	Meliaceae	Entandrophragma utile	GC	eGlo		bm+sm	dr	Cid			Pté	18	CiS	E	RAUH		No	em	sec
43	Arecaceae	Eremospatha macrocarpa	GC	eGlo							Sar	13	GD	Lli		tga	Mg		sec
183	Sterculiaceae	Eriobroma oblonga	GCp	Tran	surtout à la périphérie Nord du G (HG+BG)	bm		Sé	Tran	Sec	Sar	1	SéD	E			Mé	ctr	sec
147	Sapindaceae	Eriocoelem macrocarpum	G	eMoy							Bar	18	GS	ar			Mé	cyl	sec
276	Sapindaceae	Eriocoelem paniculatum	BG	eMoy							Bar	18		Ass			No	cyl	sec
394	Sapindaceae	Eriocoelem petiolare	BGA	eLoc	connue seulement du Gabon et du Cameroun (FG)		dr	Sé			Bar	18	SéS	Aco			No	cyl	sec
379	Vochysiaceae	Erismaedephus exsul var. platyphyllus	CG	eMoy	probablement transgression récente des milieux ripicoles BG aux forêts inondables de la cuvette congolaise?	bm	dr+val	Sé	Tran	Altit.	Pté	19	SéD	E			Mé	ctr	sec
148	Fabaceae	Erythrina excelsa	GCp	Tran	surtout des forêts de la périphérie (zone de transition) du CG	bm			Tran	Sec				E			No		
242	Caesalpiniaceae	Erythrophloeum ivorense	G	eGlo		bm			Larg		Pté	16		E			No	em	liq
82	Rubiaceae	Euclinia longiflora	GC	eGlo				Sé			Sar		GD	ar	AUBREVILLE		Mi	cyl	sec
799	Rubiaceae	Euclinia sp.1									Sar		GD	ar	AUBREVILLE		No	cyl	sec
730	Myrtaceae	Eugenia gabonensis	GC	eMoy	mais très rare et à aire très disjointe	bm	mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	ar	TROLL	co	Mé	cyl	sec
895	Myrtaceae	Eugenia klaineana	BGALit	eMoy	assez rare depuis la région de Libreville jusqu'en Cabinda	bm		Sé	eLoc		Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
800	Myrtaceae	Eugenia librevillensis	BG	eMoy	seulement connue par le Type collecté par Klaine au Gabon?	bm	val	Sé	eLoc		Sar	13	GD				No	cyl	sec
427	Myrtaceae	Eugenia sp.1			pourrait bien être une espèce nouvelle mais nous n'avons vérifié que quelques Types			Sé			Sar	13	SéD	Ad			Mi	cyl	sec
414	Amnonaceae	Exellia scamnopenala	CG	eMoy	au Gabon: vers 900m à Bélinga	sm	dr	Sé			Sar	14	GD	Lli	TROLL		Mé		sec
149	Bignoniaceae	Fernandoa adolfi-friderici	CG	eMoy	ne semble pas présente dans le BGA	bm	riv	Sé	Marg	Zonal	Pté	16	SéD	E			No	cyl	sec
150	Moraceae	Ficus sp.1									Sar	2		Ass			Ma	can	lat
371	Moraceae	Ficus thonningii	PRA	Larg	présent en région de savanes sous forme de buisson	bm+sm					Sar	9		Ass			No	cyl	lat
1045	Mimosaceae	Fillaeopsis discophora	CG	eGlo		bm		Cid			Pté	16	CiD	E			Mi	ctr	liq
337	Annonaceae	Friesodielsia enghiana	GC	Sat		bm+sm		Sé			Sar	6	GD	Lli	TROLL		Mé		sec
59	Annonaceae	Friesodielsia montana	CG	eGlo		bm+sm	riv		Marg	Zonal	Sar	6	GD	Lli	TROLL		Mé		sec
261	Annonaceae	Friesodielsia sp.2												Lli	TROLL		Mé		sec
366	Annonaceae	Friesodielsia sp.3												Lli	TROLL		Mé		sec
151	Apocynaceae	Funtumia africana	GC	Marg	des forêts humides et secondarisées, jusque dans les galeries forestières	bm+sm	riv	Cid	Marg	Zonal	Pog	16	CiD	Ass	PREVOST		Mé	em	lat
152	Apocynaceae	Funtumia elastica	GC	Marg		bm+sm	riv	Cid	Marg	Zonal	Pog	16	CiD	Ass	PREVOST		Mé	em	lat
388	Rubiaceae	Gaertnera paniculata	GC	Marg		sm	dr	Sé	Tran	Riv	Sar	13	SéD	Aco			No	cyl	sec
94	Clusiaceae	cf. Garcinia ovalifolia									Sar	6		Ad			Mé	cyl	lat
868	Clusiaceae	cf. Garcinia preussii									Sar	6		Ad			Mé	cyl	lat
387	Clusiaceae	Garcinia chromocarpa	CG	eGlo		bm	val+riv	Sé	Tran	Altit.	Sar	14	SéD	Ad	ATTIMS		Mé	cyl	lat
405	Clusiaceae	Garcinia contrauana	BGA	eGlo	espèce absente du BGC selon mes recherches personnelles	sm	dr	Sé	Tran	Riv	Sar	14	SéD	Aco			Ma	cyl	lat
367	Clusiaceae	Garcinia densivenia	BGA	eMoy		bm	val+riv	Sé	Tran	Altit.	Sar	14	SéD	Ad			Mé	cyl	lat
111	Clusiaceae	Garcinia epunctata	GC	Marg	aussi en galeries forestières en dehors du GC	bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.	Sar	14	SéD	Ad			No	cyl	liq
153	Clusiaceae	Garcinia kola	GC	Marg	aussi en galeries forestières	bm	val-mar	Sé	Sat	Inselb	Sar	14	GD	ar			Mé	cyl	lat
556	Clusiaceae	Garcinia punctata	CG	Marg		bm+sm	val-mar	Sé	Larg		Sar	14	SéD	Ad			No	cyl	lat
531	Clusiaceae	Garcinia quadrifaria			mal connue; cette espèce a été mise en synonymie avec G. chromocarpa mais nous préférons la considérer à part car il existe des différences indéniables entre les deux espèces			Sé			Sar	14	SéD	Aco			Mé	cyl	lat
219	Clusiaceae	Garcinia smeathmannii	PRA	Larg		Larg	val+riv	Sé	Tran	Altit.	Sar	14	SéD	Ad			Mé	cyl	lat
976	Clusiaceae	Garcinia sp.1									Sar	14		Ass			Mé	cyl	lat
837	Clusiaceae	Garcinia sp.nov.1	BGALit	eLoc	seulement connue des forêts sous influence littorale situées au pieds des premiers contreforts de la cordillère de Niefang	bm	val	Sé	Marg	Zonal	Sar		GD	ar			Mé	cyl	lat
196	Rubiaceae	Gardenia sp.1									Sar		GD	ar			Mé	cyl	sec
117	Rubiaceae	Geophila afzelii	G	eGlo							Sar	13	GD	Ht	BELL	lht	Mi		sec

n°	Famille	Espèce	T.P.	d°e	T.P.-commentaires	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers	TDd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A	Arch.H	T.F.	Tr	Ex		
725	Rubiaceae	Geophila lancistipula									Sar	13	GD	Ht	BELL	lht	Mi		sec		
13	Rubiaceae	Geophila obvallata subsp. obvallata									Sar	13	GD	Ht	BELL	lht	Mi		sec		
777	Caesalpiniaceae	aff. Gilbertiodendron klainei									Bar	18		E				Mé	em	sec	
1033	Caesalpiniaceae	Gilbertiodendron brachystegioides	BGA	eMoy	assez rare	bm		Sé			Bar	18	SÉS	E				Ma	cyl	sec	
896	Caesalpiniaceae	Gilbertiodendron dewevrei	CG	eMoy		bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Bar	18	SÉS	E				Ma	em	sec	
620	Caesalpiniaceae	Gilbertiodendron klainei	BGALit	Marg	semble limitée aux estuaires et régions voisines du S-Cameroun au N-Gabon	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Bar	18	SÉS	E				Mé	cyl	sec	
897	Caesalpiniaceae	Gilbertiodendron ogouense	BG	eMoy		bm	dr	Sé			Bar	18	SÉS	E				Mé	cyl	sec	
83	Rubiaceae	Globulostylis minor	BG	eLoc	rare						Sar	14		Ad					Mé	cyl	sec
463	Rubiaceae	Globulostylis talbotii	BGA	eLoc		sm	dr	Sé			Sar	13	GD	ar					No	cyl	sec
743	Monimiaceae	Glossocalyx longicuspis	BGA	eGlo		bm	riv	Sé	Marg	Zonal	Sar	6	SéD	Ad	COOK	ds			Mé	cyl	sec
621	Sapotaceae	Gluema ivorensis	GLit	eGlo	d'après FG, FWTA et WAG	bm	val-mar	Sé			Bar	18	SÉS	Ad	TROLL				Mé	ctr	lat
470	Grammitidaceae	Grammitis nigrocineta	AM	Larg		sm		Sé	eMoy		Spo	18.1	PD	Hép		pen			Mi		sec
672	Tiliaceae	Grewia barombiensis	GC	eMoy	aire assez disjointe, surtout concentrée dans la cuvette congolaise, dans le delta du Niger et en Côte d'Ivoire	bm	riv+all	Sé	eMoy		Sar	13	GD	ar	TROLL	co			Mé	cyl	sec
257	Tiliaceae	Grewia coriacea	CG	Sat	surtout abondant au BGALit et dans le fond de la cuvette congolaise	bm	val	Sé	Tran	Altit.	Sar	13	SéD	Aco	TROLL				Mé	éch	sec
29	Tiliaceae	Grewia oligoneura	CG	eMoy	aire fort disjointe	bm	riv+all	Sé	Marg	Riv	Sar	13	SéD	Ass					Mé	can	sec
154	Tiliaceae	Grewia pinnatifida	CG	Marg		bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	ar					Mé	cyl	sec
1034	Tiliaceae	Grewia seretii	CG	eMoy	surtout sur les bourrelets N et S de la cuvette congolaise	bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	ar					Mé	cyl	sec
1035	Tiliaceae	Grewia sp.1									Sar	13	GD	ar						cyl	sec
778	Caesalpiniaceae	aff. Griffonia tessmannii									Bar	18	GS	Lli	TROLL				No		sec
603	Euphorbiaceae	Grossera paniculata	BG	eGlo		bm		Sé	eGlo		Scl	18	SÉS	Ad					Mé	cyl	liq
569	Poaceae	Guadua marantifolia var. duparqueti	BGA	eGlo		bm+sm					Scl	18	GS	Ht		tc			Ma		sec
977	Meliaceae	Guarea cedrata	GC	eGlo				Sé			Pté	18	SÉS	Ass					Ma	cyl	sec
885	Meliaceae	Guarea glomerulata	CG	eGlo		bm+sm		Sé			Scl	18	GS	ar	CORNER	tgs			Mé	cyl	lat
451	Meliaceae	Guarea sp.2									Sar	3	GD	Hs-ar	CORNER	tgs			No	cyl	lat
750	Meliaceae	Guarea thompsonii	GC	eGlo		bm		Sé			Sar	3	SéD	Aco					Ma	cyl	lat
622	Caesalpiniaceae	Guibourtia demusei	C	Marg	typique de la cuvette congolaise mais retrouvée sporadiquement au Cameroun et au Gabon à proximité des cours d'eau (FC)	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Bar	18	SÉS	Ass	TROLL				Mé	cyl	rés
637	Caesalpiniaceae	Guibourtia ehie	G	eGlo		bm		Sé			Bar	18	SÉS	E					No	ctr	rés
648	Caesalpiniaceae	Guibourtia tessmannii	BGA	eMoy		bm	dr	Sé	eLoc		Bar	18	SÉS	E					Mé	cyl	rés
512	Marantaceae	Halopegia azurea	GC	eGlo		bm	mar	Sé	Sat	Altit.	Sar	13	GD	Ht		tc			Ma		sec
532	Clusiaceae	Harungana madagascariensis	AM	Larg		Larg				Pi	Sar	14	PiD	Aco					Mé	cyl	lat
217	Marantaceae	Haumania dankelmaniana	BG	eGlo		bm					Sar	6	GD	HL					Mé		sec
590	Meliaceae	Heckeldora staudtii	GC	eGlo		bm+sm					Sar	14	GD	ar	KORIBA	tgs			Mé	cyl	sec
566	Olacaceae	Heisteria parvifolia	GC	eGlo	surtout BG	bm	riv	Cid	Tran	Sec	Sar	14	CiD	Aco	TROLL				Mé	can	sec
30	Olacaceae	Heisteria triflesiana	BG	eMoy		bm	riv	Sé	Tran	Altit.	Sar	13	SéD	Ass					Mé	em	sec
460	Connaraceae	Hemadradenia mannii	GC	eGlo		bm					Sar	1		Aco	TROLL				Mé	cyl	sec
114	Flacourtiaceae	Homalium dewevrei	GC	eGlo		bm	mar	Sé	Tran	Altit.	Scl	18	SÉS	Ad					Mé	cyl	sec
644	Flacourtiaceae	Homalium le-testui	G	Marg	aussi en galeries forestières	bm	val	Sé	Marg	Zonal	Scl	18	SÉS	Aco					Ma	em	sec
801	Flacourtiaceae	Homalium longistylum	GC	eGlo		bm	mar	Sé	Marg	Zonal	Scl	18	SÉS	Ad					Mé	cyl	sec
802	Flacourtiaceae	Homalium patoklaense	G	eMoy	mal connue; distribution très disjointe: Côte d'Ivoire, Gabon	bm	val	Sé	eLoc		Scl	18	SÉS	Ass					Mé	em	sec
106	Linaceae	Hugonia sp.1									Sar	13	GD	Lli					Ma	cyl	sec
63	Caesalpiniaceae	Hylodendron gabunense	CG	eMoy		bm+sm	dr	Cid			Pté	19	CiD	E					Mé	ctr	sec
84	Rubiaceae	Hymenocoleus axillaris	G	eMoy	aire très disjointe						Sar	2	GD	Hs-ar		ds			Mé	cyl	sec
223	Rubiaceae	Hymenocoleus hirsutus	GC	Marg							Sar		GD	Ht	BELL	lht			No		sec
978	Rubiaceae	Hymenocoleus nervosus var. orientalis	BGA	eMoy	région de Kribi, Mts de Cristal, Makokou	bm	val	Sé			Sar	2	GD	Ht	BELL	lht			Mi		sec
61	Rubiaceae	Hymenocoleus neurodictyon	GC	eGlo		bm+sm	val	Sé	Marg	Zonal	Sar		GD	Ht					cyl	Mi	sec
966	Rubiaceae	Hymenocoleus scaphus	CG	eGlo										Ht		ds			Mé	cyl	sec
1019	Rubiaceae	Hymenocoleus sp.1									Sar	13	GD	Ht	BELL	lht			Mi		sec
317	Rubiaceae	Hymenocoleus sp.2				bm	val+riv	Sé	Tran	Altit.	Sar		GD	Ht		cyl			Mi	cyl	sec
319	Rubiaceae	Hymenocoleus sp.3									Sar	13	GD	Ht	BELL	lht			Mi		sec
924	Rubiaceae	Hymenocoleus sp.4												Ht	BELL	lht			Mi		sec
288	Rubiaceae	Hymenocoleus sp.6									Sar		GD	Hs-ar		tgs			No		sec
533	Hymenophyllaceae	Hymenophyllum splendidum	AM	Larg	concentrer dans les régions montagneuses	sm	dr	Sé	Sat	Riv	Spo	18.1	PD	Hép		lvp			No		sec
461	Hymenophyllaceae	Hymenophyllum triangulare	BGA	eMoy		sm	dr	Sé	eGlo		Spo	18.1	PD	Hép		nap			Na		sec
479	Caesalpiniaceae	aff. Hymenostegia normandii	BGA	eMoy	il s'agit très probablement de H. normandii; comme bien souvent, il ne faut pas trop s'étonner de voir une espèce des marécage en abondance dans les forêts submontagnardes	sm	dr	Sé	eLoc		Bar	18	SÉS	Aco	TROLL				Mé	cyl	sec
1007	Caesalpiniaceae	Hymenostegia felicis	BGAOr	Marg	semble se limiter au secteur oriental atlantique	bm	dr	Sé	eMoy		Bar	17	SÉS	Aco					Na	cyl	sec
534	Caesalpiniaceae	Hymenostegia floribunda	BGA	eMoy		bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.	Bar	17	SÉS	Aco					Na	ctr	sec
763	Caesalpiniaceae	Hymenostegia sp.1									Bar	17		Aco						ctr	sec
345	Lauraceae	Hypodaphnis zenkeri	BGA	eGlo		bm	val	Sé	Tran	Riv	Sar	14	SéD	Ad					Ma	cyl	sec
949	Cyperaceae	Hypolytrum chevalieri	BGA	eLoc							Scl	18	GS	Ht		cyl			Mé		sec
443	Cyperaceae	Hypolytrum purpurascens	G	eMoy	surtout en BG	bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.	Scl	18	GS	Ht		tga			Ma		sec
678	Cyperaceae	Hypolytrum pynaertii	BG	eMoy	mal connue						Scl	18	GS	Ht		tga			Ma		sec
1005	Marantaceae	cf. Hypselodelphys poggeana									Sar	6	GD	HL					Mé		sec
574	Marantaceae	Hypselodelphys scandens	GC	eGlo		bm					Sar	6	GD	HL					Ma		sec
31	Marantaceae	Hypselodelphys zenkeriana	BG	eMoy	connue du Cameroun et du Congo (français?)	bm					Sar	6	GD	HL					Mé		sec
1021	Irvingiaceae	Irvingia excelsa	CG	eGlo	ne semble pas atteindre le BGALit! dans la FG, cette espèce est dite GC mais on se réfère ici à Harris 1999 (in Lebrun & Stork 2003); planté en W-Afrique	bm	dr+val	Sé			Sar	13	SéD	E	TROLL				No	ctr	sec
733	Irvingiaceae	Irvingia gabonensis	BG	Sat		bm	dr+val	Sé	Tran	Sec	Sar	13	SéD	Aco	TROLL				No	ctr	sec

n°	Famille	Espèce	T.P.	d°e	T.P.-commentaires	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers	TDd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A	Arch.H	T.F.	Tr	Ex	
103	Irvingiaceae	<i>Irvingia grandifolia</i>	CG	eGlo		bm	riv+all	Sé	Tran	Sec	Sar	13	SéD	Ass	TROLL		Ma	ctr	sec	
85	Irvingiaceae	<i>Irvingia wombulu</i>	GCp	Marg	espèce de la périphérie du GC, en forêts semi-décidues	bm+sm	val-mar	Sé	Tran	Sec	Sar	13	SéD	Ass	TROLL		No	ctr	sec	
863	Caesalpiniaceae	<i>Isomacrobium conchyliophorum</i>	BGALit	Marg	mal connue	bm	val	Sé	eMoy		Bar	18	SéS	Ad			Mé	cyl	sec	
352	Rubiaceae	<i>Ixora aneimenodesma</i> subsp. <i>aneimenodesma</i>	BGA	eMoy	Lolodorf: M'Banga Mt.; Bipindi (Zenker); Woleu-Ntem	sm	dr	Sé	Sat	Riv	Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec	
535	Rubiaceae	<i>Ixora euosmia</i>	BGA	eMoy	SO-Cameroun	bm	riv	Sé	Sat	Altit.	Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec	
333	Rubiaceae	<i>Ixora minutiflora</i> subsp. <i>minutiflora</i>	BGA		distribution bien connue (De Block 1998) et assez bien représentative des forêts humides de basse altitude caractérisant la zone sous influence littorale, au pieds des Mts de Cristal et de leur prolongement N (LitInflBas)	bm	val	Sé	Sat	Altit.	Sar	13	GD	Hs-ar		ds	Mé	cyl	sec	
594	Rubiaceae	<i>Ixora</i> sp.1									Sar		GD	ar			Ma	cyl	sec	
473	Rubiaceae	<i>Ixora</i> sp.2									Sar		GD	Hs-ar			cyl	Mi	cyl	sec
266	Connaraceae	<i>Jollydora duparquetiana</i>	BGA	Marg		bm	val	Sé	Tran	Altit.	Scl	21	SéS	Ad	CORNER	tgS	Ma	cyl	sec	
825	Caesalpiniaceae	<i>Julbernardia seretii</i>	CG	eGlo		bm	dr	Sé			Bal	17	SéS	E			Mé	ctr	sec	
860	Acanthaceae	<i>Justicia bolomboensis</i>	BG	Marg		bm		Sé			Scl	18	GS	Ht			cyl	Mé	sec	
536	Acanthaceae	<i>Justicia extensa</i>	GC	eGlo		bm		Sé			Scl	18	GS	Ht			cyl	No	sec	
372	Acanthaceae	<i>Justicia tristis</i>	BGA	eMoy		sm		Sé	Sat	Riv	Scl	18	GS	ar			cyl	Mé	sec	
714	Euphorbiaceae	<i>Keayodendron bridelioides</i>	G	eMoy		bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	SéD	Ass			No	ctr	sec	
630	Meliaceae	<i>Khaya ivorensis</i>	G	eGlo		bm		Cid			Pté	16	CID	E	RAUH		No	ctr	sec	
738	Euphorbiaceae	<i>Klaineanthus gabonaise</i>	CG	eGlo		bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.	Sar	13	SéD	Ad	KORIBA		Mé	can	sec	
62	Irvingiaceae	<i>Klainedoxa gabonensis</i>	GC	Tran	aussi abondante dans les galeries forestières en régions de savanes	bm	val-mar	Sé	Sat	Sec	Sar	14	SéD	E			Mé	ctr	sec	
364	Irvingiaceae	<i>Klainedoxa trillessii</i>	GC	eGlo	toutefois assez rare et disséminé						Sar	14		E			No	ctr	sec	
953	Vochysiaceae	<i>Korupodendron songweanum</i>	BGALit	eLoc	seulement connu de ques individus à Korup et récemment redécouvert aux Mts de Cristal (Sunderland & al. 2004); caractérise assez bien notre communauté LitInflBas	sm	dr	Sé	Marg	Zonal	Pté	19	SéD	Ass			No	cyl	sec	
231	Sapindaceae	<i>Lacodiscus klaineanus</i>	BG	eGlo							Sar			Ad		tgS	Mé	cyl	sec	
262	Sapindaceae	<i>Lacodiscus pseudostipularis</i>	BG	eMoy							Sar			Aco			Mé	cyl	sec	
875	Sapindaceae	<i>Lacodiscus spinulosodontatus</i>	BG	eMoy	rare?						Sar			Ad			Mé	cyl	sec	
213	Arecaceae	<i>Laccosperma secundiflorum</i>	GC	eGlo		bm					Sar	13	GD	Lh		tgA	Mg	cyl	sec	
108	Apocynaceae	<i>Landolphia hirsuta</i>	G	eGlo		bm	riv	Cid	Marg	Zonal	Sar	6	GD	Lh			Mé		lat	
925	Apocynaceae	<i>Landolphia</i> sp.1									Sar	6	GD	Lh			Ma		lat	
155	Apocynaceae	<i>Landolphia</i> sp.2									Sar	6	GD	Lh			Mé		lat	
804	Acanthaceae	<i>Lankesteria elegans</i>	GC	eGlo		bm		Sé			Scl	18	GS	Ht			cyl	Mé	sec	
746	Icacinaceae	<i>Lasiandra africana</i>	CG	eGlo	du Nigeria jusqu'au Zaïre (mais on a pas trouvé où au Zaïre)	bm	dr	Pi	Sat	Zonal	Sar	13	GD	ar			No	cyl	sec	
378	Rubiaceae	<i>Lasianthus batangensis</i>	G	eGlo		bm	val	Sé	Tran	Altit.	Sar	13	GD	Hs-ar	CORNER	co	Mi	cyl	sec	
1046	Rhamnaceae	<i>Lasiotiscus manni</i>	GC	eGlo		bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal	Bal	17	SéS	Aco			Mé	can	sec	
687	Dryopteridaceae	cf. <i>Lastreopsis nigritiana</i>									Spo	18.1	GD	Ht		tgA	Ma		sec	
86	Sapindaceae	<i>Lecaniodiscus cupanioides</i>	GCp	Tran	espèce transgressive des forêts semi-décidues vers les forêts secondaires				Cid		Sar			CID	Aco			Mé	cyl	sec
452	Sapotaceae	<i>Lecomtedoxa</i> sp.1	BGALit	eGlo	toutes les sp. de ce genre sont littorales gabonaises (FG); la position submontagnarde de notre observation constitue une population satellite						Bar	18	GS	ar	AUBREVILLE		No	cyl	lat	
289	Leeaceae	<i>Lea guineensis</i>	AM	Larg		bm+sm		Pi	Sat	Zonal	Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec	
393	Caesalpiniaceae	<i>Leonardoxa africana</i> subsp. <i>gracilicaulis</i>	BGA	eMoy		sm	dr	Sé	eGlo		Bar	18	SéS	Aco	TROLL		Mé	cyl	sec	
51	Lepidobotryaceae	<i>Lepidobotrys staudtii</i>	CG	eMoy		bm	val-mar	Sé	Tran	Sec	Sar	1	SéD	Aco			No	cyl	sec	
96	Rubiaceae	<i>Leptactina arnoldiana</i>	BGC	Marg	ne paraît pas exister sur le littoral, où <i>L. manni</i> le remplace (FG); elle n'est que marginale dans le BGAOr	bm		Pi			Sar		GD	ar	PETT		Mé	cyl	sec	
156	Rubiaceae	<i>Leptactina pynaertii</i>	BG	eMoy				Pi			Sar		GD	ar			No	cyl	sec	
8	Poaceae	<i>Leptaspis zeylanica</i>	Pal	Larg		bm	val	Pi	Tran	Zonal	Scl	18	GS	Ht		loA	Mé		sec	
582	Icacinaceae	<i>Leptaulus grandifolius</i>	BGA	eMoy		bm+sm		Sé			Sar	13	SéD	Ad	TROLL		Mé	cyl	sec	
581	Icacinaceae	<i>Leptaulus</i> sp.1									Sar	13		Ad			Mé	cyl	sec	
309	Sterculiaceae	aff. <i>Leptonychia lasiogyne</i>			probablement la même morpho-espèce que celle nommée ainsi dans la FG						Scl	15		Ad	TROLL		Mé	cyl	sec	
2	Sterculiaceae	<i>Leptonychia echinocarpa</i>	BG	eGlo		bm	riv+all	Cid	Marg	Zonal	Scl	15	GD	ar	TROLL		Mé	cyl	sec	
826	Sterculiaceae	<i>Leptonychia tessmannii</i>	BGALit	eLoc	seulement connue du Type collecté en Guinée Equato., en 1908	bm	val	Sé	eLoc		Scl	15	GD	ar	TROLL		Mé	cyl	sec	
1036	Sapotaceae	<i>Letestua durissima</i>	BGA	eLoc	exclusivement du Gabon et du Mayombe (FG); signalée par WAG aux Mts Doudou et Mts de Cristal	sm	dr	Sé	Marg	Zonal	Bar	18	SéS	E			Mé	ctr	lat	
209	Lomariopsidaceae	<i>Lomariopsis guineensis</i>	G	Marg	du Soudan à l'Angola	bm+sm		Sé			Spo	18.1	PD	Hgr		lhm	Ma		sec	
210	Lomariopsidaceae	<i>Lomariopsis hederacea</i>	CG	eGlo		bm+sm		Sé			Spo	18.1	PD	Hgr		lhm	Ma		sec	
411	Dennstaedtiaceae	<i>Lonchitis currori</i>	G	eGlo		bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.	Spo	18.1	GD	Ht		tgA	Ma		sec	
448	Dennstaedtiaceae	<i>Lonchitis gracilis</i>	BGA	eMoy	assez rare, cette espèce semble essentiellement présente en altitude jusqu'à plus de 2000m	Larg	dr	Sé	Sat	Riv	Spo	18.1	GD	Ht		tgA	Mg		sec	
407	Dennstaedtiaceae	<i>Lonchitis tisserantii</i>	BGA	eMoy		sm+mi	dr	Sé	eMoy		Spo	18.1	GD	Ht		tgA	Mg		sec	
751	Ochnaceae	<i>Lophira alata</i>	GC	eGlo	existe une espèce vicariante G-SZ (<i>L. lanceolata</i> Tiegh. Keay)	bm	dr	Cid	Tran	Sec	Pté	19	CID	E	KORIBA		Ma	em	sec	
258	Meliaceae	<i>Lovoa trichiloides</i>	G	eGlo		bm+sm		Cid			Pté	16	CID	E			Mé	ctr	sec	
553	Polypodiaceae	<i>Loxogramme lanceolata</i>	AM	Larg		bm	riv	Sé	Tran	Altit.	Spo	18.1	PD	Hép		lhm	No		sec	
1018	Euphorbiaceae	<i>Macaranga barteri</i>	G	eGlo		bm		Cid	Marg	Zonal	Sar	1	CID	Aco			Mé	cyl	sec	
1049	Euphorbiaceae	<i>Macaranga monandra</i>	CG	Marg				Pi			Sar	1	PID	Ad			Mé	éch	sec	
946	Euphorbiaceae	<i>Macaranga spinosa</i>	GC	Marg		bm	dr	Pi	Tran	Riv	Sar	1	PID	Aco			Mé	éch	sec	
381	Euphorbiaceae	aff. <i>Maesobotrya bipindensis</i>	BG	eMoy		sm	dr	Sé	eLoc		Sar	13	GD	ar	AUBREVILLE	dm	Mé	cyl	sec	
967	Euphorbiaceae	<i>Maesobotrya barteri</i> subsp. <i>barteri</i> var. <i>barteri</i>	GC	eGlo							Sar	1		Ad			Mé	can	sec	
583	Euphorbiaceae	<i>Maesobotrya bipindensis</i>	CG	eMoy							Sar	1		Ad			Mé	cyl	sec	
238	Euphorbiaceae	<i>Maesobotrya klaineana</i>	BGA	Marg		bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	1	SéD	Ad			Mé	can	sec	
679	Euphorbiaceae	<i>Maesobotrya longipes</i>	BGALit	eLoc	rare, n'est connue que du littoral Gabonais	bm	dr+val	Sé			Sar	1	SéD	Ad	KORIBA		Mé	cyl	sec	
926	Euphorbiaceae	<i>Maesobotrya pauciflora</i>	BGALit	Sat	encore très mal connue; 1 collecte signalée dans la cuvette congolaise	bm		Sé			Sar	1	GD	ar			Mé	cyl	sec	
357	Rhamnaceae	<i>Maesopsis eminii</i> subsp. <i>berchemioides</i>	GC	eGlo	subsp. mal connue?	bm		Cid			Sar	13	CID	Ass	ROUX		Mé	cyl	sec	
480	Chrysobalanaceae	<i>Magnistipula conrauna</i>	BGA	eMoy	n'est connue que des montagnes occidentales du Cameroun (FC)	sm	dr	Sé	Sat	Riv	Sar	13	SéD	Ass	TROLL		Mé	cyl	sec	

n°	Famille	Espèce	T.P.	d°e	T.P.-commentaires	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers	TDd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A	Arch.H	T.F.	Tr	Ex
652	Chrysobalanaceae	Magnistipula tessmannii	BGA	eMoy	souvent sur collines accidentées (FC), souvent à moins de 60km de l'océan	bm+sm		Sé			Sar	13	SéD	E	TROLL		Mé	cyl	sec
588	Clusiaceae	Mammea africana	GC	eGlo		bm+sm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	14	SéD	E			Mé	cyl	lat
449	Sapotaceae	Manilkara fouilloyana	BGA	eMoy	surtout dans les Mts de Cristal et le Mayombe ainsi qu'au SO-Cameroun, Korup	bm+sm	dr	Sé						E			Mi	ctr	lat
184	Sapotaceae	Manilkara sp.1												Ad	AUBREVILLE		Ma	cyl	lat
32	Euphorbiaceae	Manniophyton fulvum	GC	Marg		bm	val+riv	Pi	eGlo		Sar	1	GD	Lji		cyl	Ma	cyl	sec
527	Cyperaceae	cf. Mapania baldwinii									Scl	18	GS	Ht		tc	Mé		sec
686	Cyperaceae	Mapania amplivaginata	BG	eGlo	vérifier si pas BGA	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Scl	18	GS	Ht		tga	Ma		sec
360	Cyperaceae	Mapania manni	BGA	eMoy		bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.	Scl	18	GS	Ht		tc	Mé		sec
565	Cyperaceae	Mapania pubisquama	BG	eGlo		bm+sm					Scl	18	GS	Ht		tga	Ma		sec
33	Cyperaceae	Mapania soyauxii	BG	eGlo							Scl	18	GS	Ht		tga	Ma		sec
696	Euphorbiaceae	Maprounea membranacea	CG	eGlo		bm	riv+all	Sé	Tran	Sec	Sar	1	SéD	Ass			No	can	liq
914	Chrysobalanaceae	Maranthes chrysophylla subsp. chrysophylla	GC	eGlo							Sar	13	SéD	Ass			Mé	cyl	liq
369	Chrysobalanaceae	Maranthes gabunensis	BG	eGlo		bm+sm		Sé			Sar	13	SéD	E			No	cyl	liq
415	Chrysobalanaceae	Maranthes glabra	GC	eGlo		bm	dr	Sé	Tran	Altit.	Sar	13	SéD	E			No	cyl	liq
517	Marantaceae	aff. Marantochloa monophylla									Scl	18	GS	Ht		tc	Ma		sec
248	Marantaceae	cf. Marantochloa congensis												Ht		tc	Mé		sec
827	Marantaceae	Marantochloa filipes	GC	eGlo		bm					Scl	18	GS	HL			Mé		sec
564	Marantaceae	Marantochloa monophylla	BG	eGlo		bm+sm		Sé	Omni		Sar	13	GD	Ht		tc	Mé		sec
324	Marattiaceae	Marattia fraxinea	AM	Larg		sm+mi		Sé	Tran	Riv	Spo	18.1	PD	Ht		tga	Mg		sec
330	Euphorbiaceae	Mareya brevipes	CG	eMoy		bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.	Scl	18	SéS	Ad			Ma	cyl	sec
865	Euphorbiaceae	Mareya micrantha subsp. micrantha	G	eMoy		bm	val+riv	Sé	Tran	Sec	Scl	18	GS	ar			Mé	cyl	sec
275	Euphorbiaceae	Mareyopsis longifolia	CG	eGlo		bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.	Scl	18	SéS	Ad	AUBREVILLE	dm	Mé	can	sec
550	Dipterocarpaceae	Marquesia excelsa	BGAOr	eLoc	espèce rare, encore connue que des vieilles forêts de la frange BGAOr	bm+sm	dr	Sé	eLoc		Pté	19	SéD	E			No	ctr	sec
880	Rubiaceae	Massularia acuminata	GC	eGlo				Sé			Sar	6	SéD	Ad	PETTIT		Mé	cyl	sec
69	Melastomataceae	Medinilla mirabilis	BG	eGlo		bm+sm		Sé			Sar	9	GD	ar		dm	Mé	cyl	sec
927	Marantaceae	Megaphrynium macrostachyum	GC	eGlo		bm		Pi			Sar	1	GD	Ht		tc	Ma		sec
373	Marantaceae	Megaphrynium trichogynum	CG	eGlo							Sar	1	GD	Ht		tc	Ma		sec
641	Annonaceae	Meiocarpidium lepidotum	BG	eGlo	existe aussi en forêt semi-décidue	bm		Sé			Sar	6	SéD	Ad			Mé	can	sec
325	Melastomataceae	cf. Memecylon candidum									Sar	6		Ad	TROLL		Mé	cyl	sec
873	Melastomataceae	Memecylon aequidianum	BGALit	eLoc	rare, connue du Gabon et du Cameroun, en quelques localités de la zone sous influence littorale	bm	dr	Sé	Sat	Altit.	Sar	5	GD	ar	TROLL	co	No	cyl	sec
157	Melastomataceae	Memecylon arcuato-matginatum	BGC	eLoc	assez rare, en périphérie (au niveau du Cameroun, Dja) du GC	bm					Sar	5	GD	ar	TROLL	co	No	cyl	sec
239	Melastomataceae	Memecylon laurentii	BG	eGlo		bm+sm			Cid		Sar	5	GD	ar	TROLL	co	No	cyl	sec
995	Melastomataceae	Memecylon nodosum	BG	eMoy	assez rare	bm	val+riv	Sé	Marg	Altit.	Sar	5	GD	ar	TROLL	co	No	cyl	sec
984	Melastomataceae	Memecylon sp.2									Sar	5	GD	ar	TROLL	co	No	cyl	sec
805	Melastomataceae	Memecylon sp.4									Sar	5	GD	ar	TROLL	co	No	cyl	sec
398	Melastomataceae	Memecylon sp.nov.1	BGA	eLoc	cette espèce nouvelle fait partie d'un petit groupe de Memecylon à rameaux exagérément ailés	sm	dr	Sé	eLoc		Sar	5	SéD	Ad	TROLL		Mé	cyl	sec
593	Melastomataceae	Memecylon virescens	BGALit	eMoy	au SO-Cameroun, aux forêts littorales du Bas-Congo et dans la région de Libreville	bm	dr	Sé	Tran	Riv	Sar	5	GD	ar	TROLL	co	Mé	cyl	sec
979	Melastomataceae	Memecylon zenkeri	BG	eGlo		bm		Sé			Sar	5	GD	ar	TROLL	co	No	cyl	sec
197	Acanthaceae	Mendoncia lindaviana	CG	eMoy		bm		Pi			Sar	14	PiD	Lji			No		sec
1008	Poaceae	Microcalamus aspidistrula	BGA	eGlo	semble assez rare et mal connue; la synonymie avec M. barbinodis ne nous semble pas si évidente			Sé			Scl	18	GS	Ht		loa	Mé		sec
584	Poaceae	Microcalamus barbinodis	BGA	eGlo	peut-être BG?	bm+sm		Sé			Scl	18	GS	Ht		loa	Mi		sec
350	Pandaceae	aff. Microdesmis klainei	BGA	eLoc	M. klainei, dont notre espèce est très proche et peut-être vicariant altitudinal, est connu de la région de Libreville	sm	dr	Sé	eLoc		Sar	13	SéD	Ad			No	cyl	sec
642	Pandaceae	Microdesmis camerunensis	BGALit	eMoy	semble limitée au littorale	bm	dr	Sé	eLoc		Sar	13	SéD	Ad	ROUX		Mé	cyl	sec
65	Pandaceae	Microdesmis puberula	GC	eGlo		bm		Cid			Sar	13	GD	ar	ROUX		Mé	cyl	sec
807	Polypodiaceae	Microgramma owariensis	PRA	Larg							Spo	18.1	PD	Hépt		cyl	Mi		sec
453	Dennstaedtiaceae	Microleptia speluncae	Pal	Larg		bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.	Spo	18.1	GD	Ht		tga	Ma		sec
97	Moraceae	Milicia excelsa	GCp	Tran	surtout en forêts semi-décidues, de la Guinée Bissau au Mozambique	bm			Cid	Tran	Sar	12	CID	E			Mé	em	lat
664	Fabaceae	Millettia sp.1												Lji	TROLL		Mé	cyl	liq
87	Fabaceae	Millettia sp.2												Lji	TROLL		Mé	cyl	sec
3	Fabaceae	Millettia sp.3												Lji			Mé	cyl	sec
808	Cucurbitaceae	Momordica cissoides	PRA	Larg			val-mar	Pi	Tran	Riv	Sar	1	GD	HL		cyl	Mi	cyl	sec
755	Annonaceae	Monodora sp.1				bm	val	Sé	eMoy		Sar	10	SéD	Ass			Ma	em	sec
629	Annonaceae	Monodora tenuifolia	G	Tran		bm	val	Cid	eGlo		Sar	6	CID	Ass			Mé	cyl	sec
710	Rubiaceae	Morinda lucida	PRA	Larg					Cié		Sar	14	CID	Aco	PETTIT		Mé	cyl	sec
848	Loganiaceae	aff. Mostuea batesii									Scl	18	GS	Hs-ar	TROLL	lhm	No	cyl	sec
990	Loganiaceae	Mostuea batesii	CG	eMoy		bm		Sé			Scl	18	GS	Hs-ar	CHAMPAGNAT	co	Mi	cyl	sec
711	Loganiaceae	Mostuea neurocarpa	BGALit	eMoy	seulement connue du SO-Cameroun et O des Monts de Cristal	bm		Sé			Scl	18	GS	Hs-ar	TROLL	lhs	No	cyl	sec
928	Rubiaceae	Mussaenda sovauxii	G	eGlo				Pi			Sar	13	GD	Lji			No	cyl	sec
100	Cecropiaceae	Myrianthus arboreus	PRA	Larg		Larg	val-mar	Cid	Sat	Sec	Sar	13	CID	Aco			Ma	éch	sec
747	Cecropiaceae	Myrianthus serratus var. serratus	G	eGlo							Sar	13		Ad			Mé	cyl	sec
659	Lecythidaceae	Napoleonaea gabonensis	BGALit	eMoy	uniquement connu des forêts littorales gabonaises et camerounaises	bm	dr	Sé	Marg	Riv	Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	Ma	cyl	sec
838	Lecythidaceae	Napoleonaea imperialis	BGA	Tran		bm	val-mar	Sé	Tran	Sec	Sar	13	GD	ar	FAGERLIND	dm	Mé	cyl	sec
500	Lecythidaceae	Napoleonaea talbotii	BGA	eMoy	assez peu collectée	sm	dr	Sé	eMoy		Sar	13	SéD	Ad	MASSART	dm	No	cyl	sec
940	Lecythidaceae	Napoleonaea vogelii	GC	eGlo		bm	val+riv	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	ar	MASSART	dm	Mé	cyl	sec
240	Rubiaceae	Nauclea diderichii	GC	eGlo		bm			Cid		Sar	14	CID	E			Mé	ctr	sec
504	Rubiaceae	Nauclea sp.1									Sar	14		Ass			Mé	em	sec

n°	Famille	Espèce	T.P.	d°e	T.P.-commentaires	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers	TDd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A	Arch.H	T.F.	Tr	Ex
944	Annonaceae	Neostenanthera myrsiticifolia	CG	eGlo	sp des milieux vallicoles en forêts denses et transgressive en milieu riverain et marécageux en périphérie du massif guinéo-congolais	bm	val	Sé	Tran	Riv-Sec	Sar	6	GD	ar	TROLL		Mé		sec
809	Oleandraceae	Nephrolepis biserrata	Pan	Omni		bm	val-mar	Pi	Tran		Spo	18.1	PD	Hép			Ma		sec
362	Araceae	Nepthytis gravenreuthii	BGA	eMoy		bm+sm	val-mar	Sé	eMoy		Sar	13	GD	Ht		tc	Ma		sec
690	Araceae	Nepthytis poissonii var. poissonii	BGALit	Marg	cette variété semble limitée aux régions sous influence littorale, pouvant toutefois se retrouver plus loin en habitat riverain	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	Ht		tc	Ma		sec
915	Convolvulaceae	Neuropeltis incompta	BG	eGlo							Pté	19	GD	Lii			No	cyl	sec
158	Convolvulaceae	Neuropeltis velutina	G	Marg				Sé			Pté	19	GD	Lii			Mé		sec
457	Mimosaceae	Newtonia duncanthomasii	BGA	eMoy	espèce d'altitude affine de N.duparquetiana	sm	dr	Sé	eGlo		Pté	16	SéD	E			No	ctr	liq
321	Mimosaceae	Newtonia duparquetiana	GLit	eMoy	semble surtout répandue dans les régions à sols humides du littoral G	bm	val+riv	Sé	Sat	Altit.	Pté	16	SéD	E			No	ctr	liq
185	Mimosaceae	Newtonia grandifolia	BG	eMoy	encore assez mal connue	bm		Sé			Pté	16	SéD	E			Le	ctr	liq
715	Mimosaceae	Newtonia griffoniana	BGALit	eMoy	assez rare et apparemment limitée au littoral	bm		Sé			Pté	16	SéD	E			Na	ctr	liq
1017	Mimosaceae	Newtonia leucocarpa	BG	Marg	jusque dans l'extrême O du Kasai	bm	dr	Sé			Pté	16	SéD	E			Le	ctr	liq
907	Ochnaceae	Ochna sp.1									Sar	13	GD	ar			No	cyl	sec
374	Melastomataceae	Ochthocharis dicellandroides	PRA	Larg		bm	riv+all	Sé	Sat	Altit.	Scl	18.1	GD	Hs-ar		cyl	Mé	cyl	sec
271	Octoknemataceae	Octoknema sp.1	BGA	eMoy	probablement espèce nouvelle	sm	dr	Sé	eMoy		Sar	13	SéD	Ass			Mé	can	sec
346	Octoknemataceae	Octoknema sp.2									Sar	13	Ad		CHAMPAGNAT		Mé	cyl	sec
980	Octoknemataceae	Octoknema sp.3									Sar	13	Ad		TROLL		Mé	cyl	sec
723	Octoknemataceae	Octoknema sp.4									Sar	13	Ad				Ma	cyl	sec
537	Octoknemataceae	Octoknema sp.5									Sar	13	Ad				Mé	cyl	sec
968	Caesalpiniaceae	Odoniodendron micranthum	BG	eMoy		bm		Sé			Bar	18	SéS	Ad	TROLL		Mé	cyl	sec
701	Simaroubaceae	Odyendyea gabonensis	BG	eGlo	disséminée mais jamais abondante	bm+sm	dr	Sé	eMoy		Sar	13	SéD	E			No	can	sec
1001	Olacaceae	Olax latifolia	BG	eGlo		bm+sm		Sé			Sar	13	GD	ar	TROLL	co	Mé	cyl	sec
952	Olacaceae	Olax mannii	G	eGlo	du Nigeria au Bas-Congo et en Sierra Leone (aire très disjointe)	bm	riv+all	Sé	Sat	Altit.	Sar	13	GD	ar	TROLL	co	Mé	cyl	sec
633	Olacaceae	Olax triplinervia	BGA	eMoy	relativement rare	bm	riv	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	ar	TROLL	co	Mé	cyl	sec
186	Sapotaceae	Omphalocarpum elatum	G	eGlo	ou GC?			Sé			Sar	14	SéD	Ass	RAUH		No	em	lat
969	Sapotaceae	Omphalocarpum sp.1												Ass			Mé	can	lat
198	Flacourtiaceae	Oncoba flagelliflora	CG	eGlo		bm		Cié	Sat	Zonal	Scl	18	GS	ar			Mé	ctr	sec
703	Flacourtiaceae	Oncoba glauca	GC	Marg	aussi en galeries forestières	bm		Pi	Marg	Zonal	Scl	18	Pis	Aco			Mé	cyl	sec
575	Flacourtiaceae	Oncoba mannii	CG	eGlo		bm+sm	riv+all	Sé	Tran	Sec	Scl	18	SéS	Ad			Ma	cyl	sec
1037	Flacourtiaceae	Oncoba welwitschii	CG	Marg	aussi en galeries forestières	bm		Pi	Sat	Zonal	Scl	18	Pis	Ad	AUBREVILLE		Mé	cyl	sec
112	Olacaceae	Ongokea zore	BG	Sat	très rare en W-Afrique	bm	riv	Cid	Sat	Sec	Sar	1	Cid	Ass			No	cyl	sec
307	Orchidaceae	Orestias micrantha	BGA	eLoc	Sao Tomé, Cameroun	sm	dr	Sé	eMoy		Asc	18.1	GS	Ht		tga	Mi		sec
874	Scytopetalaceae	Oubanguia laurifolia	BGA	eMoy	rare	bm	dr	Sé			Bar	18	SéS	Ass	TROLL		Mi	cyl	liq
421	Rubiaceae	aff. Oxyanthus laxiflorus									ar						Mé	cyl	sec
764	Rubiaceae	Oxyanthus gracilis	BG	eMoy	mal connue						Sar	13	GD	ar	PETTIT		No	cyl	sec
331	Rubiaceae	Oxyanthus laxiflorus	BG	eMoy							Sar	13	GD	ar	PETTIT		No	cyl	sec
199	Rubiaceae	Oxyanthus oliganthus									Sar	13	GD	ar	PETTIT		Mé	cyl	sec
159	Rubiaceae	Oxyanthus pallidus	G	eGlo	aire disjointe			Sé			Sar	14	GD	ar	PETTIT		Mé	cyl	sec
200	Rubiaceae	Oxyanthus speciosus subsp. speciosus	PRA	Larg				Pi			Sar	13	GD	ar	PETTIT		Mé	cyl	sec
160	Caesalpiniaceae	Oxystigma oxyphyllum	CG	eMoy	du S-Nigeria à la cuvette congolaise	bm		Sé			Pté	19	SéD	E			No	cyl	rés
676	Commelinaceae	aff. Palisota satabiei	BGALit	eLoc		bm	dr+val	Sé			Sar	13	GD	Ht		tga	Mé		sec
20	Commelinaceae	Palisota ambigua	GC	Marg		bm+sm		Pi			Scl	18	GS	Ht		tgs	Ma		sec
999	Commelinaceae	Palisota barberi	GC	eGlo							Sar	14	GD	Ht		tga	Ma		sec
47	Commelinaceae	Palisota bracteosa	G	eGlo							Sar	13	GD	Ht		tga	Ma		sec
272	Commelinaceae	Palisota lagopus	BGA	eGlo		bm+sm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	14	GD	Ht		tga	Ma		sec
347	Commelinaceae	Palisota mannii	CG	eMoy	non citée en Afrique de l'Ouest; courante en Afrique centrale Atlantique, elle semble se limiter aux forêts submontagnardes en Tanzanie et au SO de l'Uganda	sm		Sé	Tran	Riv	Sar	14	GD	Ht		tga	Mg		sec
559	Commelinaceae	Palisota satabiei	BGA	eGlo		bm+sm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	Ht		tga	Mé		sec
55	Sapindaceae	Pancovia harmsiana	CG	eMoy							Sar		Ad		TROLL		No	cyl	sec
757	Pandaceae	Panda oleosa	GC	eGlo	du Liberia au Zaïre	bm	val	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	SéD	Aco	ROUX		Mé	ctr	liq
201	Aristolochiaceae	Pararistolochia sp.1									Bar	21	GS	Lii			Mé		sec
202	Aristolochiaceae	Pararistolochia sp.2						Sé			Bar	21	GS	Lii			Mé		sec
828	Aristolochiaceae	Pararistolochia sp.3						Sé			Bar	21	GS	Lii			Mé		sec
42	Chrysobalanaceae	Parinari excelsa	GC	eGlo		sm+mi	dr	Sé	Tran	Riv	Sar	13	SéD	E	TROLL		No	em	liq
861	Chrysobalanaceae	Parinari hypochrysea	BGA	eMoy		bm	val	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	SéD	E			No	cyl	liq
412	Mimosaceae	Parkia bicolor	GC	eGlo		bm	val+riv	Sé	Tran	Altit.	Bar	18	SéS	E	TROLL		Le	ctr	liq
765	Mimosaceae	Parkia filicoidea	GCp	Tran	aussi en galeries forestières; en Guinée Eq., semble plus abondant dans le N, en forêts plus sèches	bm	dr	Sé	Tran	Sec	Bar	18	SéS	Ass			Na	ctr	liq
810	Mimosaceae	Parkia sp.1									Bar	18		Ad			Mi	cyl	sec
623	Passifloraceae	Paropsia gabonica	BGA	eLoc		bm	dr	Sé	eLoc		Sar	6	GD	ar			Mé	cyl	sec
125	Rubiaceae	aff. Pauridiantha efferata									ar						Mé	cyl	sec
693	Rubiaceae	Pauridiantha floribunda	BGALit	Marg	du S-Nigeria au Gabon et sur les îles du Golfe de Guinée, ne s'éloignant pas plus loin de l'océan qu'au niveau des Mts de Cristal	bm	dr	Sé	eLoc		Sar	14	GD	Ass			Mé	cyl	sec
322	Rubiaceae	Pauridiantha mayumbensis	BGA	eMoy	surtout dans les régions montagneuses	sm	dr	Sé	Tran	Riv-Sec	Sar	13	GD	ar			No	cyl	sec
538	Rubiaceae	Pauridiantha micrantha	BGA	eLoc	seulement connue des Mts. de Cristal, entre 350-400m	sm	dr	Sé	Marg	Zonal	Sar		GD	ar			Mi	cyl	sec
397	Rubiaceae	Pauridiantha sp.1									Sar		GD	ar			Mi	cyl	sec
290	Rubiaceae	Pauridiantha sp.3									Sar			Ad			No	cyl	sec
507	Rubiaceae	Pauridiantha sp.4									Sar			Ad			No	cyl	sec
728	Rubiaceae	Pauridiantha sp.5												Aco			No	cyl	sec
898	Rubiaceae	Pauridiantha sp.6												Ad			Mi	cyl	sec

n°	Famille	Espèce	T.P.	d°e	T.P.-commentaires	Étage	Hydro	Tmt	d°f	vers	TDd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A	Arch.H	T.F.	Tr	Ex
355	Rubiaceae	Pauridiantha venusta	BGA	eLoc	seulement connue des Mts de Cristal (FG)	sm	dr	Sé	eMoy		Sar	13	GD	ar			Mi	cyl	sec
673	Rubiaceae	Pausinystalia johimbe	BGA	Sat	essentiellement atlantique avec une seule observation clairement dans le BGC (à vérifier)	bm	dr	Sé	eLoc		Pté	16	SéD	Ad			Ma	cyl	sec
235	Rubiaceae	Pausinystalia lane-poolei subsp. ituriense	CG	eMoy	aire disjointe: forêts d'altitude au Kivu-Ruwendori (750-2000m) et à altitude variable dans le BG; la subsp. lane-poolei est proche endémique de l'étage submontagnard W-africain! (Stoffelen & al. 1996)	sm	dr	Sé	Tran	Zonal	Pté	16	SéD	E			No	cyl	sec
236	Rubiaceae	Pausinystalia macroceras	CG	eGlo		bm		Sé			Pté	16	SéD	Aco	AUBREVILLE		Mé	can	sec
724	Rubiaceae	Pavetta camerounensis subsp. camerounensis	BGALit	eMoy	du SO-Cameroun (O de Yaoundé)	bm		Sé			Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
712	Rubiaceae	Pavetta gracilipes	BG	eMoy							Sar		GD	ar			No	cyl	sec
916	Rubiaceae	Pavetta hispida	BG	eGlo							Sar		GD	ar			Mé	cyl	sec
539	Rubiaceae	Pavetta sp.9									Sar		GD	Hs-ar		cyl	Mi	cyl	sec
436	Rubiaceae	Pavetta urophylla subsp. bosii	BGA	eLoc	seulement connue du sommet du Calvary Mt.; la subsp. type est connue des forêts marécageuses et ripicoles du Zaïre et du Congo Braz.!	sm	dr	Sé	eLoc		Sar	14	GD	ar			No	cyl	sec
811	Thymelaeaceae	Peddiea fischeri	PRA	Larg		sm+mi	dr	Sé	Tran	Riv	Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
483	Caesalpiniaceae	Pellegrioidendron sp.nov.1	G	eMoy		sm	dr	Sé	eMoy		Bal	17	Sés	Ass			Mé	cyl	sec
323	Menispermaceae	Penianthus longifolius	CG	eGlo	aussi en galeries forestières	bm	val+riv	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	Hs-ar		tg	Mé	cyl	sec
624	Mimosaceae	Pentaclethra eetveldeana	CG	eGlo		bm	dr	Cid	Marg	Zonal	Bal	17	Cis	Ass			Na	em	sec
11	Mimosaceae	Pentaclethra macrophylla	GC	eGlo		bm	dr	Cid	Marg	Zonal	Bal	17	Cis	Ass	TROLL		Na	em	sec
596	Clusiaceae	Pentadesma butyracea	G	Marg	il existe une espèce vicariante congolaise: P. exelliana Staner	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	14	SéD	Ass	RAUH		Mé	em	lat
484	Clusiaceae	Pentadesma grandifolia	BGA	Marg	aire submontagnarde disjointe; d'autres espèces submontagnardes sont vicariantes d'Afrique de l'Est: P. lebrunii Staner (SM+MI) et P. reyniersii Spirlet (MS)	sm	dr	Sé	eGlo		Sar	14	SéD	Ass	RAUH		Mé	em	lat
19	Lecythidaceae	Petersianthus macrocarpus	GC	eGlo		bm	val+riv	Cid	Tran	Sec	Pté	19	Cid	E	KORIBA		Mé	em	liq
650	Rubiaceae	Petitocodon parviflorum	BGALit	eLoc	rare, SE-Nigeria	bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.	Sar		GD	ar	TROLL		Mé	cyl	sec
450	Orchidaceae	Phaius mannii	CG	eMoy	Zaïre, Gabon (FC); son étendue au Zaïre est à vérifier (BGA?)	sm	dr	Sé	Sat	Riv	Asc	18.1	GS	Ht		tg	Ma	sec	
540	Flacourtiaceae	Phyllobotryon sp.1									Scl	18	GS	ar	CORNER	tg	Mé	cyl	sec
691	Flacourtiaceae	Phyllobotryon spathulatum	BGALit	eMoy	Nigeria, Cameroun, Gabon	bm	dr+val	Sé	Tran	Riv	Scl	18	GS	ar	CORNER	tg	Ma	cyl	sec
120	Ixonanthaceae	Phyllocosmus africanus	PRA	Larg		bm	riv+all	Sé	Tran	Sec	Scl	18.1	SéD	E	TROLL		No	ctr	sec
899	Ixonanthaceae	Phyllocosmus calothyrsus	BGA	eLoc		bm		Sé			Scl	18	Sés	Aco			Mé	can	sec
663	Ixonanthaceae	Phyllocosmus sessiliflorus	GLit	Tran	relativement mal connue, cette espèce semblait avoir une distribution G mais avec nos nombreuses observations, il est possible de la définir comme GLit à population transgressives	bm	dr	Sé	Tran	Altit.	Scl	18	Sés	Aco			Mé	can	sec
255	Ixonanthaceae	Phyllocosmus sp.nov.1	BGA	eLoc		sm	dr	Sé	eLoc		Scl	18	Sés	Ad			Ma	cyl	sec
856	Acanthaceae	Physacanthus batanganus	G	eMoy		bm	val	Sé	Marg	Zonal	Scl	18	GS	Ht		cyl	Mé	sec	
477	Acanthaceae	Physacanthus nematosiphon	G	eMoy	Libéria, Côte d'Ivoire, Cameroun et Gabon (FG)	sm	dr	Sé	eMoy		Scl	18	GS	Ht		da	Mi	sec	
812	Apocynaceae	Picralima nitida	GC	eGlo	espèce du sous-bois des forêts relativement humides, valicoles	bm	val	Sé	Marg	Zonal	Sar	6	SéD	Ad			Mé	cyl	lat
766	Piperaceae	Piper guineense	PRA	Larg		bm	val	Sé	Marg	Zonal	Sar	12	GD	HL		cyl	No	cyl	sec
334	Piperaceae	Piper sp.1									Sar	12	GD	HL			Mi	cyl	sec
375	Piperaceae	Piper sp.2												HL			Mi	cyl	sec
756	Piperaceae	Piper sp.3												HL		cyl	Mé	cyl	sec
241	Mimosaceae	Piptadeniastrum africanum	GC	eGlo		bm		Cid	Sat	Sec	Pté	16	Cid	E	TROLL		Le	ctr	sec
395	Annonaceae	Piptostigma multinerviium	BGA	eMoy	connue de Bipindi au Cameroun et de la partie Atlantique du Gabon	bm+sm	val	Sé	Marg	Zonal	Sar	14	SéD	Ad			Mé	cyl	sec
813	Annonaceae	Piptostigma pilosum	BGA	eMoy		bm					Sar	13	GD	ar			Ma	cyl	sec
981	Sapindaceae	Placodiscus boya	G	eMoy							Sar	13		Aco			Mé	can	sec
14	Sapindaceae	Placodiscus leptostachys	G	eMoy							Sar			Aco			Mé	cyl	sec
599	Sapindaceae	Placodiscus opacus	BG	eMoy							Sar			Ad			Mé	cyl	sec
327	Sapindaceae	Placodiscus sp.1									Sar			Aco				cyl	sec
911	Caesalpiniaceae	Plagiosiphon emarginatus	G	eGlo		bm	val	Sé	Marg	Zonal	Bar	18	Sés	Ass	TROLL		Na	em	sec
312	Caesalpiniaceae	Plagiosiphon gabonensis	BGAOr	eMoy		bm+sm	dr	Sé			Bar	18	Sés	E	TROLL		Mi	ctr	sec
554	Caesalpiniaceae	Plagiosiphon longitubus	BGA	eMoy		bm+sm	dr	Sé			Bar	18	GS	ar	TROLL	lhm	Mi	cyl	sec
734	Euphorbiaceae	Plagiosyles africana	CG	Marg		bm	dr+val	Sé	Tran	Sec	Sar	13	SéD	Ass			Mé	cyl	lat
249	Apocynaceae	Pleioocarp bicarpellata	BG	eMoy	espèce réputée submontagnarde!!!	sm	dr	Sé	Marg	Zonal	Sar	6	GD	ar	TROLL		Mé	lat	
660	Arecaceae	Podococcus barberi	BG	eGlo		bm	dr	Sé			Sar	13	GD	Ht	CORNER	tg	Ma	sec	
501	Rubiaceae	Poecilocalyx crystallinus	BGA	eMoy	seulement connue des Mts de cristal, sur pente forte vers 450m d'altitude (FG); nous avons retrouvé plusieurs herbiers nous permettant de compléter les données	sm	dr	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	ar			No	cyl	sec
695	Anisophylleaceae	Poga oleosa	BGA	eMoy		bm					Sar	14		E			Mé	em	sec
218	Annonaceae	Polyalthia suaveolens var. suaveolens	CG	eGlo		bm		Sé			Sar	6	SéD	Ass	PETT		Mé	cyl	sec
447	Icacinaceae	Polystephalium lobatum	GC	eGlo	de la Sierra Léone au Zaïre	bm+sm					Sar	14	GD	Hgr		loa	Mé	cyl	sec
270	Annonaceae	Polyceratocarpus microtrichus	BGALit	Tran	espèce typiquement littorale à populations transgressives en milieu submontagnard	bm		Sé	Tran		Sar	6	SéD	Ad			Ma	cyl	sec
181	Annonaceae	Polyceratocarpus parviflorus	G	eMoy		bm+sm		Sé			Sar	5	SéD	Aco			Mé	cyl	sec
555	Orchidaceae	Polystachya albenscens subsp. albenscens	BGA	eMoy	longtemps considérée endémique de Sao Tomé et Principe, elle existe du Nigeria au Gabon (Stévar 2004)	sm	dr	Sé	eGlo		Asc	18.1	PS	Hépt		cyl	No	sec	
829	Orchidaceae	Polystachya ramulosa	GC	eGlo		bm	val-mar	Sé			Asc	18.1	PS	Hépt		cyl	No	sec	
929	Orchidaceae	Polystachya rhodoptera	GC	eGlo	ou G? voire même GLit?	bm	riv+all	Sé	Marg	Riv	Asc	18.1	PS	Hépt		cyl	No	sec	
921	Rubiaceae	Pouchetia africana var. aequatorialis	BGALit	eMoy	var. seulement connue de Bélinga et de Koulamotou (Gabon)		dr	Sé			Sar	13	GD	ar	ROUX	ds	No	cyl	sec
748	Caesalpiniaceae	Prioria joveri	BGA	eMoy		bm+sm	dr	Sé			Pté	16	SéD	E			No	cyl	rés
491	Euphorbiaceae	Protomegabarbia meiocarpa	CG	eLoc	jusqu'ici, espèce connue uniquement des forêts submontagnardes de l'E du Zaïre (Mwenga), présentant donc une forte disjonction	sm	dr	Sé	Tran	Riv	Scl	18.1	SéD	Aco			Ma	can	sec
280	Euphorbiaceae	Protomegabarbia stapfiana	GLit	Sat	essentiellement littorale avec toutefois nos observations de type satellite au Dja	sm	dr	Sé	Tran	Riv	Scl	18.1	SéD	Ass			Ma	ctr	sec
161	Acanthaceae	Pseuderanthemum tunicatum	GC	eGlo		bm	val	Sé	eGlo		Scl	18	GS	Ht		cyl	No	sec	
651	Anacardiaceae	Pseudospondias longifolia	BGA	eGlo		bm		Cid	Tran	Zonal	Sar	13	Cid	Aco			Mé	cyl	liq
975	Anacardiaceae	Pseudospondias microcarpa	GC	Marg		bm+sm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	SéD	Aco			Mé	cyl	liq

n°	Famille	Espèce	T.P.	d°e	T.P.-commentaires	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers	TDd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A	Arch.H	T.F.	Tr	Ex
431	Clusiaceae	Psorospermum tenuifolium	CG	Marg	jusque dans les galeries forestières de la périphérie du GC	bm	riv+all	Sé	Sat		Sar	13	SéD	Ad	TROLL		No	cyl	sec
70	Rubiaceae	aff. Psychotria ebensis												Hs-ar				cyl	sec
126	Rubiaceae	aff. Psychotria latistipula												Hs-ar				cyl	sec
877	Rubiaceae	aff. Psychotria miniflora												Hs-ar	LEEUEWENBERG			cyl	sec
852	Rubiaceae	Psychotria avakubiensis	CG	eGlo	Petit 1964	bm	val+riv	Sé	Tran	Altit.	Sar	14	GD	ar		cyl	No	cyl	sec
721	Rubiaceae	Psychotria calva	GC	eGlo							Sar	13	GD	Aco			Mé	cyl	sec
830	Rubiaceae	Psychotria ebensis	BG	eMoy	peut-être BGALit?						Sar		GD	ar			Mé	cyl	sec
162	Rubiaceae	Psychotria lanceifolia	BG	eMoy	seulement connue de "Bipindi" (collectes de Zenker)						Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
348	Rubiaceae	Psychotria miniflora									Sar	13	GD	ar			Mi	cyl	sec
1014	Rubiaceae	Psychotria peduncularis									Sar	13	GD	ar			No	cyl	sec
814	Rubiaceae	Psychotria sp.13									Sar	13	GD	Hs-ar		tgs	Mé	cyl	sec
923	Rubiaceae	Psychotria sp.14									Sar	13	GD	Hs-ar			Mé	cyl	sec
713	Rubiaceae	Psychotria sp.16									Sar	13	GD	Hs-ar		tgs	Mé	cyl	sec
831	Rubiaceae	Psychotria sp.17									Sar	13	GD	Hs-ar		tgs	Mé	cyl	sec
832	Rubiaceae	Psychotria sp.18									Sar		GD	Hs-ar		cyl	No	cyl	sec
845	Rubiaceae	Psychotria sp.2									Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
1050	Rubiaceae	Psychotria sp.20									Sar	13	GD	Hs-ar		tgs	Ma	cyl	sec
716	Rubiaceae	Psychotria sp.21									Sar	13	GD	Hs-ar		cyl	No	cyl	sec
508	Rubiaceae	Psychotria sp.3									Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
767	Rubiaceae	Psychotria sp.4									Sar		GD	ar			Mé	cyl	sec
432	Rubiaceae	Psychotria sp.5									Sar	13	GD	ar				cyl	sec
591	Rubiaceae	Psychotria sp.7				sm	dr	Sé	Sat	Riv	Sar	13	GD	Hs-ar		loa	Mi	cyl	sec
598	Rubiaceae	Psychotria sp.8									Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
338	Rubiaceae	Psychotria sp.9									Sar	13	GD	Hs-ar		loa	Mi	cyl	sec
399	Rubiaceae	Psychotria vogeliana	GC	Marg	aussi en galeries forestières	bm	riv+all		Tran	Altit.	Sar	13	GD	Hs-ar		tgs	Ma	cyl	sec
1009	Rubiaceae	Psydrax arnoldiana	G	eGlo	d'après FWTA	bm		Cié	Sat	Zonal				Aco	COOK		No	cyl	sec
900	Rubiaceae	Psydrax sp.1												Ad			No	cyl	sec
104	Combretaceae	Pteleopsis hydolendron	GC	eGlo							Pié	19		E			Mi	ctr	sec
119	Pteridaceae	Pteris burtonii	GC	eGlo			val-mar		Tran	Altit.	Spo	18.1	GD	Ht		lhs	Mé		sec
237	Fabaceae	Pterocarpus soyauxii	BG	eGlo		bm	dr+val	Cid	Marg	Riv	Pté	19	CID	E			Mi	ctr	liq
193	Sterculiaceae	Pterygota bequaertii	GCp	Tran	transgressive des forêts semi-décidues vers les forêts secondaires du GC	bm		Sé	Sat	Sec	Pté	16	SéD	E			Mé	éch	sec
951	Oleaceae	Psychopetalum petiolatum	BGA	eMoy		bm	dr	Sé	eMoy		Sar	13	SéD	Ad	TROLL		No	can	sec
606	Poaceae	Puelia ciliata	CG	eGlo		bm+sm	val	Sé	Marg	Zonal	Scl	18	GS	Ht		lhs	No		sec
264	Poaceae	Puelia schumanniana	BGA	eMoy	seulement connue du SO-Cameroun	bm	val	Sé	Tran	Altit.	Scl	18	GS	Ht		lhs	Ma		sec
753	Myristicaceae	Pycnanthus angolensis	PRA	Larg	aussi en galeries forestières	bm	val-mar	Cid	Tran	Sec	Sar	1	CID	E	MASSART		Mé	cyl	liq
655	Euphorbiaceae	Pycnocomma macrophylla	G	eMoy							Pté	19	GD	ar			Ma	cyl	sec
891	Icacinaeae	cf. Pyrenacantha cordicula									Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
339	Icacinaeae	Pyrenacantha glabrescens	G	eMoy	surtout connue en W-Afrique (cf. Poorter & al. 2004) avec seulement quelques localités au Cameroun et Gabon	bm+sm		Cid			Sar	13	GD	Lli			Mé	cyl	sec
947	Simaroubaceae	Quassia africana	CG	eGlo	du Cameroun au centre de la cuvette congolaise et à l'Angola	bm	dr	Sé						ar	KORIBA	tga	Mé	cyl	sec
439	Araceae	Raphia regalis	BG			bm+sm	dr	Sé			Bar	21	GS	Ht			tga	Mg	sec
467	Araceae	Raphidophora africana	GC	eGlo		bm+sm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	Hgr		cyl	Ma		sec
163	Apocynaceae	Rauvolfia caffra	PRA	Larg		bm		Cid			Sar		CID	Aco			Mé	cyl	lat
471	Apocynaceae	Rauvolfia mannii	GC	Marg		bm+sm	riv	Cid	Marg	Zonal	Sar	6	GD	ar			No		lat
541	Apocynaceae	Rauvolfia vomitoria	GC	Marg	espèce typiquement pionnière	bm		Pi	Sat	Sec	Sar	6	PiD	Ad	LEEUEWENBERG		Mé	cyl	lat
903	Hippocrateaceae	Reissantia indica var. astericantha	GC	eGlo		bm					Sar	2	GD	Lli			No	cyl	sec
164	Hippocrateaceae	Reissantia sp.1									Sar	2	GD	Lli			No	cyl	sec
768	Hippocrateaceae	Reissantia sp.2									Sar	2	GD	Lli			No	cyl	sec
769	Hippocrateaceae	Reissantia sp.nov.1	BGALit	eLoc		bm	val	Sé	eLoc		Sar	2	GD	ar			Mé	cyl	sec
382	Zingiberaceae	aff. Renealmia cabrae				sm					Sar	13	GD	Ht		te	Ma		sec
34	Zingiberaceae	Renealmia africana	BG	eGlo		bm					Sar	13	GD	Ht		te	Ma		sec
58	Zingiberaceae	Renealmia cincinnata	G	eGlo	n'est toutefois pas citée en W-Afrique par Poorter & al. (2004)	bm	dr+val				Sar	13	GD	Ht		te	Ma		sec
542	Zingiberaceae	Renealmia congoensis	BG	eMoy		bm					Sar	13	GD	Ht		te	Ma		sec
1038	Zingiberaceae	Renealmia macrocolea	G	eMoy							Sar	13	GD	Ht		te	Ma		sec
775	Ochnaceae	Rhabdophyllum arnoldianum var. arnoldianum	CG	eGlo		bm	val-mar		Larg		Sar	13		Ad			No	can	sec
46	Ochnaceae	Rhabdophyllum calophyllum	G	eMoy		bm		Cié	Tran	Sec				Ad			Mé	can	sec
485	Scytopetalaceae	Rhaptopetalum depressum	BGA	eLoc	uniquement connu de quelques échantillons du Mt Koupé (1200m) et de Lolodorf (950m)	sm	dr	Sé	eMoy		Bar	15	SéD	Ad			No	cyl	liq
717	Scytopetalaceae	Rhaptopetalum pachyphyllum	BGA	eLoc		bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal	Bar	18	SéS	Ad			Mé	cyl	liq
815	Acanthaceae	Rhinacanthus virens	GC	eMoy		bm+sm	val	Sé	Marg	Zonal	Scl	18	GS	Ht		cyl	No		sec
358	Violaceae	Rinorea batesii	GCp	Sat	surtout des plateaux camerounais, aussi observé à Barombi Mbo (1 population isolée)	bm			Sat	Sec	Scl	18		Ad			Mé	cyl	sec
732	Violaceae	Rinorea caudata	BGALit	eLoc	seulement connue du Type collecté au Cameroun (Lebrun & Stork 2003); sîcée endémique BGALit par Achouondong (1996, p.539)	bm	dr	Sé			Scl	18	GS	ar			No	cyl	sec
754	Violaceae	Rinorea cerasifolia	CG	eMoy							Scl	18	GS	ar			Mé	cyl	sec
441	Violaceae	Rinorea gabunensis	BGA	eMoy	du district littoral et biafréen (Achouondong 1996); pourrait aussi être BGALit à populations satellites vers l'intérieur dans les milieux submontagnards?	bm	dr+val	Sé	Sat	Altit.	Scl	18	GS	ar			Mé	cyl	sec
867	Violaceae	Rinorea kamerunensis	BGA	eMoy	du district littoral et biafréen (Achouondong 1996)	bm	dr+val	Sé	eMoy		Scl	18	GS	ar			Mé	cyl	sec
643	Violaceae	Rinorea keayii	BG	eMoy	connue du S-Nigeria (Lebrun & Stork 2003); commune à la plaine SO-Cameroun et aux forêts congolaises (=BGC)	sm	dr	Sé	Rel	Zonal	Scl	18	SéS	Ad			No	cyl	sec

n°	Famille	Espèce	T.P.	d°e	T.P.-commentaires	Étage	Hydro	Tmt	d°f	vers	TDd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A	Arch.H	T.F.	Tr	Ex
492	Violaceae	Rinorea longicuspis	G	eMoy	ce taxon est normalement synonyme de R. welwitschii mais d'une part cette synonymie n'est plus mentionnée par Lebrun & Stork (2003) et d'autre part nous tenons ce nom d'une identification faite sur un herbier de Parmentier par Achouondong lui-même (récent)	bm+sm			Sé			Scl	18	GS	ar		Mé	cyl	sec
35	Violaceae	Rinorea oblongifolia	GCp	Tran	surtout en périphérie du GC	bm	riv+all	Cid	Tran	Sec	Scl	18	GS	ar			Mé	cyl	sec
400	Violaceae	Rinorea subsessilis	CG	eMoy	mal connue	sm			Rel	Zonal	Scl	18		Ad			No	cyl	sec
468	Violaceae	Rinorea welwitschii	G	Sat	signalé curieusement dans la région zambésienne	bm+sm					Scl	18	GS	ar			No	cyl	sec
291	Capparidaceae	Ritchiea macrantha	BGA	eMoy	mal connue	bm+sm								ar			Mé	cyl	sec
175	Rubiaceae	cf. Rothmannia lateriflora									Sar	14		Ad			No	cyl	sec
165	Rubiaceae	Rothmannia hispida	GC	Marg	aussi en savanes périforestières				Cié		Sar		GD	ar	PETT		Mé	cyl	sec
982	Rubiaceae	Rothmannia lateriflora	CG	eGlo	peut-être BG?		mar		Tran	Sec	Sar			Ad			Mé	cyl	sec
203	Rubiaceae	Rothmannia longiflora	PRA	Larg			riv		Tran	Sec	Sar		GD	ar	FAGERLIND		No	cyl	sec
18	Rubiaceae	Rothmannia lujae	CG	Marg	aussi présente en savanes périforestières (Sonké 1996)	bm	dr				Sar			Ad			Mé	cyl	sec
204	Rubiaceae	Rothmannia sp.2									Sar		GD	ar			Mé	cyl	sec
901	Rubiaceae	Rothmannia sp.3									Sar		GD	ar			Mé	cyl	sec
605	Rubiaceae	Rothmannia talbotii	BG	Marg		bm			Cié		Sar	14	Cid	Ad			Mé	cyl	sec
625	Rubiaceae	Rothmannia urcelliformis	PRA	Larg		sm					Sar			Ad	FAGERLIND		Mé	cyl	sec
21	Connaraceae	Rourea obliquifoliolata	CG	Marg	aussi en galeries forestières périphériques	bm					Sar	1	GD	Lii			Mi	cyl	sec
177	Connaraceae	Rourea thomsonii	PRA	Larg							Sar	1	GD	Lii			Mé	cyl	sec
913	Rubiaceae	cf. Sabicea cordata									Sar		GD	Lii			No	cyl	sec
283	Rubiaceae	cf. Sabicea mollis												Lii			No	cyl	sec
166	Rubiaceae	Sabicea fulva	BG	eMoy					Pi		Sar	13	GD	Lii			Mi	cyl	sec
454	Ebenaceae	Sabicea sp.1												Lii			No	cyl	sec
866	Rubiaceae	Sabicea sp.2									Sar	13	GD	Lii				cyl	sec
167	Rubiaceae	Sabicea sp.3									Sar	13	GD	Lii				cyl	sec
115	Rubiaceae	Sabicea sp.4									Sar	13	GD	Lii				cyl	sec
109	Rubiaceae	Sabicea sp.5									Sar	13	GD	Lii				cyl	sec
912	Rubiaceae	Sabicea sp.6									Sar	13	GD	Lii				cyl	sec
292	Rubiaceae	Sabicea sp.7									Sar	13	GD	Lii				cyl	sec
490	Rubiaceae	Sabicea sp.8									Sar	13	GD	Lii				cyl	sec
661	Humiriaceae	Sacoglottis gabonensis	GLit	Tran	en Afrique de l'ouest, s'écarte largement de la bande littorale (aussi à La Lopé) mais n'est alors plus retrouvé qu'en type forestier azonale, soit rivulaire, soit psammophile	bm	dr	Sé	Tran	Riv	Sar	13	SéD	E			Mé	ctr	sec
408	Hippocrateaceae	Salacia pierrei	BGA	eMoy	décrite il y a peu du Gabon				Sé		Sar	13	GD	Lii			No	cyl	sec
1010	Hippocrateaceae	Salacia rhodesiaca	PRA	Larg							Sar	1	GD	Lii			Mé	cyl	sec
817	Hippocrateaceae	Salacia staudtiana var. longuria	BGA	eLoc	seulement connue du Type collecté par Le Testu à Lastoursville						Sar	13	GD	Lii			Mé	cyl	sec
1022	Hippocrateaceae	Salacia talbotii	BGA	eMoy		bm	riv	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	Lii			Mé	cyl	sec
208	Burseraceae	Santiria trimera	G	eGlo		bm+sm	dr	Sé			Sar	13	SéD	Aco			Mé	éch	rés
626	Sapindaceae	Sapindus sp.1												Ad	TROLL		Mé	cyl	sec
7	Marantaceae	Sarcophrynum brachystachyum var. brachystachyum	GC	eGlo		bm	riv+all	Sé	Marg	Zonal	Sar	8	GD	Ht		tc	Ma		sec
744	Marantaceae	Sarcophrynum prionogonium var. prionogonium	G	eGlo		bm	dr+val	Sé			Sar	8	GD	Ht		tc	Ma		sec
736	Sterculiaceae	Scaphopetalum blackii	BGA	eGlo	caractériste assez bien de la BGA	bm	dr+val	Sé	eGlo		Scl	18	SéS	Ad	CHAMPAGNAT		Mé	cyl	sec
770	Sterculiaceae	Scaphopetalum longipedunculatum	BGALit	eLoc	espèce mal connue dont le Type est de Guinée Equato.	bm	val	Sé	eLoc		Scl	18	GS	ar			Mé	cyl	sec
931	Sterculiaceae	Scaphopetalum thonneri	CG	eGlo	avec une disjonction dans l'O de la cuvette congolaise	bm	dr+val	Sé	eGlo		Scl	18	GS	ar	CHAMPAGNAT	co	Mé	cyl	sec
376	Araliaceae	Schefflera barberi	GC	eGlo		mi		Sé	Sat	Riv-Sec	Spo	18.1	SéD	Lii			Mé		sec
361	Rubiaceae	Schumanniohyton magnificum var. trimerum				bm+sm					Sar	6		Ad	PETT	tg	Mg	cyl	sec
1002	Euphorbiaceae	Sclerocroton cornutus	GC	Marg			val-mar	Cid	Tran	Sec	Scl	18	Cis	Aco			Mé	can	sec
994	Caesalpinaceae	Scorodophloeus zenkeri	CG	eGlo	au Gabon, elle est surtout commune dans le centre et l'Est	bm+sm	dr	Sé	eGlo		Bar	18	SéS	Aco			Mi	cyl	sec
669	Flacourtiaceae	Scottellia klaineana var. klaineana	GC	Marg	aussi en galeries forestières	bm	val	Sé	Marg	Zonal	Sar		SéD	Aco			Mé	cyl	sec
1039	Flacourtiaceae	Scottellia sp.1									Scl	18		Ad			Mé	cyl	sec
627	Myristicaceae	Scyphocephalum manni	BG	eGlo		bm	riv+all	Sé	Tran	Zonal	Sar	1	SéD	Ass			Mé	cyl	liq
737	Scytopetalaceae	Scytopetalum klaineanum	BGALit	Marg	typique des forêts littorales depuis le S-Cameroun jusqu'au Kouilou où on la retrouve en abondance; on la trouve encore dans le BGAOr mais alors toujours assez localisée	bm	val	Sé	Marg	Zonal	Sar	1	SéD	E			No	em	liq
970	Selaginellaceae	Selaginella molliceps	GC	eGlo			val-mar				Spo	18.1	PD	Hép		loa			sec
88	Poaceae	Setaria sphaeclata var. sericea	CG	eGlo		bm	riv+all		Marg	Zonal				Ht		co	Mi		sec
256	Euphorbiaceae	Sibangea similis	BGA	eLoc	seules quelques collectes connues, toutes en forêt submontagnarde ou dans les forêts vallicoïles sous-jacentes	sm	dr	Sé	Sat	Riv	Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
1011	Caesalpinaceae	Sindoropsis le-testui	BGAOr	Marg	espèce surtout de l'intérieur (Wilks 2000)	bm	dr	Sé	eMoy		Bar	18	SéS	E			No	cyl	rés
771	Passifloraceae	Smeathmannia pubescens	P Marg		surtout HG, n'atteignant que le NW du BG	bm	riv+all	Cid	Marg	Zonal	Sar	6	Cid	Ad	COOK	ds	Mé	cyl	sec
385	Smilacaceae	Smilax anceps	PRA	Larg										Lii		cyl	Mi	cyl	sec
336	Anacardiaceae	Sorindeia africana	CG	eGlo		bm+sm		Sé			Sar	13	SéD	Aco			Mé	cyl	lat
4	Anacardiaceae	Sorindeia grandifolia	GCp	Tran		bm+sm	riv	Cid	Marg	Sec	Sar	13	Cid	Aco			Mé	cyl	lat
1024	Anacardiaceae	Sorindeia juglandifolia	GC	Tran		bm+sm	riv	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	SéD	Ad			Mé	cyl	lat
428	Anacardiaceae	Sorindeia oxyandra	BGA	eLoc		sm	dr	Sé	Marg	Riv	Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	lat
607	Anacardiaceae	Sorindeia winkleri	BG	eGlo		bm+sm	dr	Sé			Sar	13	SéD	Ad			Mé	cyl	lat
263	Medusandraceae	aff. Soyauxia grandifolia	BGA	eMoy	il s'agit très probablement d'une espèce nouvelle affine de S. grandifolia et endémique submontagnarde; nous ne l'appellons pas sp.nov.1 car nous n'avons pas pu voir d'herbier pour toutes les espèces du genre	sm	dr	Sé	eGlo		Scl	18	SéS	Aco	TROLL		Mé	cyl	sec
904	Medusandraceae	Soyauxia gabonensis	BG	eMoy		bm	dr+val	Sé			Scl	18	GS	ar	TROLL		Mé	cyl	sec
662	Medusandraceae	Soyauxia grandifolia	GLit	eGlo	typique des forêts littorales west-africaines (cf. Poorter & al. 2004), non encore signalée en BG	bm	dr	Sé	Sat	Riv	Scl	18	SéS	Ass	TROLL		Mé	can	sec

n°	Famille	Espèce	T.P.	d°e	T.P.-commentaires	Etage	Hydro	Tmt	d°f	vers	TDd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A	Arch.H	T.F.	Tr	Ex
933	Medusandraceae	Soyauxia talbotii	BGA	eMoy	connue du SE-Nigeria	bm	dr+val	Sé			Scl	18	SÉS	Aco	TROLL		Mé	can	sec
383	Melastomataceae	Spathandra sp.1	G	eGlo	l'affinité avec S. blakeoides est telle qu'on peut se permettre de se baser sur cette dernière pour le type phytogéographique	bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.	Sar	6	SéD	Aco			Mé	cyl	sec
60	Commelinaceae	Stanfieldiella imperforata	G	eGlo							Asc	18.1	GS	Ht		cyl	No	sec	
604	Myristicaceae	Staudtia kamerunensis var. gabonensis	BGA	eMoy	cette variété est assez rare et se limite au NO du Gabon	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	1	SéD	Ass	MASSART		Mé	cyl	liq
401	Rubiaceae	Stelechantha cauliflora	BG	eMoy	rare	sm	dr	Sé	eMoy		Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
876	Caesalpiniaceae	Stemonocoleus micranthus	GC	eMoy		bm	dr	Sé	eMoy		Pié	19	SéD	E			No	cyl	rés
945	Acanthaceae	Stenandrium guineense	GC	eGlo		bm+sm	val	Sé	eMoy	Zonal	Scl	18	GS	Ht		da	No	cyl	sec
760	Acanthaceae	Stenandrium talbotii	BG	eMoy		bm	val	Sé	Marg	Zonal	Scl	18	GS	Ht		da	No	cyl	sec
89	Sterculiaceae	Sterculia tragacantha	PRA	Larg		bm+sm	riv+all	Cid	Tran	Riv-Sec	Sar	1	CiD	Aco	AUBREVILLE		Mé	cyl	sec
772	Rubiaceae	Stipularia africana	GC	eGlo		bm	riv+all		Marg	Riv	Sar	13	GD	Ht			Ma	cyl	sec
576	Combretaceae	Strephonema mannii	BG	eGlo		bm	riv+all	Sé	Sat	Altit.	Sar	14	SéD	Ass	TROLL		Mé	cyl	sec
544	Combretaceae	Strephonema sericeum	CG	eGlo		bm+sm	dr	Sé			Sar	14	SéD	Ass			Mé	cyl	sec
41	Olacaceae	Strombosia grandifolia	CG	eMoy		bm	val-mar	Sé	Marg	Riv	Sar	14	SéD	Aco			Ma	em	sec
230	Olacaceae	Strombosia pustulata	GC	eGlo		bm	val	Cid	Sat	Sec	Sar	14	CiD	Aco			Mé	em	sec
214	Olacaceae	Strombosia scheffleri	CG	eGlo	particulièrement abondante en Afrique orientale, sur les reliefs	sm	dr	Sé	Tran	Riv	Sar	14	SéD	Ass			Mé	em	liq
215	Olacaceae	Strombosia tetrandra	CG	eGlo	aire très disjointe jusqu'en Uganda; 1 espèce récemment décrite en W-Africa	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	14	SéD	Aco			Mé	cyl	liq
90	Loganiaceae	Strychnos aculeata	GC	eMoy	assez rare	bm	dr				Sar	5	GD	Lli			Mé	cyl	sec
545	Loganiaceae	Strychnos angolensis	CG	Marg		bm+sm	riv+all				Sar	13	GD	Lli	TROLL	lhs	Mi	cyl	sec
902	Loganiaceae	Strychnos gnetifolia	BGALit	eMoy	de la zone côtière du S-Nigeria et SO-Cameroun (FG)	bm	dr	Sé	eLoc		Sar	5	SéD	Aco			Mé	cyl	sec
178	Loganiaceae	Strychnos phaotricha	GCP	Tran	transgressive en forêts secondaires	bm	riv	Pi	Tran	Sec	Sar	13	GD	Lli			Mé	cyl	sec
36	Loganiaceae	Strychnos sp.3									Sar	5	GD	Lli			Mi	cyl	sec
91	Loganiaceae	Strychnos sp.4									Sar	5	GD	Lli	TROLL		No	cyl	sec
505	Loganiaceae	Strychnos sp.5									Sar	5	GD	Lli			Mé	cyl	sec
818	Loganiaceae	Strychnos sp.6									Sar	5	GD	Lli			Mé	cyl	sec
168	Loganiaceae	Strychnos sp.7									Sar	5	GD	Lli			No	cyl	sec
577	Loganiaceae	Strychnos staudtii	BGA	eGlo	signalé au Gabon et Cameroun	bm	val+riv	Sé	Tran	Altit.	Sar	6	SéD	Aco	TROLL		Mé	cyl	sec
840	Araceae	Stylochaeton zenkeri	G	eGlo		bm	val+riv	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	GD	Ht		tc	Mé	cyl	sec
700	Clusiaceae	Symphonia globulifera	AA	Larg		bm	val-mar	Sé	Tran	Altit.	Sar	13	SéD	E	MASSART		No	cyl	lat
1040	Sapotaceae	Synsepalum afzelii	G	eMoy		bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	SéD	E			Mi	ctr	lat
404	Sapotaceae	Synsepalum cerasiferum	PRA	Larg	en montagnes et galeries forestières de la périphérie de la région GC; on la retrouve aussi en forêt submontagnarde humide du GC	sm	dr	Sé	Tran	Riv	Sar	13	SéD	Ass	AUBREVILLE		Mé	em	lat
293	Sapotaceae	Synsepalum fleuryanum	BGA	eLoc	rare									Ad			Mi	cyl	lat
474	Sapotaceae	Synsepalum gabonense	BGA	eLoc	seulement connue de quelques collectes de Le Testu, sans localité précise	sm	dr	Sé	eLoc					ar			Mé	cyl	lat
481	Sapotaceae	Synsepalum letouzeyi	BG	eMoy	à noter que MO signale 2 collectes de cette espèce dans l'E du Zaïre vers 750m d'altitude	bm	riv+all	Sé	Tran	Altit.				Ad	AUBREVILLE		Mé	cyl	lat
37	Sapotaceae	Synsepalum longecuneatum	CG	eGlo							Sar			Aco	AUBREVILLE		Mé	cyl	lat
259	Sapotaceae	Synsepalum sp.2												Ad	AUBREVILLE		Mé	cyl	lat
699	Myrtaceae	Syzygium guineense var. guineense	PRA	Larg		bm+sm					Sar	6		Ass			No	ctr	liq
862	Myrtaceae	Syzygium owariense	PRA	Larg		bm	riv+all	Sé	Sat	Sec	Sar	5	SéD	Aco			No	ctr	liq
377	Myrtaceae	Syzygium staudtii	GC	eGlo		sm+mi	dr	Sé	Tran	Riv	Sar	5	SéD	Ass			Mi	ctr	liq
40	Apocynaceae	Tabernaemontana crassa	G	eMoy		bm+sm	riv	Sé	Tran	Altit.	Sar	6	SéD	Ad	LEEUWENBERG		Ma	cyl	lat
169	Apocynaceae	Tabernaemontana penduliflora	CG	eMoy		bm					Sar	6	GD	ar			Mé	cyl	lat
634	Dichapetalaceae	Tapura africana	BGALit	Marg	espèce essentiellement littorale, ne s'en écartant qu'à la faveur de milieux très humides vallicoles	bm	dr	Sé	Sat	Riv	Sar	13	SéD	Aco			Mé	cyl	sec
416	Rubiaceae	aff. Tarena conferta												ar				cyl	sec
1030	Rubiaceae	cf. Tarena lasiorachis									Sar	13	GD	ar			No	cyl	sec
1020	Rubiaceae	Tarena calliblepharis	BG	eLoc	seulement connue de Bélinga, entre 700 et 800m d'altitude (FG)	bm+sm		Sé			Sar	14	GD	ar			Mé	cyl	sec
433	Rubiaceae	Tarena conferta	BG	eMoy	mal connue?						Sar	14	GD	ar	KORIBA		No	cyl	sec
455	Rubiaceae	Tarena grandiflora	BGA	eMoy	SE-Nigeria et SO-Cameroun	bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.	Sar	13	SéD	Ad			Mé	cyl	sec
1041	Rubiaceae	Tarena lasiorachis	BG	eMoy							Sar			ar			No	cyl	sec
438	Rubiaceae	Tarena pallidula var. pallidula	BG	eMoy							Sar	13	GD	ar			No	cyl	sec
920	Rubiaceae	Tarena precidantenna	CG	eGlo							Sar	14	GD	ar			Mé	cyl	sec
758	Dryopteridaceae	Tectaria fernandensis	AM	Larg		bm+sm					Spo	18.1	GD	Ht		tga	Ma	sec	
563	Dryopteridaceae	Tectaria varians	G	eGlo		bm+sm		Sé			Spo	18.1	GD	Ht		tga	Ma	sec	
48	Combretaceae	Terminalia superba	G	Marg	quelques observations marginales dans la sous-région congolaise	bm	dr	Cid	Sat	Sec	Pié	19	CiD	E			Mé	ctr	sec
116	Caesalpiniaceae	Tessmannia africana	CG	eMoy		bm	dr				Bar	18		E			No	cyl	rés
192	Caesalpiniaceae	Tessmannia anomala	CG	eMoy	encore un exemple d'une espèce CG dont la distribution vers l'Ouest ne va pas au-delà du BGAOr	bm		Sé			Bar	18	SÉS	E			Mi	cyl	rés
478	Caesalpiniaceae	Tetralberlinia bifoliolata	BGA	eGlo		bm+sm	val-mar	Sé			Bar	18	SÉS	Ass			No	cyl	sec
971	Caesalpiniaceae	Tetralberlinia moreliana	BG	eGlo							Bar	18		Ad			Mi	cyl	sec
110	Dilleniaceae	Tetracera potatoria	G	eGlo		bm	val-mar		Sat	Zonal	Sar	13	GD	Lli			Mé	cyl	sec
179	Mimosaceae	Tetrapleura tetraptera	PRA	Larg		bm		Cié	Marg	Zonal	Sar	6	CiD	Ass			Na	em	sec
1012	Acanthaceae	Thomandersia butayei	BG	Marg		bm					Scl	18	GS	ar	LEEUWENBERG	co	No	sec	
308	Acanthaceae	Thomandersia congolana	CG	eMoy		bm					Scl	18	GS	ar	LEEUWENBERG	co	No	sec	
989	Acanthaceae	Thomandersia hensii	CG	eGlo		bm		Sé			Scl	18	SÉS	Ad			No	sec	
656	Balanophoraceae	Thomningia sanguinea	GC	Marg		bm		Sé			Scl	21	GS	p		da	Mi	sec	
1042	Sapotaceae	Tieghebella africana	BGA	eMoy	la seconde espèce du genre est une vicariante ouest-africaine; T. heckeli	bm	val	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	SéD	E	AUBREVILLE		Mé	cyl	lat
657	Moraceae	Treculia acuminata	BG	eGlo	semble essentiellement BGA?	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	14	GD	ar	TROLL	co	Mé	cyl	lat
836	Moraceae	Treculia africana	AM	Larg		bm	riv+all		Marg	Zonal	Sar	13		Aco	TROLL		Mé	can	lat
1013	Rubiaceae	Tricalysia achouandongiana	BGA	eLoc	décrite en 2002 du PN de Korup	sm	val	Sé	Tran	Riv	Sar		GD	ar			Mi	cyl	sec

n°	Famille	Espèce	T.P.	d°e	T.P.-commentaires	Étage	Hydro	Tmt	d°f	vers	TDd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A	Arch.H	T.F.	Tr	Ex
187	Rubiaceae	Tricalysia anomala var. guineensis	BGC	Sat	essentiellement BGC avec une population satellite en Côte d'Ivoire et une autre dans l'étage submontagnard de Monte Alén (par ailleurs présentant des caractères intermédiaires entre les 3 var.)	bm								Ad			No	cyl	sec
368	Rubiaceae	Tricalysia gossweileri	BG	eMoy	Robbrecht 1979, p.300: centré sur les régions montagneuses depuis le S-Cameroun à l'Angola	sm	dr	Sé	Rel	Zonal	Sar	13	SéD	Ad		ds	No	cyl	sec
819	Rubiaceae	Tricalysia pallens	GC	Marg							Sar	14		Ad			Mé	cyl	sec
429	Rubiaceae	Tricalysia sp.1									Sar		GD	ar			Mé	cyl	sec
820	Rubiaceae	Tricalysia sp.nov.1	BGALit	eLoc	seulement 7 observations dans le BGALit	bm	val	Sé	eLoc		Sar	13	GD	ar			Mé	cyl	sec
702	Meliaceae	Trichilia monadelphica	G	eGlo		bm+sm	val	Sé	Marg	Zonal	Sar	1	SéD	Aco	RAUH		Mé	cyl	lat
53	Meliaceae	Trichilia prieureana	PRA	Larg							Sar	1		Aco			Mé	ctr	lat
638	Meliaceae	Trichilia tessmannii	G	eGlo	peut-être limité au GLit?	bm	val	Sé	Marg	Zonal	Sar	1	SéD	Ass			Mé	em	lat
773	Hymenophyllaceae	Trichomanes africanum	G	eGlo							Spo	18.1	PD	Hépr		nap	Mi		sec
972	Hymenophyllaceae	Trichomanes ballardianum	BGA	eMoy		bm		Sé			Spo	18.1	PD	Hépr		nap	Na		sec
546	Hymenophyllaceae	Trichomanes borbonicum	AM	Larg	aire disjointe, suivant les montagnes des climats humides	sm	dr	Sé	eMoy		Spo	18.1	PD	Hépr		pen	Mi		sec
752	Hymenophyllaceae	Trichomanes chamaedrys	G	eGlo		bm	dr+val	Sé			Spo	18.1	PD	Hépr		nap	Mi		sec
390	Hymenophyllaceae	Trichomanes crispiforme	GC	eMoy		sm	dr	Sé	Sat	Riv	Spo	18.1	PD	Hépr		tga	Mé		sec
380	Hymenophyllaceae	Trichomanes cupressoides	AM	Larg	surtout aux environs des régions montagneuses	sm	dr	Sé	Tran	Riv	Spo	18.1	PD	Ht			Mé		sec
991	Hymenophyllaceae	Trichomanes erosum	PRA	Larg	jusqu'en Rhodésie		val-mar				Spo	18.1	PD	Hépr		nap	Mi		sec
610	Anacardiaceae	Trichoscypha acuminata	CG	eGlo		bm	dr	Sé			Sar	13	SéD	Aco	CORNER		Mé	cyl	lat
578	Anacardiaceae	Trichoscypha bijuga	G	eMoy		bm+sm		Sé			Sar	13	SéD	Ad			Mé	cyl	liq
941	Anacardiaceae	Trichoscypha eugong	BG	eMoy		bm	dr	Sé			Sar	13	SéD	E			Mé	cyl	lat
430	Anacardiaceae	Trichoscypha imbricata	BGALit	eLoc	connue des forêts côtières du Gabon	bm+sm		Sé	Sat	Altit.	Sar	13	SéD	Ad			No	cyl	liq
993	Anacardiaceae	Trichoscypha laxiflora	BGA	eMoy	abondant à Korup et au N du Mt Cameroun, ainsi qu'aux environs de Yaoundé	bm+sm		Sé			Sar	13	GD	ar	CORNER	tgs	Mé	cyl	lat
349	Anacardiaceae	Trichoscypha lucens	GC	eGlo	depuis l'Afrique de l'ouest à la Tanzanie; est l'espèce la plus courante et la plus variable du genre	bm+sm		Sé			Sar	13	SéD	Ass			Mé	em	lat
985	Anacardiaceae	Trichoscypha oddonii	BG	eMoy		bm+sm		Sé			Sar	13	SéD	Ass			Ma	em	lat
121	Anacardiaceae	Trichoscypha patens	BG	eMoy		bm+sm		Sé			Sar	13	SéD	Aco			Mé	cyl	lat
294	Anacardiaceae	Trichoscypha reygartii	CG	eLoc	connu à MO d'un herbier à 900m au Gabon et d'un herbier à 800m à Manbasa (E-Zaïre); il existe 12 collectes à WAG qu'on n'a pas pu vérifier	sm	dr	Sé	eLoc		Sar	13	SéD	Ad			Ma	cyl	lat
726	Anacardiaceae	Trichoscypha sp.1									Sar	13		Ad			No	cyl	lat
354	Anacardiaceae	Trichoscypha sp.2									Sar	13		Ad	CORNER		Mé	cyl	lat
476	Anacardiaceae	Trichoscypha sp.4									Sar	13		Ad			Ma	cyl	liq
948	Anacardiaceae	Trichoscypha sp.nov.1	BG	eLoc	d'après Breteler, cette espèce nouvelle non décrite a aussi été collectée dans les pays voisins de la Guinée Eq.						Sar	13		Aco			Ma	cyl	lat
44	Rubiaceae	Trichostachys aurea	G	eGlo		bm	val				Sar		GD	Ht		cyl	Ma	cyl	sec
718	Rubiaceae	Trichostachys sp.1												Ht			Mé	cyl	sec
295	Rubiaceae	Trichostachys sp.2												Ht			Mé	cyl	sec
631	Rubiaceae	Trichostachys zenkeri			l'identification de cette espèce est basée sur les herbiers consultés à BR: nous avons trouvé des différences nettes avec T. aurea dont cette espèce est sensé être synonyme									ar			Ma	cyl	sec
456	Orchidaceae	Tridactyle anthomaniaca subsp. nana	BGA	eLoc	endémique de Monte Alén! (Stévant & Cribb 2004)	sm	dr	Sé	eLoc		Asc	18.1	PS	Hépr		cyl	Na		sec
821	Moraceae	Trilepisium madagascariense	AM	Larg	en Afrique, surtout G-SZ: les populations HG sont connectées aux pop. C par les forêts semi-décidues de N-GC, idem au S du GC	bm	riv	Sé	Tran	Sec	Sar	13	SéD	Ass	TROLL	co	Mé	cyl	lat
188	Meliaceae	Turraeanthus africanus	GC	eGlo		bm+sm	val	Sé			Sar	1	SéD	E			Mé	em	sec
15	Euphorbiaceae	Uapaca acuminata	BG	eGlo		bm	val+riv	Sé	Sat	Sec	Sar	13	SéD	Ass	RAUH		Mé	éch	liq
22	Euphorbiaceae	Uapaca guineensis	GC	Marg	jusque dans les galeries forestières; surtout abondant dans le G et faisant place, vers l'E, aux Uapaca plus ripicoles	bm	val-mar	Sé	Tran	Zonal	Sar	13	SéD	E	RAUH	tgs	Ma	éch	liq
340	Euphorbiaceae	Uapaca staudtii	BG	eMoy	distribution semble-t-il assez disjointe et concentrée sur et autour des principaux reliefs: Korup, Mts Cristal, Chaillu et NE-Gabon	sm	dr+val	Sé	Tran	Zonal	Sar	13	SéD	Aco	RAUH		Ma	éch	liq
105	Euphorbiaceae	Uapaca vanhouttei	CG		connu du S-Nigeria et bas-Congo; signalée de manière douteuse dans le reste du Zaïre	bm	val-mar	Sé	Marg	Zonal	Sar	13	SéD	Ass	RAUH		Mé	éch	liq
833	Urticaceae	Urera repens	CG	eGlo	affine d'une espèce HG (U. keayi)	bm		Sé			Scl	18.1	GD	Lli			Mé	cyl	sec
170	Annonaceae	Uvaria baumannii	GC	Marg	forêt dense humide et en galeries forestières	bm		Sé			Sar	5	GD	Lli			Mé		sec
343	Annonaceae	Uvaria latoursvillensis	BG	eLoc	connue d'une collecte de Le Testu à Lastoursville	sm	dr	Sé	eLoc					Lli	TROLL		Mé		sec
475	Annonaceae	Uvaria ngounyensis	BG	eMoy	espèce mal connue: surtout en régions montagneuses et à populations transgressives dans les milieux vallicoles et riverains des basses altitudes	sm	dr	Sé	Tran	Riv				Lli			No		sec
205	Annonaceae	Uvaria sp.1									Sar	6	GD	Lli			Mé		sec
38	Annonaceae	Uvariastrum insculptum	G	eGlo		bm		Sé			Sar	6	SéD	Ad	TROLL		No	cyl	sec
513	Annonaceae	Uvariopsis dioica	BG	eMoy	espèce typique des milieux humides de basse et moyenne altitude et de montagne	bm+sm	val	Sé	Marg	Zonal	Sar	6	GD	ar	MANGENOT		Mé	cyl	sec
486	Annonaceae	Uvariopsis sp.1				sm	dr	Sé	eLoc		Sar	6	SéD	Ad			Mé	cyl	sec
628	Annonaceae	Uvariopsis sp.2									Sar	6		Ad			Mé	cyl	sec
489	Annonaceae	Uvariopsis vanderystii	CG	eMoy							Sar	6		Ad	MANGENOT		Mé	cyl	sec
694	Rubiaceae	Vangueriopsis gossweileri	BGA	eMoy	mal connue						Asc	18.1	PS	Hgr		cyl	Mi		sec
639	Orchidaceae	aff. Vanilla chaloitii	BGA	eMoy							Sar	13	SéD	Ad			No	cyl	sec
45	Rutaceae	Vepris glaberrima	BG	eMoy		bm	riv	Sé	eLoc		Sar	13	SéD	Ad			No	cyl	sec
719	Rutaceae	Vepris sovauxii	BGALit	eMoy	espèce réputée littorale, depuis le S-Nigeria au Gabon	bm	dr+val	Sé	Tran	Altit.	Sar	13	SéD	Ass			Ma	cyl	sec
301	Rutaceae	Vepris sp.1									Sar	13		Ad			No	cyl	sec
973	Rutaceae	Vepris trifoliolata	BGA	eMoy	mal connue	bm					Sar	13	GD	ar			No	cyl	sec
296	Asteraceae	Vernonia conferta	GC	eGlo	espèce pionnière	bm+sm	dr	Pi	Sat	Zonal	Pog	18.1	PIID	Ad			Mg		liq
56	Verbenaceae	Vitex ciliata									Sar	14		Aco			Mé	cyl	sec
835	Verbenaceae	Vitex grandifolia	G	eGlo		bm	val	Sé	Marg	Zonal	Sar	14	SéD	Aco			Ma	cyl	sec
464	Verbenaceae	Vitex lehmbachii	BGA	eMoy	régions de Buea, Bamenda (FWTA): assez rare et mal connue; affine de V. grandifolia	sm	dr	Sé	eMoy					Ad			Mé	cyl	sec

n°	Famille	Espèce	T.P.	d°e	T.P.-commentaires	Étage	Hydro	Tmt	d°f	vers	TDd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A	Arch.H	T.F.	Tr	Ex
822	Verbenaceae	Vitex sp.2												Ass			Mé	em	sec
918	Apocynaceae	Voacanga africana	PRA	Larg		bm		Pi	Sat	Zonal	Sar	6	GD	ar	LEEUEWENBERG		Mé		lat
547	Apocynaceae	Voacanga bracteata	G	eMoy		bm					Sar	6	GD	ar			Mé		lat
1023	Melastomataceae	aff. Warneckea membranifolia									Sar	6		Ad			Mé	cyl	sec
959	Melastomataceae	cf. Warneckea fosteri									Sar	6	GD	ar			Mé	cyl	sec
442	Melastomataceae	Warneckea bebaiensis	BGA	eMoy	rare		dr	Sé			Sar	6	SéD	Ad	TROLL		Mi	cyl	sec
1043	Melastomataceae	Warneckea cauliflora	BGAOr	eLoc	très rare, connue que de quelques localités du BGAOr, à la limite du BGC	bm	dr	Sé	eLoc		Sar	6	GD	ar	TROLL	co	Mé	cyl	sec
277	Melastomataceae	Warneckea membranifolia	G	eGlo		bm+sm					Sar	6		Ad	TROLL	co	Mé	cyl	sec
857	Melastomataceae	Warneckea pulcherrima	CG	eMoy	absente de la cuvette congolaise;		riv	Sé	Marg	Altit.	Sar	6	SéD	Ad	TROLL	co	Mé	cyl	sec
384	Melastomataceae	Warneckea sp.1				sm	dr	Sé			Sar	6	SéD	Aco	TROLL		Mi	cyl	sec
919	Melastomataceae	Warneckea sp.2									Sar	6		Aco			No	cyl	sec
548	Annonaceae	Xylopia acutiflora	PRA	Larg		bm+sm	riv	Cid	Tran	Altit.	Scl	15	CiD	Ad	ROUX		No	cyl	sec
233	Annonaceae	Xylopia aethiopica	PRA	Larg		bm+sm	riv	Cid	Marg		Scl	15	CiD	E	ROUX		No	ctr	sec
39	Annonaceae	Xylopia hypolampra	BG	eGlo		bm					Bar	18		E	ROUX		Mi	ctr	sec
653	Annonaceae	Xylopia le-testui var. le-testui	BG	eMoy							Scl	15		E	ROUX		Mi	ctr	sec
52	Annonaceae	Xylopia le-testui var. longepilosa	BG	eMoy	espèce semble des milieux riverains à présence marginale en terre ferme: commune au Dja et Ndoté		riv		Marg	Zonal	Scl			Ass	ROUX		Mi	ctr	sec
250	Annonaceae	Xylopia phloiodora	CG	eGlo	dans le BG, cette espèce n'est guère littorale et se limite aux forêts denses humides et submontagnardes	bm+sm	val				Bar			E	ROUX		Mé	ctr	sec
846	Annonaceae	Xylopia pynaertii	CG	eMoy		bm	val				Bar	15		Ass	ROUX		Mi		sec
739	Annonaceae	Xylopia quintasii	G	Marg	espèce typique des milieux vallicoës, ne s'en écartant que de manière marginale	bm	val	Sé	Marg	Zonal	Bar		SéS	Ass	ROUX		No	ctr	sec
879	Annonaceae	Xylopia sp.1												Aco	ROUX		Mi	cyl	sec
974	Annonaceae	Xylopia sp.2												Ad	ROUX		Mé		sec
224	Annonaceae	Xylopia staudtii	GC	eGlo		bm	val-mar	Sé	Sat	Altit.	Bar	15	SéD	Ass	ROUX		No	éch	sec
171	Rutaceae	Zanthoxylum buesgenii	BGC	eMoy	rare et mal connue						Sar	1	GD	Hs-ar			Mé	cyl	sec
332	Rutaceae	Zanthoxylum dinklagei	BG	eGlo							Sar	1	GD	Hs-ar			No	cyl	sec
180	Rutaceae	Zanthoxylum gillettii	PRA	Larg		bm		Cid	Tran	Sec	Sar	1	CiD	Ass			No	em	sec
243	Rutaceae	Zanthoxylum heitzii	BG	eGlo		bm+sm		Cid	Tran	Sec	Sar	2	CiD	Ass			No	em	sec
646	Orchidaceae	aff. Zeuxine gilgiana									Asc	18.1	GS	Ht		tga	No		sec
1051	Orchidaceae	Zeuxine elongata	GC	eGlo		bm+sm	riv	Sé			Asc	18.1	GS	Ht			cyl	Mi	sec
1044	Orchidaceae	Zeuxine stammleri	GC	eMoy		bm					Asc	18.1	GS	Ht			cyl	Mi	sec
549	Sapotaceae	Zevherella mayumbensis	BGALit	eMov	région de Libreville, Mayumbe portugais (FG)	bm	riv+all	Sé	Sat	Altit.				Ad	AUBREVILLE		Mé	cyl	sec

Annexe 14. Liste des taxons de la strate herbacée pour lesquels un modèle architectural est proposé, classés par modèle architecturaux puis par ordre alphabétique des espèces. La position de l'espèce dans le Tab.32 est mentionnée dans la colonne "n°"

n°	Famille	Espèce	TDD	TDs	Guild	T.B.	Arch.H
435	Acanthaceae	<i>Brachystephanus jaundensis</i>	Scl	18	PS	Ht	co
425	Melastomataceae	<i>Calvoa hirsuta</i>	Scl	18.1	PD	Hép	co
326	Commelinaceae	<i>Commelina capitata</i>	Scl	18	GS	Ht	co
608	Araceae	<i>Culcasia mannii</i>	Sar	13	GD	Ht	co
681	Araceae	<i>Culcasia striolata</i>	Sar	13	GD	Ht	co
964	Moraceae	<i>Dorstenia kameruniana</i>	Sar	2	GD	Hs-ar	co
378	Rubiaceae	<i>Lasianthus batangensis</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	co
990	Loganiaceae	<i>Mostuea batesii</i>	Scl	18	GS	Hs-ar	co
88	Poaceae	<i>Setaria sphacelata</i> var. <i>sericea</i>				Ht	co
281	Lamiaceae	<i>Achyrosperrum tisserantii</i>	Scl	18	GS	Ht	cyl
244	Aspleniaceae	aff. <i>Asplenium longicauda</i>	Spo	18.1	PD	Hép	cyl
886	Aspleniaceae	aff. <i>Asplenium preussii</i>	Spo	18.1	PD	Hép	cyl
776	Araceae	aff. <i>Culcasia sapinii</i>	Sar	13	GD	Hgr	cyl
303	Acanthaceae	aff. <i>Dischistocalyx grandifolius</i>	Scl	18	GS	Hgr	cyl
639	Orchidaceae	aff. <i>Vanilla chalonii</i>	Asc	18.1	PS	Hgr	cyl
987	Acanthaceae	<i>Afrofittonia silvestris</i>	Scl	18	GS	Ht	cyl
572	Commelinaceae	<i>Amischotolype</i> sp.nov.1	Sar	13	GD	HL	cyl
49	Commelinaceae	<i>Amischotolype tenuis</i>	Sar	13	GD	Ht	cyl
888	Commelinaceae	<i>Aneilema beniniense</i>	Asc	18.1	GS	Ht	cyl
423	Acanthaceae	<i>Anisosepalum alboviolaceum</i> subsp. <i>gracilis</i>	Scl	18	PS	Hép	cyl
220	Myrsinaceae	<i>Ardisia devredii</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	cyl
304	Myrsinaceae	<i>Ardisia dewitiana</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	cyl
521	Myrsinaceae	<i>Ardisia dolichocalyx</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	cyl
410	Myrsinaceae	<i>Ardisia ebolowensis</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	cyl
305	Myrsinaceae	<i>Ardisia sadebeckiana</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	cyl
522	Oleandraceae	<i>Arthropteris monocarpa</i>	Spo	18.1	PD	Hép	cyl
129	Oleandraceae	<i>Arthropteris palisotii</i>	Spo	18.1	PD	Hgr	cyl
245	Aspleniaceae	<i>Asplenium variabile</i> var. <i>paucijugum</i>	Spo	18.1	PD	Hép	cyl
939	Aspleniaceae	<i>Asplenium variabile</i> var. <i>variabile</i>	Spo	18.1	PD	Hép	cyl
524	Begoniaceae	<i>Begonia elaeagnifolia</i>	Asc	18.1	PS	Ht	cyl
551	Begoniaceae	<i>Begonia fusialata</i> var. <i>fusialata</i>	Asc	18.1	PS	Hép	cyl
525	Begoniaceae	<i>Begonia longipetiolata</i>	Asc	18.1	PS	Hép	cyl
600	Araceae	<i>Cercestis camerunensis</i>	Sar	13	GD	Hgr	cyl
226	Araceae	<i>Cercestis mirabilis</i>	Sar	13	GD	Hgr	cyl
247	Moraceae	cf. <i>Dorstenia tenera</i>	Sar	2	GD	Ht	cyl
731	Orchidaceae	<i>Corymborkis gabonensis</i>	Asc	18.1	GS	Ht	cyl
992	Orchidaceae	<i>Corymborkis minima</i>	Asc	18.1	GS	Ht	cyl
824	Acanthaceae	<i>Crossandrella cristalensis</i>	Scl	18	GS	Ht	cyl
222	Araceae	<i>Culcasia barombensis</i>	Sar	13	GD	Hgr	cyl
27	Araceae	<i>Culcasia ekongoloi</i>	Sar	13	GD	Hgr	cyl
234	Araceae	<i>Culcasia lanceolata</i>	Sar	13	GD	Hgr	cyl
558	Araceae	<i>Culcasia parviflora</i>	Sar	13	GD	Hgr	cyl
675	Araceae	<i>Culcasia sanagensis</i>	Sar	13	GD	Hgr	cyl
212	Araceae	<i>Culcasia sapinii</i>	Sar	13	GD	Hgr	cyl
318	Acanthaceae	<i>Dischistocalyx hirsutus</i>	Scl	18	GS	Ht	cyl
300	Acanthaceae	<i>Dischistocalyx minima</i>	Spo	18.1	PD	Hép	cyl
320	Acanthaceae	<i>Dischistocalyx purpureoviridis</i>	Scl	18	PS	Hsa	cyl
796	Acanthaceae	<i>Dischistocalyx</i> sp.1	Scl	18	GS	Ht	cyl
797	Moraceae	<i>Dorstenia barteri</i> var. <i>barteri</i>	Sar	2	GD	Ht	cyl
963	Moraceae	<i>Dorstenia dinklagei</i> var. <i>dinklagei</i>	Sar	2	GD	Ht	cyl
834	Moraceae	<i>Dorstenia mannii</i> var. <i>mannii</i>	Sar	2	GD	Ht	cyl
530	Moraceae	<i>Dorstenia mannii</i> var. <i>mungensis</i>	Sar	2	GD	Ht	cyl
707	Moraceae	<i>Dorstenia poinsettiiifolia</i> var. <i>angusta</i>	Sar	2	GD	Ht	cyl
844	Dracaenaceae	<i>Dracaena laxissima</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	cyl
61	Rubiaceae	<i>Hymenocoleus neurodictyon</i>	Sar		GD	Ht	cyl
317	Rubiaceae	<i>Hymenocoleus</i> sp.2	Sar		GD	Ht	cyl
949	Cyperaceae	<i>Hypolytrum chevalieri</i>	Scl	18	GS	Ht	cyl
473	Rubiaceae	<i>Ixora</i> sp.2	Sar		GD	Hs-ar	cyl
860	Acanthaceae	<i>Justicia bolomboensis</i>	Scl	18	GS	Ht	cyl
536	Acanthaceae	<i>Justicia extensa</i>	Scl	18	GS	Ht	cyl
804	Acanthaceae	<i>Lankesteria elegans</i>	Scl	18	GS	Ht	cyl
807	Polypodiaceae	<i>Microgramma owariensis</i>	Spo	18.1	PD	Hépt	cyl
808	Cucurbitaceae	<i>Momordica cissoides</i>	Sar	1	GD	HL	cyl
374	Melastomataceae	<i>Ochthocharis dicellandroides</i>	Scl	18.1	GD	Hs-ar	cyl
539	Rubiaceae	<i>Pavetta</i> sp.9	Sar		GD	Hs-ar	cyl
856	Acanthaceae	<i>Physacanthus batanganus</i>	Scl	18	GS	Ht	cyl
766	Piperaceae	<i>Piper guineense</i>	Sar	12	GD	HL	cyl
334	Piperaceae	<i>Piper</i> sp.1	Sar	12	GD	HL	cyl
756	Piperaceae	<i>Piper</i> sp.3				HL	cyl
555	Orchidaceae	<i>Polystachya albescens</i> subsp. <i>albescens</i>	Asc	18.1	PS	Hépt	cyl
829	Orchidaceae	<i>Polystachya ramulosa</i>	Asc	18.1	PS	Hépt	cyl
929	Orchidaceae	<i>Polystachya rhodoptera</i>	Asc	18.1	PS	Hépt	cyl
161	Acanthaceae	<i>Pseuderanthemum tunicatum</i>	Scl	18	GS	Ht	cyl
832	Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.18	Sar		GD	Hs-ar	cyl
716	Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.21	Sar	13	GD	Hs-ar	cyl
467	Araceae	<i>Raphidophora africana</i>	Sar	13	GD	Hgr	cyl
815	Acanthaceae	<i>Rhinacanthus virens</i>	Scl	18	GS	Ht	cyl
60	Commelinaceae	<i>Stanfieldiella imperforata</i>	Asc	18.1	GS	Ht	cyl

n°	Famille	Espèce	Tdd	TDs	Guild	T.B.	Arch.H
44	Rubiaceae	<i>Trichostachys aurea</i>	Sar		GD	Ht	cyl
456	Orchidaceae	<i>Tridactyle anthomaniaca</i> subsp. <i>nana</i>	Asc	18.1	PS	Hépt	cyl
1051	Orchidaceae	<i>Zeuxine elongata</i>	Asc	18.1	GS	Ht	cyl
1044	Orchidaceae	<i>Zeuxine stammleri</i>	Asc	18.1	GS	Ht	cyl
246	Begoniaceae	<i>Begonia anisosepala</i>	Scl	18	GS	Ht	da
705	Begoniaceae	<i>Begonia hirsutula</i>	Scl	18	GS	Ht	da
842	Begoniaceae	<i>Begonia mbangaensis</i>	Scl	18	GS	Ht	da
424	Begoniaceae	<i>Begonia microsperma</i>	Asc	18.1	PS	Hép	da
132	Begoniaceae	<i>Begonia mildbraedii</i>	Scl	18	GS	Ht	da
526	Begoniaceae	<i>Begonia scutifolia</i>	Scl	18	GS	Ht	da
1003	Begoniaceae	<i>Begonia</i> sp.nov.1	Scl	18	GS	Ht	da
78	Moraceae	<i>Dorstenia mannii</i> var. <i>humilis</i>	Sar	2	GD	Ht	da
749	Moraceae	<i>Dorstenia picta</i>	Sar	2	GD	Ht	da
477	Acanthaceae	<i>Physacanthus nematosiphon</i>	Scl	18	GS	Ht	da
945	Acanthaceae	<i>Stenandrium guineense</i>	Scl	18	GS	Ht	da
760	Acanthaceae	<i>Stenandrium talbotii</i>	Scl	18	GS	Ht	da
493	Dracaenaceae	<i>Dracaena camerooniana</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	dm
618	Dracaenaceae	<i>Dracaena cerasifera</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	dm
127	Araceae	<i>Amorphophallus calabarcus</i>	Sar	13	GD	Ht	ds
666	Araceae	<i>Anchomanes difformis</i>	Sar	13	GD	Hgr	ds
84	Rubiaceae	<i>Hymenocoleus axillaris</i>	Sar	2	GD	Hs-ar	ds
966	Rubiaceae	<i>Hymenocoleus scaphus</i>				Ht	ds
333	Rubiaceae	<i>Ixora minutiflora</i> subsp. <i>minutiflora</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	ds
792	Costaceae	<i>Costus</i> sp.1	Sar	1	GD	Ht	hél
848	Loganiaceae	aff. <i>Mostuea batesii</i>	Scl	18	GS	Hs-ar	lhm
889	Apocynaceae	<i>Baissea baillonii</i>	Pog	16	GD	HL	lhm
311	Dracaenaceae	<i>Dracaena viridiflora</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	lhm
209	Lomariopsidaceae	<i>Lomariopsis guineensis</i>	Spo	18.1	PD	Hgr	lhm
210	Lomariopsidaceae	<i>Lomariopsis hederacea</i>	Spo	18.1	PD	Hgr	lhm
553	Polypodiaceae	<i>Loxogramme lanceolata</i>	Spo	18.1	PD	Hép	lhm
632	Pteridaceae	<i>Afropteris repens</i>	Spo	18.1	GD	Ht	lhs
774	Begoniaceae	<i>Begonia macrocarpa</i>	Asc	18.1	PS	Ht	lhs
1016	Begoniaceae	<i>Begonia sessilifolia</i> subsp. <i>sessilifolia</i>	Scl	18	GS	Ht	lhs
711	Loganiaceae	<i>Mostuea neurocarpa</i>	Scl	18	GS	Hs-ar	lhs
119	Pteridaceae	<i>Pteris burtonii</i>	Spo	18.1	GD	Ht	lhs
606	Poaceae	<i>Puelia ciliata</i>	Scl	18	GS	Ht	lhs
264	Poaceae	<i>Puelia schumanniana</i>	Scl	18	GS	Ht	lhs
273	Araceae	<i>Culcasia loukandensis</i>	Sar	13	GD	Ht	lht
843	Melastomataceae	<i>Dicellandra barteri</i> var. <i>escherichii</i>	Scl	18.1	PD	Hgr	lht
117	Rubiaceae	<i>Geophila afzelii</i>	Sar	13	GD	Ht	lht
725	Rubiaceae	<i>Geophila lancistipula</i>	Sar	13	GD	Ht	lht
13	Rubiaceae	<i>Geophila obvallata</i> subsp. <i>obvallata</i>	Sar	13	GD	Ht	lht
223	Rubiaceae	<i>Hymenocoleus hirsutus</i>	Sar		GD	Ht	lht
978	Rubiaceae	<i>Hymenocoleus nervopilosus</i> var. <i>orientalis</i>	Sar	2	GD	Ht	lht
1019	Rubiaceae	<i>Hymenocoleus</i> sp.1	Sar	13	GD	Ht	lht
319	Rubiaceae	<i>Hymenocoleus</i> sp.3	Sar	13	GD	Ht	lht
924	Rubiaceae	<i>Hymenocoleus</i> sp.4				Ht	lht
189	Lomariopsidaceae	<i>Bolbitis auriculata</i>	Spo	18.1	PD	Ht	loa
24	Lomariopsidaceae	<i>Bolbitis gemmifera</i>	Spo	18.1	GD	Ht	loa
8	Poaceae	<i>Leptaspis zeylanica</i>	Scl	18	GS	Ht	loa
1008	Poaceae	<i>Microcalamus aspidistrula</i>	Scl	18	GS	Ht	loa
584	Poaceae	<i>Microcalamus barbinodis</i>	Scl	18	GS	Ht	loa
447	Icacinaceae	<i>Polycephalum lobatum</i>	Sar	14	GD	Hgr	loa
591	Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.7	Sar	13	GD	Hs-ar	loa
338	Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.9	Sar	13	GD	Hs-ar	loa
970	Selaginellaceae	<i>Selaginella molliceps</i>	Spo	18.1	PD	Hép	loa
688	Araceae	<i>Culcasia</i> sp.nov.1	Sar	13	GD	Hgr	lvp
533	Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum splendidum</i>	Spo	18.1	PD	Hép	lvp
514	Lamiaceae	<i>Achyrospermum</i> sp.nov.1	Scl	18	GS	Ht	nap
461	Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum triangulare</i>	Spo	18.1	PD	Hép	nap
773	Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes africanum</i>	Spo	18.1	PD	Hép	nap
972	Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes ballardianum</i>	Spo	18.1	PD	Hép	nap
752	Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes chamaedrys</i>	Spo	18.1	PD	Hép	nap
991	Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes erosum</i>	Spo	18.1	PD	Hép	nap
955	Begoniaceae	<i>Begonia susaniae</i>	Asc	18.1	PS	Hép	ovi
101	Costaceae	<i>Costus englerianus</i>	Sar	1	GD	Ht	ovi
585	Costaceae	<i>Costus phaeotrichus</i>	Sar	1	GD	Ht	ovi
496	Grammitidaceae	<i>Ctenopteris zenkeri</i>	Spo	18.1	PD	Hép	pen
498	Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum chevalieri</i>	Spo	18.1	PD	Hép	pen
470	Grammitidaceae	<i>Grammitis nigrocincta</i>	Spo	18.1	PD	Hép	pen
546	Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes borbonicum</i>	Spo	18.1	PD	Hép	pen
494	Begoniaceae	aff. <i>Begonia clypeifolia</i>	Scl	18	GS	Ht	tc
517	Marantaceae	aff. <i>Marantochloa monophylla</i>	Scl	18	GS	Ht	tc
934	Marantaceae	<i>Afrocalathea rhizantha</i>				Ht	tc
6	Marantaceae	<i>Ataenidia conferta</i>	Scl	18	GS	Ht	tc
462	Begoniaceae	<i>Begonia clypeifolia</i>	Scl	18	GS	Ht	tc
527	Cyperaceae	cf. <i>Mapania baldwinii</i>	Scl	18	GS	Ht	tc
248	Marantaceae	cf. <i>Marantochloa congensis</i>				Ht	tc
942	Dracaenaceae	<i>Dracaena aubryana</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	tc
668	Dracaenaceae	<i>Dracaena phrynioides</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	tc
965	Dracaenaceae	<i>Dracaena</i> sp.1	Sar	13	GD	Hs-ar	tc

n°	Famille	Espèce	Tdd	TDs	Guild	T.B.	Arch.H
569	Poaceae	<i>Guaduelia marantifolia</i> var. <i>duparqueti</i>	Scl	18	GS	Ht	tc
512	Marantaceae	<i>Halopogon azurea</i>	Sar	13	GD	Ht	tc
360	Cyperaceae	<i>Mapania mannii</i>	Scl	18	GS	Ht	tc
564	Marantaceae	<i>Marantochloa monophylla</i>	Sar	13	GD	Ht	tc
927	Marantaceae	<i>Megaphrynium macrostachyum</i>	Sar	1	GD	Ht	tc
373	Marantaceae	<i>Megaphrynium trichogynum</i>	Sar	1	GD	Ht	tc
362	Araceae	<i>Nepenthes gravenreuthii</i>	Sar	13	GD	Ht	tc
690	Araceae	<i>Nepenthes poissonii</i> var. <i>poissonii</i>	Sar	13	GD	Ht	tc
7	Marantaceae	<i>Sarcophrynium brachystachyum</i> var. <i>brachystachyum</i>	Sar	8	GD	Ht	tc
744	Marantaceae	<i>Sarcophrynium prionogonium</i> var. <i>prionogonium</i>	Sar	8	GD	Ht	tc
840	Araceae	<i>Stylochaeton zenkeri</i>	Sar	13	GD	Ht	tc
382	Zingiberaceae	aff. <i>Renalmia cabrae</i>	Sar	13	GD	Ht	te
459	Zingiberaceae	<i>Aframomum daniellii</i>	Sar	13	GD	Ht	te
869	Vittariaceae	<i>Antrophyum annettii</i>	Spo	18.1	PD	Hép	te
139	Zingiberaceae	cf. <i>Aframomum melegueta</i>	Sar	13	GD	Ht	te
34	Zingiberaceae	<i>Renalmia africana</i>	Sar	13	GD	Ht	te
58	Zingiberaceae	<i>Renalmia cincinnata</i>	Sar	13	GD	Ht	te
542	Zingiberaceae	<i>Renalmia congoensis</i>	Sar	13	GD	Ht	te
1038	Zingiberaceae	<i>Renalmia macrocolea</i>	Sar	13	GD	Ht	te
676	Commelinaceae	aff. <i>Palisota satabiei</i>	Sar	13	GD	Ht	tga
646	Orchidaceae	aff. <i>Zeuxine gilgiana</i>	Asc	18.1	GS	Ht	tga
906	Aspleniaceae	<i>Asplenium africanum</i>	Spo	18.1	PD	Hép	tga
881	Aspleniaceae	<i>Asplenium barteri</i>	Spo	18.1	PD	Hép	tga
782	Aspleniaceae	<i>Asplenium cancellatum</i>	Spo	18.1	PD	Hép	tga
310	Aspleniaceae	<i>Asplenium dregeanum</i>	Spo	18.1	PD	Hép	tga
341	Aspleniaceae	<i>Asplenium staudtii</i>	Spo	18.1	PD	Hép	tga
140	Anthericaceae	cf. <i>Chlorophytum laxum</i>	Scl	18	GS	Ht	tga
579	Dryopteridaceae	cf. <i>Ctenitis pilosissima</i>	Spo	18.1	GD	Ht	tga
687	Dryopteridaceae	cf. <i>Lastreopsis nigriflora</i>	Spo	18.1	GD	Ht	tga
892	Orchidaceae	<i>Cheirostylis divina</i>	Asc	18.1	GS	Ht	tga
251	Anthericaceae	<i>Chlorophytum alismifolium</i>	Scl	18	PS	Ht	tga
854	Commelinaceae	<i>Commelina longicapsa</i>				Ht	tga
64	Dryopteridaceae	<i>Ctenitis protensa</i>	Spo	18.1	GD	Ht	tga
960	Dryopteridaceae	<i>Ctenitis securidiformis</i> var. <i>securidiformis</i>	Spo	18.1	GD	Ht	tga
370	Woodsiaceae	<i>Diplazium sammatii</i>	Spo	18.1	GD	Ht	tga
172	Woodsiaceae	<i>Diplazium welwitschii</i>	Spo	18.1	GD	Ht	tga
571	Dracaenaceae	<i>Dracaena bicolor</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	tga
123	Dryopteridaceae	<i>Dryopteris manniana</i>	Spo	18.1	GD	Ht	tga
443	Cyperaceae	<i>Hypolytrum purpurascens</i>	Scl	18	GS	Ht	tga
678	Cyperaceae	<i>Hypolytrum pynaertii</i>	Scl	18	GS	Ht	tga
411	Dennstaedtiaceae	<i>Lonchitis currori</i>	Spo	18.1	GD	Ht	tga
448	Dennstaedtiaceae	<i>Lonchitis gracilis</i>	Spo	18.1	GD	Ht	tga
407	Dennstaedtiaceae	<i>Lonchitis tisserantii</i>	Spo	18.1	GD	Ht	tga
686	Cyperaceae	<i>Mapania amplivaginata</i>	Scl	18	GS	Ht	tga
565	Cyperaceae	<i>Mapania pubisquamata</i>	Scl	18	GS	Ht	tga
33	Cyperaceae	<i>Mapania soyauxii</i>	Scl	18	GS	Ht	tga
324	Marattiaceae	<i>Marattia fraxinea</i>	Spo	18.1	PD	Ht	tga
453	Dennstaedtiaceae	<i>Microlepia speluncae</i>	Spo	18.1	GD	Ht	tga
307	Orchidaceae	<i>Orestias micrantha</i>	Asc	18.1	GS	Ht	tga
999	Commelinaceae	<i>Palisota barteri</i>	Sar	14	GD	Ht	tga
47	Commelinaceae	<i>Palisota bracteosa</i>	Sar	13	GD	Ht	tga
272	Commelinaceae	<i>Palisota lagopus</i>	Sar	14	GD	Ht	tga
347	Commelinaceae	<i>Palisota mannii</i>	Sar	14	GD	Ht	tga
559	Commelinaceae	<i>Palisota satabiei</i>	Sar	13	GD	Ht	tga
450	Orchidaceae	<i>Phaius mannii</i>	Asc	18.1	GS	Ht	tga
439	Arecaceae	<i>Raphia regalis</i>	Bar	21	GS	Ht	tga
758	Dryopteridaceae	<i>Tectaria fermanensis</i>	Spo	18.1	GD	Ht	tga
563	Dryopteridaceae	<i>Tectaria varians</i>	Spo	18.1	GD	Ht	tga
390	Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes crispiforme</i>	Spo	18.1	PD	Hép	tga
380	Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes cupressoides</i>	Spo	18.1	PD	Ht	tga
905	Araceae	<i>Culcasia dinklagei</i>	Sar	13	GD	Ht	tgs
253	Rubiaceae	<i>Ecpoma hiernianum</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	tgs
254	Rubiaceae	<i>Ecpoma</i> sp.3	Sar		GD	Hs-ar	tgs
798	Rubiaceae	<i>Ecpoma</i> sp.4	Sar		GD	Hs-ar	tgs
451	Meliaceae	<i>Guarea</i> sp.2	Sar	3	GD	Hs-ar	tgs
288	Rubiaceae	<i>Hymenocoleus</i> sp.6	Sar		GD	Hs-ar	tgs
20	Commelinaceae	<i>Palisota ambigua</i>	Scl	18	GS	Ht	tgs
323	Menispermaceae	<i>Penianthus longifolius</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	tgs
660	Arecaceae	<i>Podococcus barteri</i>	Sar	13	GD	Ht	tgs
814	Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.13	Sar	13	GD	Hs-ar	tgs
923	Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.14	Sar	13	GD	Hs-ar	tgs
713	Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.16	Sar	13	GD	Hs-ar	tgs
831	Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.17	Sar	13	GD	Hs-ar	tgs
1050	Rubiaceae	<i>Psychotria</i> sp.20	Sar	13	GD	Hs-ar	tgs
399	Rubiaceae	<i>Psychotria vogeliana</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	tgs

Annexe 15. Liste des taxons de la strate arborée essentiellement pour lesquels un modèle architectural est proposé, classés par modèles architecturaux puis par ordre alphabétique des espèces. La position de l'espèce dans la *Tab.32* est mentionnée dans la colonne "n°"

n°	Famille	Espèce	Tdd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A
472	Rhizophoraceae	<i>Anopyxis klaineana</i>	Pté	16	SéD	E	ATTIMS
387	Clusiaceae	<i>Garcinia chromocarpa</i>	Sar	14	SéD	Ad	ATTIMS
381	Euphorbiaceae	<i>aff. Maesobotrya bipindensis</i>	Sar	13	GD	ar	AUBREVILLE
174	Sapotaceae	<i>Baillonella toxisperma</i>	Sar	13	SéD	E	AUBREVILLE
587	Sapotaceae	<i>Englerophytum stelecanthum</i>	Sar	5	SéD	Ad	AUBREVILLE
82	Rubiaceae	<i>Euclinia longiflora</i>	Sar		GD	ar	AUBREVILLE
799	Rubiaceae	<i>Euclinia sp.1</i>	Sar		GD	ar	AUBREVILLE
452	Sapotaceae	<i>Lecomtedoxa sp.1</i>	Bar	18	GS	ar	AUBREVILLE
184	Sapotaceae	<i>Manilkara sp.1</i>				Ad	AUBREVILLE
275	Euphorbiaceae	<i>Mareyopsis longifolia</i>	Scl	18	SéS	Ad	AUBREVILLE
1037	Flacourtiaceae	<i>Oncoba webwitschii</i>	Scl	18	PIS	Ad	AUBREVILLE
236	Rubiaceae	<i>Pausinystalia macroceras</i>	Pté	16	SéD	Aco	AUBREVILLE
89	Sterculiaceae	<i>Sterculia tragacantha</i>	Sar	1	CiD	Aco	AUBREVILLE
404	Sapotaceae	<i>Synsepalum cerasiferum</i>	Sar	13	SéD	Ass	AUBREVILLE
481	Sapotaceae	<i>Synsepalum letouzeyi</i>				Ad	AUBREVILLE
37	Sapotaceae	<i>Synsepalum longecuneatum</i>	Sar			Aco	AUBREVILLE
259	Sapotaceae	<i>Synsepalum sp.2</i>				Ad	AUBREVILLE
1042	Sapotaceae	<i>Tieghemella africana</i>	Sar	13	SéD	E	AUBREVILLE
549	Sapotaceae	<i>Zyherella mayumbensis</i>				Ad	AUBREVILLE
273	Araceae	<i>Culcasia loukandensis</i>	Sar	13	GD	Ht	BELL
117	Rubiaceae	<i>Geophila afzelii</i>	Sar	13	GD	Ht	BELL
725	Rubiaceae	<i>Geophila lancistipula</i>	Sar	13	GD	Ht	BELL
13	Rubiaceae	<i>Geophila obvallata subsp. obvallata</i>	Sar	13	GD	Ht	BELL
223	Rubiaceae	<i>Hymenocoleus hirsutus</i>	Sar		GD	Ht	BELL
978	Rubiaceae	<i>Hymenocoleus nervopilosus var. orientalis</i>	Sar	2	GD	Ht	BELL
1019	Rubiaceae	<i>Hymenocoleus sp.1</i>	Sar	13	GD	Ht	BELL
319	Rubiaceae	<i>Hymenocoleus sp.3</i>	Sar	13	GD	Ht	BELL
924	Rubiaceae	<i>Hymenocoleus sp.4</i>				Ht	BELL
990	Loganiaceae	<i>Mostuea batesii</i>	Scl	18	GS	Hs-ar	CHAMPAGNAT
346	Octoknemataceae	<i>Octoknema sp.2</i>	Sar	13		Ad	CHAMPAGNAT
736	Sterculiaceae	<i>Scaphopetalum blackii</i>	Scl	18	SéS	Ad	CHAMPAGNAT
931	Sterculiaceae	<i>Scaphopetalum thonneri</i>	Scl	18	GS	ar	CHAMPAGNAT
122	Passifloraceae	<i>Barteria fistulosa subsp. fistulosa</i>	Bar	11	CiD	Ad	COOK
743	Monimiaceae	<i>Glossocalyx longicuspis</i>	Sar	6	SéD	Ad	COOK
1009	Rubiaceae	<i>Psyrax arnoldiana</i>				Aco	COOK
771	Passifloraceae	<i>Smeathmannia pubescens</i>	Sar	6	CiD	Ad	COOK
305	Myrsinaceae	<i>Ardisia sadebeckiana</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	CORNER
227	Meliaceae	<i>Carapa procera</i>	Bar	18		Ass	CORNER
335	Sterculiaceae	<i>Chlamydocola chlamydantha</i>	Sar	6	SéD	Ad	CORNER
571	Dracaenaceae	<i>Dracaena bicolor</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	CORNER
885	Meliaceae	<i>Guarea glomerulata</i>	Scl	18	GS	ar	CORNER
451	Meliaceae	<i>Guarea sp.2</i>	Sar	3	GD	Hs-ar	CORNER
266	Connaraceae	<i>Jollydora duparquetiana</i>	Scl	21	SéS	Ad	CORNER
378	Rubiaceae	<i>Lasianthus batangensis</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	CORNER
540	Flacourtiaceae	<i>Phyllobotryon sp.1</i>	Scl	18	GS	ar	CORNER
691	Flacourtiaceae	<i>Phyllobotryon spathulatum</i>	Scl	18	GS	ar	CORNER
660	Arecaceae	<i>Podococcus barteri</i>	Sar	13	GD	Ht	CORNER
610	Anacardiaceae	<i>Trichoscypha acuminata</i>	Sar	13	SéD	Aco	CORNER
993	Anacardiaceae	<i>Trichoscypha laxiflora</i>	Sar	13	GD	ar	CORNER
354	Anacardiaceae	<i>Trichoscypha sp.2</i>	Sar	13		Ad	CORNER
838	Lecythidaceae	<i>Napoleonaea imperialis</i>	Sar	13	GD	ar	FAGERLIND
203	Rubiaceae	<i>Rothmannia longiflora</i>	Sar		GD	ar	FAGERLIND
625	Rubiaceae	<i>Rothmannia urcelliformis</i>	Sar			Ad	FAGERLIND
225	Euphorbiaceae	<i>Alchornea floribunda</i>	Scl	18	GS	ar	KORIBA
406	Passifloraceae	<i>Barteria solida</i>	Sar	11	SéD	Ad	KORIBA
560	Ochnaceae	<i>Campylospermum calanthum</i>	Sar	13	GD	ar	KORIBA
597	Sterculiaceae	<i>Cola griseiflora</i>	Sar	2	GD	ar	KORIBA
762	Sterculiaceae	<i>Cola heterophylla</i>				Ad	KORIBA
590	Meliaceae	<i>Heckeldora staudtii</i>	Sar	14	GD	ar	KORIBA
738	Euphorbiaceae	<i>Klaineanthus gabonae</i>	Sar	13	SéD	Ad	KORIBA
751	Ochnaceae	<i>Lophira alata</i>	Pté	19	CiD	E	KORIBA
679	Euphorbiaceae	<i>Maesobotrya longipes</i>	Sar	1	SéD	Ad	KORIBA
19	Lecythidaceae	<i>Petersianthus macrocarpus</i>	Pté	19	CiD	E	KORIBA
947	Simaroubaceae	<i>Quassia africana</i>				ar	KORIBA
433	Rubiaceae	<i>Tarenna conferta</i>	Sar	14	GD	ar	KORIBA
877	Rubiaceae	<i>aff. Psychotria minuliflora</i>				Hs-ar	LEEUVENBERG
671	Myrsinaceae	<i>Ardisia mayumbensis</i>	Sar	13	GD	ar	LEEUVENBERG
232	Acanthaceae	<i>Asystasia macrophylla</i>	Scl	18	GS	ar	LEEUVENBERG
79	Dracaenaceae	<i>Dracaena arborea</i>	Sar	13	CiD	Ass	LEEUVENBERG
541	Apocynaceae	<i>Rauvolfia vomitoria</i>	Sar	6	PiD	Ad	LEEUVENBERG
40	Apocynaceae	<i>Tabernaemontana crassa</i>	Sar	6	SéD	Ad	LEEUVENBERG
1012	Acanthaceae	<i>Thomandersia butayei</i>	Scl	18	GS	ar	LEEUVENBERG
308	Acanthaceae	<i>Thomandersia congolana</i>	Scl	18	GS	ar	LEEUVENBERG
918	Apocynaceae	<i>Voacanga africana</i>	Sar	6	GD	ar	LEEUVENBERG
77	Thymelaeaceae	<i>Dicranolepis buchholzii</i>	Sar	5	GD	ar	MANGENOT
580	Thymelaeaceae	<i>Dicranolepis pulcherrima</i>	Sar	5	GD	ar	MANGENOT
274	Euphorbiaceae	<i>Drypetes gabonensis</i>	Sar	14	SéD	Ad	MANGENOT
50	Euphorbiaceae	<i>Drypetes sp.1</i>	Sar	13	GD	ar	MANGENOT

n°	Famille	Espèce	Tdd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A
513	Annonaceae	<i>Uvariopsis dioica</i>	Sar	6	GD	ar	MANGENOT
489	Annonaceae	<i>Uvariopsis vanderystii</i>	Sar	6		Ad	MANGENOT
986	Anisophylleaceae	<i>aff. Anisophyllea polyneura</i>	Sar	13		Ass	MASSART
516	Ebenaceae	<i>aff. Diospyros fragrans</i>	Sar	13	GD	ar	MASSART
282	Ebenaceae	<i>aff. Diospyros simulans</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
592	Anisophylleaceae	<i>Anisophyllea meniaudi</i>	Sar	13		Ass	MASSART
567	Anisophylleaceae	<i>Anisophyllea myriostriata</i>	Sar	13	SéD	Ass	MASSART
519	Anisophylleaceae	<i>Anisophyllea polyneura</i>	Sar	13	CiD	E	MASSART
557	Anisophylleaceae	<i>Anisophyllea purpurascens</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
465	Anisophylleaceae	<i>Anisophyllea sororia</i>	Sar	13	SéD	E	MASSART
488	Anisophylleaceae	<i>Anisophyllea sp.1</i>	Sar	13	CiD	Ass	MASSART
134	Bombacaceae	<i>Bombax brevicuspe</i>	Pog	16	CiD	E	MASSART
135	Bombacaceae	<i>Bombax buonopozense</i>	Pog	16	CiD	E	MASSART
342	Rubiaceae	<i>Craterispermum cerinanthum</i>	Sar	13		Ad	MASSART
466	Rubiaceae	<i>Craterispermum ledermannii</i>	Sar	13		Ad	MASSART
936	Rubiaceae	<i>Craterispermum sp.1</i>	Sar	13		Ad	MASSART
145	Tiliaceae	<i>Desplatsia chrysochlamys</i>	Sar	13	GD	ar	MASSART
278	Ebenaceae	<i>Diospyros bipindensis</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
847	Ebenaceae	<i>Diospyros cinnabarina</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
98	Ebenaceae	<i>Diospyros conocarpa</i>	Sar	14	SéD	Ad	MASSART
107	Ebenaceae	<i>Diospyros crassiflora</i>	Sar	13	SéD	Aco	MASSART
615	Ebenaceae	<i>Diospyros endo</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
932	Ebenaceae	<i>Diospyros fragrans</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
595	Ebenaceae	<i>Diospyros gabunensis</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
745	Ebenaceae	<i>Diospyros gracilescens</i>	Sar	13		Ass	MASSART
392	Ebenaceae	<i>Diospyros hoyleana subsp. hoyleana</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
935	Ebenaceae	<i>Diospyros iturensis</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
727	Ebenaceae	<i>Diospyros kamerunensis</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
683	Ebenaceae	<i>Diospyros mannii</i>	Sar	13		Ass	MASSART
529	Ebenaceae	<i>Diospyros melocarpa</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
146	Ebenaceae	<i>Diospyros monbuttensis</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
741	Ebenaceae	<i>Diospyros obliquifolia</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
568	Ebenaceae	<i>Diospyros piscatoria</i>	Sar	13	CiD	Ass	MASSART
665	Ebenaceae	<i>Diospyros polystemon</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
645	Ebenaceae	<i>Diospyros prussii</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
616	Ebenaceae	<i>Diospyros pseudomespilus subsp. pseudomespilus</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
609	Ebenaceae	<i>Diospyros sanza-minika</i>	Sar	13	SéD	Ass	MASSART
689	Ebenaceae	<i>Diospyros simulans</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
654	Ebenaceae	<i>Diospyros soyauxii</i>	Sar	13	SéD	Aco	MASSART
469	Ebenaceae	<i>Diospyros sp.3</i>	Sar	13		Ass	MASSART
962	Ebenaceae	<i>Diospyros sp.nov.2</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
617	Ebenaceae	<i>Diospyros suaveolens</i>	Sar	13	SéD	Aco	MASSART
658	Ebenaceae	<i>Diospyros zenkeri</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
659	Lecythidaceae	<i>Napoleonaea gabonensis</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
500	Lecythidaceae	<i>Napoleonaea talbotii</i>	Sar	13	SéD	Ad	MASSART
940	Lecythidaceae	<i>Napoleonaea vogelii</i>	Sar	13	GD	ar	MASSART
753	Myristicaceae	<i>Pycnanthus angolensis</i>	Sar	1	CiD	E	MASSART
604	Myristicaceae	<i>Staudtia kamerunensis var. gabonensis</i>	Sar	1	SéD	Ass	MASSART
700	Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i>	Sar	13	SéD	E	MASSART
729	Chrysobalanaceae	<i>Dactyldenia icondere</i>	Sar	13		Aco	NOZERAN
562	Euphorbiaceae	<i>Dichostemma glaucescens</i>	Sar	14	SéD	Ad	NOZERAN
182	Rubiaceae	<i>Aidia micrantha</i>	Sar	14		Ad	PETIT
176	Annonaceae	<i>Duguetia staudtii</i>	Sar	8	SéD	E	PETIT
96	Rubiaceae	<i>Leptactina arnoldiana</i>	Sar		GD	ar	PETIT
880	Rubiaceae	<i>Massularia acuminata</i>	Sar	6	SéD	Ad	PETIT
710	Rubiaceae	<i>Morinda lucida</i>	Sar	14	CiD	Aco	PETIT
764	Rubiaceae	<i>Oxyanthus gracilis</i>	Sar	13	GD	ar	PETIT
331	Rubiaceae	<i>Oxyanthus laxiflorus</i>	Sar	13	GD	ar	PETIT
199	Rubiaceae	<i>Oxyanthus oliganthus</i>	Sar	13	GD	ar	PETIT
159	Rubiaceae	<i>Oxyanthus pallidus</i>	Sar	14	GD	ar	PETIT
200	Rubiaceae	<i>Oxyanthus speciosus subsp. speciosus</i>	Sar	13	GD	ar	PETIT
218	Annonaceae	<i>Polyalthia suaveolens var. suaveolens</i>	Sar	6	SéD	Ass	PETIT
165	Rubiaceae	<i>Rothmannia hispida</i>	Sar		GD	ar	PETIT
361	Rubiaceae	<i>Schumanniophyton magnificum var. trimerum</i>	Sar	6		Ad	PETIT
17	Apocynaceae	<i>Alstonia boonei</i>	Pog	16	CiD	E	PREVOST
151	Apocynaceae	<i>Funtumia africana</i>	Pog	16	CiD	Ass	PREVOST
152	Apocynaceae	<i>Funtumia elastica</i>	Pog	16	CiD	Ass	PREVOST
573	Burseraceae	<i>Aucoumea klaineana</i>	Pté	16	CiD	E	RAUH
938	Burseraceae	<i>Canarium schweinfurthii</i>	Sar	13	SéD	E	RAUH
735	Burseraceae	<i>Dacryodes buettneri</i>	Sar	13	CiD	E	RAUH
207	Burseraceae	<i>Dacryodes edulis</i>	Sar	13	SéD	Aco	RAUH
413	Burseraceae	<i>Dacryodes heterotricha</i>	Sar	13	SéD	E	RAUH
682	Burseraceae	<i>Dacryodes igaganga</i>	Sar		SéD	E	RAUH
265	Burseraceae	<i>Dacryodes klaineana</i>	Sar	13	SéD	E	RAUH
417	Burseraceae	<i>Dacryodes letestui</i>	Sar	13	SéD	Aco	RAUH
269	Burseraceae	<i>Dacryodes macrophylla</i>	Sar	13	SéD	Aco	RAUH
640	Burseraceae	<i>Dacryodes normandii</i>	Sar	13	SéD	E	RAUH
81	Meliaceae	<i>Entandrophragma candollei</i>	Pté	16	CiD	E	RAUH
988	Meliaceae	<i>Entandrophragma utile</i>	Pté	18	CiS	E	RAUH
630	Meliaceae	<i>Khaya ivorensis</i>	Pté	16	CiD	E	RAUH
186	Sapotaceae	<i>Omphalocarpum elatum</i>	Sar	14	SéD	Ass	RAUH
596	Clusiaceae	<i>Pentadesma butyracea</i>	Sar	14	SéD	Ass	RAUH

n°	Famille	Espèce	Tdd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A
484	Clusiaceae	<i>Pentadesma grandifolia</i>	Sar	14	SéD	Ass	RAUH
702	Meliaceae	<i>Trichilia monadelpha</i>	Sar	1	SéD	Aco	RAUH
15	Euphorbiaceae	<i>Uapaca acuminata</i>	Sar	13	SéD	Ass	RAUH
22	Euphorbiaceae	<i>Uapaca guineensis</i>	Sar	13	SéD	E	RAUH
340	Euphorbiaceae	<i>Uapaca staudtii</i>	Sar	13	SéD	Aco	RAUH
105	Euphorbiaceae	<i>Uapaca vanhouttei</i>	Sar	13	SéD	Ass	RAUH
515	Myrsinaceae	<i>aff. Ardisia dewitiana</i>	Sar	13	GD	ar	ROUX
220	Myrsinaceae	<i>Ardisia devredii</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	ROUX
304	Myrsinaceae	<i>Ardisia dewitiana</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	ROUX
521	Myrsinaceae	<i>Ardisia dolichocalyx</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	ROUX
410	Myrsinaceae	<i>Ardisia ebolowensis</i>	Sar	13	GD	Hs-ar	ROUX
859	Rubiaceae	<i>Coffea mayombensis</i>	Sar	13	GD	ar	ROUX
561	Olacaceae	<i>Coula edulis</i>	Sar	14	SéD	Aco	ROUX
528	Rubiaceae	<i>Cremaspora triflora</i>	Sar	13	GD	ar	ROUX
80	Euphorbiaceae	<i>Drypetes chevalieri</i>	Sar	13	SéD	Ad	ROUX
357	Rhamnaceae	<i>Maesopsis eminii subsp. berchemioides</i>	Sar	13	CiD	Ass	ROUX
642	Pandaceae	<i>Microdesmis camerunensis</i>	Sar	13	SéD	Ad	ROUX
65	Pandaceae	<i>Microdesmis puberula</i>	Sar	13	GD	ar	ROUX
757	Pandaceae	<i>Panda oleosa</i>	Sar	13	SéD	Aco	ROUX
921	Rubiaceae	<i>Pouchetia africana var. aequatorialis</i>	Sar	13	GD	ar	ROUX
548	Annonaceae	<i>Xylopia acutiflora</i>	Scl	15	CiD	Ad	ROUX
233	Annonaceae	<i>Xylopia aethiopica</i>	Scl	15	CiD	E	ROUX
39	Annonaceae	<i>Xylopia hypolampra</i>	Bar	18		E	ROUX
653	Annonaceae	<i>Xylopia le-testui var. le-testui</i>	Scl	15		E	ROUX
52	Annonaceae	<i>Xylopia le-testui var. longepilosa</i>	Scl			Ass	ROUX
250	Annonaceae	<i>Xylopia phloiodora</i>	Bar			E	ROUX
846	Annonaceae	<i>Xylopia pynaertii</i>	Bar	15		Ass	ROUX
739	Annonaceae	<i>Xylopia quintasii</i>	Bar		SéS	Ass	ROUX
879	Annonaceae	<i>Xylopia sp.1</i>				Aco	ROUX
974	Annonaceae	<i>Xylopia sp.2</i>				Ad	ROUX
224	Annonaceae	<i>Xylopia staudtii</i>	Bar	15	SéD	Ass	ROUX
778	Caesalpinaceae	<i>aff. Griffonia tessmannii</i>	Bar	18	GS	Lli	TROLL
479	Caesalpinaceae	<i>aff. Hymenostegia normandii</i>	Bar	18	SéS	Aco	TROLL
309	Sterculiaceae	<i>aff. Leptonychia lasiogyne</i>	Scl	15		Ad	TROLL
848	Loganiaceae	<i>aff. Mostuea batesii</i>	Scl	18	GS	Hs-ar	TROLL
263	Medusandraceae	<i>aff. Soyauxia grandifolia</i>	Scl	18	SéS	Aco	TROLL
684	Huaceae	<i>Afrostryax kamerunensis</i>	Sar	13	SéD	Ad	TROLL
10	Mimosaceae	<i>Albizia adianthifolia</i>	Bal	17	CiS	Ass	TROLL
692	Icacinaeae	<i>Alsodeiopsis staudtii</i>	Sar	13	GD	ar	TROLL
1027	Caesalpinaceae	<i>Anthonotha isopetala</i>	Bar	18	SéS	Ad	TROLL
93	Caesalpinaceae	<i>Anthonotha lamprophylla</i>	Bar	18		Aco	TROLL
670	Caesalpinaceae	<i>Anthonotha stipulacea</i>	Bar	18	SéS	Ad	TROLL
5	Euphorbiaceae	<i>Antidesma laciniatum subsp. membranaceum</i>	Sar	13	GD	ar	TROLL
509	Caesalpinaceae	<i>Aphanocalyx cynometroides</i>	Bar	18		Aco	TROLL
871	Caesalpinaceae	<i>Aphanocalyx margininervatus</i>	Bar	18	SéS	E	TROLL
458	Caesalpinaceae	<i>Aphanocalyx microphyllus subsp. microphyllus</i>	Bal	17	SéS	E	TROLL
440	Olacaceae	<i>Aptandra zenkeri</i>	Sar	13	SéD	Ad	TROLL
523	Caesalpinaceae	<i>Baikiaea insignis</i>	Bar	18	SéS	Aco	TROLL
909	Fabaceae	<i>Baphia buettneri</i>				Ad	TROLL
511	Fabaceae	<i>Baphia laurifolia</i>				Ad	TROLL
589	Fabaceae	<i>Baphia leptostemma</i>				Ad	TROLL
444	Fabaceae	<i>Baphia sp.1</i>				Aco	TROLL
487	Caesalpinaceae	<i>Berlinia congolensis</i>	Bal	17	SéS	Ass	TROLL
506	Caesalpinaceae	<i>Bikinia le-testui subsp. le-testui</i>	Bal	17	SéS	E	TROLL
872	Caesalpinaceae	<i>Bikinia pellegrinii</i>	Bal	17	SéS	E	TROLL
878	Caesalpinaceae	<i>Bikinia sp.nov.1</i>	Bal	17	SéS	E	TROLL
356	Euphorbiaceae	<i>Bridelia atroviridis</i>	Sar	13	PiD	Aco	TROLL
937	Mimosaceae	<i>Calpocalyx dinklagei</i>	Bar	18		Ad	TROLL
677	Mimosaceae	<i>Calpocalyx heitzii</i>	Bar	18	SéS	E	TROLL
957	Mimosaceae	<i>Calpocalyx klainei</i>	Bal	17	SéS	Ad	TROLL
855	Mimosaceae	<i>Calpocalyx ngouniensis</i>	Bal	17	SéS	Ad	TROLL
403	Ochnaceae	<i>Campylospermum sulcatum</i>	Sar	13	SéD	Ad	TROLL
434	Polygalaceae	<i>Carpolobia alba</i>	Sar	5	GD	ar	TROLL
74	Caesalpinaceae	<i>Cassia mimosoides</i>	Bal	17	GS	ar	TROLL
138	Ulmaceae	<i>Celtis mildbraedii</i>	Sar	13	SéD	E	TROLL
1004	Ulmaceae	<i>Celtis tessmannii</i>	Sar		SéD	E	TROLL
325	Melastomataceae	<i>cf. Memecylon candidum</i>	Sar	6		Ad	TROLL
420	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum pruniforme</i>	Sar			Ad	TROLL
279	Euphorbiaceae	<i>Cleistanthus bipindensis</i>	Scl	18	SéS	Ass	TROLL
502	Euphorbiaceae	<i>Cleistanthus mildbraedii</i>	Scl	18	SéS	Ass	TROLL
142	Annonaceae	<i>Cleistopholis patens</i>	Sar	6	SéD	Aco	TROLL
510	Sterculiaceae	<i>Cola attiensis</i>	Sar	6	SéD	Ad	TROLL
99	Caesalpinaceae	<i>Crudia gabonensis</i>	Bar	18	SéS	Ass	TROLL
864	Caesalpinaceae	<i>Crudia zenkeri</i>	Bar	18	SéS	Aco	TROLL
697	Chrysobalanaceae	<i>Dactyladenia laevis</i>	Sar	13		Aco	TROLL
614	Caesalpinaceae	<i>Daniellia soyauxii var. soyauxii</i>	Bar	18	SéS	E	TROLL
16	Irvingiaceae	<i>Desbordesia glaucescens</i>	Pté	19	SéD	E	TROLL
636	Caesalpinaceae	<i>Dialium bipindensis</i>	Bar	18	SéS	E	TROLL
446	Caesalpinaceae	<i>Dialium dinklagei</i>	Bar	18	SéS	Ass	TROLL
216	Caesalpinaceae	<i>Dialium pachyphyllum</i>	Bar	18	SéS	E	TROLL
391	Caesalpinaceae	<i>Dialium soyauxii</i>	Bar	18	SéS	E	TROLL
1006	Caesalpinaceae	<i>Dialium tessmannii</i>	Bar	18	SéS	E	TROLL

n°	Famille	Espèce	Tdd	TDs	Guild	T.B.	Arch.A
328	Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum madagascariense</i>	Sar	13	GD	ar	TROLL
964	Moraceae	<i>Dorstenia kameruniana</i>	Sar	2	GD	Hs-ar	TROLL
386	Clusiaceae	<i>Endodesmia calophylloides</i>	Sar	13	SéD	E	TROLL
730	Myrtaceae	<i>Eugenia gabonensis</i>	Sar	13	GD	ar	TROLL
414	Annonaceae	<i>Exellia scannopetala</i>	Sar	14	GD	Lli	TROLL
337	Annonaceae	<i>Friesodielsia enghiana</i>	Sar	6	GD	Lli	TROLL
59	Annonaceae	<i>Friesodielsia montana</i>	Sar	6	GD	Lli	TROLL
261	Annonaceae	<i>Friesodielsia sp.2</i>				Lli	TROLL
366	Annonaceae	<i>Friesodielsia sp.3</i>				Lli	TROLL
621	Sapotaceae	<i>Gluma ivorensis</i>	Bar	18	SéS	Ad	TROLL
672	Tiliaceae	<i>Grewia barombiensis</i>	Sar	13	GD	ar	TROLL
257	Tiliaceae	<i>Grewia coriacea</i>	Sar	13	SéD	Aco	TROLL
622	Caesalpinaceae	<i>Guibourtia demousei</i>	Bar	18	SéS	Ass	TROLL
566	Olacaceae	<i>Heisteria parvifolia</i>	Sar	14	CiD	Aco	TROLL
460	Connaraceae	<i>Hemadradenia mannii</i>	Sar	1		Aco	TROLL
1021	Irvingiaceae	<i>Irvingia excelsa</i>	Sar	13	SéD	E	TROLL
733	Irvingiaceae	<i>Irvingia gabonensis</i>	Sar	13	SéD	Aco	TROLL
103	Irvingiaceae	<i>Irvingia grandifolia</i>	Sar	13	SéD	Ass	TROLL
85	Irvingiaceae	<i>Irvingia wombulu</i>	Sar	13	SéD	Ass	TROLL
393	Caesalpinaceae	<i>Leonardoxa africana subsp. gracilicaulis</i>	Bar	18	SéS	Aco	TROLL
582	Icacinaceae	<i>Leptaulus grandifolius</i>	Sar	13	SéD	Ad	TROLL
2	Sterculiaceae	<i>Leptonychia echinocarpa</i>	Scl	15	GD	ar	TROLL
826	Sterculiaceae	<i>Leptonychia tessmannii</i>	Scl	15	GD	ar	TROLL
480	Chrysobalanaceae	<i>Magnistipula conrauaana</i>	Sar	13	SéD	Ass	TROLL
652	Chrysobalanaceae	<i>Magnistipula tessmannii</i>	Sar	13	SéD	E	TROLL
914	Chrysobalanaceae	<i>Maranthes chrysophylla subsp. chrysophylla</i>	Sar	13	SéD	Ass	TROLL
873	Melastomataceae	<i>Memecylon aequidianum</i>	Sar	5	GD	ar	TROLL
157	Melastomataceae	<i>Memecylon arcuato-matginatum</i>	Sar	5	GD	ar	TROLL
239	Melastomataceae	<i>Memecylon laurentii</i>	Sar	5	GD	ar	TROLL
995	Melastomataceae	<i>Memecylon nodosum</i>	Sar	5	GD	ar	TROLL
984	Melastomataceae	<i>Memecylon sp.2</i>	Sar	5	GD	ar	TROLL
805	Melastomataceae	<i>Memecylon sp.4</i>	Sar	5	GD	ar	TROLL
398	Melastomataceae	<i>Memecylon sp.nov.1</i>	Sar	5	SéD	Ad	TROLL
593	Melastomataceae	<i>Memecylon virescens</i>	Sar	5	GD	ar	TROLL
979	Melastomataceae	<i>Memecylon zenkeri</i>	Sar	5	GD	ar	TROLL
664	Fabaceae	<i>Millettia sp.1</i>				Lli	TROLL
87	Fabaceae	<i>Millettia sp.2</i>				Lli	TROLL
711	Loganiaceae	<i>Mostuea neurocarpa</i>	Scl	18	GS	Hs-ar	TROLL
944	Annonaceae	<i>Neostenanthera myristicifolia</i>	Sar	6	GD	ar	TROLL
723	Octoknemataceae	<i>Octoknema sp.4</i>	Sar	13		Ad	TROLL
968	Caesalpinaceae	<i>Oddoniodendron micranthum</i>	Bar	18	SéS	Ad	TROLL
1001	Olacaceae	<i>Olax latifolia</i>	Sar	13	GD	ar	TROLL
952	Olacaceae	<i>Olax mannii</i>	Sar	13	GD	ar	TROLL
633	Olacaceae	<i>Olax triplinervia</i>	Sar	13	GD	ar	TROLL
874	Scytopetalaceae	<i>Oubanguia laurifolia</i>	Bar	18	SéS	Ass	TROLL
55	Sapindaceae	<i>Pancovia harmsiana</i>	Sar			Ad	TROLL
42	Chrysobalanaceae	<i>Parinari excelsa</i>	Sar	13	SéD	E	TROLL
412	Mimosaceae	<i>Parkia bicolor</i>	Bar	18	SéS	E	TROLL
11	Mimosaceae	<i>Pentaclethra macrophylla</i>	Bal	17	CiS	Ass	TROLL
650	Rubiaceae	<i>Petitiododon parviflorum</i>	Sar		GD	ar	TROLL
120	Ixonanthaceae	<i>Phyllocosmus africanus</i>	Scl	18.1	SéD	E	TROLL
241	Mimosaceae	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	Pté	16	CiD	E	TROLL
911	Caesalpinaceae	<i>Plagiosiphon emarginatus</i>	Bar	18	SéS	Ass	TROLL
312	Caesalpinaceae	<i>Plagiosiphon gabonensis</i>	Bar	18	SéS	E	TROLL
554	Caesalpinaceae	<i>Plagiosiphon longitubus</i>	Bar	18	GS	ar	TROLL
249	Apocynaceae	<i>Pleiocarpa bicarpellata</i>	Sar	6	GD	ar	TROLL
431	Clusiaceae	<i>Psorospermum tenuifolium</i>	Sar	13	SéD	Ad	TROLL
951	Olacaceae	<i>Ptychopetalum petiolatum</i>	Sar	13	SéD	Ad	TROLL
626	Sapindaceae	<i>Sapindus sp.1</i>				Ad	TROLL
904	Medusandraceae	<i>Soyauxia gabonensis</i>	Scl	18	GS	ar	TROLL
662	Medusandraceae	<i>Soyauxia grandifolia</i>	Scl	18	SéS	Ass	TROLL
933	Medusandraceae	<i>Soyauxia talbotii</i>	Scl	18	SéS	Aco	TROLL
576	Combretaceae	<i>Strephonema mannii</i>	Sar	14	SéD	Ass	TROLL
545	Loganiaceae	<i>Strychnos angolensis</i>	Sar	13	GD	Lli	TROLL
91	Loganiaceae	<i>Strychnos sp.4</i>	Sar	5	GD	Lli	TROLL
577	Loganiaceae	<i>Strychnos staudtii</i>	Sar	6	SéD	Aco	TROLL
657	Moraceae	<i>Treculia acuminata</i>	Sar	14	GD	ar	TROLL
836	Moraceae	<i>Treculia africana</i>	Sar	13		Aco	TROLL
821	Moraceae	<i>Trilepisium madagascariense</i>	Sar	13	SéD	Ass	TROLL
343	Annonaceae	<i>Uvaria latoursvillensis</i>				Lli	TROLL
38	Annonaceae	<i>Uvariastrum insculptum</i>	Sar	6	SéD	Ad	TROLL
442	Melastomataceae	<i>Warneckea bebaiensis</i>	Sar	6	SéD	Ad	TROLL
1043	Melastomataceae	<i>Warneckea cauliflora</i>	Sar	6	GD	ar	TROLL
277	Melastomataceae	<i>Warneckea membranifolia</i>	Sar	6		Ad	TROLL
857	Melastomataceae	<i>Warneckea pulcherrima</i>	Sar	6	SéD	Ad	TROLL
384	Melastomataceae	<i>Warneckea sp.1</i>	Sar	6	SéD	Aco	TROLL

Annexe 16. Liste des genres correspondant aux herbiers récoltés. Leur type phytogéographique (T.P.) est précisé ainsi que leur caractère paucispécifique (Pauci) ou non.

Genre	Famille	T.P.	Pauci	Notes
Acacia	Mimosaceae	Pan		
Acanthonema	Gesneriaceae	BGA	oui	
Achyropermum	Lamiaceae	Pal		
Adenia	Passifloraceae	Pal		
Aframomum	Zingiberaceae	PRA		
Afrocalathea	Marantaceae	BGA	oui	
Afrofittonia	Acanthaceae	G	oui	G (HG+BG) (FG)
Afropteris	Pteridaceae	AM	oui	
Afrostryax	Huaceae	GC	oui	
Afzelia	Caesalpiniaceae	Pal		
Agelaea	Connaraceae	Pal		
Aidia	Rubiaceae	Pal		
Alafia	Apocynaceae	Indet		
Albertisia	Menispermaceae	Pal		
Albizia	Mimosaceae	AA		
Alchornea	Euphorbiaceae	Pan		
Allanblackia	Clusiaceae	GC		
Allophylus	Sapindaceae	Pan		
Alsodeiopsis	Icacinaceae	PRA		
Alstonia	Apocynaceae	Pan		
Amanoa	Euphorbiaceae	AA		
Amischotolype	Commelinaceae	Pal		
Amorphophallus	Araceae	Pan		
Amphiblemma	Melastomataceae	G		
Amphimas	Fabaceae	GC	oui	
Anchomanes	Araceae	PRA		
Aneilema	Commelinaceae	AA		
Angraecum	Orchidaceae	AM		
Angylocalyx	Fabaceae	PRA		
Anisophyllea	Anisophylleaceae	Pal		
Anisosepalum	Acanthaceae	Pan		Genre présent dans les tropiques des 2 Amériques, Afrique et Asie (FG)
Anisotes	Acanthaceae	AM		15 espèces d'Afrique et d'Arabie tropicales et de Madagascar (FG)
Annickia	Annonaceae	GC		
Anonidium	Annonaceae	CG		
Anopyxis	Rhizophoraceae	GC	oui	
Anthocleista	Loganiaceae	AM		
Anthonotha	Caesalpiniaceae	PRA		
Antidesma	Euphorbiaceae	Pal		
Antrocaryon	Anacardiaceae	Indet		
Antrophyum	Vittariaceae	AA		
Anubias	Araceae	PRA		
Aoranthe	Rubiaceae	PRA		
Aphanocalyx	Caesalpiniaceae	PRA		
Aptandra	Olacaceae	AA	oui	4 espèces dont trois en Amérique absent d'Afrique de l'ouest
Ardisia	Myrsinaceae	AM		
Argomuelleria	Euphorbiaceae	AM		
Artabotrys	Annonaceae	Pal		
Arthropteris	Oleandraceae	Pal		
Ascotheca	Acanthaceae	BGA	oui	genre primitif très voisin des Rungia qui est un genre paléotropical de 20 sp. (FG)
Asplenium	Aspleniaceae	Pan		
Asystasia	Acanthaceae	Pal		Paléotrop, à 70 sp.
Ataenidia	Marantaceae	GC	oui	
Aubrevillea	Mimosaceae	GC	oui	aussi en galeries forestières
Aucoumea	Burseraceae	BGA	oui	
Aulacocalyx	Rubiaceae	GC		
Baikiaea	Caesalpiniaceae	CG		
Baillonella	Sapotaceae	BG	oui	
Baissea	Apocynaceae	Indet		
Baphia	Fabaceae	AM		

Genre	Famille	T.P.	Pauci	Notes
Barteria	Passifloraceae	CG	oui	
Begonia	Begoniaceae	Pan		
Beilschmiedia	Lauraceae	Pan		
Belonophora	Rubiaceae	Indet		
Berlinia	Caesalpiniaceae	GC		
Bersama	Melanthaceae	PRA	oui	
Bertiera	Rubiaceae	Pan		
Bikinia	Caesalpiniaceae	BG		
Blighia	Sapindaceae	PRA	oui	
Bolbitis	Lomariopsidaceae	Pan		
Bombax	Bombacaceae	Pan		
Brachystegia	Caesalpiniaceae	PRA		
Brachystephanus	Acanthaceae	AM		Afro-malgache
Brazzeia	Scytopetalaceae	CG	oui	
Bridelia	Euphorbiaceae	Pal		
Buchholzia	Capparidaceae	GC	oui	
Bulbophyllum	Orchidaceae	Pan		
Calpocalyx	Mimosaceae	GC		
Calvoa	Melastomataceae	GC		
Calycosiphonia	Rubiaceae	GC	oui	
Camptopus	Rubiaceae	Indet		
Campylospermum	Ochnaceae	Pal		
Canarium	Burseraceae	Pal		
Carapa	Meliaceae	AA		
Carpolobia	Polygalaceae	AM	oui	
Cassia	Caesalpiniaceae	Pan		
Cassipourea	Rhizophoraceae	AA		
Celtis	Ulmaceae	Omni		les espèces confinées aux forêts semi-décidues de la périphérie sont: C. zenkeri, C. philippensis et C. africana; C. adolfi-frederici, C. gomphophylla et C. mildbraedii caractérisent quant à eux les forêts sèches du GC (forêts dites à Ulmaceae et Sterculiaceae)
Centotheca	Poaceae	Pal	oui	
Centroplacus	Pandaceae	BG	oui	
Cercestis	Araceae	G		
Chassalia	Rubiaceae	Pal		
Chazaliella	Rubiaceae	GC		
Cheirostylis	Orchidaceae	Pal		
Chlamydocola	Sterculiaceae	GC	oui	
Chlorophytum	Anthericaceae	Pan		
Chrysophyllum	Sapotaceae	Pan		
Chytranthus	Sapindaceae	AM		
Cissus	Vitaceae	Pan		
Citrus	Rutaceae	Omni		origine asiatique
Cleistanthus	Euphorbiaceae	Pal		
Cleistopholis	Annonaceae	PRA		
Clerodendron	Verbenaceae	Pan		
Cnestis	Connaraceae	PRA		
Coelocaryon	Myristicaceae	GC	oui	4 espèces
Coffea	Rubiaceae	AM		
Cola	Sterculiaceae	PRA		
Commelina	Commelinaceae	Pan		
Connarus	Connaraceae	Pan		
Copaifera	Caesalpiniaceae	AA		
Corymborkis	Orchidaceae	Pan		
Costus	Costaceae	Pan		
Coula	Olacaceae	G	oui	
Craterispermum	Rubiaceae	AM		
CreMASpora	Rubiaceae	AM	oui	
Crossandrella	Acanthaceae	GC	oui	paucispecificque
Croton	Euphorbiaceae	Pan		
Crotonogyne	Euphorbiaceae	GC		
Crudia	Caesalpiniaceae	Pan		
Cryptosepalum	Caesalpiniaceae	PRA		
Ctenitis	Dryopteridaceae	Pan		
Ctenopteris	Grammitidaceae	Pan		
Cuervea	Hippocrateaceae	AA		

Genre	Famille	T.P.	Pauci	Notes
Culcasia	Araceae	GC		
Cuviera	Rubiaceae	GC		
Cylicodiscus	Mimosaceae	G	oui	
Cyrtogonone	Euphorbiaceae	GLit	oui	
Dacryodes	Burseraceae	Pan		
Dactyladenia	Chrysobalanaceae	Pan		
Daniellia	Caesalpiniaceae	PRA		
Deinbollia	Sapindaceae	AM		
Delpydora	Sapotaceae	G	oui	
Desbordesia	Irvingiaceae	BGALit	oui	
Desmostachys	Icacinaceae	AM		
Desplatsia	Tiliaceae	PRA		
Detarium	Caesalpiniaceae	PRA	oui	
Dialium	Caesalpiniaceae	Pan		surtout africain
Dicellandra	Melastomataceae	GC	oui	
Diceratostele	Orchidaceae	G	oui	
Dichapetalum	Dichapetalaceae	Pan		
Dichostemma	Euphorbiaceae	BG	oui	
Dicranolepis	Thymelaeaceae	PRA		
Didymosalpinx	Rubiaceae	GC	oui	
Dinophora	Melastomataceae	GC	oui	
Diogoia	Olacaceae	BGA	oui	
Diospyros	Ebenaceae	Pan		
Diplazium	Woodsiaceae	Pan		
Dischistocalyx	Acanthaceae	BG		
Discoglyprena	Euphorbiaceae	GC	oui	
Distemonanthus	Caesalpiniaceae	G	oui	
Dorstenia	Moraceae	Pan		
Dracaena	Dracaenaceae	Pan		
Dryopteris	Dryopteridaceae	Omni		
Drypetes	Ebenaceae	Pan		
Drypetes	Euphorbiaceae	Pan		
Duboscia	Tiliaceae	GC	oui	
Duguetia	Annonaceae	GC		
Duparquetia	Caesalpiniaceae	Indet		
Ecpoma	Rubiaceae	BG		
Elaphoglossum	Lomariopsidaceae	Pan		surtout d'Amérique tropicale
Endodesmia	Clusiaceae	CG	oui	
Englerophytum	Sapotaceae	GC		
Engomegoma	Olacaceae	BGAOr	oui	
Entandrophragma	Meliaceae	PRA		
Epithema	Gesneriaceae	Pal		
Eremospatha	Arecaceae	Indet		
Eribroma	Sterculiaceae	G	oui	
Eriocoelum	Sapindaceae	GC		
Erismadelphus	Vochysiaceae	CG	oui	
Erythrina	Fabaceae	Pan		
Erythrophleum	Caesalpiniaceae	Pal		
Euclinia	Rubiaceae	AM	oui	
Exellia	Annonaceae	CG	oui	
Fernandoa	Bignoniaceae	Pal		
Ficus	Moraceae	Omni		
Fillaeopsis	Mimosaceae	CG	oui	
Friesodielsia	Annonaceae	Pal		
Funtumia	Apocynaceae	GC	oui	
Gaertnera	Rubiaceae	Indet		
Garcinia	Clusiaceae	Pal		
Gardenia	Rubiaceae	Pal		
Geophila	Rubiaceae	Pan		
Gilbertiodendron	Caesalpiniaceae	GC		
Globulostylis	Rubiaceae	GC		
Glossocalyx	Monimiaceae	BG	oui	
Gluema	Sapotaceae	GLit	oui	
Gongronema	Asclepiadaceae	Indet		
Grammitis	Grammitidaceae	Pan		
Grewia	Tiliaceae	Pal		

Genre	Famille	T.P.	Pauci	Notes
Griffonia	Caesalpinaceae	GC		
Grossera	Euphorbiaceae	GC		
Guaduella	Poaceae	G		surtout BG
Guarea	Meliaceae	AA		
Guibourtia	Caesalpinaceae	PRA		
Halopegia	Marantaceae	Pal	oui	
Harungana	Clusiaceae	AM	oui	
Haumania	Marantaceae	CG	oui	
Heckeldora	Meliaceae	GC	oui	
Heinsia	Rubiaceae	PRA		
Heisteria	Olacaceae	AA		surtout en Amérique
Hemandradenia	Connaraceae	GC	oui	
Homalium	Flacourtiaceae	Pan		
Hugonia	Linaceae	Pan		
Hylo dendron	Caesalpinaceae	CG	oui	
Hymenocoleus	Rubiaceae	GC		
Hymenophyllum	Hymenophyllaceae	Pan		
Hymenostegia	Caesalpinaceae	GC		
Hypodaphnis	Lauraceae	BGA	oui	
Hypolytrum	Cyperaceae	Pan		
Hypselodelphys	Marantaceae	GC		
Impatiens	Balsaminaceae	Pal		
Irvingia	Irvingiaceae	Pal		
Isomacrobium	Caesalpinaceae	GC		
Ixora	Rubiaceae	Pan		
Jollydora	Connaraceae	BG	oui	
Julbernardia	Caesalpinaceae	CG		
Justicia	Acanthaceae	Pan		
Keayodendron	Euphorbiaceae	G	oui	
Khaya	Meliaceae	AM		
Klaineanthus	Euphorbiaceae	CG	oui	
Klainedoxa	Irvingiaceae	GC	oui	
Korupodendron	Vochysiaceae	BGALit	oui	
Laccodiscus	Sapindaceae	G	oui	
Laccosperma	Arecaceae	Indet		
Landolphia	Apocynaceae	AM		
Lankesteria	Acanthaceae	Indet		
Lanea	Anacardiaceae	Indet		
Lasianthera	Icacinaceae	CG	oui	
Lasianthus	Rubiaceae	Pal		
Lasiodiscus	Rhamnaceae	AM		
Lastreopsis	Dryopteridaceae	Pan		
Lecaniodiscus	Sapindaceae	GC	oui	
Lecomtedoxa	Sapotaceae	BGALit		
Leea	Leeaceae	Pal		
Leonardoxa	Caesalpinaceae	CG	oui	
Leptactina	Rubiaceae	PRA		
Leptaspis	Poaceae	Pal	oui	5 espèces
Leptaulus	Icacinaceae	AM		
Leptonychia	Sterculiaceae	Pal		surtout africain
Letestua	Sapotaceae	BGA	oui	
Lomariopsis	Lomariopsidaceae	Pan		
Lonchitis	Dennstaedtiaceae	AM		
Lophira	Ochnaceae	PRA	oui	
Lovoa	Meliaceae	GC	oui	
Loxogramme	Polypodiaceae	Pan		
Lycopodium	Lycopodiaceae	Omni		
Macaranga	Euphorbiaceae	Pal		
Maesobotrya	Euphorbiaceae	GC		
Maesopsis	Rhamnaceae	GC	oui	
Magnistipula	Chrysobalanaceae	AM		
Maltebrunia	Poaceae	AM		
Mammea	Clusiaceae	Pan	oui	
Manilkara	Sapotaceae	Pan		
Manniophyton	Euphorbiaceae	GC	oui	
Mapania	Cyperaceae	Pan		

Genre	Famille	T.P.	Pauci	Notes
Maprounea	Euphorbiaceae	AA		
Maranthes	Chrysobalanaceae	Pan		essentiellement africain
Marantochloa	Marantaceae	GC		
Marattia	Marattiaceae	Pan		
Mareya	Euphorbiaceae	GC	oui	
Mareyopsis	Euphorbiaceae	CG	oui	
Marquesia	Dipterocarpaceae	PRA	oui	
Massularia	Rubiaceae	GC	oui	
Medinilla	Melastomataceae	AA		
Megaphrynium	Marantaceae	GC		
Megastachya	Poaceae	AM	oui	
Meiocarpidium	Annonaceae	BG	oui	
Memecylon	Melastomataceae	Pal		
Mendoncia	Acanthaceae	AA		
Microcalamus	Poaceae	BGA	oui	
Microdesmis	Pandaceae	Pal		strictement GC, pour les 8 espèces africaines
Microgramma	Polypodiaceae	AA		21 sp. dont 1 en Afrique
Microlepia	Dennstaedtiaceae	Pal		
Milicia	Moraceae	PRA	oui	
Millettia	Fabaceae	Pal		
Momordica	Cucurbitaceae	Pal		
Monodora	Annonaceae	GC		
Morinda	Rubiaceae	Pan		
Mostuea	Loganiaceae	AA		
Mussaenda	Rubiaceae	Pan		
Myrianthus	Cecropiaceae	Indet		
Napoleonaea	Lecythidaceae	PRA		
Nauclea	Rubiaceae	Pal		
Neostenanthera	Annonaceae	GC		
Nephrolepis	Oleandraceae	Pan		
Nephtytis	Araceae	G		
Neuropeltis	Convolvulaceae	Pal		
Newtonia	Mimosaceae	AA		
Ochna	Ochnaceae	Pal		
Ochthocharis	Melastomataceae	Pal		
Octoknema	Octoknemataceae	PRA		6 espèces très affines
Oddoniodendron	Caesalpiniaceae	BG		
Odyndeya	Simaroubaceae	BG	oui	
Olax	Olacaceae	Pal		
Olyra	Poaceae	AA		
Omphalocarpum	Sapotaceae	PRA		
Oncoba	Flacourtiaceae	AA		
Ongokea	Olacaceae	BG	oui	
Oplismenus	Poaceae	Pan		
Orestias	Orchidaceae	GC	oui	
Oubanguia	Scytopetalaceae	CG	oui	
Oxyanthus	Rubiaceae	PRA		
Oxystigma	Caesalpiniaceae	CG		
Palisota	Commelinaceae	GC		
Pancovia	Sapindaceae	PRA		ou GC?
Pararistolochia	Aristolochiaceae	GC		
Parinari	Chrysobalanaceae	Pan		
Parkia	Mimosaceae	Pan		
Paropsia	Passifloraceae	Pal		surtout africain
Pauridiantha	Rubiaceae	AM		
Pausinystalia	Rubiaceae	GC		
Pavetta	Rubiaceae	Pal		
Peddiea	Thymelaeaceae	PRA		
Pellegriniodendron	Caesalpiniaceae	G	oui	
Penianthus	Menispermaceae	GC	oui	4 espèces
Pentaclethra	Mimosaceae	AA		
Pentadesma	Clusiaceae	GC		
Petersianthus	Lecythidaceae	Pal	oui	1 espèce au Philippines
Petitiocodon	Rubiaceae	BGALit	oui	
Phaius	Orchidaceae	Pal		
Phyllobotryon	Flacourtiaceae	GC		

Genre	Famille	T.P.	Pauci	Notes
Phyllocosmus	Ixonanthaceae	PRA		
Physacanthus	Acanthaceae	G	oui	
Picralima	Apocynaceae	GC	oui	
Piper	Piperaceae	Pan		
Piptadeniastrum	Mimosaceae	GC	oui	
Piptostigma	Annonaceae	GC		
Placodiscus	Sapindaceae	GC		
Plagiosiphon	Caesalpiniaceae	GC		
Plagiostyles	Euphorbiaceae	CG	oui	
Pleiocarpa	Apocynaceae	GC	oui	
Pleopeltis	Polypodiaceae	Pan		
Podococcus	Arecaceae	BG	oui	
Poecilocalyx	Rubiaceae	GC	oui	peut-être uniquement G?
Poga	Anisophylleaceae	BGA	oui	
Pollia	Commelinaceae	Pal		
Polyalthia	Annonaceae	Pal		
Polycephalium	Icacinaceae	GC	oui	
Polyceratocarpus	Annonaceae	BG		
Polyspatha	Commelinaceae	GC	oui	
Polystachya	Orchidaceae	Pan		
Pouchetia	Rubiaceae	PRA		
Prioria	Caesalpiniaceae	Pan		
Protomegabaria	Euphorbiaceae	GC	oui	
Pseuderanthemum	Acanthaceae	Pan		
Psorospermum	Clusiaceae	AM		
Psychotria	Rubiaceae	Pan		
Psydrax	Rubiaceae	Pal		
Pteleopsis	Combretaceae	PRA		
Pteris	Pteridaceae	Omni		
Pterocarpus	Fabaceae	Pan		
Pterygota	Sterculiaceae	Pal		
Ptychopetalum	Olacaceae	AA	oui	4 espèces dont 2 en Amérique
Puelia	Poaceae	GC		
Pycnanthus	Myristicaceae	PRA	oui	
Pycnocomma	Euphorbiaceae	AM		
Pyrenacantha	Icacinaceae	Pal		
Quassia	Simaroubaceae	AA	oui	1 sp. amazonienne et 1 sp. africaine
Raphia	Arecaceae	Indet		
Raphidophora	Araceae	Pal		
Rauvolfia	Apocynaceae	Pan		
Reissantia	Hippocrateaceae	Pal		
Renealmia	Zingiberaceae	AA		
Rhabdophyllum	Ochnaceae	PRA		
Rhaptopetalum	Scytopetalaceae	GC		
Rhinacanthus	Acanthaceae	Pal		
Rinorea	Violaceae	Pan		
Ritchiea	Capparidaceae	PRA		
Rothmannia	Rubiaceae	Pal		
Rourea	Connaraceae	Pan		
Ruellia	Acanthaceae	Pan		
Sabicea	Ebenaceae	AA		
Sabicea	Rubiaceae	AA		
Sacoglottis	Humiriaceae	AA		seule espèce africaine du genre
Salacia	Hippocrateaceae	Pan		
Sapindus	Sapindaceae	Pan		
Sarcophrynium	Marantaceae	GC		
Scaphopetalum	Sterculiaceae	GC		
Schefflera	Araliaceae	Pan		
Schumanniophyton	Rubiaceae	GC	oui	
Sclerocroton	Euphorbiaceae	Pal		
Scorodophloeus	Caesalpiniaceae	PRA	oui	
Scottellia	Flacourtiaceae	GC	oui	
Scyphocephalium	Myristicaceae	BG	oui	
Scyphosyce	Moraceae	BGA	oui	
Scytopetalum	Scytopetalaceae	GC	oui	
Selaginella	Selaginellaceae	Omni		

Genre	Famille	T.P.	Pauci	Notes
Setaria	Poaceae	Omni		
Sherbournia	Rubiaceae	GC		
Sibangea	Euphorbiaceae	CG	oui	
Sindoropsis	Caesalpiniaceae	BGAOr	oui	
Smeathmannia	Passifloraceae	G	oui	
Smilax	Smilacaceae	Omni		
Sorindeia	Anacardiaceae	AM		
Soyauxia	Medusandraceae	G		
Spathandra	Melastomataceae	G	oui	
Stachyothyrus	Caesalpiniaceae	GC	oui	
Stanfieldiella	Commelinaceae	GC		
Staudtia	Myristicaceae	CG	oui	
Stelechantha	Rubiaceae	G	oui	
Stemonocoleus	Caesalpiniaceae	GC	oui	
Stenandrium	Acanthaceae	AM		
Sterculia	Sterculiaceae	Pan		
Stipularia	Rubiaceae	Indet		
Strephonema	Combretaceae	GC	oui	
Strombosia	Olacaceae	Pal		
Strombosiopsis	Olacaceae	GC	oui	
Strychnos	Loganiaceae	Pan		
Stylochaeton	Araceae	PRA		
Symphonia	Clusiaceae	AA		
Synsepalum	Sapotaceae	GC		
Syzygium	Myrtaceae	Pal		
Tabernaemontana	Apocynaceae	Indet		
Tapura	Dichapetalaceae	AA	oui	
Tarenna	Rubiaceae	Pal		
Tectaria	Dryopteridaceae	Pan		
Terminalia	Combretaceae	Pan		
Tessmannia	Caesalpiniaceae	GC		
Tetraberlinia	Caesalpiniaceae	GC		
Tetracera	Dilleniaceae	Pan		
Tetrapleura	Mimosaceae	PRA	oui	
Thomandersia	Acanthaceae	GC		
Thonningia	Balanophoraceae	GC	oui	
Tieghemella	Sapotaceae	GC	oui	
Treculia	Moraceae	AM	oui	
Tricalysia	Rubiaceae	Pal		
Trichillia	Meliaceae	Pan		
Trichomanes	Hymenophyllaceae	Pan		
Trichoscypha	Anacardiaceae	GC		
Trichostachys	Rubiaceae	PRA		ou GC?
Tridactyle	Orchidaceae	PRA		
Trilepisium	Moraceae	AM	oui	
Turraeanthus	Meliaceae	GC		
Uapaca	Euphorbiaceae	AM		
Urera	Urticaceae	Pan		
Uvaria	Annonaceae	Pal		
Uvariastrum	Annonaceae	PRA		
Uvariopsis	Annonaceae	PRA		
Vangueriopsis	Rubiaceae	GC	oui	
Vanilla	Orchidaceae	Pan		
Vepris	Rutaceae	Pal		
Vitex	Verbenaceae	Omni		
Voacanga	Apocynaceae	AM		
Warneckea	Melastomataceae	AM		
Xylopi	Annonaceae	Pan		
Zanthoxylum	Rutaceae	Pan		
Zeuxine	Orchidaceae	Pal		
Zeyherella	Sapotaceae	PRA		

Annexe 17. Agrandissement de la Fig.83 centré sur le domaine bas-guinéen.

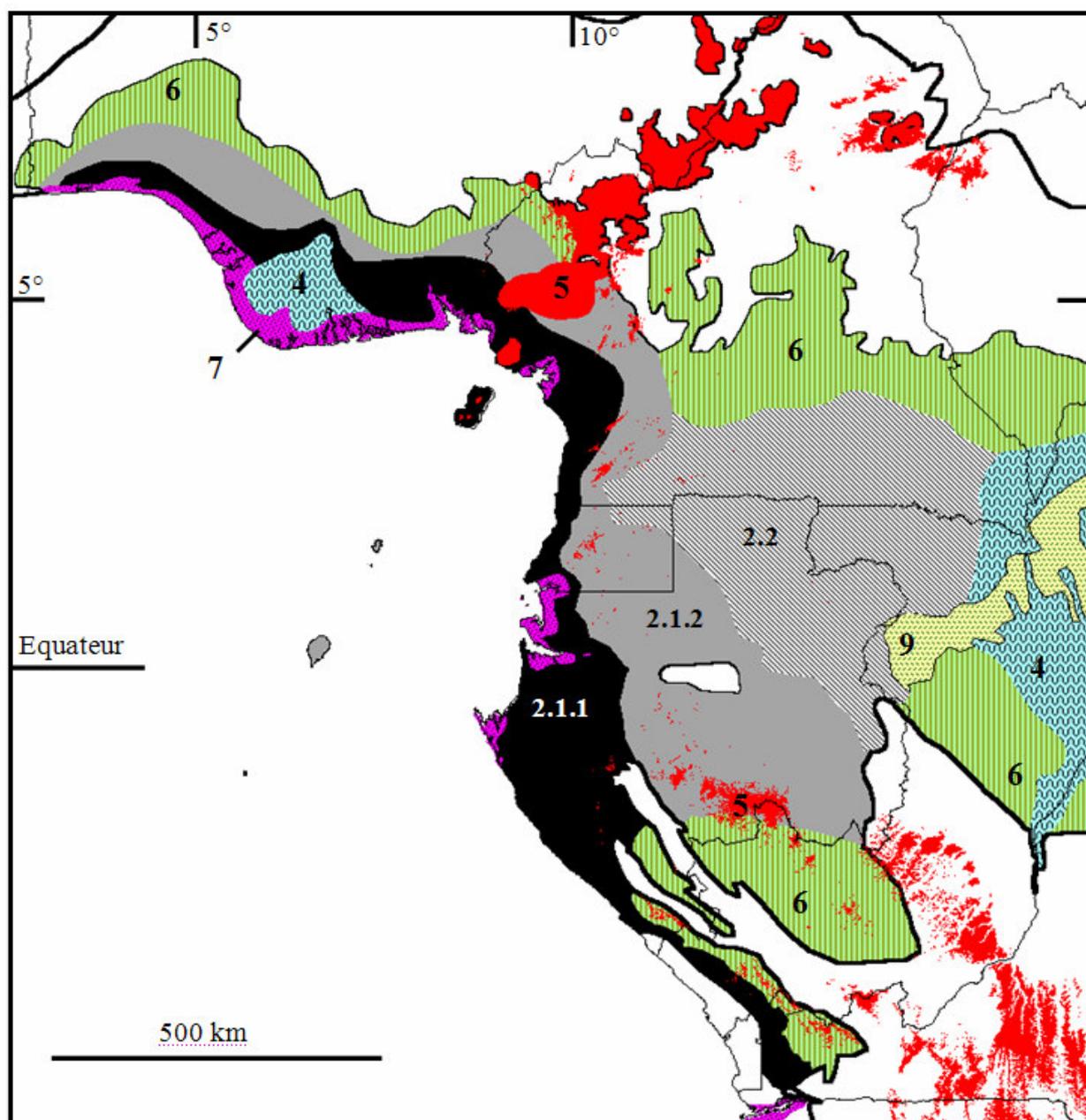
Légende

Types zonaux (représentés en nuances de gris)

2-domaine bas-guinéen	BG
2.1 secteur atlantique	BGA
2.1.1 district littoral	BGALit
2.1.2 district oriental	BGAOr
2.2 secteur continental	BGC

Types azonaux (représentés en couleur) édaphiques, dynamiques, liés à un climat local ou très stressant (variabilité zonale mal connue, à étudier)

- 4-formations hydromorphes
- 5-formations d'altitude (région afromontagnarde, TROUPIN 1966, + région afroalpine, WHITE 1978a)
- 6-formations semi-décidues: parfois considérées comme un district particulier au sein de chaque domaine ou encore rattachées à la zone de transition de mosaïque forêt/savane dont on suppose alors qu'elle est d'origine anthropique (SCHNELL 1976)
- 7-mangroves (région littorale intertropicale, TROUPIN 1966)
- 8-formations forestières secondaires (non reprises dans la figure)
- 9-formations azonales de nature édaphique



Annexe 18. Données utilisées pour la réalisation des *Fig.86* a et b. Les principales données de nos inventaires personnels sont incluses (Af.Sent) et suivent la symbolique habituelle (cf. *Fig.54*). La richesse spécifique (RSp) et la diversité alpha de Fisher (Fa) sont mentionnées pour des efforts d'échantillonnage exprimés en individus (Ab). La surface des relevés est parfois mentionnée (S). Les continents représentés sont l'Afrique (Af.), l'Asie (As.) et l'Amérique (Am.) tropicales. Pour la symbolique des types forestiers, confer *Tab.30*. Pour l'Afrique, les zones sont représentées par la symbolique des phytochories présentée à la *Fig.83*.

S (m ²)	Ab	RSp	Fa	Source	Strate	Continent	Région	T.Forêt
800	57	26	18.92	Proctor & al. 1983	Ad+A	As.	îles mal.	fdh+H
40000	57	26	18.86	Condit & al. 1996	E	As.	îles mal.	fdh
1239	58	29	23.88	Blanc & al. 2000	Ad+A	As.	Indo-Mal.	fds
800	62	35	32.21	Proctor & al. 1983	Ad+A	As.	îles mal.	fdh
390	62	19	9.32	Proctor & al. 1988	Ad	As.	îles mal.	fdh+SM
2000	64	10	3.31	Van Andel 2003	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh+mar
1000	65	31	22.6	Brewer & al. 2003	Ad	Am.	centrale	fdhs
1000	66	15	6.03	Van Andel 2003	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh+mar
790	68	34	27.52	Proctor & al. 1988	Ad	As.	îles mal.	fdh
40000	69	29	18.38	Condit & al. 1996	E	Am.	centrale	fdhs
14180	75	18	7.53	Eggeling 1947	A	Af.	C	fdhsd+SM
10000	75	46	51.03	Condit & al. 1996	A	As.	îles mal.	fdh
10000	76	30	18.29	Reitsma 1988	A	Af.	BG	fdh
50000	82	23	10.61	Lejoly 1996 (in Senterre 1999)	E	Af.	BG	fdh
10000	82	35	23.25	Condit & al. 1996	A	Am.	centrale	fdhs
	83	42	33.96	Cont	A	Af.	BG	fdhs
	87	41	30.27	Cont	A	Af.	BG	fdhs
7709	88	59	78.39	Poore 1964	A	As.	îles mal.	fdh
1000	88	33	19.17	Huang & al. 2003	Ad	Af.	Or	fdhsd+MI
14180	90	25	11.08	Eggeling 1947	A	Af.	C	fdhsd
1917	91	53	52.71	Lieberman & al. 1996	Ad	Am.	centrale	fdh
8080	93	48	39.6	Poore 1964	A	As.	îles mal.	fdh
1200	93	45	34.01	Proctor & al. 1983	Ad+A	As.	îles mal.	fdh
1751	94	46	35.33	Lieberman & al. 1996	Ad	Am.	centrale	fdh+SM
1000	95	15	5.02	Van Andel 2003	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh+mar
2474	96	32	16.52	Blanc & al. 2000	Ad+A	As.	Indo-Mal.	fds
3000	96	12	3.61	Van Andel 2003	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh+mar
2030	97	37	21.35	Lieberman & al. 1996	Ad	Am.	centrale	fdh+MI
2038	97	34	18.65	Lieberman & al. 1996	Ad	Am.	centrale	fdh+MI
461	97	30	15.17	Brewer & al. 2003	Ad+A+ar	Am.	centrale	fdhs
10000	98	14	4.61	Condit & al. 1996	A	As.	Indo-Mal.	fdhsd
	98	39	23.97	Cont	A	Af.	BG	fdhs
1600	98	70	109.82	Proctor & al. 1983	Ad+A	As.	îles mal.	fdh+all
	100	67	88.5	Prévost & Sabatier 1996 (Fig.4a)	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh
	100	59	61.4	Prévost & Sabatier 1996 (Fig.4a)	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh
	100	38	22.3	Senterre 2001	E	Af.	BG	fdh
	100	34	18.1	LitCotBas	A	Af.Sent	BG	fdhh
	100	40	24.7	LitCotBas	A	Af.Sent	BG	fdhh
	100	40	24.7	LitCotBas	A	Af.Sent	BG	fdhh
	100	39	23.5	LitCotCol	A	Af.Sent	BG	fdhh
	100	46	33	LitCotCol	A	Af.Sent	BG	fdhh
	100	31	15.3	LitInflBas	A	Af.Sent	BG	fdhh
	100	44	30	LitInflBas	A	Af.Sent	BG	fdhh
	100	46	33	LitInflBas	A	Af.Sent	BG	fdhh
	100	47	34.5	LitInflBas	A	Af.Sent	BG	fdhh
	100	43	28.6	LitInflBas	A	Af.Sent	BG	fdhh
	100	40	24.7	LitInflBas	A	Af.Sent	BG	fdhh
	100	47	34.5	LitInflBas	A	Af.Sent	BG	fdhh
	100	45	31.4	LitInflCol	A	Af.Sent	BG	fdhh
	100	46	33	LitInflCol	A	Af.Sent	BG	fdhh
	100	44	30	LitInflCol	A	Af.Sent	BG	fdhh
	100	43	28.6	OrInfl	A	Af.Sent	BG	fdh
	100	39	23.5	OrInfl	A	Af.Sent	BG	fdh
	100	50	39.7	OrInfl	A	Af.Sent	BG	fdh
	100	41	25.9	Or	A	Af.Sent	BG	fdh
	100	47	34.5	Or	A	Af.Sent	BG	fdh
	100	54	47.8	Or	A	Af.Sent	BG	fdh
	100	44	30	Or	A	Af.Sent	BG	fdh
	100	39	23.5	Cont	A	Af.Sent	BG	fdhs
	100	35	19.1	MontInf	A	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	27	12.1	MontInf	A	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	29	13.7	MontInf	A	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	25	10.6	MontInf	A	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	40	24.7	MontInf	A	Af.Sent	BG	fdh+SM

S (m ²)	Ab	RSp	Fa	Source	Strate	Continent	Région	T.Forêt
	100	39	23.5	MontInf	A	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	36	20.1	MontSup	A	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	22	8.7	MontSup	A	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	32	16.2	MontTyp	A	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	23	9.3	MontTyp	A	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	16	5.3	MontTyp	A	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	39	23.5	LitCotBas	Ad	Af.Sent	BG	fdhh
	100	34	18.1	LitCotBas	Ad	Af.Sent	BG	fdhh
	100	34	18.1	LitCotBas	Ad	Af.Sent	BG	fdhh
	100	43	28.6	LitCotCol	Ad	Af.Sent	BG	fdhh
	100	47	34.5	LitCotCol	Ad	Af.Sent	BG	fdhh
	100	42	27.2	LitInflBas	Ad	Af.Sent	BG	fdhh
	100	48	36.2	LitInflBas	Ad	Af.Sent	BG	fdhh
	100	53	45.7	LitInflBas	Ad	Af.Sent	BG	fdhh
	100	42	27.2	LitInflBas	Ad	Af.Sent	BG	fdhh
	100	48	36.2	LitInflBas	Ad	Af.Sent	BG	fdhh
	100	46	33	LitInflBas	Ad	Af.Sent	BG	fdhh
	100	42	27.2	LitInflBas	Ad	Af.Sent	BG	fdhh
	100	51	41.6	LitInflCol	Ad	Af.Sent	BG	fdhh
	100	48	36.2	LitInflCol	Ad	Af.Sent	BG	fdhh
	100	48	36.2	LitInflCol	Ad	Af.Sent	BG	fdhh
	100	36	20.1	OrInfl	Ad	Af.Sent	BG	fdh
	100	44	30	OrInfl	Ad	Af.Sent	BG	fdh
	100	50	39.7	OrInfl	Ad	Af.Sent	BG	fdh
	100	47	34.5	Or	Ad	Af.Sent	BG	fdh
	100	47	34.5	Or	Ad	Af.Sent	BG	fdh
	100	35	19.1	Or	Ad	Af.Sent	BG	fdh
	100	37	21.2	Or	Ad	Af.Sent	BG	fdh
	100	42	27.2	Cont	Ad	Af.Sent	BG	fdhs
	100	45	31.4	MontInf	Ad	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	34	18.1	MontInf	Ad	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	35	19.1	MontInf	Ad	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	30	14.5	MontInf	Ad	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	37	21.2	MontInf	Ad	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	42	27.2	MontInf	Ad	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	39	23.5	MontSup	Ad	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	43	28.6	MontSup	Ad	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	43	28.6	MontTyp	Ad	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	16	5.3	MontTyp	Ad	Af.Sent	BG	fdh+SM
	100	24	10	MontTyp	Ad	Af.Sent	BG	fdh+SM
2360	100	58	57.43	Reitsma 1988	Ad+A+Lli	Af.	BG	fdh
	101	46	32.62	Senterre 2001	Ad+A	Af.	BG	fdh
	101	45	31.12	Senterre 2001	A	Af.	BG	fdh
1000	102	70	98.69	Small & al. 2004	Ad+A+ar	As.	îles mal.	fdh
1190	102	47	33.79	Proctor & al. 1988	Ad	As.	îles mal.	fdh
2066	103	64	72.84	Reitsma 1988	Ad+A+Lli	Af.	BG	fdh
2595	103	34	17.74	Reitsma 1988	Ad+A+Lli	Af.	BG	fdh
14180	103	10	2.55	Eggeling 1947	A	Af.	C	fdhsd+SM
1600	103	21	8.12	Proctor & al. 1983	Ad+A	As.	îles mal.	fdh+Ca
1808	103	28	12.98	Lieberman & al. 1996	Ad	Am.	centrale	fdh+MI
2500	104	51	39.45	Lejoly 1996 (in Senterre 1999)	Ad+A	Af.	BG	fdh
1909	105	67	79.91	Lieberman & al. 1996	Ad	Am.	centrale	fdh
225000	108	41	24.09	Lejoly 1996 (in Senterre 1999)	E	Af.	BG	fdh
2484	109	38	20.58	Reitsma 1988	Ad+A+Lli	Af.	BG	fdh
2352	110	43	26.24	Blanc & al. 2000	Ad+A	As.	Indo-Mal.	fds
1000	111	40	22.8	Brewer & al. 2003	Ad+A+ar	Am.	centrale	fdhs
672	111	40	22.03	Brewer & al. 2003	Ad+A+ar	Am.	centrale	fdhs
1000	112	33	15.5	Brewer & al. 2003	Ad+A+ar	Am.	centrale	fdhs
1600	113	49	32.32	Proctor & al. 1983	Ad+A	As.	îles mal.	fdh+H
2008	115	56	43.19	Proctor & al. 1988	Ad	As.	îles mal.	fdh
1784	117	18	5.85	Lieberman & al. 1996	Ad	Am.	centrale	fdh+MS
3678	122	10	2.62	Eggeling 1947	Ad	Af.	C	fdhsd+SM
10000	124	40	20.46	Reitsma 1988	A	Af.	BG	fdh
14180	124	33	14.7	Eggeling 1947	A	Af.	C	fdhsd+mar
2500	128	56	37.88	Lejoly 1996 (in Senterre 1999)	Ad+A	Af.	BG	fdh
1190	128	67	57.59	Proctor & al. 1988	Ad	As.	îles mal.	fdh+SM
2000	133	17	5.17	Van Andel 2003	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh+mar
1000	134	34	14.45	Brewer & al. 2003	Ad	Am.	centrale	fdhs
1000	136	43	21.89	Brewer & al. 2003	Ad+A+ar	Am.	centrale	fdhs
2500	137	62	43.56	Lejoly 1996 (in Senterre 1999)	Ad+A	Af.	BG	fdh

S (m ²)	Ab	RSp	Fa	Source	Strate	Continent	Région	T.Forêt
2500	148	67	47.37	Lejoly 1996 (in Senterre 1999)	Ad+A	Af.	BG	fdh
5000	148	40	18.04	Lejoly 1996 (in Senterre 1999)	Ad+A	Af.	BG	fdh
3726	148	40	17.68	Eggeling 1947	Ad	Af.	C	fdhsd+mar
3726	157	22	6.94	Eggeling 1947	Ad	Af.	C	fdhsd+SM
3304	162	95	96.58	Poore 1964	Ad+A	As.	îles mal.	fdh
14775	169	97	94.37	Poore 1964	A	As.	îles mal.	fdh
3726	180	33	11.81	Eggeling 1947	Ad	Af.	C	fdhsd
16101	185	68	38.81	Poore 1964	A	As.	îles mal.	fdh
4000	188	77	48.6	Newbery & al. 1992	Ad+A	As.	îles mal.	fdh
10000	195	18	4.83	Blanc & al. 2000		As.	Indo-Mal.	fdh+Cid
400	195	54	24.46	Condit & al. 1996	Ad+A+ar	Am.	centrale	fdhs
3960	203	83	52.36	Proctor & al. 1988	Ad	As.	îles mal.	fdh
400	206	119	116.44	Valencia & al. 2004	ar	Am.	centrale	fdh
10000	220	51	20.83	Reitsma 1988	Ad+A	Af.	BG	fdh
4050	231	85	48.51	Proctor & al. 1988	Ad	As.	îles mal.	fdh
5000	235	84	46.86	Gesnot & al. 1996	Ad+A	Af.	BG	fdh
1000	236	42	14.86	Brewer & al. 2003	Ad+A+ar	Am.	centrale	fdhs
400	239	130	116.21	Valencia & al. 2004	ar	Am.	centrale	fdh
3890	246	85	45.94	Proctor & al. 1988	Ad	As.	îles mal.	fdh
2330	251	91	51.27	Proctor & al. 1988	Ad	As.	îles mal.	fdh+SM
225000	252	67	29.83	Lejoly 1996 (in Senterre 1999)	E	Af.	BG	fdh
2398	258	92	50.53	Proctor & al. 1988	Ad	As.	îles mal.	fdh+SM
250000	268	64	26.65	Lejoly 1996 (in Senterre 1999)	E	Af.	BG	fdh
400	268	127	94.05	Condit & al. 1996	Ad+A+ar	As.	îles mal.	fdh
400	275	139	111.6	Valencia & al. 2004	ar	Am.	centrale	fdh
2250	285	91	46.16	Proctor & al. 1988	Ad	As.	îles mal.	fdh
10000	295	65	25.78	Lejoly 1996 (in Senterre 1999)	Ad+A	Af.	BG	fdh
250000	297	47	15.71	White 1992	E	Af.	BG	fdhs
10000	301	22	5.49	Condit & al. 1996	Ad+A	As.	Indo-Mal.	fdhsd
5000	301	92	45.13	Lejoly & al. 1996	Ad+A	Af.	BG	fdhs
40000	302	113	65.83	Condit & al. 1996	A	As.	îles mal.	fdh
7500	313	97	48.16	Lejoly 1996 (in Senterre 1999)	Ad+A	Af.	BG	fdh
250000	318	70	27.77	Sonké & Lejoly 1998	E	Af.	BG	fdhs
10000	321	28	7.37	Van Andel 2003	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh+mar
40000	330	70	27.19	Condit & al. 1996	A	Am.	centrale	fdhs
4050	330	103	51.42	Proctor & al. 1988	Ad	As.	îles mal.	fdh
250000	330	42	12.76	White 1992	E	Af.	BG	fdhs
3910	352	104	49.78	Proctor & al. 1988	Ad	As.	îles mal.	fdh
10000	358	56	18.62	Leigh & Lao 2000	Ad+A	Af.	C	fdh+SM
400	361	147	92.74	Valencia & al. 2004	ar	Am.	centrale	fdh+Cid
	362	74	28.14	Senterre 2001	E	Af.	BG	fdh
250000	370	62	21.3	White 1992	E	Af.	BG	fdhs
100000	381	113	54.27	Pélissier & al. 2003	E	Am.	E-Amaz.	fdh
10000	389	57	18.4	Blanc & al. 2000	Ad+A	As.	Indo-Mal.	fds
40000	390	26	6.2	Condit & al. 1996	A	As.	Indo-Mal.	fdhsd
10000	392	65	22.21	Reitsma 1988	Ad+A	Af.	BG	fdh
10000	396	69	24.16	Reitsma 1988	Ad+A+Lli	Af.	BG	fdh
250000	408	70	24.32	White 1992	E	Af.	BG	fdhs
250000	410	80	29.67	Lejoly 1996 (in Senterre 1999)	E	Af.	BG	fdh
305000	410	58	18.43	Gesnot & al. 1996	E	Af.	BG	fdh
10000	413	100	41.95	Reitsma 1988	Ad+A	Af.	BG	fdh
10000	419	70	24.01	Blanc & al. 2000		As.	Indo-Mal.	fdh+Cid
5000	420	58	18.24	Achoundong 1985	Ad+A+ar	Af.	BG	fdh
10000	422	197	143.83	Small & al. 2004	Ad+A	As.	îles mal.	fdh
10000	425	91	35.64	Condit & al. 1996	Ad+A	Am.	centrale	fdhs
10000	425	109	47.41	Reitsma 1988	Ad+A+Lli	Af.	BG	fdh
250000	427	55	16.79	White 1992	E	Af.	BG	fdhs
10000	429	77	27.36	Reitsma 1988	Ad+A	Af.	BG	fdh
10000	429	77	27.36	Reitsma 1988		Af.	BG	fdh
10000	430	78	27.86	Leigh & Lao 2000	Ad+A	Af.	BG	fdhh
10000	438	85	31.44	Reitsma 1988	Ad+A+Lli	Af.	BG	fdh
38544	440	154	83.82	Poore 1964	A	As.	îles mal.	fdh
5000	440	61	19.22	Achoundong 1985	Ad+A+ar	Af.	BG	fdh
10000	440	69	22.97	Leigh & Lao 2000	Ad+A	Af.	C	fdhs
10800	441	31	7.6	Lyaruu & al. 2000	Ad+A	Af.	Or	fdhsd+MI
10000	446	65	20.93	Leigh & Lao 2000	Ad+A	As.	Indo-Mal.	fdh
10000	446	65	20.93	Ayyappan & Parthasarathy 1999	Ad+A	As.	Indo-Mal.	fdhsd
10000	459	71	23.49	Johnston & Gillman 1995 (in Van Andel 2001)	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh
10000	459	71	23.49	Ek unpubl. (in Van Andel 2001)	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh
10000	461	132	61.41	Sonké & Lejoly 1998	Ad+A	Af.	BG	fdhs

S (m ²)	Ab	RSp	Fa	Source	Strate	Continent	Région	T.Forêt
10000	467	83	29.34	Van Andel 2001	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh
10000	469	81	28.23	Blanc & al. 2000	Ad+A	As.	Indo-Mal.	fds
10000	469	125	55.75	Gesnot & al. 1996	Ad+A	Af.	BG	fdh
9899	470	113	46.93	Lieberman & al. 1996	Ad	Am.	centrale	fdh
14180	471	18	3.71	Eggeling 1947	Ad	Af.	C	fdhsd+SM
9932	474	54	15.65	Lieberman & al. 1996	Ad	Am.	centrale	fdh+MI
5000	475	61	18.6	Achoundong 1985	Ad+A+ar	Af.	BG	fdh
	475	99	38.05	Senterre 2001	A	Af.	BG	fdh
10038	481	64	19.73	Lieberman & al. 1996	Ad	Am.	centrale	fdh+MI
10000	485	123	53.11	Reitsma 1988	Ad+A	Af.	BG	fdh
10000	493	59	17.48	Comiskey & al. 1994 (in Van Andel 2001)	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh
10000	496	92	33.24	Van Andel 2001	Ad+A+Lli	Am.	E-Amaz.	fdh
5000	497	72	23.12	Achoundong 1985	Ad+A+ar	Af.	BG	fdh
10000	497	131	58	Reitsma 1988	Ad+A+Lli	Af.	BG	fdh
10134	498	169	89.88	Poore 1964	Ad+A	As.	îles mal.	fdh
10000	504	85	29.29	Comiskey & al. 1994 (in Van Andel 2001)	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh
10000	513	138	61.93	Lejoly 1996 (in Senterre 1999)	Ad+A	Af.	BG	fdh
10000	514	26	5.83	Condit & al. 1996	Ad+A+ar	As.	Indo-Mal.	fdhsd
10000	523	127	53.37	Van Gernerden & al. 2003	Ad+A	Af.	BG	fdh
10000	524	90	31.29	Van Andel 2001	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh+Cid
1000	524	88	30.26	Van Andel 2001	ar	Am.	E-Amaz.	fdh
10000	528	95	33.79	Van Andel 2001	Ad+A+Lli	Am.	E-Amaz.	fdh+Cid
10000	529	206	123.88	Condit & al. 1996	Ad+A	As.	îles mal.	fdh
9912	530	100	36.39	Lieberman & al. 1996	Ad	Am.	centrale	fdh+SM
10000	533	86	29.01	Van Andel 2001	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh
10000	540	91	31.34	Blanc & al. 2000		As.	Indo-Mal.	fdh+Cid
	543	134	56.88	Senterre 2001	Ad+A	Af.	BG	fdh
9897	545	149	67.56	Lieberman & al. 1996	Ad	Am.	centrale	fdh
10000	549	119	46.76	Lejoly 1996 (in Senterre 1999)	Ad+A	Af.	BG	fdh
10000	550	95	33.12	Van Andel 2001	Ad+A+Lli	Am.	E-Amaz.	fdh
	550	175	88.51	Prévost & Sabatier 1996 (Fig.4a)	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh
500000	560	25	5.36	Condit & al. 1996	E	As.	Indo-Mal.	fdhsd
14180	562	80	25.5	Eggeling 1947	Ad	Af.	C	fdhsd+mar
12000	564	141	60.55	Newbery & al. 1992	Ad+A	As.	îles mal.	fdh
10013	573	44	11.01	Lieberman & al. 1996	Ad	Am.	centrale	fdh+MI
10000	575	172	83.13	Phillips & al. 1994 (in Van Andel 2001)	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh
4800	586	93	31.13	Valencia & al. 2004	ar	Am.	centrale	fdh+Cid
1000	590	139	57.34	Van Andel 2001	ar	Am.	E-Amaz.	fdh+Cié
10000	590	167	77.59	Lejoly 1996 (in Senterre 1999)	Ad+A	Af.	BG	fdh
14180	597	36	8.42	Eggeling 1947	Ad	Af.	C	fdhsd+SM
10000	615	215	117.33	Proctor & al. 1983	Ad+A	As.	îles mal.	fdh+all
444150	618	94	30.86	Lejoly & al. 1996	E	Af.	BG	fdhs
	630	135	52.5	Prévost & Sabatier 1996 (Fig.4a)	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh
15000	644	91	28.91	Davis & Richards 1934 (in Van Andel 2001)	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh
10000	644	74	21.77	Proctor & al. 1983	Ad+A	As.	îles mal.	fdh+Ca
9906	648	29	6.15	Lieberman & al. 1996	Ad	Am.	centrale	fdh+MS
10000	649	94	30.19	Boom 1986 (in Van Andel 2001)	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh
10000	650	73	21.1	Van Andel 2001	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh+Cié
10000	657	78	23.04	Van Andel 2001	Ad+A+Lli	Am.	E-Amaz.	fdh+Cié
22500	664	106	35.59	Lejoly 1996 (in Senterre 1999)	Ad+A	Af.	BG	fdh
10000	664	27	5.65	Van Andel 2003	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh+mar
10000	682	70	19.55	Leigh & Lao 2000	Ad+A	As.	Indo-Mal.	fdh
14180	685	55	14.2	Eggeling 1947	Ad	Af.	C	fdhsd
10000	708	125	43.89	Proctor & al. 1983	Ad+A	As.	îles mal.	fdh+H
500000	715	102	32.54	Condit & al. 1996	E	As.	îles mal.	fdh
1000	716	91	27.64	Van Andel 2001	ar	Am.	E-Amaz.	fdh
21000	744	52	12.72	Fanshawe 1954 (in Van Andel 2001)	Ad+A	Am.	E-Amaz.	fdh
10000	760	108	34.4	Reitsma 1988	Ad+A+ar	Af.	BG	fdh
25000	760	84	24.13	White 1992	Ad+A	Af.	BG	fdhs

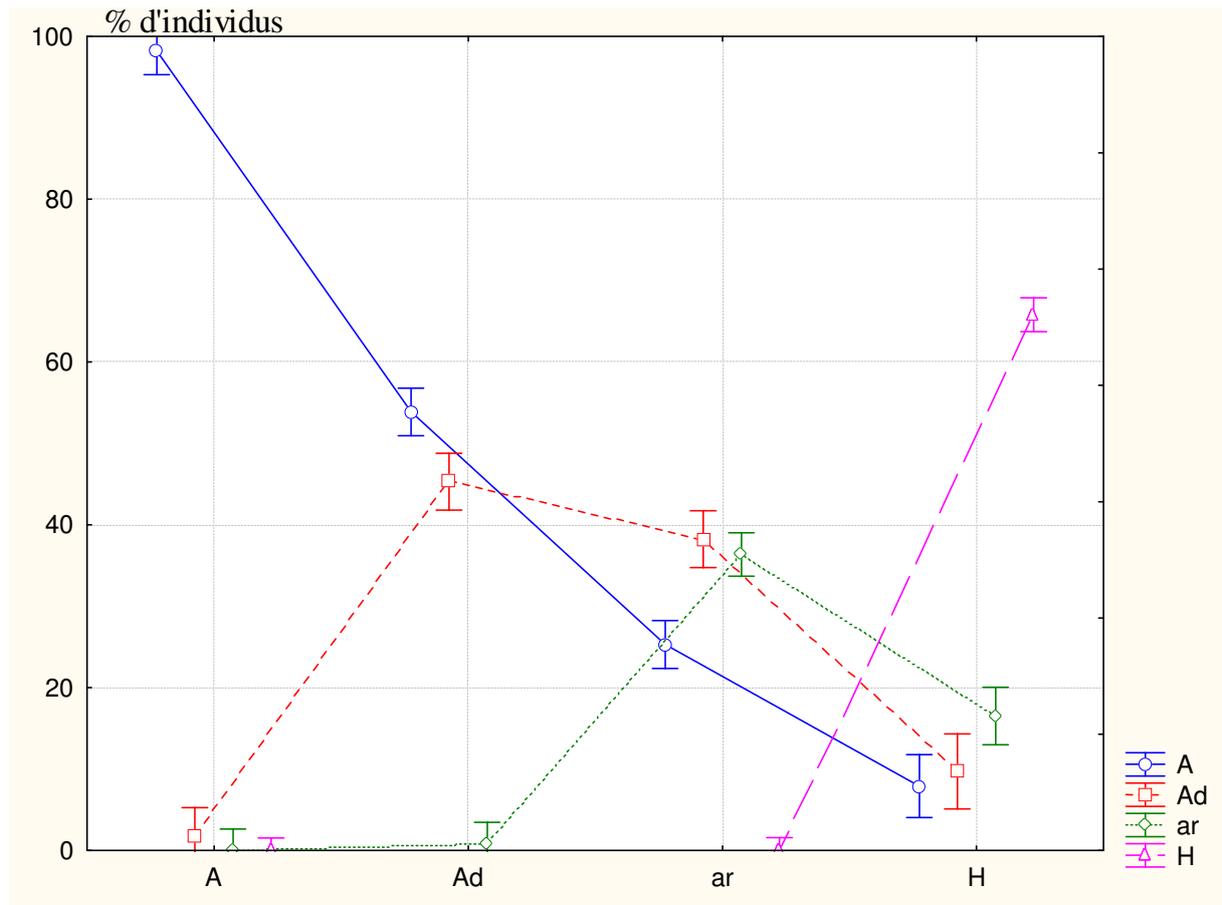
Annexe 19. Liste des taxons rares ou supposés nouveaux pour la science, observés lors de la réalisation de nos relevés phytosociologiques. Les trois critères utilisés pour définir les catégories de rareté de Rabinovitz (1981 in PITMAN & al. 1999) sont précisés et un petit commentaire reprend les informations trouvées dans les flores (FG-Flore du Gabon, FC-Flore du Cameroun, FAC-Flore d'Afrique Centrale, etc.).

RabinoGeogr	RabinoHabit	RabinoAbond	Espèce	Distribution
Narrow	Narrow	Large	<i>Achyrospermum</i> sp.nov.1	herbier vu par A.Paton: probablement nouvelle espèce
Narrow	Narrow	Large	aff. <i>Soyauxia grandifolia</i> Gilg & Stapf	il s'agit très probablement d'une espèce nouvelle affine de <i>S. grandifolia</i> et endémique submontagnarde; nous ne l'appellons pas sp.nov.1 car nous n'avons pas pu voir d'herbier pour toutes les espèces du genre
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Aidia rubens</i> (Hiern) G.Taylor	
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Allophylus ngounyensis</i> Pellegr.	rare et mal connue
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Alsodeiopsis rubra</i> Engl.	rare, seulement connue du SO-Cameroun et de la Guinée Equatoriale (FG)
Narrow	Narrow	Large	<i>Anthocleista</i> sp.nov.1	espèce nouvelle affine de <i>A. scandens</i> mais différent par ses feuilles plus petites et acuminées, ainsi que par les rameaux beaucoup plus fins
Narrow	Narrow	Narrow	Antrophyum annetii (Jeanp.) Tardieu	connue du Type collecté à Lolodorf (FC)
Narrow	Narrow	Large	<i>Ardisia ebolowensis</i> Taton	rare
Narrow	Narrow	Large	<i>Barteria solida</i> Breteler	décrite récemment
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Begonia</i> sp.nov.1	herbier étudié par de Wilde
Narrow	Narrow	Large	Cola argentea Mast.	rare, seulement connue par le Type (de Cocobeach) à l'époque de la FG, il est maintenant signalé au SE-Nigeria et SO-Cameroun
Narrow	Narrow	Large	<i>Cola duparquetiana</i> Baill.	très peu de localités connues parmi lesquelles une majorité de littorales; les localités plus orientales pourraient être des satellites submontagnards (comme pour nos observations par exemple)
Narrow	Narrow	Narrow	Cola mayimbensis Pellegr.	jusqu'ici seulement connu du Type collecté dans la région de Lastoursville
			<i>Crossandrella cristalensis</i> Champl. & Senterre	en cours de description
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Culcasia</i> sp.nov.1	architecture en lame verticale plaquée; espèce affine de <i>C. parviflora</i>
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Dactyladenia laevis</i> (Pierre ex De Wild.) Prance & F.White	n'est connue que de la région de Libreville
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Daniellia soyauxii</i> (Harms) Rolfe var. <i>soyauxii</i>	espèce assez rare et mal connue
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Dichapetalum montanum</i> Breteler	
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Dichapetalum rudatisii</i> Engl.	espèce connue uniquement du SE-Nigeria et SO-Cameroun ainsi que de Cocobeach au Gabon
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Diospyros pseudomespilus</i> Mildbr. subsp. <i>pseudomespilus</i>	espèce rare du SO-Nigeria au SO-Cameroun, jamais bien loin de l'océan
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Diospyros soyauxii</i> Gürke & K.Schum.	rare connue que de quelques collectes en forêts clairement littorales
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Diospyros</i> sp.nov.2	espèce assurément nouvelle connue de trois échantillons: l'un du SO-Cameroun, l'autre de Monte Alén et le troisième de Nsork
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Dischistocalyx minima</i> Champl. & Senterre	en cours de description
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Dischistocalyx purpureoviridis</i> Champl. & Senterre	en cours de description
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Dorstenia barteri</i> Bureau var. <i>barteri</i>	rare, du S-Cameroun (Korup)
Narrow	Narrow	Large	<i>Dorstenia dinklagei</i> Engl. var. <i>dinklagei</i>	rare, peut-être uniquement littorale?
Narrow	Narrow	Large	<i>Dorstenia mannii</i> Hook.f. var. <i>mannii</i>	rare mais semble limitée au littoral (FG, MO)
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Dorstenia mannii</i> Hook.f. var. <i>mungensis</i> (Engl.) Hijman	assez rare, dans les régions à relief accidenté
Narrow	Narrow	Large	<i>Dracaena viridiflora</i> Engl. & Krause	espèce très rare
Narrow	Narrow	Large	<i>Drypetes gabonensis</i> (Pierre) Hutch.	rare, seulement connue de quelques localités au Gabon
Narrow	Narrow	Large	<i>Eugenia klaineana</i> (Pierre) Engl.	assez rare depuis la région de Libreville jusqu'en Cabinda
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Eugenia librevillensis</i> Amshoff	seulement connue par le Type collecté par Klaine au Gabon?
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Garcinia quadrifaria</i> (Oliv.) Baill.	mal connue; cette espèce a été mise en synonymie avec <i>G. chromocarpa</i> mais nous préférons la considérer à part car il existe des différences indéniables entre les deux espèces
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Garcinia</i> sp.nov.1	caractérisée par une nervation de Melastomataceae; seulement connue des forêts sous influence littorale situées au pieds des premiers contreforts de la cordillère de Niefang
Narrow	Narrow	Large	<i>Hypolytrum pynaertii</i> (De Wild.) Nelmes	mal connue
Narrow	Narrow	Large	<i>Ixora aneimenodesma</i> K.Schum. subsp. <i>aneimenodesma</i>	Lolodorf: M'Banga Mt.; Bipindi (Zenker); Woleu-Ntem
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Korupodendron songweanum</i> Litt & Cheek	seulement connu de qqes individus à Korup et récemment redécouvert aux Mts de Cristal (Sunderland & al. 2004); caractérise assez bien notre communauté LitInflBas
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Leptonychia tessmannii</i> Engl.	seulement connue du Type collecté en Guinée Equato., en 1908
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Letestua durissima</i> (A.Chev.) Lecomte	exclusivement du Gabon et du Mayombe (FG); signalée par WAG aux Mts Doudou et Mts de Cristal
Narrow	Narrow	Large	<i>Lonchitis gracilis</i> Alston	assez rare, cette espèce semble essentiellement présente en altitude jusqu'à plus de 2000m
Narrow	Narrow	Large	<i>Maesobotrya longipes</i> (Pax) Hutch.	rare, n'est connue que du littoral Gabonais
Narrow	Narrow	Large	<i>Maesobotrya pauciflora</i> Pax	encore très mal connue; 1 collecte signalée dans la cuvette congolaise
Narrow	Narrow	Large	<i>Magnistipula conrauana</i> Engl.	n'est connue que des montagnes occidentales du Cameroun (FC)
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Manilkara fouilloiyana</i> Aubrév. & Pellegr.	surtout dans les Mts de Cristal et le Mayombe ainsi qu'au SO-Cameroun, Korup
Narrow	Narrow	Large	<i>Marquesia excelsa</i> (Pierre) R.E.Fr.	espèce rare, encore connue que des vieilles forêts de la frange BGAOr
Narrow	Narrow	Large	<i>Memecylon aequidanium</i> Jacq.-Fél.	rare, connue du Gabon et du Cameroun, en quelques localités de la zone sous influence littorale
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Memecylon</i> sp.nov.1	cette espèce nouvelle fait partie d'un petit groupe de <i>Memecylon</i> à rameaux exagérément ailés
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Mostuea neurocarpa</i> Gilg	seulement connue du SO-Cameroun et O des Monts de Cristal
Narrow	Narrow	Large	<i>Napoleonaea gabonensis</i> Liben	uniquement connu des forêts littorales gabonaises et camerounaises
Narrow	Narrow	Large	<i>Newtonia duncanthomasii</i> Mackinder & Cheek	espèce d'altitude affine de <i>N.duparquetiana</i>
Narrow	Narrow	Large	<i>Octoknema</i> sp.1	probablement espèce nouvelle, examinée par V.Malécot
Narrow	Narrow	Large	<i>Oubanguia laurifolia</i> (Pierre ex De Wild.) Tiegh.	rare
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Paropsia gabonica</i> Breteler	récemment décrite du Gabon
Narrow	Narrow	Large	<i>Pauridiantha micrantha</i> (Hiern) Bremek.	seulement connue des Mts. de Cristal, entre 350-400m
Narrow	Narrow	Large	<i>Pauridiantha venusta</i> N.Hallé	seulement connue des Mts de Cristal (FG)
Narrow	Narrow	Large	<i>Pavetta urophylla</i> Bremek. subsp. <i>bosii</i> S.D.Manning	seulement connue du sommet du Calvary Mt.; la subsp. type est connue des forêts marécageuses et ripicoles du Zaïre et du Congo Braz.!
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Petitiododon parviflorum</i> (Keay) Robbr.	rare, SE-Nigeria

RabinoGeogr	RabinoHabit	RabinoAbond	Espèce	Distribution
Narrow	Narrow	Large	<i>Phyllocosmus</i> sp.nov.1	
Narrow	Narrow	Large	<i>Poecilocalyx crystallinus</i> N.Hallé	seulement connue des Mts de cristal, sur pente forte vers 450m d'altitude (FG); nous avons retrouvé plusieurs herbiers nous permettant de compléter les données
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Pouchetia africana</i> A.Rich. var. <i>aequatorialis</i> N.Hallé	var. seulement connue de Bélinga et de Koulamotou (Gabon)
Narrow	Narrow	Large	<i>Puelia schumanniana</i> Pilg.	seulement connue du SO-Cameroun
Narrow	Narrow	Large	<i>Reissantia</i> sp.nov.1	
Narrow	Narrow	Large	<i>Rhaptopetalum depressum</i> Letouzey	uniquement connu de quelques échantillons du Mt Koupé (1200m) et de Lolodorf (950m)
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Rinorea caudata</i> (Oliv.) Kuntze	seulement connue du Type collecté au Cameroun (Lebrun & Stork 2003); site endémique BGALit par Achoundong (1996, p.539)
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Scaphopetalum longipedunculatum</i> Mast.	espèce mal connue dont le Type est de Guinée Equato.
Narrow	Narrow	Large	<i>Sibangea similis</i> (Hutch.) Radcl.-Sm.	seules quelques collectes connues, toutes en forêt submontagnarde ou dans les forêts vallicoles sous-jacentes
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Sorindeia oxyandra</i> H.Bourbou & Bretelet	récemment décrite
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Staudtia kamerunensis</i> Warb. var. <i>gabonensis</i> (Warb.) Fouilloy	cette variété est assez rare et se limite au NO du Gabon
Narrow	Narrow	Large	<i>Stelechantha cauliflora</i> (R.D.Good) Bremek.	rare
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Strychnos gnetifolia</i> Gilg ex Onochie & Hepper	de la zone côtière du S-Nigeria et SO-Cameroun (FG)
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Synsepalum fleuryanum</i> A.Chev.	rare
Narrow	Narrow	Large	<i>Synsepalum gabonense</i> (Aubrév. & Pellegr.) T.D.Penn.	seulement connue de quelques collectes de Le Testu, sans localité précise
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Tricalysia achoundongiana</i> Robbr., Sonké & Kenfack	décrite en 2002 du PN de Korup
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Tricalysia anomala</i> E.A.Bruce var. <i>guineensis</i> Robbr.	essentiellement BGC avec une population satellite en Côte d'Ivoire et une autre dans l'étage submontagnard de Monte Alén (par ailleurs présentant des caractères intermédiaires entre les 3 var.)
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Tricalysia</i> sp.nov.1	seulement 7 observations dans le BGALit
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Trichoscypha imbricata</i> Engl.	connue des forêts côtières du Gabon
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Tridactyle anthomaniaca</i> (Reich. f.) Summerh. subsp. <i>nana</i> Stévert & P.J.Cribb	endémique de Monte Alén! (Stévert & Cribb 2004)
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Uvaria lastourvillensis</i> Pellegr.	connue d'une collecte de Le Testu à Lastoursville
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Uvaria ngounyensis</i> Pellegr.	espèce mal connue: surtout en régions montagneuses et à populations transgressives dans les milieux vallicoles et riverains des basses altitudes
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Vangueriopsis gossweileri</i> Robyns	mal connue
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Vepris trifoliolata</i> (Engl.) Mziray	mal connue
Narrow	Narrow	Large	<i>Vitex lehmbachii</i> Gürke	régions de Buea, Bamenda (FWTA): assez rare et mal connue; affine de <i>V. grandifolia</i>
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Warneckea bebaiensis</i> (Gilg ex Engl.) Jacq.-Fél.	rare
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Warneckea cauliflora</i> Jacq.-Fél.	très rare, connue que de quelques localités du BGAOr, à la limite du BGC
Narrow	Narrow	Narrow	<i>Zanthoxylum buesgenii</i> (Engl.) P.G.Waterman	rare et mal connue

Annexe 20 Représentativité moyenne des différents ensembles structuraux au sein des principales strates, sur base des données des 37 relevés phytocénologiques. Pour chaque relevé, on calcule le rapport entre le nombre d'individus d'espèces d'un ensemble structural donné, observés dans la strate en question, par rapport au nombre total d'individus observés dans cette strate. Les traits verticaux représentent les intervalles de confiance à 95% (sur base d'une anova). Cette figure est une variante de la Fig.59.

Dans les forêts que nous avons étudiées, qui sont de nature assez variée, la strate des arbres dominés se compose toujours d'environ 45% d'individus d'arbres dominés et de 55% de jeunes individus d'espèces appartenant à la strate dominante. Pour la strate arbustive, l'élément propre représente de l'ordre de 35% des individus. Par conséquent, nous préconisons des relevés en **trois sous-relevés de strate ligneuse**: un sous-relevé de **100 arbres dominants (A)**, strate entièrement constituée de l'ensemble du présent), un sous-relevé d'**au moins 250 arbres dominés (Ad)**, sous la contrainte que ceux-ci doivent rester dans les limites d'homogénéité de la station) et un sous-relevé d'**au moins 300 arbustes (ar)**



Annexe 21. Planches photographiques illustrant nos recherches

Photo 1 : Mes collègues botanistes et amis équato-guinéens, Diosdado Obiang (à gauche) et Domingo Ngomo (à droite), lors de nos relevés en forêt littorale collinéenne à Mosumo (LitInflCol, Guinée Equatoriale).

Photo 2 : Diosdado Obiang posant avec un échantillon de *Schumanniohyton magnificum* var. *trimerum* (Rubiaceae).

Photo 3 : Magnifique vue sur le paysage montagneux de Monte Alén, depuis l'hôtel de la station Ecofac de Moca.

Photo 4 : Point de traversée du rio Uoro vers la station Ecofac de Mosumo ; a) au premier plan, on a une station de forêt planitiaire (LitInflBas) ; b) au second plan, on a une station de forêt collinéenne (LitInflCol) ; c) au troisième plan, le plus haut sommet sur la gauche de la photo est une station de forêt submontagnarde, à 800 m d'altitude (MontInf).

Photo 5 : Vue prise de la cordillère de Niefang, à proximité de nos relevés submontagnards de haute altitude (MontSup).

Photo 6 : Paysage typique des forêts orientales, à l'est de la cordillère de Niefang, faits de collines en demi oranges. Ce type forestier s'étend jusqu'à la région de Nsork, où cette photo a été prise.

Photo 7 : Autre vue sur le point de traversée du rio Uoro (cf. aussi photo 4). L'état de la pirogue en dit long sur le caractère pittoresque et aventureux de nos marches au cœur de la forêt.

Photo 8 : Vue sur les spectaculaires chutes de Mosumo, au sud-ouest du Parc National de Monte Alén, enfouies dans l'exubérante végétation.

Photo 9 : Campement au cœur du Parc National de Monte Alén, à 800 m d'altitude, lors de la réalisation du relevé S 15. Entre deux arbres, au centre de la photo, on devine les vêtements qui " sèchent " sur le fil ... ou plutôt qui ne moisissent pas trop car en forêt submontagnarde l'humidité de l'air est telle que même les vêtements secs deviennent moites. Malgré ces conditions difficiles, l'ambiance en forêt submontagnarde est extraordinaire, de par l'extrême moiteur, l'abondance des bryophytes et des épiphytes ainsi que par l'abondance des espèces rares.

Photo 10 : Vue sur le laboratoire de la station Ecofac de Moca (Monte Alén). En arrière plan, on distingue dans la brume le magnifique hôtel touristique du Parc National.

Photo 11 : Illustration de la méthode du transect pratiquée dans les sites d'étude du Programme Ecofac et dans de nombreux autres projets de prospection et de conservation de la biodiversité ainsi que dans les inventaires forestiers d'exploitation. La photo met en évidence la difficulté d'extraire des tronçons homogènes d'un point de vue environnemental, notamment dans un objectif d'étude des types forestiers.

Photo 12 : Collecte d'un échantillon fertile à proximité d'un de nos relevés de la Réserve de Biosphère du Dja.

Photo 13 : Réalisation d'une parcelle de 10 x 10 m pour l'étude de la strate herbacée, sur le relevé S1.

Photo 14 : Sous-bois extrêmement dense d'une vieille forêt de terre ferme de type collinéenne, dans notre type forestier LitInflCol à l'Ouest du PN de Monte Alén (correspondant exactement au point (b) de la photo 4).

Photo 15 : Sous-bois de densité moyenne photographié dans le PN de Monte Alén, à proximité du transect Ecofac de Nkumékié.

Photo 16 : Forêt ripicole, non étudiée ici mais souvent évoquée, au bord du Dja (Cameroun).

Photo 17 : Forêt sur sol plus ou moins hydromorphe dans un fond de vallée, au bord d'un petit ruisseau, dans le PN de Monte Alén, sur le transect Ecofac de Nkumékié.

Photo 18 : Forêt submontagnarde vers 1200 m d'altitude, à proximité de la station Ecofac de Moca. On voit bien l'important recouvrement des bryophytes sur les troncs et la présence de petites fougères arborescentes (*Cyathea camerooniana*) qui ici se développent en abondance en dehors des ravins et autres bords de ruisseaux (qui sont leur habitat habituel à plus basse altitude).

Photo 19 : Forêt de l'étage montagnard humide (inférieur) où les fougères arborescentes deviennent une part importante de la biomasse. C'est ici une espèce plus grande qui forme de petits bosquets, *Cyathea manniana*. (pris au Mont Cameroun)

Photo 20 : Forêt de l'étage montagnard humide (inférieur) à *Cyathea manniana* et *Prunus africana*, observée au Mont Cameroun.

Photo 21 : Limite supérieure des arbres (treeline) au Mont Cameroun.

Photo 22 : *Diospyros soyauxii* (Ebenaceae), espèce rare connue de seulement quelques collectes en forêts typiquement littorales (écologie confirmée par notre unique observation, faite à Monte Bata).

Photo 23 : *Diospyros zenkeri* (Ebenaceae), espèce typique des forêts littorales (BGALit) mais capable de transgresser en région plus continentale à la faveur de milieux à caractère hydromorphe (compensation écologique). Cette espèce d'ébène est très facilement reconnaissable par la couleur verte de la tranche dans l'écorce après oxydation à l'air.

Photo 24 : *Strombosia scheffleri* (Olacaceae), espèce des forêts submontagnardes et montagnardes en Afrique de l'Est, présentant aussi une nette affinité pour les altitudes élevées en Afrique centrale atlantique où elle est toutefois fréquente en plaines.

Photo 25 : *Spathandra sp.1* (Melastomataceae), espèce typique des forêts submontagnardes et très affine de *S. blakeoides*, qui est une espèce typique des forêts marécageuses et inondables, présente jusque dans les mangroves.

Photo 26 : *Spathandra sp.1*, individu adulte de 28 m de haut (DBH = 54,5 cm)

Photo 27 : *Korupodendron songweanum* (Vochysiaceae), espèce rare jusqu'il y a peu seulement connue d'une collecte dans le parc national de Korup (Cameroun). Cette espèce semble associée à un type forestier planitiaire de terre ferme (à caractère zonal) situé au pied des principaux massifs montagneux d'Afrique centrale atlantique. Sa distribution et son écologie appuient notre hypothèse des refuges de pied de massifs montagneux.

Photo 28 : *Engomegoma gordonii* (Olacaceae), espèces caractéristique des forêts du district oriental (BGAOr).

Photo 29 : Petit arbuste du sous-bois, probablement un *Chassalia* (Rubiaceae).

Photo 30 : *Globulostylis talbotii* (Rubiaceae), arbuste caractéristique des forêts submontagnardes, différent de la forme habituelle par des fruits de section nettement pentagonale.

Photo 31 : *Cola digitata* (Sterculiaceae), arbuste courant dans le sous-bois dont les follicules sont déhiscents et affichent leur tégument rouge vif très spectaculaire.

Photo 32 : *Palisota mannii* (Commelinaceae), espèces du sous-bois, en tore en gerbe acaule, à feuilles atteignant de très grandes dimensions et à limbe typiquement cloqué et blanc laineux dessous. Cette espèce est considérée comme propre à l'étage submontagnard et montagnard en Tanzanie et au Sud-Ouest de l'Uganda mais se rencontre aussi fréquemment en forêt de basse altitude sur sol hydromorphe dans le PN de Monte Alén.

Photo 33 : *Hymenocoleus sp.1* (Rubiaceae), herbacée basse du sous-bois.

Photo 34 : *Dorstenia barteri var. barteri* (Moraceae), une des rares plantes herbacées du sous-bois avec latex.

Photo 35 : *Dacryodes edulis* (Burseraceae) avec un exsudat typiquement résineux dont on se sert parfois comme bougie ou comme allume feu.

Photo 36 : Exsudat de type latex observé chez une espèce de *Trichoscypha* (*T. lucens*, Anacardiaceae). Le tronc est couvert d'une plante herbacée épiphyte du sous-bois, à architecture en nappe. Les frondes de forme arrondie permettent de reconnaître aisément *Trichomanes ballardianum* (Hymenophyllaceae), qui contrairement à de nombreuses autres espèces de la famille n'est pas typique de l'étage submontagnard.

Photo 37 : Latex blanc de *Dichostemma glaucescens* (Euphorbiaceae), espèce banale de la strate arborée dominée.

Photo 38 : Exsudat de type latex d'une couleur mauve très inhabituelle, observé chez *Trichoscypha bijuga* (Anacardiaceae). Cette espèce présente normalement un exsudat liquide poisseux de couleur rouge, rarement blanc rougeâtre, et est fréquente sous cette forme en forêt de basse altitude. La forme à latex mauve n'a été observée qu'en forêt submontagnarde. De plus amples collectes sont nécessaires pour étudier plus en détail ces deux formes. Cette observation appuie nos résultats selon lesquels les exsudats sont plus visqueux en forêts submontagnardes qu'en plaines.

Photo 39 : Exsudat de type latex dont la couleur jaune permet d'identifier facilement la famille des Clusiaceae. L'espèce photographiée est largement connue comme étant typique des forêts submontagnardes. Il s'agit de *Garcinia smeathmannii*. Elle est présente dans toute la région guinéo-congolaise et s'étend jusque dans les galeries forestières en périphérie. Malgré sa préférence pour les altitudes élevées, son amplitude écologique est donc relativement large.

Photo 40 : Vue détaillée sur un rameau et la jeune inflorescence de la forme de *T. bijuga* à exsudat mauve.

Photo 41 : Exsudat de type liquide et ici de couleur rouge, assez fréquent chez les Myristicaceae. Les tavelures circulaires permettent de reconnaître assez facilement *Staudtia kamerunensis* (ici *var. gabonensis*).

Photo 42 : *Santiria trimera* (Burseraceae), forme des montagnes à très grandes et robustes racines échasses, à écorce très écaillée et folioles très petites. Chez cette forme, les individus dépassent facilement les 40 m de haut.

Photo 43 : *Santiria trimera* (Burseraceae), autre exemple de la forme des montagnes.

Photo 44 : *Santiria trimera* (Burseraceae), forme moins bien connue, selon nous plutôt des milieux plus humides ou à sols superficiels, caractérisée par de très faibles racines échasses voir parfois sans racines échasses et seulement à contreforts. Les folioles sont ici généralement de très grande taille, même sur les branches de lumière.

Photo 45 : *Santiria trimera* (Burseraceae), forme classique la plus largement connue, typique de toutes les forêts de terre ferme. Les racines échasses sont ici nombreuses, fines, élancées, montant haut. L'arbre ne dépasse que rarement la strate dominée (Ad) et les folioles sont de taille intermédiaire entre les deux autres formes.

Photo 46 : Pour terminer, je ne peux pas résister à l'envie de vous montrer cette magnifique photo d'une chenille de *Charaxes* (Nymphalidae), photographiée dans une forêt submontagnarde de Monte Alén.

Equipe de terrain



Sites étudiés



8

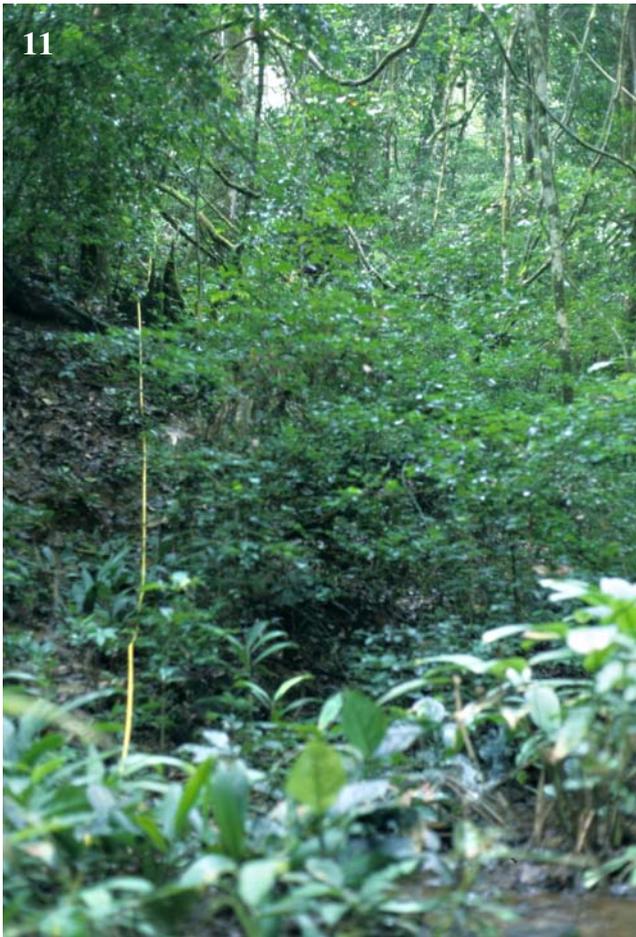


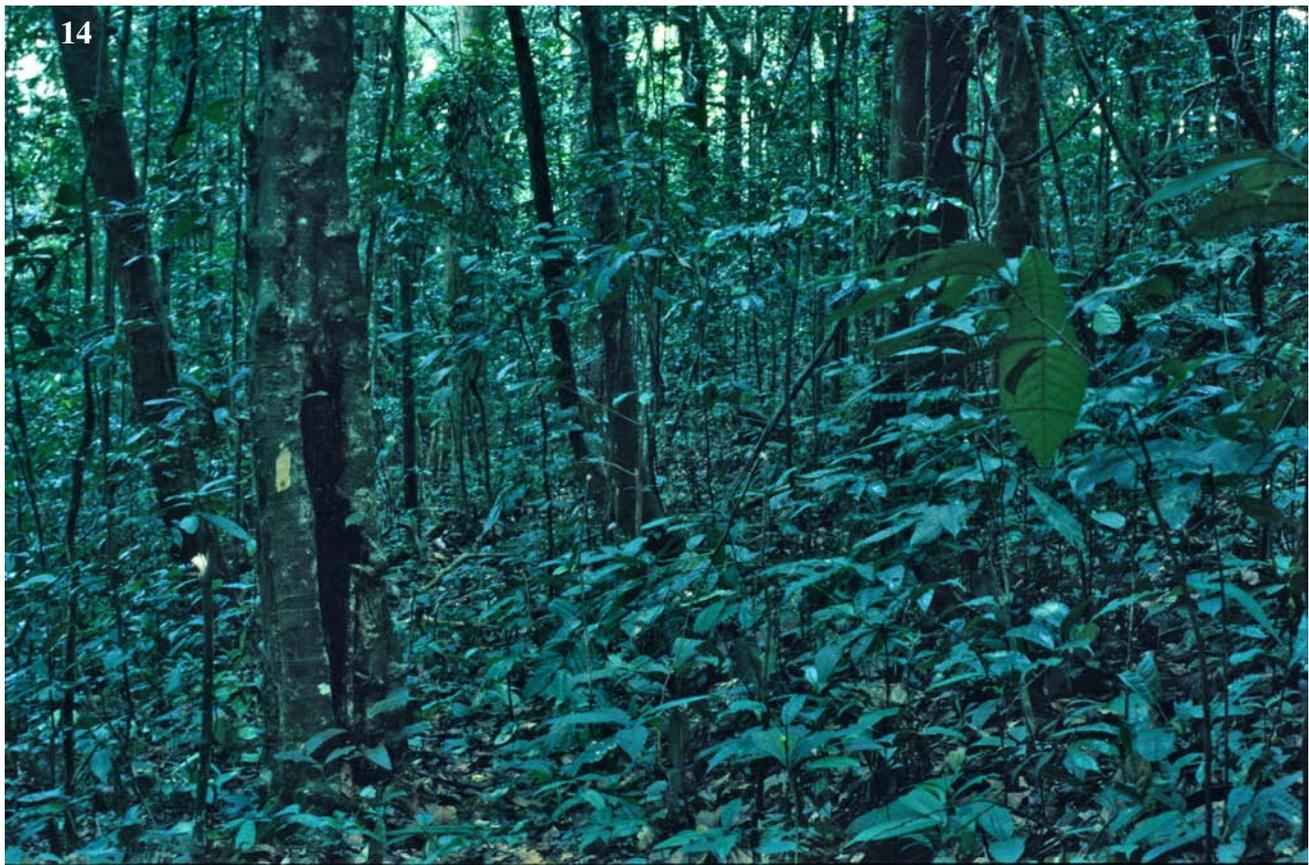
9

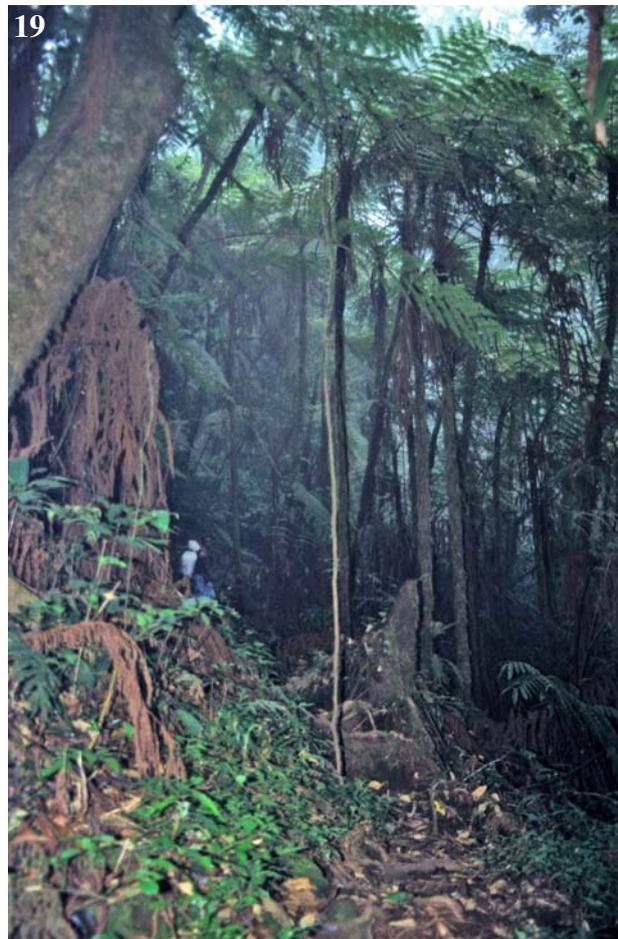
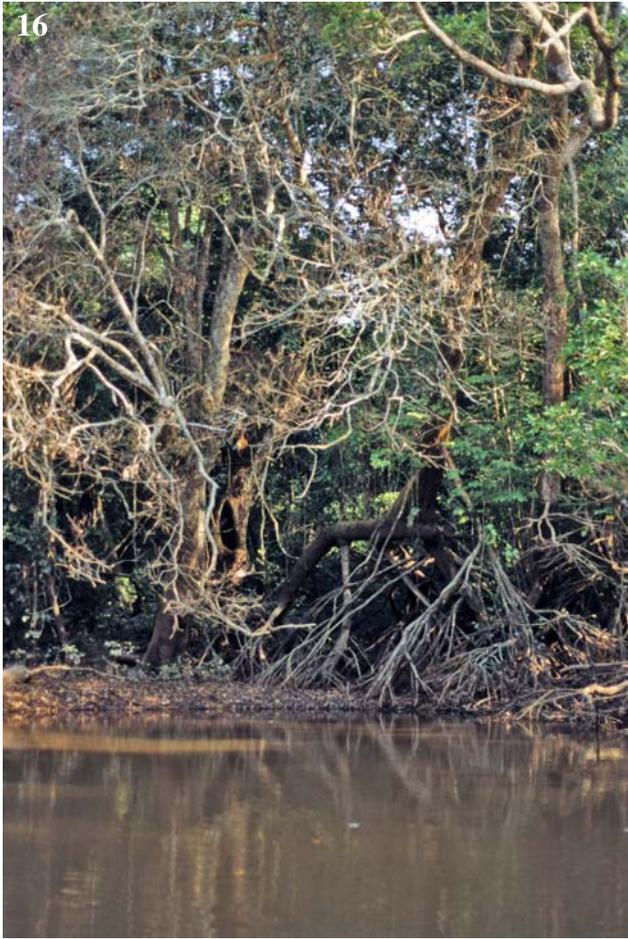




Méthodes et collecte des données









21



Plantes remarquables

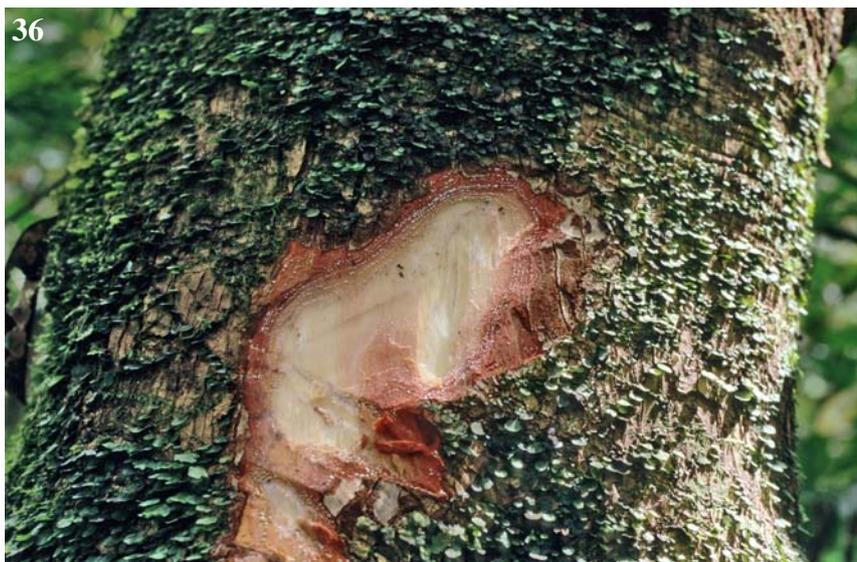




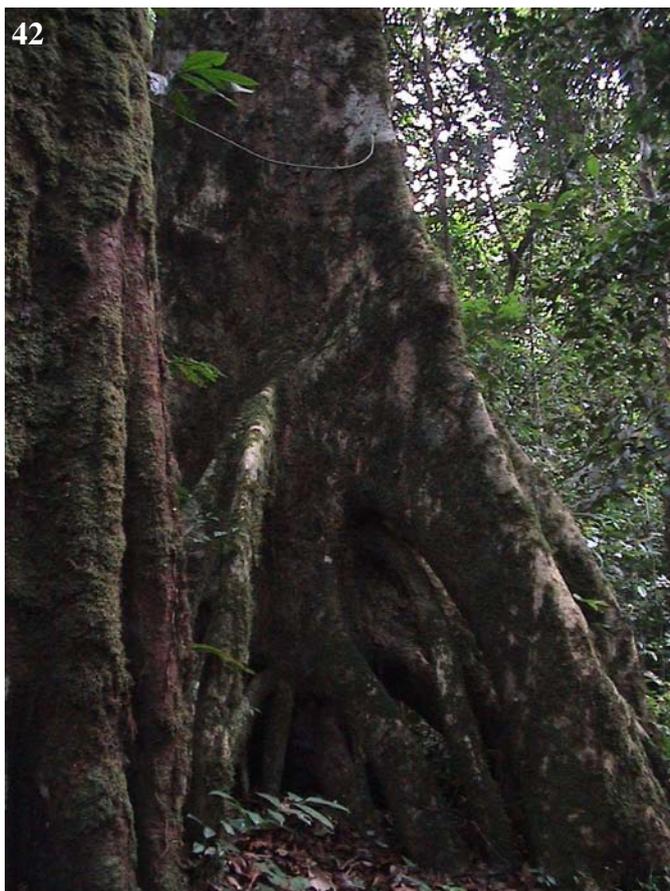
Plantes du sous-bois



Types d'exsudats



Types de bases de troncs





Annexe 22. Liste des abréviations utilisées, par ordre alphabétique (chiffres, ponctuations, lettres romaines, et enfin lettres grecques). La colonne de droite indique les pages où de plus amples informations sont fournies.

Abréviation	Définition	Pages
2Do	espèces communes à 2 Domaines phytogéographiques	p.131
A	strate des arbres dominants, ou ensemble structural des arbres dominants	p.103
AA	espèce à distribution afro-américaine	p.131
AAb	tableau floristique relevés-espèces pour la strate A avec valeurs d'abondance (Ab)	p.143
AAD	tableau floristique relevés-espèces pour la strate A avec valeurs de type Van der Maarel (AD), similaire à une transformation logarithmique	p.143
Ab	nombre d'individus	
Aco	arbres co-dominants: font partie de l'ensemble A	p.123
ACP	Analyse en Composantes Principales, ou Principal Component Analysis (PCA)	p.143
Ad	strate des arbres dominés, ou ensemble structural des arbres dominés	p.103
AD	coefficient d'abondance-dominance de type Braun-Blanquet ou échelle de type Van der Maarel	
AdAb	tableau floristique relevés-espèces pour la strate Ad avec valeurs d'abondance (Ab)	p.143
AdAD	tableau floristique relevés-espèces pour la strate Ad avec valeurs de type Van der Maarel (AD), similaire à une transformation logarithmique	p.143
AETFAT	Association pour l'Etude Taxonomique de la Flore d'Afrique Tropicale	
Af	Afrique	p.304
aff.	affine	
Al.	Alliance syntaxonomique	p.291
all	(espèce des) forêts sur sol saisonnièrement inondé (plaine alluviale)	p.132
Altit	variable "altitude", exprimée en mètres	p.118
Altit.	transgressif vers un type de végétation d'altitude	annexe 13
AM	espèce à distribution afro-malgache	p.131
Am	Amérique	p.304
ar	strate des arbustes, ou ensemble structural des arbustes: fait partie du sous-bois	p.103
arAb	tableau floristique relevés-espèces pour la strate ar avec valeurs d'abondance (Ab)	p.143
arAD	tableau floristique relevés-espèces pour la strate ar avec valeurs de type Van der Maarel (AD), similaire à une transformation logarithmique	p.143
Arch.A	modèle architectural pour les arbres	p.126
Arch.H	modèle architectural pour les plantes du sous-bois	p.124
As	Asie	p.304
As.	Association syntaxonomique	p.291
Asc	ascochore	p.129
Ass	arbres de la strate supérieure, dominants au sens strict: font partie de l'ensemble A	p.123
AssVeg	association végétale	p.161
B.P.	Before Present: nombre d'années ou de millions d'années dans le passé, à compter du jour présent	
Bal	ballochore	p.129
Bar	barochore	p.129
BG	espèce à distribution bas-guinéenne ou domaine phytogéographique bas-guinéen	p.131
BGA	espèce à distribution bas-guinéenne atlantique ou secteur phytogéographique bas-guinéen atlantique	p.131
BGALit	espèce à distribution bas-guinéenne atlantique littorale ou district phytogéographique bas-guinéen atlantique littoral	p.131
BGAOr	espèce à distribution bas-guinéenne atlantique orientale ou district phytogéographique bas-guinéen atlantique oriental	p.131
BGC	espèce à distribution bas-guinéenne continentale ou secteur phytogéographique bas-guinéen continental	p.131
BM	espèce de basse et moyenne altitudes ou étage planitiaire	p.132
BR	Herbarium de Meise (Jardin Botanique National de Belgique)	
Bryoph	variable "degré de recouvrement des Bryophytes et autres plantes épiphytes des troncs et branches", indicatrice du degré d'hygrométrie	p.118
C	espèce à distribution congolaise ou domaine phytogéographique congolais	p.131
c	circonférence: voire GBH	
CA	Correspondance Analysis ou analyse des correspondances, ou encore Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)	p.143
CCA	Canonical Correspondence Analysis	p.148

cf.	confer	
CG	espèce à distribution centro-guinéenne (C + BG)	p.131
Ci	espèce cicatricielle pour un système de tempéraments à 3 classes: quand Cié et Pi sont regroupés	p.122
Cid	espèce cicatricielle durable	p.122
Cié	espèce cicatricielle éphémère	p.122
Cl.	Classe syntaxonomique	p.291
co	plante du sous-bois à modèle architectural en cône	p.124
Cont	communauté végétale correspondant au secteur continental	p.161
Cont4	relevé n°4 du secteur continental (R.B. du Dja): communauté Cont	p.161
Cont5	relevé n°5 du secteur continental (R.B. du Dja): communauté Cont	p.161
Cont6	relevé n°6 du secteur continental (R.B. du Dja): communauté Cont	p.161
Cont7	relevé n°7 du secteur continental (R.B. du Dja): communauté Cont	p.161
CTFS	Center for Tropical Forest Science	p.40
CUREF	Conservación y Utilización Racional de los Ecosistemas Forestales de Guinea Ecuatorial	
cyl	plante du sous-bois à modèle architectural en cylindre	p.124
d	diamètre: voire DBH	
D	espèces à haut potentiel de dissémination à moyenne ou grande Distance	p.26-29, 127
d°e	degré d'endémisme	p.50
d°f	degré de fidélité	p.50
da	plante du sous-bois à modèle architectural en disque acaule (= rosette prostrée)	p.124
DBH	"Diameter at Breast Height" ou Diamètre d'un tronc d'arbre à Hauteur de Poitrine (DHP), mesuré à 1,3m du sol	p.31
dc	plante du sous-bois à modèle architectural en coupole de disques	p.124
DCA	Detrended Correspondance Analysis	p.143
dd	degrés décimaux (pour les coordonnées géographiques)	annexe 1
Df	espèce différentielle	p.50, 264
dm	plante du sous-bois à modèle architectural en disques superposés (multiples)	p.124
dr	(espèce des) forêts sur sol bien drainé	p.132
dr+val	(espèce des) forêts sur sol bien drainé et des milieux vallicoles	p.132
ds	plante du sous-bois à modèle architectural en disque surélevé	p.124
Dyn	variable "intensité de la dynamique forestière", 3 catégories	p.120
E	arbres émergents: font partie de l'ensemble A ; ou équitabilité de Piélou	p.123 ; 150
e.s.	ensemble structural	p.16
ECOFAC	Conservation et Utilisation Rationnelle des Ecosystèmes Forestiers d'Afrique centrale	
EDi	espèces limitées à un District phytogéographique	p.131
EDo	espèces limitées à un Domaine phytogéographique	p.131
eGlo	espèce endémique abondante (globale) dans une phytochorie; ou sp. caractéristique différentielle, constante pour une entité écologique	p.50, 131
eLoc	espèce endémique rare (locale) dans une phytochorie; ou sp. caractéristique différentielle, rare pour une entité écologique	p.50, 131
eMoy	espèce endémique ni rares ni abondante dans une phytochorie; ou sp. caractéristique différentielle, ni constante ni rare pour une entité écologique	p.50, 131
Env.	environnement: souvent pour la part de variance floristique attribuable aux variables environnementales	p.149
ERé	espèces limitées à une Région phytogéographique	p.131
ESe	espèces limitées à un Secteur phytogéographique	p.131
Etage	étage d'altitude	p.132
Eutro	substrat enrichi (eutrophe)	p.132
Ex	type d'exsudat dans l'écorce	p.240
Fa	voir Fα	p.151
FAC	Flore d'Afrique centrale	
FC	Flore du Cameroun	
fct.	en fonction de	
fdh	forêt dense humide (en général) ; souvent = fdhh + fdhsemp	p.134
fdhh	forêt dense hyperhumide (rare en Afrique, forêts à <i>Sacoglottis</i>)	p.134
fdhmono	forêt dense humide monodominante	p.134
fdhs	forêt dense humide à tendance semi-décidue	p.134
fdhsd	forêt dense humide semi-décidue	p.134

fdhsemp	forêt dense humide sempervirente	p.134
fdm	forêt dense de montagne (en général)	p.41
fds	forêt dense sèche	p.134
FG	Flore du Gabon	
fh	forêt hydromorphe (en général)	p.41
fstsemp	forêt sèche tempérée sempervirente	p.41
FWTA	Flora of West Tropical Africa	
Fa	diversité alpha de Fisher	p.151
G	espèce à distribution guinéenne (HG + BG)	p.131
GBH	"Girth at Breast Height", circonférence d'un tronc d'arbre à 1,3m de haut	p.31
GC	espèce à distribution omni- ou sub-omniguinéo-congolaise ou région phytogéographique guinéo-congolaise	p.131
GCp	espèce à distribution guinéo-congolaise périphérique (forêts semi-décidues)	p.131
GD	guilde d'espèces à grosses graines (G, donc du sol forestier) et haut potentiel de dissémination à grande distance (D)	p.26-29
GLit	espèce à distribution guinéenne littorale (HG littoral + BGALit)	p.131
GloAb	tableau floristique relevés-espèces pour l'ensemble des strates (Glo) avec valeurs d'abondance standardisée (Ab)	p.142
GloAD	tableau floristique relevés-espèces pour l'ensemble des strates (Glo) avec valeurs de type Van der Maarel (AD), similaire à une transformation logarithmique	p.142
GS	guilde d'espèces à grosses graines (G, donc du sol forestier) et sans potentiel de dissémination à grande distance (S, autochore)	p.26-29
Guild	guilde : type fonctionnel	p.130
H	strate herbacée, ou ensemble structural de la strate herbacée (inclut les sous-arbustes et suffrutex): fait partie du sous-bois	p.104
H'	indice de diversité de Shannon-Wiener	p.150
HAb	tableau floristique relevés-espèces pour la strate H avec valeurs d'abondance (Ab)	p.143
HAD	tableau floristique relevés-espèces pour la strate H avec valeurs de type Van der Maarel (AD), similaire à une transformation logarithmique	p.143
hél	plante du sous-bois à modèle architectural en hélice	p.124
Hép	plantes épiphytes du sous-bois	p.123
Hépt	plantes épiphytes de la canopée observées dans le sous-bois (tombées)	p.123
HG	espèce à distribution haut-guinéenne ou domaine phytogéographique haut-guinéen	p.131
Hgr	plantes herbacées grimpantes, avec racines adhésives	p.123
HL	plantes herbacées volubiles ou lianescentes	p.123
HorizGr	variable "présence d'un horizon gravillonnaire" impénétrable dans le profil pédologique, binaire	p.119
Hsa	plantes saprophytes du sous-bois	p.123
Hs-ar	sous-arbustes, appartenant à la strate herbacée	p.123
Ht	herbacées terrestres	p.123
Hy9	relevé n°9 de la partie littorale de la cordillère de Niefang, à influence hydromorphe; rattaché à la communauté LitInflBas	p.161
Hydro	variable "hydromorphie du sol", 5 catégories ; ou variantes hydromorphes	p.119 ; 132
ID	indique un champ d'identifiants uniques pour les éléments d'une table dans une base de données	p.140
Indefor	Instituto Nacional de Desarrollo Forestal	
IndVal	valeur indicatrice d'une espèce pour un ensemble donné, à un niveau hiérarchique donné d'une classification	p.146
Is	indice de diversité de Simpson	p.150
IV	cf. IndVal	p.146
L	espèces à large distribution et sp. africaines pluri-régionales	p.131
Larg	espèce à faible degré d'endémisme: large répartition géographique; ou sp. à large amplitude écologique	p.50, 131
Le	leptophylle (< 0,2 cm ²)	p.127
lhm	plante du sous-bois à modèle architectural en lames horizontales étagées, multiples	p.124
lhs	plante du sous-bois à modèle architectural en lame horizontale surélevée	p.124
lht	plante du sous-bois à modèle architectural en lame horizontale traçante	p.124
Liai	espèce de liaison: propre à deux entités chorologiques ou écologiques voisines	p.50, 73
Litb1	relevé n°1 de la partie littorale de la cordillère de Niefang, à basse altitude; rattaché à la communauté LitInflBas	p.161
Litb8	relevé n°8 de la partie littorale de la cordillère de Niefang, à basse altitude; rattaché à la communauté LitInflBas	p.161

LitCo33	relevé n°33 du district littoral, à Ndoté; rattaché à la communauté LitCotBas	p.161
LitCo34	relevé n°34 du district littoral, à Ndoté; rattaché à la communauté LitCotBas	p.161
LitCo35	relevé n°35 du district littoral, à Ndoté; rattaché à la communauté LitCotBas	p.161
LitCo36	relevé n°36 du district littoral, à Monte Bata; rattaché à la communauté LitCotCol	p.161
LitCo37	relevé n°37 du district littoral, à Monte Bata; rattaché à la communauté LitCotCol	p.161
LitCotBas	association végétale correspondant au district littoral, variante vallicole (position topographique basse)	p.161
LitCotCol	association végétale correspondant au district littoral, variante collinéenne (position topographique haute)	p.161
LitInflBas	association végétale correspondant aux forêts sous influence littorale, variante vallicole (position topographique basse)	p.161
LitInflCol	association végétale correspondant aux forêts sous influence littorale, variante collinéenne (position topographique haute)	p.161
Litm10	relevé n°10 de la partie littorale de la cordillère de Niefang, à moyenne altitude; rattaché à la communauté LitInflCol	p.161
Litm11	relevé n°11 de la partie littorale de la cordillère de Niefang, à moyenne altitude; rattaché à la communauté LitInflBas	p.161
Litm2	relevé n°2 de la partie littorale de la cordillère de Niefang, à moyenne altitude; rattaché à la communauté LitInflCol	p.161
Litm20	relevé n°20 de la partie littorale de la cordillère de Niefang, à moyenne altitude; rattaché à la communauté LitInflBas	p.161
Litm21	relevé n°21 de la partie littorale de la cordillère de Niefang, à moyenne altitude; rattaché à la communauté OrInfl	p.161
Litm22	relevé n°22 de la partie littorale de la cordillère de Niefang, à moyenne altitude; rattaché à la communauté OrInfl	p.161
Litm28	relevé n°28 de la partie littorale de la cordillère de Niefang, à moyenne altitude; rattaché à la communauté LitInflBas	p.161
Litm29	relevé n°29 de la partie littorale de la cordillère de Niefang, à moyenne altitude; rattaché à la communauté LitInflBas	p.161
Litm3	relevé n°3 de la partie littorale de la cordillère de Niefang, à moyenne altitude; rattaché à la communauté LitInflCol	p.161
Litm31	relevé n°31 de la partie littorale de la cordillère de Niefang, à moyenne altitude; rattaché à la communauté MontInf	p.161
Litm32	relevé n°32 de la partie littorale de la cordillère de Niefang, à moyenne altitude, sous le vent de la première ligne de crêtes; rattaché à la communauté OrInfl	p.161
Lli	lianes ligneuses	p.123
loa	plante du sous-bois à modèle architectural en lame oblique ascendante	p.124
lvp	plante du sous-bois à modèle architectural en lame verticale plaquée	p.124
Ma	macrophyllé (2-20 dm ²)	p.127
Mal12	relevé n°12 à proximité du Monte Alén; rattaché à la communauté MontSup	p.161
Mal13	relevé n°13 à proximité du Monte Alén; rattaché à la communauté MontSup	p.161
Mal14	relevé n°14 à proximité du Monte Alén; rattaché à la communauté MontTyp	p.161
mar	(espèce des) forêts sur sol saturé d'eau en permanence (marécage)	p.132
Marg	espèce sub-endémique à une phytochorie, ou préférentielle d'une entité écologique, avec populations marginales	p.50, 131
Mcho26	relevé n°26 à proximité du Monte Chocolate; rattaché à la communauté MontTyp	p.161
Mcho27	relevé n°27 à proximité du Monte Chocolate; rattaché à la communauté MontTyp	p.161
Mé	mésophylle (40-200 cm ²)	p.127
Mg	mégaphylle (> 20 dm ²)	p.127
Mi	microphyllé (2-20 cm ²)	p.127
MI	espèce de forêt montagnarde inférieure ou étage montagnard inférieur, ou encore étage montagnard humide	p.97, 132
miHabA	microhabitats pour les plantes des strates arborées: strates dominante A et dominée Ad	p.122, 132
miHabH	microhabitats pour les plantes du sous-bois: strates herbacée H et arbustive ar	p.122
MLit15	relevé n°15 dans la partie littorale de la cordillère de Niefang, à haute altitude; rattaché à la communauté MontInf	p.161
MLit16	relevé n°16 dans la partie littorale de la cordillère de Niefang, à haute altitude; rattaché à la communauté MontInf	p.161
MLit30	relevé n°30 dans la partie littorale de la cordillère de Niefang, à haute altitude; rattaché à la communauté MontInf	p.161
MO	Herbarium de Saint Louis (USA), http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html	

MontInf	association végétale correspondant à l'étage submontagnard, variante inférieure	p.161
MontSup	association végétale correspondant à l'étage submontagnard, variante supérieure	p.161
MontTyp	association végétale correspondant à l'étage submontagnard, variante type (monodominante)	p.161
MOr19	relevé n°19 de la partie orientale de la cordillère de Niefang, à haute altitude; rattaché à la communauté MontInf	p.161
MOr25	relevé n°25 de la partie orientale de la cordillère de Niefang, à haute altitude; rattaché à la communauté MontInf	p.161
MS	espèce de forêt montagnarde supérieure ou étage montagnard supérieur, ou encore étage montagnard sec	p.97, 132
Multi	genre non paucispécifique (> 3-4 espèces)	p.212
Na	nanophylle (0,2-2 cm ²)	p.127
nap	plante du sous-bois à modèle architectural en nappe	p.124
No	notophylle (20-40 cm ²)	p.127
O.	Ordre syntaxonomique	p.291
Oligo	substrat appauvri (oligotrophe)	p.132
Omni	espèce à distribution cosmopolite et degré d'endémisme correspondant	p.131
Or	association végétale correspondant au district oriental	p.161
Orb23	relevé n°23 de la partie orientale de la cordillère de Niefang, à basse altitude; rattaché à la communauté Or	p.161
OrInfl	association végétale correspondant aux forêts sous influence orientale	p.161
Orm17	relevé n°17 de la partie orientale de la cordillère de Niefang, à moyenne altitude; rattaché à la communauté Or	p.161
Orm18	relevé n°18 de la partie orientale de la cordillère de Niefang, à moyenne altitude; rattaché à la communauté Or	p.161
Orm24	relevé n°24 de la partie orientale de la cordillère de Niefang, à moyenne altitude; rattaché à la communauté Or	p.161
ovi	plante du sous-bois à modèle architectural en ovale incliné	p.124
ovs	plante du sous-bois à modèle architectural en ovale surélevé	p.124
p	plantes parasites	p.123
P.N.	Parc National	p.161
Pal	espèce à distribution paléotropicale (Afrique-Asie tropicales)	p.131
Pan	espèce à distribution pantropicale	p.131
Pauci	genre paucispécifique (< 4-5 espèces)	p.212
PD	guilde d'espèces à petites graines (P, donc des supports inclinés) et haut potentiel de dissémination à grande distance (D)	p.26-29
Pélo	substrat argileux (végétation pélophile)	p.132
pen	plante du sous-bois à modèle architectural en éléments pendants	p.124
Pf	préférentielle	p.50, 264
Pi	espèces pionnières	p.122
Pog	pogonochore	p.129
PRA	espèce à distribution pluri-régionale africaine	p.131
PS	guilde d'espèces à petites graines (P, donc des supports inclinés) et sans potentiel de dissémination à grande distance (S, autochore)	p.26-29
Psam	substrat sableux (végétation psammophile)	p.132
PseGloAb	comme GloAb mais avec pseudo-espèces (combinaison de l'espèce et des strates où celle-ci est observée)	p.142
PseGloAD	comme GloAD mais avec pseudo-espèces	p.142
Pté	ptérochore	p.129
R.B.	Réserve de Biosphère	p.161
Rel	espèce sub-endémique à une phytochorie, ou préférentielle d'une entité écologique, avec populations reliques en dehors	p.50, 131
RelVeg	relevé de végétation (phytocénotique): par exemple Litb1	p.161
riv	(espèce des) forêts sur sol périodiquement inondé des bords de rivières (forêts riveraines)	p.132
Riv.	transgressif vers un type de végétation hydromorphe (riverain, etc.)	annexe 13
Riv. + Sec.	transgressif vers un type de végétation hydromorphe ou/et secondaire	annexe 13
riv+all	(espèce des) forêts riveraine et de plaine alluviale	p.132
Rochers	variable "présence de rochers" dans le profil pédologique, binaire	p.119
RSp	richesse spécifique: nombre d'espèces	p.149
S	espèces disséminées "seules", autochores	p.26-29, 127
SA	espèce de l'étage subalpin ou étage subalpin	p.97, 132

Sar	sarcochore	p.129
Sat	espèce sub-endémique à une phytochorie, ou préférentielle d'une entité écologique, avec populations satellites	p.50, 131
Scl	sclérochore	p.129
Sé	espèces à tempérament sédentaire: espèces climax	p.122
Sec.	transgressif vers un type de végétation secondarisé	annexe 13
SM	espèce de forêt submontagnarde ou étage submontagnard	p.97, 132
SolProfC	variable "profondeur du sol", 5 catégories	p.119
sous-As.	sous-association syntaxonomique	p.291
sp.	espèce	
Spo	sporochoire	p.129
spp.	espèces plurielles: par exemple <i>Drypetes spp.</i> = "plusieurs espèces de <i>Drypetes</i> "	
Str.	strate, par opposition à e.s. (ensemble structural)	p.16
T.B.	type biologique	p.123
T.D.	type de diaspore : TDd = Dansereau & Lems (1957) ; TDs = Sabatier (1985)	p.129
T.F.	type de dimension foliaire: 7 catégories	p.127
T.P.	type phytogéographique, ou type chorologique	p.130
tc	plante du sous-bois à modèle architectural en tore en couronne	p.124
te	plante du sous-bois à modèle architectural en tore en entonnoir	p.124
tga	plante du sous-bois à modèle architectural en tore en gerbe acaule	p.124
tgs	plante du sous-bois à modèle architectural en tore en gerbe ascendante	p.124
Tmt	Tempérament (cf. miHabA)	p.122, 132
Topo	variable "situation topographique", 5 catégories	p.120
Tr	type de base de tronc pour les arbres	p.236
Tran	espèce typique d'une phytochorie, ou d'une entité écologique, avec populations transgressives	p.50, 131
val	(espèce des) forêts de fonds de vallées à sol ne se ressuyant pas vite après les pluies (type vallicole)	p.132
val+riv	(espèce des) forêts vallicoles et riveraines	p.132
val+riv+all+mar	espèces à large amplitude sur sols hydromorphes	p.132
val-ma	cf. "val+riv+all+mar"	p.132
vers	espèce transgressive ou satellite, etc., vers un autre type d'habitat que le sien	p.74
WAG	Herbarium de Wageningen, http://herbaria.plants.ox.ac.uk/bol/search/	
Zonal	transgressif vers un type de végétation zonal	annexe 13
α	alpha-diversité	p.151
β et β_c	beta-diversité et forme corrigée, non biaisée par le nombre de relevés	p.151
γ	gamma-diversité	p.151

Errata

Taxons révisés depuis la défense privée de la thèse (le nom mentionné en second, après =, est le nom correct) et erreur de détermination de types phytogéographiques (T.P.) :

-B.Senterre & D.Obiang 3584 = *Erismadelphus sessilis* Keay & Stafl., Determinavit B. Senterre

-*Erismadelphus platyphyllus* var. *platyphyllus* : T.P. = BGA, Marg (vers BGC) et pas CG (c'est la var. *exsul* qui est C)

-*Lovoa trichilioides* : T.P. = GC et pas G

-*Parinari excelsa* : T.P. = AA et pas GC

-cf. *Tarenna lasiorachis*, B.Senterre & D.Obiang 3251 = *Nichallea soyauxii* (Hiern) Bridson, Determinavit P. De Block (Genre paucispécifique)

-*Psychotria* révisés par O. Lachenaud : *P. calva* = *P. dermatophylla* (K.Schum.) Petit ; *P. minutiflora* = *P. bifaria* Hiern ; aff. *P. minutiflora* = *P. sp.nov.* aff. *mannii* Hiern ; *P. sp.7* = *P. sp.nov.* aff. *subobliqua* Hiern ; *P. sp.13* = *Uragoga* cf. *bayakaensis* De Wild. ; *P. sp.17* = *P. sadebeckiana* K.Schum. ; *P. sp.19* = *P. sp.nov.* ; *P. sp.20* = *P. aff. konguensis* Hiern ; *P. sp.21* = *P. clausa* (Hiern) Lachenaud comb. ined.



ABSTRACT – B. Senterre (2005) Methodological investigations on vegetation typology and phytogeography of rain forests of tropical Africa.

In this work, a new approach is proposed on the problem of typology in rain forest, focussing on the zonal and non-zonal forest types. Sample plots were placed along two main ecological gradients: 1-continentality, from the littoral part of Equatorial Guinea, to the continental Cameroonian highlands, 500 km inland, 2-elevation, from sea level to 1300 m, mainly at Monte Alén National Park (Equatorial Guinea). A total of 37 plots were inventoried following a new nested-plot methodology, based on a structural definition of forest strata, in place of diameter classes, and on an individual-based inventory. For each of the three tree strata recognized, 100 individuals were recorded, while for understorey all plant species individuals were listed within 200 m² sub-plots.

Ten forest types were defined using IndVal method. They are discussed in a phytogeographical and a phytosociological context, at the scale of the guineo-congolian region, and the homologies between these two systems are emphasized leading to the "open" conception of hierarchical classifications.

Plant-environment and overstorey-understorey relationships were studied and showed similar typologies for both strata. Plant communities were also described using physiognomical traits.

Within plots, 1050 species and morpho-species have been observed among 442 genus and 104 families. Several diversity indices were compared between strata and between forest types. The Monte Alén's foothills rain forest proved the more diverse and was also characterized by a high number of oligotypic genus and other glacial refuge indicators based on plant functional types. This foothill refuge differs from montane and fluvial refuges by its typically zonal nature.

Finally the submontane rain forests communities were mapped at the scale of Atlantic Central Africa using 400 submontane localities recorded all over this region.