

UNIVERSITE LIBRE DE BRUXELLES



**Faculté des Sciences
Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie**

**DIVERSITE ET REGENERATION DES ESSENCES
FORESTIERES EXPLOITEES DANS LES FORETS DES
ENVIRONS DE KISANGANI (RDC)**



**Mémoire Présenté en vue de l'obtention
Du Diplôme d'Etudes Approfondies
En Sciences Biologiques
Par :**

Faustin BOYEMBA BOSELA

**Promoteur: Prof. Jean LEJOLY
Co-Promoteur: Prof. Léopold NDJELE**

Lecteurs: Prof. Jan BOGAERT et Prof. Charles DE CANNIERE

Septembre 2006

Remerciements

Au cours de ces deux années passées à l'Université Libre de Bruxelles dans le cadre d'un programme de formation de DEA, une multitude de personnes m'ont soutenu et ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réalisation du présent travail.

Je tiens tout d'abord à remercier de tout cœur le Professeur Jean Lejoly, Directeur du Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie et Promoteur de ce mémoire, pour son accueil, ses enseignements et son encadrement sur le plan scientifique et moral, ainsi que sa rigueur dans le travail.

J'adresse toute ma reconnaissance au Professeur Léopold Ndjele, le Co-promoteur de ce mémoire, pour sa disponibilité, son encadrement et surtout pour la confiance qu'il a faite sur ma personne.

Je remercie de façon particulière le Professeur Jan Bogaert, responsable du Laboratoire d'Ecologie du Paysage à l'Université Libre de Bruxelles, pour son dynamisme, sa rigueur dans le travail, ses encouragements et surtout pour ses conseils avisés.

J'adresse toute ma gratitude aux Professeurs, Docteurs et chercheurs qui ont participé à l'amélioration de ce texte : Messieurs J-P. Mate, B. Senterre, L. Baboy, E. Faye.

Je remercie la Coopération Technique Belge pour son accueil lors de mes premiers pas en Belgique et son soutien financier qui m'a permis d'étudier, d'effectuer une mission de quatre mois sur le terrain et de réaliser la présente étude. J'adresse un remerciement particulier à Madame S. Stijnen, responsable de l'Unité bourses au sein de la CTB pour son accueil toujours chaleureux et sa disponibilité toujours permanente.

Je voudrais aussi remercier tous les amis et collègues du Laboratoire de Gestion de la Biodiversité Végétale de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani et ceux du Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie de l'Université Libre de Bruxelles pour les échanges, la cohésion et le soutien de tout genre.

Merci à toi qui m'est chère à plus de 100 % et dont les souvenirs n'arrêtent de traverser mon intérieur et dont la compagnie me procure toujours du bien ; c'est à toi Fransisca Etimwali que je dédie ce travail, puisses trouver ici l'expression de mes sentiments les plus amoureux.

Je voudrais saluer et remercier ma famille qui m'a soutenue dans mes choix et m'a permis de réaliser ces études.

Résumé

La République Démocratique du Congo est l'un de pays d'Afrique centrale où l'exploitation forestière est restée modeste, voire faible, toute la décennie passée. Elle vient cependant de s'engager à augmenter sa production effective de bois, actuellement inférieure à 100 000 m³, à plus d'un million de m³ par an durant la période 2006-2007. Afin de conserver son patrimoine naturel exceptionnel et d'exploiter durablement ses ressources, le pays doit disposer des informations fiables sur les écosystèmes forestiers congolais et les espèces forestières qui les composent. Ce travail réalisé dans le cadre de programme de formation de DEA (Diplôme d'Etudes Approfondies), s'inscrit donc dans le but principal de rassembler des données sur la diversité des peuplements végétaux et sur la régénération et l'écologie des espèces forestières exploitées dans toute la cuvette centrale congolaise, en particulier les forêts exploitées ou sous exploitation des environs de Kisangani. Les concessions des sociétés d'exploitation forestière basées à Kisangani ont constitué nos sites de recherche. Après avoir expliqué la méthode et les dispositifs expérimentaux qui nous ont permis d'effectuer nos recherches sur le terrain, les résultats obtenus visent à caractériser la forêt étudiée en décrivant sa diversité végétale. Cette diversité est analysée sur l'ensemble du peuplement et sur des ensembles structuraux définis, notamment les arbres de la strate dominante, les arbres de la strate dominée, les plantules et jeunes plants d'arbres de sous-bois non perturbé et de sous-bois perturbé par l'exploitation (trouées). Il ressort de cette analyse de la diversité comparée entre strates que la diversité d'un peuplement végétal augmente de la strate supérieure à la strate inférieure, la strate des arbres dominés est plus diversifiée. L'intérêt se pose ensuite sur les essences commerciales exploitées à Kisangani dont la régénération, le tempérament ainsi que le mode de dispersion sont examinés afin d'évaluer les impacts probables de l'exploitation forestière. Il ressort de la comparaison de deux sous-ensembles de sous-bois qu'après l'ouverture de la canopée, la composition floristique qui renaît dans les trouées est différente de celle de sous-bois non perturbé par l'exploitation, et cela par l'installation dans la trouée des espèces héliophiles strictes qui proviennent soit du potentiel séminal édaphique soit du potentiel extérieur.

Mots clés : biodiversité, régénération, exploitation forestière, gestion durable, aménagement, Kisangani, RDC

REMERCIEMENT

RESUME

TABLE DES MATIERES.1

CHAPITRE I INTRODUCTION 3

I.1	PROBLEMATIQUE DE L'ETUDE.....	3
I.2	OBJECTIF DE L'ETUDE.....	4
I.2.1	<i>Objectif général</i>	4
I.2.2	<i>Objectifs spécifiques</i>	4
I.3	GENERALITES SUR LE MILIEU D'ETUDE.....	6
I.3.1	<i>Localisation géographique et population</i>	6
I.3.2	<i>Climat et végétations</i>	7
I.3.3	<i>Principaux traits géomorphologiques</i>	10
I.3.3.1	<i>Terrains de soubassement</i>	10
I.3.3.2	<i>Terrains de couverture</i>	10
I.3.4	<i>Types de sols</i>	11
I.3.5	<i>Actions humaines</i>	12

CHAPITRE II MATERIEL ET METHODES..... 14

II.1	CHOIX DES SITES D'ETUDE.....	14
II.2	METHODES D'ANALYSE DE LA DIVERSITE.....	14
II.2.1	<i>Données floristiques et structurales</i>	16
II.2.2	<i>Arguments justifiant les méthodes utilisées</i>	19
II.3	METHODES D'ANALYSE DE LA REGENERATION FORESTIERE.....	21
II.3.1	<i>Parcelles de régénération dans les trouées d'exploitations</i>	21
II.3.1.1	<i>Définition de la trouée</i>	21
II.3.1.2	<i>Potentiels de régénération dans les trouées</i>	23
II.3.2	<i>Parcelles de régénération en sous-bois non perturbé</i>	23
II.4	METHODES DE CARACTERISATION DES ESPECES VEGETALES.....	24
II.4.1	<i>Identification des espèces</i>	24
II.4.2	<i>Types de diaspores et modes de dispersion</i>	25
II.4.3	<i>Types chorologiques</i>	26
II.4.4	<i>Comportements écologiques des espèces</i>	29
II.4.5	<i>Espèces à intérêt commercial</i>	30
II.5	3.5. METHODES D'ANALYSE DES DONNEES.....	33
II.5.1	<i>Indices de caractérisation botanique</i>	33
II.5.2	<i>Indices de diversité</i>	34
II.5.3	<i>Courbes aire-espèces et individus-espèces</i>	35

CHAPITRE III RESULTATS 36

III.1	ANALYSE FLORISTIQUE GLOBALE.....	36
III.1.1	<i>Diversité relativement importante des Caesalpiniaceae</i>	37
III.1.2	<i>Dominance de la zoochorie</i>	39

III.1.3	<i>Taux d'endémisme</i>	41
III.2	DIVERSITE ET STRUCTURE DU PEUPEMENT.....	44
III.2.1	<i>Analyse floristique</i>	45
III.2.2	<i>Représentativité des strates</i>	50
III.2.2.1	<i>Courbes individus-espèces</i>	50
III.2.2.2	<i>Indices de diversité</i>	51
III.2.3	<i>Analyse de la structure verticale du peuplement</i>	53
III.3	REGENERATION DANS LA FORET DENSE SEMI-SEMPERVIRENTE ETUDIEE	56
III.3.1	<i>Identification du type forestier</i>	56
III.3.2	<i>Spectre de régénération</i>	57
III.3.3	<i>Structure de régénération</i>	61
III.3.3.1	<i>Distribution des espèces dans les sous-ensembles</i>	61
III.3.3.2	<i>Différents tempéraments</i>	62
CHAPITRE IV	DISCUSSION	71
IV.1	ANALYSE DE LA DIVERSITE.....	71
IV.1.1	<i>Diversité et équitabilité comparée entre sous-ensembles étudiés</i>	71
IV.1.2	<i>Types chorologiques</i>	72
IV.1.2.1	<i>Statuts phytogéographiques</i>	72
IV.1.2.2	<i>Degré d'endémisme des espèces par type chorologique et par famille</i>	74
IV.1.3	<i>Analyse des types de diaspore</i>	75
IV.1.4	<i>Variabilité spécifique observée entre les dominants et les dominés</i>	78
IV.2	ANALYSE COMPARATIVE DE LA DIVERSITE ENTRE LA FLORE ETUDIEE ET CELLES DES AUTRES SITES	78
IV.2.1	<i>Diversité comparée à l'échelle intercontinentale</i>	79
IV.2.2	<i>Diversité comparée à l'échelle intracontinentale</i>	80
IV.3	ANALYSE DE LA REGENERATION.....	82
IV.3.1	<i>Composition floristique</i>	82
IV.3.2	<i>Impact de l'exploitation sur la régénération des essences commerciales</i> ...	87
CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES	91	
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	94	
ANNEXES	101	

Chapitre I Introduction

I.1 *Problématique de l'étude*

Les forêts tropicales humides représentent environ 47 % de la superficie forestière mondiale, soit 1,8 milliard d'hectares répartis inégalement sur 3 continents : 28% en Afrique, 18 % en Asie et 53 % en Amérique (FAO, 2001). En Afrique, six pays d'Afrique Centrale (le Gabon, le Cameroun, la République Centrafricaine, la République du Congo, la Guinée Equatoriale et la République Démocratique du Congo) possèdent la plus grande superficie forestière, dénommée « Bassin du Congo », couvrant environ 198 millions d'hectares.

La République Démocratique du Congo (RDC), à elle seule, comprend la majorité des forêts tropicales d'Afrique Centrale, ce qui correspond à un peu plus d'un million de km², et abrite de nombreuses espèces végétales et animales avec un taux d'endémisme très élevé. Les aires protégées couvrent 10 % du territoire national et comprennent 5 sites inscrits au patrimoine mondial de l'UNESCO (VANCUTSEM & al., 2006). Comparativement aux potentialités du pays, l'exploitation forestière, ou la production effective du bois, est restée jusqu'ici modeste et même très faible durant toute la décennie passée (OIBT, 2003), et ce à cause des conditions socio-économiques que traverse le pays (délabrement progressif du réseau routier et instabilité du climat politique). Etant donné la croissance de la population et les enjeux de développement auxquels doit faire face le pays, il est fort probable que la valorisation des ressources forestières augmentera dans les prochaines années ; le gouvernement a déjà assigné plus de 20 millions d'hectares à des sociétés multinationales d'exploitation forestière et vise à augmenter la production effective de bois, actuellement inférieure à 100 000 m³, à plus d'un million de m³ par an durant la période 2006-2007 (MAKANA, 2004).

Pour ce faire, afin de conserver ce patrimoine naturel exceptionnel et d'exploiter durablement ses ressources, le pays doit disposer des informations à jour, fiables, sur les écosystèmes forestiers congolais et les espèces forestières qui les composent.

De telles informations permettraient d'établir des normes capables de garantir une gestion durable et un aménagement intégré du territoire.

Cependant, tout plan d'aménagement forestier présuppose, entre autres choses, la connaissance du fonds spécifique et de la structure des peuplements en cause (PIERLOT, 1966). Il est donc plus intéressant, surtout en domaine tropical, de savoir définir par des bons critères la nature des masses forestières en équilibre ; ainsi, on peut disposer de certains éléments qui permettent de jeter les bases d'une sylviculture durable, en faveur de la régénération comme clé de la viabilité d'un peuplement. Cette régénération naturelle est généralement considérée comme le mode de reproduction des espèces arborescentes. Ce concept s'applique à la multiplication des arbres par la germination des graines tombées au sol. Elle constitue, par conséquent, la base de l'équilibre dynamique et démographique des populations végétales assurant le renouvellement des individus et la pérennité des espèces (PUIG, 2001). Ainsi, la mise en place de pratiques sylvicoles doit tenir compte de la ressource existante (semis, jeunes plants et arbres adultes) pour favoriser un recrutement permanent des essences de base.

I.2 Objectif de l'étude

1.2.1 Objectif général

La problématique majeure de cette étude, explicitée dans l'introduction à savoir le manque d'informations à jour sur les écosystèmes forestiers congolais et des modes de gestion qui favoriseraient la régénération des essences, justifie **l'objectif global** de ce travail : rassembler des informations fiables sur la diversité des peuplements végétaux et la régénération des espèces forestières exploitées à Kisangani.

1.2.2 Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques poursuivis dans ce travail sont multiples. Dans un premier temps, il vise la caractérisation botanique de la forêt étudiée, les principaux taxons, la distribution géographique des espèces (endémisme), les modes de dispersion, etc.

L'analyse de la diversité entre inventaires, entre sous-ensembles structuraux et, plus loin dans la discussion, entre nos inventaires et ceux effectués dans d'autres sites ou d'autres régions, est également envisagée ; ainsi que la structure spatiale du peuplement et le degré de recrutement des espèces déterminées.

La définition du spectre de régénération naturelle d'une forêt hétérogène semi-sempervirente est également au centre des objectifs de ce travail, ce qui permet de comparer ou confronter la place des essences commerciales dans ce spectre avec celle occupée dans le reste du peuplement en partant des inventaires de régénération effectués dans les trouées d'abattage et dans le sous-bois non perturbé de tout autour.

Ensuite, la comparaison de la strate inférieure, entre le sous-bois dégradé et non dégradé par l'exploitation sera faite, par l'analyse de la présence ou absence. Ainsi, la déduction des tempéraments les plus vraisemblables par l'application du logiciel MVSP (*Multi-Variate Statistical Package* version 3,12d) dont l'axe 1 du graphe définit le gradient de luminosité regroupant les espèces en fonction de leurs aptitudes vis-à-vis de la lumière.

Enfin, sur base des éléments précédents, évaluer les impacts probables de l'exploitation forestière sur la régénération naturelle des populations.

I.3 Généralités sur le milieu d'étude

Dans un pays qui offre aussi bien une diversité énorme des formations végétales liées aux zones climatiques que des vastes peuplements forestiers encore intacts et floristiquement diversifiés, il s'avère plus que nécessaire de résumer brièvement les traits essentiels du cadre physique et humain aussi bien du pays que de la région dans laquelle les inventaires, réalisés dans le cadre de ce travail, ont été effectués.

I.3.1 Localisation géographique et population

La République démocratique du Congo (ex Zaïre), située en Afrique Centrale à cheval sur l'équateur (entre les latitudes de 5°10' N et 13°00' S et les longitudes de 11°30' et 31°00' E, LACLAVÈRE, 1978 in KOMBELE, 2004), possède un territoire de 2 344 860 km², et après le Soudan (2 506 000 km²) et l'Algérie (2 380 000 km²), est le troisième pays le plus grand d'Afrique. Onze provinces la composent (figure 1.1) et elle partage ses frontières avec neuf pays : au nord la République Centrafricaine et le Soudan, à l'est, l'Ouganda, le Rwanda, le Burundi et la Tanzanie, au sud, l'Angola et la Zambie et, à l'ouest, la République du Congo et l'enclave angolaise de Cabinda. Sa population était estimée en 2004 à environ 54 417 000 habitants dont 68 % de ruraux (FAO, 2005). La densité moyenne est de 23 habitants/km² mais avec de grandes disparités selon les régions.

Cette ancienne colonie belge obtint son indépendance le 30 juin 1960 et, en plus du français comme langue officielle, les congolais ont conservé quatre langues nationales : lingala parlé à Bandundu, Kinshasa, Equateur, province Orientale ; kiswahili dans tout l'est et province Orientale ; kikongo à Bandundu, Kinshasa, Bas-Congo ; et tshiluba dans tous les deux Kasaï. Depuis un certain temps, l'anglais gagne de plus en plus le terrain en RDC à partir de ses frontières orientales à cause de l'influence de pays anglophones (Soudan, Ouganda, Kenya, Tanzanie, Zambie, Afrique du sud, Namibie et Zimbabwe).

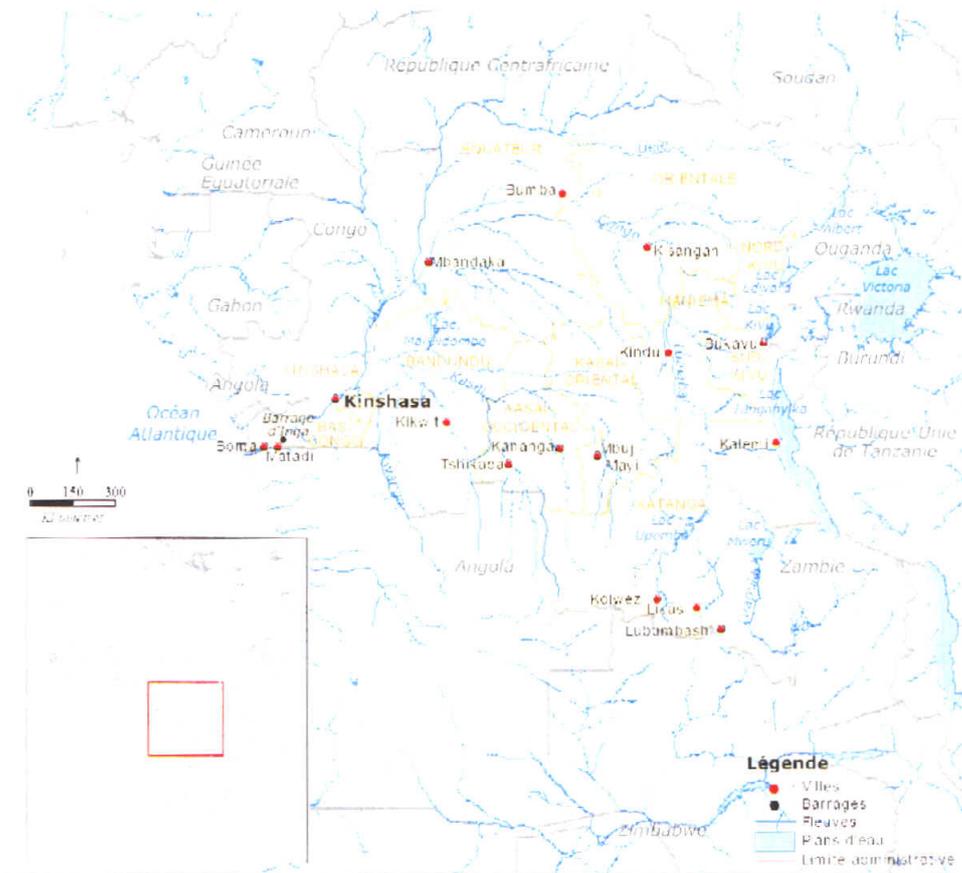


Figure 1.1. Carte de la République démocratique du Congo. (Source : FAO, 2005)

La présente étude a été menée dans les forêts des environs de Kisangani, dans le district de la Tshopo, le territoire d'Ubundu, en province Orientale entre $00^{\circ} 31'N$ et $25^{\circ} 11'E$ (BAMPS, 1982). Cette partie centrale de la cuvette congolaise constitue le plus grand massif de vieille forêt dense non morcelée du bassin congolais. Elle regorge de vastes peuplements forestiers encore intacts et floristiquement diversifiés, à stratification complète, formée de cinq strates bien individualisées ; la strate arborescente supérieure uniforme ou variée, dense, constituée de grands arbres parmi lesquels sont répertoriés la quasi totalité d'essences commerciales du pays (tableau 2.1) et dont la régénération naturelle abondante permet une représentation bien fournie dans tous les étages.

1.3.2 Climat et végétations

Contrairement à ce qui se passe dans les régions éloignées de l'Equateur où les thermo-variations moyennes distinguent les saisons, c'est la pluviométrie qui crée la différenciation saisonnière dans la plus grande partie du territoire de la RDC (KOMBELE,

2004). Suivant les critères de Köppen, LEBRUN (1935) et BULTOT (1977) y distinguent, en relation avec la végétation, une zone équatoriale au centre, deux zones de transition en forme de bande le long de la forêt équatoriale, progressivement plus tropicales vers le sud et le nord et une zone tempérée sur les hautes terres volcaniques.

Notre domaine d'étude jouit donc d'un climat équatorial, chaud et humide, de type Af selon la classification de Köppen (TROCHAIN, 1980). Il correspond à la forêt ombrophile équatoriale (figure 1.2), à pluviométrie régulière et abondante (1 750 mm/an en moyenne), mais variable dans le temps et dans l'espace (1 500 et 2 000 mm) (VANDENPUT, 1981). Les fluctuations thermométriques sont également importantes dans cette région de Kisangani, entre 20 – 30° C (moyenne de 25° C). L'humidité relative moyenne mensuelle est de 84 % (KAMABU & LEJOLY, 1994).

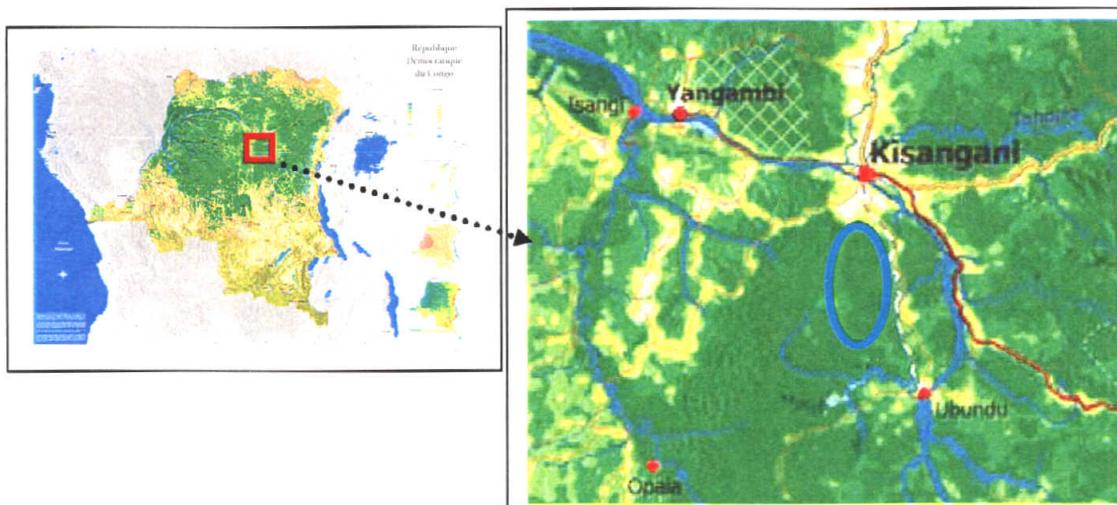


Figure 1.2. Carte montrant l'occupation du sol en RDC. (Source : VANCUTSEM & al., 2006). Le cercle en vert-clair montre la localisation de nos de recherche.

PIERLOT (1966), en résumant les idées avancées par LEBRUN & GILBERT (1954), définit deux types principaux de forêts dans la région de Kisangani :

- les forêts denses sur sols hydromorphes ;
- les forêts denses de terre ferme constituées principalement de :
 - forêts denses sempervirentes et ;
 - forêts denses semi-décidues.

Les forêts sur sols hydromorphes sont situées principalement le long du réseau hydrographique. Elles résultent de la présence de sols mal drainés et de fréquentes inondations et sont par conséquent économiquement peu intéressantes à cause de leur mauvaise accessibilité. LEBRUN (1935) les distingue, en fonction de la richesse du milieu ou de la durée des inondations, en forêt inondable ou inondée périodiquement occupant les banquettes alluvionnaires qui avoisinent les cours d'eau et forêt marécageuse se développant sur des substrats marécageux en permanence contrairement aux formations périodiquement inondées qui sont alternativement inondées puis à sec. Les forêts sur sols hydromorphes peuvent, dans les meilleures conditions, atteindre 45 m de hauteur. Sa strate supérieure est plus ouverte et plus régulière que celle de la forêt sempervirente de terre ferme. Ces forêts possèdent une flore endémique diversifiée, quoique assez pauvre (*Mytragyna spp.*, *Entandrophragma palustre*, *Uapaca spp.*, *Guibourtia demeusei*, *Coelocaryon botryoides*, *Raphia spp.*, ...) (EVRARD, 1968).

Les forêts ombrophiles sempervirentes équatoriales hébergent des essences mégathermes de taille élevée (35 – 45 m de haut), sciaphiles (*Gilbertiodendron dewevrei*, *Julbernardia seretii*, *Brachystegia laurentii*, ...), souvent grégaires, bien distribuées en âge. On note un faible encombrement des strates inférieures par la densité élevée de la canopée empêchant le développement des strates arbustives et herbacées (PIERLOT, 1966 ; VANCUTSEM & al., 2006). Le gradient de température est très marqué dans la canopée, tandis que l'humidité atmosphérique y est en permanence élevée (WHITE, 1983).

Les forêts denses semi-décidues, contrairement aux forêts denses sempervirentes de terre ferme qui n'existent qu'en îlots épars, occupent la majorité de la cuvette centrale, soit 32% de la superficie de la RDC (VANCUTSEM & al., 2006).

Dans la zone équatoriale, elle devient la formation climacique, floristiquement plus riche que la forêt sempervirente. Sa strate supérieure, à proportion variable d'espèces décidues (jusqu'à 70% des tiges) mélangées à des espèces sempervirentes, montre une distribution en âge irrégulière. La densité de la canopée permet donc le développement d'un sous-étage arbustif continu. La plupart des essences exploitées en RDC (*Meliaceae*, *Milicia excelsa*, *Nauclea diderrichii*, ...) se trouvent dans ce type forestier (GERARD, 1960 ; EVRARD, 1968).

1.3.3 Principaux traits géomorphologiques

La géologie de la République Démocratique du Congo est caractérisée par deux ensembles structuraux majeurs, à savoir les terrains de soubassement et ceux de couverture.

1.3.3.1 Terrains de soubassement

Le socle ou soubassement est composé des terrains principalement d'âge précambrien, généralement plissés et métamorphiques (CAHEN, 1954). Sa géologie concerne cinq parties correspondant plus ou moins à certaines entités administratives du pays et se répartit de la manière suivante :

- la partie méridionale où l'on trouve la grande partie de la province du Katanga ainsi qu'une portion du Kasai-oriental ;
- la partie orientale comprenant le Sud-Kivu, le Maniema et l'extrême Nord du Katanga. Elle est caractérisée par des terrains fortement plissés et très métamorphiques des groupes Urundien et Ruzizien ;
- la partie septentrionale comprenant, outre le Nord-Kivu et le Ruwenzori, la région qui s'étend de la crête de partage des eaux Congo-Nil à l'est, au bassin versant de l'Ubangu à l'ouest. Les formations géologiques y signalées sont des séries cristallophylliennes formées principalement de micaschistes, de quartzites, de schistes graphiteux et de gneiss ;
- la partie occidentale qui comprend le Bas-Congo et le Kwango méridional est essentiellement formée de schistes métamorphiques divers, de quartzites et de gneiss ;
- la partie centrale comprenant le Kasai-occidental et une grande partie du Kasai-oriental est constituée des roches schisto-calcaires, de quartzites et de phyllades.

1.3.3.2 Terrains de couverture

On regroupe dans cet ensemble tous les dépôts reposant en discordance sur les terrains du soubassement.

Ils comprennent donc l'ensemble des couches depuis le Carbonifère supérieur car, selon CAHEN (1954), on y distingue du Paléozoïque (Carbonifère supérieur et Permien), du Mésozoïque (Jurassique supérieur, Crétacé inférieur et Crétacé Supérieur), ... :

- le Paléozoïque affleure dans la province Orientale, le Nord-Kivu, le Sud-Kivu, le Manièma et le Katanga septentrional ;
- le Mésozoïque est représenté par :
 - la série du Kwango (Crétacé supérieur) ;
 - la série de Lualaba (Crétacé inférieur) ;
 - l'étage de Kisangani (Jurassique).



Tous ces terrains de couverture sont affectés de gauchissements et de failles ; ils sont presque entièrement continentaux et modérément fossilifères (KOMBELE, 2004). Mais là où ils affleurent, les plateaux sont généralement parfaits.

1.3.4 Types de sols

En RDC, il existe deux principaux types de sols : les sols ferrallitiques et les sols récents (SYS, 1960).

Les sols ferrallitiques (classification Française) encore appelés Ferralsols (classification de la FAO) ou encore Oxisols (classification de l'USDA), sont caractérisés par leur épaisseur considérable et une coloration rouge à jaune, le pH acide ($\text{pH} > 6$), moyennement et fortement désaturés en (B), typiques, appauvris, remaniés ou non avec apports éoliens (BOULAINÉ, 1967 in KOMBELE, 2004) et couvrent en général les plateaux. L'altération par hydrolyse de la roche-mère est très poussée. Les minéraux primaires et les silicates (acide : gneiss, granites, schistes et quartz ; basique : basaltes, gabbros, etc.) libèrent la majeure partie de la silice (SiO_2) à l'état colloïdal et les sesquioxydes de fer ($\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{nH}_2\text{O}$: limonite, hématite ou goethite) et d'aluminium ($\text{Al}_2\text{O}_3, \text{nH}_2\text{O}$: gibbsite). Les cations Ca, Mg, K et Na (des minéraux d'origine tels que feldspaths, micas, etc.) et une partie de la silice colloïdale sont précipités par les eaux d'infiltration. Le profil s'acidifie, s'enrichit par différence en hydroxydes de fer (hématite, goethite) et d'aluminium (gibbsite) et la silice restante se recombine avec l'aluminium pour donner la Kaolinite, une argile de néo-formation du type 1 :1, à faible C.E.C.

Les sols récents ou faiblement évolués sont des sols de type beaucoup plus local, sans relation directe avec la roche-mère. Ils couvrent de faibles superficies et sont pourtant les plus fertiles. Il s'agit principalement des sols hydromorphes qui se sont développés sur les sédiments déposés (alluvionnement et formation des méandres), à l'échelle géologique, par les rivières. Ils occupent la partie basse et mal drainée de la cuvette centrale correspondant aux vallées du fleuve Congo et de cours inférieurs de ses principaux affluents (Lindi, Lomami, Aruwimi, Itimbiri, Mongala, Lulonga, Ikelemba, Ruki, Oubangui, Giri, Moeko), des sols volcaniques au pieds de monts Virunga, des terres noires sur alluvions bien drainées et riches en matières organiques dans le nord et le sud du lac Idi Amin (KOMBELE, 2004), des sols hydromorphes sur les rives des lacs, etc.

En analysant la carte de sols établit par SYS (1960), les sols de notre zone d'étude sont des sols ferrallitiques des plateaux du type Yangambi, Ils sont caractérisés par la présence ou non d'un horizon B (d'environ 30 cm d'épaisseur), une texture argileuse (environ 20%), des limites diffuses, une faible C.E.C. (moins de 16 méq/100 g d'argile), une composition d'au moins 90% de la Kaolinite, des traces (moins de 1%) de minéraux altérables tels que feldspaths ou micas, moins de 5% de pierres (CALEMBERT, 1995 in KOMBELE, 2004).

I.3.5 Actions humaines

En raison de la gamme variée de climats qui couvrent le pays et de l'importance de son couvert forestier, la RDC regorge des possibilités agricoles fort diverses. Ainsi, l'exploitation forestière occupe une place importante aussi bien pour les populations que pour l'économie congolaise. L'estimation du taux de déforestation annuelle est de 0,9 % (MONZAMBE, 2002).

L'agriculture est la principale activité forestière menée dans le pays ; la superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes) en 2002 est de 3 % (soit 7 800 000 ha) de la superficie totale du pays (FAO, 2005). Elle se répartit en deux secteurs : un secteur moderne (l'agro-industriel) et un secteur traditionnel du type familial. Le premier correspond à une agriculture permanente comprenant les zones agricoles cultivées en permanence telles que les plantations industrielles de palmiers, de caféiers, de cacaoyers, d'hévéa, ... présentes principalement dans la région de Bumba, de Kisangani, de Lubutu,

et de Kindu. Le second regroupe les cultures vivrières couvrant pratiquement tout le territoire national et dont les principales sont : le manioc (variétés douces et amères) et le maïs qui se cultivent un peu partout dans le pays, le riz (Kasaï oriental, Equateur, province Orientale, Maniema et les Kivu), les haricots (au nord-est allant de Buta jusqu'au Nord-Kivu), l'arachide (dans le nord depuis l'Ubanguï jusqu'à Faradje, dans le sud depuis le Bas-Congo jusqu'au Katanga), la banane (Equateur, Maniema, les Kivu, Province Orientale).

Cette agriculture traditionnelle repose partout au Congo sur une agriculture itinérante sur brûlis dont le seul mode de reconstitution, tant de la fertilité du sol que de la forêt initiale substituée, est la jachère forestière plus ou moins longue, en forêt dense tropicale, de l'ordre de 19 à 30 ans (TROCHAIN, 1957).

Chapitre II Matériel et méthodes

II.1 *Choix des sites d'étude*

Le choix des sites d'étude n'a pas été facile, les nombreuses repasses effectuées par la société sur un même endroit et le manque de cartes d'exploitations n'ont pas permis de dater les arbres abattus ni de les distinguer. Ce qui justifie le choix de nos sites d'étude dans un même endroit. Ces sites ont été choisis en fonction :

- de la connaissance de la date d'exploitation (les trouées d'âges de deux ans ont été retenues) ;
- de la connaissance des espèces exploitées dans la zone, afin de récolter les données autour des souches des espèces commerciales les plus exploitées (*Pericopsis elata* constitue pratiquement la principale essence exploitée dans la région) ;
- des zones non fortement perturbées permettant l'inventaire des arbres tout autour des chablis afin d'analyser l'effet des semenciers, les plantules et jeunes plants d'arbres dans le sous-bois non perturbé, et la succession dans ces forêts.

II.2 *Méthodes d'analyse de la diversité*

Dans la littérature, on trouve un nombre pratiquement incalculable de méthodes d'inventaires botaniques différentes, selon les écoles et leurs habitudes et bien évidemment selon les problématiques et types de végétation étudiés. A cet effet, différents aspects (ou spécificités) des types de relevés botaniques sont développés en forêts denses tropicales en fonction des objectifs, des contraintes de coût et de temps sur la collecte des données (ROLLET, 1979 ; CONDIT & al., 1996, 1998 ; SENTERRE & al., 2004 ; etc.).

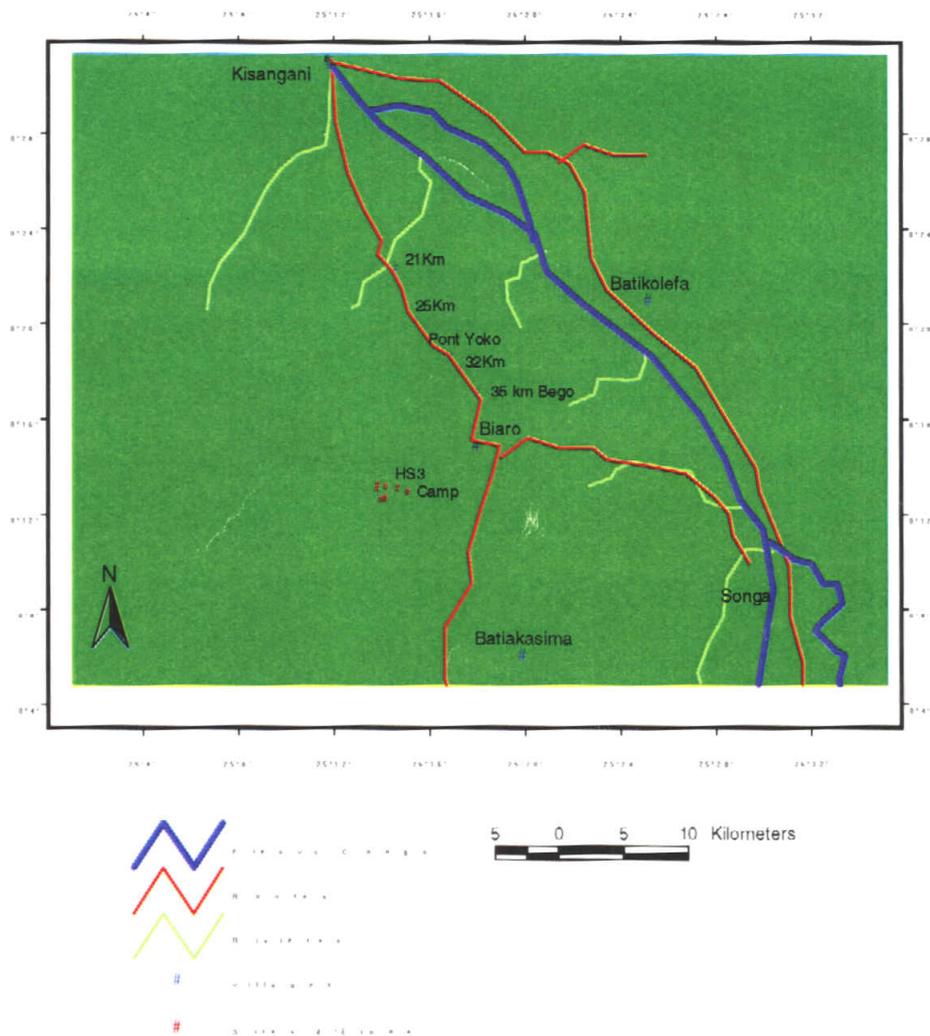


Figure 2.1. Carte montrant les sites de recherche. Les points en rouge représentent nos inventaires.

Ils concernent principalement :

- l'étude de la végétation, de sa typologie (essentiellement dans un esprit fondamentaliste), et de son déterminisme écologique ;
- l'étude de la diversité végétale (dans un esprit de conservation ou de simple exploration) ;
- l'étude de la valeur commerciale d'une forêt (dans un but d'exploitation durable) ;
- 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 de l'étude de leur profil écologique (DAGET & GODRON, 1982 ; SENTERRE & al., 2004).

Cependant, le peuplement végétal d'une région donnée peut être envisagé à deux points de vue différents, - soit sous l'angle de ses groupements floristiques, soit sous celui de leur structure, de leur physionomie et de leur dynamisme (SCHNELL, 1971). Dans tous les cas, suivant le point de départ de la série, l'évolution de la végétation se poursuit ; les groupements se succèdent dans le temps, jusqu'à un stade ultime, le *climax*, groupement en équilibre avec le climat général.

II.2.1 Données floristiques et structurales

Un caractère fondamental de toutes les forêts denses tropicales humides est leur complexité, non seulement structurale, mais aussi floristique. Les relevés établis dans une forêt, - si homogène que paraisse le milieu écologique, - font paraître des dizaines d'espèces arborescentes, réparties entre les diverses strates.

Jusqu'à présent, dans le domaine botanique, il n'existe pas encore une méthodologie universelle d'inventaire optimisant les possibilités d'analyses et d'interprétations. En fonction des contraintes de coût et de temps sur la collecte des données, 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 (SENERRE, 2005).

Depuis maintenant quelques dizaines d'années, étaient développés (du moins en Afrique) deux grands types d'inventaires botaniques fondamentalement opposés. Il s'agit d'une part des inventaires de type « forestier », à vocation essentiellement commerciale, et d'autre part des inventaires de type « phytosociologique », qui est une approche développée en Europe durant la moitié du XX^{ème} siècle (notamment par BRAUN-BLANQUET, 1932) et 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, ex Zaïre).

Les inventaires de type « forestier » (première approche) sont depuis longtemps employés par les « forestiers ». Ils consistent à des inventaires botaniques basés sur les arbres à DBH ≥ 70 cm, ou parfois ≥ 60 cm, ce qui correspond au diamètre minimum d'exploitation de la majorité des essences commerciales. Ils sont effectués le long des transects rectilignes de plusieurs kilomètres de long sur une largeur soit de 5 m pour l'observation des DBH ≥ 10 cm, soit de 50 m (25 m de part et d'autre du layon) pour les DBH ≥ 70 cm (ou parfois ≥ 60 cm). Ce type d'inventaire permet aux forestiers d'estimer la ressource exploitable d'un peuplement forestier. Parfois, pour une étude complémentaire de la viabilité du peuplement forestier, ils rajoutent en parallèle un inventaire des arbres à DBH ≥ 10 cm en vue d'évaluer le potentiel de régénération de ces essences commerciales. Actuellement, dans le cadre des processus d'écocertification des forêts acceptés par la plupart des pays, ces deux types d'inventaires permettent aux forestiers d'établir leur « série de conservation » et leur plan d'aménagement des forêts favorisant une exploitation à long terme (GILLET et al., 2003ab).

Ainsi, les relevés « forestiers » réalisés spécialement dans le cadre de ce travail, sont typiquement constitués de courts transects rectilignes dans une forêt dense semi-décidue d'exploitations forestières. Son originalité réside dans le fait d'étendre l'inventaire jusqu'au niveau des individus de moins de 10 cm de DBH. Après la délimitation de la trouée (voir le point 2.3.1), le layon ouvert en direction d'abattage est prolongé de 40 m de part et d'autre pour totaliser 100 m de long. Ce layon de base nous a permis de relier un carré de 10 000 m² (1 ha), avec la trouée principalement retenue au centre.

Dans cet hectare circonscrit, l'inventaire des arbres est fait de la manière telle que défini dans le dispositif général de l'étude (figure 2.2).

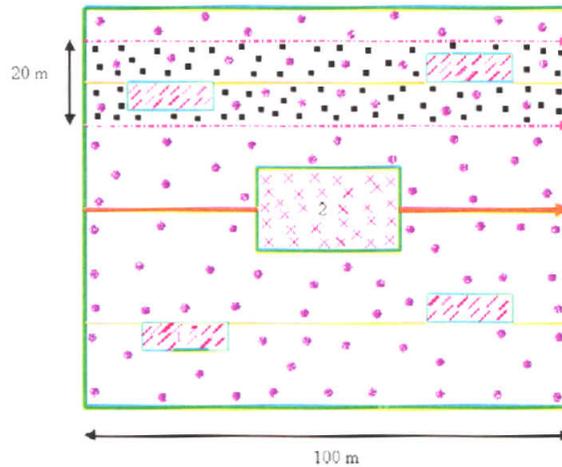


Figure 2.2. Dispositif expérimental de l'étude. 1- plantules et jeunes plants d'arbres de sous-bois non perturbé ; 2- plantules et jeunes plants d'arbres de trouée ; bande 20 m – arbres de $5 \text{ cm} \leq \text{DBH} < 30 \text{ cm}$; bande 100 m – arbres de $\text{DBH} \geq 30 \text{ cm}$.

Dans la bande de 100 m le long du layon de base (50 m de part et d'autre du layon), couvrant ainsi toute la superficie du carré (10 000 m²) incluant la trouée tout au milieu, tous les arbres à $\text{DBH} \geq 30 \text{ cm}$ et compris dans le transect sont comptabilisés, mesurés et identifiés. Les mesures prélevées concernent le DBH (*Diameter at Breast Height*), la hauteur totale de l'arbre, la hauteur de la bille de pied (hauteur du fût).

Ensuite, la bande de 20 m créée dans le carré en retraçant un layon considéré comme de base dans une zone pleine (non perturbée) totalisant une superficie de 2000 m² et le long duquel tous les arbres à $5 \text{ cm} \leq \text{DBH} < 30 \text{ cm}$ sont également comptabilisés, mesurés et identifiés.

Bien que ne déterminant pas un effort d'échantillonnage constant, ces relevés réalisés au niveau des strates ligneuses permettent, en plus de la comparaison de diversité entre strates, d'avoir une idée sur la viabilité et/ou la dynamique du peuplement. De toute évidence, 1 ha d'arbustes ne peut pas se comparer à 1 ha d'arbres de la strate dominante par le fait que les individus des différentes strates se différencient par leur espace vital.

Dans une forêt tropicale, l'espace occupé par un même nombre d'individus diminue très fortement des strates supérieures aux strates inférieures (SENTERRE, 2005).

Dans tous les cas, le diamètre à hauteur de poitrine (DBH, mesuré à 1,3 m du sol ou au-dessus des contreforts) a été mesuré avec un ruban diamétrique pour chaque pied selon la méthodologie décrite par LETOUZEY (1969), WHITE & EDWARDS (2001). Les arbres ainsi que les arbustes retenus ont également fait l'objet d'une estimation de la hauteur, à l'aide d'un clinomètre ; et pour uniquement les arbres à $DBH \geq 30$ cm nous avons également pris soin d'estimer la hauteur de la balle du pied (hauteur du fût). Ainsi, les mesures des hauteurs estimées consistent à évaluer la représentativité, et par conséquent la dynamique et/ou le degré de recrutement des espèces pour quatre classes de hauteur définies (0-2 m, 2-10 m, 10-20 m, > 20 m) (GILLET et al., 2003ab).

II.2.2 Arguments justifiant les méthodes utilisées

De manière plus générale et comme nous l'avons déjà évoqué, différents types et modèles de relevés sont pratiqués actuellement en forêts tropicales, 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 axé sur les strates supérieures. Ce type de relevé a l'avantage d'être quantitatif. L'abondance des espèces peut être quantifiée par le nombre d'individus observés.

Il existe cependant aussi une approche de relevé incluant des principes phytosociologiques, n'établissant pas de limites quant aux compartiments structuraux. Sur une surface donnée, généralement homogène, il est possible de réaliser des relevés de toutes les plantes présentes et donc de mieux pouvoir mettre en relation les caractéristiques floristiques avec les paramètres environnementaux.

De ces deux types de relevés plus extrêmes, sont développées différentes autres approches plus célèbres, Ainsi, la méthodologie d'inventaires appliquée dans le cadre du présent

travail est une déduction à partir de la combinaison de deux de ces approches méthodologiques, notamment :

- approche méthodologique des relevés polyvalents développée par HALL et SWAINE (1976) :

Cette méthodologie fait directement appel aux principes de relevés phytosociologiques mais diffère des approches antérieures par le comptage et le mesurage de tous les individus ligneux à $DBH \geq 10$ cm présents dans une surface homogène donnée (l'abondance est donc une mesure et non plus une simple estimation d'un coefficient de type BRAUN-BLANQUET), tandis que seule la présence est notée pour les individus plus petits.

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

Cette méthodologie consiste en relevés homogènes de 1 ha sur lesquels tous les ligneux à $DBH \geq 10$ cm sont comptés, mesurés et cartographiés. Cette méthode rendue célèbre par les travaux de GENTRY (1982 in SENTERRE, 2005) est appliquée de part le monde tropical (Amérique du Sud, Afrique et Asie du Sud-Est) (PRÉVOST & SABATIER, 1996 ; EILU & al., 2004 ; HAMANN & al., 1999 ; etc.). Elle a donc de traits communs avec la méthode d'inventaires de régénération des forestiers mais en diffère plus remarquablement par un rapport longueur/largeur et par un effort d'analyse et d'observation plus poussé.

Il faut noter que le fonctionnement de l'écosystème forestier dépend fortement de sa structure spatiale. Ainsi, l'analyse de la structure spatiale d'un peuplement forestier, c'est-à-dire de l'organisation des arbres dans l'espace semble être un outil intéressant dans l'étude des peuplements complexes (mélange d'espèces ou irrégularité en âge). La structure spatiale détermine en particulier l'environnement local autour de chaque arbre (en particulier le nombre de voisins) et donc les limites de ses conditions de croissance.

Cet environnement local modifie l'expression des processus naturels, comme la croissance et la mortalité (DELVAUX, 1981 ; BAROT & al., 1999a in GOREAUD, 2000). De plus, il influence le développement des graines, et donc la régénération et la succession du peuplement. Inversement, ces processus naturels ou anthropiques (exploitation de bois,

agriculture, ...) modifient à leur tour la structure spatiale du peuplement qui se trouve donc à l'intérieur d'un cycle de rétroaction, qui peut être représentée de façon simplifiée par la figure 2.3.

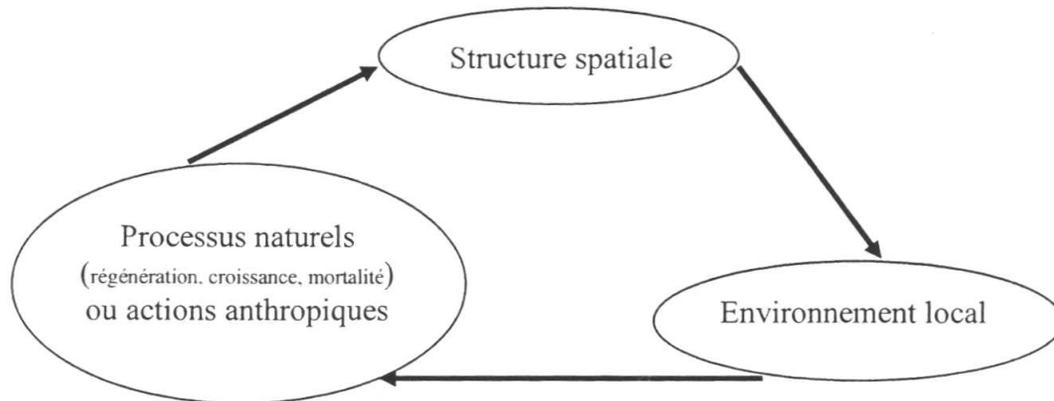


Figure 2.3. La structure spatiale joue un rôle primordial dans la dynamique d'un peuplement forestier (source : GOREAUX, 2000).

II.3 Méthodes d'analyse de la régénération forestière

Dans la forêt dense tropicale humide, la régénération d'une forêt – c'est-à-dire sa restauration progressive, à mesure que les individus âgés disparaissent, - est avant tout liée aux porte-graines présents et au mode de dispersion des diaspores, soit dans l'environnement immédiat, soit à plus ou moins grande distance. Elle est, de plus, conditionnée par l'écologie des semis, sciaphiles ou héliophiles à des degrés divers, et par conséquent plus ou moins aptes à se développer dans le sous-bois, intact ou dégradé. A cet effet, nous avons installé un dispositif d'inventaires des semis de façon à avoir des données tant quantitatives que qualitatives de régénération dans les trouées d'exploitations ainsi que dans le sous-bois non perturbé.

II.3.1 Parcelles de régénération dans les trouées d'exploitations

II.3.1.1 Définition de la trouée

La limite d'une trouée correspond à l'interception d'une branche venant d'un arbre de plus de 10 cm de diamètre lors de la prise du couvert par visée verticale à l'aide d'un clinomètre. Cette définition est celle appliquée par DOUCET & BOUBADY (2002) dans des trouées nouvellement ouvertes. Appliquée sur le terrain cette définition donne, dans la

plupart des cas, des trouées de très petite taille comme l'a constatée DEGUERET (2002) dans les trouées anciennes.

Compte tenu de la fermeture très rapide du couvert dans ces forêts, cette définition n'a pas été retenue. Le dispositif de relevés a donc été établi en fonction de la perturbation du couvert créée lors de la chute d'arbre abattu. En outre, étant donné que les trouées ne pouvaient pas avoir de tailles uniformes et dans le souci d'avoir un échantillonnage constant en superficies, nous avons retenu une superficie identique de 200 m² pour les recensements des semis dans les trouées d'exploitations, ainsi que dans les sous-bois non perturbés.

Au total six relevés de régénération ont été effectués dans les trouées d'exploitations de 2 ans d'âge. Après avoir prélevé les données dites préliminaires (l'identification de la souche, la mesure du diamètre au niveau de la surface de souche, la prise des données GPS et la détermination de la direction d'abattage), la trouée est délimitée de façon à évaluer l'impact de la lumière sur la régénération des espèces (figure 2.4).

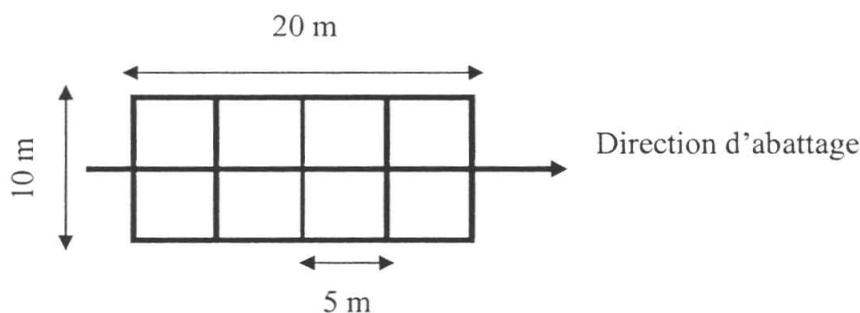


Figure 2.4. Dispositif expérimental pour l'inventaire de régénération dans les trouées d'exploitation.

Une superficie de 200 m² (20 m x 10 m) est circonscrite en direction d'abattage de manière à délimiter la surface qui bénéficie plus de lumière pendant une grande partie de la journée. L'étendue est ensuite subdivisée en quatre petites parcelles de 50 m² (5 m x 10 m) à l'intérieur desquelles sont effectués de façon systématique le comptage et l'identification de toutes les plantules et jeunes plants d'arbres. Pour permettre l'établissement des classes de hauteur et par conséquent la vitesse de recolonisation des espèces par rapport au temps considéré comme âge de la trouée nous avons mesuré, grâce à un jalon millimétré, la hauteur de chaque pied.

II.3.1.2 Potentiels de régénération dans les trouées

ALEXANDRE (1982, 1989) et PUIG (2001) ont défini trois potentiels floristiques de la régénération naturelle dans les chablis des forêts tropicales humides :

- le *potentiel séminal édaphique*, constituant la « banque » de graines du sol, principalement de graines de petite taille, préexistantes dans le sol avant la perturbation ; ces graines appartiennent à des espèces pionnières qui requièrent un fort éclaircissement pour leur développement ;
- le *potentiel séminal advectif* qui est constitué des diaspores (graines) venant de l'extérieur du chablis et apportées après sa formation. Ce potentiel est d'autant plus efficace qu'il s'exprime juste après la formation de la trouée. Sa composition floristique correspond sensiblement aux mêmes espèces que celles qui constituent le potentiel séminal édaphique et dépend aussi de la composition floristique environnante. Ainsi, les espèces situées au voisinage immédiat de la perturbation sont les plus favorisées par les mécanismes de dissémination anémochores et zoochores ;
- le *potentiel végétatif* qui correspond aux plantules préexistantes, d'arbres et d'arbustes, ou à des rejets d'arbres ayant survécu à la perturbation malgré le traumatisme qu'ils ont pu subir lors de la chute du ou des arbre(s). Ce sont donc des plantules et jeunes plants restant en phase de repos et d'attente de l'ouverture pour se développer. De toute évidence, ce potentiel reflète la composition floristique environnante.

L'importance relative de ces trois formes de potentiel varie suivant la taille du chablis, et du bord vers le centre : potentiel végétatif au bord, puis potentiel séminal advectif et enfin, au centre, potentiel séminal édaphique.

II.3.2 Parcelles de régénération en sous-bois non perturbé

A propos de forêts denses de diverses régions d'Afrique (occidentale et équatoriale), bon nombre d'auteurs notamment AUBRÉVILLE (1950-1951), LEBRUN & GILBERT (1954), LETOUZEY (1960), RICHARDS (1969), ... ont souligné la différence qui oppose fréquemment les semis du sous-bois aux arbres des strates supérieures.

Très fréquemment, il n'y a pas dans le sous-bois, de jeunes individus de grands arbres constituant les strates supérieures ; lorsque ceux-ci auront disparu, ils seront donc remplacés par d'autres espèces. Ainsi, la composition floristique de la forêt, déjà variable dans l'espace en raison de la richesse floristique, l'est aussi dans le temps (SCHNELL, 1971). L'absence de semis des grands arbres dans le sous-bois est, principalement, due au caractère extrêmement héliophile de ces essences ; leurs semis ne peuvent se développer dans le sous-bois (SCHNELL, 1970 ; PUIG, 2001).

Dans les 10 000 m² retenus pour l'inventaire des arbres, incluant la trouée tout au milieu, quatre petites parcelles de 50 m² (10 m x 5 m) sont cadrées faisant une superficie totale de 200 m² par hectare circonscrit dans le sous-bois non perturbé (cf. le dispositif général de l'étude, figure 2.1). Comme dans la trouée, tous les jeunes individus d'arbres sont dénombrés et identifiés en relevant pour chacun d'eux la hauteur. Ces données permettent de comparer les espèces dans ces deux milieux (trouée et sous-bois) au niveau de leur présence – absence, leur densité et leur hauteur, et aussi d'évaluer la représentation de grands arbres des strates supérieures dans le sous-bois comme dans la trouée.

II.4 Méthodes de caractérisation des espèces végétales

II.4.1 Identification des espèces

Chaque espèce rencontrée a fait l'objet d'une identification aussi précise que possible compte tenu de son stade de développement, étant donné que les inventaires des arbres sont réalisés à des niveaux différents (trouée, sous-bois non perturbé, arbres A et Ad).

Les échantillons des arbres, fertiles, ont été prélevés en plusieurs exemplaires et analysés minutieusement ; ensuite gardés dans l'Herbier de la Faculté des Sciences de l'université de Kisangani et aussi dans l'Herbier du Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie de l'Université Libre de Bruxelles. Les échantillons des individus stériles et dont l'identification était incertaine sur le terrain, ont également été prélevés et confrontés aux herbiers de référence de ces deux laboratoires. Toutefois, l'identification des plantules et jeunes plants d'arbres n'a pas été facile. Chaque nouvelle plantule rencontrée dans la trouée a été prélevée en un ou deux exemplaires en fonction de sa

densité afin d'être confrontées aux plantules implantées dans les pépinières de SPIAF (Service Permanent d'Inventaire et d'Aménagement Forestier) à Kisangani (25 km route Ubundu) et à Bengamisa (60 km route Buta).

II.4.2 Types de diaspores et modes de dispersion

La dissémination des diaspores joue un rôle essentiel dans la dynamique forestière, par succession dans les trouées ou par phénomène de substitution (FORGET, 1988 ; PUIG, 2001). Ainsi, les diaspores de toute espèce d'arbres à l'âge adulte ont été examinées, identifiées et confrontées aux données de la littérature. On trouve ainsi dans la littérature plusieurs classifications relativement différentes dont la plus connue et la plus utilisée, même dans le cadre de ce travail, est celle de DANSEREAU & LEMS (1957). Elle est basée particulièrement sur les critères morphologiques de fruit et de graine. Les modes classiques de dispersion retenus sont les suivants :

- Plantes autochores : plantes qui assurent elles-mêmes la dispersion de leurs graines ; dispersion à très faible distance, généralement sous le pied de l'arbre.
 - Auxochores : graines ternes, nues, de taille normale, non dispersées par déhiscence ; diaspores déposées par la plante ;
 - Ballochores : graines ternes, nues, dispersées par déhiscence ; diaspores éjectées par la plante ;
 - Barochores : fruits généralement indéhiscent, à grosses graines généralement colorées, nues, ne pouvant pas être dispersées à grande distance ;
 - Sclérochores : graines ternes, nues, non dispersées par déhiscence, à masse inférieure à un gramme ;
 - Sémachores : graines dispersées lors du balancement au gré du vent de la plante.
- Plantes hétérochores : plantes dont la dispersion des graines est assurée soit par le vent (anémochorie), soit par les animaux (zoochorie) ou soit par l'eau (hydrochorie) ; diaspores avec appendices ou extrêmement légères ou enveloppées de couches charnues.
 - Acanthochores : diaspores épineuses, avec des crochets ou poilues ;

- Ascochores : diaspores de faible densité ;
- Cyclochores : diaspores composées d'organes accessoires formant une masse sphérique volumineuse ;
- Desmochores : diaspores avec appendices barbelées ;
- Ixonochores : diaspores à appendices glanduleux, visqueux ;
- Pogonochores : diaspores à appendices plumeux, plumeux ou à aigrettes ;
- Ptérochores : diaspores à appendices ailés ;
- Saccochores : diaspores contenues dans une enveloppe lâche ;
- Sarcochores : diaspores à pulpe terne ou coloré, tendre et charnue.

II.4.3 Types chorologiques

L'évaluation de l'aire globale de chacune des espèces déterminées a été analysée et définie en consultant certains travaux publiés dans ce domaine, notamment AUBREVILLE (1961, 1962 & 1970) ; DOUCET (2003) ; HALLE (1966 & 1987) ; GILLET & al., (2003) ; LETOUZEY (1968) ; SENTERRE (2005) et WHITE (1979, 1986 & 1993).

Les différents types phytogéographiques retenus se basent principalement sur le système de classification de WHITE (1979, 1986 & 1993), ils évoluent du type le plus large au plus restreint.

- Espèces à large distribution
 - cosmopolites : espèces réparties dans le monde entier, aussi bien dans les zones tempérées que tropicales ;
 - pantropicales : espèces présentes en Afrique, Amérique et Asie tropicales ;
 - afro-américaines : espèces distribuées en Afrique et Amérique tropicales ;
 - paléotropicales : espèces connues en Afrique et en Asie tropicales ainsi qu'à Madagascar et en Australie ;
 - afromalgaches : espèces répandues en Afrique continentale et sur les îles de la région malgache.

- Espèces africaines pluri-régionales
 - espèces de liaison : espèces largement répandues dans deux ou plusieurs régions floristiques africaines.

- Espèces africaines limitées à une région
 - sub-guinéo-congolaises : espèces dont l'aire de distribution déborde légèrement du centre d'endémisme guinéo-congolais et s'étend aux zones de transitions adjacentes ;
 - omni-guinéo-congolaises : espèces présentes dans tout le centre d'endémisme guinéo-congolais.

- Espèces communes à deux domaines
 - guinéennes supérieures et inférieures : espèces distribuées dans les deux sous-centres guinéen supérieur et inférieur ;
 - centro-guinéo-congolaise : espèces dont la distribution couvre les sous-centres guinéen inférieur et congolais, soit du sud du Nigeria à la République Démocratique du Congo.

- Espèces limitée à un domaine
 - guinéennes inférieures : espèces réparties dans le sous-centre guinéen inférieur, dans l'ouest de la partie centrale du centre d'endémisme, soit du sud Nigeria au sud de la République du Congo en passant par le Cameroun, la Guinée Équatoriale et le Gabon ;
 - endémiques congolaises : espèces exclusivement congolaises (y compris le Congo Brazzaville).

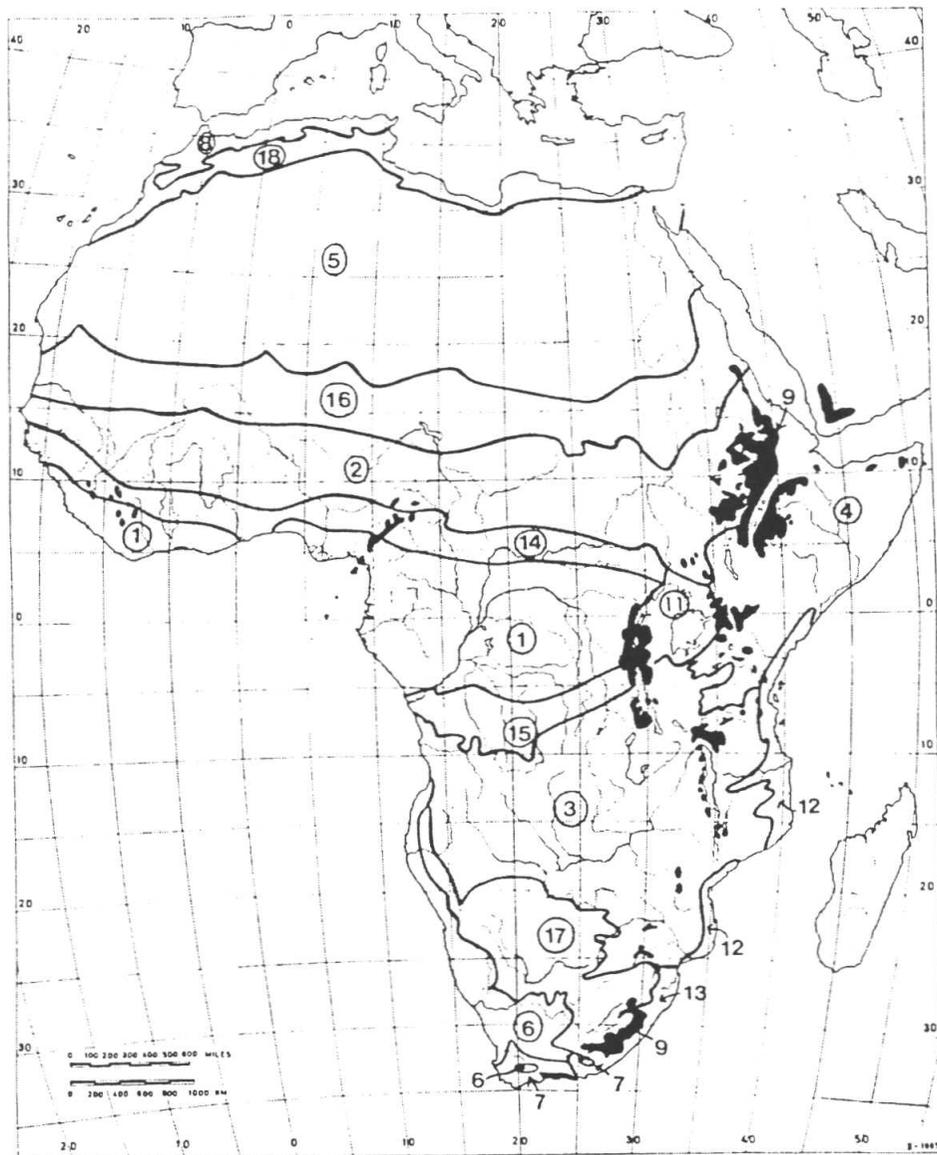


Figure 2.5. Carte des principales phytochories d'Afrique (d'après WHITE, 1979 & 1986).

- 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.

II.4.4 Comportements écologiques des espèces

La perturbation apportée au milieu par l'abattage des arbres dans les concessions d'exploitations forestières se traduit donc par la mise à disposition pour l'écosystème d'une quantité d'énergie importante, essentiellement sous forme de rayonnement solaire. La majorité des auteurs classe les espèces des forêts tropicales humides en deux groupes principaux, en fonction de leur tolérance à l'ombrage (OLDEMAN, 1990 ; PUIG, 2001) :

- espèces héliophiles (ou *espèces pionnières, ou shade-intolerant pioneers species, ou light-demanding species*) : elles produisent de petites graines, largement disséminées par le vent ou par les animaux ; leurs plantules et leurs jeunes plants se trouvent dans les trouées, et plus généralement dans tous les milieux ouverts,
- espèces sciaphiles (ou *climax-espèces, ou shade-tolerant climax species*) : elles sont caractérisées par de grosses grains qui peuvent germer dans le sous-bois ; leurs jeunes plants peuvent y persister jusqu'à la formation de trouées. La croissance de jeunes plants est donc réactivée par la trouée,

A la lumière de ces définitions, la formation d'une trouée favorise la régénération naturelle d'espèces héliophiles en provoquant leur germination, et la régénération d'espèces sciaphiles en permettant la croissance végétative de leurs stades juvéniles bloqués (STEVEN, 1994 in PUIG, 2001).

Cependant, ces syndromes héliophiles et sciaphiles, ne constituent pas du tout, deux catégories exclusives, strictement définies. Une généralisation du comportement écologique des espèces a été proposée par OLDEMAN & VAN DIJK (1991), qui reconnaissent trois types principaux en fonction de la quantité de lumière et d'énergie disponible et du mode de reproduction :

- les joueurs (*gamblers*), qui se régénèrent abondamment ainsi que rapidement dans les trouées, donc dans des conditions de radiations lumineuses élevées ;
- les lutteurs (*strugglers*), qui s'installent dans les conditions de faible éclaircissement à partir d'une production de graines limitée, mais susceptibles de germer et de donner des plantules dans les conditions difficiles du sous-bois ;
- les « intermédiaires ».

Ainsi, ces deux auteurs distinguent 6 classes en tenant compte de l'évolution du tempérament depuis le stade semis jusqu'au stade adulte. Les 6 groupes sont présentés dans la figure 2.6.

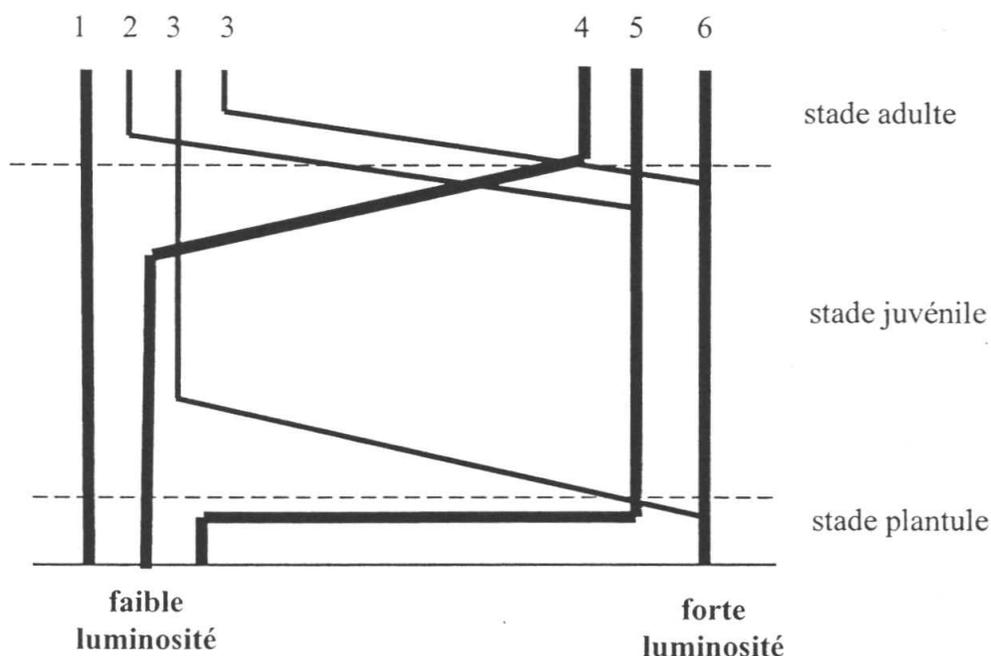


Figure 2.6. Visualisation des tempéraments et stratégies des arbres forestiers et leurs relations avec la nature des radiations en fonction de leur âge (d'après OLDEMAN & DJIK, 1991). 1 – hard strugglers ; 2 – gambling strugglers ; 3 – gamblers ; 4 – strugglers ; 5 – struggling gamblers ; 6 – hard gamblers, L'épaisseur du trait correspond à la fréquence relative du tempérament, Chaque tempérament peut rester constant du semis à l'adulte (les deux groupes extrêmes 1 et 6) ou l'espèce peut changer sa tolérance vis-à-vis de l'ombrage à un stade de son développement.

II.4.5 Espèces à intérêt commercial

La classification des espèces en fonction de leur intérêt commercial peut varier d'un pays à l'autre, en fonction notamment des conditions d'accessibilité et du niveau de l'exploitation forestière (DURRIEU DE MADRON & al., 1998abc in DOUCET, 2003).

Sur base de nos observations dans les concessions forestières de la région, de l'examen bibliographique des qualités technologiques des bois et de documents du Service Permanent d'Inventaire et d'Aménagement Forestier (SPIAF) en RDC, chaque espèce a été classée au sein d'une catégorie commerciale.

Trois classes sont ainsi définies (tableau 2.1), et correspondent uniquement aux espèces exploitables de la RDC, en particulier celles trouvées dans les forêts de Kisangani.

Tableau 2.1. Classification des essences selon leurs aptitudes commerciales.

Classe I – espèces de grande valeur commerciale, très exploitées et exportées ;

Classe II – espèces de bonne valeur commerciale, en partie exploitées et peu exportées ;

Classe III - espèces dont l'exploitation est à promouvoir en RDC, mais exploitées dans d'autres pays.

	Nom scientifique	Famille	Nom pilote
Classe I			
	<i>Diospyros crassiflora</i>	Ebenaceae	Ebène noir
	<i>Entandrophragma angolense</i>	Meliaceae	Tiama blanc
	<i>Entandrophragma candollei</i>	Meliaceae	Kosipo
	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	Meliaceae	Sapelli
	<i>Entandrophragma utile</i>	Meliaceae	Sipo
	<i>Khaya anthotheca</i>	Meliaceae	Acajou d'Afrique
	<i>Mellettia laurentii</i>	Fabaceae	Wengé
	<i>Milicia excelsa</i>	Moraceae	Iroko
	<i>Pericopsis elata</i>	Fabaceae	Afromosia
	<i>Terminalia superba</i>	Combretaceae	Limba
	Nom scientifique	Famille	Nom pilote
Classe II			
	<i>Afzelia belia</i>	Caesalpiniaceae	Doussié
	<i>Afzelia bipindensis</i>	Caesalpiniaceae	Doussié blanc
	<i>Albizia adiantifolia</i>	Mimosaceae	-
	<i>Albizia ferruginea</i>	Mimosaceae	Latandza
	<i>Amphimas ferrugineus</i>	Caesalpiniaceae	Edji
	<i>Amphimas pterocarpoides</i>	Caesalpiniaceae	Bokanga
	<i>Anthonotha fragrans</i>	Caesalpiniaceae	Kibakoko
	<i>Austranella congolensis</i>	Sapotaceae	Mukulungu
	<i>Brachystegia laurentii</i>	Caesalpiniaceae	Bomanga
	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae	Fromager
	<i>Chrysophyllum africanum</i>	Sapotaceae	Longhi mbebam
	<i>Chrysophyllum lacourtiana</i>	Sapotaceae	Longhi abam
	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	Caesalpiniaceae	Limbali
	<i>Gossweilerodendron balsamiferum</i>	Caesalpiniaceae	Tola blanc
	<i>Guarea cedrata</i>	Meliaceae	Bossé clair
	<i>Guarea thompsonii</i>	Meliaceae	Bossé foncé
	<i>Guibourtia demeusei</i>	Caesalpiniaceae	Bubinga
	<i>Lovoa trichilioides</i>	Meliaceae	Dibétou
	<i>Nauclea diderrichii</i>	Rubiaceae	Bilinga
	<i>Nesogordonia dewevrei</i>	Sterculiaceae	Kotibé
	<i>Ongokea gore</i>	Olacaceae	Angueuk
	<i>Oxystigma oxyphyllum</i>	Caesalpiniaceae	Tchitola
	<i>Paramacrolobium coeruleum</i>	Caesalpiniaceae	-
	<i>Pterocarpus soyauxii</i>	Fabaceae	Padouk
	<i>Staudtia kamerunensis</i>	Myristicaceae	Niové
	<i>Zanthoxylum gillettii</i>	Rutaceae	Olon

Tableau 2.1. Suite

	Nom scientifique	Famille	Nom pilote
Classe III			
	<i>Alstonia boonei</i>	Apocynaceae	Emien
	<i>Alstonia congensis</i>	Apocynaceae	Emien
	<i>Antrocaryon nannanii</i>	Anacardiaceae	Onzabili
	<i>Bombax buonopozense</i>	Bombacaceae	Bombax
	<i>Canarium schweinfurthii</i>	Burseraceae	Aiélé
	<i>Celtis gomphophylla</i>	Ulmaceae	Ohia
	<i>Celtis mildbraedii</i>	Ulmaceae	-
	<i>Celtis tessmannii</i>	Ulmaceae	Diania
	<i>Cleistopholis glauca</i>	Annonaceae	Sobu
	<i>Coelocaryon preussii</i>	Myristicaceae	Ekoune
	<i>Copaifera mildbraedii</i>	Caesalpiniaceae	Anzem noir
	<i>Cynometra alexandri</i>	Caesalpiniaceae	Angu
	<i>Cynometra hankei</i>	Caesalpiniaceae	Nganga
	<i>Dialium corbisieri</i>	Caesalpiniaceae	Omvong
	<i>Dialium pachyphyllum</i>	Caesalpiniaceae	Omvong
	<i>Diogoia zenkeri</i>	Olacaceae	-
	<i>Drypetes gossweileri</i>	Euphorbiaceae	Kasinga
	<i>Erythrophleum suaveolens</i>	Caesalpiniaceae	Tali
	<i>Fillaeopsis discophora</i>	Mimosaceae	Nieuk
	<i>Guibourtia demeusei</i>	Caesalpiniaceae	Bubinga
	<i>Irvingia gabonensis</i>	Irvingiaceae	Andok
	<i>Irvingia grandifolia</i>	Irvingiaceae	Olene
	<i>Klainedoxa gabonensis</i>	Irvingiaceae	Eveuss
	<i>Lannea welwitschii</i>	Anacardiaceae	Lannea
	<i>Maesopsis eminii</i>	Rhamnaceae	Esenge
	<i>Mammea africana</i>	Clusiaceae	Oboto
	<i>Parinari excelsa</i>	Chrysobalanaceae	Sougue
	<i>Parkia bicolor</i>	Mimosaceae	Essang
	<i>Pentaclethra macrophylla</i>	Mimosaceae	Mubala
	<i>Petersianthus macrocarpus</i>	Lecythidaceae	Essia
	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	Mimosaceae	Dabéma
	<i>Polyalthia suaveolens</i>	Annonaceae	Molinda
	<i>Pycnanthus angolensis</i>	Myristicaceae	Ilomba
	<i>Ricinodendon heudelotii</i>	Euphorbiaceae	Essessang
	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	Caesalpiniaceae	Divida
	<i>Strombosiopsis tetrandra</i>	Olacaceae	-
	<i>Symphonia globulifera</i>	Clusiaceae	Ossol
	<i>Thurreanthus africanus</i>	Meliaceae	Avodiré
	<i>Tessmannia africana</i>	Caesalpiniaceae	Wamba
Classe IV	Les autres essences		

II.5 3.5. Méthodes d'analyse des données

II.5.1 Indices de caractérisation botanique

Les indices ou paramètres suivants sont utilisés dans l'analyse de la composition botanique du peuplement étudié (REITSMA, 1988 ; LEJOLY, 1993 ; DOUCET, 2003 ; GILLET & al., 2003ab).

La densité relative : $Dr = 100 \times \frac{\text{Nombre d'individus d'une famille ou d'une espèce}}{\text{Nombre total d'individus présents dans l'échantillon}}$

La dominance relative : $Dor = 100 \times \frac{\text{Surface terrière d'une espèce ou d'une famille}}{\text{Surface terrière totale de l'échantillon}}$

La fréquence relative : $Fr = 100 \times \frac{\text{Fréquence d'une espèce}}{\text{Total des fréquences de toutes les espèces}}$

La fréquence d'une espèce correspond au nombre d'unités d'échantillonnage contenant cette espèce.

La diversité relative : $Dir = 100 \times \frac{\text{Nombre d'espèces au sein d'une famille}}{\text{Nombre total d'espèces}}$

L'importance relative (*Ir*)

L'importance relative (*Ir*), correspond pour une espèce à la somme de sa densité, de sa dominance et de sa fréquence relatives ; tandis que pour une famille elle correspond à la somme de sa densité, de sa dominance et de sa diversité relatives. Notons que la densité, la dominance, la fréquence et la diversité relatives sont comprises entre 0 et 100 alors que l'importance relative est comprise entre 0 et 300.

Le coefficient de similarité de Sorenson (*K*)

Ce coefficient permet de déterminer si deux groupements floristiques appartiennent à une même communauté végétale. Il représente le pourcentage d'espèces communes à deux relevés.

$$K = 100 \times \frac{2C}{(A+B)}$$

où *A* = nombre total d'espèces du premier relevé, *B* = nombre total d'espèces du second relevé et *C* = nombre d'espèces communes aux deux relevés. Si *K* est supérieur à 50 %, les groupements comparés sont considérés comme appartenant à la même communauté.

II.5.2 Indices de diversité

De nombreux auteurs ont proposé des paramètres et des critères de mesure de la diversité (FRONTIER & PICHOD-VIALE, 1993 in SENTERRE 2005 ; BARBAULT, 1995 ; SOUTHWOOD & HENDERSON, 1999 ; SPELLERBERG & FEDOR, 2003 ; ...). Le plus important est la « richesse spécifique (S) », qui correspond au nombre d'espèces présentes sur une surface donnée.

La richesse spécifique n'est pas le seul paramètre d'analyse de la biodiversité. Deux autres indices utilisés (non liés aux modèles de distribution) sont ceux de Simpson (IS) et de Shannon-Wiener (H).

$$IS = 1 - \sum_{i=1}^S Pi^2 \qquad H = - \sum_{i=1}^S Pi \log_2 Pi$$

où $Pi = n_i / N$, soit l'abondance relative de l'espèce i dans l'échantillon S , n_i = nombre d'individus de l'espèce i et N = nombre d'individus pour l'ensemble des espèces ;
 S = nombre d'espèces de la communauté.

Le calcul de ces indices a été facilité par un passage à l'utilisation du logiciel MVSP (*Multi-Variate Statistical Package* version 3,12d). Ils 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 (SENERRE, 2005). L'indice de Simpson varie donc de 0 à 1 et celui de Shannon-Wiener de 0 (une seule espèce) à $\log_2 S$ (toutes les espèces ont la même abondance) (FRONTIER & PICHOD-VIALE, 1993).

La diversité fournie par l'indice de Shannon-Wiener peut être rapportée à la diversité théorique maximale à une échelle variant de 0 (lorsque la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce) à 1 (lorsque toutes les espèces ont la même abondance) (DOUCET, 2003 ; FRONTIER & PICHOD-VIALE, 1993 in SENTERRE, 2005), ce qui correspond à l'indice d'équitabilité de Piélou ($E = H / \log_2 S$).

Enfin, un autre indice de diversité que nous avons utilisé, peu sensible à l'effort d'échantillonnage, est l'indice de diversité *alpha de Fisher* (= α). Cet indice, facile à

calculer, ne nécessite que la connaissance du nombre total d'individus d'une communauté végétale et le nombre d'espèces y correspondant. Nous reprenons ci-après la formule telle que fournie par CONDIT & al. (1998) :

$$S = \alpha \ln(1 + N/\alpha)$$

où α = diversité alpha de Fisher, N = nombre total d'individus et S = nombre total d'espèces.

II.5.3 Courbes aire-espèces et individus-espèces

La représentation graphique de l'évolution de la richesse spécifique d'une communauté en fonction de la surface inventoriée est donnée par la courbe aire-espèces. Cependant, en forêts tropicales, cette courbe ne s'arrête pas de croître même pour des inventaires très poussés, ce qui rend la notion d'aire minimale plus complexe à cause de l'apparition sans cesse des espèces dites rares ou accidentelles.

L'idée serait de limiter l'effort d'échantillonnage et même de relevés en fonction des objectifs et de tracer la courbe échantillonnage-espèces en faisant la distinction entre les espèces rares ou accidentelles et les espèces non accidentelles (GILLET, 2000), surtout en ce qui concerne les relevés phytosociologiques.

Chapitre III Résultats

III.1 Analyse floristique globale

Dans un premier temps nous aborderons dans ce chapitre les aspects généraux de la diversité végétale observée au cours de nos inventaires, nombre d'espèces, genres, familles, etc. Nous envisagerons ensuite faire de la diversité végétale comparée entre strates et entre sous-ensembles structuraux. La question sera de définir les strates et les sous-ensembles structuraux les plus diversifiés de notre zone d'étude, à comparer plus loin dans la discussion aux données de la littérature. Le tableau 3.1 présente la situation générale caractéristique de chaque sous-ensemble structural étudié tout au long de nos investigations.

Tableau 3.1. Présentation des données générales caractérisant le milieu d'étude.

A - arbres dominants ($DBH \geq 30$ cm) ; Ad - arbres dominés (5 cm \leq $DBH < 30$ cm) ; SB - sous-bois non perturbé par l'exploitation ; T - trouées ; N - nombre d'individus ou d'espèces ; Rsp - Richesse spécifique ; Fa - indice de diversité Fisher alpha.

Sous-groupe	Nombre d'individus	Moyenne (N/ha)	Proportions (%)	Richesse spécifique	Moyenne (Rsp/ha)	Nombre de familles	Fa
A	477	80	17,5	78	33	25	26,5
Ad	781	651	28,6	98	218	28	29,6
SB	713	5942	26,1	57	1283	21	14,6
T	759	6325	27,8	40	883	21	9,0

Il est important de signaler que ces observations proviennent toutes de 24 relevés floristiques réalisés dans une concession d'exploitation forestière (6 relevés x 4 sous-relevés pour les ensembles structuraux), tous sur terre ferme.

Etant donné la complexité et la multiplicité des paramètres à étudier et pour mieux appréhender les différents problèmes posés dans ce travail et de bien comprendre la dynamique de recrutement et de régénération, par conséquent évaluer l'impact de l'exploitation dans ces forêts, nous estimons idéal de traiter et analyser à travers les points qui suivent les données de nos recherches par sous-ensemble structural.

Toutefois, nous estimons nécessaire avant de passer à l'examen approfondi de chaque sous-groupe de caractériser le milieu forestier dans lequel le présent travail a été réalisé en définissant les familles relativement importantes ou diversifiées, la distribution et le type de diaspores pour l'ensemble des espèces inventoriées.

III.1.1 Diversité relativement importante des Caesalpiniaceae

Au terme de notre mission de quatre mois de terrain (soit du 01 octobre 2005 au 31 janvier 2006), nous estimons avoir observé un total d'environ 2730 individus ligneux arborescents, correspondant à 132 espèces, réparties en 95 genres et 32 familles (tous sous-ensembles confondus). La figure 3.1 illustre les familles dont la diversité est relativement importante dans cette forêt tandis que la figure 3.2 en définit pour chacun des sous-ensembles.

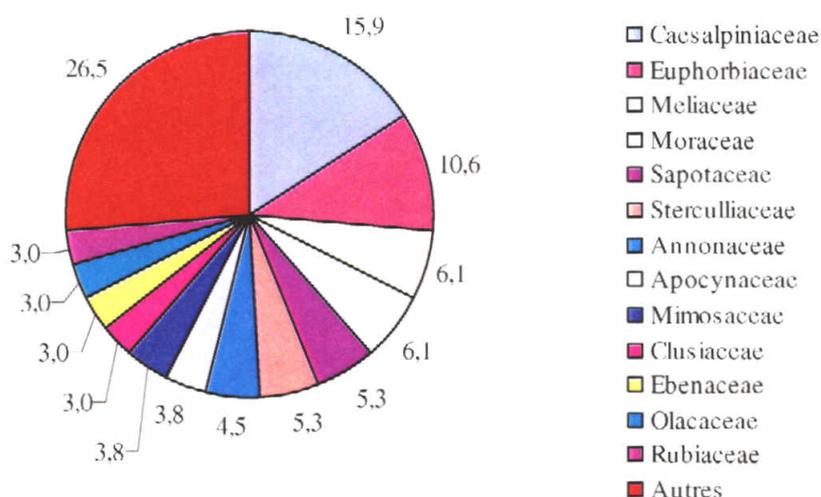


Figure 3.1. Importance relative (%) des familles les plus diversifiées.

Pour l'ensemble du dispositif, les Caesalpiniaceae forment la famille dont la diversité relative est la plus élevée. Elle joue un rôle majeur au niveau de chaque groupe structural que ce soit en termes de densité ou de dominance (tableau 3.5). Elle est représentée par 21 espèces, soit 15,9% de l'ensemble des espèces étudiées. La figure 3.2 montre son importance du point de vue floristique au niveau de chaque composante structurale définie.

Par contre, six familles (Hypericaceae, Acanthaceae, Anacardiaceae, Chrysobalanaceae, Ixonanthaceae, Lecythidaceae, Rhamnaceae et Simaroubaceae) sont reconnues comme les

moins diversifiées de la région. Elles sont représentées ici chacune par 1 espèce (0,8%). La famille des Lecythidaceae, toutefois, montre une certaine importance du point de vue de la densité et de la dominance des arbres, ce qui est dû au nombre et à la surface terrière des pieds de *Petersianthus macrocarpus*.

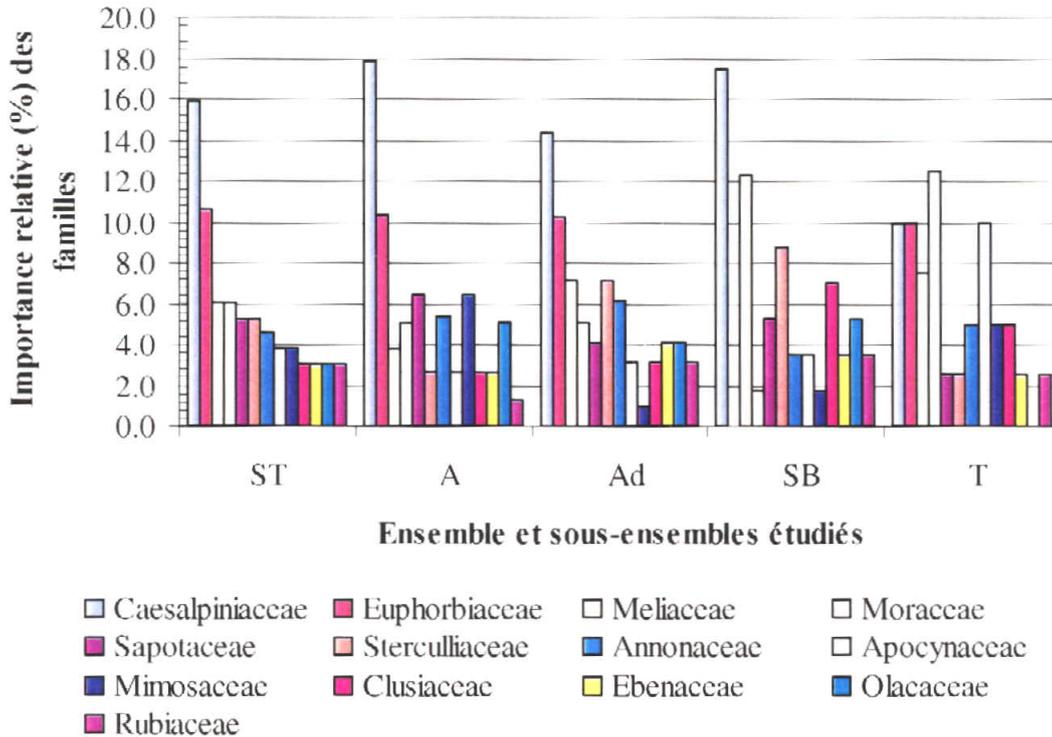


Figure 3.2. Familles les plus diversifiées et leur importance relative pour l'ensemble et pour chaque sous-ensemble structural. ST – situation totale ; A – arbres dominants (DBH ≥ 30 cm) ; Ad – arbres dominés (DBH < 30 cm) ; SB – sous-bois non perturbé par l'exploitation ; T – trouées.

Au niveau des trouées, la famille des Moraceae est la plus diversifiée avec 12,5 % de l'ensemble des espèces recensées dans les clairières d'exploitations. La famille des Caesalpiniaceae qui se montre floristiquement riche chez les arbres et les plantules de sous-bois non perturbé de ces forêts, vient en deuxième position avec les familles des Apocynaceae et des Euphorbiaceae, avec chacune 10 %.

La figure 3.3 illustre la densité relative de ces familles relativement diversifiées au niveau de chaque composante. Les Caesalpiniaceae se sont révélées aussi les plus abondantes (14,7%) parmi les arbres supérieurs (A) avant les Olacaceae (11,3%) qui, chez les arbres dominés (Ad), sont les plus abondantes avec 13,6% des tiges avant les Caesalpiniaceae

(11,5%). Cependant, aucun individu de la famille Olacaceae n'a été trouvé dans les trouées. Cela peut être justifié par le caractère sciaphile de cette famille.

Parmi les jeunes tiges dénombrées dans les parcelles des trouées d'exploitations, 15,7% font partie de la famille des Moraceae, principalement les individus de *Trilepisium madagascariense* et de *Milicia excelsa*. Les Euphorbiaceae, trouvées sans aucun pied parmi ceux répertoriés dans le sous-bois, sont représentées avec 13,4% des tiges principalement de *Margaritaria discoidea*, *Tetrorchidium didymostemon* et parfois de *Ricinodendron heudelotii*; et les Rubiaceae avec 11,6% principalement de *Nauclea diderrichii*.

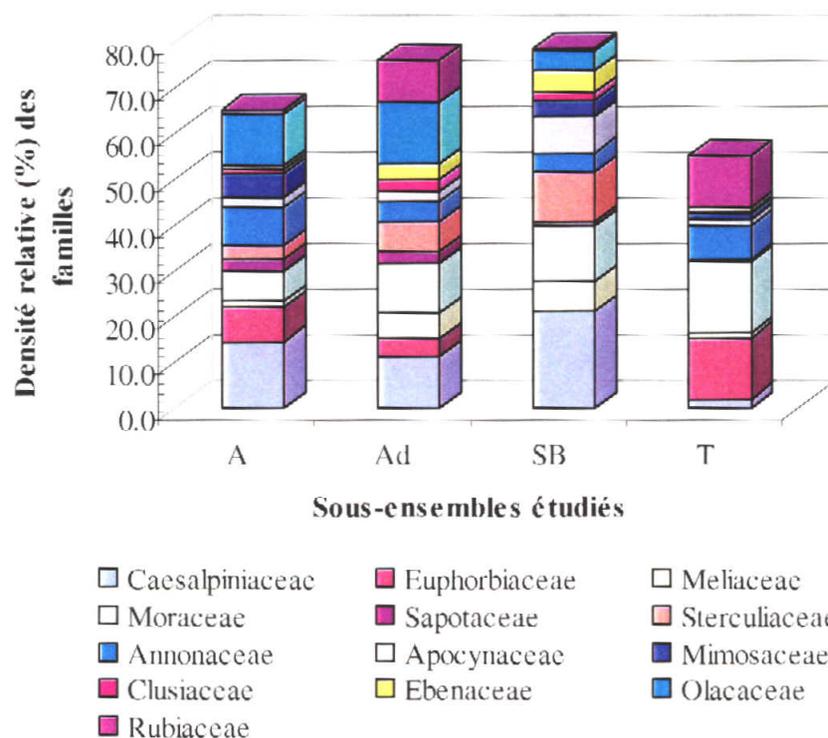


Figure.3.3. Comparaison des densités relatives des familles les plus diversifiées entre différents sous-ensembles structuraux étudiés. A – arbres dominants ; Ad – arbres dominés ; SB – sous-bois non dégradé ; T – trouées.

III.1.2 Dominance de la zoochorie

La plupart des auteurs qui se sont déjà lancés dans l'étude de la propagation des espèces végétales confirment que la détermination de type de diaspores n'a pas toujours été aisée, Certains fruits présentent des caractéristiques propres à deux groupes. Par exemple, comme DOUCET (2003) l'a constaté, certaines espèces des genres *Copaifera* et *Guibourtia*

possèdent des gousses dont les graines à l'intérieur sont arillées. Dans ce cas, c'est le type sarcochore qui est retenu.

Le tableau 3.2 présente les importances relatives des différents types de fruits et modes de dissémination pour les 132 espèces rencontrées. Près de 69% des espèces sont sarcochores tandis que 10,6% sont ballochores, 9,8% ptérochores, 4,5% sclérochores et 3,8% seraient pogonochores. Les barochores seraient marginaux dans cette région. Une seule espèce a été trouvée avec follicule et le type de diaspore ainsi que son mode de dispersion ne nous a pas été facile à définir, il s'agit de *Sterculia tragacantha* (Sterculiaceae).

L'importance relative de sarcochores a déjà été confirmée par d'autres auteurs qui ont travaillé dans les régions tropicales. Nous citons les études de DOUCET (2003) dans les forêts du centre du Gabon où près de 60% des espèces sont sarcochores, suivis également de ballochores (18,7%), ptérochores (7,9%) et sclérochores (5,8%).

Tableau 3.2. Part relative des différents types de diaspores et des modes de dispersion parmi les 132 espèces rencontrées.

Type de diaspore	Mode de dispersion	Part relative (%)
Sarcochore	Zoochore	68,9
Ballochore	Autochore	10,6
Ptérochore	Anémochore	9,8
Sclérochore	Autochore ou Zoochore	4,5
Pogonochore	Anémochore	3,8
Barochore	Zoochore	1,5
Follicule	Indéterminé	0,8

La figure 3.4 illustre la densité relative des principaux types de diaspores parmi l'ensemble de pieds inventoriés.

Quelle que soit la composante ou groupe structural, les sarcochores sont les mieux représentées, dans l'ensemble 77% des tiges sont de ce type. Les ptérochores (10,2%) viennent en deuxième position par leur représentation de 18,2% parmi les arbres de DBH \geq 30cm et de 14,1% parmi les plantules des trouées, tandis que seulement 5,6% des pieds sont ballochores.

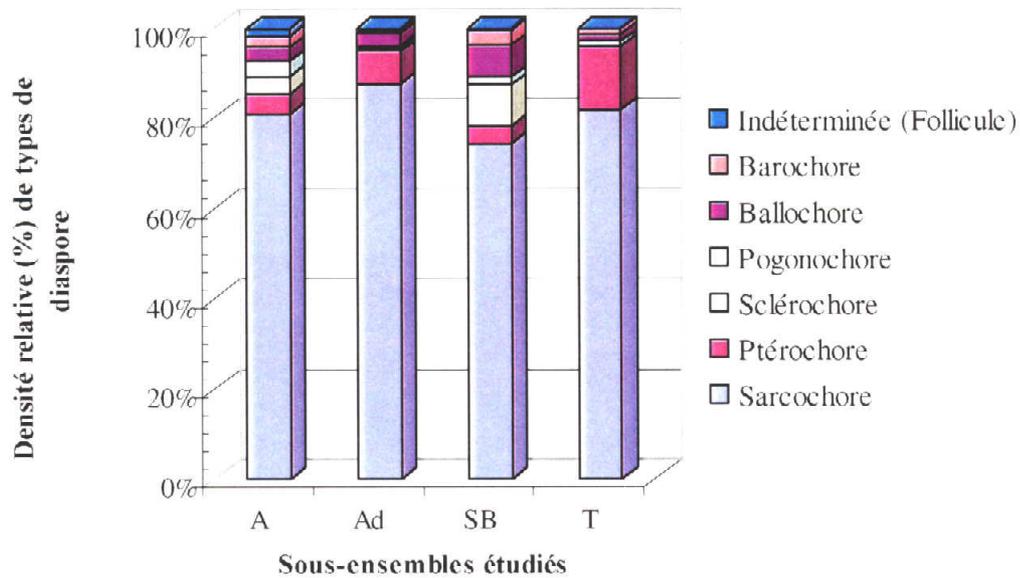


Figure 3.4. Densité relative des différents types de diaspore pour chaque sous-ensemble structural. A – arbres dominants ; Ad – arbres dominés ; SB – sous non perturbé par l'exploitation ; T – trouées.

III.1.3 Taux d'endémisme

Afin de pouvoir apprécier la proportion d'espèces endémiques, il importe d'associer chaque spécimen botanique identifié à son aire de répartition. Il existe néanmoins des indéterminés dont on ne sait bien évidemment pas extrapoler la distribution, ces derniers sont au nombre de 4, soit 3% des espèces inventoriées.

Dans l'ensemble, quatre catégories ont pu être définies :

- les espèces à large distribution : afro-américaines, afromalgaches, pantropicales ;
- les espèces de liaison ;
- les espèces sub-guinéo-congolaises ;
- les espèces guinéo-congolaises, qui peuvent se diviser en :
 - espèces guinéo-congolaises non exclusivement inférieures : omniguinéo-congolaises, centro-guinéennes, congolaises ;
 - espèces guinéennes exclusivement inférieures : guinéennes inférieures.

Le tableau 3.3 présente la répartition de l'ensemble des espèces étudiées par catégorie. La catégorie « indéterminées » renferme essentiellement des espèces dont la détermination a dû se limiter au genre.

Tableau 3.3. Chorologie des espèces présentes sur l'ensemble des sous-ensembles étudiés (y compris les espèces à distribution indéterminée).

Types chorologiques	Nombre d'espèces	Pourcentage d'espèces
Espèces à large distribution	5	3,8
Afro-américaines	1	0,8
Afromalgaches	3	2,3
Pantropicales	1	0,8
Espèces de liaison	14	10,6
Espèces sub-guinéo-congolaises	14	10,6
Espèces guinéo-congolaises	95	72,0
Espèces non exclusivement guinéennes inférieures	86	65,3
Omni-guinéo-congolaises	28	21,2
Centro-guinéennes	48	36,4
Espèces exclusivement congolaises	10	7,6
Espèces exclusivement guinéennes inférieures	9	6,8
Distribution indéterminée	4	3,0
Total	132	100,0

Les espèces guinéo-congolaises sont largement majoritaires, parmi les espèces identifiées, avec 72% des espèces. Ce taux justifie la valeur de 80% d'endémisme retenue par White (1993) pour le centre d'endémisme guinéo-congolais, et est proche de celui avancé par Doucet (2003), soit 81,5% d'endémisme guinéo-congolais pour la flore du Gabon.

Concernant les degrés d'endémisme plus restreints, la proportion des espèces centro-guinéo-congolaises reste aussi élevée (44%), comparativement aux autres données provenant du Gabon (DOUCET, 2003 ; GILLET & al., 2003).

La figure 3.5 reprend par sous-ensemble structural les densités des tiges des espèces endémiques centro-guinéennes strictes. Contrairement au tableau 3.3, les indéterminées ne sont pas prises en compte.

En comparant, pour chaque strate, la proportion d'individus propres aux différents sous-ensembles structuraux par rapport au nombre total d'individus observés dans la strate, on obtient une vue de la contribution de ces ensembles structuraux à l'endémisme centro-guinéen stricte. L'analyse de la variance (anova) nous a permis de mettre en évidence la représentativité des tiges centro-guinéennes dans les strates, on calcule pour chaque relevé le rapport du nombre de tiges d'un sous-ensemble structural, observées dans le relevé.

On constate que ce sont les tiges des espèces centro-guinéennes qui contribuent le plus à l'abondance de la strate des arbres dominés (environ 50 % des tiges), et une différence très hautement significative ($p = 0,000001$) est observée avec les tiges des trouées (avec seulement environ 10 % de chance d'observer une tige d'espèces centro-guinéocongolaises). La différence avec les arbres dominants, et même avec les plantules et jeunes plants arborescents du sous-bois non perturbé par l'exploitation, est donc moins significative.

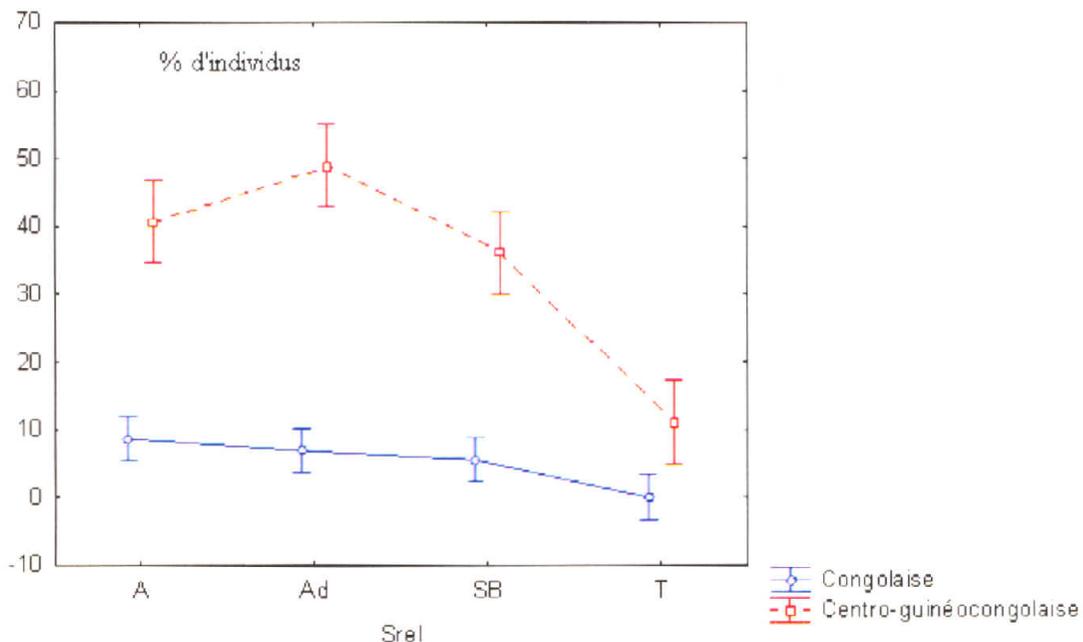


Figure 3.5. Contribution et représentativité des tiges appartenant à des espèces centro-guinéocongolaises strictes au sein des strates et sous-ensembles structuraux. Srel – statut du relevé ; A – arbres dominants ; Ad – arbres dominés ; SB – sous-bois non dégradé par l'exploitation ; T – trouées. Les traits verticaux représentent les intervalles de confiance à 95 % et les p-values sont indiquées.

Dans l'ensemble, les différents groupes structuraux étudiés possèdent des taux d'endémisme centro-guinéens élevés, excepté les trouées. Les arbres (A et Ad) se démarquent des autres groupes par des taux importants d'espèces endémiques centro-guinéennes. Un minimum de 53,4% de tiges d'espèces répertoriées dans ces deux groupes sont centro-guinéocongolaises strictes, ce taux particulièrement élevé est principalement dû à l'abondance de certaines espèces, notamment *Annonidium mannii*, *Myrianthus preussii*, *Strombosiosis tetrandra*, *Aidia micrantha*, *Cola griseiflora* et *Celtis mildbraedii*, *Celtis philippiensis*).

Les tiges dénombrées dans les trouées d'exploitation ne représentent que 10,1% d'endémisme centro-guinéocongolais grâce à l'abondance des *Cleistopholis glauca* (Annonaceae). Elles sont particulièrement dominées par des espèces présentes dans toute la région guinéo-congolaise et par les espèces de liaison. Les espèces congolaises strictes ont donc une probabilité nulle de régénérer dans les trouées.

La notion d'endémisme congolais a été observée minutieusement à l'aide de la distribution de dix espèces répertoriées uniquement au Congo (LEJOLY & al., 1988).

Ainsi, le taux d'endémiques « congolaises » observé est de 7,6%. A titre de comparaison, DOUCET (2003) obtient pour les forêts du centre du Gabon 7,3% d'endémiques « gabonaises », et SONKE (1998) obtient pour la région du Dja (Cameroun) seulement 0,3% d'endémiques « camerounaises ».

Les espèces endémiques congolaises identifiées au cours de nos inventaires sont au nombre de dix : *Brillantaisia dewevrei*, *Celtis philippiensis*, *Dialium excelsum*, *Dialium pentandrum*, *Dacryodes osika*, *Drypetes leonensis*, *Gilletiodendron mildbraedii*, *Microdesmis yafungana*, *Phyllanthus delpyanus*, *Xylia ghesquierei*.

III.2 Diversité et structure du peuplement

Ce chapitre a pour objectif de caractériser la forêt étudiée à partir des étages dominants et dominés. Il envisage de déterminer l'équilibre des peuplements ainsi que le tempérament et les possibilités de recrutement des espèces, plus particulièrement des espèces commerciales.

Les volets suivants sont successivement développés : l'analyse de la diversité spécifique, la confrontation des importances relatives des familles, la distribution du nombre de tiges par catégories de diamètre pour l'ensemble de la forêt et pour les espèces individuelles commerciales.

Etant donné la diversité des aspects à aborder, les résultats seront d'abord analysés sur une échelle locale en considérant l'ensemble de pieds de $DBH \geq 5$ cm et ensuite sur une échelle de comparaison régionale pour les $DBH \geq 10$ cm.

III.2.1 Analyse floristique

Les notions de la biodiversité sont complexes (WHITTAKER, 1960). Dans la présente étude, la biodiversité définit le nombre d'espèces présentes, qu'on appelle la richesse spécifique, genres, familles, ... dans une communauté végétale donnée. Ainsi, le degré d'endémisme des espèces observées dans la communauté pourra justifier sa valeur en termes de conservation.

Au cours de nos inventaires, nous estimons avoir observé 1258 individus arborescents de $DBH \geq 5$ cm, correspondant 125 espèces, réparties en 90 genres et 30 familles. Ces observations proviennent de relevés floristiques réalisés à deux dimensions : les inventaires de ce que nous considérons les dominants, c'est-à-dire les pieds de $DBH \geq 30$ cm et les dominés (Ad), c'est-à-dire tous les pieds de $5 \leq DBH < 30$ cm, suivant le dispositif de l'étude (figure 2.2).

Le tableau 3.4 présente toutes les espèces répertoriées et leur densité moyenne à l'hectare. Dans l'ensemble, la densité est élevée avec 742 pieds par hectare, caractérisant ainsi la plupart des forêts de basses altitudes avec 400-760 tiges / ha (PIERLOT, 1966). Les résultats illustrent clairement que contrairement à une forêt dense monodominante, la densité de tiges dans une forêt dense hétérogène diminue très sensiblement au fur et mesure qu'on monte de strates (en moyenne 651 tiges / ha des dominés contre seulement 79 tiges / ha des dominants), tandis que la surface terrière prend de l'ampleur (en moyenne 6,85 m²/ha pour les dominés et 25,54 m²/ha pour les dominants).

Le seul représentant de la famille de Lecythidaceae (*Petersianthus macrocarpus*) est le plus dominant dans cette forêt, ce qui fait de cette famille deuxième du point de vue dominance avant les Olacaceae, Euphorbiaceae, Mimosaceae, Moraceae, ... (tableau 3.5).

Tableau 3.4.. Liste des espèces répertoriées et leur densité moyenne par hectare. A – arbres dominants ; Ad – arbres dominés ; Dor – dominance relative.

Espèce	Densité / ha			Surface terrière (m ² / ha)			Dor
	Ad	A	A et Ad	Ad	A	A et Ad	A et Ad
<i>Aidia micrantha</i>	48	0	48	0,43	0	0,43	1,33
<i>Albizia gummifera</i>	2	0,3	2,3	0,008	0,14	0,148	0,46
<i>Alstonia congensis</i>	0	1,3	1,3	0,000	1,02	1,02	3,15
<i>Amphimas ferrugineus</i>	1	0	1	0,013	0	0,013	0,04
<i>Amphimas pterocarpoides</i>	0	0,3	0,3	0,000	0,15	0,15	0,46
<i>Annonidium manni</i>	13	4,8	17,8	0,219	0,65	0,869	2,69
<i>Anthonotha fragrans</i>	3	1,2	4,2	0,018	0,58	0,598	1,85
<i>Anthonotha macrophylla</i>	3	0	3	0,052	0	0,052	0,16
<i>Barteria nigritana</i>	6	0	6	0,115	0	0,115	0,36
<i>Blighia welwitschii</i>	2	0,3	2,3	0,004	0,1	0,104	0,32
<i>Bombax buonopozense</i>	0	0,2	0,2	0,000	0,19	0,19	0,59
<i>Brillantaisia dewevrei</i>	1	0	1	0,002	0	0,002	0,01
<i>Canarium schweinfurthii</i>	0	0,2	0,2	0,000	0,13	0,13	0,40
<i>Ceiba pentandra</i>	0	0,2	0,2	0,000	0,28	0,28	0,87
<i>Celtis mildbraedii</i>	13	1,7	14,7	0,199	0,46	0,659	2,04
<i>Celtis philippensis</i>	12	2	14	0,086	0,82	0,906	2,80
<i>Chrysophyllum africanum</i>	10	0,5	10,5	0,112	0,06	0,172	0,53
<i>Chrysophyllum beguei</i>	0	0,5	0,5	0,000	0,31	0,31	0,96
<i>Chrysophyllum lacourtianum</i>	2	0,3	2,3	0,030	0,09	0,12	0,37
<i>Cleistanthus mildbraedii</i>	2	2,3	4,3	0,093	0,44	0,533	1,65
<i>Cleistopholis glauca</i>	1	0,3	1,3	0,028	0,04	0,068	0,21
<i>Coelocaryon preussii</i>	10	0,3	10,3	0,091	0,03	0,121	0,37
<i>Cola acuminata</i>	8	0	8	0,055	0	0,055	0,17
<i>Cola digitata</i>	1	0	1	0,004	0	0,004	0,01
<i>Cola griseiflora</i>	18	0	18	0,236	0	0,236	0,73
<i>Cola lateritia</i>	5	0,2	5,2	0,063	0,01	0,073	0,23
<i>Cola marsupium</i>	1	0	1	0,003	0	0,003	0,01
<i>Copaifera mildbraedii</i>	0	0,2	0,2	0,000	0,19	0,19	0,59
<i>Croton haumanianus</i>	1	0,3	1,3	0,004	0,17	0,174	0,54
<i>Cynometra alexandri</i>	1	2,5	3,5	0,003	1,49	1,493	4,61
<i>Cynometra hankei</i>	1	0,7	1,7	0,021	0,72	0,741	2,29
<i>Dacryodes osika</i>	3	0,3	3,3	0,039	0,04	0,079	0,24
<i>Desplatsia chrysochlamys</i>	1	0	1	0,008	0	0,008	0,02
<i>Desplatsia dewevrei</i>	9	3,5	12,5	0,118	0,63	0,748	2,31
<i>Dialium corbisieri</i>	3	0,7	3,7	0,068	0,16	0,228	0,70
<i>Dialium excelsum</i>	13	0	13	0,164	0	0,164	0,51
<i>Dialium pachyphyllum</i>	35	0,5	35,5	0,283	0,31	0,593	1,83
<i>Dialium pentandrum</i>	1	0	1	0,010	0	0,01	0,03
<i>Diogoia zenkeri</i>	12	1,8	13,8	0,212	0,21	0,422	1,30
<i>Diospyros boala</i>	7	0,2	7,2	0,055	0,02	0,075	0,23

Tableau 3.4. Suite 1

Espèce	Densité / ha			Surface terrière (m ² / ha)			Dor
	Ad	A	A et Ad	Ad	A	A et Ad	A et Ad
<i>Diospyros crassiflora</i>	13	0,3	13,3	0,113	0,04	0,153	0,47
<i>Diospyros melocarpa</i>	2	0	2	0,008	0	0,008	0,02
<i>Diospyros sp1</i>	1	0	1	0,003	0	0,003	0,01
<i>Dorstenia dinklagei</i>	21	0	21	0,081	0	0,081	0,25
<i>Drypetes bipindensis</i>	3	0	3	0,018	0	0,018	0,06
<i>Drypetes gossweileri</i>	1	0	1	0,018	0	0,018	0,06
<i>Drypetes leonensis</i>	8	0	8	0,079	0	0,079	0,24
<i>Drypetes sp1</i>	2	0	2	0,005	0	0,005	0,02
<i>Drypetes sp2</i>	3	0	3	0,010	0	0,01	0,03
<i>Entandrophragma angolense</i>	3	0	3	0,018	0	0,018	0,06
<i>Entandrophragma cylindricum</i>	5	0	5	0,057	0	0,057	0,18
<i>Entandrophragma utile</i>	1	0	1	0,004	0	0,004	0,01
<i>Erythrophleum suaveolens</i>	0	0,3	0,3	0,000	0,28	0,28	0,87
<i>Fillaeopsis discophora</i>	0	1,3	1,3	0,000	0,82	0,82	2,53
<i>Funtumia africana</i>	3	0,5	0,5	0,038	0,09	0,128	0,40
<i>Funtumia elastica</i>	1	0	1	0,016	0	0,016	0,05
<i>Garcinia kola</i>	4	0	4	0,026	0	0,026	0,08
<i>Garcinia punctata</i>	10	0	10	0,118	0	0,118	0,36
<i>Gilletiodendron mildbraedii</i>	0	1,3	1,3	0,000	0,55	0,55	1,70
<i>Gossweilerodendron balsamiferum</i>	0	0,2	0,2	0,000	0,15	0,15	0,46
<i>Grewia pinnatifida</i>	2	2	4	0,007	0,34	0,347	1,07
<i>Guarea cedrata</i>	3	0,2	3,2	0,012	0,02	0,032	0,10
<i>Guarea thompsonii</i>	3	0,5	3,5	0,064	0,05	0,114	0,35
<i>Guibourtia demeusei</i>	3	0	3	0,166	0	0,166	0,51
<i>Hannoa klaineana</i>	2	0	2	0,036	0	0,036	0,11
<i>Heisteria parvifolia</i>	1	0,2	1,2	0,004	0,01	0,004	0,01
<i>Homalium longistylum</i>	1	0	1	0,006	0	0,006	0,02
<i>Irvingia gabonensis</i>	0	0,3	0,3	0,000	0,18	0,18	0,56
<i>Isolona hexaloba</i>	3	0	3	0,030	0	0,03	0,09
<i>Klainedoxa gabonensis</i>	0	0,8	0,8	0,000	0,42	0,42	1,30
<i>Lannea welwitschii</i>	1	0,3	1,3	0,012	0,08	0,092	0,28
<i>Lindackeria poggei</i>	1	0	1	0,004	0	0,004	0,01
<i>Macaranga barteri</i>	1	0,2	1,2	0,019	0,03	0,049	0,15
<i>Macaranga monandra</i>	0	0,2	0,2	0,000	0,02	0,02	0,06
<i>Mammea africana</i>	0	0,2	0,2	0,000	0,03	0,03	0,09
<i>Margaritaria discoidea</i>	0	1,8	1,8	0,000	0,78	0,78	2,41
<i>Massularia acuminata</i>	8	0	8	0,038	0	0,038	0,12
<i>Microdesmis puberula</i>	1	0	1	0,025	0	0,025	0,08
<i>Microdesmis yafungana</i>	5	0	5	0,020	0	0,02	0,06
<i>Milicia excelsa</i>	0	1	1	0,000	0,48	0,48	1,48
<i>Millettia laurentii</i>	2	0	2	0,012	0	0,012	0,04
<i>Mimusops andongensis</i>	0	0,3	0,3	0,000	0,04	0,04	0,12
<i>Monopetalanthus microphyllus</i>	0	0,2	0,2	0,000	0,09	0,09	0,28
<i>Musanga cecropioides</i>	1	2	3	0,005	0,75	0,755	2,33
<i>Myrianthus arboreus</i>	5	0,5	5,5	0,041	0,05	0,091	0,28
<i>Myrianthus preussii</i>	27	0	27	0,123	0	0,123	0,38
<i>Nauclea diderrichii</i>	0	0,7	0,7	0,000	0,41	0,41	1,27

Tableau 3.4. Suite 2

Espèce	Densité / ha			Surface terrière (m ² / ha)			Dor
	Ad	A	A et Ad	Ad	A	A et Ad	A et Ad
<i>Ochthocosmus africanus</i>	1	0	1	0,004	0	0,004	0,01
<i>Oxyanthus unilocularis</i>	3	0	3	0,036	0	0,036	0,11
<i>Oxystigma gilbertii</i>	2	0,3	2,3	0,051	0,1	0,151	0,47
<i>Oxystigma oxyphyllum</i>	2	0,8	2,8	0,008	0,14	0,148	0,46
<i>Pancovia harmsiana</i>	20	0	20	0,246	0	0,246	0,76
<i>Panda oleosa</i>	2	2	4	0,024	0,47	0,494	1,53
<i>Paramacrolobium coeruleum</i>	4	0,3	4,3	0,056	0,13	0,186	0,57
<i>Parinari excelsa</i>	2	0	2	0,028	0	0,028	0,09
<i>Pericopsis elata</i>	0	1,3	1,3	0,000	0,65	0,65	2,01
<i>Petersianthus macrocarpus</i>	33	8,7	41,7	0,361	2,58	2,941	9,09
<i>Phyllanthus delpyanus</i>	5	0,8	5,8	0,148	0,08	0,228	0,70
<i>Phyllanthus polyanthus</i>	0	0,2	0,2	0,000	0,06	0,06	0,19
<i>Piptadeniastrum africanum</i>	0	0,2	0,2	0,000	0,15	0,15	0,46
<i>Pleiocarpa pycnantha</i>	10	0	10	0,108	0	0,108	0,33
<i>Polyalthia suaveolens</i>	10	1	11	0,116	0,16	0,276	0,85
<i>Pterocarpus soyauxii</i>	1	1,3	2,3	0,005	0,39	0,395	1,22
<i>Pycnanthus angolensis</i>	15	0,3	15,3	0,129	0,05	0,179	0,55
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	0	0,3	0,3	0,000	0,04	0,04	0,12
<i>Scaphopetalum thonneri</i>	9	0	9	0,028	0	0,028	0,09
<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	3	2,5	5,5	0,022	0,74	0,762	2,35
<i>Staudtia kamerunensis</i>	13	0,2	13,2	0,061	0,07	0,131	0,40
<i>Sterculia tragacantha</i>	2	2,5	4,5	0,021	0,89	0,911	2,82
<i>Strombosia grandifolia</i>	30	4,2	34,2	0,334	0,82	1,154	3,57
<i>Strombosiopsis tetrandra</i>	46	2,8	48,8	0,499	0,58	1,079	3,33
<i>Symphonia globulifera</i>	1	0,5	1,5	0,020	0,07	0,09	0,28
<i>Synsepalum stipulatum</i>	1	0	1	0,003	0	0,003	0,01
<i>Synsepalum subcordatum</i>	3	0,2	3,2	0,025	0,02	0,02	0,06
<i>Tessmannia africana</i>	3	0	3	0,021	0	0,021	0,06
<i>Tetrapleura tetraptera</i>	0	0,2	0,2	0,000	0,03	0,03	0,09
<i>Tetrorchidium didymostemon</i>	1	0	1	0,002	0	0,002	0,01
<i>Trichilia gilgiana</i>	20	0	20	0,229	0	0,229	0,71
<i>Trichilia rubescens</i>	3	0,3	3,3	0,042	0,05	0,092	0,28
<i>Trilepisium madagascariense</i>	18	1,7	19,7	0,132	0,3	0,432	1,33
<i>Xylia ghesquierei</i>	0	2,2	2,2	0,000	0,86	0,86	2,66
<i>Xylophia aethiopica</i>	1	0,2	1,2	0,010	0,04	0,05	0,15
<i>Xylophia phloiodora</i>	1	0	1	0,003	0	0,003	0,01
<i>Zanthoxylum gillettii</i>	1	1,3	2,3	0,003	0,8	0,803	2,48
<i>Zanthoxylum lemairii</i>	0	0,2	0,2	0,000	0,12	0,12	0,37
Total	651	79	742	6,85	25,54	32,36	100,00

Le classement des familles par importance relative (tableau 3.5) indique une nette démarcation de Caesalpiniaceae, tant chez les dominants que les dominés (l'importance relative est de 47,5). En dépit de leur densité (12 pieds/ha) parmi les dominants par rapport à celle de dominés (74 pieds/ha), cette famille est la plus dominante au niveau de la strate supérieure, principalement constituée de *Cynometra alexandri*, *Scorodophleus zenkeri*, *Anthonotha fragrans* ...

Tableau 3.5. Importances relatives des familles dans cette forêt de basse altitude à Kisangani. Dr – densité relative ; S – surface terrière ; Dor – dominance relative ; Dir – diversité relative ; Ir – importance relative ; N - nombre.

Famille	Densité N / ha			Dr	S m ² / ha	Dor	Diversité N espèces	Dir	Ir
	Ad	A	A et Ad						
<i>Caesalpiniaceae</i>	74	12	89	12,0	6,573	20,31	19	15,2	47,5
<i>Olacaceae</i>	88	9	98	13,2	2,659	8,22	4	3,2	24,6
<i>Euphorbiaceae</i>	24	6	33	4,4	2,016	6,23	14	11,2	21,8
<i>Moraceae</i>	71	5	77	10,4	1,962	6,06	6	4,8	21,3
<i>Sterculiaceae</i>	43	3	47	6,3	1,31	4,05	7	5,6	16,0
<i>Lecythidaceae</i>	33	9	42	5,7	2,941	9,09	1	0,8	15,6
<i>Rubiaceae</i>	58	1	60	8,1	0,914	2,82	4	3,2	14,1
<i>Annonaceae</i>	29	6	35	4,7	1,296	4,00	6	4,8	13,5
<i>Meliaceae</i>	38	1	39	5,3	0,546	1,69	7	5,6	12,6
<i>Mimosaceae</i>	2	4	6	0,8	2,008	6,20	5	4	11,0
<i>Ulmaceae</i>	25	4	29	3,9	1,565	4,84	2	1,6	10,3
<i>Autres (19 familles)</i>	165	20	188	25,7	8,572	26,49	50	40	92,1
Total	651	79	742	100,0	32,362	100,0	125	100,0	300,0

Il est cependant curieux de voir l'importance des *Olacaceae* en deuxième position (l'importance relative de 24,6), sa densité de 88 tiges/ha rend cette famille la plus dominante parmi les dominés. Elle n'est toutefois pas assez diversifiée (4 espèces). Son importance est aussi significative dans cette strate dominée que dans la strate dominante (figure 3.6), ce qui confirmerait le caractère sciaphile de cette famille.

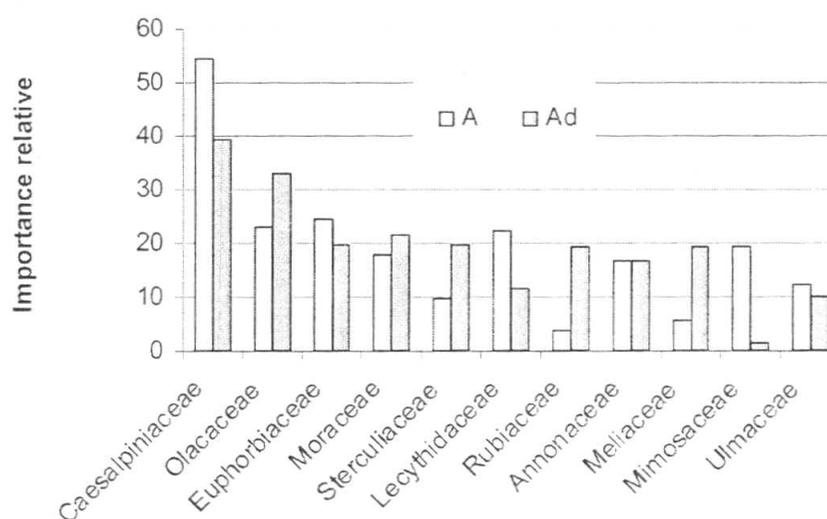


Figure 3.6. Comparaison des importances relatives entre les dominants et les dominés.

III.2.2 Représentativité des strates

III.2.2.1 Courbes individus-espèces

La préoccupation majeure de ce chapitre est de pouvoir comparer la diversité entre deux strates, celles de dominants et de dominés. Cependant, la mesure de l'effort d'échantillonnage (surfaces et nombre d'individus) n'a pas été au centre de nos préoccupations, bien que les comparaisons en terme de diversité entre deux strates soient très sensibles aux différences d'effort d'échantillonnage (CHAO & al., 2004).

La plupart des auteurs démontrent que la densité d'individus, non seulement elle varie fortement pour une même strate selon la région ou l'habitat mais aussi, diminue très fortement pour un même type forestier à superficie constante des strates inférieures aux strates supérieures. Pour illustrer ce propos, nous pouvons citer l'étude de SENTERRE (1999) qui répertoria dans une même superficie de 1 ha 389 individus d'arbres situés sous le couvert de la canopée (DBH entre 10 et 30 cm) contre 116 arbres de la canopée (DBH \geq 30 cm) ; ainsi que la présente étude qui indique une moyenne / ha de 651 arbres pour le DBH entre 5 et 30 cm contre seulement 79 arbres de DBH \geq 30 cm. Quant aux plantes de sous-bois, BLANC (2002) estime l'étendue délimitée par une centaine d'individus à seulement 50 m².

Se pose alors la question de savoir si ces variations d'effectifs varient in facto avec la diversité spécifique du peuplement. Nous avons ainsi tenté, dans le cadre de ce travail, de voir à quelles catégories de DBH les différences de diversité sont assez nettes, en d'autres termes de dire à quelles limites de DBH peut-on distinguer les dominants de dominés, en dépit des notions des strates telles que définies par SENTERRE (2005). La réponse à cette préoccupation consiste à tracer des courbes du nombre cumulé d'espèces en fonction de l'effectif : courbes individus-espèces.

A cet effet, pour bien comprendre l'intensité d'échantillonnage par strate dans cette forêt hétérogène proche de la maturité, quatre catégories de diamètre sont formées : les deux sous-ensembles structuraux de base A (DBH \geq 30 cm) et Ad ($5 \text{ cm} \leq \text{DBH} < 30 \text{ cm}$), ainsi que deux autres créés parmi les A, DBH \geq 50 cm et DBH \geq 70 cm.

Une remarque importante confirme donc les allégations de auteurs cités tantôt, la courbe des arbres de la strate inférieure de moins de 30 cm de DBH se démarque de celles des DBH d'au moins 30, 50 et 70 cm (figure 3.7). Ce qui approuve l'échantillonnage important en effectif et en espèces au niveau de la strate inférieure de classes de diamètre 1, 2 et 3 ; et qu'à partir de 30 cm la diversité par catégorie de diamètre est presque la même.

Autre constat qu'on peut se faire est que toutes les courbes sont loin d'atteindre le stade asymptotique, ce qui témoigne d'une β diversité élevée (SOUTHWOOD & HENDERSON, 1999).

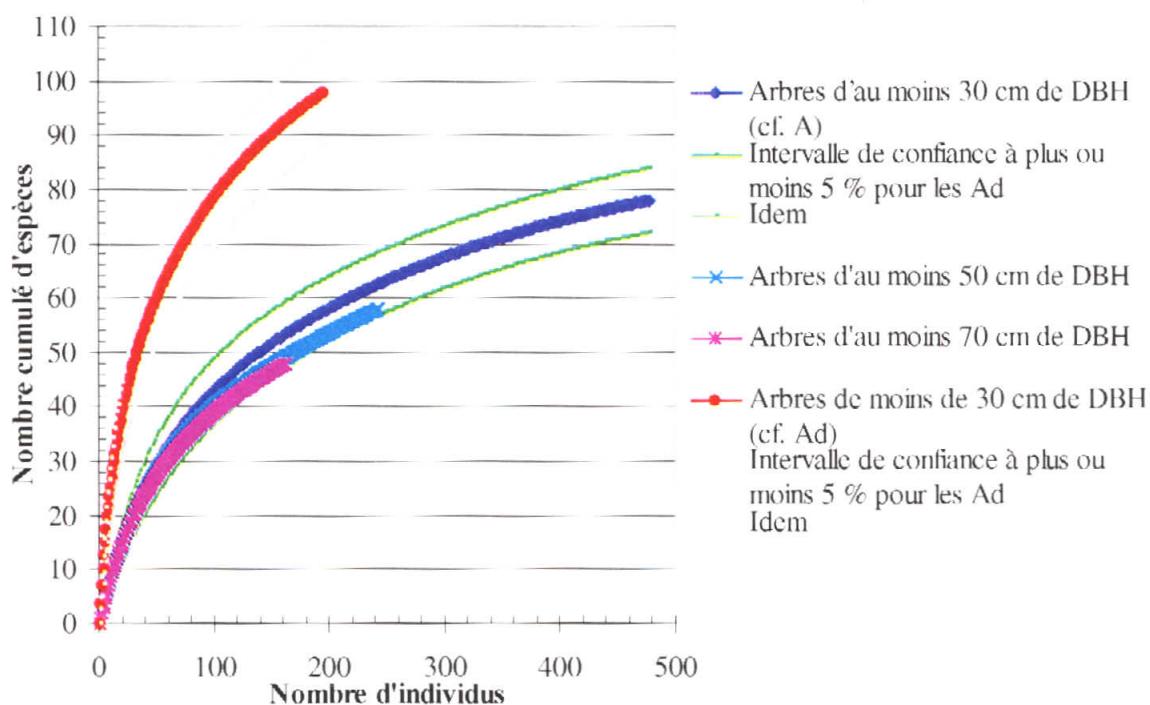


Figure 3.7. Courbes individus-espèces, calculées à l'échelle des catégories de diamètre (Ad : $5 \text{ cm} \leq \text{DBH} < 30 \text{ cm}$; A : $\text{DBH} \geq 30 \text{ cm}$; A : $\text{DBH} \geq 50 \text{ cm}$; A : $\text{DBH} \geq 70 \text{ cm}$).

III.2.2.2 Indices de diversité

Comme nous l'avons déjà exprimé dans cette étude, pour la comparaison de la diversité entre strates et même entre relevés, nous utilisons trois indices les plus courants. Il s'agit de l'indice de diversité alpha de Fisher qui tient compte principalement du nombre total d'espèces et du nombre total de pieds ; et de deux autres indices, de Simpson et de Shannon-Wiener, qui sont indépendants d'un modèle de distribution.

L'indice de diversité alpha de Fisher, comparé entre relevés, varie de 14 à 32 avec une moyenne de 23/relevé ; le relevé n° 1 apparaît le plus diversifié tandis que le n° 5 est non seulement le moins diversifié mais, il possède aussi la plus faible densité ainsi que la plus faible richesse spécifique parmi les dominés (Ad). Parmi les dominants (A), cet indice varie de 17 à 26 avec une moyenne de 21/ha ; le relevé n° 2 a la valeur la plus élevée et le n° 6 la valeur la plus faible alors que 3^{ème} du point de vue densité (77 pieds), il est le moins riche en espèces (29 espèces).

Bien que n'étant pas basé sur le critère d'échantillonnage constant, ni en surface ni effectif, les chiffres moyens trouvés pour chaque sous-ensemble démontrent une diversité supérieure des strates des dominés par rapport à celles des dominants.

A la lumière de la figure 3.7, la tranche est donc nette à cette limite de DBH pour parler de dominants et dominés dans cette forêt hétérogène.

Les valeurs des indices de Simpson et de Shannon-Wiener par contre sont relativement peu variables au niveau de chaque groupe ainsi qu'entre les relevés. L'équitabilité de Pielou, calculée pour chaque relevé avec une moyenne par groupe, montre une certaine régularité des relevés dans cette forêt hétérogène.

*Tableau 3.6. Principaux indices de diversité calculés pour chacun de nos 2 * 6 relevés structurels. Ab – nombre d’individus ; RSp – nombre d’espèces ; Fa – diversité alpha de Fisher ; Is – indice de Simpson ; H – indice de Shannon-Wiener ; E – équitabilité de Pielou.*

Groupe	Relevé	Ab	RSp	Fa	Is	H	E
Ad		781	98	30			
	Rel 1	104	46	<u>32</u>	0,96	5,04	0,91
	Rel 2	148	46	23	0,96	<u>5,11</u>	0,92
	Rel 3	153	46	22	0,96	4,99	0,90
	Rel 4	133	45	24	0,96	5,09	0,93
	Rel 5	111	31	14	0,92	4,26	0,86
	Rel 6	132	48	27	0,96	5,11	0,92
moyenne		130	44	23	0,95	4,93	0,91
A		477	78	26			
	Rel 1	93	37	23	0,95	4,73	0,91
	Rel 2	71	34	<u>26</u>	0,95	<u>4,77</u>	0,94
	Rel 3	64	30	22	0,95	4,62	0,94
	Rel 4	100	36	20	0,95	4,67	0,90
	Rel 5	72	33	24	0,95	4,67	0,93
	Rel 6	77	29	17	0,94	4,46	0,92
moyenne		80	33	21	0,95	4,65	0,92

III.2.3 Analyse de la structure verticale du peuplement

L’analyse structurale consiste à étudier la distribution du nombre de tiges par catégories de diamètre, pour l’ensemble de la forêt et pour les espèces individuelles commerciales. Elle permet de déterminer l’équilibre du peuplement ainsi que, sur base du rapport DBH – hauteur, le tempérament et les possibilités de recrutement des espèces.

La structure globale du peuplement est la répartition de l’ensemble des tiges de toutes les espèces par classes de diamètre. La figure 3.8 présente les structures totales de l’ensemble du peuplement pour chaque parcelle d’inventaires. Le nombre de tiges pour les dominés (Ad) a été ramené à l’hectare pour tous les relevés, faisant un total de 6 ha d’inventaires des arbres d’au moins 5 cm de DBH.

On observe, au total, 15 classes de diamètre à 1,3 m du sol allant de 5 à 150 cm. Cette allure générale de la structure est pratiquement la même pour tous les inventaires et représente une exponentielle décroissante caractéristique des forêts denses humides matures (ROLLET, 1974 ; DOUCET, 2003), une décroissance montrant un écart important entre les tiges de petites dimensions, c'est-à-dire entre les classes 1, 2, 3, voire 4, caractérise l'ensemble des relevés décrivant ainsi un décalage régressif logiquement significatif au fur et mesure que le DBH augmente, ce qui indique une bonne représentation dans le sous-bois grâce à l'abondance des individus sciaphiles. Cela signifie donc que les ensembles structuraux de nos relevés sont peu touchés par l'exploitation. Les autres classes supérieures présentent une faible décroissance et inscrivent des paliers.

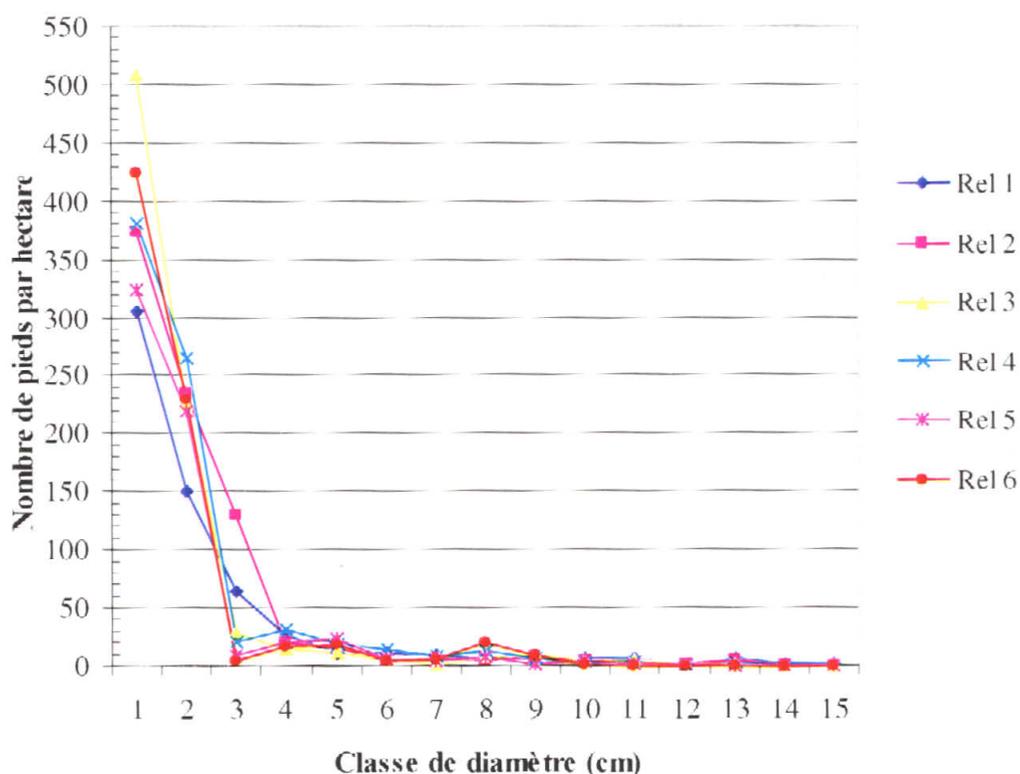


Figure 3.8. Représentation structurelle de chaque hectare d'inventaires. 1 – 5 cm \leq DBH < 10 cm, 2 – 10 cm \leq DBH < 20 cm, 3 – 20 cm \leq DBH < 30 cm, ..., 15 – DBH \leq 150 cm. Rel - relevé.

Cette allure générale ne renseigne pas cependant sur la régénération des essences prises individuellement. On peut donc établir, pour les diverses espèces importantes à 100 % de fréquence, les diagrammes du nombre d'individus des diverses classes de diamètre du tronc et voir si elles coexistent.

La plupart des espèces (*Petersianthus macrocarpus*, *Strombosia grandifolia*, *Desplatsia dewevrei*, *Dialium pachyphyllum*, ...) présentent une diminution pas moins régulière du nombre d'individus au fur et à mesure que croît le diamètre, et d'autres (*Aidia micrantha*, *Pycnanthus angolensis*,...) une décroissance nettement régulière. Les diagrammes de ces espèces témoignent d'une régénération sous couvert forestier dense, les semis étant capables de prospérer à l'ombre ; et pour certaines d'entre elles qui occupent des classes de diamètre supérieur à 30 cm signifient simplement leur demande en lumière pour un bon développement.

D'autres espèces par contre (*Cynometra alexandri*, *Sterculia tragacantha*, *Zanthoxylum gillettii*) montrent une certaine exigence en lumière en présentant un diagramme bimodal. Elles sont héliophiles, la régénération est donc déclenchée soit dans une trouée ou soit dans une forêt soumise à des défrichements culturaux (SCHNELL, 1971).

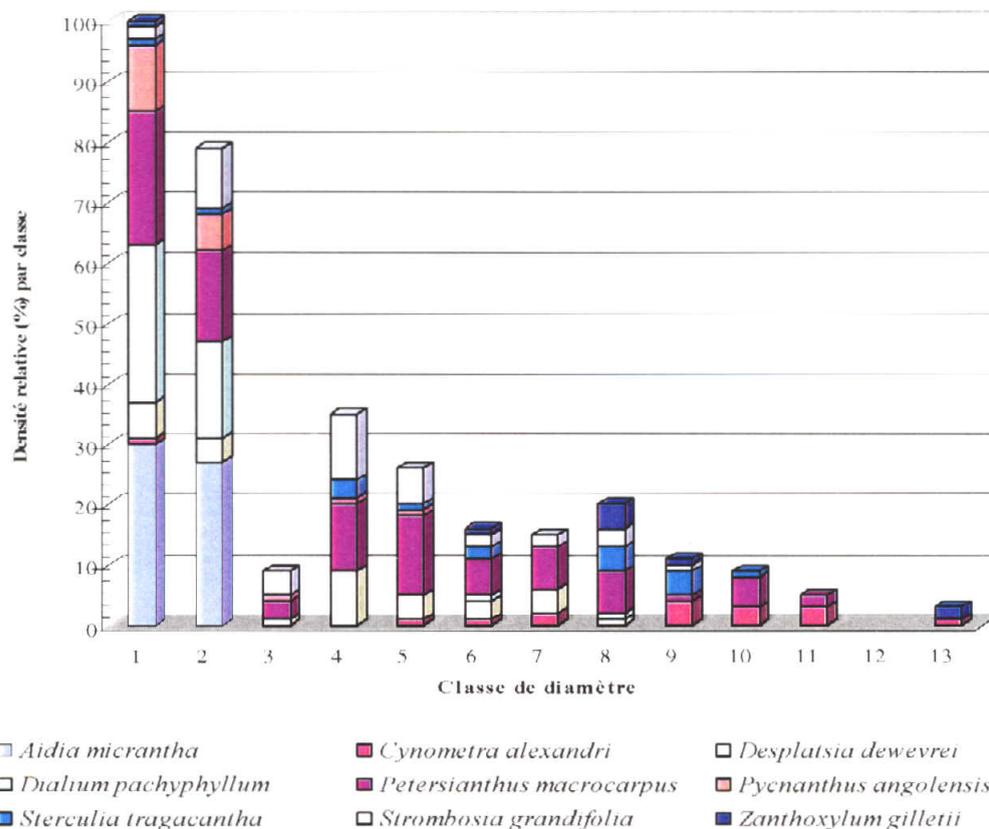


Figure 3.9. Composition de quelques espèces relativement importantes par classe de diamètre, établie sur base de leur densité.

III.3 Régénération dans la forêt dense semi-sempervirente étudiée

III.3.1 Identification du type forestier

Afin de déterminer le type forestier dans lequel l'inventaire de régénération dans les trouées d'exploitation ainsi que dans le sous-bois non perturbé, a été réalisé, une analyse du peuplement formé par les arbres d'au moins 5 cm de DBH a été effectuée (cf. 3.2.1, tableau 3.4).

A l'examen du tableau 4.5, cet inventaire reflète parfaitement les forêts semi-sempervirentes de cette partie de la cuvette centrale congolaise telles que décrites par LEBRUN & GILBERT (1954) et EVRARD (1968). Elles sont donc caractérisées par des importances élevées en Caesalpinaceae, Moraceae, Mimosaceae, Sterculiaceae, ... dans l'étage dominant, en Olacaceae, Annonaceae, Rubiaceae, Tiliaceae, Ulmaceae, ... dans l'étage dominé.

L'analyse des résultats spécifiques dans le tableau 3.7 confirme cette homologie, ce sont les représentants de ces familles qui sont présentes sur au moins quatre de six inventaires effectués.

Tableau 3.7. Les espèces les plus importantes dans la forêt étudiée. Dr – densité relative ; Dor – dominance relative ; Fr – fréquence relative ; Ir – importance relative.

Espèce	Dr	Dor	Fréquence	Fr	Ir
<i>Petersianthus macrocarpus</i>	7,3	9,1	6	1,6	18,0
<i>Strombosiopsis tetrandra</i>	5,7	3,3	6	1,6	10,6
<i>Strombosia grandifolia</i>	4,8	3,6	6	1,6	10,0
<i>Annonidium mannii</i>	3,6	2,7	5	1,3	7,6
<i>Cynometra alexandri</i>	1,3	4,6	6	1,6	7,4
<i>Aidia micrantha</i>	4,5	1,3	6	1,6	7,4
<i>Dialium pachyphyllum</i>	3,6	1,8	6	1,6	7,0
<i>Desplatsia dewevrei</i>	2,5	2,3	6	1,6	6,4
<i>Celtis philippensis</i>	2,1	2,8	4	1,0	5,9
<i>Sterculia tragacantha</i>	1,4	2,8	6	1,6	5,7
<i>Celtis mildbraedii</i>	2,1	2,0	6	1,6	5,7
<i>Trilepisium madagascariense</i>	2,5	1,3	5	1,3	5,1
<i>Alstonia congensis</i>	0,6	3,2	5	1,3	5,1
<i>Xylia ghesquierei</i>	1,0	2,7	5	1,3	5,0
<i>Diogoia zenkeri</i>	2,0	1,3	6	1,6	4,9
<i>Zanthoxylum gillettii</i>	0,7	2,5	6	1,6	4,8
<i>Musanga cecropioides</i>	1,0	2,3	5	1,3	4,7
<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	1,4	2,4	3	0,8	4,6
<i>Pancovia harmsiana</i>	1,9	0,8	6	1,6	4,2
<i>Myrianthus preussii</i>	2,5	0,4	5	1,3	4,2
<i>Cleistanthus mildbraedii</i>	1,3	1,7	5	1,3	4,2
<i>Panda oleosa</i>	1,1	1,5	6	1,6	4,2
<i>Margaritaria discoidea</i>	0,9	2,4	3	0,8	4,1
<i>Trichilia gilgiana</i>	1,9	0,7	5	1,3	3,9
<i>Cola griseiflora</i>	1,7	0,7	5	1,3	3,8
<i>Anthonotha fragrans</i>	0,9	1,9	4	1,0	3,8
<i>Cynometra hankei</i>	0,4	2,3	4	1,0	3,7
<i>Pycnanthus angolensis</i>	1,6	0,6	6	1,6	3,7
<i>Pericopsis elata</i>	0,6	2,0	4	1,0	3,7
<i>Fillaeopsis discophora</i>	0,6	2,5	2	0,5	3,7
<i>Gillettiodendron mildbraedii</i>	0,6	1,7	5	1,3	3,6
<i>Polyalthia suaveolens</i>	1,4	0,9	5	1,3	3,6
<i>Dorstenia dinklagei</i>	2,0	0,3	5	1,3	3,5
<i>Grewia pinnatifida</i>	1,1	1,1	5	1,3	3,5
<i>Dialium excelsum</i>	1,2	0,5	6	1,6	3,3
<i>Pterocarpus soyauxii</i>	0,7	1,2	5	1,3	3,2
<i>Diospyros crassiflora</i>	1,4	0,5	5	1,3	3,2
<i>Staudtia kamerunensis</i>	1,4	0,4	5	1,3	3,1
<i>Chrysophyllum africanum</i>	1,2	0,5	5	1,3	3,0
<i>Milicia excelsa</i>	0,5	1,5	4	1,0	3,0
Autres	24,8	22,1	180	47,0	93,9
Total	100,0	100,0	383	100,0	300,0

III.3.2 Spectre de régénération

Sur les 1200 m² inventoriés respectivement dans les trouées d'exploitations et dans le sous-bois environnant, 759 plantules et jeunes sujets arborescents représentant 40 espèces,

36 genres et 21 familles, ont été dénombrés dans les trouées et 713 pieds se répartissant dans 57 espèces, 43 genres et 21 familles dans le sous-bois non perturbé.

Les figures 3.10 et 3.11 donnent un aperçu des densités relatives des familles pour chaque groupe. Au niveau des trouées, 30 % des tiges répertoriées sont des Rutaceae, 16 % des Moraceae, 13 % des Euphorbiaceae, 12 % des Rubiaceae, ... ; ainsi remarquons – le que la plupart des espèces les plus abondantes appartiennent dans ces familles (tableau 3.7).

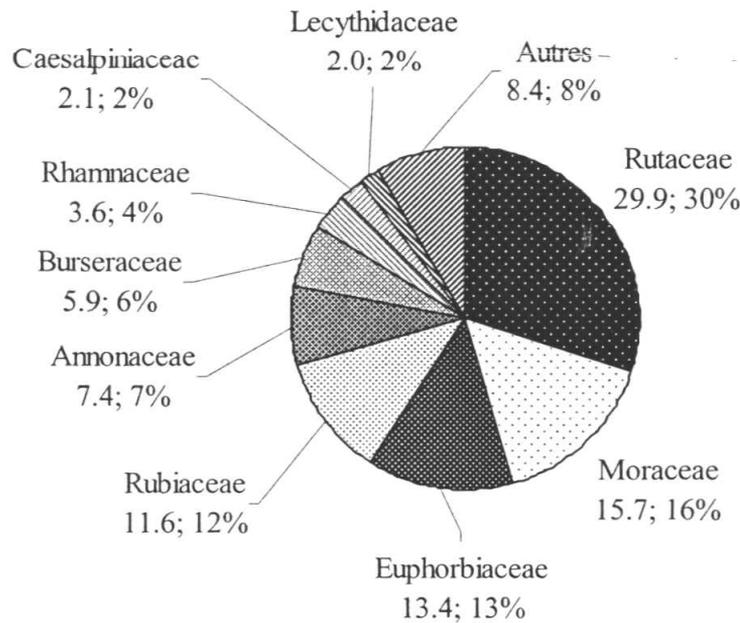


Figure 3.10. Densités relatives des familles pour le relevé de régénération des trouées.

Les Caesalpinaceae qui ne représentent que 2 % des tiges dénombrées dans les trouées, constituent par contre la famille la plus dense dans les parcelles non perturbées par l'exploitation avec 22 % des tiges. Les Moraceae viennent également en deuxième position avec 12 %, suivies des Sterculiaceae 11 %, ...

Constatons également que les espèces qui représentent la même famille au niveau de groupes ne sont parfois pas les mêmes. Par exemple pour la famille Moraceae, *Milicia excelsa* qui se classe parmi les plus abondantes dans les trouées, n'a pas été inventoriée dans le sous-bois environnant ; il en est de même de *Pericopsis elata* (Fabaceae) trouvée parmi les plus denses dans le sous-bois mais, elle est absente dans les trouées.

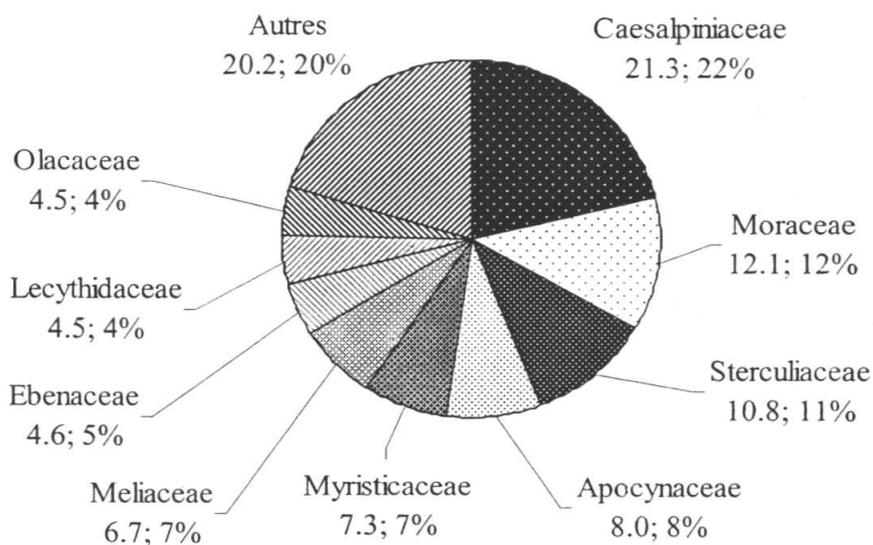


Figure 3.11. Densités relatives des familles pour le relevé de régénération du sous-bois non perturbé par l'exploitation.

Les tableaux 3.8 et 3.9 ventilent les tiges des espèces comptabilisées pour chaque groupe, Signalons que l'identification des souches des arbres abattues, autour desquelles les inventaires sont exécutés, ne révèle que deux espèces principalement exploitées dans la région, il s'agit de *Pericopsis elata* et *Entandrophragma cylindricum* avec respectivement 4 et 2 de 6 souches déterminées (soit 66,7 % contre 33,3 %). Ces pourcentages illustrent théoriquement le taux d'exploitation de ces essences de première classe dans cette région de Kisangani.

La totalité du relevé de trouées révèle la présence de quelques espèces d'intérêt commercial. Les plus importantes sont le Bossé clair *Nauclea diderrichii* avec 14,7 pieds pour 200 m², l'Iroko *Milicia excelsa* avec 8,5 pieds ; chacun ayant une fréquence d'apparition de 100 %.

Le relevé du sous-bois accuse également la présence de quelques espèces de grande valeur commerciale, notamment l'Ebène noir *Diospyros crassiflora* avec 4,8 tiges pour 200 m², le Kibakoko *Anthonotha fragrans* avec 2,8 pieds, le Niové *Staudtia kamerunensis* avec également 2,8 pieds, et le plus important sur le plan d'exploitation : *Afromosia Pericopsis elata* avec 2,3 pieds pour 200 m².

Tableau 3.8. Les espèces les plus abondantes dans le relevé de régénération effectué dans les trouées d'exploitations. C – catégorie commerciale ; Ab – abondance totale ; Dr – densité relative ; F – fréquence d'apparition sur l'ensemble de 6 relevés ; et n – non définie.

Espèce	C	Ab	N/200 m²	Dr	F
<i>Zanthoxylum gilletii</i>	II	172	28,7	22,7	6
<i>Nauclea diderrichii</i>	II	88	14,7	11,6	6
<i>Trilepisium madagascariense</i>	n	61	10,2	8,0	6
<i>Cleistopholis glauca</i>	III	55	9,2	7,2	6
<i>Zanthoxylum lemairei</i>	n	55	9,2	7,2	6
<i>Milicia excelsa</i>	I	51	8,5	6,7	5
<i>Tetrorchidium didymostemon</i>	n	50	8,3	6,6	4
<i>Canarium schweinfurthii</i>	III	45	7,5	5,9	6
<i>Margaritaria discoidea</i>	n	37	6,2	4,9	5
<i>Maesopsis eminii</i>	III	27	4,5	3,6	5
<i>Petersianthus macrocarpus</i>	III	15	2,5	2,0	5
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	III	13	2,2	1,7	4
<i>Harungana madagascariensis</i>	n	9	1,5	1,2	2
<i>Autres</i>	-	81	13,5	10,7	43
Total	-	759	126,5	100,0	109

Tableau 3.9. Les espèces les plus abondantes dans le relevé de régénération effectué dans le sous-bois non perturbé par l'exploitation. Ab – abondance ; C – catégorie commerciale ; N – nombre d'individus ; Dr – densité relative ; Fr – fréquence d'apparition.

Espèce	C	Ab	N/200 m²	Dr	Fr
<i>Trilepisium madagascariense</i>	n	86	14,3	12,1	6
<i>Cola griseiflora</i>	n	53	8,8	7,4	6
<i>Pleiocarpa pycnantha</i>	n	51	8,5	7,2	6
<i>Cynometra alexandri</i>	III	45	7,5	6,3	5
<i>Pycnanthus angolensis</i>	III	34	5,7	4,8	6
<i>Petersianthus macrocarpus</i>	III	32	5,3	4,5	6
<i>Diospyros crassiflora</i>	I	29	4,8	4,1	5
<i>Xylia ghesquierei</i>	n	25	4,2	3,5	4
<i>Dialium pachyphyllum</i>	III	24	4,0	3,4	5
<i>Paramacrolobium coeruleum</i>	II	24	4,0	3,4	3
<i>Polyalthia suaveolens</i>	III	23	3,8	3,2	5
<i>Anthonotha fragrans</i>	II	17	2,8	2,4	5
<i>Staudtia kamerunensis</i>	II	17	2,8	2,4	5
<i>Cola lateritia</i>	n	16	2,7	2,2	5
<i>Strombosia grandifolia</i>	n	15	2,5	2,1	3
<i>Trichilia gilgiana</i>	n	15	2,5	2,1	2
<i>Pericopsis elata</i>	I	14	2,3	2,0	3
<i>Autres</i>	-	193	32,2	27,1	74
Total	-	713	118,8	100,0	154

III.3.3 Structure de régénération

III.3.3.1 Distribution des espèces dans les sous-ensembles

Grâce à l'utilisation du logiciel MVSP (*Multi-Variate Statistical Package* version 3.12d), nous avons pu visualiser le regroupement des espèces dans les deux sous-ensembles structuraux étudiés, sous-bois dégradé (trouées) et sous-bois non dégradé, en faisant une analyse factorielle des correspondances (AFC ou CA : *Correspondence Analysis*) de 12 relevés de régénération : 6 dans le sous-bois dégradé (trouées) et 6 autres dans le sous-bois non dégradé de tout autour. Seules la présence (1) et l'absence (0) ont été indiquées et considérées comme les éléments du tableau.

Il apparaît que sur 78 espèces de plantules et jeunes plants identifiées (tous sous-ensembles structuraux confondus), 21 (26,9 %) ont été inventoriées uniquement dans les trouées, 38 (48,7 %) uniquement dans le sous-bois non perturbé, et 19 (24,4 %) sont communes à ces deux milieux (figure 3.12).

L'axe 1 de la graphe représente le gradient de luminosité et l'axe 2 la tranche nette entre deux tempéraments extrêmes, c'est-à-dire les sciaphiles et les héliophiles.

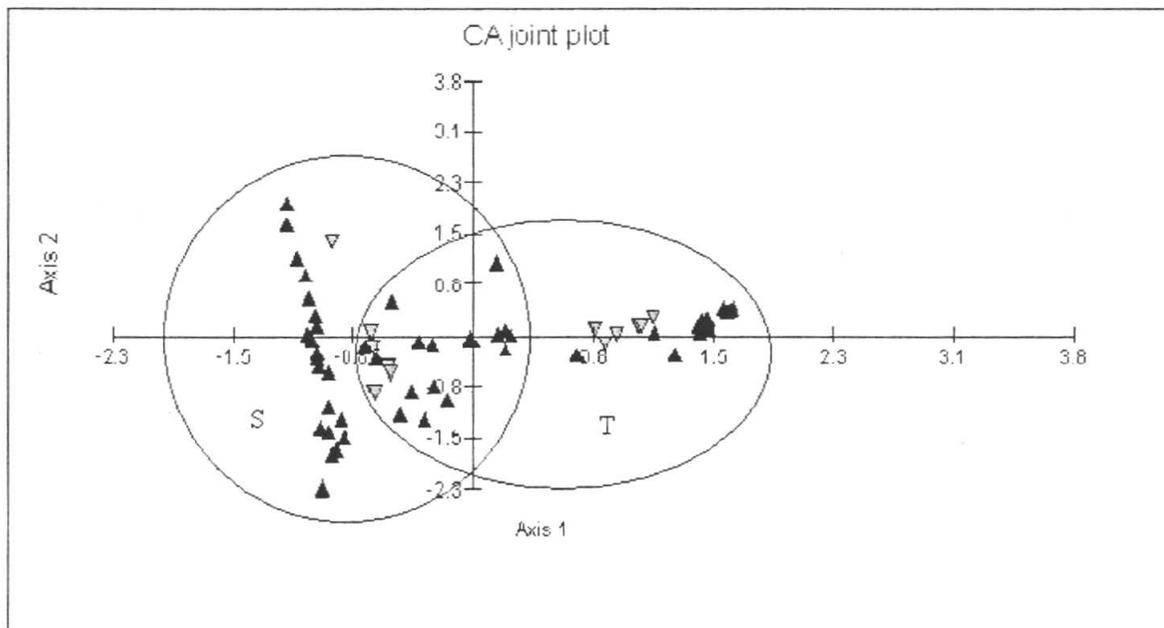


Figure 3.12. Contribution et représentativité des plantules et jeunes plants arborescents au sein des sous-ensembles structuraux, sur base des données des 12 inventaires de régénération effectués dans les trouées d'exploitation et le sous-bois non perturbé environnant. T – trouées ; S – sous-bois non perturbé environnant.

En calculant le coefficient de similarité de *Sorenson* entre ces deux milieux, les sous-bois dégradé et non dégradé, la valeur de K est de 39,2 %, ce qui est inférieur à 50 %. Cela signifie que les deux groupements, trouées et sous-bois non perturbé, n'appartiennent plus à une même communauté et sont donc différents floristiquement. La composition floristique d'un chablis d'exploitation de deux ans n'est plus celle d'avant le découvert.

Le dendrogramme présenté à la figure 3.13 illustre le degré de rapprochement ou de ressemblance entre les relevés effectués dans le sous-bois. Il montre visiblement deux communautés végétales cohérentes, trouées et sous-bois non perturbé, à faible coefficient de similarité et constituées chacune de relevés plus proches regroupés entre eux et par sous-ensemble.

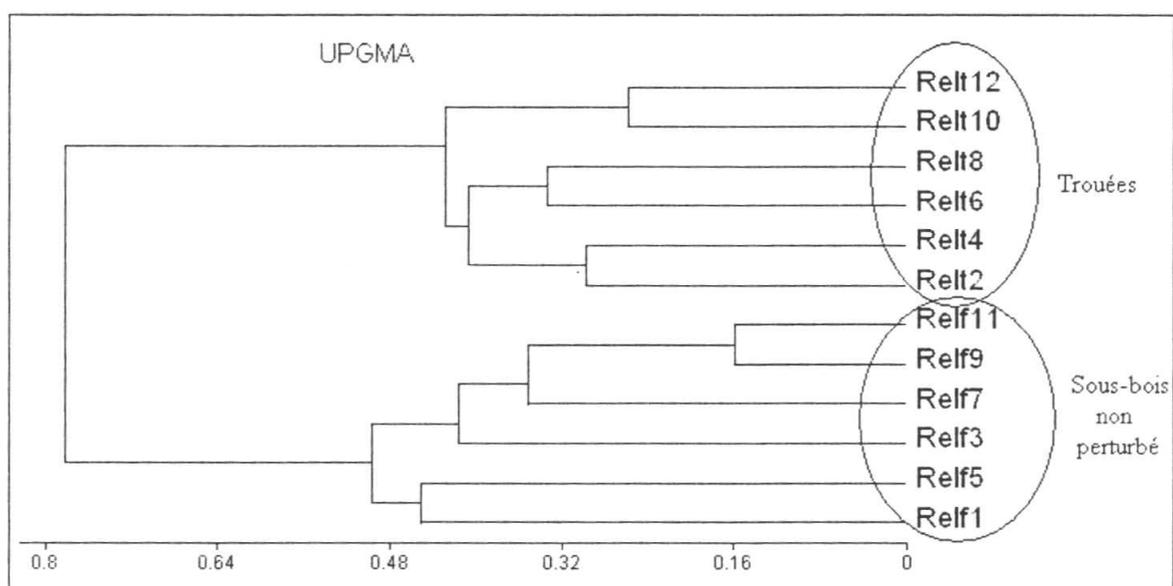


Figure 3.13. Dendrogramme de ressemblance entre relevés de régénération construit par UPGMA sur base des données floristiques des 12 relevés effectués en raison de 6 dans le sous-bois dégradé (trouées) et 6 dans le sous-bois non dégradé. Les données introduites sont la présence ou l'absence et l'indice de distance calculé est celui de Bray-Curtis.

III.3.3.2 Différents tempéraments

Sans contredit, l'allure structurelle générale telle que illustrée par la figure 3,15 ne renseigne pas sur la régénération des espèces individuelles, Il importe d'impliquer la détermination statistique des individus de chaque espèce et de voir si les classes de DBH coexistent.

Etant donné que la régénération d'une forêt est de plus conditionnée par l'écologie des semis, sciaphiles ou héliophiles à des degrés divers, nous avons donc trouvé nécessaire de caractériser les tempéraments des espèces identifiées dans les relevés de régénération.

Sur 40 espèces déterminées dans les trouées, 60 % seraient des héliophiles strictes ou modérées (*hard gamblers* ou *struggling gamblers*) incapables de se régénérer sans une perturbation importante du couvert. 32,5 % sont des semi-héliophiles (intermédiaires entre les *strugglers* et les *struggling gamblers*) qui nécessitent aussi à un stade de leur développement une ouverture du couvert. Les sciaphiles, qui ne représentent que 7,5 % des espèces de trouées, viennent en premier parmi les espèces de sous-bois non perturbé avec 42,1 % des espèces sciaphiles capables de se développer dans la pénombre de la forêt.

Les semi-héliophiles représentent également 42,1 % d'espèces parmi les inventaires du sous-bois. Remarquons que les héliophiles strictes n'ont été identifiées que dans les trouées, elles n'ont donc pas été répertoriées dans le sous-bois environnant non perturbé.

Du point de vue de la densité, 791 (53,8 %) tiges sont héliophiles strictes ou modérées parmi lesquelles 566 (38,5 % de l'ensemble) seraient des héliophiles strictes. Ces dernières ont été dénombrées, remarquons – le, uniquement dans les trouées ; elles seraient probablement régénérer après la perturbation du couvert. Les sciaphiles sont cependant les moins denses dans cette forêt avec seulement 223 (15,1 %) tiges dénombrées à sa plus grande majorité dans le sous-bois non perturbé.

Tableau 3.10. Proportions de tempéraments d'espèces arborescentes identifiées dans les inventaires de régénération, leurs abondance et densité relative totales.

Tempérament	Proportions d'espèces (%)		Ab	Dr
	Trouée	Sous-bois environnant		
Héliophile modérée	27,5	15,8	225	15,3
Héliophile stricte	32,5	0,0	566	38,5
Sciaphile modérée	7,5	42,1	223	15,1
Semi- héliophile	32,5	42,1	458	31,1
Total	100,0	100,0	1472	100,0

La figure 3.14 ventile les hauteurs moyennes des plantules et jeunes plants par catégorie de tempérament et par sous-ensemble structural d'inventaires de régénération pour la superficie totale de 1,2 ha.

Dans tous les cas, les tiges dénombrées dans les trouées montrent une hauteur moyenne supérieure à celle des tiges inventoriées dans le sous-bois. Les sciaphiles qui ne représentent que 1,7 % des pieds dans les trouées inscrivent pourtant une hauteur moyenne élevée (1,70 m) devant les héliophiles strictes (1,50 m), les héliophiles modérées (1,30 m) et les semi-héliophiles, la hauteur moyenne des sciaphiles reste supérieure même parmi les inventaires du sous-bois avec 1,40 m.

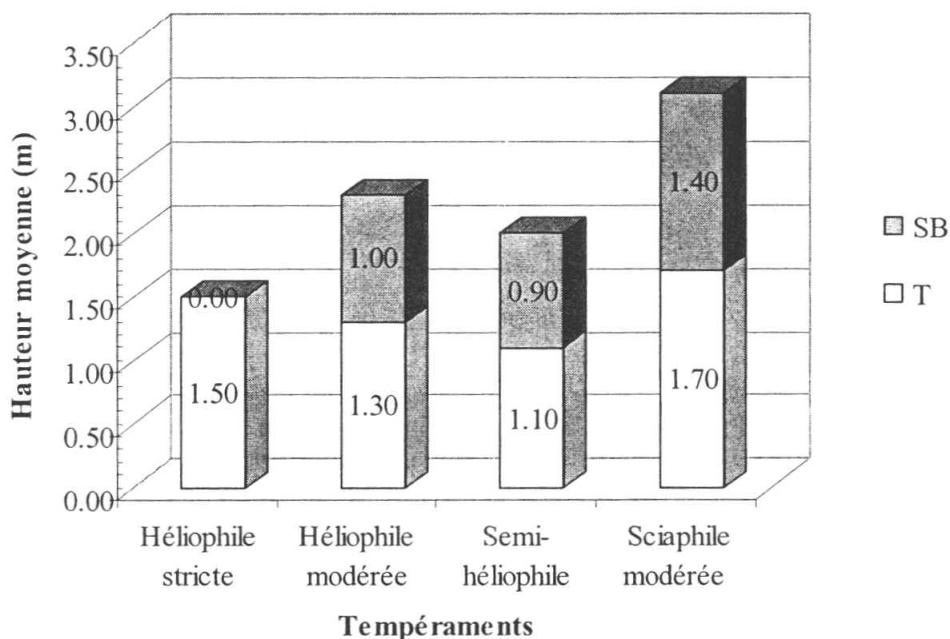


Figure 3.14. Hauteur moyenne(m) des plantules et jeunes plants d'arbres en catégories de tempéraments.

- Les héliophiles strictes : dominance de la zoochorie

Dans ces clairières d'exploitation d'âge de 2 ans, les héliophiles strictes constituent la plus importante masse en terme de densité. Sur 6325 plantules et jeunes plants d'arbres dénombrés dans 1 ha, 4782 (75,6 %) sont héliophiles strictes. Ces derniers se répartissent en 13 espèces (tableau 3.11) dont environ 84,6 % ont été disséminés par les animaux (zoochorie), 15,4 % par les plantes elles-mêmes (autochorie) et 7,7 % seulement par le

vent. Ces tiges héliophiles strictes se regroupent en une seule espèce (*Alstonia congensis*) avec d'ailleurs la plus faible densité de 1,7 pieds / ha.

Zanthoxylum gillettii (Rutaceae) forme l'espèce la plus dense dans les trouées (1433 tiges / ha), avec une hauteur moyenne de 101 cm. Elle est suivie de *Nauclea diderrichii* (Rubiaceae) avec 733 tiges d'une hauteur moyenne de 127 cm, *Cleistopholis glauca* (Annonaceae) avec 45,8 tiges de 167 cm de haut, *Milicia excelsa* (Moraceae) avec 42,5 tiges de 141 cm de haut, ...

Harungana madagascariensis (Hypericaceae), avec une densité moins élevée de 7,5 pieds / ha, montre une croissance plus rapide avec une hauteur moyenne d'environ 3 m ; suivies de *Tetrorchidium didymostemon* (Euphorbiaceae), 39,2 pieds / ha d'une moyenne de 262 cm de haut ; *Maesopsis eminii* (Rhamnaceae), 22,5 pieds de 240 cm ; etc.

Tableau 3.11. Les héliophiles strictes identifiées dans les trouées d'exploitations âgées de 2 ans : types de diaspore, densité à l'hectare et hauteur moyenne observée.

Espèce	Diaspore	Densité / ha	Hauteur moyenne (cm)
<i>Zanthoxylum gillettii</i>	Sarcochore	1433	101
<i>Nauclea diderrichii</i>	Sarcochore	733	127
<i>Cleistopholis glauca</i>	Sarcochore	458	167
<i>Zanthoxylum lemairii</i>	Sarcochore	458	125
<i>Milicia excelsa</i>	Sarcochore	425	141
<i>Tetrorchidium didymostemon</i>	Ballochore	417	262
<i>Margaritaria discoidea</i>	Sclérochore	375	155
<i>Maesopsis eminii</i>	Sarcochore	225	240
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Sarcochore	108	192
<i>Harungana madagascariensis</i>	Sarcochore	75	298
<i>Ficus exasperata</i>	Sarcochore	33	215
<i>Albizia gummifera</i>	Barochore	25	72
<i>Alstonia congensis</i>	Pogonochore	17	105

Le tableau 3.11 présente les deux espèces commerciales (classe I et II) identifiées parmi les héliophiles strictes qui seraient probablement des producteurs ou semenciers. Ces deux essences, Iroko et Bilinga respectivement de classe I et Classe II, n'inscrivent pas d'écart significatif et les valeurs moyennes sont presque égales (en densité, DBH moyen, hauteur moyenne du pied et en hauteur moyenne du fût). Cependant, aucun pied de ces deux essences n'est dénombré parmi les dominés (Ad), c'est-à-dire parmi les moins de 30 cm de DBH.

Cette situation concerne également quelques autres espèces comme *Ficus exasperata*, *Harungana madagascariensis* et *Maesopsis eminii* qui, par contre, ne comptent aucun représentant parmi les inventaires des arbres.

- Les héliophiles modérées

Les héliophiles modérées, bien que présentes dans les trouées comme dans le sous-bois non perturbé, ne sont trouvées qu'à des densités très basses (DOUCET, 2003). Elles sont cependant plus denses dans le sous-bois : 942 tiges / ha de trouée pour 1458 tiges dans le sous-bois environnant. Le tableau 3.12 illustre bien ce fait en présentant les espèces communes à ces deux milieux. Comme les héliophiles strictes, ces espèces nécessitent un éclaircissement intense pour croître, ce qui fait voir leur taux en terme spécifique augmenté dans les trouées par l'apparition de quelques espèces comme *Croton haumanianus*, *Ficus mucoso*, *Fillaeopsis discophora*, *Tabernaemontana crassa* et *Xylopia aethiopica*.

Remarquons cependant que, les héliophiles modérées inventoriées en même temps dans les trouées que dans le sous-bois ne marquent pas de différence au niveau de leur croissance, les tiges des trouées ne se démarquent pas en hauteur pour une ouverture qui date de deux ans. Parmi celles-ci, on rencontre une essence de première classe, le Tiama blanc *Entandrophragma angolense*, à laquelle on ajoute une plus importante dans la région mais dont la présence n'est pas signalée dans les trouées, l'Afromosia *Pericopsis elata*.

Tableau 3.12. Essences héliophiles modérées communes aux deux sous-ensembles structuraux (trouée et sous-bois non perturbé) + *Pericopsis elata*.

Espèce	Densité (N/ha)		Hauteur moyenne (cm)	
	Trouée	Sous-bois	Trouée	Sous-bois
<i>Anthonotha macrophylla</i>	17	42	120	116
<i>Cynometra alexandri</i>	33	375	26	46
<i>Dialium pachyphyllum</i>	17	200	120	209
<i>Entandrophragma angolense</i>	42	67	140	180
<i>Pericopsis elata</i>	-	117	-	68
<i>Petersianthus macrocarpus</i>	117	267	94	63
<i>Pycnanthus angolensis</i>	58	283	234	181

Les deux essences commerciales identifiées dans les inventaires de régénération parmi les héliophiles modérées montrent des représentants sources tout autour des trouées. Comme les héliophiles strictes, les densités de ces semenciers sont faibles, et elles présentent une distribution structurale irrégulière caractéristique des forêts hétérogènes semi-sempervirentes (PIERLOT, 1966).

Contrairement à l'Afromosia qui est présent à au moins 1 pied / ha (le pied abattu n'a pas été pris en compte) et recensé parmi les dominants (au moins 30 cm de DBH), le tiama blanc est non seulement moins représenté (0,5 pied / ha), il n'est dénombré que parmi les dominés c'est-à-dire parmi les moins de 30 cm de DBH ; cela explique vraisemblablement la non identification de souche d'*Entandrophragma angolense* abattue dans nos sites d'étude.

- Les semi-héliophiles

Comme DOUCET (2003) l'a aussi constaté dans ces études du même genre dans les forêts du centre du Gabon, la situation semble un peu plus favorable pour les semi-héliophiles. Non seulement elles représentent, dans la trouée, la même proportion d'espèces avec celle d'héliophiles strictes, la densité de pieds à l'hectare est aussi élevée (1033 pieds / ha) par rapport à celle des modérées. Bien que cette abondance est un peu moins de la moitié des tiges semi-héliophiles comptées dans le sous-bois tout autour (2725 pieds / ha), leur hauteur moyenne reste élevée dans la trouée (110 cm) que dans le sous-bois (90 cm) ; ces tiges auraient probablement profitées de l'ouverture de la canopée pour croître, le cas spécialement de Padouk qui montre une hauteur moyenne de 101 cm et une densité moyenne de 4,2 pieds / ha dans la trouée contre 42 cm de haut et 2,5 pieds /ha.

Six essences commerciales sont identifiées parmi les plantules et jeunes plants semi-héliophiles dont une de classe I (Sapelli *Entandrophragma cylindricum*) et cinq de classe II (Padouk *Pterocarpus soyauxii*, Bossé foncé *Guarea thompsonii*, Bossé clair *Guarea cedrata*, - *Paramacrolobium coeruleum*). Les trois dernières essences ne sont pas communes aux deux milieux.

Elles sont cependant toutes présentes parmi les inventaires des arbres mais, à structure très irrégulière, la plupart parmi les dominés. Le Sapelli par exemple, comme le Tiama blanc, n'est répertorié que parmi les moins de 30 cm de DBH (tableau 3.13). Le Padouk par contre est bien présent parmi les dominants, et accuse une bonne performance en longueur du tronc fût (20,3 m).

- Les sciaphiles modérées

La hauteur moyenne supérieure qu'accusent les tiges des espèces constituant ce groupe dans les trouées ne démontrent pas en suffisance leur profit vis-à-vis de la lumière. Les deux espèces communes (*Anthonotha fragrans* et *Diospyros crassiflora*) présentent de très faibles densités dans les trouées (respectivement 67 et 33 pieds / ha) par rapport à leurs densités dans le sous-bois non perturbé (142 et 242 pieds / ha). Du point de vue de la hauteur moyenne des tiges, l'Ebène noir est un peu plus haut dans les trouées (148 cm contre 126 cm), tandis que le Kibakoko et *Garcinia punctata* restent plutôt bien à l'aise dans le sous-bois (231 cm contre 194 cm et 105 contre 90 cm). Les trois essences commerciales sciaphiles modérées déterminées parmi les inventaires de régénération sont également présentes parmi les arbres de tout autour des trouées, et comme les autres groupes la distribution en âge est aussi irrégulière. *Diospyros crassiflora* et *Staudtia kamerunensis* sont abondantes parmi les dominés (tableau 3.13).

La figure 3.15 ventile les densités des arbres producteurs exploités identifiés parmi les inventaires de régénération dans le sous-bois perturbé et non perturbé par l'exploitation. En général, les densités sont faibles et la plupart des essences commerciales ne sont présentes que parmi les moins de 30 cm de DBH, ce qui renseigne sur le diagramme de régénération de chacune des essences différenciant ainsi les sciaphiles des héliophiles.

Par exemple : le Niové qui a 15 de ses 16 pieds dans la classe 1, inscrivant ainsi une densité de 13,3 pieds / ha, tous dans les moins de 30 cm. L'Afromosia et l'Iroko par contre, ont l'ensemble de leurs tiges parmi les supérieurs à 30 cm de DBH, avec la plus grande densité au niveau des classe 8 pour *Pericopsis elata* et classe 11 pour *Nauclea diderrichii*.

Tableau 3.13. Essences commerciales identifiées au cours de nos différents inventaires de régénération, leurs producteurs parmi les inventaires des arbres. Les valeurs pour les arbres dominants sont entre parenthèse. H.M. – héliophile modérée ; H.S. – héliophile stricte ; S.II. – semi-héliophile ; S.M. sciaphile modérée.

Essences commerciales	Temp.	Densité (N/ha)	DBH (moyenne, cm)	Hauteur moyenne (m)	Hauteur moyenne du fût (m)
Tiama blanc <i>Entandrophragma angolense</i>	H.M.	0,5	- (9,1)	10,3	- (8,2)
Afromosia <i>Pericopsis elata</i>	H.M.	1,3	- (76,1)	31,4	- (24)
Iroko <i>Milicia excelsa</i>	H.S.	1	- (76,4)	30,2	- (23,7)
Bilinga <i>Nauclea diderreichii</i>	H.S.	0,7	- (85,5)	30,6	- (23,1)
Sapelli <i>Entandrophragma cylindricum</i>	S.H.	1	- (11,4)	14,8	- (11,8)
Longhi abam <i>Chrysophyllum lacourtianum</i>	S.H.	0,7	36 (56,9)	21,6 (28,3)	14 (18,8)
Bossé clair <i>Guarea cedrata</i>	S.H.	0,8	12,1 (33,3)	12,8 (22)	9,2 (16)
Bossé foncé <i>Guarea thompsonii</i>	S.II.	1	25,6 (33,8)	18,2 (20,3)	11,4 (12,3)
<i>Paramacrolobium coeruleum</i>	S.H.	1,2	27 (65,2)	17,1 (26)	11 (16,5)
Padouk <i>Pterocarpus soyauxii</i>	S.H.	1,5	52,5 (58)	25,6 (27,6)	18,2 (20,3)
Kibakoko <i>Anthonotha fragrans</i>	S.M.	9,2	53,1 (78,9)	21,9 (27,3)	16,1 (19,9)
Ebène noir <i>Diospyros crassiflora</i>	S.M.	15	12,9 (37,4)	12,5 (20,5)	8,2 (12)
Niové <i>Staudtia kamerunensis</i>	S.M.	14,2	11,3 (72,4)	11,5 (26)	8,5 (18,3)

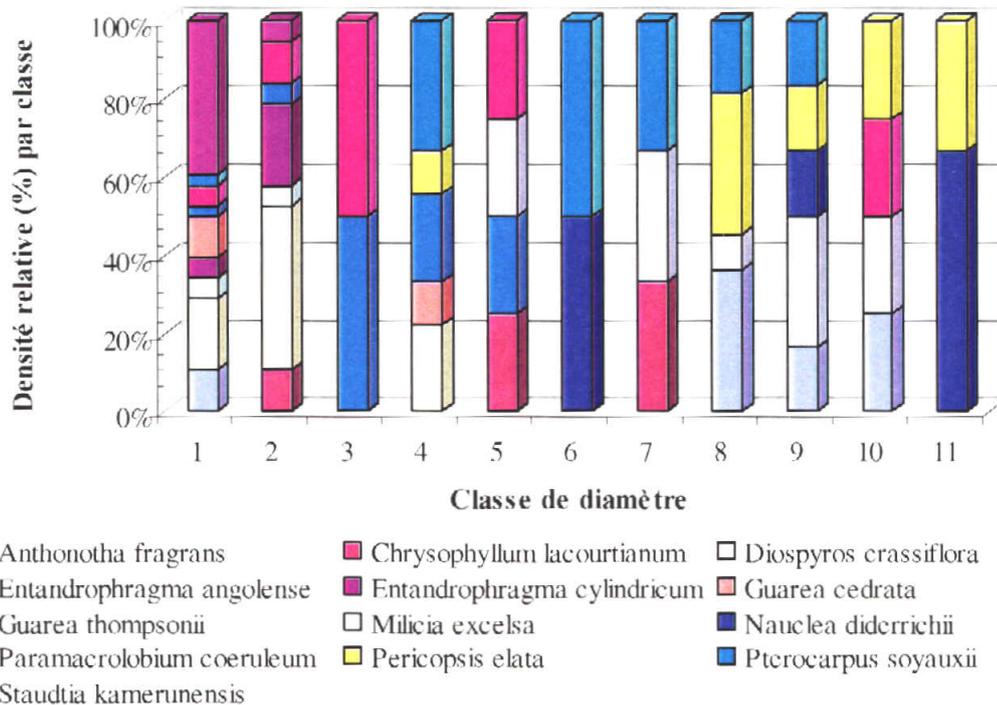


Figure 3.15. Distribution par classe de diamètre des essences commerciales identifiées dans les inventaires de régénération. Les valeurs correspondent à leurs densités.

Dans l'ensemble, 13 espèces commerciales sont identifiées au cours de nos différents inventaires de régénération, ce qui représente 29 % seulement des essences commerciales exploitées dans la région. Ces observations confirment les allégations d'une mauvaise régénération des essences commerciales, allégations déjà soulevées il y a plusieurs décennies par AUBREVILLE, (1938) ; LETOUZEY, (1968) ; et tout récemment par DEBROUX, (1998) ; DEGUERET, (2002) ; DOUCET, (2003). Les héliophiles strictes et modérées sont les plus concernées, en plus de leur faible densité, ces groupes ne comptent que 15,4 % chacun d'essences commerciales déterminées (classes I et II) dans les trouées.

Bien que l'appauvrissement progressif d'un peuplement en essences héliophiles soit naturel, l'exploitation forestière amplifie le phénomène en enlevant des producteurs potentiels sans en assurer la reproduction préalable (DOUCET, 2003). Cet auteur implique donc cette absence d'effet significatif de la création de trouée sur la régénération de la plupart des essences héliophiles, à la mise en œuvre de plus en plus fréquente de techniques d'exploitation à faible impact, la taille de la trouée a tendance à décroître pour atteindre en moyenne 239 m² (DOUCET & BOUBADY, 2002), ce qui est proche de la taille moyenne d'un chablis naturel (NIERSTRASZ, 1975 IN DOUCET, 2003) et qui ne représente qu'un dixième de la superficie nécessaire au maintien de l'espèce.

Chapitre IV Discussion

IV.1 Analyse de la diversité

Si l'analyse floristique globale, la présence sur la liste floristique de nos inventaires des principales espèces arborescentes caractéristiques des strates supérieures des forêts semi-sempervirentes (EVRARD, 1968), confirme avant tout l'impressionnante hétérogénéité de la forêt étudiée ; elle permet cependant aussi de nuancer cette impression globale de diversité.

La dominance en forêt hétérogène d'une famille, les Caesalpiniaceae, son abondance parmi les dominants et sa richesse spécifique totale, bref l'importance relative de la famille ainsi que le classement de *Cynometra alexandri* parmi les espèces relativement importantes étudiées, laissent déjà entrevoir des possibilités de traitement de la forêt.

De plus, la densité relativement importante des Olacaceae, remarquablement parmi les dominées, incarnée par les importances relatives de *Strombosiopsis tetrandra* et *Strombosia grandifolia*, laisse présager la possibilité de constituer et de favoriser l'extension confirmant l'hétérogénéité de cette forêt proche de la maturité.

Dans la forêt hétérogène de notre zone d'étude, les Caesalpiniaceae se sont révélées la famille la plus diversifiée parmi tous les sous-ensembles étudiés, notamment parmi les dominants, les dominés et les inventaires de régénération dans le sous-bois de forêt non perturbée ; excepté les inventaires des trouées où les Moraceae sont les plus diversifiées (figure 3.7).

IV.1.1 Diversité et équitabilité comparée entre sous-ensembles étudiés

Tous les indices de diversité calculés révèlent une valeur assez élevée au sein de dominés (Ad), avec $H = 5,6$; $Is = 0,97$; $Fa = 29,6$. La différence de diversité avec les dominants (A) n'est pas du tout remarquable ($H = 5,5$; $Is = 0,97$; $Fa = 26,5$), il en est de même avec les valeurs trouvées dans le sous-bois. Au regard des indices obtenus, la formation végétale de terre ferme étudiée apparaît peu diversifiée.

Les valeurs de l'équitabilité obtenues au niveau de ces sous-ensembles (dominants, dominés et sous-bois), traduisent une relative équirépartition des espèces (espèces communes) entre les différents sous-ensembles ou strates.

Pendant que les valeurs de la régularité définissent l'équirépartition des recouvrements au niveau spécifique, la diversité alpha de Fisher par contre, révèle des écarts de diversité entre les sous-ensembles. Les trouées sont moins diversifiées, elles accusent donc un indice de diversité alpha de Fisher le moins élevé ($Fa = 9$).

Ensemble structural	<i>Fa</i>	<i>E</i>
A	26,5	0,87
Ad	29,6	0,85
SB	14,6	0,86
T	9,0	0,74

Tableau 4.1. Valeurs de diversité alpha de Fisher et équitabilité de Pielou de différents ensembles structuraux étudiés.

IV.1.2 Types chorologiques

IV.1.2.1 Statuts phytogéographiques

Dans ce point, nous analysons les différences d'affinités phytogéographiques entre les différents sous-ensembles structuraux étudiés. Les spectres bruts et pondérés (cf. chapitre 3.1.3) ont été calculés globalement pour les six inventaires effectués au niveau de chaque sous-ensemblé. Le premier constat que l'on peut faire concerne le taux d'espèces guinéo-congolaises dans cette partie de la région centro-guinéenne. Quel que soit le sous-ensemble structural (les dominants, les dominés, les plantules et jeunes plants d'arbres de sous-bois et les trouées), le taux d'espèces de l'élément guinéo-congolais en général (en incluant les phytochories d'ordre inférieur) est toujours important, les dominés en tête avec 76,5 % d'espèces, ensuite les dominants avec 75,7 %, le sous-bois 73,7 % et enfin les espèces arborescences de trouées 57,5 %. Ces proportions se rapportent de manière logique au niveau des abondances, 83,3 % de tiges pour les dominés, ensuite 71,3 % pour les dominants, 67 % pour les tiges de sous-bois et 45,5 % pour les tiges dénombrées dans les trouées.

En terme de taux d'endémisme, la variabilité entre sous-ensembles est peu marquée, comme en témoigne le tableau 4.1. En considérant la forêt semi-sempervirente non perturbée, l'endémisme centro-guinéocongolais est important au niveau de toutes les strates, du moins en ce qui concerne les espèces arborescentes. Dans les trouées cependant, les omni-guinéocongolaises sont majoritaires en terme d'espèces, tandis que les espèces de liaison les sont en terme d'abondance de tiges.

Tableau 4.2. Spectres bruts (S.b) et pondérés (S.p) des éléments chorologiques, calculés pour chacun des sous-ensembles structuraux étudiés. Les nombres totaux d'espèces (Rsp) et d'individus (Ab) sont indiqués. A – arbres dominants ; Ad – arbres dominés ; SB – sous-bois non dégradé par l'exploitation ; T – trouées. Af-am – afro-américaine ; Af-ma – Afromalgache ; Cguin – centro-guinéocongolaise ; Cong – congolaise ; G-inf – Guinéenne inférieure ; Li – liaison ; O-guin – omni-guinéocongolaise ; Pan – pantropicale ; S-guin – sub-guinéocongolaise ; Ind – indéterminée.

El - C.	A (DBH ≥ 30 cm)		Ad (DBH < 30 cm)		SB		T	
	Rsp (Ab)	S.b (S.p)	Rsp (Ab)	S.b (S.p)	Rsp (Ab)	S.b (S.p)	Rsp (Ab)	S.b (S.p)
Af-am.	1 (3)	1,3 (0,6)	1 (1)	1,0 (0,1)	1 (2)	1,8 (0,3)	0 (0)	0 (0)
Af-ma.	1 (10)	1,3 (2,1)	1 (21)	1,0 (2,7)	2 (88)	3,5 (12,3)	2 (70)	5,0 (9,2)
Cguin.	29 (196)	37,2 (41,1)	41 (389)	41,8 (49,8)	21 (260)	36,8 (36,5)	8 (77)	20,0 (10,1)
Cong.	5 (40)	6,4 (8,4)	8 (55)	8,2 (7,0)	4 (38)	7,0 (5,3)	0 (0)	0 (0)
G-inf.	7 (16)	9,0 (3,4)	5 (64)	5,1 (8,2)	5 (58)	8,8 (8,1)	2 (57)	5,0 (7,5)
Li.	10 (62)	12,8 (13,0)	8 (21)	8,2 (2,7)	5 (38)	8,8 (5,3)	8 (313)	20,0 (41,2)
O-guin.	18 (88)	23,1 (18,4)	21 (143)	21,4 (18,3)	12 (122)	21,1 (17,1)	13 (212)	32,5 (27,9)
Pan.	1 (1)	1,3 (0,2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
S-guin.	6 (61)	7,7 (12,8)	10 (81)	10,2 (10,4)	6 (105)	10,5 (14,7)	7 (30)	17,5 (4,0)
Ind.	0 (0)	0 (0)	3 (6)	3,1 (0,8)	1 (2)	1,8 (0,3)	0 (0)	0 (0)
Total	78 (477)		98 (781)		57 (713)		40 (759)	

Ainsi, pour l'ensemble (tous sous-ensembles confondus), 72 % d'espèces sont guinéocongolaises. Cette importance de l'élément guinéo-congolais a déjà été relevé par WHITE (1979) pour l'ensemble de la flore de la République Démocratique du Congo et est remarquablement proche de la valeur de 80 % d'endémisme retenue par WHITE (1993) pour le centre d'endémisme guinéo-congolais.

Plusieurs autres chercheurs ont déterminé l'agglomération de l'élément guinéo-congolais dans leurs études réalisées dans d'autres régions d'Afrique tropicale, notamment les forêts du centre du Gabon (DOUCET, 2003), la Réserve de Biosphère du Dja au Cameroun, le

Parc National de Monte Alén et la Réserve de Ndoté en Guinée Equatoriale (SENTERRE, 2005) dont les valeurs sont reprises dans le tableau 4.2 ci après.

Tableau 4.3. Spectres bruts de l'élément guinéo-congolais trouvés dans quelques régions d'Afrique tropicale. F. – forêt ; R.B. – réserve de biosphère ; P.N. – parc national ; R.- réserve

Site (région)	Taux d'élément guinéo-congolais (%)
Présente étude	72
F. du centre du Gabon	81,5
R.B. du Dja	88
P.N. de Mt. Alén	92
R. de Ndoté + Mt.Bata	95

IV.1.2.2 Degré d'endémisme des espèces par type chorologique et par famille

Le calcul du nombre d'espèces montrant un certain degré d'endémisme vis-à-vis d'une phytochorie donnée amène quelques remarques intéressantes au niveau de la répartition phytogéographique des familles (tableau 4.4).

Hormis les espèces dont l'aire de distribution n'a pas été déterminée, 109 espèces ont leur distribution phytogéographique limitée à la région guinéo-congolaise parmi lesquelles 14 espèces débordent légèrement et s'étendent aux zones de transitions adjacentes. Cinq espèces de familles différentes sont reconnues avec une large distribution phytogéographique, Africain, Afro-américain ou Pantropical : Hypericaceae *Harungana madagascariensis*, Meliaceae *Carapa procera*, Moraceae *Trilepisium madagascariense*, Clusiaceae *Symphonia globulifera* Bombacaceae *Ceiba pentandra*.

La plupart de familles étendent leur distribution dans plusieurs phytochories. Les Caesalpiniaceae par exemple, qui apparaissent majoritaires dans la région guinéo-congolaise et parmi lesquelles environ 57,1 % d'espèces sont Centro-guinéocongolaises, montrent une espèce (*Paramacrolobium coeruleum*) avec une distribution africaine pluri-régionale. De même pour la famille des Moraceae dont 62,5 % d'espèces identifiées sont endémiques africaines pluri-régionales (*Ficus exasperata*, *Ficus mucoso*, *Musanga cecropioides*, *Myrianthus arboreus* et *Milicia excelsa*).

Tableau 4.4. Nombre d'espèces pour les différents degrés d'endémisme et pour chaque famille, calculé pour chaque élément chorologique sur base de l'ensemble des données (tous sous-ensembles structuraux confondus). Ind. – représente le nombre d'espèces pour lesquelles on n'a pas pu déterminer le type chorologique. Af-am. – afro-américaine ; Af-ma. – afromalgache ; Pan. – pantropicale ; Li – liaison ; S-guin. – sub-guinéocongolaise ; O-guin. – omni-guinéocongolaise ; Cong. – congolaise ; G-inf. – guinéenne inférieure.

Famille	Af-am.	Af-ma.	Pan.	Li.	S-guin.	Cguin.	O-guin.	Cong.	G-inf.	Ind.	%
Hypericaceae		1									0.8
Bombacaceae			1		1						1.5
Clusiaceae	1				2		1				3.0
Meliaceae		1			3	2	2				6.1
Moraceae		1		5		2					6.1
Mimosaceae				1	1	1	1	1			3.8
Apocynaceae				1	2	1	1				3.8
Annonaceae					2	4					4.5
Flacourtiaceae				1	1		1				2.3
Irvingiaceae					1				1		1.5
Lecythidaceae					1						0.8
Caesalpinaceae				1		12	3	3	2		15.9
Euphorbiaceae				1		5	4	2		2	10.6
Sterculiaceae				1		4	2				5.3
Burseraceae				1				1			1.5
Rutaceae				1					1		1.5
Chrysobalanaceae				1							0.8
Myristicaceae						1	1		1		2.3
Olacaceae						1	3				3.0
Pandaceae						1	1	1			2.3
Sapindaceae						1	1				1.5
Sapotaceae						2	1		3	1	5.3
Ulmaceae						1		1			1.5
Ebenaceae						3				1	3.0
Fabaceae						3					2.3
Tiliaceae						3					2.3
Rhamnaceae							1				0.8
Anacardiaceae							1				0.8
Ixonanthaceae							1				0.8
Acanthaceae								1			0.8
Simaroubaceae									1		0.8
%	0.8	2.3	0.8	10.6	10.6	36.4	21.2	7.6	6.8	3.0	100.0

IV.1.3 Analyse des types de diaspore

Comme dans le point précédent, pour voir s'il existe des différences entre les sous-ensembles structuraux, nous avons calculé les spectres bruts et pondérés pour les quatre sous-ensembles étudiés. Les espèces sarcochores, souvent considérées comme majoritairement zoochores, représentent ici aussi un pourcentage toujours relativement

élevé. Dans l'ensemble environ 77 % des espèces déterminées dans le cadre de ce travail sont de ce type. Leur importance relative augmente pour les strates inférieures, atteignant 74,2 % des espèces de strates dominées, 73,2 % des espèces arborescentes de sous-bois et 67,5 % des espèces identifiées dans les trouées. Cette importance de sarcochores a été bien démontrée par SENTERRE (2005) définissant une tendance assez nette et progressive : les émergents avec seulement 36 % d'espèces sarcochores, les dominants 67 %, les arbres co-dominants 73 % et les arbres dominés 79 %. Au Nigeria, JONES (1955 & 1956) in DOUCET (2003) avait déjà démontré cette tendance en dénombrant 46 % d'espèces zoochores parmi les émergents et 70 à 80 % dans les étages dominés.

Ces résultats ne font que confirmer la prépondérance de la zoochorie dans le contexte régional. Au Gabon, DOUCET (2003) a mis en évidence une nette prépondérance des sarcochores parmi les arbres de DBH \geq 10 cm, avec près de 60 % des espèces ; WHITE (1994a) et GILLET & al. (2003ab) ont obtenu chacun parmi les pieds de DBH \geq 10 cm, un taux de zoochorie supérieur à 70 %. Au Cameroun, SONKE (1998) avait déjà aussi défini par des études similaires l'importance des sarcochores parmi les arbres, avec plus de 80 % des espèces.

Tableau 4.5. Spectres bruts (S.b) et pondérés (S.p) des types de diaspore, calculés pour chacun des sous-ensembles structuraux étudiés. Les nombres totaux d'espèces (Rsp) et d'individus (Ab) sont indiqués, excepté le(s) espèce(s) pour la(les)quelle(s) on a pu déterminé le type de diaspore. TD – types de diaspore

TD	A (DBH \geq 30 cm)		Ab (DBH < 30 cm)		SB		T	
	Rsp (Ab)	S.b (S.p)	Rsp (Ab)	S.b (S.p)	Rsp (Ab)	S.b (S.p)	Rsp (Ab)	S.b (S.p)
Pté.	9 (87)	11,7 (18,8)	8 (56)	8,2 (7,2)	5 (63)	8,9 (8,9)	5 (35)	12,5 (4,6)
Pog.	4 (13)	5,2 (2,8)	2(4)	2,1 (0,5)	1 (6)	1,8 (0,8)	2 (3)	5,0 (0,4)
Sar.	49 (265)	63,6 (57,4)	72 (685)	74,2 (87,9)	41 (491)	73,2 (69,1)	27 (617)	67,5 (81,3)
Bal.	10 (68)	13,0 (14,7)	9 (23)	9,3 (3,0)	8 (147)	14,3 (20,7)	4 (64)	10,0 (8,4)
Bar.	1 (2)	1,3 (0,4)	2 (6)	2,1 (0,8)	0 (0)	0,0 (0,0)	1 (3)	2,5 (0,4)
Scl.	4 (27)	5,2 (5,8)	4 (5)	4,1 (0,6)	1 (4)	1,8 (0,6)	1 (37)	2,5 (4,9)
Total	77 (462)		97 (779)		56 (711)		40 (759)	

Les résultats évalués au niveau des familles montrent également l'importance de la Zoochorie dans cette zone d'étude (tableau 4.5). 12 % des familles (4 familles seulement) ont été trouvées sans aucune espèce sarcochore tandis que 68,8 % (22 familles) avec uniquement des espèces de ce type, parmi lesquelles la famille des Moraceae avec 8

espèces toutes sarcochores, la famille des Sapotaceae 7 espèces, les familles des Annonaceae et Sterculiaceae avec chacune 6 espèces toutes de ce type, ...

Ainsi remarquons-le, la plupart des Ceasalpiniaceae émergents (*Cynometra alexandri*, *Cynometra hankei*, *Amphimas ferrugineus*, *Amphimas pterocarpoides*, *Gilletiodendron mildbraedii*, *Gossweilerodendron balsamiferum*, ...) sont soit Ptérochores soit Ballochores, ne possédant pas de diaspores à pulpe terne ou coloré, tendre et charnue, ce qui confirme la prépondérance de sarcochores dans les strates inférieures (SABATIER, 1983 in OLDEMAN, 1990).

Tableau 4.6. Nombre d'espèces pour les différents types de diaspore et pour chaque famille, calculé pour chaque type de diaspore sur base de l'ensemble des données, excepté l'espèce pour laquelle le type de diaspore n'a pas été déterminé.

Famille	Pté.	Pog.	Sar.	Bal.	Bar.	Scl.	%
Caesalpiniaceae	5		4	11	1		16.0
Mimosaceae	2		1	1	1		3.8
Fabaceae	2			1			2.3
Meliaceae	3		5				6.1
Lecythidaceae	1						0.8
Bombacaceae		2					1.5
Apocynaceae		3	2				3.8
Euphorbiaceae			9	1		4	10.7
Flacourtiaceae			2			1	2.3
Anacardiaceae			1				0.8
Annonaceae			6				4.6
Burseraceae			2				1.5
Chrysobalanaceae			1				0.8
Clusiaceae			4				3.1
Ebenaceae			4				3.1
Hypericaceae			1				0.8
Irvingiaceae			2				1.5
Ixonanthaceae			1				0.8
Moraceae			8				6.1
Myristicaceae			3				2.3
Olacaceae			4				3.1
Pandaceae			3				2.3
Rhamnaceae			1				0.8
Rubiaceae			4				3.1
Rutaceae			2				1.5
Sapindaceae			2				1.5
Sapotaceae			7				5.3
Simaroubaceae			1				0.8
Sterculiaceae			6				4.6
Tiliaceae			3				2.3
Ulmaceae			2				1.5
Acanthaceae						1	0.8
%	9.9	3.8	69.5	10.7	1.5	4.6	100.0

IV.1.4 Variabilité spécifique observée entre les dominants et les dominés.

La caractérisation de la forêt étudiée à partir des étages dominants et dominés, a permis de confirmer que, la strate dominée est non seulement peuplée mais aussi riche en espèce que la strate dominante (SENTERRE, 2005). Cette situation est nette dans une vision globale des résultats, tandis que les relations entre le nombre d'individus et la richesse spécifique ne définissent pas d'office les écarts observés au sein des inventaires du point de vue de leur diversité.

Le relevé 3 par exemple, qui montre des valeurs d'abondance et de richesse spécifique élevées parmi les dominés (tableau 4.6), inscrit un même indice de diversité alpha de Fisher ($Fa = 22$) dans les deux sous-ensembles. Dans l'ensemble, 50 % de relevés montrent une diversité alpha de Fisher élevée parmi les dominés, excepté cependant les relevés 2 et 5. Cette situation est illustrée par les figures 3.12 et 3.13 qui expliquent la présence des espèces dominées parmi les dominants et que la tranche entre ces deux sous-ensembles n'est pas nette à 30 cm de DBH.

Relevé	A	Ad
Rel 1	32	23
Rel 2	23	26
Rel 3	22	22
Rel 4	24	24
Rel 5	14	14
Rel 6	27	17

Tableau 4.7. Valeurs de diversité alpha de Fisher comparées entre les différents inventaires effectués parmi les dominants et les dominés. Rel – relevé.

IV.2 Analyse comparative de la diversité entre la flore étudiée et celles des autres sites

L'analyse comparative de la diversité entre la flore étudiée dans le présent travail et celle d'autres sites se heurte à quelques difficultés dont certaines avaient déjà été évoquées par LEJOLY (2003), SENTERRE (2005) et NGOK (2005).

Parmi ces difficultés on note :

- les méthodes d'inventaires, l'aire d'échantillonnage et les délimitations des formations végétales qui sont loin d'être similaires et parfois totalement différentes d'un auteur à l'autre. Ceci pourrait, cependant, s'expliquer par le fait que les objectifs visés par chacune de ces études sont très différents (cf. chapitre 2.2) ;
- la rigueur dans le processus d'identification des plantes. En effet, dans le présent travail, cette étape a été cruciale pour atteindre les objectifs fixés.

Pour permettre une comparaison aisée avec la plupart des inventaires en forêts tropicales, seuls les arbres de DBH ≥ 10 cm répertoriés dans la bande de 20 m sont pris en compte. Ainsi, nous estimons avoir observé un total de 410 pieds, regroupés dans 87 espèces, réparties en 65 genres et 26 familles. Ces données se rapportent donc aux six inventaires effectués chacun sur 2 000 m², soit une superficie totale de 1,2 ha.

IV.2.1 Diversité comparée à l'échelle intercontinentale

Les aspects relatifs à la diversité ont été en grande partie traités dans le chapitre de résultats. Nous avons montré les différences entre strates et ensembles structuraux et sommes arrivés à la conclusion que la diversité végétale augmente des strates supérieures aux strates inférieures, c'est-à-dire que les dominés ont une valeur de diversité plus élevée que les dominants. Cette même conclusion a été formulée par SENTERRE (2005).

Le but du présent chapitre est de rechercher les différences en termes de diversité entre nos inventaires et ceux effectués dans d'autres lieux ou régions. A cet effet, seuls les DBH ≥ 10 cm sont pris en compte

Ainsi, la présence de 87 espèces sur 1,2 ha inventoriés peut paraître assez faible dans la perspective d'une analyse intercontinentale de la richesse spécifique. A titre d'exemple, WHITMORE (1990) et MORLEY (2000) in DOUCET (2003) mentionnent des richesses spécifiques pouvant atteindre près de 300 espèces (DBH ≥ 10 cm) sur 1 ha en Amérique du Sud et 711 espèces (DBH ≥ 10 cm) sur 6,6 ha en Asie tropicale. Cette richesse spécifique relativement élevée en Amérique ou en Asie est d'autant plus attestée du fait d'une très forte hétérogénéité (SABATIER & PREVOST, 1989) et de densités de pieds à l'hectare parfois plus élevées sur les autres continents (ROLLET, 1974).

Il est donc convenable de relativiser une telle richesse observée en Asie et en Amérique, ainsi la pauvreté des forêts tropicales africaines.

Ce seraient aussi des arguments paléoclimatiques, lesquels se sont traduits par des phases d'aridité, qui expliqueraient cette pauvreté toute relative (SCHNELL, 1976) ; DOUCET, 2003). Toute fois le tableau 4.8 révèle que la forêt dense est la moins diversifiée, et que la forêt dense sur sols hydromorphes est non seulement la plus dense mais aussi la plus diversifiée.

Tableau 4.8. Comparaison de la richesse spécifique (Rsp) et de la diversité alpha de Fisher (Fa) entre nos relevés et ceux d'autres continents. Ab – abondance ; Rsp – richesse spécifique ; Fa – diversité Fisher alpha ; fdh – forêt dense humide ; fdhh – forêt dense humide sur sols hydromorphes ; fds – forêt dense sèche ; T.F.- type forestier.

Sources	Localisation	T.F.	Surface (m ²)	Ab	Rsp	Fa
Présente étude	kisangani	fdh	1200	410	87	40
Gentry & Dodson 1987	Rio Palenque (W-Ecuador)	fdhh	1000	7210	365	81
Gentry & Dodson 1987	Jauneche (W-Ecuador)	fdh	1000	2783	169	40
Gentry & Dodson 1987	Capeira (W-Ecuador)	fds	1000	5428	173	34
Gentry & Dodson 1987	Rio Palenque (W-Ecuador)	fdhh	100	721	123	43
Whitmore & al. 1985 (in Senterre 2005)	Horquetas (Costa Rica)	fdh	100		200	

IV.2.2 Diversité comparée à l'échelle intracontinentale

Quoi qu'il en soit, si la richesse spécifique des forêts d'Afrique Centrale est généralement moindre que celle des autres continents, elle demeure cependant remarquable dans le contexte africain car elle est beaucoup plus élevée que celle de l'Afrique de l'Ouest (JONES, 1956 ; REITSMA, 1988). La position de la forêt étudiée au niveau sous-régional est expliquée par le tableau 4.6.

D'une manière générale, nos inventaires figurent parmi les plus diversifiés si on doit considérer le rapport en fonction de superficies. C'est en République Centrafricaine et surtout en République du Congo que la diversité semble la moins élevée. Elle est cependant plus élevée en Guinée Equatoriale.

Tableau 4.9. Comparaison des richesses spécifiques et des valeurs des indices de diversité avec d'autres sites d'Afrique Centrale (LEJOLY, 1996 ; SONKE, 1998 ; DOUCET, 2003).

Pays (Site)	Relevé (ou Layon)	Surface	IS	H	E	Rsp
RDC (Ubundu)	Rel. 1	0,2 ha	0,942	4,555	0,92	31
	Rel. 2	0,2 ha	0,954	4,796	0,928	36
	Rel. 3	0,2 ha	0,964	5,019	0,956	38
	Rel. 4	0,2 ha	0,956	4,803	0,936	35
	Rel. 5	0,2 ha	0,927	4,328	0,9	28
	Rel. 6	0,2 ha	0,957	4,809	0,945	34
	Diversité totale	1,2 ha	0,969	5,637	0,875	87
Gabon	Biliba 1	2,5 ha	75,144	4,681	0,905	175
	Biliba 3	2,5 ha	52,821	4,451	0,885	153
	Biliba 2	2,5 ha	53,605	4,481	0,878	166
	Lot 32 E 1	2,5 ha	54,195	4,433	0,864	170
	Lot 32 G 2	2,5 ha	55,236	4,486	0,867	174
	Milolé 2	2,5 ha	51,905	4,448	0,866	173
	Biliba 4	2,5 ha	48,187	4,425	0,872	160
	Milolé 1	2,5 ha	56,586	4,538	0,865	198
	Lot 32 E 2	2,5 ha	48,439	4,466	0,870	174
	Lot 32 G 1	2,5 ha	52,017	4,558	0,873	194
	Mboumi 3	2,5 ha	53,975	4,654	0,875	219
	Mboumi 4	2,5 ha	38,321	4,239	0,838	162
	Mboumi 1	2,5 ha	22,557	3,790	0,773	134
	Mboumi 2	2,5 ha	25,419	4,045	0,797	153
Guinée						
Equatoriale	Mont Alen	2,5 ha	-	-	-	239
Cameroun	Dja Djolimpoum 4	2,5 ha	-	-	-	196
	Dja Djolimpoum 2	2,5 ha	-	-	-	195
	Dja Djolimpoum 1	2,5 ha	-	-	-	189
	Dja Djolimpoum 3	2,5 ha	-	-	-	174
	Dja Mékas 2	2,5 ha	-	-	-	172
	Dja Mékas 1	2,5 ha	-	-	-	171
	RCA	Ngotto LC 1	2,5 ha	-	-	-
Congo	Odzala Mbandza 1	2,5 ha	-	-	-	146
	Odzala Mbandza 2	2,5 ha	-	-	-	98

En confrontant les coefficients de diversité entre les différents layons on constate que parfois les layons les plus riches ne sont pas les plus diversifiés. En considérant le Gabon par exemple, ce sont essentiellement les layons de Biliga qui sont les plus diversifiés.

Les densités moindres observables sur ce site combinées avec une richesse comparable à celle des autres sites le justifient probablement. Cela se rapporte également à la diversité globale de nos inventaires avec ceux effectués par REITSMA (1988) au Gabon (tableau 4.7) où le site d'Ubundu vient devant les sites d'Ekobakoba et Lopé.

Tableau 4.10. Comparaison des densités, Richesses spécifiques et des valeurs de diversité alpha de Fisher entre nos inventaires et ceux de REITSMA (1988) effectués au Gabon.

Pays	Site	Surface	N pieds/ha	N espèces/ha	Fa
Gabon	Oveng	1 ha	485	123	53.11
Gabon	Doussala	1 ha	413	100	41.95
RDC	Ubundu	1,2 ha	410	87	33,78
Gabon	Ekobakoba	1 ha	429	77	27.36
Gabon	Lopé	1 ha	392	65	22.21

IV.3 Analyse de la régénération

IV.3.1 Composition floristique

Au terme de nos inventaires, 759 éléments ligneux arborescents ont été dénombrés dans les trouées d'exploitation forestière d'âge de deux ans sur une superficie totale 1 200 m². Il convient cependant de signaler que, les tiges de certaines espèces colonisatrices de milieux ouverts comme *Trema orientalis*, *Macaranga spinosa*, *Musanga cecropioides*, ... n'ont pas été prises en compte. Quoiqu'il en soit, cette densité absolue paraît très faible et ne représente qu'une moyenne de 0,6 pied/m². Pour une étude de même genre réalisée au Gabon, DOUCET (2003) a dénombré 9176 tiges pouvant atteindre 10 cm de diamètre à l'âge adulte sur une superficie de 2 000 m², ce qui correspond pratiquement à 4,6 pieds/m².

Il en est de même des inventaires de régénération effectués dans les parcelles non perturbées par l'exploitation ; sur les 1 200 m² inventoriés, 713 pieds d'arbres ont été dénombrés. Cette densité absolue aussi de 0,6 pied/ha dans le sous-bois non dégradé paraît également faible. Dans son étude sur la régénération naturelle dans les parcelles non perturbées par l'exploitation, étude réalisée aussi au Gabon, COBUT (2005) a dénombré 715 plantules et jeunes plants d'arbres seulement sur une superficie de 360 m², ce qui correspond à une densité d'environ 2 pieds/ha.

Dans ces parcelles de sous-bois non perturbé par l'exploitation, les familles les mieux représentées, tant du point de vue densité que du point de vue diversité, sont les Caesalpiniaceae et les Meliaceae, ainsi que les Sterculiaceae. Cela s'explique par le nombre élevé d'espèces sciaphiles modérées et semi-héliophiles que comptent ces trois groupes.

Tandis que dans les parcelles de sous-bois perturbées par l'exploitation, ce sont les familles des Moraceae, Euphorbiaceae et Annonaceae qui sont mieux représentées, en espèces et en individus. Un plus grand nombre d'espèces pionnières appartiennent donc dans ces familles, comme *Milicia excelsa*, *tetrorchidium didymostemon*, *Ricinodendron heudelotii*, *Margaritaria discoidea*, *Cleistopholis gauca*, ...

Les densités élevées en Rutaceae, Rubiaceae, Burseraceae et en Rhamaceae s'expliquent par l'appartenance respective des genres *Zantoxylum*, *Nauclea*, *Canarium* et *Maesopsis* à ces familles. Toutes ces espèces et genres sont un indicateur de la forte secondarisation du milieu forestier (DOUCET, 2003 ; ...).

Par rapport à l'inventaire d'aménagement, les Caesalpiniaceae et les Olacaceae, très présentes aussi dans les forêts du centre du Gabon (DOUCET, 2003), ont une densité relative plus faible dans l'inventaire de régénération. La dominance de ces deux familles se révèle être un bon indicateur du degré d'ancienneté des forêts.

Du point de vue de la composition floristique, les chablis sont composés d'espèces qui ne se développent que dans ce type d'environnement et d'espèces rencontrées également en sous-bois non dégradé. Le tableau 4.8 reprend les espèces arborescentes que nous avons rencontrées uniquement dans les trouées et celles que nous avons rencontrées indifféremment dans les trouées et en sous-bois non dégradé des environs.

De ces espèces, 85 % proviennent soit du potentiel séminal édaphique, en d'autres termes de la banque de graines du sol, soit du potentiel extérieur, c'est-à-dire de graines disséminées par le vent, ou les animaux.

Selon ALEXANDRE & TEHE (1983), le potentiel édaphique est favorisé par un décapage unique au bulldozer, par exemple lors de la formation des chemins de débardage.

Tableau 4.11. Espèces observées uniquement dans les trouées et espèces rencontrées indifféremment dans les trouées et en sous-bois non perturbé par l'exploitation, leurs types de diaspore et tempérament.

Espèces observées en chablis		Espèces observées en forêt et chablis	
<i>Ficus exasperata</i>	Sar. H.S.	<i>Anthonotha macrophylla</i>	Bal. H.M.
<i>Harungana madagascariensis</i>	Sar. H.S.	<i>Cynometra alexandri</i>	Bal. H.M.
<i>Tetrorchidium didymostemon</i>	Bal. H.S.	<i>Dialium pachyphyllum</i>	Sar. H.M.
<i>Albizia gummifera</i>	Bar. H.S.	<i>Entandrophragma angolense</i>	Pté. H.M.
<i>Alstonia congensis</i>	Pog. H.S.	<i>Petersianthus macrocarpus</i>	Pté. H.M.
<i>Cleistopholis glauca</i>	Sar. H.S.	<i>Pycnanthus angolensis</i>	Sar. H.M.
<i>Maesopsis eminii</i>	Sar. H.S.	<i>Anthonotha fragrans</i>	Bal. S.M.
<i>Margaritaria discoidea</i>	Scl. H.S.	<i>Diospyros crassiflora</i>	Sar. S.M.
<i>Milicia excelsa</i>	Sar. H.S.	<i>Garcinia punctata</i>	Sar. S.M.
<i>Nauclea diderrichii</i>	Sar. H.S.	<i>Blighia welwitschii</i>	Sar. S.H.
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Sar. H.S.	<i>Canarium schweinfurthii</i>	Sar. S.H.
<i>Zanthoxylum gillettii</i>	Sar. H.S.	<i>Cola lateritia</i>	Sar. S.H.
<i>Zanthoxylum lemairei</i>	Sar. H.S.	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	Pté. S.H.
<i>Chrysophyllum lacourtianum</i>	Sar. S.H.	<i>Funtumia africana</i>	Pog. S.H.
<i>Lansea welwitschii</i>	Sar. S.H.	<i>Guarea thompsonii</i>	Sar. S.H.
<i>Myrianthus arboreus</i>	Sar. S.H.	<i>Mammea africana</i>	Sar. S.H.
<i>Croton haumanianus</i>	Sar. H.M.	<i>Pleiocarpa pycnantha</i>	Sar. S.H.
<i>Ficus mucoso</i>	Sar. H.M.	<i>Pterocarpus soyauxii</i>	Pté. S.H.
<i>Fillaeopsis discophora</i>	Pté. H.M.	<i>Trilepisium madagascariense</i>	Sar. S.H.
<i>Tabernaemontana crassa</i>	Sar. H.M.		
<i>Xylopia aethiopica</i>	Sar. H.M.		

Il ressort de ce potentiel édaphique ou extérieur qu'environ 60 % des espèces sont héliophiles strictes ou modérées, ce qui justifie le taux exprimé par ce groupe. Cela est confirmé par la figure 4.1, qui illustre la relation entre le type de diaspore et le tempérament, exprimée en terme de nombre d'espèces. Le plus grand nombre d'espèces est observé chez les héliophiles sarcochores (15 espèces), ceci signifie que la probabilité d'obtenir une richesse spécifique élevée en héliophiles dans les trouées augmente avec le nombre de graines sarcochores dans le sol, donc avec la maturité des forêts.

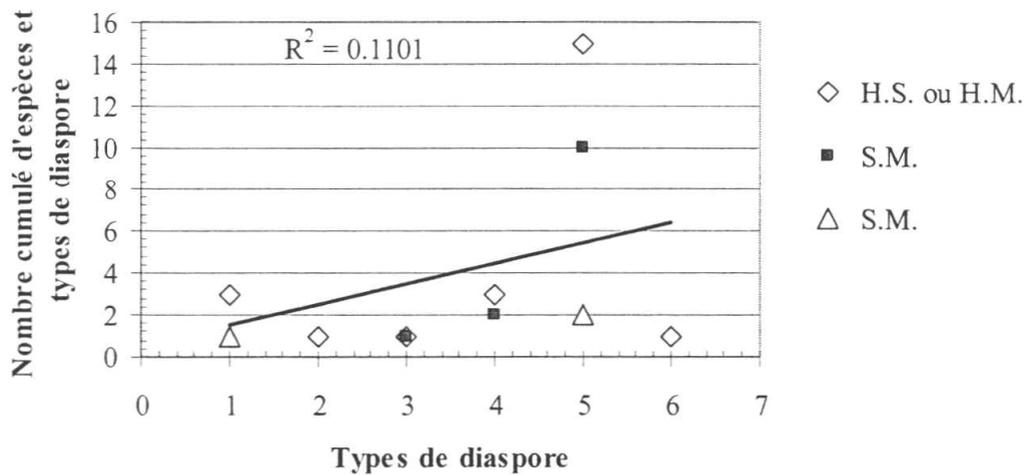


Figure 4.1. Corrélation entre les types de diaspoire et les tempéraments, exprimée en fonction de nombre d'espèces. 1 – moins de 50 cm ; 2 – 50 à 99,99 cm ; 3 – 100 à 149,99 cm ; ...

Aussi, par leur potentiel séminal édaphique permettant un démarrage rapide, les espèces héliophiles peuvent profiter de l'ouverture du couvert, régénérer, croître et atteindre des densités élevées de plants au niveau pratiquement de toutes les classes de diamètre telles que définies par la figure 4.2 pour des trouées de 2 ans.

C'est pourquoi, les essences telles que *Tetrorchidium didymostemon*, *Zanthoxylum gillettii*, *Zanthoxylum lemairi*, *Margaritaria discoidea*, *Maesopsis eminii*, et *Ricinodendron heudelotii*, hormis *Musanga cecropioides*, *Macaranga spinosa* et *Macaranga monandra*, atteignent des densités élevées de plants supérieur à 1 m, voire supérieur à 2 m. Selon toute vraisemblance, ce sont ces essences qui refermeront la voûte bien avant les autres.

Comme nous l'avons vu au tableau 3.11, deux essences exploitées à Kisangani se trouvent parmi les plus abondantes dans les trouées d'exploitation, il s'agit notamment de Bilinga et d'Iroko, deux essences héliophiles strictes dont les graines font partie de la banque de graines du sol (HALL & SWAINE, 1980). Néanmoins, leurs densités par trouée pour des hauteurs supérieures à 200 cm restent très faibles. COBUT (2005) a trouvé, pour une trouée moyenne de 140 m², des densités de 0,1 et 0,0 respectivement pour Iroko et Bilinga dans les chablis d'exploitation âgés de 4 ans.

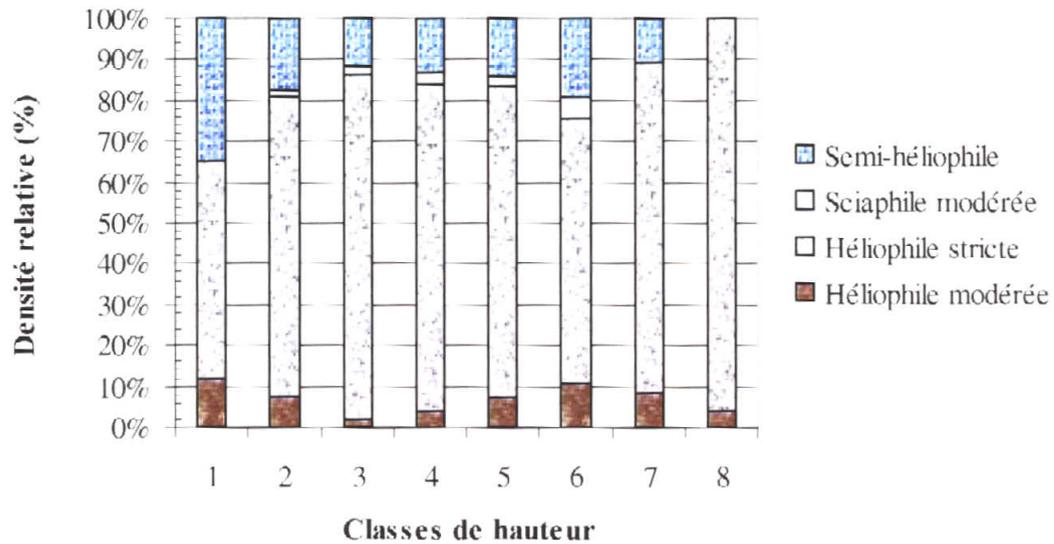


Figure 4.2. Densités relatives des tiges dénombrées dans les trouées, exprimées en fonction de type de diaspore.

Les espèces que l'on rencontre indifféremment dans les trouées ou dans le sous-bois environnant non perturbé par l'exploitation, ont 3 origines possibles (PUIG, 2001). Elles proviennent soit du potentiel végétatif, c'est-à-dire des individus présents avant le découvert, soit du potentiel extérieur, soit du potentiel édaphique.

Nous pensons que la plupart de ces essences rencontrées indifféremment en sous-bois et dans les trouées et qui sont classées parmi les plus abondantes dans les inventaires de régénération (tableaux 3.8 et 3.9), font partie du potentiel végétatif, elles ont une densité importante en plantules sous forme de rejet avec ramifications développées. De plus, 3 d'entre elles (l'Ebène *Diospyros crassiflora*, *Garcinia punctata* et *Anthonotha fragrans*) sont sciaphiles modérées très fréquentes dans le sous-bois. Selon BASNET (1993), l'aptitude à émettre des rejets peut être considérable parmi les arbres tropicaux. Ainsi, les espèces originaires du potentiel végétatif ayant la probabilité la plus grande de fermer le couvert climacique sont : *Cynometra alexandri*, *Guarea thompsonii*, *Anthonotha macrophylla*, *Pterocarpus soyauxii*.

Il ressort de cette étude que la composition floristique des trouées ne diffère de celle du sous-bois environnant non perturbé par l'exploitation que par la présence d'espèces

héliophiles dont la hauteur moyenne est inférieure à celle des sciaphiles modérées. Cette conclusion rejoint celle proposée à l'issue de plusieurs études menées sur les chablis naturels.

FLORENCE (1981), en dénombrant les espèces végétales présentes dans les chablis et dans le sous-bois non dégradé, a proposé trois groupes d'espèces : celles présentes seulement dans le sous-bois, celles rencontrées indifféremment en sous-bois et dans le chablis et enfin celles uniquement comptées dans le chablis. Selon FLORENCE (1981), l'aspect essentiel de la succession forestière est l'installation rapide d'espèces forestières héliophiles des ensembles arborescents supérieurs (potentiel extérieur majoritairement) et des espèces héliophiles de la végétation secondaire tel que *Macaranga spp.*, *Musanga cecropioides*, *Zanthoxylum spp.*, ... (potentiel édaphique majoritairement). Ainsi, l'évidence de l'originalité de la composition floristique des trouées par rapport à la forêt environnante est due principalement aux espèces héliophiles peu longévives. Leur installation dépend de l'état des graines du sol, de la production de diaspores et de leur dispersion (PUIG, 2001).

IV.3.2 Impact de l'exploitation sur la régénération des essences commerciales

Selon les résultats obtenus, l'exploitation ne semble pas induire, en ouvrant le couvert, la régénération des essences commerciales, surtout celles de première classe qui sont les plus recherchées pour l'exportation.

Au niveau des densités, une seule essence de classe I (l'iroko *Milicia excelsa*) a été trouvée avec une forte densité dans les trouées (8,5 pieds / 200 m²). L'essence la plus convoitée pour l'exploitation, l'afroformosa *Pericopsis elata*, n'a été trouvée que dans le sous-bois non perturbé par l'exploitation avec 2,3 pieds / 200 m² ; alors que c'est une espèce héliophile, à graine ptérochore, capable de régénérer plus facilement dans les milieux ouverts. Une autre essence héliophile (Classe II) trouvée parmi les plus abondantes dans les trouées est le bilinga *Nauclea diderrichii* (14,7 pieds / 200 m²).

La première raison avancée pour expliquer cette faible représentation est relative à la taille de la trouée. Selon BRUNCK & al. (1990), une ouverture minimale d'un quart d'hectare est nécessaire pour apporter l'éclairement requis au développement et surtout des espèces héliophiles. DOUCET & BOUBADY (2002) indiquent que la mise en œuvre de plus en plus fréquente de techniques d'exploitation à faible impact entraîne une diminution de la taille de la trouée pour atteindre en moyenne 2,39 ares ($V = 33 \%$), ce qui est proche d'un chablis naturel (NIERSTRAS, 1975).

BONNIS (1980) suggère au forestier de réaliser des trouées supérieures à 500 m² pour permettre le développement des essences de lumière. Il faut, cependant être prudent du fait qu'une ouverture trop importante favorise le développement d'espèces envahissantes (lianes, herbacées,...) (ROLLET, 1983).

Toutefois, malgré une taille plus importante, il faut que l'ouverture de la canopée coïncide, avec une certaine marge, à l'ensemencement. Et même si cette dernière condition est remplie, il faut que la banque des graines du sol ou le potentiel séminal édaphique soit importante, ou avoir des préexistants sous forme de plantules pouvant profiter de la présence de lumière.

La deuxième raison probable, non négligeable, est l'exploitation sélective pouvant conduire à une réduction du nombre de semenciers potentiels. Les individus ayant la plus grande probabilité de se reproduire sont des individus mal conformés évités lors de l'exploitation. Des effets sur la conformation des générations suivantes sont en conséquence fort probables (GRISON, 1978 ; DOUCET, 2003). Cette situation est d'autant plus préoccupante que la plupart des espèces exploitées, à l'instar de l'afromosia, l'iroko, le bilinga, les acajou d'Afrique, ...), sont des essences héliophiles, dont la régénération est déficiente en forêt mature.

La figure 4.3 semble confirmer cette dernière hypothèse par la faible représentation des espèces exploitées dans les classes de diamètre. Les *Entandrophragma* ne sont présents que dans les deux premières classes. Les deux pieds de sapelli à grand diamètre qui seraient comptés sur les 12 000 m² inventoriés sont les deux de quatre souches identifiées.

L'afromosia par contre est présent au niveau des classes supérieures, bien qu'à une densité de 1,3 pieds/ha. Il ne pouvait donc pas manquer des plantules dans les trouées, si ce n'est pour les raisons évoquer ci haut.

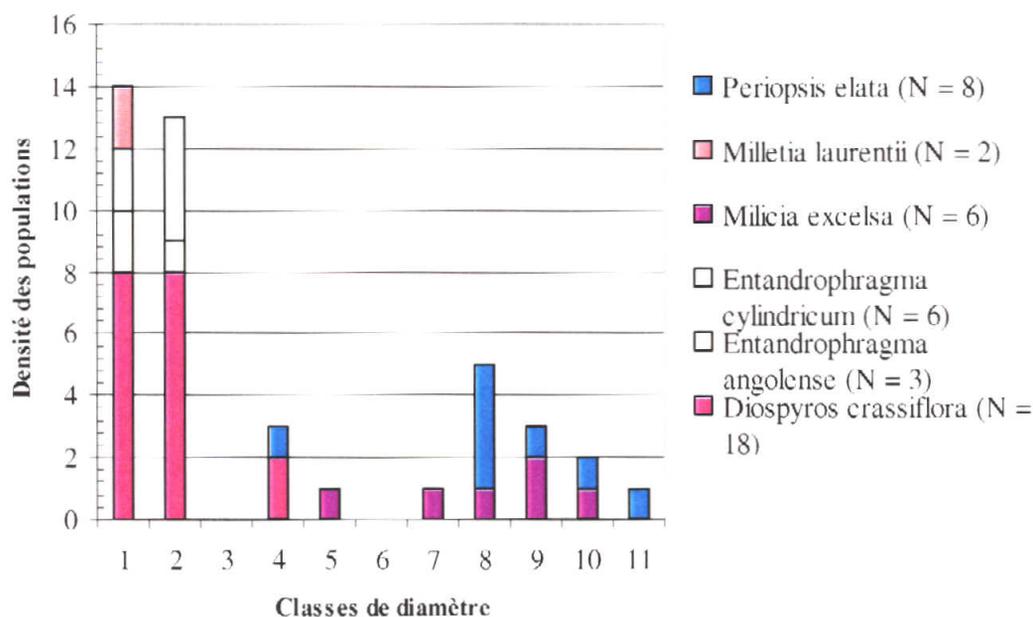


Figure 4.3. Densités des populations de quelques essences commerciales exploitées à Kisangani et inventoriées dans nos sites d'étude sur terre ferme. N – nombre de tiges.

La régénération qui s'installe dans les trouées a consisté à déterminer les densités par hectare de trouée d'exploitation, installée sur terre ferme ; ainsi qu'à déterminer les classes de hauteur dans les trouées âgées de 2 ans.

Le tableau 4.12 reprend les densités d'essences exploitées, comparées entre nos inventaires et ceux effectués au Gabon par GOBERT (2002), DEGUERET (2002) et DOUCET (2003) dans les trouées d'exploitation. Nous ne reprenons dans le tableau que quelques espèces exploitées, communes avec celles exploitées à Kisangani. Contrairement aux sites gabonais, les héliophiles strictes sont observables à des fortes densités dans les trouées d'exploitation à Kisangani. Cette abondance n'est pas du tout liée à la présence des semenciers les plus proches mais, de toute évidence au potentiel séminal édaphique ou encore au potentiel extérieur. La plupart de ces essences héliophiles de Kisangani sont reconnues par leur pouvoir de croissance rapide, et seront les premières à refermer le couvert

Tableau 4.12. Densités des essences commerciales dans les trouées d'exploitation (nombre de tiges par hectare dès le stade germinatif), comparaison entre nos inventaires et ceux effectués au Gabon. Temp. – tempérament ; H.M. – héliophile modérée ; H.S. – héliophile stricte ; S.M. –sciaphile modérée ; S.H. – semi-héliophile ; Ab – abondance.

Site	Espèce	Temp.	Ab	Rabi-					Moy.	
				Kisangani	Mandji	Kayes	Mpela	Mambi		Biliba
	Tiama blanc	H.M.	42	0	0	0	0	0	4	7
	Afromosia	H.M.	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	0
	Dibétou	H.M.	NI	3	0	0	177	0	30	30
	Tali	H.M.	NI	0	0	0	0	0	4	1
	Sipo	H.M.	NI	0	0	0	0	0	0	0
	Ilomba	H.M.	58	62	38	3	61	NI	21	35
	Bilinga	H.S.	733	1	82	18	5	NI	0	120
	Iroko	H.S.	425	0	0	0	0	NI	0	61
	Kosipo	H.S.	NI	0	0	0	0	1	1	0
	Olon	H.S.	1433	6	34	49	0	NI	83	229
	Niové	S.M.	0	354	140	754	235	NI	1	212
	Acajou	S.H.	NI	0	0	0	0	0	0	0
	Bossé clair	S.H.	NI	0	0	0	2	12	3	2
	Bossé foncé	S.H.	8	NI	NI	NI	NI	NI	NI	1
	Sipo	S.H.	0	0	0	0	64	1	11	11
	Total		2699	426	294	824	544	14	158	708

Selon les résultats généraux obtenus, l'impact de l'exploitation sur la régénération de la plupart des essences exploitées semble donc être négatif puisqu'elle enlève des semenciers sans en assurer la régénération préalable. CORDIEZ (2000), GOBERT (2002) et DEGUERET (2002) arrivent aux mêmes conclusions lors de travaux réalisés dans les trouées d'exploitations au Gabon. Et même l'inventaire d'aménagement confirme ces résultats par le taux de semenciers.

ALEXANDRE & TEHE (1983) affirment que la nature des peuplements qui se forment après le passage des forestiers n'est pas propice à croissance des grands arbres héliophiles et que l'exploitation ne perturbe pas assez le milieu pour qu'il puisse s'en suivre une véritable régénération des essences précieuses. Toutefois, nos inventaires gardent une proportion assez élevée des héliophiles que les sites étudiés au Gabon.

Conclusions générales et perspectives

Les forêts des environs de Kisangani, comme l'ensemble des forêts de la Cuvette centrale congolaise, sont d'un intérêt écologique majeur. Elles sont donc classées parmi les forêts d'Afrique centrale dont la diversité biologique est la plus élevée.

Dans ces forêts, les Caesalpiniaceae jouent un rôle notable. Elles sont importantes dans la strate dominante, dans la strate dominée et même dans le sous-bois. Elles influencent donc l'entière de l'écosystème et contribuent fortement à son originalité. Cette originalité se traduit également par l'importance des Olacaceae. La dominance de ces deux familles se révèle être un indicateur fiable du degré d'ancienneté de ces forêts et de l'endémisme centro-guinéocongolais qui lui est lié.

L'analyse de la hiérarchie de la diversité entre strates, a révélé que la strate des arbres dominés présente une diversité élevée, et que le DBH de 30 cm peut être retenu pour différencier la strate dominée de la strate dominante.

Les trouées jouent un rôle important dans la dynamique forestière en apportant au sol la lumière qui stimule la germination et la croissance des plantules et jeunes plants. Leur composition spécifique est caractéristique, composée d'espèces qui ne se régénèrent et se développent que dans ce type de milieu (héliophiles strictes) et d'espèces pouvant se régénérer et parfois se développer en sous-bois non perturbé (héliophiles modérées, semi-héliophiles et même sciaphiles). Les Moraceae se sont révélées la famille la plus importante dans les trouées d'exploitation.

Les héliophiles strictes sont composées des espèces de grandes tailles longévives (*Milicia excelsa*, *Nauclea diderichii*, ...), soit des espèces des milieux secondaires peu longévives (*Macaranga spp.*, *Musanga cecropioides*, *Zanthoxylum spp.*). Tandis que les héliophiles modérées, les semi-héliophiles et les sciaphiles modérées sont composées d'arbres et arbustes de la forêt environnante. Il ressort de cette étude que la composition floristique des trouées ne diffère celle du sous-bois environnant que par la présence d'essences héliophiles.

Selon les résultats obtenus dans ce travail, les héliophiles strictes constituent la plus importante masse en terme de densités exprimées ; à l'hectare, elles représentent 75,6 % des tiges. Leur richesse en terme de nombre d'espèces est évaluée à 32,5 % de l'ensemble des espèces rencontrées dans les trouées. Cependant, la plupart de ces espèces sont peu longévives et proviennent du potentiel séminal édaphique, c'est-à-dire des graines disséminées par les animaux, ou du potentiel extérieur, c'est-à-dire des graines disséminées par le vent.

Quoi qu'il en soit, les observations réalisées au cours de ce travail confirment les allégations d'une mauvaise régénération des essences commerciales dans les trouées d'exploitations (AUBREVILLE, 1938 ; JONES, 1955 et 1956 ; LETOUZEY, 1968 ; DOUCET, 2003). Ce sont les essences héliophiles longévives, strictes ou modérées ou dans la moindre mesure, les semi-héliophiles. Cette situation serait due à la moindre représentation des semenciers.

Bien que l'appauvrissement progressif d'un peuplement en essences héliophiles soit naturel, l'exploitation forestière amplifie le phénomène en enlevant sélectivement des producteurs potentiels sans en assurer la reproduction préalable (DOUCET, 2003).

La figure 4.3 montre la faible densité des arbres exploités, plus particulièrement parmi les dominants. Toutefois, dans les trouées étudiées (âgées de 2 ans), quelques héliophiles exploitées, par exemple *Milicia excelsa*, *Nauclea diderrichi*, se revèlent abondantes avec respectivement 1433 et 733 pieds/ha. En gros la plupart des essences exploitées appartiennent à ces groupes des héliophiles strictes ou modérées et des semi-héliophiles. *Diospyros crassiflora* est une espèce sciaphile modérée, elle régénère et croisse dans le sous-bois. C'est ainsi qu'elle a une structure bien représentée dans les deux premières classes de diamètre.

L'approche optimale, pour remédier à cette situation et exploiter durablement les ressources forestières, semble se réaliser en deux étapes. La première étape serait de réduire les dégâts inutilement occasionnés au peuplement par la mise en œuvre de techniques d'exploitation à faible impact (DURRIEU DE MANDRON & al., 1997).

La seconde vise à proposer des techniques de régénération à la fois simples, efficaces et à impact réduit sur la biodiversité. Le choix des essences pour lesquelles il faut intervenir doit être dicté par l'analyse des structures des populations provenant de l'inventaire d'aménagement.

Références bibliographiques

ALEXANDRE D.Y. 1982 – Aspects de la régénération naturelle en forêt dense de Côte d'Ivoire. *Candollea* 37, 579-588.

ALEXANDRE D.Y. 1989b – Dynamique de la régénération naturelle en forêt dense de Côte d'Ivoire. Etudes et thèses, Paris, ORSTOM, 102 p.

AUBREVILLE A. 1938 – La forêt coloniale, les forêts de l'Afrique Occidentale Française. Académie des Sciences Coloniales, Annales IX, Paris, 244 p.

AUBREVILLE A. 1951-1952 – Le concept d'association dans la forêt dense équatoriale de basse Côte d'Ivoire. *Mém. Soc. Bot. Fr.*, 145-158.

AUBREVILLE A. 1961 – Sapotacées. Flore du Gabon, vol. 1. Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, 162 p.

AUBREVILLE A. 1962 – Irvingiacées, Simaroubacées, Burseracées. Flore du Gabon, vol. 3. Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, 101 p.

AUBREVILLE A. 1970 – A propos de la spéciation dans les forêts tropicales humides – Les genres mono- ou paucispécifiques. *Adansonia*, sér. 2, 10 (3), 301-307.

BAMPS P. 1982 – Flore d'Afrique Centrale (Zaïre – Rwanda – Burundi). Répertoire des lieux de récolte. Jardin Botanique National de Belgique, Meisè, Belgique, 223 p.

BARBAULT R. 1995 – Ecologie des peuplements. Structure et dynamique de la biodiversité. MASSON, Paris, 273 p.

BLANC P. 2002 – Etre plante à l'ombre des forêts tropicales. Nathan, Paris, 428 p.

BRAUN-BLANQUET J. (1932) – Plant sociology: the study of plant communities. McGraw-Hill Book Compagny, Inc., New York, 407 p.

BRUNCK F., GRISON F. & MAITRE H. F. 1990 – L'Okoumé. Centre Technique Forestier Tropical. Nogent-Sur-Marne, 102p.

BULTOT F. 1977 – Atlas climatique du bassin zaïrois. IV. Pression atmosphérique, vent en surface et en altitude, température et humidité de l'air, nébulosité et visibilité, classification climatique, propriétés chimiques de l'air et des précipitations. Publ. INEAC, hor sér.

BULTOT F., 1971-1974 – Atlas climatiques du Bassin zaïrois. 4. Pression atmosphérique, vent en surface et en altitude, température et humidité de l'air en altitude, nébulosité et visibilité, classifications climatiques, propriétés chimiques de l'air et des précipitations. Bruxelles, SERDAT. Publ. I.N.E.A.C., sans pagination.

CAHEN L., 1954 – Géologie du Congo belge, Vaillant-Carmanne, Liège. 577 p.

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.

COBUT P. 2005 – Etude de la régénération naturelle dans les Chablis d'exploitation en forêt dense humide gabonaise. Mémoire de fin d'études, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 75 p.

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

DANSEREAU P. & LEMS K. 1957 – The grading of dispersal types in plant communities and their ecological significance. Institut Botanique de l'Université de Montréal, 52 p.

DEBROUX L. 1998 – L'aménagement des forêts tropicales fondé sur la gestion des populations d'arbres : l'exemple de moabi (*Baillonella toxisperma* Pierre) dans la forêt du Dja, Cameroun. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, Gembloux, 283 p.

DEGUERET A. 2002 – Etude de la régénération des espèces commerciales dans les trouées d'exploitation au Gabon. Mémoire de Master, ENGREF, Montpellier, 92 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, Gembloux, 323 p.

DOUCET J-L. & BOUBADY A-G. 2002 – Evaluation des dispositifs de suivi sylvicole mis en place à la CEB. Nature plus, Gembloux ; IRET, Libreville ; TWE, Libreville, 46 p.

DURRIEU DE MADRON L & FORNI E. 1997 – Aménagement forestier dans l'est du Cameroun : Structure du peuplement et périodicité d'exploitation. *Bois et Forêts des Tropiques* 254 : 40-51.

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.

EVARD C. 1968 – Recherches écologiques sur le peuplement forestier des sols hydromorphes de la Cuvette centrale congolaise. Série scientifique n° 110, I.N.E.A.C., Bruxelles, 295 p.

- FAO 2001 – Gestion durable des forêts tropicales en Afrique centrale. AQUASTAT.
- FAO 2005 – Système d'information de la FAO sur l'eau et l'agriculture. AQUASTAT,
- FORGET P.M. 1988 Dissémination et régénération naturelle de huit espèces d'arbres en forêt guyanaise. Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, 245 p.
- GERARD Ph. 1960 – Etude écologique de la forêt dense à Gilbertiodendron dewevrei dans la région de l'Uélé. Publication de l'I.N.E.A.C., série scientifique n° 87, 159 p.
- GILLET J-F. 2000 – Etude de l'écologie de deux Rubiaceae exploitées par la société forestière gabonaise S.H.M. : Hallea ciliata Aubr. & Pellegr. (le bahia) et Nauclea diderrichii (De Wild.) Merr. (le bilinga) pour une gestion plus appropriée. Rapport de stage, « Projet pilote de recherche appliquée et d'assistance technique aux exploitants forestiers dans le cadre de la gestion durable des forêts d'Afrique Centrale » Neda WW113427. WWF & Unité de Sylviculture de la Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, Gembloux, 95 p.
- GILLET J-F., AUGIRON K, DOUCET J-L., DETHIER M., NTCHANDI OTIMBO P-A & BOUBADY 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 plus, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, Gembloux, 42 p.
- GILLET J-F., DOUCET J-L., NTCHANDI OTIMBO P-A. & BOUBADY 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 plus, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, Gembloux, 50 p.
- GOREAUD F. 2000 – Apports de l'analyse de la structure spatiale en forêt tempérée à l'étude et la modélisation des peuplements complexes. Thèse de doctorat, ENGREF, Laboratoire de Recherche en Sciences Forestières, centre de Nancy, 360 p.
- HALL J.B. & SWAIN M.D. 1976 – Classification and ecology of closed-canopy forest in Ghana. *Journal of Ecology* 64, 913-951.
- HALLÉ N. 1966 – Rubiacées (première partie). Flore du Gabon, vol. 12. Meseum National d'Histoire Naturelle, Paris, 278 p.
- HALLÉ N. 1987 – Cola lizae N. Hallé (Sterculiaceae), nouvelle espèce du Moyen Ogooué (Gabon). *Adansonia*, série 2, 3, 229-237.
- 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.
- JONES E.W. 1956 – Ecological studies on the rain forest of southern Nigeria, The plateau forest of the Okomu Forest Reserve. *J. Ecol.* 44, 83-117.

- KAMABU V. & LEJOLY J. 1994 – Productivité et minéralomasse dans un système agroforestier à Ksangani (Zaïre). Coll ; Rech/Dév. Tenu à l'Université Libre de Bruxelles, le 23-24 mai 1990. Annales Faculté des Sciences, n° Spéc. : 57-60.
- KOMBELE F. 2004 – Diagnostic de la fertilité des sols dans la cuvette centrale congolaise. Thèse de Doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, Gembloux, pp 12-25.
- LEBRUN J. & GILBERT G. 1954 – Une classification écologique des forêts du Congo. Publication de l'I.N.E.A.C., série scientifique n° 63, 89 p.
- LEBRUN J. 1935 – Essences Forestières du Congo belge. II. Les essences Forestières des régions Montagneuses du Congo Oriental. III. Répartition de la forêt équatoriale et des formations végétales limitrophes. Publications de l'I.N.E.A.C., 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.
- LEJOLY J. 1993 – Méthodologie pour les inventaires forestiers (partie flore et végétation). Projet Ecofac, AGRECO-CTFT, Bruxelles, 53 p.
- LEJOLY J., LISOWSKI S. & NDJELE M. 1988 – Catalogue des plantes vasculaires des sous-régions de Kisangani et de la Tshopo (Haut-Zaïre). Travaux de Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie, Université Libre de Bruxelles, 122 p.
- LETOUZEY R. 1960 – La forêt à *Lophira alata* Banks du littoral camerounais. Bull. Inst. Et. Centrafricaines, Brazaville, nouvelle série, 219-240.
- LETOUZEY R. 1968 – Etude phytogéographique du Cameroun. Editions Paul Lechevalier, Paris, 511 p.
- LETOUZEY R. 1969 – Manuel de Botanique Forestière. 4 volumes, Centre Technique Forestier Tropical
- MAKANA J-R. 2004 – Comment améliorer la régénération des acajous africains dans le massif forestier du nord-est de la République démocratique du Congo. OIBT, Actualités des Forêts Tropicales, 20-21.
- MONZAMBE M. 2002 – La problématique de la biométhanisation en République Démocratique du Congo. Secrétariat perpétuel de l'Académie nationale des sycones du développement, 30-33.
- MORLEY R.J. 2000 – Origin and Evolution of Tropical Rain Forests. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 362p.

NGOK B.L. 2000 – 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, 420p.

NIERSTRASZ E 1975 – Clairières et chablis en forêt naturelle. ORSTOM Fonds documentaires 83/75/03879, Paris, 21p.

OIBT 2003 – Examen annuel et évaluation de la situation mondiale des bois, 2002. Organisation internationale des bois tropicaux, Yokohama, Japon.

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 Biosphere Series n°6 : 21-66, UNESCO, Paris.

OLDEMAN R.A.A. 1990 – Forests : Elements of Silvology. Springer Verlag, Berlin, Germany, 624p.

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, 367p.

PREVOST M-F & SABATIER D. 1996 – Variation spatiale 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, ORSTOM éditions, Paris, 264-276.

PUIG H. 2001 – La forêt tropicale humide. BELIN, 448p.

REITSMA J.M. 1988 – Végétation forestière du Gabon. Tropenbos Technical Series 1, Wageningen, The Netherlands, 142p.

RICHARDS P.W. 1969 – Speciation in the tropical rain forest and the conception of the niche Biol. J. Linn. Soc., (1) : 149-153.

ROLLET B. 1974 – L'architecture des forêts dense humide sempervirente de plaine. CTFT, Nogent-sur-Marne, France.

ROLLET B. 1979 – Application de diverses méthodes d'analyse de données à des inventaire forestiers détaillés levés en forêt tropicale. Oecol. Plant. 14 (3) : 319-344.

SCHNELL R. 1970 – Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Les problèmes généraux. Vol. I Les flores et structures. Gauthier-Villars (eds), Paris, 499p.

SCHNELL R. 1971 – Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Les problèmes généraux. Vol II Les Milieux et les groupements végétaux. Gauthier Villars (eds), Paris, pp 500-941

- SCHNELL R. 1976 – Flore et végétation de l’Afrique tropicale. Gauthier-Villars, Bordas, Paris, Tome1.
- SENTERRE B. 1999 – Biodiversité des ligneux dans l’aire protégée des Altos de Nsork (Guinée équatoriale). Travail de Fin d’études, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie, 149p
- 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 (+ annexes 111)
- SENTERRE B., LEJOLY J. & SONKE B. 2004 – Analyse du gradient de continentalité et identification de communautés végétales en forêts denses d’Afrique Centrale par la méthode méga-transect. *Phytocoenologia* 34 (3) : 491-516.
- SONKE B. 1998 - Etudes floristiques et structurales des forêts de la Réserve du Dja (Cameroun). Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Botanique Systématique et de Phytosociologie, 267 p.
- SOUTHWOOD I.F. & HENDERSON P.A. 1999. *Ecological Methods*. Backwell Science, Oxford, 575 p.
- SPELLBERG 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.
- SYS C., 1960 – Carte des sols et de la végétation du Congo Belge et du Rwanda-Burundi. Notice explicative de la carte des sols du Congo Belge et du Rwanda-Burundi. Publ. I.N.E.A.C., Bruxelles, p. 84.
- 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, Ins.d’Etudes centrafricaines, Brazzaville : 55-93.
- TROCHAIN J-J. 1980 – *Ecologie végétale de la zone intertropicale non désertique*. Université Paul Sabatier Toulouse, 468p.
- VANCUSTEM C., PEKEL J-F, EVRARD C, MALAISSE F. & DEFOURNY 2006 – Carte de l’occupation du sol de la République Démocratique du Congo au 1: 3 000 000. notice explicative. Presse universitaire de Louvain, 31p.
- VANDENPUT R. 1981 – *Les principales cultures en Afrique centrale*. Tournai : Publication DGA, Editions Lesaffre, hors série, 1-450
- WHITE F. 1979 – The Guineo-Congolian and its relationships to other phytocoria. *Bull. Jard. Bot. nat. Belg.* 49 (1/2) : 11-55.

WHITE F. 1983 – 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. 1986 – La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique. Unesco / AETFAT UNSO. ORSTOM & UNESCO, Paris, France, 384p.

WHITE F. 1993 – The AETFAT chorological classification of Africa : history, methods and applications. Bull. Nati. Jard. Bot. Nat. Belg. 62, 225-281.

WHITE L.J.T. 1994a – Patterns of fruit-fall phenology in the Lopé Reserve, Gabon. Journal of Tropical Ecology, 10, 289-312.

WHITE L.J.T.& EDWARDS A. 2001 – Conservation en forêt pluviale africaine. Méthodes de recherche. Wildlife Conservation society, New York, USA, 456p.

WHITEMORE T.C. 1990 – An introduction to tropical rain forest. Oxford University Press, New York, 220p

WHITTAKER R.H. 1960 – Vegetation of the siskiyou mountains, Oregon and California Ecological Monographs 30 (4) : 407-408.

Annexes

Annexe 1. Espèces, familles, distribution, types de diaspore et leurs densités pour l'ensemble de la forêt étudiée et pour chaque sous-ensemble structural1

Annexe 2. Importances relatives des familles dans cette forêt de basse altitude (strate des dominants et celle des dominés). A – Arbres dominants ; Ad – Arbres des dominés ; Dr – densité relative ; S – surface terrière ; Dor – dominance relative ; Dir – diversité relative ; Ir – importance relative ; Nombre d'espèces ou d'individus4

Annexe 3. Structure générale du peuplement : répartition de nombre d'individus d'arbres dans les 15 classes de diamètre observées. Rel 1 – relevé n° 1 ; Rel 2 – relevé n° 2 ;5

Annexe 4. Espèces identifiées dans le sous-bois perturbé (Trouées) et non perturbé par l'exploitation : leur tempérament (Temp.), abondance sur 1200 m² et leur abondance (Ab) par hectare, Densité relative et leur fréquence d'apparition6

Annexe 1. Espèces, familles, distribution, types de diaspore et leurs densités pour l'ensemble de la forêt étudiée et pour chaque sous-ensemble structural.

Espèces	Famille	Distribution	Diaspores	A	Ad	PF	PT	Total
Aidia micrantha	Rubiaceae	Cguin.	Sar.	0	57	3	0	60
Albizia gummifera	Mimosaceae	Cguin.	Bar.	2	2	0	3	7
Alstonia congensis	Apocynaceae	Cguin.	Pog.	8	0	0	2	10
Amphimas ferrugineus	Caesalpiniaceae	Cguin.	Pté.	0	1	0	0	1
Amphimas pterocarpoides	Caesalpiniaceae	Cguin.	Pté.	2	0	0	0	2
Annonidium mannii	Annonaceae	Cguin.	Sar.	29	16	7	0	52
Anthonotha fragrans	Caesalpiniaceae	O-guin.	Bal.	7	4	17	8	36
Anthonotha macrophylla	Caesalpiniaceae	O-guin.	Bal.	0	3	5	2	10
Barteria nigritana	Flacourtiaceae	O-guin.	Sar.	0	7	0	0	7
Blighia welwitschii	Sapindaceae	O-guin.	Sar.	2	2	11	1	16
Bombax buonopozense	Bombacaceae	S-guin.	Pog.	1	0	0	0	1
Brillantaisia dewevrei	Acanthaceae	Cong.	Scl.	0	1	0	0	1
Canarium schweinfurthii	Burseraceae	Li.	Sar.	1	0	2	45	48
Carapa procera	Meliaceae	Af-ma.	Sar.	0	0	2	0	2
Ceiba pentandra	Bombacaceae	Pan.	Pog.	1	0	0	0	1
Celtis mildbraedii	Ulmaceae	C-guin.	Sar.	10	16	4	0	30
Celtis philippensis	Ulmaceae	Cong.	Sar.	12	14	5	0	31
Chrysophyllum africanum	Sapotaceae	O-guin.	Sar.	3	12	0	0	15
Chrysophyllum beguei	Sapotaceae	G-inf.	Sar.	3	0	1	0	4
Chrysophyllum lacourtianum	Sapotaceae	C-guin.	Sar.	2	2	0	2	6
Cleistanthus mildbraedii	Euphorbiaceae	C-guin.	Scl.	14	2	0	0	16
Cleistopholis glauca	Annonaceae	C-guin.	Sar.	2	1	0	55	58
Coelocaryon preussii	Myristicaceae	C-guin.	Sar.	2	12	1	0	15
Cola acuminata	Sterculiaceae	O-guin.	Sar.	0	9	1	0	10
Cola digitata	Sterculiaceae	C-guin.	Sar.	0	1	5	0	6
Cola griseiflora	Sterculiaceae	C-guin.	Sar.	0	22	54	0	76
Cola lateritia	Sterculiaceae	O-guin.	Sar.	1	6	16	2	25
Cola marsupium	Sterculiaceae	Cong.	Sar.	0	1	0	0	1
Copaifera mildbraedii	Caesalpiniaceae	C-guin.	Bal.	1	0	0	0	1
Croton haumanianus	Euphorbiaceae	C-guin.	Sar.	2	1	0	2	5
Cynometra alexandri	Caesalpiniaceae	C-guin.	Bal.	15	1	45	4	65
Cynometra hankei	Caesalpiniaceae	C-guin.	Bal.	4	1	7	0	12
Dacryodes osika	Burseraceae	Congolaise	Sar.	2	3	5	0	10
Desplatsia chrysochlamys	Tiliaceae	Cong.	Sar.	0	1	0	0	1
Desplatsia dewevrei	Tiliaceae	C-guin.	Sar.	21	11	1	0	33
Dialium corbisieri	Caesalpiniaceae	G-inf.	Sar.	4	3	3	0	10
Dialium excelsum	Caesalpiniaceae	Cong.	Sar.	0	15	3	0	18
Dialium pachyphyllum	Caesalpiniaceae	G-inf.	Sar.	3	42	24	2	71
Dialium pentandrum	Caesalpiniaceae	Cong.	Sar.	0	1	0	0	1
Diogoia zenkeri	Olacaceae	O-guin.	Sar.	11	14	5	0	30
Diospyros boala	Ebenaceae	C-guin.	Sar.	1	8	4	0	13
Diospyros crassiflora	Ebenaceae	C-guin.	Sar.	2	16	29	4	51
Diospyros melocarpa	Ebenaceae	C-guin.	Sar.	0	2	0	0	2
Diospyros sp1	Ebenaceae	Ind.	Sar.	0	1	0	0	1
Dorstenia dinklagei	Moraceae	C-guin.	Sar.	0	25	0	0	25
Drypetes bipindensis	Euphorbiaceae	C-guin.	Sar.	0	3	0	0	3
Drypetes gossweileri	Euphorbiaceae	C-guin.	Sar.	0	1	0	0	1
Drypetes leonensis	Euphorbiaceae	Cong.	Sar.	0	9	0	0	9
Drypetes sp1	Euphorbiaceae	Ind.	Sar.	0	2	0	0	2
Drypetes sp2	Euphorbiaceae	Ind.	Sar.	0	3	0	0	3
Entandrophragma angolense	Meliaceae	S-guin.	Pté.	0	3	8	5	16

Annexe 1. Suite 1

Espèces	Famille	Distribution	Diaspores	A	Ad	PF	PT	Total
Entandrophragma cylindricum	Meliaceae	S-guin.	Pté.	0	6	6	2	14
Entandrophragma utile	Meliaceae	S-guin.	Pté.	0	1	0	0	1
Erythrophleum suaveolens	Caesalpiniaceae	C-guin.	Bal.	2	0	11	0	13
Ficus exasperata	Moraceae	Li.	Sar.	0	0	0	4	4
Ficus mucoso	Moraceae	Li.	Sar.	0	0	0	2	2
Fillaeopsis discophora	Mimosaceae	O-guin.	Pté.	8	0	0	8	16
Funtumia africana	Apocynaceae	Li.	Pog.	3	3	6	1	13
Funtumia elastica	Apocynaceae	S-guin.	Pog.	0	1	0	0	1
Garcinia kola	Clusiaceae	O-guin.	Sar.	0	5	2	0	7
Garcinia punctata	Clusiaceae	S-guin.	Sar.	0	12	1	1	14
Gilletiodendron mildbraedii	Caesalpiniaceae	Cong.	Bal.	8	0	0	0	8
Gossweilerodendron balsamiferum	Caesalpiniaceae	C-guin.	Pté.	1	0	0	0	1
Grewia pinnatifida	Tiliaceae	C-guin.	Sar.	12	2	0	0	14
Guarea cedrata	Meliaceae	O-guin.	Sar.	1	4	3	0	8
Guarea thompsonii	Meliaceae	O-guin.	Sar.	3	3	12	1	19
Guibourtia demeusei	Caesalpiniaceae	C-guin.	Bar.	0	4	0	0	4
Hannoa klaineana	Simaroubaceae	G-inf.	Sar.	0	2	0	0	2
Harungana madagascariensis	Hypericaceae	Af-ma.	Sar.	0	0	0	9	9
Heisteria parvifolia	Olacaceae	O-guin.	Sar.	1	1	0	0	2
Homalium longistylum	Flacourtiaceae	Li.	Scl.	0	1	4	0	5
Irvingia gabonensis	Irvingiaceae	G-inf.	Sar.	2	0	13	0	15
Isolona hexaloba	Annonaceae	S-guin.	Sar.	0	4	0	0	4
Klainedoxa gabonensis	Irvingiaceae	S-guin.	Sar.	5	0	0	0	5
Lannea welwitschii	Anacardiaceae	O-guin.	Sar.	2	1	0	3	6
Lindackeria poggei	Flacourtiaceae	S-guin.	Sar.	0	1	0	0	1
Macaranga barteri	Euphorbiaceae	O-guin.	Scl.	1	1	0	0	2
Macaranga monandra	Euphorbiaceae	C-guin.	Scl.	1	0	0	0	1
Maesopsis eminii	Rhamnaceae	O-guin.	Sar.	0	0	0	27	27
Mammea africana	Clusiaceae	S-guin.	Sar.	1	0	7	4	12
Margaritaria discoidea	Euphorbiaceae	Li.	Scl.	11	0	0	37	48
Massularia acuminata	Rubiaceae	O-guin.	Sar.	0	9	0	0	9
Microdesmis puberula	Pandaceae	C-guin.	Sar.	0	1	0	0	1
Microdesmis yafungana	Pandaceae	Cong.	Sar.	0	6	0	0	6
Milicia excelsa	Moraceae	Li.	Sar.	6	0	0	51	57
Millettia laurentii	Fabaceae	C-guin.	Bal.	0	2	0	0	2
Mimusops andongensis	Sapotaceae	G-inf.	Sar.	2	0	0	0	2
Monopetalanthus microphyllus	Caesalpiniaceae	C-guin.	Bal.	1	0	0	0	1
Musanga cecropioides	Moraceae	Li.	Sar.	12	1	0	0	13
Myrianthus arboreus	Moraceae	Li.	Sar.	3	6	0	1	10
Myrianthus preussii	Moraceae	C-guin.	Sar.	0	32	0	0	32
Nauclea diderrichii	Rubiaceae	O-guin.	Sar.	4	0	0	88	92
Ochthocosmus africanus	Ixonanthaceae	O-guin.	Sar.	0	1	0	0	1
Oxyanthus unilocularis	Rubiaceae	O-guin.	Sar.	0	4	1	0	5
Oxystigma gilbertii	Caesalpiniaceae	C-guin.	Pté.	2	2	0	0	4
Oxystigma oxyphyllum	Caesalpiniaceae	C-guin.	Pté.	5	2	0	0	7
Pancovia harmsiana	Sapindaceae	C-guin.	Sar.	0	24	6	0	30
Panda oleosa Pierre	Pandaceae	O-guin.	Sar.	12	2	0	0	14
Paramacrolobium coeruleum	Caesalpiniaceae	Li.	Bal.	2	5	24	0	31
Parinari excelsa	Chrysobalanaceae	Li.	Sar.	0	2	0	0	2
Pericopsis elata	Fabaceae	C-guin.	Pté.	8	0	14	0	22
Petersianthus macrocarpus	Lecythidaceae	S-guin.	Pté.	52	40	32	15	139

Annexe 1. Suite 2

Espèces	Famille	Distribution	Diaspores	A	Ad	PF	PT	Total
<i>Phyllanthus delpyanus</i>	Euphorbiaceae	Cong.	Sar.	5	6	0	0	11
<i>Phyllanthus polyanthus</i>	Euphorbiaceae	O-guin.	Sar.	1	0	0	0	1
<i>Piptadeniastrum africanum</i>	Mimosaceae	S-guin.	Pté.	1	0	0	0	1
<i>Pleiocarpa pycnantha</i>	Apocynaceae	S-guin.	Sar.	0	12	51	2	65
<i>Polyalthia suaveolens</i>	Annonaceae	C-guin.	Sar.	6	12	23	0	41
<i>Pterocarpus soyauxii</i>	Fabaceae	C-guin.	Pté.	8	1	3	5	17
<i>Pycnanthus angolensis</i>	Myristicaceae	O-guin.	Sar.	2	18	34	7	61
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	Euphorbiaceae	O-guin.	Sar.	2	0	0	13	15
<i>Scaphopetalum thonneri</i>	Sterculiaceae	C-guin.	Sar.	0	11	0	0	11
<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	Caesalpiniaceae	C-guin.	Bal.	15	3	13	0	31
<i>Staudtia kamerunensis</i>	Myristicaceae	G-inf.	Sar.	1	16	17	0	34
<i>Sterculia tragacantha</i>	Sterculiaceae	Li.	Fol.	15	2	2	0	19
<i>Strombosia grandifolia</i>	Olacaceae	O-guin.	Sar.	25	36	15	0	76
<i>Strombosiopsis tetrandra</i>	Olacaceae	C-guin.	Sar.	17	55	12	0	84
<i>Symphonia globulifera</i>	Clusiaceae	Af-am.	Sar.	3	1	2	0	6
<i>Synsepalum</i> sp	Sapotaceae	Ind.	Sar.	0	0	2	0	2
<i>Synsepalum stipulatum</i>	Sapotaceae	G-inf.	Sar.	0	1	0	0	1
<i>Synsepalum subcordatum</i>	Sapotaceae	C-guin.	Sar.	1	3	2	0	6
<i>Tabernaemontana crassa</i>	Apocynaceae	O-guin.	Sar.	0	0	0	2	2
<i>Tessmannia africana</i>	Caesalpiniaceae	C-guin.	Bal.	0	3	0	0	3
<i>Tetrapleura tetraptera</i>	Mimosaceae	Li.	Sar.	1	0	0	0	1
<i>Tetrorchidium didymostemon</i>	Euphorbiaceae	O-guin.	Bal.	0	1	0	50	51
<i>Trichilia gilgiana</i>	Meliaceae	C-guin.	Sar.	0	24	14	0	38
<i>Trichilia rubescens</i>	Meliaceae	C-guin.	Sar.	2	4	2	0	8
<i>Trilepisium madagascariense</i>	Moraceae	Af-ma.	Sar.	10	21	86	61	178
<i>Xylia ghesquierei</i>	Mimosaceae	Cong.	Bal.	13	0	25	0	38
<i>Xylophia aethiopica</i>	Annonaceae	S-guin.	Sar.	1	1	0	1	3
<i>Xylophia phloiodora</i>	Annonaceae	C-guin.	Sar.	0	1	0	0	1
<i>Zanthoxylum gillettii</i>	Rutaceae	Li.	Sar.	8	1	0	172	181
<i>Zanthoxylum lemairei</i>	Rutaceae	G-inf.	Sar.	1	0	0	55	56
Total: 132	32	-	-	477	781	713	759	2730

Annexe 2. Importances relatives des familles dans cette forêt de basse altitude (strate des dominants et celle des dominés). A – Arbres dominants ; Ad – Arbres des dominés ; Dr – densité relative ; S – surface terrière ; Dor – dominance relative ; Dir – diversité relative ; Ir – importance relative ; Nombre d'espèces ou d'individus.

Famille	Densité N / ha			Dr	S m ² / ha	Dor	Diversité N espèces	Dir	Ir
	Ad	A	Ad						
<i>Caesalpinaceae</i>	74	12	89	12.0	6.573	20.31	19	15.2	47.5
<i>Olacaceae</i>	88	9	98	13.2	2.659	8.22	4	3.2	24.6
<i>Euphorbiaceae</i>	24	6	33	4.4	2.016	6.23	14	11.2	21.8
<i>Moraceae</i>	71	5	77	10.4	1.962	6.06	6	4.8	21.3
<i>Sterculiaceae</i>	43	3	47	6.3	1.31	4.05	7	5.6	16.0
<i>Lecythidaceae</i>	33	9	42	5.7	2.941	9.09	1	0.8	15.6
<i>Rubiaceae</i>	58	1	60	8.1	0.914	2.82	4	3.2	14.1
<i>Annonaceae</i>	29	6	35	4.7	1.296	4.00	6	4.8	13.5
<i>Meliaceae</i>	38	1	39	5.3	0.546	1.69	7	5.6	12.6
<i>Mimosaceae</i>	2	4	6	0.8	2.008	6.20	5	4	11.0
<i>Ulmaceae</i>	25	4	29	3.9	1.565	4.84	2	1.6	10.3
<i>Sapotaceae</i>	15	2	18	2.4	0.665	2.05	6	4.8	9.3
<i>Myristicaceae</i>	38	1	39	5.3	0.431	1.33	3	2.4	9.0
<i>Apocynaceae</i>	13	2	13	1.8	1.272	3.93	4	3.2	8.9
<i>Fabaceae</i>	3	3	7	0.9	1.22	3.77	5	4	8.7
<i>Tiliaceae</i>	12	6	18	2.4	1.103	3.41	3	2.4	8.2
<i>Ebenaceae</i>	23	1	24	3.2	0.239	0.74	4	3.2	7.1
<i>Clusiaceae</i>	15	1	16	2.2	0.264	0.82	4	3.2	6.2
<i>Sapindaceae</i>	22	0	22	3.0	0.35	1.08	2	1.6	5.7
<i>Pandaceae</i>	8	2	10	1.3	0.539	1.67	3	2.4	5.4
<i>Rutaceae</i>	1	2	3	0.4	0.923	2.85	2	1.6	4.9
<i>Flacourtiaceae</i>	8	0	8	1.1	0.125	0.39	3	2.4	3.9
<i>Irvingiaceae</i>	0	1	1	0.1	0.6	1.85	2	1.6	3.6
<i>Bombacaceae</i>	0	0	0	0.1	0.47	1.45	2	1.6	3.2
<i>Burseraceae</i>	3	1	4	0.5	0.209	0.65	2	1.6	2.8
<i>Simaroubaceae</i>	2	0	2	0.3	0.036	0.11	1	0.8	1.2
<i>Chrysobalanaceae</i>	2	0	2	0.3	0.028	0.09	1	0.8	1.2
<i>Anacardiaceae</i>	1	0	1	0.1	0.092	0.28	1	0.8	1.2
<i>Acanthaceae</i>	1	0	1	0.1	0.002	0.01	1	0.8	0.9
<i>Ixonanthaceae</i>	1	0	1	0.1	0.004	0.01	1	0.8	0.9
Total	651	79	742	100.0	32.362	100.00	125	100.0	300.0

Annexe 3. Structure générale du peuplement : répartition de nombre d'individus d'arbres dans les 15 classes de diamètre observées. Rel 1 – relevé n° 1 ; Rel 2 – relevé n° 2 ; ...

Classe	Structure générale	Rel 1	Rel 2	Rel 3	Rel 4	Rel 5	Rel 6
1	464	305	375	510	380	325	425
2	265	150	235	225	265	220	230
3	52	65	130	30	20	10	5
4	131	26	21	15	32	20	17
5	100	11	16	12	19	23	19
6	47	11	5	6	14	6	5
7	37	9	6	3	8	5	6
8	60	7	4	8	13	8	20
9	43	7	8	11	6	2	9
10	22	6	4	4	3	4	1
11	18	7	2	4	3	2	0
12	4	0	1	1	0	2	0
13	12	6	4	1	1	0	0
14	1	1	0	0	0	0	0
15	2	2	0	0	0	0	0

Annexe 4. Espèces identifiées dans le sous-bois perturbé (Trouées) et non perturbé par l'exploitation : leur tempérament (Temp.), abondance sur 1200 m² et leur abondance (Ab) par hectare, Densité relative et leur fréquence d'apparition.

Espèce	Temp.	Trouées (PT)				Sous-bois non perturbé (PF)				
		Ab	Dr	Ab/ha	F	Ab	Dr	Ab/ha	F	
<i>Croton haumanianus</i>	H.M.	2	0.3	17	1	-	-	-	-	
<i>Ficus mucoso</i>	H.M.	2	0.3	17	1	-	-	-	-	
<i>Fillaeopsis discophora</i>	H.M.	8	1.1	67	2	-	-	-	-	
<i>Tabernaemontana crassa</i>	H.M.	2	0.3	17	1	-	-	-	-	
<i>Xylopia aethiopica</i>	H.M.	1	0.1	8	1	-	-	-	-	
<i>Ficus exasperata</i>	H.S.	4	0.5	33	3	-	-	-	-	
<i>Harungana</i>										
<i>madagascariensis</i>	H.S.	9	1.2	75	2	-	-	-	-	
<i>Tetrorchidium didymostemon</i>	H.S.	50	6.6	417	4	-	-	-	-	
<i>Albizia gummifera</i>	H.S.	3	0.4	25	1	-	-	-	-	
<i>Alstonia congensis</i>	H.S.	2	0.3	17	1	-	-	-	-	
<i>Cleistopholis glauca</i>	H.S.	55	7.2	458	6	-	-	-	-	
<i>Maesopsis eminii</i>	H.S.	27	3.6	225	5	-	-	-	-	
<i>Margaritaria discoidea</i>	H.S.	37	4.9	308	5	-	-	-	-	
<i>Milicia excelsa</i>	H.S.	51	6.7	425	5	-	-	-	-	
<i>Nauclea diderrichii</i>	H.S.	88	11.6	733	6	-	-	-	-	
<i>Ricinodendron heudelotii</i>	H.S.	13	1.7	108	4	-	-	-	-	
<i>Zanthoxylum gillettii</i>	H.S.	172	22.7	1433	6	-	-	-	-	
<i>Zanthoxylum lemairei</i>	H.S.	55	7.2	458	6	-	-	-	-	
<i>Chrysophyllum lacourtianum</i>	S.H.	2	0.3	17	1	-	-	-	-	
<i>Lannea welwitschii</i>	S.H.	3	0.4	25	2	-	-	-	-	
<i>Myrianthus arboreus</i>	S.H.	1	0.1	8	1	-	-	-	-	
<i>Erythrophleum suaveolens</i>	H.M.	-	-	0	-	11	1.5	92	1	
<i>Pericopsis elata</i>	H.M.	-	-	0	-	14	2.0	117	3	
<i>Symphonia globulifera</i>	H.M.	-	-	0	-	2	0.3	17	1	
<i>Aidia micrantha</i>	S.M.	-	-	0	-	3	0.4	25	1	
<i>Annonidium mannii</i>	S.M.	-	-	0	-	7	1.0	58	3	
<i>Celtis mildbraedii</i>	S.M.	-	-	0	-	4	0.6	33	3	
<i>Celtis philippensis</i>	S.M.	-	-	0	-	5	0.7	42	2	
<i>Coelocaryon preussii</i>	S.M.	-	-	0	-	1	0.1	8	1	
<i>Cola acuminata</i>	S.M.	-	-	0	-	1	0.1	8	1	
<i>Cola digitata</i>	S.M.	-	-	0	-	5	0.7	42	2	
<i>Cola griseiflora</i>	S.M.	-	-	0	-	53	7.4	442	6	
<i>Dacryodes osika</i>	S.M.	-	-	0	-	5	0.7	42	4	
<i>Desplatsia dewevrei</i>	S.M.	-	-	0	-	1	0.1	8	1	
<i>Diogoia zenkeri</i>	S.M.	-	-	0	-	5	0.7	42	2	
<i>Diospyros boala</i>	S.M.	-	-	0	-	4	0.6	33	2	
<i>Garcinia kola</i>	S.M.	-	-	0	-	2	0.3	17	1	
<i>Oxvanthus unilocularis</i>	S.M.	-	-	0	-	1	0.1	8	1	
<i>Pancovia harmsiana</i>	S.M.	-	-	0	-	6	0.8	50	1	
<i>Polyalthia suaveolens</i>	S.M.	-	-	0	-	23	3.2	192	5	
<i>Staudtia kamerunensis</i>	S.M.	-	-	0	-	17	2.4	142	5	
<i>Synsepalum sp</i>	S.M.	-	-	0	-	2	0.3	17	1	
<i>Synsepalum subcordatum</i>	S.M.	-	-	0	-	2	0.3	17	1	
<i>Trichilia gilgiana</i>	S.M.	-	-	0	-	15	2.1	125	2	

Annexe 4. Suite

Espèce	Temp.	Ab	Dr	Ab/ha	F	Ab	Dr	Ab/ha	F
<i>Trichilia rubescens</i>	S.M.		-	0	-	2	0.3	17	1
<i>Carapa procera</i>	S.H.		-	0	-	2	0.3	17	1
<i>Chrysophyllum beguei</i>	S.H.		-	0	-	1	0.1	8	1
<i>Cynometra hankei</i>	S.H.		-	0	-	7	1.0	58	2
<i>Dialium corbisieri</i>	S.H.		-	0	-	3	0.4	25	1
<i>Dialium excelsum</i>	S.H.		-	0	-	3	0.4	25	2
<i>Guarea cedrata</i>	S.H.		-	0	-	3	0.4	25	2
<i>Homalium longistylum</i>	S.H.		-	0	-	4	0.6	33	1
<i>Irvingia gabonensis</i>	S.H.		-	0	-	13	1.8	108	1
<i>Paramacrolobium coeruleum</i>	S.H.		-	0	-	24	3.4	200	3
<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	S.H.		-	0	-	13	1.8	108	3
<i>Sterculia tragacantha</i>	S.H.		-	0	-	2	0.3	17	1
<i>Strombosia grandifolia</i>	S.H.		-	0	-	15	2.1	125	3
<i>Strombosiopsis tetrandra</i>	S.H.		-	0	-	12	1.7	100	5
<i>Xylia ghesquieriei</i>	S.H.		-	0	-	25	3.5	208	4
<i>Anthonotha macrophylla</i>	H.M.	2	0.3	17	2	5	0.7	42	2
<i>Cynometra alexandri</i>	H.M.	4	0.5	33	1	45	6.3	375	5
<i>Dialium pachyphyllum</i>	H.M.	2	0.3	17	1	24	3.4	200	5
<i>Entandrophragma angolense</i>	H.M.	5	0.7	42	1	8	1.1	67	4
<i>Petersianthus macrocarpus</i>	H.M.	15	2.0	125	5	32	4.5	267	6
<i>Pycnanthus angolensis</i>	H.M.	7	0.9	58	4	34	4.8	283	6
<i>Anthonotha fragrans</i>	H.M.	8	1.1	67	2	17	2.4	142	5
<i>Diospyros crassiflora</i>	H.M.	4	0.5	33	2	29	4.1	242	5
<i>Garcinia punctata</i>	H.M.	1	0.1	8	1	1	0.1	8	1
<i>Blighia welwitschii</i>	S.H.	1	0.1	8	1	11	1.5	92	4
<i>Canarium schweinfurthii</i>	S.H.	45	5.9	375	6	2	0.3	17	1
<i>Cola lateritia</i>	S.H.	2	0.3	17	2	16	2.2	133	5
<i>Entandrophragma cylindricum</i>	S.H.	2	0.3	17	2	6	0.8	50	4
<i>Funtumia africana</i>	S.H.	1	0.1	8	1	6	0.8	50	3
<i>Guarea thompsonii</i>	S.H.	1	0.1	8	1	12	1.7	100	3
<i>Mammea africana</i>	S.H.	4	0.5	33	4	7	1.0	58	1
<i>Pleiocarpa pycnantha</i>	S.H.	2	0.3	17	1	51	7.2	425	6
<i>Pterocarpus soyauxii</i>	S.H.	5	0.7	42	2	3	0.4	25	1
<i>Trilepisium madagascariense</i>	S.H.	61	8.0	508	6	86	12.1	717	6
Total : 78		759		6325		713		5942	