

UNIVERSITE DE KISANGANI
FACULTE DES SCIENCES



B.P. 2012
KISANGANI

Département d'Ecologie et Gestion
des Ressources Végétales

**Analyse des conditions de régénération de *Pericopsis elata*
(Harms) Van Meeuwen dans la forêt naturelle aménagée
de Yangambi (RDC)**



Par

Samuel₂ BEGAA YENDJOGI

MEMOIRE

Présenté et défendu en vue de l'obtention de
Diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A) en
Gestion de la Biodiversité et Aménagement
Forestier Durable

Promoteur : Pr. Jean Pierre MATE M (UNIKIS).
Co-promoteur: Dr. Sylvie Gourlet – Fleury (CIRAD)

ANNEE ACADEMIQUE 2008 - 2009

DEDICACE

*A l'Eternel Dieu tout Puissant, le
maître de temps et des circonstances,
lui qui a autorisé que cette formation
puisse atteindre son objectif.*

*A toi Valentine Boyamba, pour ton
affection entant que maman,
Je dédie ce modeste travail*

REMERCIEMENTS

Au terme de notre formation de Master en Gestion de la Biodiversité et Aménagement Forestier Durable durant deux années à l'Université de Kisangani, Faculté des Sciences, je tiens tout d'abord la Faculté des Sciences ainsi que l'Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique sont pleinement remerciées pour leurs appuis, respectivement financier et logistique au travers le projet REAFOR (volet forestier) et pour le terrain d'étude.

Je remercie sincèrement Professeur Mate Mweru, promoteur de ce travail et directeur de Laboratoire d'Agroforesterie, et Dr. Sylvie Gourlet- Fleury, Co-promoteur, pour m'avoir apporté d'un encadrement scientifique, matériel et moral pendant mes travaux de terrain et de rédaction, tout en ne m'ayant jamais oublié. Un grand merci vous est tout particulièrement adressé pour avoir accepté de partager avec beaucoup de patience vos nombreuses connaissances.

Je tiens à présenter mes vifs remerciements à l'Union Européenne (U.E), CIFOR, CIRAD et FAO pour avoir songer à nous financièrement et matériellement pour la réalisation de ce modeste mémoire.

Je dis également grand merci à tous les Professeurs de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani et d'autres Universités qui à travers leurs connaissances apprises, nous ont permis de bien maîtriser les notions sur la gestion de la biodiversité et aménagement forestier durable jusqu'à l'élaboration de ce mémoire, aux Professeurs Ndjele Mianda, Ulyel Ali Patho, Kankonda Busanga, Dieu donné Upoki, Hyppolite Shimba, Emile Mulotha, Honorine NTAHOBAVUKA, Lokombe, J.C Micha, Raymond Lumbuenamo, Hans Beeckmans, Jan Bogaert, Henry Maraite, Quentin Ponnette, Gaston Kimbuani, Mafuka, Dr Jean Noel, Dr Denis Sonwa, Dr Nicolas Picard, Dr Théodore Treffon etc.

Mes remerciements vont ensuite à celui d'entre nous qui prend naturellement toujours un peu d'avance mais n'hésite jamais à revenir sur ses pas pour nous venir en aide et laisser également son intelligence humaine briller. *Faustin Boyemba*, un grand merci !

Aux Chef des Travaux et Assistants de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani: Christophe Lomba, Tchatchambe, Matthieu Bokota, Basile Solomo, J.C Mukizi, Sylvain Kumba et Joê Litumanya nous vous disons merci.

A ma mère *Valentine* Boyamba, je te dis grand merci d'avoir accepté toutes les souffrances endurées pendant ces deux années de formation. J'espère que ce travail sera à la hauteur de vos souffrances.

A mon grand frère, Papy Batondja, accepte nos remerciements qui s'adressent tout droit à toi, pour votre amour, sympathie et conseils entant que grand frère.

Au couple Kamango et Bifalo, trouvé à travers cette ligne vos remerciements à travers tous ceux qui vous aviez fait pour nous enfin que nous arrivions à la fin de cette formation.

Que les familles : Bombile, Lokinda, Boundambo, Ongwatubu, Bongama, Libendele trouvent ici l'expression de nos sentiments de remerciement, pour leurs encadrement, conseils et contributions tant matérielles que financières.

A tous mes oncles et tantes paternel (e) s et maternel (e) s, trouvés ici l'expression de sentiment pour nous avoir aidé à travers vos conseils, contributions morales, il s'agit de : Elysée Bekuma, John Lihamba, Samuël Boendi, Christine Loonga, Dieu donné Bolembe, Léon Bosongo, Jr Litha, Isaac Boundambo, Vicky Besendja, Monique Biyongo, Maxim Bosuandole etc.

Nos sincères remerciements s'adressent à notre future épouse *Lilly* Akanis, pour son encadrement moral, matériel et financier à la réussite de ce mémoire.

Que les amis avec qui on à commencé et terminé cette formation de Master dont : Dieu Merci Assumani, Victor Kangela, Roger Katusi, Janvier Lisingo, Clément Olonga, Papy Kombozi, Alpha Somue, Dimanche Yenga, Gérôme Ebuyi, Jacques Kayiso, Alide Kidimbu soyez remerciés pour vos courages, vos compétences et vos amitiés.

Aux frères et sœurs, neveux et nièces : Aimé Baiye, Levieux Bouwesi, Tabitha Boendi, Pamela Bafey, Noela Bofate, Deli Lilembu, Jero Lihamba, Job Boito, Papy Bambu et Aima Kasongo, Samy Bosongo, Nono Katenga, Me Jean Paul Lingofu nous vous disons sincèrement merci.

Je ne pourrais terminer cet avant-propos sans remercier mon équipe de travail avec qui j'ai passé au moins quatre mois de terrain dans la forêt aménagée de Yangambi : Sylvain Ndjukeni, Manu, Pa Koko, se sentent particulièrement honorés par ce travail.

Enfin, les mots me manquent pour remercier toute l'équipe des ONG de la société civile Province Orientale : OCEAN : Cyrille Adebu, Stella Mwetaminwa, Paulin Nkanda, Bernard

Adebu, Florent KAY ; OSAPY : Willy Loyombo, Richard Lokoka, André Safari, Gina Badjoko, Bozac Bogumbi, Solange Mandesi ; RRN : Maurice Chirwisa et Sophie NDEKE pour vos conseils et encouragement.

A toute la grande famille « ISONGA ISONGA », nous vous disons grand merci pour votre sympathie et collaboration.

Que tous les frères et sœurs en Christ de la paroisse ABC MANGOBO, soyez remerciés pour vos prières.

Nous ne pourrions clore cette partie sans pour autant songer à notre tante maternelle *Marie* Boyamba, dont la mort l'avait engloutie, sans goûter le fruit de son fils, que ton âme se repose en paix.

A toutes et à tous, grands et sincères remerciements de ma part.

Samuël2 Begaa Yendjogi

Résumé

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une étude plus vaste visant à améliorer nos connaissances de l'écologie de *Pericopsis elata* (Harms) Van Meeuwen, espèce tropicale à haute valeur commerciale.

L'objectif global de cette étude est de rassembler des informations fiables sur l'écologie et la régénération de l'Afromrosia dans la forêt naturelle aménagée de Yangambi afin de proposer des recommandations capables de promouvoir une exploitation durable et un traitement sylvicole de cette espèce.

La méthodologie utilisée était seule de point quadrant pour estimer la couverture forestière.

Quatre mois après la mise en place de nos placettes dans le dispositif de Boyemba dans la forêt aménagée de Yangambi, nos résultats sont les suivants : les indices de diversité calculés dans les deux hectares situés dans les agrégats de *Pericopsis elata*, dont l'inventaire a été réalisé sur les individus à dbh supérieur à 10 cm révèlent une formation végétale peu diversifiée et le coefficient de similarité de Sorensen calculé pour comparer cette diversité floristique dans ces deux hectares indique qu'il s'agit d'une même communauté végétale ($K=69,07\%$).

Nous constatons une plus forte concentration des semis de la première classe (S_1 de 0 à 50 cm de hauteur) dans le milieu ouvert que dans le milieu fermé ; et que les autres classes de régénération (S_2 de 50 à 150 cm, S_3 de 150 à 300 cm et R.A > 150 cm) présentent un faible nombre d'individus, voire même aucun individu (cas de S_3 et S_4).

Nous avons observé par ailleurs une faible distance de dissémination (inférieure ou égale à 30 m) de régénération de *Pericopsis elata*. L'ouverture du couvert forestier semble avoir un impact positif sur la régénération acquise de cette espèce.

Pericopsis elata dans la forêt naturelle aménagée de Yangambi réagit favorablement à l'éclaircie, laquelle stimule un bon nombre de tiges de régénération acquise (5 tiges/ha contre zéro tige/ha trouvée dans la réserve forestière de Yoko).

Toutefois, la durée d'observation est trop courte pour tirer la totalité des informations de cette expérimentation

Mots-clés : Forêt tropicale humide, RDC, *Pericopsis elata*, Régénération

Abstract

This work lies within the scope of a research aiming at improving our knowledge of the ecology of *Pericopsis elata* (Harms) Van Meeuwen, a tropical species with high commercial value.

The global objective of this study is to gather reliable information on the ecology and the regeneration of Afrormosia in the natural forest arranged of Yangambi in order to propose the recommendation able to promote a durable exploitation and a forestry treatment of this species.

Methodology used was alone of point quadrant to consider the cover forest.

Four months after the installation of our two ha plots in the device of Boyemba in the managed forest of Yangambi, our results are the following: indices of diversity calculated in the two hectares located in the aggregates of *Pericopsis elata*, in which we inventoried the individuals with dbh higher than 10 cm, show that the forest has a low diversity ; the similarity coefficient of Sorensen calculated to compare this floristic diversity in the two hectares indicates that the forests are the same ($K= 69,07\%$).

We noted a stronger concentration of sowings of the first class (S_1 from 0 to 50 cm height) in open than in closed stands; and that the other classes of regeneration (S_2 from 50 to 150 cm, S_3 from 150 to 300 cm and $R.A > 150$ cm) present a low number of individuals, and even no individual (case of S_3 and S_4).

In addition we observed a short distance of dissemination (lower or equal to 30 m) of the regeneration of *Pericopsis elata*. Opening of the forest cover seems to have a positive impact on the regeneration of this species.

Pericopsis elata in the managed natural forest of Yangambi reacts favorably to thinnings, which stimulates a good number of stems of regeneration acquired (5 stems/ha against zero stems/ha found in the forest reserve of Yoko).

The duration of observation is too short to get complete information from this experimentation.

Keywords: Tropical rain forest, DRC, *Pericopsis elata*, Regeneration

Dédicace

Remerciement

Résumé

Abstract

Table des matières

Liste des figures et tableaux

Liste des sigles et acronymes utilisés

INTRODUCTION.....	3
1. Problématique.....	5
2. Objectifs et Hypothèse.....	7
2.1. Objectifs du travail.....	7
2.1.1. Objectif général.....	7
2.1.2. Objectifs spécifiques.....	7
2.1. Hypothèse.....	8
3. Recherche forestière.....	8
3.1. Des études de la régénération déjà réalisée.....	8
3.2. Présentation de l'essence.....	11
a) Brève description de l'espèce.....	11
b) Aire de distribution de <i>Pericopsis elata</i>	12
c) Biologie, Ecologie et habitat de l'Afromosia.....	15
d) Sylviculture et aménagement.....	17
e) Evolution de l'exportation d'Afromosia en RDC.....	17
4. Subdivision du travail.....	18

CHAPITRE PREMIER : CARACTERISATION DU MILIEU.....	19
I.1. Généralité sur la RDC.....	20
I.1.1 Situation géographique.....	20
I.1.2. Zones climatiques et végétations apparentes.....	21
I.1.3. Principaux types de sols.....	24
I.1.3.1. Sols ferralitiques.....	24
I.1.3.2. Sols récents.....	26
I.2. Structure d'accueil « Yangambi-centre ».....	27
I.2.1. Situation générale, Historique de concession de l'INERA.....	27
I.2.2. Climat et végétation.....	30
I.2.2.1. Températures.....	30
I.2.2.2. Précipitation.....	31
I.2.2.2. Humidité relative de l'air (%).....	32
I.3. Exploitation forestière et aménagement forestier en RDC.....	33
I.3.1. Un secteur en difficulté.....	33
I.3.2. Place de l'aménagement dans le code forestier.....	35
I.4. La régénération naturelle des populations d'arbres en forêt tropicale humide.....	37
I.4.1. Principaux aspects théoriques.....	37
I.4.2. Tempéraments des espèces et dynamique forestière.....	38
I.4.2.1. Tempérament des espèces.....	38
I.4.2.2. Dynamique forestière.....	42

I.4.3. Types et modes de dispersion des diaspores.....	42
CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODES.....	46
II.1.Choix du site d'étude.....	48
II.2. Dispositif de suivi de la régénération.....	50
II.2.1. Principe méthodologique.....	50
II.2.2. Saisie et traitement des données.....	55
II.2.3. Méthodes d'analyse des données.....	56
II.3 Richesse floristique.....	57
II.3.1.Les indices de caractérisation du peuplement et de la diversité.....	57
II.3.2. Les indices de diversité.....	58
II.3.3. Les paramètres statistiques.....	59
CHAPITRE TROISIEME : RESULTATS ET INTERPRETATION.....	60
III.1.Analyse floristique globale.....	61
III.2. Indices de diversité.....	63
III.3. Présentation générale des données de la régénération.....	64
III.3.1.Quantité de régénération dans les placettes.....	65
III.3.2. La densité moyenne de régénération par classe.....	66
III.3.3. Une faible distance de dissémination.....	67
III.3.4.Des densités de régénération différente.....	68
III.3.5. Des structures de régénération différentes.....	70

III.3.6. Quantité de régénération et ouverture du couvert végétal.....	71
CHAPITRE QUATRIEME : DISCUSSIONS ET PERSPECTIVES.....	74
A. DISCUSSIONS.....	75
IV.1. Composition floristique.....	75
IV.2. Indices de diversité.....	76
IV.3. Présentation générale des données de régénération.....	77
IV.3.1. Une importante variable de la régénération selon les conditions du milieu.....	77
IV.3.2. Comparaison de densité moyenne de différentes classes de régénération.....	79
IV.3.3. Comparaison de quantité de régénération et ouverture du couvert végétal.....	87
B. PERSPECTIVES.....	90
CHAPITRE CINQUIEME : CONCLUSION.....	91
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	94
ANNEXES.....	106

Liste des figures

Figure.1. De haut à bas, deux pieds d'Afromosia jumelés dans son biotope naturel.....	11
Figure 2 : Aire de distribution de <i>Pericopsis elata</i> en Afrique centrale.....	13
Figure 3. Aire de distribution d'Afromosia en RDC.....	14
Figure 4. Aire de distribution d'Afromosia en Province Orientale.....	15
Figure 5. Evolution de l'exportation d'Afromosia en RDC de 2000 à 200.....	18
Figure 6. La RDC et ses pays limitrophes.....	21
Figure.7. Yangambi et les limites approximatives des zones climatiques de la RDC.....	22
Figure 8. Yangambi et les couvertures végétales de la RDC.....	23
Figure 9. Yangambi et les sols récents et ferrallitiques de la RDC.....	26
Figure 10. Carte de l'occupation de sol à Yangambi, RDC.....	29
Figure 11. Moyenne mensuelle de températures (°C) à Yangambi de 2000-2008.....	30
Figure 12 et13. De gauche à droite montrant les moyennes mensuelles de précipitations (mm) et jours de pluies à Yangambi de 2000-2008.....	31
Figure 14. Moyennes mensuelles à 6, 15 et 18 heures et globales de l'humidité relative de l'air (%) de 2000-2008 à Yangambi.....	32
Figure 15 et 16 : Evolution de production des grumes et des exportations par produits.....	34
Figure 17: Production annuelle par province.....	34
Figure 18. Visualisation des six temperaments: 1. hard strugglers; 2. gambling strugglers; 3. gamblers; 4. Strugglers ; 5. Struggling gamblers ; 6. hard gamblers.....	40
Figure 19 : Limite des plages de développement proposées pour les espèces commerciales.....	42
Figure 20 et 21. De gauche à droite, les semis de 0 à 50 cm (S ₁) et 50 à 150 cm (S ₂)	53

Figure 22 et 23 De gauche à droite, le peuplement de régénération acquise d'Afromosia et Samuël ₂ BEGAA entrain d'inventorier les semis d'Afromosia.....	53
Figure 24. Dispositif de relevé de couverture forestière.....	55
Figure 25. Importances relatives des familles les plus diversifiées dans le milieu de la régénération.....	62
Figure 26.Importances relatives des familles les plus diversifiées.....	63
Figure 27. Nuage des points des pieds de <i>P. elata</i> dans la forêt aménagée de Yangambi.....	65
Figure 28. Quantité de régénération de <i>Pericopsis elata</i> obtenue par placeau dans la forêt aménagée de Yangambi.....	66
Figure 29. Densité moyenne de régénération de chaque classe par placeau.....	67
Figure 30. Nombre moyen des tiges de régénération dénombrée par classe, selon la distance au semencier le plus proche.....	68
Figures 31. Les densités moyennes de toutes classes d'Afromosia en fonction des agrégats	69
Figure 32. Proportion moyennes de semis de hauteur et par bloc de placettes permanentes.....	70
Figure 33. Quantité de régénération d'Afromosia en fonction de l'ouverture du couvert végétal.....	71
Figure 34. Nombre des placeaux en fonction de quantité de régénération d'Afromosia.....	72
Figure 35. Comparaison de la densité moyenne de régénération entre elles en fonction de la densité.....	79
Figure 36. Relation des agrégats avec S_1 et RA en fonction de densité.....	82
Figure 37.Représentation des variables agrégats sur le plan factoriel F1/F2 de l'AFC.....	84
Figure 38. Représentation des variables classes de hauteur de régénération sur le plan factoriel de l'ACP.....	85
Figure 49. Représentation des variables des classes de quantité de régénération sur le plan factoriel de l'AFC.....	85
Figure 40. Distribution des ouvertures en fonction des densités de régénération de S_1	90

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Définition des types de diaspores rencontrés en forêt tropicale.....	44
Tableau 2. Importance relative des familles dans la forêt aménagée de Yangambi.....	61
Tableau 3. Liste des essences répertoriées et leur densité moyenne par hectare.....	64
Tableau 4. Le nombre des placeaux installés en fonction des blocs et agrégats.....	70
Tableau 5. Tableau comparatif de S_1 en fonction des agrégats et de Mean Rank	81
Tableau 6. Tableau comparatif de S_1 et RA en fonction des densités au niveau des agrégats.....	83
Tableau 7. Tableau comparatif de test de Kolmogorov Smirnov Z en fonction des agrégats et les classes de régénération S_1 et RA.....	83
Tableau 9. Comparaison des classes des ouvertures en fonction de Khi^2	89

Liste des sigles et acronymes utilises

ACM	: Analyse des Correspondances Multiples
AFC	: Analyse Factorielle des Correspondances
ANCOVA	: Analyse de Covariance
ANOVA	: Analyse de Variance
APAMC	: Accroissement Périodique Annuel Moyen en Circonférence
ATIBT	: Association Technique Internationale des Bois tropicaux
BP	: Boite Postale
CEC	: Capacité d'Echange Cationique
CFT	: Compagnie Forestière de Transformation
CIFOR	: Centre de Recherche Forestière
CIRAD	: Centre de Coopération International e de Recherche Agronomique pour le Développement
CITES	: Convention on International Trade in Endangerd Species
CV	: Coefficient de Variation
DEA	: Diplôme d'Etude Approfondie
DIR	: Diversité Relative
DHP	: Diamètre à Hauteur de la Poitrine
DME	: Diamètre Minimum d'Exploitabilité
DOR	: Dominance Relative
DR	: Densité Relative
Dr	: Docteur

FAO	: Food and Agriculture Organization of the United Nation
FORABOLA	: Société Forestière et Agricole de la M’Bola
FRM	: Forest Resources Management
FSC	: Forest Stewardship Council
GPS	: Global Position System (système de positionnement géographique)
IMR	: Importance Relative
INERA	: Institut National pour l’Etude et la Recherche Agronomique
IS	: Indice de Simpson
ISRIC	: International Soil Reference and Information Center
K	: Coefficient de similarité de Sorensen
OAB	: Organisation Africaine du Bois
OCEAN	: Organisation Concertée des Ecologistes et Amis de la Nature
OIBT	: Organisation Internationale des Bois Tropicaux
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
OSAPY	: Organisation pour la Sédentarisation des Pygmées
Pr	: Professeur
RA	: Régénération Acquise
RCA	: République Centre Africaine
RDC	: République Démocratique du Congo
REAFOR	: Relance des Activités de la Recherche Agricole et Forestière en RDC
SAFBOIS	: Société Africaine de Bois
SODEFOR	: Société de Développement Forestière.
SPIAF	: Service Permanent d’Inventaire d’Aménagement Forestier

U.E	: Union Européenne
UICN	: Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UNIKIS	: Université de Kisangani
UNESCO	: United Nations Educational Sciences and Agriculture
WWF	: Fond Mondial pour la Nature

INTRODUCTION

La forêt est une phytocénose, association de végétaux en perpétuel renouvellement, mettant en jeu des processus de régénération. Ceux-ci apparaissent dans des conditions naturelles, principalement en faveur de chutes d'arbres ou encore à la suite de perturbations souvent liées aux activités humaines. Ces arbres, grands ou petits, sont continuellement cassés, déracinés ou abattus et occasionnent dans leur chute de multiples dégâts : ce sont les chablis ou trouées (Alexandre 1989, Sokpon 1995 in Boyemba et al 2008).

La RDC est dotée de plus de 50% des forêts pluviales africaines et d'environ 8% du restant des forêts tropicales denses humides de la planète. Bien qu'il existe de vastes superficies de forêt tropicale potentiellement productive, la production effective de bois a été extrêmement faible au cours de la décennie passée, en partie à cause du délabrement progressif du réseau routier et de l'instabilité du climat politique du pays (Wilkie *et al.* 2000 in Batshielili, 2008). Cette situation pourrait bientôt changer rapidement, car le gouvernement de la RDC 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).

Selon les différentes sources (Chezeaux, 2003, CIFOR & al, 2007, SODEFOR & al 2006 cité par Algoet, 2008), la surface forestière de RDC est estimée entre 108 et 148 millions d'hectares. Environ 80% des forêts de RDC (soit 90 millions d'hectares) sont classées en forêt de production du bassin du Congo. Les forêts de RDC représentent donc un potentiel particulièrement important, et le pays doit s'efforcer de les mettre à profit pour son développement socio économique et le bien être de sa population.

Depuis le sommet de la terre de Rio de 1992, la prise de conscience des menaces pesant sur l'environnement se fait de plus en plus importante. La notion de gestion durable est ainsi devenue le concept de référence dans toutes les activités liées à l'environnement.

Cette gestion des forêts tropicales telle qu'elle est préconisée de nos jours se doit d'être durable c'est-à-dire assurer la pérennité de l'écosystème et des ressources.

La gestion rationnelle des ressources naturelles est devenue une préoccupation du pouvoir public compte tenu des méfaits d'une mauvaise gestion sur l'environnement global et local.

L'exploitation des forêts tropicales ne fait évidemment pas exception. Au contraire l'importance des forêts tropicales en termes de stockage de carbone et de diversité végétale et animale et les menaces qui pèsent sur elles en font les premières concernées par ce récent changement de mentalité. Ce dernier a été logiquement accompagné, sous la pression de la communauté internationale, de modification et de création de nouveaux textes de loi. Le nouveau code forestier de 2002 de la RDC en est un exemple flagrant.

C'est dans ce cadre que ce travail s'inscrit dans la réalisation des travaux de recherches menées sur l'analyse des conditions de régénération de *Pericopsis elata* (Harms) Van Meeuwen dans la forêt naturelle aménagée de Yangambi en République Démocratique du Congo.

La caractérisation des conditions de repeuplement de cette espèce constitue un des thèmes développés par cette étude financée principalement par le projet REAFOR du volet Forestier.

1. Problématique

Dans le bassin du Congo, la forêt dense humide fait l'objet d'une exploitation extensive et minière qui consiste à prélever uniquement les arbres de quelques essences dont la valeur justifie le transport et elle ne s'accompagne d'aucune mesure en faveur du renouvellement des effectifs exploités. Pourtant la préservation à long terme de ses essences précieuses est essentielle car elle constitue la meilleure garantie pour le maintien à long terme de grands massifs forestiers, en dehors des aires protégées. (Debroux, 1998).

La régénération 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 in Boyemba, 2006). La régénération naturelle des espèces arborées en est un aspect essentiel. En effet, l'évolution à long terme de la forêt n'est prévisible que lorsque les mécanismes de régénération, de la graine à l'arbre sont bien cernés (Jesel, 2001). Une gestion durable ne pourra donc être appliquée en l'absence de connaissances solides sur ce phénomène.

Dans les forêts congolaises où les grands *Afromosia* sont abondant, les graines germent en grand nombre sous les grands arbres ou à proximité, mais il est difficile si non impossible de découvrir un jeune plant s'élevant à plus de 1 m de hauteur. Les jeunes plants ne survivent pas, ce qui pose la question de la survie à long terme de la population (Twum, 1963).

L'Afromosia est probablement l'essence la plus exploitée en R.D.Congo avec une production de 10 367 m³ prélevés entre 2005 et 2007 (pour la CFT) et celle qui « assure » actuellement la rentabilité d'une exploitation forestière. Cette espèce est listée depuis 1992 dans l'annexe II de CITES comme espèce « Menacée » et sur la liste rouge de l'UICN du fait de sa surexploitation et une récente évaluation du statut, de la gestion et de la régulation du commerce de *Pericopsis elata* par Fauna et Flore international recommande la promotion d'un aménagement durable des forêts exploitées pour le bois de cette essence.

Cette espèce est à la base de la création de plusieurs sociétés d'exploitation en RD Congo en générale et plus particulièrement en Province Orientale telles que CFT, Trans-M Bois, la Foresterie, la SAFBOIS, etc....

Notons que l'exploitation sélective (écrémage), limitée uniquement à l'Afromosia peut conduire à l'extinction de cette espèce dans la région étant donné qu'il n'existe pas encore des mesures de bonne gestion des forêts. La gestion durable de cette espèce est donc extrêmement importante; continuer à mal la gérer risquerait d'entraîner des problèmes considérables pour l'environnement dans toute l'Afrique centrale et au-delà.

Toutefois, en matière de gestion des forêts, l'Article 2b des Principes forestiers non juridiquement contraignants mais faisant autorité, publiés à Rio en 1992, stipule que « les ressources et les terres forestières doivent être gérées d'une façon écologiquement viable afin de répondre aux besoins sociaux, économiques, écologiques, culturels et spirituels des générations actuelles et futures » (F.R.M 2006). C'est dans ce contexte, que la République Démocratique du Congo s'est dotée de textes législatifs relatifs à l'aménagement et qui fixent les procédures d'élaboration, d'approbation et de mise en œuvre des plans d'aménagement des concessions forestières de production des bois d'œuvre.

La connaissance de la dynamique de régénération et de son renouvellement est, et reste, une priorité pour le maintien de la productivité des forêts (Dupuy, 1998). Bien que plusieurs études aient été entreprises pour la mise en place des réseaux de placettes permanentes, nos travaux s'attelleront à connaître quels sont les facteurs qui influencent la régénération de cette essence.

La régénération des essences exploitables est le facteur de l'exploitation durable et le maintien de la potentialité de nos forêts en dépens.

Il est plus important de rassembler des données fiables sur cette espèce, en particulier les données sur la régénération des jeunes plants d'Afromosia pour arriver à proposer des modes d'exploitation et de traitement sylvicoles qui favoriseraient sa régénération.

Différentes questions se posent :

1) quelles sont les conditions environnementales favorables à la régénération de l'Afromosia ?

2) La régénération naturelle actuelle est-elle suffisante pour assurer la survie à long terme de la population ?

Les réponses à ses différentes questions passent obligatoirement par une connaissance approfondie du tempérament de cette essence commerciale.

Notre travail a porté sur l'analyse des conditions de régénération de *Pericopsis elata* (Harms) van Meeuwen dans la forêt naturelle aménagée de Yangambi, R.D.Congo dans la réserve forestière de Loweo.

Au vu des travaux réalisés en matière de régénération, il est également important de noter la difficulté d'obtenir des résultats fiables à ce sujet. En effet, la dynamique de la régénération naturelle dépend des conditions locales et s'effectue à très petite échelle, et cela se traduit par une forte variabilité de sa présence, autant spatiale que temporelle.

2. Objectifs et hypothèse

2.1. Objectifs du travail

2.1.1. Objectif général

L'objectif global de cette étude est de rassembler des informations fiables sur l'écologie et la régénération de l'Afromosia dans la forêt naturelle aménagée de Yangambi afin de proposer des recommandations capables de promouvoir une exploitation durable et un traitement sylvicole de cette espèce.

2.1.2. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques suivants sont poursuivis dans le cadre de ce travail :

- Détecter les facteurs qui influencent la dynamique de la régénération de l'Afrommosia dans la forêt naturelle aménagée de Yangambi,
- Déterminer les conditions écologiques favorables à la régénération de cette essence à travers la mise en place des placeaux permanents, afin d'imaginer des mesures de gestion visant à faciliter sa régénération,

2.2. Hypothèse

Pour atteindre notre objectif général, les hypothèses suivantes ont été formulées :

- La régénération de *Pericopsis elata* serait liée à la quantité de la lumière qui arrive au niveau du sol,
- les éclaircies réalisées depuis 1975 pourraient avoir de l'influence sur la régénération de *P. elata*

3. Recherche forestière

3.1. Des études de la régénération déjà réalisées

Depuis plusieurs années, des chercheurs s'efforcent d'essayer de comprendre la dynamique des forêts tropicales et de connaître les effets de l'exploitation et de traitement sylvicole sur les peuplements afin de mettre au point une sylviculture adaptée, limitant les dégâts liés à l'exploitation forestière, assurant la pérennité des ressources et optimisant l'investissement économique.

Concernant les connaissances de la dynamique de la régénération, une grande quantité d'études a été menée suivant des méthodologies variées.

En Amérique du Sud, Toebosch, 2005 dans sa thèse sur l'écologie d'une autre essence forestière Wacapou (*Voacapoua americana*) qui dans ses résultats montrent que c'est une espèce grégaire. Des placettes carrées de 0,25 ha et des placettes concentriques de comptage de la régénération ont été utilisées. Les relevés ont montré une concentration de semis plus élevée à proximité des adultes qu'ailleurs en forêt.

En revanche, aucune relation entre la densité de semis et l'ouverture de la canopée n'a pu être démontrée statistiquement, malgré les observations personnelles de l'auteur concernant une plus grande concentration de brins de régénération dans les trouées.

L'étude de Alaisahnbom & Mama 1998 au Cameroun se base sur la quantité de régénération des principales essences dans les trouées âgées et de tailles, et montre que les semis sont plus nombreux dans les trouées récentes, tandis que la régénération acquise (diamètre compris entre 1 et 10 cm) est plus abondant dans les trouées âgées de 9 ans. Les mêmes auteurs montrent également que les trouées de taille moyenne (de 1000 à 1300 m²) présentent la plus forte densité de régénération.

En 1997, Durieux réalise une synthèse de plusieurs dispositifs expérimentaux installés en Côte d'Ivoire visant à l'amélioration des connaissances en matière de dynamique forestière, notamment en ce qui concerne la régénération. Des effets positifs d'une éclaircie d'intensité moyenne sur la quantité de régénération acquise sont mis en évidence, mais l'auteur insiste principalement sur le faible niveau de connaissance sur ce sujet et la quasi-absence de résultats concernant le stade plantule.

Dans sa thèse portant sur l'écologie et les mécanismes de régénération de l'Angélique (*Dicorynia guianensis*), Jesel 2005 étudie précisément sa régénération. Comme l'Afromosia, l'Angélique est une espèce qui présente une distribution spatiale agrégée. L'inventaire de la régénération a été effectué au niveau de chaque agrégat en fonction de la présence des pistes de débardage et de l'approvisionnement local en graines (calculé à partir du positionnement des semenciers et du profil moyen de dispersion de graines). Les résultats montrent que l'exploitation, dans un premier temps, favorise l'installation de régénération d'Angélique, puis devient un facteur défavorable, à cause de la compétition des espèces héliophiles qui s'installent dans les zones mises en lumière. L'auteur a également observé une croissance plus faible et une mortalité plus forte des jeunes plantules en forêt exploitée qu'en forêt témoin. Une corrélation positive entre la survie des plantules et l'ouverture de la canopée a également été démontrée.

Dans sa thèse, Doucet 2003 caractérise les forêts du centre du Gabon en étudiant leurs différents aspects, dont la phénologie et la régénération dans des placettes de 80 m², situés dans des parcelles exploitées de 4 ans auparavant. L'auteur parvient ainsi à déterminer le tempérament vis-à-vis de la lumière, l'accroissement diamétrique annuel moyen, les périodes

de floraison et de fructification et les diamètres minima de fructification de plusieurs essences.

Le dispositif de M'Baiki installé en 1982 en RCA compte également parmi ses objectifs la détermination de l'impact de l'exploitation et des traitements sylvicoles (éclaircies) sur l'évolution des peuplements forestiers. La régénération acquise y est inventoriée sur des placettes de 25 mètres sur 4, soit 100m², un effet positif de l'exploitation et des éclaircies sur la quantité de régénération de certaines essences a ainsi été démontré.

D'une manière générale, les forêts de la République démocratique du Congo sont peu connues et en particulier celles de la région de la Province orientale.

Lebrun, (1935) est l'un des précurseurs de la recherche forestière en République Démocratique du Congo. Il a eu le mérite de présenter des résultats sur les essences forestières des régions montagneuses du Congo Oriental. Cet auteur a également étudié la répartition de la forêt équatoriale et des formations limitrophes.

Douze ans plus tard, ce fût le tour de Louis, (1947) de contribuer à l'étude des forêts équatoriales Congolaises en faisant mention sur le groupement à *Gilbetiodendron dewevrei* de Yangambi avec une liste des principaux arbres.

La diversité et la régénération des essences forestières exploitées dans les forêts des environs de Kisangani ont été étudiées par Boyemba en 2006. Cette étude a permis de montrer que la diversité d'un peuplement végétal augmente de la strate supérieure à la strate inférieure. Un regard avait été porté sur la régénération, le tempérament et le mode de dispersion des essences commerciales exploitées.

Ces études prennent de plus en plus en compte les aspects de dynamique forestière au moment où les problèmes de gestion et de conservation se posent pour certaines essences qui risquent de disparaître de la planète avant d'être connu (Sonké, 1998).

Très peu de travaux ont été consacrés à la phénologie et à la régénération des essences dans cette région. Le travail de Batshielili (2008) qui avait travaillé sur la phénologie et la régénération des espèces ligneuses arborées en forêt tropicale humide : Cas d'Afromosia (*Pericopsis elata*) et Tola (*Prioria balsamifera*) en RD Congo. Cet auteur montre que pour mieux cerner les facteurs écologiques qui déterminent la dynamique de la régénération de ces deux espèces, un dispositif comprenant 225 placettes permanentes de 100 m² a été installé sur

deux milieux aux conditions écologiques différents. Les résultats obtenus montrent que les quantités moyennes de régénération restent faibles pour l'Afrommosia en milieu fermé tandis que pour Tola, la régénération serait plus abondante. Par contre, en milieu perturbé, l'ouverture du couvert végétal et les traces d'exploitation semblent favoriser la régénération d'Afrommosia.

3.2. Présentation de l'essence

a). Brève description de l'espèce



Figure.1. De haut à bas, deux pieds d'Afrommosia jumelés dans

Pericopsis elata est une espèce de la famille de Fabaceae, sous famille de Faboideae dont le nom commercial diffère d'un pays à un autre : Afrormosia en RDC, Assamela au Cameroun, Côte d'Ivoire et en France, Kokrodua au Ghana, Obang en RCA.

En RDC l'appellation de cette espèce dépend d'une tribu à une autre dont Ole ou Bohole (Turumbu), Mongoya (Ngombe et Mbunza), Bogole (Topoke), Bohala (Mongo), Wahalala ou Bohalala (Bolia de Lopori), Wahala (Lokele);

L'Afrommosia est un grand arbre de forêt humide qui peut atteindre plus de 50m de hauteur. Le fût est long, cylindrique et droit, avec ou sans contreforts basilaire, pouvant dépasser 30m de haut, avec un DHP dépassant 1,50m. L'écorce de l'arbre, d'une épaisseur variant de 0,4 à 1,3cm, est très caractéristique : lisse et grisâtre pour des pieds très jeunes ; se desquame avec l'âge en plaques minces laissant un fond bariolé des grandes taches brun rougeâtre ; Sa tranche tendre est jaune crème à jaunâtre.

L'Afrommosia est une espèce hermaphrodite avec une floraison qui se fait de mi-mars à mi-mai. Les fleurs blanc verdâtre se groupent en panicules terminales sur un pédoncule velu. Les fruits sont des gousses linéaires, oblongues (6-15 x 2-3,3cm), plates, lisses, indéhiscentes, vert devenant brun rougeâtre à maturité, contenant 1 à 3 (rarement 4) graines discoïdes. La fructification commence souvent en mai, mais la maturation des gousses n'intervient qu'en octobre à janvier. Le houppier d'Afrommosia est composé d'un feuillage léger un peu retombant, porté par des rameaux étalés horizontalement. Les feuilles caduques, alternes sont

composées pennées comportant 7 à 11 folioles alternes qui se terminent en pointe. Les fruits sont des gousses linéaires, oblongues, à surface lisse brillante, sillonnées sur tout le pourtour, et indéhiscents. Ces gousses contiennent généralement 1 à 4 graines plates.

Vivien & Faure, (1985) décrivaient l'Afromosia dans «les Arbres des forêts denses d'Afrique centrale, espèces du Cameroun » comme un arbre présentant un fût plutôt tortueux, irrégulier dont les longueurs allaient jusqu'à 20 m avec des diamètres pouvant atteindre 1,30 m, même si les arbres de gros diamètres sont souvent creux ou pourris à cœur.

b). Aire de distribution de Pericopsis elata

L'aire naturelle de *Pericopsis elata* est discontinue, disjointe, limitée, mais bien dispersée. Elle s'étend d'Afrique de l'Ouest jusqu'au bassin du Congo. L'espèce se rencontre dans la partie Est de la Côte d'Ivoire, au centre Ouest du Ghana, au Sud Est du Cameroun, au Congo et en RCA (Carte 1). En RDC, d'après Louis et Fouarge (1943), l'Afromosia n'est bien représenté que dans le triangle Yangambi – Banalia – Kisangani. C'est la seule information scientifique faisant foi de vérité que beaucoup d'institutions de conservation de la nature (UICN, WWF, etc.) et de surveillance du commerce des espèces sauvages menacées d'extinction (CITES, TRAFFIC, etc.) font référence dans leurs rapports. Les dénominations locales recueillies sur le terrain témoignent également la présence de l'espèce ainsi que sa connaissance dans les différents milieux géographiques. Toutes ces informations ont permis de réaliser deux cartes (encore en brouillon) de la distribution géographique de l'Afromosia dans les deux provinces Equateur et Orientale où pousse naturellement l'espèce (SPIAF, 2005)..

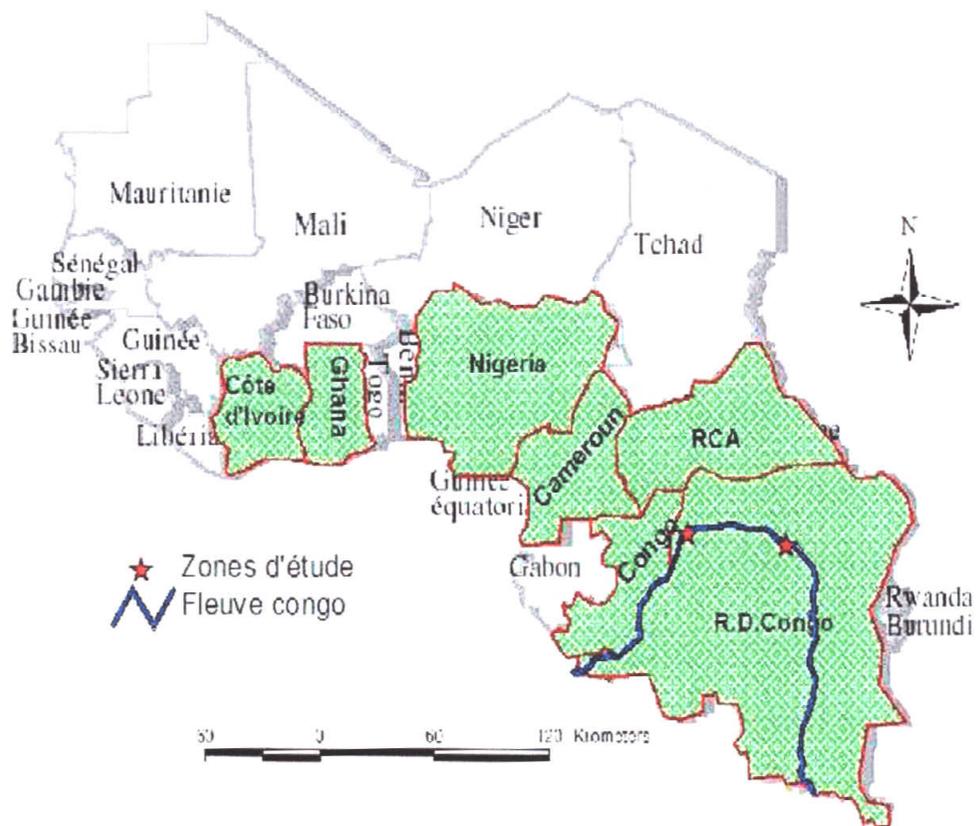


Figure 2 : Aire de distribution de *Pericopsis elata* en Afrique centrale. (SPIAF 2005)

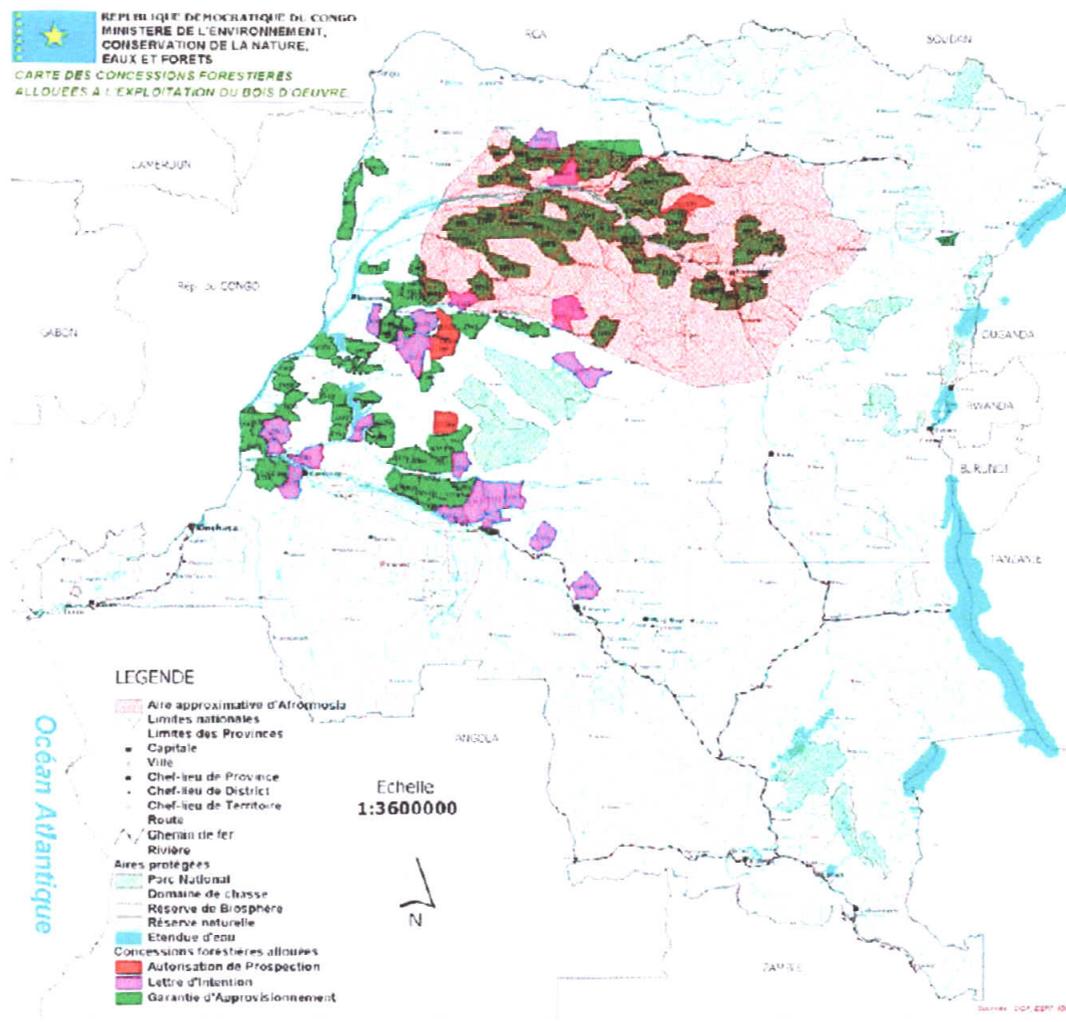


Figure 3. Aire de distribution d'Afrormosia en RDC (source : SPIAF, 2005)

Signalons que dans cette aire de distribution d'Afrormosia, plus de 7.588.500ha sont concédés aux exploitants forestiers dont environ 24% de cette superficie sont en processus d'aménagement. En plus, l'Afrormosia se trouve dans des zones protégées, notamment dans la réserve de biosphère de Yangambi (235.000ha), l'arboretum de Kisangani (52ha), dans les réserves forestières de Yoko (8.925ha), de Masako (2.105ha) et de Rubitele et dans le parc national de Maïko (1.083.000ha).



Figure 4. Aire de distribution d'Afrormosia en Province Orientale (source : SPIAF, 2005)

Cette configuration confirme celle réalisée par le SPIAF (2005, carte 3), bien que Dickson & *al.* (2005) signalent la présence de l'espèce dans les territoires de Bomongo, Kungu et Libenge, pratiquement dans le bassin de la rivière Ubangi.

c) Biologie, Ecologie et habitat de l'Afrormosia

Selon Capon (1947), à Yangambi, l'Afrormosia est une espèce des forêts semi-caducifoliées et se rencontre à des altitudes de 150m (Bongandanga, Bumba) à plus 400 m (Lisala, Yangambi, Yafunga/Isangi).

Elle perd une partie de ses feuilles pendant la stricte saison sèche de mi-février à mi-mars. La floraison accompagne la feuillaison et intervient de mi-mars à mi-mai. Le même auteur signale que les fruits restent longtemps sur l'arbre avant d'arriver à maturité (9 mois, parfois 11). Pendant les mois qui précèdent la maturation, on constate d'abondantes chutes de fruits non mûrs. Louis et Fouarge (1943) signalent que les périodes de défoliation, de refeuilaison, de floraison et de fructification changent notablement d'une année à l'autre et se situent à des époques diverses.

L'Afromosia germe très facilement, même dans un sous-bois sombre de forêt intacte et il est inutile d'intervenir dans le peuplement pour augmenter la germination. Cependant, après quelques semaines de la germination, les plants d'Afromosia ont très rapidement besoins de lumière pour leur croissance (Pieters 1974).

Faisons remarquer ici que les diamètres de floraison et de fructification de l'Afromosia sont méconnus en forêt naturelle. Pourtant, ce sont parmi des données essentielles pour l'élaboration des plans d'aménagement, car elles déterminent la capacité de reproduction des arbres. En effet, si le DME est inférieur au diamètre auquel l'arbre fleurit et fructifie abondamment, on risque de mettre en péril la régénération de l'essence exploitée. Il est donc important de connaître ce diamètre de fructification pour fixer le DME précisément par rapport à cette capacité de régénération de l'essence, en prenant en compte d'autres facteurs.

Pericopsis elata est une espèce à croissance relativement rapide. La moyenne calculée à partir des données individuelles de 101 tiges prélevées dans une forêt naturelle de Yangambi offre un accroissement périodique annuel moyen en circonférence (APAMC) de **1,43cm/an**. Il dépasse 1,50cm de circonférence par an pour les dominants et les codominants. Ce qui justifie le tempérament d'héliophilie de cette espèce.

Elle est une espèce héliophile, caractéristique de l'alliance *Oxystigmo-Scorodophloeion* (Lebrun et Gilbert, 1954) dont sa longévité sera déterminée par la dendrochronologie au laboratoire de Musée Royal d'Afrique Centrale/Tervuren en utilisant des rondelles récoltées par Toirambe sur le terrain à Yangambi. Les tiges d'Afromosia croissent en bouquets ou en taches de peuplements équiennes quasiment purs et denses. Elles dominent souvent leur habitat, tout en acceptant les autres espèces dans son développement (Dikson et al, 2005).

Selon Pieters (1994), pour avoir une bonne régénération naturelle, il faut des semenciers (porte-graines) en nombre suffisant, une fructification mûre et un ensemencement abondants, qui suivent de peu l'ouverture du couvert, un sol parfaitement bien drainé et un éclairage optimal supérieur à 40%.

Cette espèce se développe sur les plateaux, les pentes ou les terrains en dépression et pousse abondamment le long des cours d'eau. Il accepte des sols de type « Reddish-Yellow latosols » et du climat chaud et humide avec une température annuelle moyenne de l'ordre de 23 à 26°C et des précipitations annuelles variant entre 1500 et 2450mm.

d) Sylviculture et aménagement

En RDC, des études sur la sylviculture et l'aménagement de l'Afromosia furent réalisées à Yangambi dans les décennies 40 et 50, notamment sur l'enrichissement des peuplements par la plantation en layons, l'enrichissement par le semis direct en bandes étroites, l'enrichissement en blanc-étoc et en placeaux denses et le suivi de la régénération en forêt naturelle. Malheureusement, après l'indépendance, surtout avec le départ des chercheurs belges, ces expériences ont été mises en veilleuse, et aucune évaluation scientifique n'a pu être réalisée par la suite pour apprécier laquelle des méthodes à considérer pour l'application future et réaliste.

Toutefois, quelques considérations préliminaires d'ordre sylvicole furent notées lors de ces expérimentations, à savoir : (i) l'Afromosia est une essence héliophile typique dès le jeune âge. Les semis naturels ont besoin de l'éclaircissement relatif de l'ordre de \pm 40-50% pour leur bon développement après deux à trois semaines de germination (le développement des plants évalué à 37,5cm de hauteur après 6 mois d'âge) ; (ii) le pouvoir germinatif diminue avec l'intensité d'éclaircie et la forêt intacte est le milieu le plus favorable pour la germination ; (iii) en aménagement forestier, les nettoyages et les éclaircies sont nécessaires dès la première année afin d'obtenir le plus tôt possible la formation du massif pour lutter contre l'envahissement par le recrû (Pieters, 1958).

e) Evolution de l'exportation d'Afromosia en RDC

La RDC est signataire de la convention CITES et de ce fait, elle est tenue de respecter strictement les procédures et les principes relatifs à ladite convention. Pour l'Afromosia, qui est une espèce figurant sur l'annexe II de CITES, la RDC est appelée de contrôler l'exploitation et l'exportation de cette espèce afin de diminuer la pression exercée sur elle par les différents exploitants (industriels et artisanaux) et lui permettre de survivre et de se reconstituer. Le quota annuel pour l'exportation d'Afromosia en RDC est de 50.000m³. La figure 5 ci-après montre que l'exportation de bois d'Afromosia (grumes, sciages, placages) de ces six dernières années, bien qu'évolution progressive.

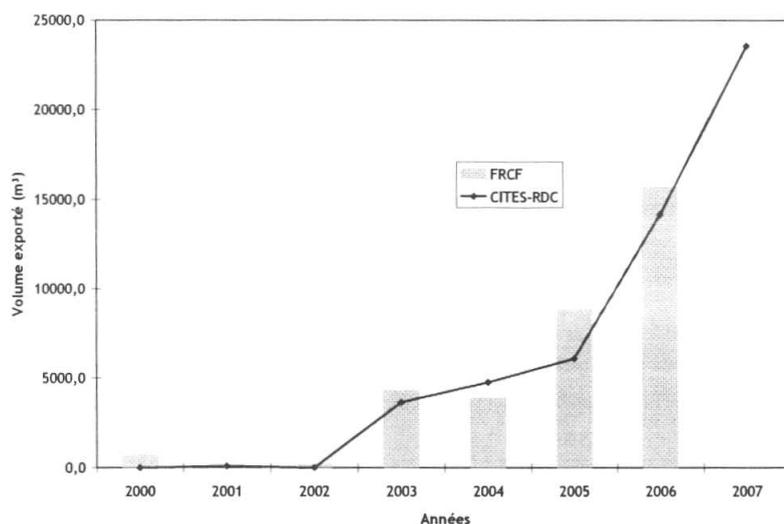


Figure 5. Evolution de l'exportation d'Afromosia en RDC de 2000 à 2007 (Source : Rapports des activités annuelles de FRCF et Organe de gestion CITES-RDC)

4. Subdivision de travail

Hormis la partie introductive qui traite de la généralité, notre travail se subdivise en cinq chapitres.

Dans son premier chapitre, il présente le cadre de l'étude qui concerne la RDC en générale et en particulier la région de Yangambi. Dans son deuxième chapitre, il présente le matériel et méthodes. Dans le troisième chapitre, le travail présente les résultats et l'interprétation de ces derniers. Quant à ce qui concerne le quatrième chapitre, il traite de la discussion et les perspectives d'avenir. Enfin, le sixième chapitre qui est le dernier présente la conclusion.

**CHAPITRE PREMIER : CARACTERISATION
DU MILIEU**

I.1. Généralités sur la RDC

La République Démocratique du Congo compte plus de 135 millions d'hectares de forêts denses et humides réparties dans les Provinces du Bas Congo, du Bandundu, de l'Equateur, du Katanga, dans les deux Kasai et la Province Orientale. Les forêts de RDC présentent une diversité de formations végétales liées aux différentes zones climatiques qui traversent le pays (De Maret, 2000). Face à ces immenses potentialités, nous avons jugé utile de présenter les caractéristiques essentielles du milieu d'étude.

I.1.1. Situation géographique

La République Démocratique du Congo (RDC) est située de part et d'autre de l'Equateur, entre 5°20' de latitude Nord et 13°27' de latitude Sud et elle s'étend entre 4°12' et 31°00' de longitude Est. Sa superficie est de 2 345 000 km², occupant ainsi la onzième place au monde et la troisième en termes de surface en Afrique, après l'Algérie et le Soudan. La fraction du territoire national utilisée par l'homme n'est que de 4,5%, soit 105 525 km² et avec plus de 11000 espèces végétales recensées, dont un tiers serait endémique, elle constitue un véritable phénomène du genre, sans compter la grande diversité de mammifères, primates et oiseaux (Nshimba, 2008).

La présente étude a été menée dans la province orientale qui constitue l'une des 11 Provinces que compte la RDC dans sa structure administrative actuelle. Cette Province est située en plein cœur de la cuvette centrale dans la région Guinéo-Congolaise et elle s'étend du deuxième parallèle Sud au cinquième parallèle Nord et 22° au 31° méridien Est de Greenwich.

Elle couvre 503 239 km², soit le 1/5 de l'ensemble du territoire national (Léon & Kalombo, 2005).

Cette province est la deuxième en termes de superficie forestière après celle de l'Equateur, mais la plus vaste en termes de superficie totale. Elle est subdivisée en quatre districts : Tshopo, Ituri, Bas-Uélé et Haut-Uélé.

Elle est limitée au nord par la République Centrafricaine (R.C.A.) et le Soudan, à l'est par l'Ouganda, le Rwanda, le Burundi et la Tanzanie, au sud par la Zambie et l'Angola, à l'ouest par le Congo-Brazzaville et l'enclave angolaise de Cabinda (figure 6).

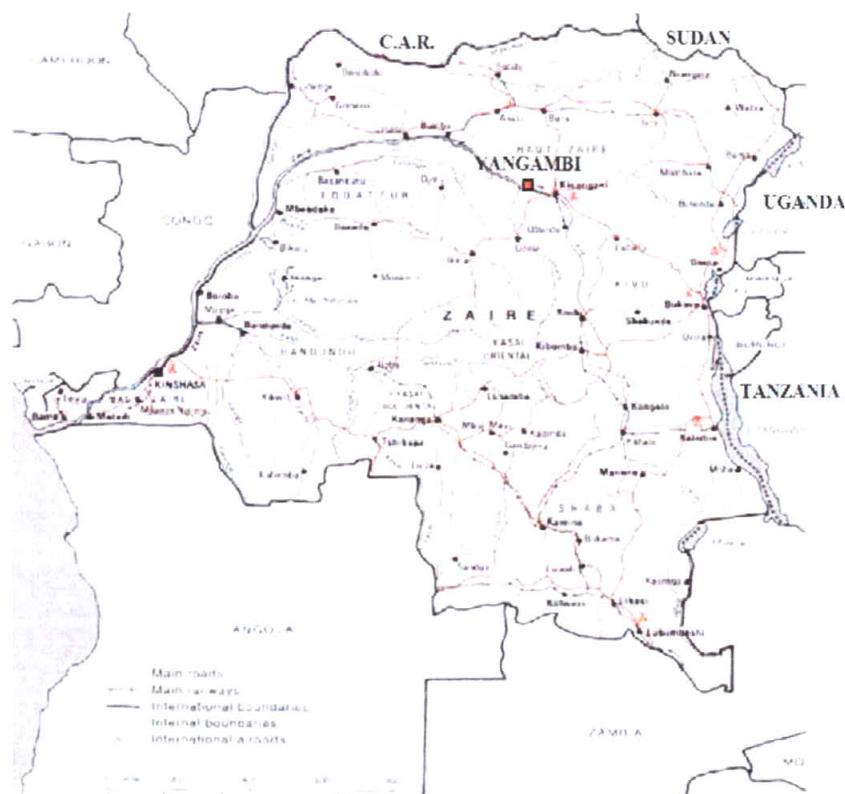


Figure 6. La RDC et ses pays limitrophes. Source: Raemaekers, 2001.

I.1.2. Zones climatiques et végétations apparentées

Contrairement à ce qui se passe dans les régions éloignées de l'Équateur où les variations de température distinguent les saisons, c'est la pluviométrie qui crée la différenciation saisonnière dans la plus grande partie du territoire de la RDC

Suivant les critères de Köppen, Bultot (1971-a et 1971-b) cité par Kombele, 2004, y distingue, en relation avec la végétation, une zone équatoriale, deux zones tropicales, une zone tempérée et deux zones de transition.

Notre Secteur d'étude se situe dans la zone équatoriale qui s'étend jusqu'à 2° N et S comme l'ont déjà signalé plusieurs auteurs (Aubreville, 1938, 1959 a et b; De Heinzelin, 1952; Vandenput, 1981). Elle correspond à la forêt dense, ombrophile et sempervirente où il pleut pratiquement tous les mois de l'année. Selon Pain (1978) et Vandenput (1981) cité par Kombele (2005), les fluctuations pluvio-thermométriques sont cependant importantes, entre 1 500-2 000 mm (moyenne de 1 750 mm) de pluies, 20 – 30° C (moyenne de 25° C). L'humidité atmosphérique est toujours voisine de la saturation et les orages très fréquents.

Selon Bultot (1977), cette zone climatique est du type A_f de Köppen et influence en RDC les régions de Basankusu, Bolamba, Bomongo, Bongandanga, Befale, Djolu, Bumba, Lisala, Basoko, Yahuma, Isangi, Yangambi, Kisangani, Bafwasende, Wanierukula au nord de l'Equateur et, au sud, celles de Mbandaka, Bikoro, Kiri, Ingende, Lomela, Monkoto, Boendé, Bokungu, Ikela, Opala, Ubundu, Lubutu, Punia...

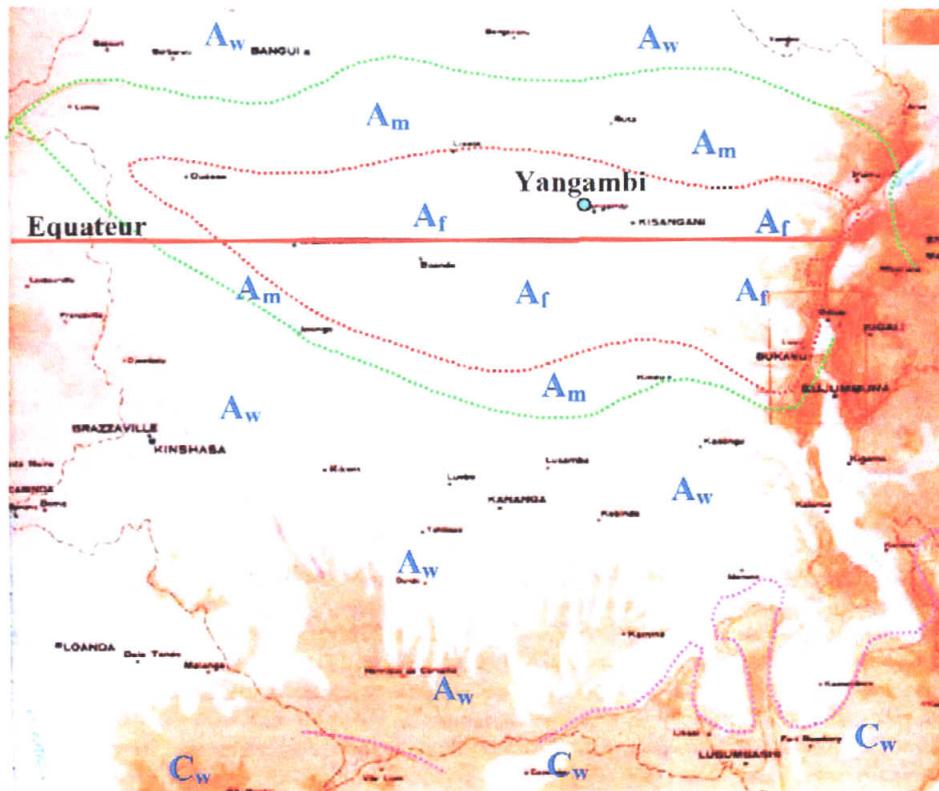


Figure.7. Yangambi et les limites approximatives des zones climatiques de la RDC selon les critères de Köppen. Source: Bultot, 1977 in Kombele 2005.

Les deux zones tropicales s'étendent, l'une au nord et l'autre au sud de la zone équatoriale, de 2° à 27° N et S. Elles sont caractérisées par deux saisons: une saison des pluies et une saison sèche (de 1-3 mois dans la partie nord et de 1-6 mois au sud). Selon Bultot (1977) et Vandenput (1981), ces deux zones correspondent au climat du type A_w de Köppen qui influence dans le nord les régions d'Uélé, d'Ituri et d'Oubangui et dans le sud, celles de Bas-Congo, des deux Kasai et du Haut Katanga. Leur végétation caractéristique est une forêt semi-décidue (Gilbert et Focan, 1947).

La zone tempérée est située dans l'extrême oriental de la RDC où, dans l'hémisphère nord, elle couvre une bande d'environ 1,5° et, dans l'hémisphère sud, une bande plus étendue d'environ 5°. D'une altitude allant de 500 à 4 500 m, les régions couvertes par la zone tempérée connaissent de grandes irrégularités dans leurs régimes pluvio-thermométriques. La végétation caractéristique de cette zone climatique est constituée de formations herbeuses d'altitude (Fahem, 1978). Selon Bultot (1972 et 1977) et Vandenput (1981), elle correspond au type climatique C_w de Köppen. Dans l'extrême nord, elle couvre les régions d'Aru et de Mahagi, alors que dans l'extrême sud, celles de Lubumbashi et de Likasi où, en plus de formations végétales herbacées dominantes, on observe des forêts claires dites "forêts zambéziennes" (Lebrun, 1936; Pain, 1978) ou "Dcmbo" (Fahem, 1978).

Au nord comme au sud de l'Equateur, les zones tropicales sont séparées de la zone équatoriale par deux bandes climatiques de transition correspondant au type climatique A_m de Köppen (Bultot, 1972 et 1977; Vandenput, 1981).

Les forêts se répartissent sur l'ensemble du territoire congolais. Elles englobent divers faciès écologiques : forêt dense humide sempervirente et semi décidue (surtout dans la cuvette centrale) ; forêts édaphiques; forêts de montagne (surtout dans l'Est), forêt claire et savanes arborées (surtout dans le Sud) (Nshimba, 2008).

Les forêts denses de terre ferme sont constituées de forêt dense sempervirente et de forêt semi décidues. Pour Vancutsem & al. (2006) les forêts semi décidues existent en îlots épars mais occupent la majorité de la cuvette centrale, soit 32% de la surface du pays.

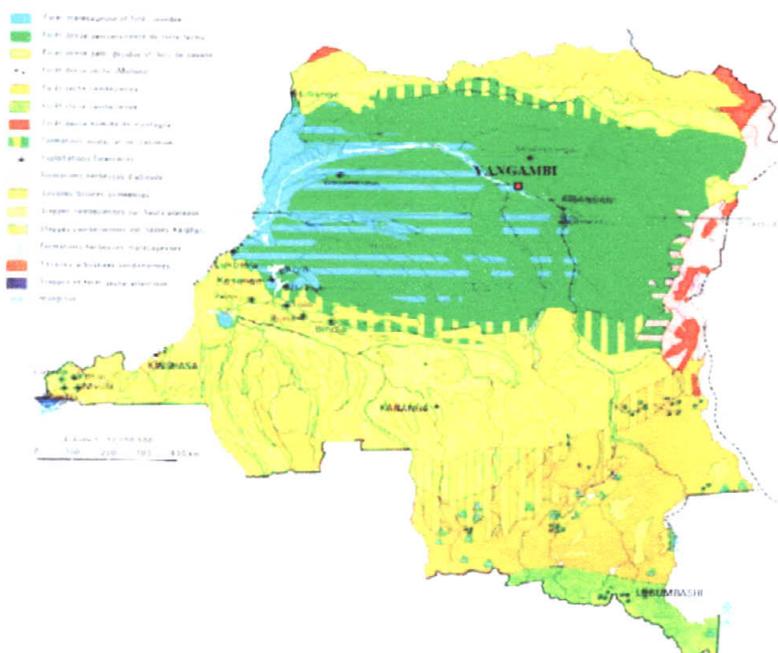


Figure 8. Yangambi et les couvertures végétales de la RDC. Source: Fahem, 1978 in Kombele, 2004

I.1.3. Principaux types de sols

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

I.1.3.1. Sols ferrallitiques

Le processus pédogénétique de mise en place des sols ferrallitiques s'appelle "ferrallitisation" et les sols zonaux qui en dérivent, selon Calembert (1995) cité par Kombele, 2005, sont des sols ferrallitiques dans la classification française. En effet, le climat chaud et pluvieux des tropiques humides possède un grand pouvoir d'altération vis-à-vis des diverses roches - mères géologiques (groupes du soubassement) au point de les réduire en une nouvelle roche - mère pédologique appelée altérite qui ne possède plus que trois principaux éléments constitutifs: la kaolonite, les sesquioxides (de Fe et d'Al) et le quartz.

Au contact des eaux de pluies tropicales, chaudes et abondantes, les silicates complexes de la roche - mère géologique (acide: gneiss, granites, schistes; basique: basaltes, gabbros, etc.)

Au contact des eaux de pluies tropicales, chaudes et abondantes, les silicates complexes de la roche – mère géologique (acide: gneiss, granites, schistes; basique: basaltes, gabbros, etc.) subissent une hydrolyse totale, libérant la silice (SiO_2) à l'état colloïdal et les sesquioxydes de fer ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) et d'aluminium ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Les cations Ca, Mg, K et Na (des minéraux d'origine tels que feldspaths, micas, etc.) et une partie de la silice colloïdale sont entraînés par les eaux d'infiltration. Le profil s'acidifie, s'enrichit par différence en hydroxydes de fer et d'aluminium (goethite et gibbsite) et la silice restante se recombine avec l'aluminium pour donner la kaolinite, une argile de néoformation du type 1:1, à faible C.E.C.

Calembert (1995) donne une classification des sols zonaux et azonaux tropicaux (quelques classes et sous-classes de la classification française de 1964-1967 (Boulaine, 1967 in Kombele, 2005), groupes et sous-groupes de la classification de la F.A.O. et ordres et sous-ordres de la classification américaine publiée en 1989 par FAO, UNESCO et ISRIC, en 1998 par ISSS, ISRIC et FAO).

En RDC, les sols ferralitiques typiques moyennement et fortement désaturés, appauvris, remaniés ou non avec apports éoliens (Boulaine, 1967 in Kombele, 2004)) couvrent en général les plateaux. Ils sont caractérisés par une faible teneur en bases échangeables, inférieure à 3 méq/100 g de terre sèche (TS), un faible taux de saturation en bases ($V < 40 \%$), un pH acide ($\text{pH} < 6$), une couleur dominante rouge ou jaune.

Dans le nord et l'extrême nord-est de la RDC, ils couvrent les plateaux d'Oubangui et d'Uélé et y alternent avec des zones de sols bisiallitiques, d'andosols ou de sols ferrugineux tropicaux (Ségalen, 1994 et 1995 cités par Kombele, op. cité). Dans l'est où la dénivellation relativement prononcée sépare la cuvette centrale des rifts, ils couvrent les plateaux et s'étendent jusqu'à leurs extrêmes limites orientales, laissant place dans les plaines environnantes aux sols ferrugineux tropicaux, aux vertisols et aux sols hydromorphes. Dans le sud, ils couvrent tous les plateaux jusque dans la haute vallée du Zambèze située à 1 000 m d'altitude. Dans l'ouest et chaque fois que les roches s'y prêtent, les sols ferralitiques jaunes ou rouges s'étendent jusqu'aux rivages.

Les sols ferralitiques faiblement désaturés, rajeunis ou peu évolués, avec apports éoliens, couvrent les hauts de versants, les versants et les paliers de faible pente à développement retardé ou rajeuni par l'érosion des matériaux continentaux tertiaires (Fahem, 1978 in Kombele, op. cité). Ils sont caractérisés par une teneur en bases échangeables légèrement

supérieure à celle des autres sols ferrallitiques, comprise entre 2 - 8 méq/100 g TS, un degré de saturation en bases échangeables entre 40 - 70 % voire parfois 80 %, un pH entre 5,5 et 6,5. Ils contiennent une petite proportion de minéraux altérables et leur horizon B présente des cutanes argileux (Calembert, 1995).

1.1.3. 2. Sols récents

Les sols récents ou faiblement évolués couvrent de faibles superficies et apparaissent mal sur les cartes pédologiques à petite échelle de la RDC. Ce sont pourtant, selon Fahem (1978), les sols les plus fertiles. Il s'agit principalement des sols hydromorphes (occupant 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 pied 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, des sols hydromorphes sur les rives des lacs, etc.

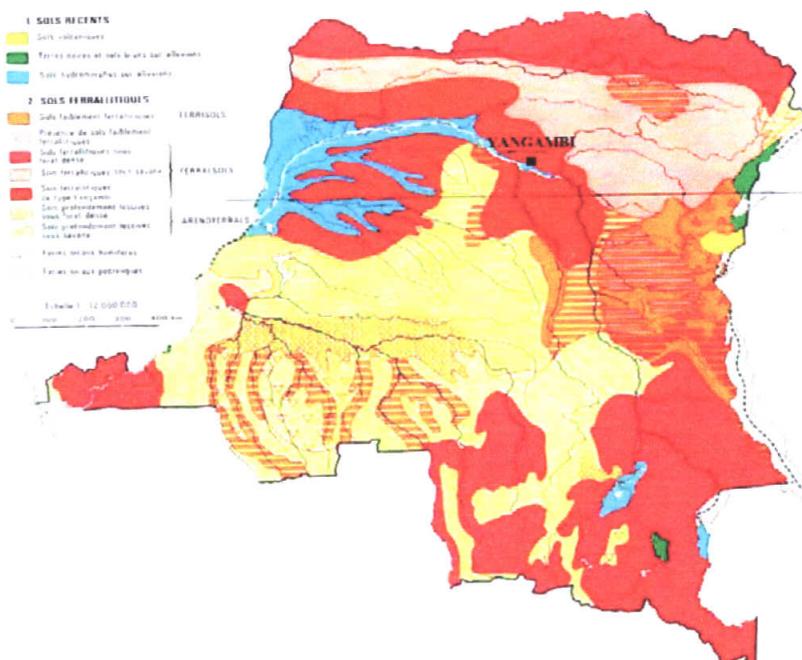


Figure 9. Yangambi et les sols récents et ferrallitiques de la RDC. Source: Fahem, 1978, in Kombele, 2005.

I.2. Structure d'accueil « Yangambi-centre »

I.2.1. Situation générale, Historique de concession de l'INERA

La région de Yangambi est un territoire situé à 100 km à l'ouest de la ville de Kisangani, dans la Province Orientale en RDC (De Heinzelin, 1952). Dans ce territoire au temps de la colonie, l'INERA (Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques) a acquis en 1933, par arrêté royal belge de novembre 1933 portant sur sa création, une concession s'étendant environ sur 6 297 km² (Drachoussoff *et al*, 1991).

Selon Beguin (1962), cette concession, à cheval sur le fleuve Congo à Yangambi, s'étend jusqu'aux sources de l'affluent Lobilo au nord, à Yakusu à l'est, longe les affluents Romée et Lobayé au sud, l'affluent Lomami et va jusqu'au delà de la rivière Lifindo à l'ouest comme le montre la carte de la figure 8. Elle correspond à une étendue comprise entre: 24°16'95" et 25°08'48" longitude Est, 0°38'77" et 1° 10'20" latitude Nord (c'est-à-dire dans un quadrilatère formé par les méridiens passant à 2 671 440 m et 2 782 750 m longitude Est et les parallèles à 43 010 m et 110 940 m latitude Nord). Notre zone d'intérêt, Yangambi-centre, se situe dans le carré formé par les méridiens à 2 718 610 m et 2 739 370 m de longitude Est et les parallèles 82 640 m et 103 390 m de latitude Nord. Les cadres des cartes des séries de sols de Yangambi-centre portent de repères avec les distances exprimées en mètres dans la suite.

Cette concession se subdivise en trois parties: Yangambi-centre (249 km²), la Localité de Yangambi (487 km²) et les forêts lourdes (5 561 km²). Yangambi-centre comprend le construit (dont une partie concédée à l'Institut Facultaire d'Agronomie de Yangambi, IFA/Yangambi, en 1972), les plantations expérimentales, les forêts entretenues et le jardin botanique.

Un dispositif d'expérimentation sylvicole, basé sur un seul traitement, est installé dans la forêt naturelle aménagée de Yangambi pour étudier l'impact de l'éclaircie sur la dynamique des peuplements de forêt dense sempervirente. Naturellement, une forêt se régénère par elle-même en modifiant très peu son écosystème. En effet, l'ouverture du couvert occasionnée par le chablis d'un arbre dominant, favorise le développement de la régénération préexistante dans le sous bois. Sur la base de cette loi naturelle, l'éclaircie est réalisée au profit des

essences principales ou commerciales par dévitalisation des espèces secondaires aux qualités technologiques peu connues. L'objectif de cette opération sylvicole est d'augmenter le gain de croissance des essences principales et leur régénération.

Le dispositif expérimental (en bloc) qui est installé en forêt naturelle aménagée de Yangambi, repose sur une série des blocs de 2500m² chacun. Le suivi scientifique du dispositif est basé sur un échantillon de 300 placeaux permanents de 100m² chacun servant de source de prélèvement des données à intervalle de temps régulier d'une année.

Signalons que cette forêt avait subi le traitement sylvicole depuis 1975 par le centre de recherche de l'Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique de Yangambi (INEARA en sigle). Cette forêt couvrait une superficie de 247 ha et que cette dernière est menacée par les activités agricoles ne recouvre plus cette superficie (au moins 243 ha).

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO



Source : Techniciens SU UCLB/ UBRH/ LOLO

Occupation du sol

-  Forêt dense humide
-  Forêt sur sols hydromorphes
-  Forêt claire ou savane boisée
-  Forêt secondaire et agriculture
-  Mosaïque agriculture - savane
-  Prairie aquatique ou marécageuse
-  Réserve de biosphère
-  **Chef-lieu de district**
-  **Chef-lieu de territoire**
-  **Ville**
-  Localité importante
-  Fleuve et rivière
-  Route ou piste peu fréquentée
-  Voie ferrée
-  Localisation des recherches

Figure 10. Carte de l'occupation de sol à Yangambi, RDC

I.2.2. Climat et végétation

En tenant compte du niveau de ses basses eaux en juillet-septembre, la cote du fleuve Congo à Yangambi est d'environ 400 m (De Heinzelin, 1952). Le point kilométrique 0 étant situé à environ 80 m de hauteur par rapport au niveau du fleuve, ses coordonnées géographiques (la latitude et la longitude étant respectivement mesurées à partir de l'Equateur et du méridien 0) sont: latitude de 91,30 km N, longitude de 2 719,76 km E, altitude de 480 m. Cette dernière peut être arrondie à 500 m au point culminant du plateau Isalowe situé à environ 100 m au-dessus du fleuve.

Yangambi-centre est donc situé dans la zone climatique équatoriale nord de la RDC, entre 0-2° N (De Heinzelin, 1952; Vandenput, 1981), zone influencée par le climat du type A_f de Köppen (Bultot, 1972 et 1977). Nous nous sommes contactés des données climatiques des travaux antérieurs de nos prédécesseurs qui avaient relevé les données de quelques paramètres à la Section d'Agroclimatologie de l'INERA au Km 5 entre 1986-1990.

I.2.2.1. Températures

Les variations de températures pour une période de neuf ans sont présentées dans la figure 11 ci-dessous.

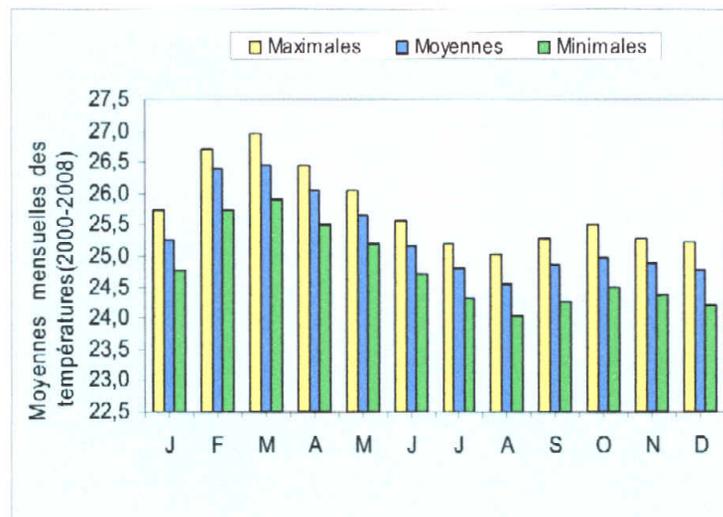


Figure 11. Moyenne mensuelle de températures (°C) à Yangambi de 2000-2008

La moyenne maximale annuelle des températures est de 30,3° C, la minimale de 20°C et la moyenne de 25,2°; les trois gammes de températures restent presque constantes toute l'année,

ne montrant que de très faibles amplitudes. Leur tendance générale est à la baisse pendant le second semestre de l'année, ce qui confirme que la grande saison sèche se manifeste en début d'année (janvier et février), alors que la petite est à peine esquissée au second semestre (juin et juillet).

1.2.2.2. Précipitations

Les variations de Précipitations sont représentées dans les figures 12 et 13 ci dessous.

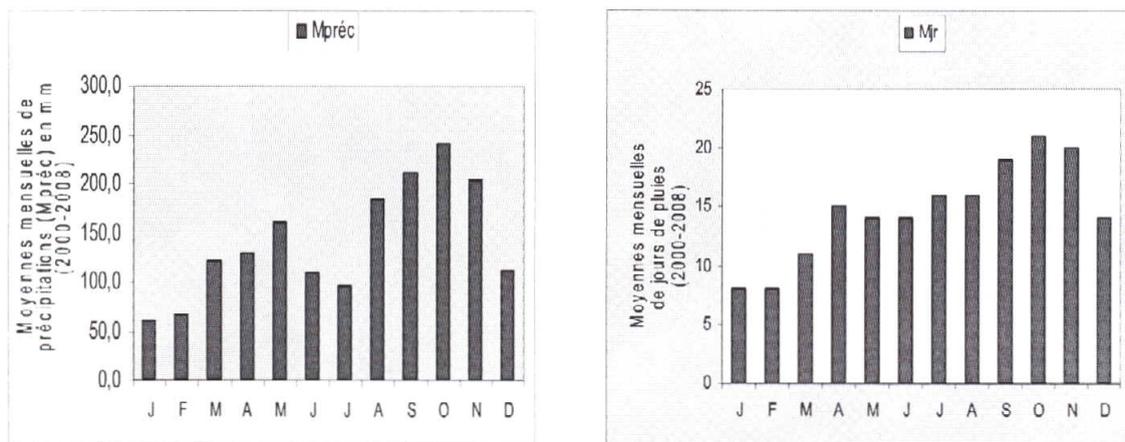


Figure 12 et 13. De gauche à droite montrant les moyennes mensuelles de précipitations (mm) et jours de pluies à Yangambi de 2000-2008

Les totaux des moyennes mensuelles des précipitations et du nombre de jours de pluies sont respectivement de 1 837 mm et de 180 jours; globalement, il pleut en moyenne une fois tous les deux jours à Yangambi.

Ces deux moyennes augmentent pendant le deuxième semestre de l'année, ce qui indique que la petite saison des pluies se manifeste au premier semestre (mai à juin), la grande au deuxième (août à novembre). Cette répartition est confirmée par la tendance à la baisse des températures notées pendant le deuxième semestre de l'année. Les plus faibles pluies sont observées en janvier et juillet de chaque année, les plus abondantes en octobre.

Il en va presque de même en ce qui concerne le nombre de jours de pluies: il pleut pendant moins de jours en janvier et février et plus de jours en octobre et novembre. Cette manifestation des pluies en deux périodes de l'année influence profondément les activités agricoles et le développement des arbres à Yangambi.

1.2.2.3. Humidité relative de l'air (%).

Les données de l'humidité relative de l'air (%) sont relevées à trois moments de la journée: à 6, 15 et 18 heures. leurs variations sont présentées dans la figure 14.

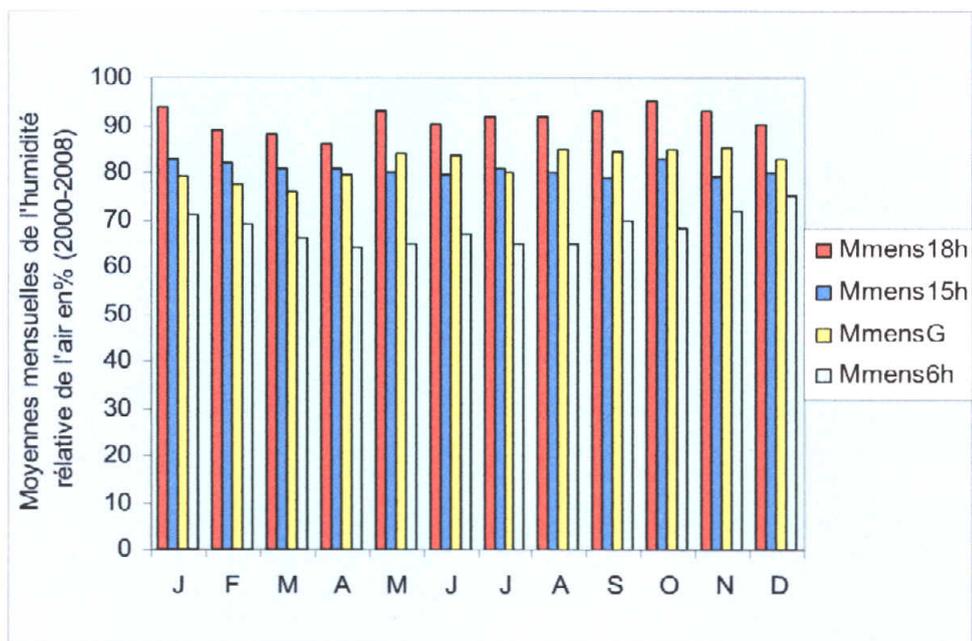


Figure 14. Moyennes mensuelles à 6, 15 et 18 heures et globales de l'humidité relative de l'air (%) de 2000-2008 à Yangambi.

Les moyennes mensuelles globales (MmensG) de l'humidité relative de l'air (%) à Yangambi montrent les mêmes tendances que celles des précipitations: elles augmentent du premier au deuxième semestre de l'année. La moyenne annuelle (Man) est de 81,8 %. Sa plus grande moyenne mensuelle est notée en novembre (85,2 %), la plus petite en février (77,5%).

I.3. Exploitation forestière et aménagement forestier en RDC

I.3.1. Un secteur en difficulté

Le potentiel forestier de la RDC est estimé aujourd'hui à près de 135 207 000 ha de forêts naturelles (Algoët, 2008).

Cette immense étendue constitue un atout pour le pays malgré les nombreuses difficultés auxquelles il reste confronté.

Jadis, ce secteur générait beaucoup de devises à travers des sociétés installées au Bas-Congo, à l'Equateur, au Bandundu et dans la Province Orientale. Actuellement, il subit les contrecoups de la crise socio-économique que traverse le pays et qui a réduit sa capacité d'exploitation et de d'exportation, surtout à cause de l'impossibilité d'assurer la sécurité de l'exploitation et le coût très élevé du transport.

En effet hormis les effets de l'instabilité politique et de la guerre que le pays a connu ces dernières années, les principales contraintes à l'essor du secteur forestier peuvent se résumer en ces points : le délabrement prononcé des infrastructures de transport et de manutention de la production forestière, l'inexistence de crédits bancaires et de mécanismes de couverture des risques encourus (assurance) pour les opérateurs du secteur, l'absence d'une politique forestière et d'un plan forestier clairement définis pour appuyer la mise en application de la loi forestière et garantir une gestion durable des forêts, une faiblesse des capacités techniques due au manque d'un programme de formation et de recherche adapté, susceptible d'améliorer le gestion des ressources et la valeur ajoutée des produits, la contre-performance des institutions et services de gestion due au manque de moyens matériels et financiers conséquents et enfin l'insuffisance des outils, données et informations de base pour une planification et une gestion forestière durable (inventaires forestiers, cartographie de base et cartographie thématique, etc.).

Ces contraintes ont cependant eu un impact sur l'industrie forestière, le nombre d'entreprises actives par exemple a baissé, passant de 150 en 1990 à 50 seulement actuellement.

La production de bois est passée de 500 000 m³ par an en moyenne à moins de 105 000 m³ par an, ces dernières années même si les superficies exploitées annuellement oscillent autour de 100 000 ha pour l'ensemble des entreprises (DGF, 2005).

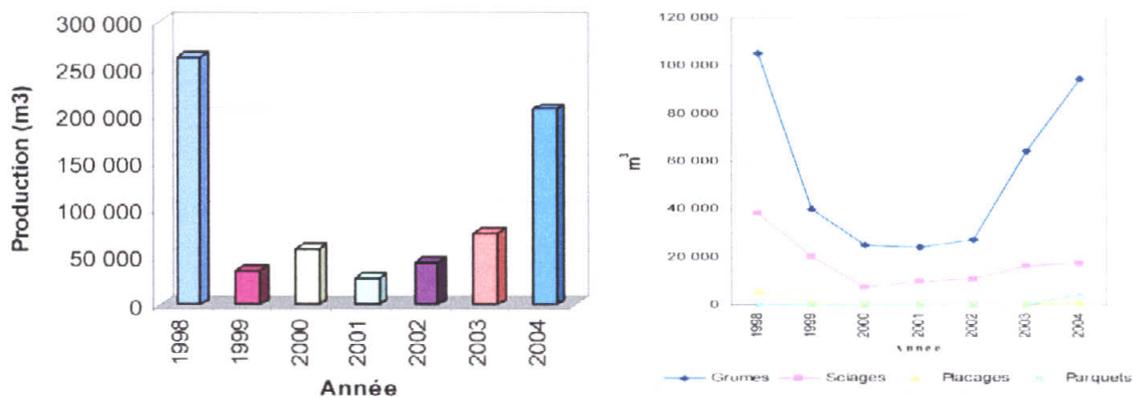


Figure 15 et 16 : De gauche à droite : Evolution de production des grumes et des exportations par produits (DGF, 2005)

Les productions annuelles par province relevées par Chezcaux, (2003) dans le cadre de l'assistance à la revue économique du secteur forestier en RDC suivent les mêmes tendances à la baisse entre 1989 et 1998. On note cependant que celles de la province orientale sont très faibles.

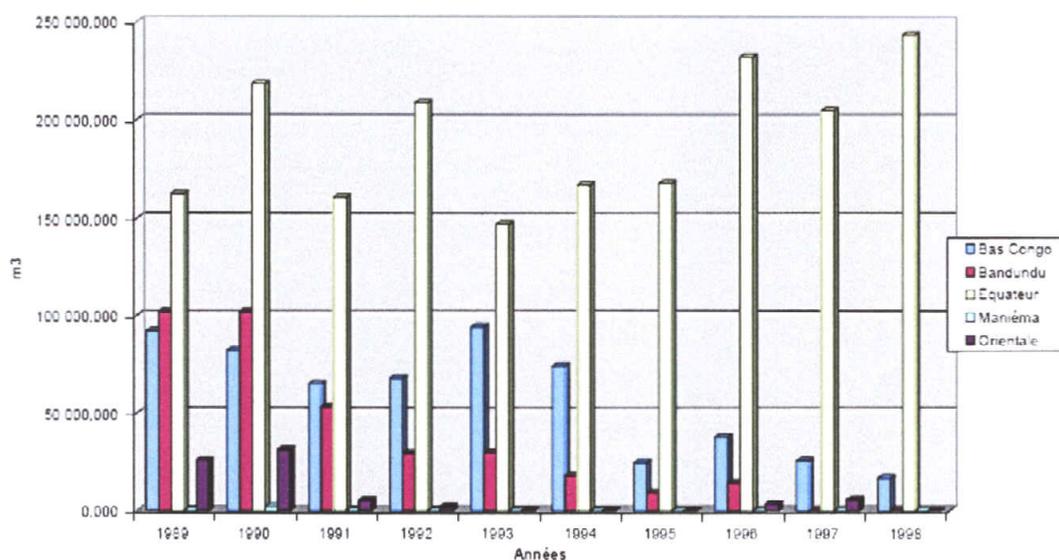


Figure 17: Production annuelle par province (Source : Chezcaux, 2003).

Notons tout de même que les inventaires forestiers réalisés par le Service Permanent d'Inventaire et d'Aménagement Forestier (SPIAF) couvrent une superficie d'environ 21 millions d'hectares soit 16% de la superficie forestière totale du pays. Les superficies cartographiées dans le cadre de ces inventaires sont de 16,5 millions d'hectares, soit 13% de

la superficie forestière totale du pays. Ces inventaires ont permis d'estimer la possibilité annuelle en bois d'œuvre à plus de 10 millions de mètres cubes.

I.3.2. Place de l'aménagement dans le nouveau Code Forestier

Conscient du rôle de premier plan que doit jouer son massif forestier dans la relance économique, et s'inscrivant dans la logique des principes modernes de gestion des ressources forestières et des conventions internationales en matière de l'environnement, la RDC a adopté depuis le 29 août 2002, la loi n° 011/2002 portant code forestier.

Parmi les nombreuses innovations apportées par cette loi, figure l'introduction de nouveaux concepts d'aménagement forestier, de concessions forestière et d'unité forestière d'aménagement orientés vers la production durable de tous les produits forestiers, les services environnementaux, le tourisme, la chasse et les autres objectifs compatibles avec le maintien du couvert forestier et la protection de la faune sauvage.

Un arrêté ministériel spécifique fixant la procédure d'établissement d'un plan d'aménagement a même été produit le 3 octobre 2002 et des précisions sur les mesures relatives à l'exploitation sont données dans l'arrêté portant mesures relatives à l'exploitation.

Le nouveau Code dans son Titre V, Articles 65 à 70, fixe les modalités de mise en exploitation forestière de toute forêt domaniale ; la mise en gestion et exploitation forestière d'un territoire forestier doit être précédée par l'élaboration d'un plan d'aménagement forestier (Code Forestier RDC, 2002)

Ce Code distingue le domaine forestier permanent de l'Etat non attribué sous forme de concession, qui est subdivisé en Unités Forestières d'Aménagement (Titre V, Articles 72 à 75).

Ces unités font chacune l'objet d'un plan d'aménagement, réalisé par l'Administration Forestière ou sous son contrôle.

Pour ce qui est des concessions forestières attribuées à des tiers (Titre V, Article 76), la préparation et la mise en œuvre du plan d'aménagement sont du ressort du concessionnaire. Le plan d'aménagement est approuvé par l'Administration Forestière, qui est aussi chargée du contrôle, du suivi et de l'évaluation de son exécution. L'attribution des concessions forestières, doit se faire à l'avenir par voie d'adjudication. Le contrat de concession forestière

sera assorti d'un cahier des charges qui fixe les obligations spécifiques incombant au concessionnaire (à l'instar des autres pays frontaliers comme le Congo).

Les objectifs du nouveau code forestier étaient donc de mettre en œuvre une gestion forestière durable et plus équitable, n'excluant pas les populations locales. Les innovations apparues dans le nouveau code forestier sont nombreuses. Parmi les plus importantes, nous pouvons citer :

- la répartition des forêts en 3 catégories, régies par des règles différentes : les forêts classées, les forêts protégées et les forêts de production permanentes ;
- le maintien des droits traditionnels des populations locales,
- l'obligation pour l'exploitant forestier de se doter d'un plan d'aménagement permettant d'assurer une exploitation durable de la forêt. Son principal objectif est d'établir et de planifier un prélèvement rendant compatible la viabilité économique de l'entreprise et le renouvellement de la source. Le plan d'aménagement doit être déposé dans les 4 ans qui suivent la signature du contrat. Il est approuvé par l'administration forestière, qui est également chargée du suivi de son exécution,
- la consultation des populations concernées avant toute assignation à la forêt du statut de production ou de conservation,
- l'objectif de parvenir une superficie de forêts classées représentant 15% du territoire national,
- l'obligation pour tous les détenteurs de garanties d'approvisionnement ou de lettre d'intention de déposer une demande de conversion en concession forestière, qui ne sera accordée que si leur gestion respecte les conditions imposées par la loi.

Ce nouveau code forestier a cependant posé quelques problèmes a niveau de son application, notamment en raison du retard avec lequel ont été publiés les textes d'application. L'élaboration du nouveau code forestier a néanmoins été suivie :

- ✓ d'une révision de l'ensemble des concessions attribuées, à l'issue de la quelle 25,5 millions d'hectares de concessions ne respectant pas le contrat selon lequel elles avaient été attribuées et ont été soustraient aux concessionnaires,

-
- ✓ d'un décret interministériel (2003) annonçant l'augmentation progressive de la redevance de superficie annuelle, afin de réduire les zones inutilisées. Actuellement, elle s'élève à 0,5 \$/ha,
 - ✓ d'autres ajustements économiques, en 2004, concernant le système des taxes imposées aux exploitants, jusqu'alors inadapté,
 - ✓ de la publication d'un arrêté fixant les procédures d'élaboration, d'approbation et de mise en œuvre des plans d'aménagement (2006),
 - ✓ de la publication par le ministère de l'environnement de guides opérationnels fournissant les normes et directives pour l'élaboration des plans d'aménagement et l'exploitation des concessions forestières.

I.4. La régénération naturelle des populations d'arbres en forêt tropicale humide

I.4.1. Principaux aspects théoriques

La régénération d'une population d'arbres peut se définir comme l'ensemble des processus démographiques qui assurent le renouvellement des individus, de la graine disséminée lors de la fructification d'un arbre au recrutement d'un nouvel adulte capable de se reproduire. La dynamique d'une population intègre dans le temps la résultante des processus de régénération et peut être décrite par l'évolution de : (1) la distribution de ses effectifs dans des classes populationnelles (généralement des classes d'âge ou de taille) et (2) leur répartition dans l'espace (Jesel, 2005).

ALEXANDRE Y., 1978 définit la régénération naturelle comme une succession d'étape ayant chacune leur contrainte et leur exigence.

A chaque étape démographique, ce sont les conditions locales qui déterminent la fécondité, la survie et la croissance de chaque individu. La taille et l'histoire de vie d'un individu déterminent également sa capacité à répondre activement aux conditions de son environnement local.

I.4.2. Tempéraments des espèces et dynamique forestière

I.4.2.1. Tempérament des espèces

La connaissance des tempéraments des essences commerciales est l'un des facteurs clés pour améliorer la gestion des forêts tropicales.

Pour décrire le tempérament d'une espèce ligneuse, les termes héliophile et sciaphile sont largement utilisés. L'espèce est dès lors qualifiée de « sciaphile » (« strugglers ») ou d'« héliophile » (« gamblers ») selon qu'elle tolère ou non l'ombrage. Elle peut également présenter un tempérament intermédiaire (l'espèce est dite « semi-héliophile » ou encore « hemi-tolérante »).

D'autres classifications dualistes existent telles que celle de WHITMORE (1996) qui utilise l'expression d'espèces pionnières et d'espèces primaires, ou encore celle de BEGON *et al.* (1990) qui parlent de stratégie « r » et « k », ou bien celle de VAN STEENIS (1958) cité par Bourland (2007) qui introduit la notion de « nomade » et de « dryade ». BAZZAZ et PIKKET (1980) *in* OLDEMAN et VAN DIJK (1991), se basant sur Van STEENIS (1958), distinguent les gamblers des strugglers. Les premiers produisent beaucoup de graines ayant besoin de lumière pour survivre et les seconds produisent peu de graines mais celles-ci peuvent croître à l'ombre d'un sous étage. SWAINE et WITHMORE (1988), trouvant qu'il manquait de définitions précises à la terminologie employée, distinguent, sur base des conditions de germination des semences et de croissance des plantules, les espèces pionnières et non pionnières. Les pionnières ne peuvent germer et grandir qu'en pleine lumière, tandis que les non-pionnières germent sous le couvert, rarement en plein soleil, et peuvent survivre sous ombrage (pas très longtemps pour certaines espèces). Pour différencier plus précisément les espèces à l'intérieur des deux groupes, ils reconnaissent quatre sous-groupes suivant la taille des plantules : les nano-, micro-, méso- et méga-phanérophytes.

L'absence de transition nette entre les tempéraments rend la tâche de classification, en un nombre de groupe restreint, très laborieuse. Ce continuum est mieux pris en compte par la classification d'OLDEMAN et VAN DIJK (1991) qui distingue six stratégies sur base notamment des caractéristiques de la couronne et des feuilles.

- **Hard Strugglers** : les graines sont produites en nombre peu important et de manière peu fréquente ; ils tolèrent l'ombre et n'ont pas besoin d'une ouverture du couvert

pour terminer leur cycle ; une exposition trop importante à la lumière leur est létale.

- **Strugglers** : les graines sont produites en nombre peu important et de manière peu fréquente ; ils tolèrent l'ombre mais ont besoin d'une ouverture du couvert pour atteindre la canopée ; une exposition trop importante à la lumière leur est préjudiciable.
- **Gambling Strugglers, struggling gamblers** : les graines sont produites fréquemment et en nombre important ; ces plantules tolèrent l'ombre mais elles ont besoin d'une ouverture du couvert pour se développer. Au stade adulte, les premiers, contrairement aux seconds, ont besoin de peu de lumière.
- **Gamblers, hard gamblers** : les graines sont produites fréquemment et en nombre important ; elles ont toutes deux besoin de beaucoup de lumière pour se développer, bien que les premiers possèdent des feuilles et une couronne adaptées à des phases d'ombre.

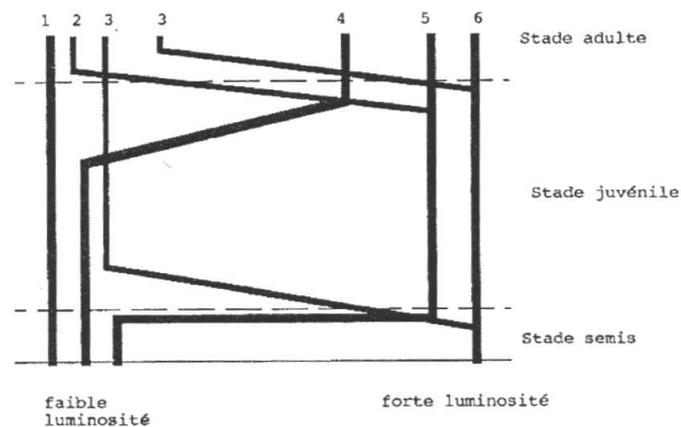


Figure 18. Visualisation des six temperaments : 1. hard strugglers ; 2. gambling strugglers ; 3. gamblers ; 4. strugglers ; 5. struggling gamblers ; 6. hard gamblers. L'épaisseur du trait correspond à la fréquence relative du tempérament (OLDEMAN et VAN DIJK, 1991 in Bourland, 2007).

Dans le même ordre d'idée, DOUCET (2003) illustre l'existence de tempéraments intermédiaires par « des plages de développement » et non plus par des courbes (OLDEMAN et VAN DIJK, 1991), où chaque espèce connaîtrait un développement optimal au sein d'une de ces plages.

Il distingue cinq catégories de tempérament (figure 18) :

- **sciaphiles** : espèces qui vivent en permanence dans le sous-étage ; cette stratégie est encore appelée « hard Strugglers » dans la classification d'OLDEMAN et VAN DIJK (1991) ; ces espèces n'atteignent jamais de grandes dimensions, ils ont par conséquent en forêt mature une structure de population qui a une allure de « **j inversé** » ;
- **sciaphiles modérées** : ces espèces sont capables de grandir dans la pénombre de la forêt, le stade d'attente est la jeune tige qui grandit dans le sous-bois plus ou moins rapidement selon le degré d'ouverture de la canopée ; cette stratégie est encore appelée « Strugglers » dans la classification d'OLDEMAN et VAN DIJK (op. cité). La structure de population en forêt mature s'approche d'une exponentielle décroissante, ces espèces possèdent une densité relative très élevée en tiges de faible diamètre. Peu d'essences commerciales font partie de ce groupe ;
- **semi-héliophiles** : la plantule semble être capable de survivre assez longtemps dans le sous-bois et même y grandir mais ces essences nécessitent une ouverture du couvert à un stade de leur développement. Ce sont des intermédiaires entre les « Strugglers » et les « struggling gamblers » dans la classification d'OLDEMAN et VAN DIJK, les espèces les plus proches des « Strugglers » auraient une meilleure représentation des jeunes tiges en forêt mature. La structure de population en forêt mature a une allure de courbe décroissante plus ou moins étalée, plus ou moins dotée de bosses ;
- **héliophiles modérées** : la jeune plantule, qui correspond au stade d'attente, semble préférer un couvert léger pour s'installer, mais elle requiert rapidement une ouverture du couvert, sinon sa croissance demeure inhibée par le manque de lumière ; OLDEMAN et VAN DIJK (1991) les appellent « struggling gamblers » ; la structure de population en forêt mature a une allure en cloche plus ou moins tronquée sur la gauche ;
- **héliophiles strictes** : deux possibilités existent, soit l'adulte est le seul à pouvoir

assurer le maintien de l'espèce par une fructification lors de l'ouverture d'une trouée, soit la graine fait partie de la banque de graines au sol ; cette dernière est exceptionnelle et concerne uniquement les espèces dont les graines sont de petites dimensions telles que le bilinga *Nauclea diderrichii* et l'iroko *Milicia excelsa* (HALL & SWAINE, 1980) ; ces essences sont caractérisées par l'absence de régénération en forêt mature. Cette stratégie est encore appelée « hard gamblers » dans la classification d'OLDEMAN et VAN DIJK (1991). La structure de population en forêt mature a une allure en « vague » ou en cloche qui semble être la conséquence de vague de colonisation suite à des facteurs anthropiques ou paléo climatiques. L'espacement des pics peut traduire selon les espèces des vitesses de croissance différentes et/ou des exigences en lumière moins fortes.

De nombreuses espèces commerciales sont concernées par une structure et un tempérament de ce type (ALEXANDRE, 1982).

D'autres systèmes de classification se basent sur le lien existant entre le tempérament et les structures de populations. DURRIEU DE MANDRON et FORNI (1997), synthétisant le travail de ROLLET (1974), ont identifié 4 classes.

Cette approche est nuancée quelque peu par FORNI (1997) *in* DOUCET (2003) qui constate une variation de la structure d'une même espèce selon le milieu. Par exemple, en phase de colonisation, les héliophiles ont de nombreuses jeunes tiges. En vieille forêt par contre, elles ne sont représentées que par des tiges de gros diamètre.

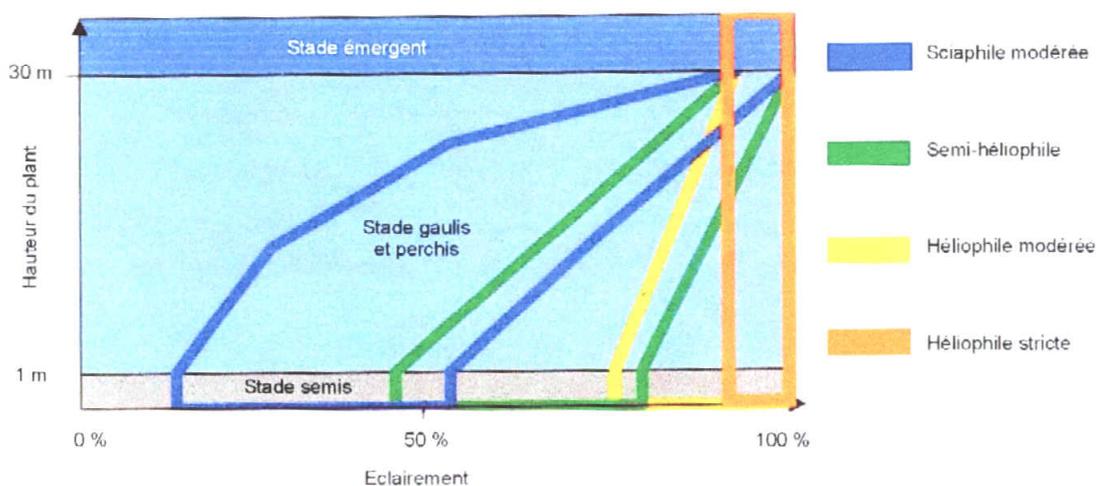


Figure 19 : Limite des plages de développement proposées par DOUCET (2003) pour les espèces commerciales. Aucune valeur de la hauteur n'est proposée pour les stades de gaulis et de perchis.

I.4.2.2. Dynamique forestière

SWAINE & WHITMORE (1988) proposent une classification dichotomique basée sur deux stratégies de développement opposées (selon la terminologie proposée par GITAY & NOBLE en 1997) : la première suppose que la plante (qualifiée de « pionnière ») nécessite une intensité de lumière élevée lors des premiers stades de son développement (germination et installation de la plantule), la seconde pose l'hypothèse que la plante (dite « non-pionnière ») est capable de survivre sous une faible intensité lumineuse tandis que sa croissance en pleine lumière sera incapable de rivaliser avec celle des espèces pionnières. Cette notion est intimement liée à celle de tempérament, les espèces pionnières étant par exemple typiquement héliophiles. Elle est également à mettre en relation avec le type de milieu au sein de la succession végétale : une jachère sera principalement peuplée d'espèces pionnières (ou « colonisatrices ») tandis qu'une forêt mature, en dehors d'éventuelles ouvertures de la canopée (larges trouées, etc.), comportera majoritairement des espèces non-pionnières.

I.4.2.3. Types et modes de dispersion des diaspores

Principalement basée sur des critères morphologiques, une nomenclature a été développée par Dansereau & Lems (1957) in Bourland 2007 permettant de classer les espèces ligneuses suivant le type de diaspore qu'elles produisent. Dans un premier temps, les espèces ont été classées en deux groupes principaux suivant que leurs diaspores sont (autochores) ou non (hétérochores) pourvues d'adaptation à un agent externe de dispersion (Doucet, 2003).

Ce même auteur précité souligne que la détermination du type de diaspores est parfois rendue difficile dans la mesure où certains fruits présentent par exemple « des caractéristiques propres à deux groupes différents ». Cette difficulté est également mise en avant par Watkinson (1978), Chambers & Macmahon (1994) ou plus récemment, Levin et al (2003).

Ils identifient en effet deux phases potentielles dans la dispersion d'un fruit :

-
- ❖ un premier déplacement du fruit/diaspore de la cime ou du tronc (cauliforie) de l'arbre à la surface du sol (« phase I dispersal », quel que soit l'agent disperseur) ;
 - ❖ éventuellement, un déplacement secondaire (« phase II dispersal »).

Doucet (op. cité) établit néanmoins une classification détaillée pour quelques 674 espèces ligneuses rencontrées au Gabon et propose en outre la correspondance entre le type de diaspore et son mode de dispersion principal (tableau 1). Il est intéressant de constater que nombreuses espèces commercialement intéressantes sont caractérisées par un mode de diaspore anémochore, parmi lesquelles *Cylicodiscus gabunensis*, *Entandrophragma angolense*, *Entandrophragma candollei*, *Entandrophragma cylindricum*, *Entandrophragma utile*, *Lovoa trichilioides*, *Mansonia altissima*, *Pericopsis elata*, *Pterocarpus soyauxii*, *Terminalia superba* ou encore *Triplochiton scleroxylon*.

Tableau 1. Définition des types de diaspores rencontrés en forêt tropicale (DANSEREAU & LEMS, 1957, VAN DER PIJL, 1982, MOSANGO & LEJOLY, 1990, DOUCET, 2003).

Type de diaspores	Définition	Mode(s) de dispersion principal (aux)(*)
Espèces autochores		
Barochores	Diaspores caractérisées principalement par leur masse et l'absence d'autres caractéristiques particulières	Autochorie, zoochorie
Sclérochores	Diaspores sans caractère particulier t dont la masse est inférieure à un gramme	Autochorie, zoochorie
Sémachores	Diaspores dispersées lors du balancement au gré du vent de la plante	Autochorie
Auxochores	Diaspores déposées par la plante	Autochorie
Ballochores	Diaspores éjectées par la plante	Autochorie
Espèces hétérochores		
Cyclochores	Diaspores composées d'organes accessoires formant une masse sphérique volumineuse	Anémochorie
Saccochores	Diaspores dans une enveloppe lâche	Anémochorie, zoochorie
Ptérochores	Diaspores avec des appendices ailés	Anémochorie
Pogonochores	Diaspores avec des appendices plumeux, soyeux ou des aigrettes	Anémochorie
Ascochores	Diaspores de faible dimension	Anémochorie
Sporochores	Diaspores minuscules	Anémochorie
Ixochores	Diaspores glanduleuses, visqueuses	Zoochorie
Acanthocores	Diaspores épineuses, avec des crochets ou poilues	Zoochorie
Sarcochores	Diaspores avec une enveloppe tendre et charnue	Zoochorie
Pléochores	Diaspores munies de dispositifs de flottaison	Hydrochorie

(*) Vecteur de dispersion

- **Anémochorie** : vent (distance maximale de dispersion de quelques centaines de m pour des diaspores petites, légères et pourvues d'appendices, contre quelques dizaines de m dans le cas de « planeurs lourds » ;
- **Autochorie** : la plante elle-même (distance maximale de dispersion de quelques m) ;
- **Zoochorie** : animaux (de quelque m à plusieurs Km) ;
- **Hydrochorie** : eau (de quelques m à plusieurs centaines de m suivant force du courant, le degré de flottabilité de la diaspore, la quantité d'obstacles, ect.)

**CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET
METHODES**

Pour qu'une gestion forestière puisse être qualifiée durable, elle doit être fondée sur des solides connaissances écologiques. Ces acquis doivent être régulièrement mis à jour vérifiés et utilisés lorsque sont prises des décisions définissant les pratiques liées à l'exploitation forestière. Ainsi la présence de placettes permanentes, leur survie, leur documentation, et la prise en compte des connaissances qui en sont issues ont été intégrés parmi les indicateurs OAB-OIBT de la gestion durable des forêts tropicales (OAB-OIBT, 2003) ainsi que parmi la liste des PCI à satisfaire pour l'obtention du certificat FSC. Les placettes permanentes sont un moyen efficace d'acquérir des connaissances concernant la dynamique du peuplement, l'écologie des essences et les effets de l'exploitation et des traitements sylvicoles.

L'objectif de ces placettes permanentes est de connaître l'évolution globale de l'écosystème forestier et d'appréhender la dynamique des essences importantes du point de vue commercial ou écologique, au moyen de mesures successives effectuées à intervalles réguliers.

Chaque bloc dans la forêt naturelle aménagée de Yangambi s'étend sur 25 ha, exception faite pour les blocs E, I, J et K dont chacun d'autres eux contient moins de 25 ha.

Nous avons opté d'inventorier tous les arbres de plus de 10 cm de diamètre, toutes essences confondues sont inventoriés sur 2 ha dont un ha dans le bloc A et le deuxième ha dans le bloc J. Pour chaque arbre inventorié, les paramètres relevés sont : le nom de l'essence, la circonférence, mesurée selon les conventions habituelles appliquées en inventaire d'aménagement, au millimètre près.

II.1. Choix du site d'étude

La forêt naturelle aménagée de Yangambi a servi de cadre pour cette étude. Le dispositif de la régénération à été installé dans cette forêt pour plusieurs raisons : présence de formations végétales diversifiées, peu d'études réalisées dans cette forêt et qui date depuis 1978 (accroissement diamétrique), présence d'un grand peuplement de *Percicopsis elata* qui se trouve dans la réserve forestière de Loweo qui font la fierté de la station de l'INERA de Yangambi.

Cette forêt naturelle aménagée occupe une position stratégique dans la mesure où elle marque la limite entre l'avancée de défrisement depuis la cité de Yangambi et le massif forestier. Elle présente également un intérêt scientifique majeur pour l'INERA car de nombreuses expérimentations ou d'étude de fin d'études ont été réalisés depuis plus de 30 ans. Cette forêt se situe à une distance d'environ 100 Km de Kisangani, au N-NW, à quelque 8 Km de la Faculté des Sciences Agronomiques. Son altitude se rapproche de 500 m au-dessus de niveau de la mer. Ses coordonnées géographiques sont voisines de celles de la région de Yangambi.

Cette forêt fait partie de la réserve forestière du groupe forestier de l'INERA.

En nous référant aux principaux bassins hydrographiques, nous situons la forêt d'aménagement dans le bassin de la rivière et de la rivière Baombo.

Le terrain couvre 247 ha et se trouve à environ 30 m à l'Ouest de la route qui mène au Km 5.

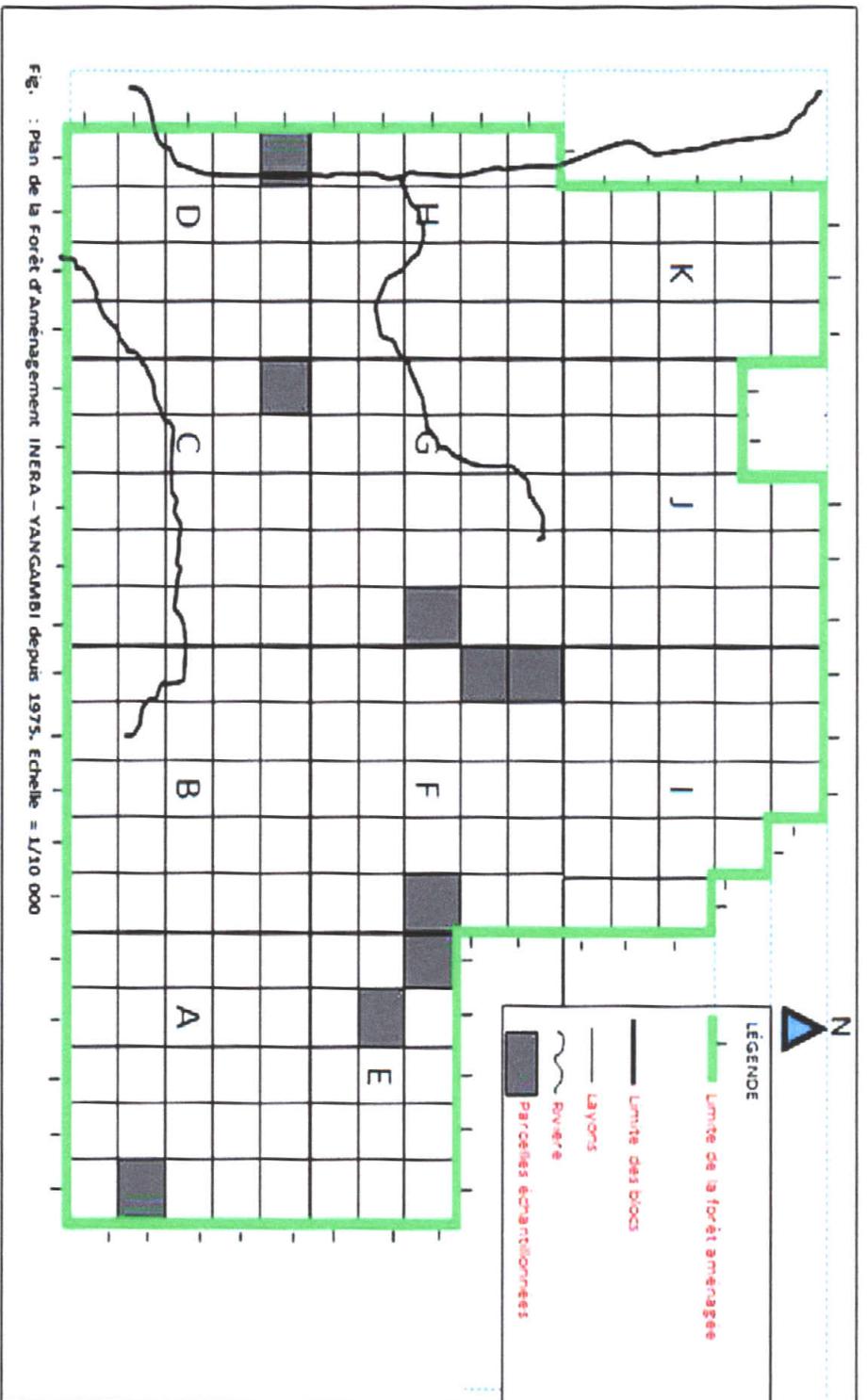


Fig. : Plan de la forêt d'Aménagement INERA - YANGAMBI depuis 1975. Echelle = 1/10 000

II.2. Dispositif de suivi de la régénération

D'une manière générale, différents types et des modèles des relevés de régénération sont pratiqués actuellement en forêt tropicale, selon la problématique étudiée et en fonction des moyens et de temps disponible.

Pour Vooren cité par Batshielili (2008), il n'existe peu ou pas de prescriptions précises pour le choix de dispositif.

II.2.1. Principe méthodologique

a. Définition des agrégats

Dans le cas de notre étude, l'essence choisie est décrite comme étant grégaires. Ce caractère grégaire est confirmé par l'inventaire des pieds d'*Afromosia* qui avait été réalisé dans la dite forêt. Nous avons donc choisi de raisonner en prenant l'agrégat comme unité de base de notre dispositif. L'*Afromosia* semble avoir une distribution agrégée. Jesel, (2005) dans son étude sur l'écologie et la dynamique de la régénération de *Dicorynia guianensis* (Caesalpiniaceae) dans une forêt de Guyanaise définit l'agrégat comme étant « l'ensemble des individus présents dans l'aire partagée de dispersion des graines d'un groupe d'arbres reproducteurs pouvant être isolés spatialement. Les agrégats ont été caractérisés par leur surface, la densité de semenciers et la structure diamétrique de l'essence étudiée.

Des nombreuses observations faites sur le terrain, la dispersion des graines et les données d'inventaires nous ont permis d'opter par prudence de considérer la distance de dissémination comprise entre 50 à 100 mètres. Les travaux de Thèse en cours, menés par Faustin BOYEMBA sur l'écologie de l'*Afromosia* dans les forêts de la région de Kisangani nous confirmeront ou infirmeront cette hypothèse. Les critères que nous utilisons pour délimiter les agrégats sont les suivants : sont considérés comme reproducteurs tous les arbres ayant atteint 60 cm de diamètre ; un agrégat est formé par un groupe d'arbres reproducteurs proches dont chacun se trouve à moins de 50 à 100 m d'au moins de deux reproducteurs du groupe ; la surface de l'agrégat correspond à celle de l'enveloppe convexe définie par la position des individus les plus excentrés (Batshielili, 2008 ; Doucet, 2003).

Encadré n°1 Définitions et nomenclatures utilisées

Régénération : ensemble des individus de DHP inférieur à 10 cm ou n'atteignant pas 1,30 m de hauteur.

Semis : Individu de moins de 1 cm de DHP ou n'atteignant pas 1,30 cm de hauteur.

Régénération acquise (R.A) : ensemble des individus de DHP compris entre 1 et 10 cm.

Semencier potentiel ou reproducteur : individu de DHP supérieur ou égal à 60 cm.

Agrégat : ensemble des individus d'une espèce présents dans l'aire partagée de dispersion des graines d'un groupe d'arbres reproducteurs pouvant être isolés spatialement.

b. Méthodologie d'installation des placettes de régénération

L'objectif du dispositif est de suivre l'intégralité de la régénération depuis le semis qui vient de germer jusqu'à l'arbre de 10 cm de diamètre. Il a donc été décidé d'utiliser des placettes permanentes de petites tailles, afin d'alléger son coût ; l'aspect permanent du dispositif s'avère indispensable pour remplir les objectifs fixés. Un suivi régulier de petites tailles a donc été préféré à un comptage ponctuel sur des grandes surfaces. Cela affectera l'erreur statistique relative de l'estimation de la quantité de régénération. Cependant, le but essentiel de l'étude ne consiste pas à l'estimation d'un stock (une étude ponctuelle aurait été préférée dans ce cas), mais en la compréhension d'une dynamique, ce qui se fera par le suivi individuel des tiges de régénération dans des placeaux permanents. Des placettes carrées de 10 mètres de côté (soit d'une surface de 100 m²) ont donc été systématiquement installées.

Pour prendre en compte les autres facteurs écologiques, d'autres placettes en dehors des agrégats, mais à des distances variables (0m, 20m ou 40m) des semenciers, ont été installés dans le but d'estimer la distance de dissémination des fruits de deux essences.

Un nombre variable de placettes a alors été installé et reparti de façon uniforme dans chaque agrégat, selon un échantillonnage systématique. Après la mise en place des premiers placeaux, nous avons pu constater qu'il était irréalisable d'installer un nombre de placeaux suffisant

dans chaque agrégat pour que l'échantillonnage soit représentatif de l'agrégat en terme de quantité de régénération, du fait de la forte variabilité de la quantité de régénération.

Vu cette variabilité, nous nous sommes jugé bon d'installer un maximum de 30 à 50 placettes par agrégat. Le nombre de placettes mis en place dans chaque agrégat a alors été fixé arbitrairement, selon sa superficie, de façon à ne pas alourdir excessivement le dispositif.

D'une manière générale, les placettes ont été orientées sur le terrain suivant les directions Nord-Sud et Est-Ouest. Le coin Sud Ouest de chaque placette a été matérialisé par un jalon en bois peint en bleu de 1,5 m de hauteur.

Les numéros de l'agrégat et des placettes ont été systématiquement portés sur l'arbre le plus proche du coin sud-ouest.

c. Acquisition des données

✓ Semis et régénération

Nous avons groupé sous le terme de « semis » toutes les tiges d'Afrommosia de diamètre inférieur à 1 cm et dont la hauteur peut atteindre plus de 300 cm.

Les semis de l'Afrommosia ont été simplement dénombrés sur l'ensemble des placettes, et répartis dans 4 classes de hauteur (mesurée au niveau du bourgeon terminal au moyen d'un mètre à mesurer) :

- Classe 1 (S1) : hauteur comprise entre 0 à 50 cm
- Classe 2 (S2) : hauteur comprise entre 50 à 150 cm
- Classe 3 (S3) : hauteur comprise entre 150 à 300 cm
- Classe 4 (S4) : hauteur supérieure à 300 cm (et diamètre inférieure à 1 m)

La régénération acquise que nous avons nommée « classe 5 » concernait toutes les tiges de diamètre compris entre 1 et 10 cm à une hauteur de 130 cm du sol.

La liste des facteurs du milieu à relever a été établie en fonction de leur influence potentielle sur la régénération. Ont ainsi été identifiés :

- La lumière qui semble être le facteur ayant le plus fort impact sur la dynamique de la régénération (Alaisahnbon Bongioh & Mama, 1998, Dupuy, 1998, Toebosch, 2005)

-
- La surface terrière, car elle reflète la densité du peuplement, liée à la quantité de lumière parvenant au sous étage.



Figure 20 et 21. De gauche à droite, les semis de 0 à 50 cm (S_1) et 50 à 150 cm (S_2)



Figure 22 et 23. De gauche à droite, le peuplement de régénération acquise d'Afromosia et Samuël₂ BEGAA entrain d'inventorier les semis d'Afromosia

✓ L'estimation du couvert

La lumière étant un facteur primordial pour la dynamique de la régénération, il est important de relever un indice pertinent reflétant les conditions d'éclaircement du milieu.

La régénération, est subordonnée aux conditions d'éclaircement. Les mesures d'un tel paramètre posent toujours un certain nombre de problèmes, car des mesures précises et objectives comme les photographies hémisphériques ont un coût

particulièrement élevé. De plus, toute mesure incluant une estimation du pourcentage de couverture de la canopée dépend de l'observateur (Vales & Bunell, 1985). Il a donc été décidé d'utiliser la méthode de des points quadrants, utilisée entre autre par Doucet qui a étudié l'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon, l'évaluation du degré d'ouverture du couvert a été faite aux quatre coins du placeaux et au centre de celui-ci (Doucet, 2003).

La méthode des points quadrants consiste à noter la présence ou l'absence de couvert en un point, pour différentes classes de hauteur en estimant l'ouverture forestière.

Les mesures selon cette méthode présentent donc l'avantage d'être simples, rapides et objectives.

L'objectif était de rechercher les corrélations possibles entre la régénération des semis et régénération acquise ainsi que la qualité d'éclaircissement. La prise d'indices d'éclaircissement a été calibrée sur la classification établie suivante :

« 1 » : ouverture de la couverture végétale,

« 0 » : fermeture de la couverture forestière

Les strates considérées sont les suivantes :

- Strate 1 : de 0 à 2 m,
- Strate 2 : de 2 à 10 m,
- Strate 3 : de 10 à 20 m,
- Strate 4 : plus de 20 m.

Dans les placettes de régénération, l'importance de la couverture exercée par les plantes herbacées est estimée par l'attribution d'un coefficient reflétant le taux de couverture de la placette considérée (Doucet 2005).

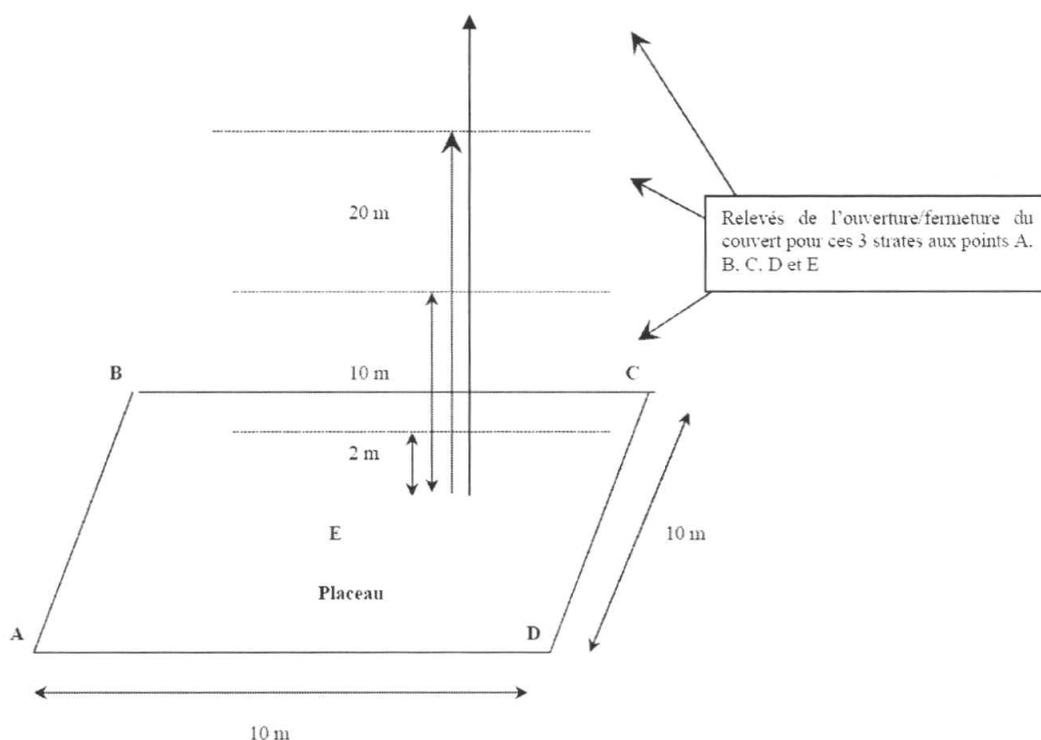


Figure 24. Dispositif de relevé de couverture forestière

Les relevés de surfaces terrières ont été faites par la mesure de circonférence des arbres ayant un dhp supérieur à 30 cm à l'aide d'un ruban métrique depuis le centre du placeau.

✓ Traces de traitement sylvicole

La présence des traces de traitement ont été codifiée comme suit :

0 = aucun traitement ; 1 = présence de traitement

II.2.2.Saisie et traitement des données

Deux types de données ont été récoltés pour la régénération dans nos agrégats : les données relatives aux points GPS ont été relevées pour chaque agrégat et pour chaque placeau. Elles ont été saisies sur Arcview, tandis que celles relatives aux nombres de semis, à l'ouverture du couvert, à la surface terrière, à la topographie ou encore à la présence ou absence de traitement sylvicole ont été saisies sous Excel.

Plusieurs variables quantitatives ont été discrétisées en variables qualitatives pour une meilleure manipulation dans les analyses et traitement de données.

➤ Indice d'ouverture du couvert végétal

L'indice de l'ouverture du couvert a été calculé à partir de la somme des relevés de l'ouverture de 4 strates en cinq (5) points a été discrétisée en trois classes :

« LO » : légèrement ouverte si la somme de l'indice obtenu par placeau est comprise entre 0 et 5,

« O » : ouverte si la somme de l'indice d'ouverture est comprise entre 6 et 10,

« TO » : Très ouvertes si cet indice est compris entre 11 et 15.

➤ La quantité de régénération (nombre de semis et de régénération acquise)

La quantité de régénération (nombre de semis et de régénération acquise) obtenue par placeau a été discrétisée en quatre classes suivantes :

« N » : Nul si aucune quantité de régénération n'a été comptée dans le placeau individus,

« M » : Moyen si la quantité de régénération comptée est comprise entre 1 et 5 individus,

« F » : Forte si la quantité de régénération recensée est comprise entre 6 et 10 individus,

« TF » : Très forte si la quantité de régénération recensée est comprise entre 11 et 29 individus

« Exc » : Excellente, pour une quantité de régénération inférieure ou égale à 30 individus.

Cependant, les premiers résultats obtenus dans les traitements statistiques nous ont contraints à discrétiser à nouveau en Présence (P) et Absence (A) les quantités de régénération pour mieux effectuer les Analyses Factorielles des Correspondances (AFC).

II.2.3. Méthodes d'analyse des données

Les données ainsi traitées nous ont permis d'établir des graphiques de la quantité de régénération obtenue par essence en fonction de la zone. De plus, la quantité de plantules est corrélée avec diverses données comme le couvert végétal, ou encore les traces de traitement sylvicole. Des traitements bi variés, pour déceler d'éventuelles corrélations entre variables, ont été effectuées.

Ainsi des ACM (Analyses des Correspondances multiples) ont été réalisés afin de rechercher les corrélations entre les variables qualitatives. La quantité de régénération a été utilisée sous forme discrétisée en tant que variable supplémentaire, car c'est la variable que l'on souhaite

expliquer par les facteurs du milieu (Falissar 2005, Lebart & al.2004 in Algoët, 2008). Elle n'est pas prise en compte dans le calcul des axes factoriels, mais est tout de même représentée graphiquement sur les plans factoriels, ce qui permet l'interprétation graphique des résultats.

Dans le but de détecter les différences significatives de densité et de structure de la régénération au sein des agrégats, des tests du Khi^2 et des AFC ont été effectués sur les tableaux de contingence croisant les variables « agrégat », « différentes classes de hauteur de semis » et « classes de quantité de régénération ».

II.3. Richesse floristique

II.3.1 Les indices de caractérisation du peuplement et de la diversité

L'analyse des données a été réalisée en considérant les indices suivants (REISTMA, 1988 ; LEJOLY, 1993).

La densité relative (Dr)

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

La Dominance relative (Dor)

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

La diversité relative (Dir)

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

L'importance relative (IMR)

L'importance relative d'une famille est définie comme la somme de sa densité, de sa dominance et de sa diversité relatives. Elle peut varier de 0 à 300.

Le coefficient de similarité de Sorensen (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.

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

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.3.2. Indices de diversités

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

La richesse spécifique n'est pas le seul paramètre d'analyse de la biodiversité. Il existe deux autres indices utilisés (non liés aux modèles de distribution) dont ceux de Simpson (*IS*) et de Shannon (*H*). Ils permettent de tenir compte du fait qu'à densité et richesse spécifiques égales, deux peuplements peuvent présenter des structures très différentes, les espèces ayant des abondances inégales ()

$$IS = \frac{1}{\sum_{i=1}^S P_i^2} \qquad H = -\sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

Avec $P_i = n_i/N$, c'est-à-dire la densité relative de l'espèce *i* dans l'échantillon, N_i = nombre d'individus de l'espèce *i*, N = nombre total 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 (*Multivariate Statical 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 espèces *i*, de termes basés sur l'abondance relative de chaque espèce (*f_i*) au sein de la communauté dont on calcul l'indice de diversité (SENTERRE, op. cite). L'indice de Simpson varie de 1 à 0 et celui de Shannon varie de 0 (une seule espèce) à $\log_2 S$ (toutes les espèces ont la même abondance).

La diversité fournie par l'Indice de Shannon-Weiner 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) et à 1 (lorsque toutes les espèces ont la même abondance). (Doucet, 2003 ; FRONTIER & PICHOD-VIALE, 1993 in SENTERRE op.cite), ce qui correspond à l'indice d'équitabilité ($E = H/\log_2 S$).

L'équitabilité prend en compte la diversité théorique maximale, soit l'équirépartition des effectifs entre les S espèces présentes. Suivant l'indice de diversité utilisé, elle est égale à $E = D / S$ ou à $J = H / \ln S$, où E varie de 0 à 1. Elle tend vers 0 lorsque la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce et est égale à 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance.

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 ($= \alpha$). Cet indice est 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 Fisher, N = Nombre total d'individu et S = Nombre total d'espèces.

II.3.3. Les paramètres statistiques

La nature des données recueillies a suscité principalement le recours à la statistique descriptive. La variabilité des résultats a été rendue à l'aide du coefficient de variation (V), exprimé en %. Il correspond au rapport entre l'écart-type et la moyenne multiplié par 100.

CHAPITRE QUATRIEME : DISCUSSIONS ET
PERSPECTIVES

A. DISCUSSIONS

Les différents résultats obtenus dans ce travail permettent de mieux appréhender la structure floristique et la régénération naturelle de *Pericopsis elata* dans la forêt naturelle aménagée de Yangambi.

IV.1. Composition floristique

Les familles les mieux représentées dans l'inventaire des essences confondues à dbh supérieure ou égale à 10 cm, tant du point de vue densité que du point de vue diversité, sont les *Fabaceae* et les *Meliaceae*. Cela s'explique par le nombre élevé d'espèces pionnières que comptent ces deux groupes. La densité élevée en *Fabaceae* s'explique par la présence des espèces *Pericopsis elata*, *Scorodophleous zenkeri* et *Cynometra hankei* qui avaient subis le traitement sylvicole en 1975 dans cette forêt.

Cobut (2005), dans son étude de la régénération naturelle dans les chablis d'exploitation en forêt dense humide Gabonaise trouvant les trois familles si dessous comme des familles ayant une densité relative plus faible dans l'inventaire de régénération, il s'agit de : *Caesalpinaceae*, *Burseraceae* et *Olacaceae*, qui étaient très présentes dans les forêts du centre du Gabon. Selon DOUCET (2003), la dominance de ces trois familles se révèle être un bon indicateur du degré d'ancienneté des forêts.

ALEXANDRE (1977) stipule que dans le cas particulier d'un sol dont l'horizon a été entièrement décapé et qui ne contient initialement aucune graine, le groupe des essences héliophiles de grande taille peut dominer de façon continue dès le début de la recolonisation. Pour notre cas, cela s'explique par le traitement sylvicole qu'avait subit la forêt et que les éclaircies pouvaient faciliter les essences héliophiles de grande taille à se développer vite pour être dominant.

Les études des classes de hauteur montrent que les héliophiles peu longévives, dont les graines forment la banque de graines du sol, semblent ne pas subir la même problématique de la régénération en forêt mature que les héliophiles de grandes tailles. En effet, par leur potentiel séminal édaphique permettant un démarrage rapide, ces espèces peuvent profiter de l'ouverture du couvert végétal (Cobut, 2005).

Les faibles densités observées pour les *Drypetes leonensis*, *Antiaris welwitschi* et *Cleistanthus mildbraedii* sont probablement liées à une moindre présence dans la banque de graine du sol.

Alexandre et Tehe (1983) affirment que la nature des peuplements qui se forment après le passage des forestiers n'est pas propice à la croissance des grands arbres héliophiles et que l'exploitation (le traitement sylvicole) ne perturbe pas assez le milieu pour qu'il puisse s'en suivre une véritable régénération des essences précieuses.

4.2. Indice de diversité

Sur l'analyse floristique globale, la présence sur la liste floristique de nos inventaires des principales espèces arborescentes caractéristiques des forêts semi sempervirentes (Evrard, in Boyemba, 2006), 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 Fabaceae, son abondance, sa dominance et sa richesse totale, bref l'importance relative de la famille ainsi que le classement de *Scorodophleous zenkeri* parmi les espèces relativement importantes étudiées, laissent déjà entrevoir des possibilités de traitement de la forêt.

Quant à ce qui concerne les importances relatives des espèces, il y a *Pericopsis elata* et *Scorodophleous zenkeri* qui ont respectivement les importances relatives élevées et qu'elles laissent présager la possibilité de constituer et de favoriser l'extension confirmant l'hétérogénéité de cette forêt proche de la forêt mature.

Tous les indices de diversité calculés révèlent une valeur assez élevée ($H= 3,25$ pour R_1 et $3,65$ pour R_2 ; $Is=0,96$ pour R_1 et $0,96$ pour R_2 avec $Fa=67$). Au regard des indices obtenus, la formation végétale de terre ferme étudiée dans les deux hectares des agrégats de *Pericopsis elata* apparaît peu diversifié.

Nos données corroborent avec celles de Boyemba, 2005 quant à ce qui concerne les valeurs obtenues pour l'indice de Supson et que celles de Shannon weinner étaient supérieures à notre résultat.

4.3. Présentation générale des données de régénération

4.3.1. Une importante variable de la régénération selon les conditions du milieu

A l'issue des travaux réalisés sur le terrain pendant quatre (4) mois dans le dispositif de Boyemba à Yangambi, il nous est important de comparer nos données obtenues par rapport aux données antérieures des autres études réalisées sur l'Afrommosia et les autres essences héliophiles telles que *Milletia laurentii*.

Le caractère de grégarisme de *Pericopsis elata* semble être confirmé lors de nos observations sur le terrain, ses données corroborent avec celles obtenues par Batshielili (2008) qui avait aussi travaillé sur la dite essence dans la concession de la réserve forestière de la Yoko.

Pour ce qui concerne le nombre de semis et de régénération acquise par hectare, nos données diffèrent avec celles de Batshielili (op cité), car la présente étude montre un nombre de 99 semis par hectare contre 16 semis de l'étude précédente précitée et 5 tiges de régénération acquise contre zéro tige par hectare.

Ce nombre s'explique du fait que de la méthodologie employée, basée sur un échantillonnage systématique et sur des placettes de faible superficie. Il semble donc qu'il n'existe pas de déficit particulier de la régénération d'Afrommosia.

En restant sur les définitions des semis et de la régénération acquise, nous comprenons que ses définitions diffèrent largement d'un auteur à un autre. Et en plus, il sera difficile de comparer nos résultats obtenus avec ceux des autres études du fait que nous n'avons travaillé que sur une seule espèce et que les autres ont travaillé sur un ensemble de groupe d'espèces, ce qui ne nous permet pas de mieux connaître des densités de régénération par espèce et de les comparer avec celles obtenues.

Algoët, (2008) travaillant sur la phénologie et la régénération de Wenge trouve une densité de 15 tiges de semis et 31 tiges de régénération acquise par hectare dont il conclut que c'est une faible densité.

Cette différence de nombre des semis peut être expliquée du fait que notre étude avait eu lieu dans une forêt naturelle qui n'a pas encore subie de l'exploitation forestière et surtout que cette dernière avait subie de traitement sylvicole tel que l'éclaircie, cela peut avoir de l'influence sur le nombre de semis et de régénération acquise dans le milieu.

Cela peut aussi avoir d'autres raisons telles que l'Afromosia est une essence qui est classée dans le groupe des essences héliophiles strict et qu'à ce sujet, Doucet (2003) mentionne que ce groupe est caractérisé par une absence de régénération en forêt mature, et que la structure diamétrique en cloche des essences de ce groupe n'est pas favorable à la prolifération d'une régénération abondante dans cette forêt.

Par contre, les autres chercheurs tel que Boyemba, (2006) estime que les espèces à graine Ptérochores à l'exemple de *Pericopsis elata* est plutôt capable de se régénérer dans les milieux où il y a une ouverture totale que dans les milieux fermés. Ces observations peuvent en même temps être liées à la période selon la quelle nous avons réalisé cette étude.

Au terme de nos inventaires des semis et de régénération acquise, l'impact de traitement sylvicole (1975) semble avoir un impact positif sur la régénération de cette espèce surtout pour la régénération acquise.

A ce stade, il ne nous est pas encore permis de donner une conclusion définitive sur les données obtenues, mais néanmoins, sa donne une idée sur le nombre des semis et des régénérations acquises qu'on peut trouver dans un hectare.

L'absence quasi-totale des classes de hauteur de S_3 et S_4 s'explique d'abord par la loi de la forêt qui est l'élimination naturelle et ensuite par des causes qui ne sont pas inhérentes à la méthode elle-même. Mais aussi qui dépendent des soins du sylviculteur. Une autre cause qui pourrait aussi réduire les chances de la régénération est la mauvaise répartition des arbres semenciers d'Afromosia. Si cette répartition est mauvaise (cas de la forêt naturelle aménagée de Yangambi où les semenciers d'Afromosia ne sont concentrés que dans quelques blocs), certaines superficie ne peuvent pas être régénérées pas les semenciers. Si l'on veut couvrir toute la forêt, il faudra compléter cet enrichissement naturel par un enrichissement artificiel.

4.3.2. Comparaison de densité moyenne de différentes classes de régénération

Le taux très prononcé des semis de la première classe (0 à 50 cm) par rapport aux autres classes se justifie par la période selon la quelle nous avons réalisé cette étude qui était tous juste après la germination des graines et que les semis restent viables dans des proportions non moins négligeable.

La première conclusion est que le taux des semis de la première classe dans les parcelles qui avaient subies des traitements sylvicoles est supérieur à celles qui n'avaient pas subies un traitement sylvicole. Le deuxième résultat visible est le fort taux de cette première classe comparé à toutes les autres classes de hauteur de semis et régénération acquise dans tous les blocs. Néanmoins, soulignons la présence négligeable des semis de la deuxième classe (50 à 150cm) et l'absence des semis de la classe 3 et 4 (150 à 300 cm et >300cm). Cela peut se justifier du fait que la canopée dans le milieu n' a pas permis une bonne régénération de ses semis.

La figure ci-dessous nous illustre la comparaison de quantité moyenne de différentes classes de régénération en fonction de la densité.

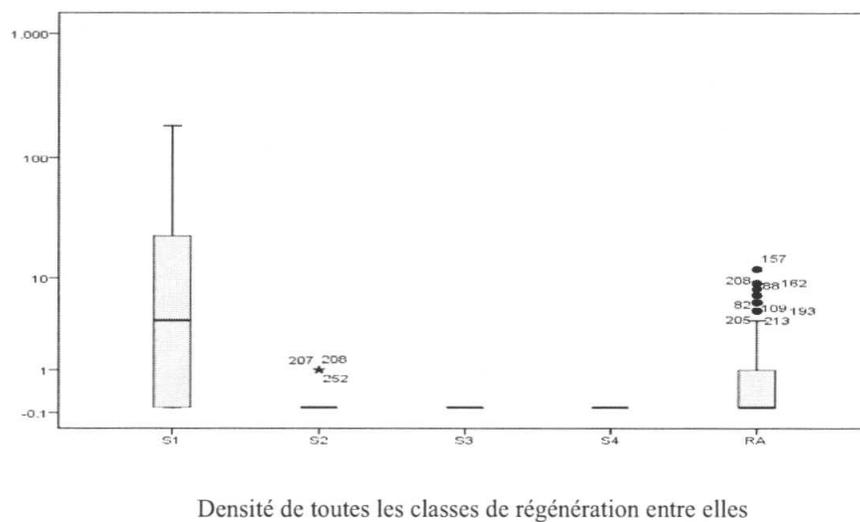


Figure 35. Comparaison de la densité moyenne de régénération entre elles en fonction de la densité

Il ressort de cette figure que la première classe S_1 (0 à 50 cm) représente un taux élevé de la densité moyenne des semis suivi de la classe de régénération acquise et que la classe S_2 présente un faible taux de la densité des semis.

Signalons l'absence quasi-totale de densité de régénération des classes S_3 et S_4 lors de cet inventaire, cela se justifie du fait que les semis atteignant 1,50 cm de hauteur ne se retrouvaient plus avec la circonférence comprise entre 1 et 10 cm, donc ils étaient déjà en dehors du seuil de notre classe d'étude.

Une première constatation, qui va dans le sens de résultat précédent, est la plus forte concentration des plantules dans les agrégats qui étaient installés dans le bloc qui avait subi le traitement sylvicole.

Un deuxième constat est le faible pourcentage observé dans les blocs qui n'avaient pas subi le traitement sylvicole. Nous pouvons donc conclure que les milieux qui avaient subis le traitement sylvicole sont plus favorables à la survie ou la régénération des plantules à presque toutes les classes du développement considéré.

En comparant nos données avec celles de Batshielili (2008), nous trouvons une différence très prononcée quant à ce qui concerne les classes de hauteur de régénération, l'étude actuelle avait inventoriée un nombre important des tiges de régénération acquise qui est de 5 tiges par hectare et que l'auteur précité n'avait trouvé aucune tige de la régénération acquise. L'absence quasi-totale des classes S_3 et S_4 est à signaler dans toutes les deux études. Ce qui confirme le travail de Twun (1963) qui dit que dans les forêts congolaises où les grands *Afromosia* sont abondant, les graines germent en grand nombre sous les grands arbres ou à proximité, mais qu'il est difficile si pas impossible de trouver les jeunes *Afromosia* dans la forêt de la RDC ayant une hauteur supérieure à 1 m de long. Les jeunes plants ne survivent pas, ce qui pose la question de la survie à long terme de la population.

Mais néanmoins, Algoët (2008) avait trouvé dans son étude sur la régénération et phénologie de Wenge toutes les classes de hauteur confondue de régénération, avec la prédominance de la première classe. C'est à ce niveau que nos données se corroborent avec celle de l'auteur précité.

Lorsque nous discrétisons les données de semis de la première classe S_1 en fonction des agrégats au test de Kruskal Wallis, nous constatons une différence très significative entre l'agrégat 1 et tous les autres.

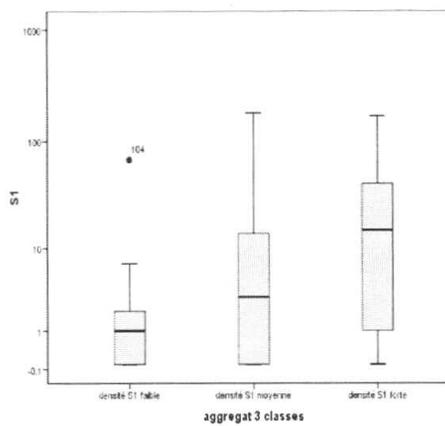
Tableau 5. Tableau comparatif de S_1 en fonction des agrégats et de Mean Rank

	Agrégat	N	Mean Rank
S_1	1	9	48.11
	2	41	155.27
	3	30	182.05
	4	33	98.21
	5	55	146.40
	6	50	169.19
	7	41	189.30
	8	41	131.11

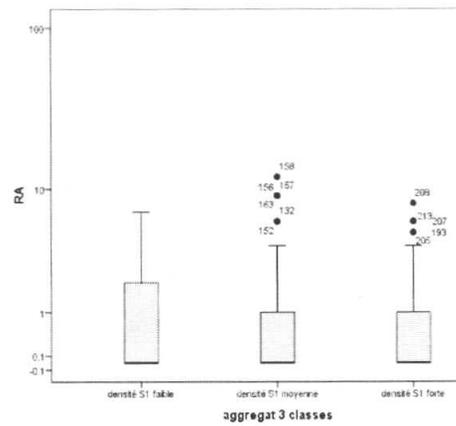
Ceci met en évidence des différences notables sur la distribution de la première classe de hauteur (S_1) de différentes régénérations en fonction des agrégats.

Les figures ci-dessous montrent la relation de la densité entre les agrégats qui présente une forte, moyenne et faible concentration de densité en fonction de la première classe S_1 et la régénération acquise (RA).

Nous signalons ici que nous avons discrétiser les agrégats de la manière que voici : ceux à forte densité 3, 6 et 7 ; densité moyenne 2,5 et 8 (placettes installées hors agrégat) et densité faible (1 et 4).



Relation des agrégats avec S₁ en fonction de densité



Relation des agrégats avec RA en fonction de densité

Figure 36. Relation des agrégats avec S₁ et RA en fonction de densité

La lecture de ses différentes figures nous laisse voir quant à ce qui concerne la première classe S₁ que le nombre des semis se trouve en concentration dans les agrégats qui ont une forte densité et que pour RA, c'est au niveau des agrégats qui ont de faible densité qu'il y a le nombre élevé de ces dernières. C'est qui se justifie par les observations faites sur le terrain selon les quelles, dans les endroits que nous avons trouvé un bon nombre de semis de S₁, il y avait moins de tige de régénération acquise.

Lorsque nous appliquons le test de Kruskal Wallis nous constatons qu'il existe une différence significative lorsqu'on regroupe les agrégats en trois catégories en fonction de première classe S₁ et qu'il n'existe pas une différence significative entre toutes les densités confondues quant à ce qui concerne la régénération acquise.

Cela se fait voir lorsqu'on applique le test de Chi carré dont pour la première classe S₁, il est égal à 39,9 et RA égal à 1,4. Ce qui justifie cette différence très significative.

Le tableau ci-dessous nous illustre le cas.

Tableau 6. Tableau comparatif de S1 et RA en fonction des densités au niveau des agrégats

	agrégat 3 classes	N	Mean Rank
S1	densité S1 faible	42	87.48
	densité S1 moyenne	137	144.48
	densité S1 forte	121	179.19
	Total	300	
RA	densité S1 faible	42	158.43
	densité S1 moyenne	137	145.28
	densité S1 forte	121	153.66

Lorsque nous appliquons le test de Kolmogorov Smirnov Z des différents agrégats en fonction de deux classes de régénération dont S₁ et régénération acquise, nous constatons qu'il y a une différence significative entre les deux classes au niveau des agrégats 2 et 7 ; et que pour les agrégats restant, la différence est très significative.

Le tableau ci-dessous illustre les cas précités.

Tableau 7. Tableau comparatif de test de Kolmogorov Smirnov Z en fonction des agrégats et les classes de régénération S₁ et RA

Agrégats	S1	RA
1	1,56	0
2	2,04	3,18
3	1,49	2,46
4	2,27	1,66
5	2,15	1,59
6	1,67	2,55
7	0,76	1,67
Ext	1,63	3,35

Les résultats obtenus en discrétisant de nouveau les agrégats, les différentes classes de hauteur de régénération sont consignés dans les figures ci-dessous. Ils traduisent une AFC et ACP effectué en croisant les agrégats, les différentes classes de hauteur de régénération et les classes de quantité de régénération.

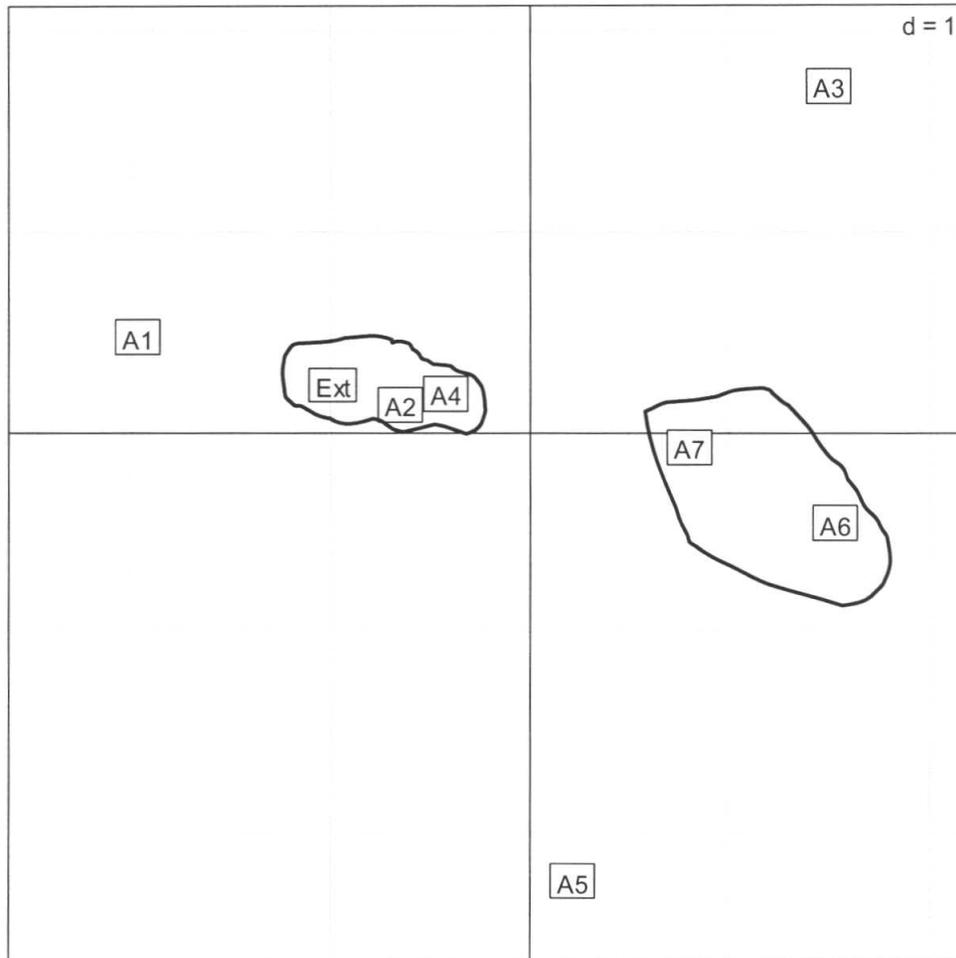


Figure 37. Représentation des variables agrégats sur le plan factoriel F1/F2 de l'AFC

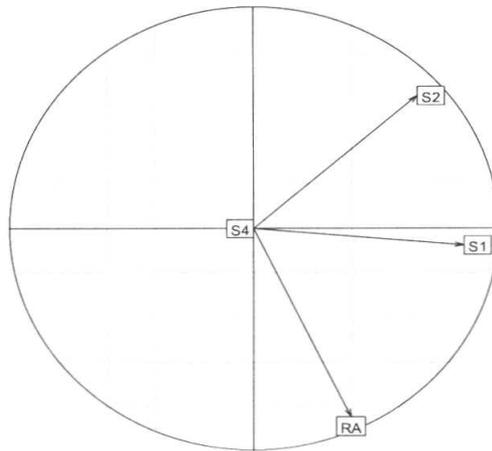


Figure 38. Représentation des variables classes de hauteur de régénération sur le plan factoriel F1/F2 de l'ACP

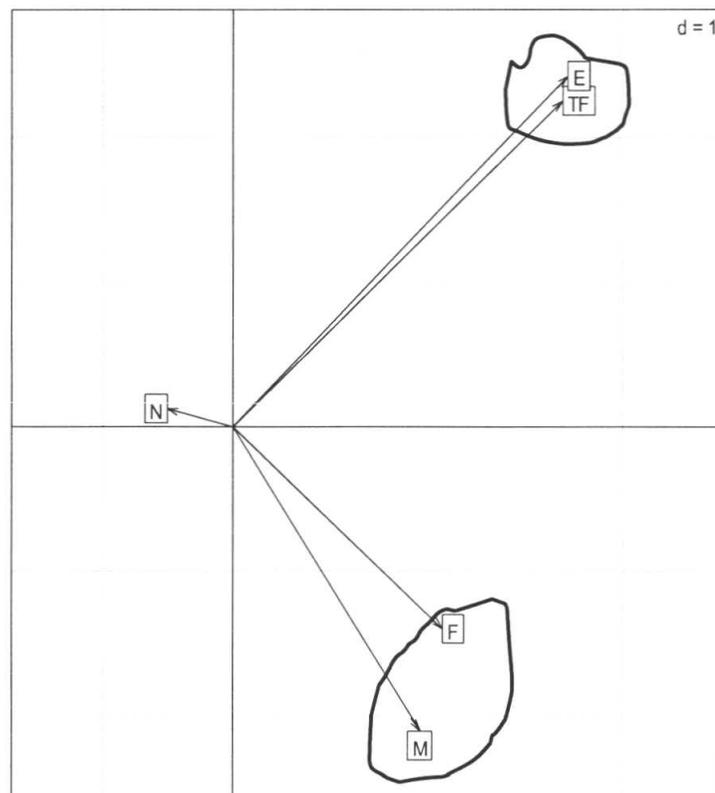


Figure 39. Représentation des variables des classes de quantité de régénération discrétisées sur le plan factoriel F1/F2 de l'AFC

Légende : N : nulle, M : moyenne, F : forte, TF : très forte et E : excellente

Dans la figure 38, nous constatons pour les agrégats que les agrégats A1, Ext, A₂ et A₄ sont corrélés positivement entre eux et que A₅, A₆ et A₇ sont corrélés négativement avec A₃. Donc il y a une tendance de regroupement entre les placeaux installés dans les agrégats A₁, Ext, A₂ et A₄ ainsi que ceux installés dans les agrégats A₅, A₆ et A₇.

Quant à ce qui concerne la figure 39, les différentes classes de hauteur de régénération S₁ et RA sont corrélées négativement avec S₂.

Les deux autres classes S₃ et S₄ sont corrélées positivement entre elles, cela se justifie par l'absence quasi-totale de nombre de semis dans ces classes de hauteur de régénération. Pour la figure 40, la projection des variables montre clairement une tendance de regroupement de deux groupes importants qui sont mis en exergue. Ainsi on observe qu'il y a un regroupement de E et T, ce qui laisse penser que ses deux variables sont positivement corrélées entre elles, mais elles sont corrélées négativement avec F et M qui constituent aussi un regroupement à part entier.

On appliquant le test de Kruskal-Wallis entre les quatre variables de classes de quantité de régénération nous constatons qu'il n'y a pas une différence significative (chi-squared = 4, df = 4, p-value = 0.406).

4.3.3. Une faible distance de dissémination

La forte variabilité spatiale de la régénération d'Afromosia, traduite par les valeurs élevées des écart-types et des coefficients de variations, nous empêche d'extrapoler les densités obtenues à l'échelle de l'agrégat, et par extension encore moins à celles de la placette permanente ou un massif forestier. Les données chiffrées obtenues doivent donc être considérées avec précaution.

Cette forte variabilité spatiale est due à la faible distance de dissémination des graines d'Afromosia. En effet, d'après les placeaux installés en dehors des agrégats, nous avons constaté que la quantité de régénération était concentrée dans les 30 premiers mètres du semencier reproducteur. Cette faible distance de dissémination a pour conséquence l'apparition de tâches de régénération à proximité de certains semenciers.

Cela peut se justifier de la méthode utilisée pour connaître la distance de dissémination n'était pas idéale. Comme signale Algoët (2008), une meilleure connaissance rigoureuse des caractéristiques de dispersion des graines de Wenge nécessiterait un dispositif particulier. Ce

dernier devrait alors être basé sur des semenciers isolés spatialement, autour desquels des placeaux de comptage des graines, fruits et semis seraient installés à des distances variables de l'arbre, dans plusieurs directions de l'espace. Un tel dispositif serait alors coûteux, d'autant plus que le Wenge étant une espèce grégaire, les semenciers isolés sont rares.

En raison de cette faible distance de dissémination, la densité de semenciers semble être le facteur principal influençant la quantité de régénération. Ainsi plus la densité de semenciers autour du placeau est forte, plus on a de chance d'y dénombrier une quantité importante de régénération.

La présence de traces de traitement sylvicole semble avoir un effet conjoint sur la quantité et sur la structure de la régénération : cette dernière est en moyenne plus haute dans les zones touchées par les éclaircies. Nous pouvons alors émettre l'hypothèse que les éclaircies, par la mise en lumière des semis qu'elle induit, entraînent une survie plus élevée et une croissance plus rapide de la régénération que sous couvert dense.

Lorsqu'on applique le test non paramétrique de Kruskal-Wallis entre la distance du semencier et les différentes classes de hauteur de régénération, nous constatons ce qui suit : il existe une différence très hautement significative entre la distance et la première classe S_1 car $\chi^2 = 30.4961$, $df = 2$, $p\text{-value} = 2.387e-07$ et non significative pour toutes les autres classes de hauteur de régénération.

On comparant nos données avec celles obtenues par Bourland (2007) qui avait travaillé sur l'analyse de la distribution spatiale des espèces d'arbres sur la base d'un inventaire d'aménagement forestier en Afrique Centrale, nous constatons que la distance de dissémination reste toujours faible même dans son étude et qu'il n'avait trouvé aucun fruit au delà de 30 m du semencier reproducteur.

4.3.4. Comparaison de quantité de régénération et ouverture du couvert forestier

La germination des graines et l'installation des semis d'*Afromosia* pourraient se faire sous un couvert relativement dense. Cependant, les semis d'*Afromosia* auraient ensuite besoin d'une certaine quantité de lumière pour que leur dynamique soit optimale. En effet, la grande majorité des semis rencontrés appartenant à la classe S_1 , on peut conclure soit à une mortalité particulièrement élevée dans les stades de développement suivants, soit à une interruption (ou un fort ralentissement) de la croissance. L'*Afromosia* pourrait donc être qualifié « essence opportuniste ou semi-héliophile », car sa régénération n'est pas absente en forêt dense, sous

un couvert fermé, mais c'est plutôt sa dynamique qui semble nettement meilleure dans les milieux ouverts. Ces hypothèses avec l'écologie d'Afromosia sont toutes fois à utiliser avec beaucoup plus de prudence du fait que cette étude avait eu une durée que de 4 mois. Nous pensons qu'avec la thèse de Boyemba en cours va nous donner beaucoup plus de précision sur l'écologie de cette espèce, car sa aura à confirmées ou corrigées après plusieurs nouvelles séries de mesures, qui permettront de prendre en compte l'aspect dynamique de la régénération.

Enfin, avec le test non paramétrique de Kruskal-Wallis entre la distance de dissémination et les ouvertures nous laisse voire ce que la différence est significative rien qu'entre la distance et la classe d'ouverture supérieure à 20 m, car Chi-square = 6.5954, df = 2, p-value = 0.03697 et que pour les autres classes de l'ouverture, il n y a pas une différence significative car p-value est supérieure à > à 0,05.

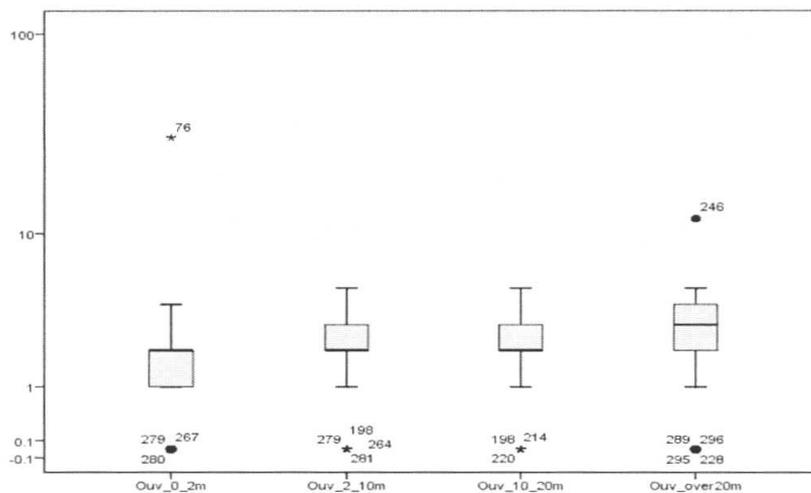


Figure 40. Distribution des ouvertures en fonction des densités de régénération de S₁

Il ressort de la figure ci haut les différentes classes des ouvertures ne montrent pas de réponse particulière pour la régénération des plantules en fonction de l'ouverture du milieu. Un milieu assez fermé n'est pas plus favorable à la régénération des plantules qu'un milieu ouvert, ce qui peut être compatible avec le fait que l'essence est tolérante à l'ombre.

Nous pensons que la mortalité des jeunes plants n'est pas directement liée au degré d'ouverture du milieu.

En faisant l'analyse de ce résultat, sa nous fait voir que le facteur abiotique lumière n'influence pas directement la régénération des plants d'Afrommosia. Nous pouvons émettre l'hypothèse que d'autres facteurs biotiques ont un rôle prédominant sur la dynamique de la régénération de l'Afrommosia, comme l'influence des rongeurs ou les nécroses dues à des champignons.

Gilbert (1939) précise dans son étude menée dans le domaine de la division forestière de l'INERA Yangambi et a révélé pour l'Afrommosia deux causes de dépression de sa régénération :

1. Le parasitisme des graines qui affecte par la suite le pouvoir germinatif. Il a aussi prouvé expérimentalement que les graines issues d'années d'abondance avaient généralement un plus faible pouvoir germinatif,
2. L'essence est sciaphile en son jeune âge et devient par la suite typiquement héliophile pour épanouir sa cime dans la pleine lumière du dôme.

On appliquant le test de Khi^2 à travers cette graphique ci-dessus, nous constatons que la différence est significative entre la densité de S1 de la première strate (0 à 2m) et les autres strates. Cette différence peut être expliquée par la période de récolte des données de notre étude qui était tout juste après la germination des graines.

Les tableaux ci-dessous illustrent les cas précités pour la différence significative et son contraire.

Tableau 8. Comparaison des classes des ouvertures en fonction de Khi^2

	Ouv_0_2m	Ouv_2_10m	Ouv_10_20m	Ouv_over20m
Chi-Square	15.704	.560	6.148	9.509
Df	2	2	2	2
Asymp. Sig.	.000	.756	.046	.009

B.PERSPECTIVES

L'Afromosia représente une essence de très grande valeur importante que sa soient pour l'exploitation forestière et pour la recherche scientifique.

Les placeaux d'Afromosia du bloc d'aménagement nécessitent des interventions pour hâter l'élimination et l'apport des soins culturaux afin de permettre aux tiges de belle venue de croître en détruisant des tiges amoindries.

Des placeaux contenant une forte quantité de semis pourront faire l'objet d'un suivi particulier, afin d'examiner l'évolution des tâches de semis qui y ont été trouvées. On pourra ainsi avoir une idée du nombre de brins de régénération ayant finalement atteint le statut de régénération acquise et aussi celles de régénération acquise auront atteindre la taille de semencier reproducteur et ce en combien de temps.

Nos suggestions se résument de la manière que voici :

1. Au projet REAFOR volet forestier, de poursuivre d'autres études du même genre dans le même milieu d'étude et que cette fois, de beaucoup s'atteler sur l'étude de la phénologie à une très longue durée en incluant un nombre suffisant d'individus par classe de diamètre pour permettre des conclusions plus fiables ; des relever les données climatiques du site d'étude (température, humidité relative, pluviométrie) car personne n'ignore la thématique de réchauffement climatique sur l'induction florale et le rythme d'entrée en reproduction des espèces ; d'étudier la croissance et la mortalité des semis pour estimer les chances réelles de la régénération mise en place après le traitement sylvicole ; d'estimer la variabilité géographique de la répartition spatiale de cette espèce.
2. A l'INERA Yangambi, de songer à l'entretien du dispositif installé par Mr. Faustin Boyemba dans la forêt naturelle aménagée de Yangambi, enfin de poursuivre les études là-dessus pour voire dans la mesure du possible récupérer les arbres qui ont encore un avenir favorable au niveau de la régénération acquise et voire même comment exploiter les arbres qui risqueraient de constituer un obstacle pour les arbres avenir et enfin de songer a refaire les autres éclaircies qui pourront servir de base pour la domestication des forêts sauvages de toute la zone Equatoriale.

-
3. Aux autorités politico administratives, de voir comment capitaliser toutes ses données pour leurs permettre à bien prendre des mesures sur l'exploitation forestière de la dite espèce et surtout sur les techniques sylvicoles.

CHAPITRE CINQUIEME : CONCLUSION

L'enrichissement de la forêt naturelle hétérogène est un problème qui, vu son importance, doit préoccuper tout forestier des régions tropicales, car c'est enfin de compte lui qui déterminera de la survivance de nos forêts.

Les données que nous présentons dans ce travail de fin d'étude de troisième cycle n'ont été obtenues qu'après quatre mois de relevés sur le terrain dans le dispositif de Boyemba dans la forêt naturelle aménagée de Yangambi.

Cette étude nous a permis d'avoir une idée sur les conditions de régénération de *Pericopsis elata* dans cette forêt et cela devrait être réalisé qu'à travers l'objectif global qui était de rassembler des informations fiables sur l'écologie et la régénération de l'Afromosia dans la forêt naturelle aménagée de Yangambi afin de proposer des recommandations capables de promouvoir un traitement durable de cette espèce.

Pour atteindre notre objectif général, les hypothèses suivantes ont été formulées :

- La régénération de *Pericopsis elata* serait liée à la quantité de la lumière qui arrive au niveau du sol,
- les éclaircies réalisées depuis 1975 pourraient avoir de l'influence sur la régénération de *P. elata*.

La méthodologie utilisée était celle de point quadrant pour estimer la couverture forestière et les placettes de 100 m² pour réaliser le comptage de semis et de régénération acquise de *Pericopsis elata*. Nous avons réalisé aussi l'inventaire à plein dans deux hectares pour avoir une idée non seulement de la composition floristique, mais aussi de caractériser comme deux groupements appartenant à une même communauté dans les deux hectares situés dans les agrégats de *Pericopsis elata*.

Nos conclusions devront donc être confirmées ou infirmées et voire même complétées par d'autres, qui aurons à réaliser les leurs après plusieurs années de relevés supplémentaires.

Comme nous l'avons dit dans notre partie introductive la nécessité de mieux connaître un milieu favorable à la régénération pour bien le gérer. A travers le dispositif de Boyemba mis en place dans cette forêt, une réelle amélioration des connaissances des forêts tropicales est envisageable.

Le traitement sylvicole (éclaircies) réalisé depuis 1975 dans cette forêt semble jouer un rôle important dans la dynamique de la régénération forestière en apportant au sol la lumière qui stimule la germination et la croissance.

Les résultats nous ont montré la présence de trois classes de hauteur de régénération sur cinq avec la prédominance de la première classe (S_1 de 0 à 50 cm) et la pertinence des tiges de la régénération acquise qui est de 5 tiges et 99 semis par hectare (pour S_1).

On peut donc conclure que les quantités de régénération que nous avons obtenues dans la présente étude ont été favorisées par l'ouverture immédiate du milieu après les éclaircies et que très rapidement la compétition s'établira dans ses zones ouvertes pour occasionner des forts taux de mortalité et aussi peut être justifiée par la méthodologie que nous avons utilisée.

La distance selon la quelle les semenciers parviennent à jeter leur fruits se limite à 30 m du semencier reproducteur.

Enfin, nous pourrions insister sur l'attention qu'il faut porter à la diffusion des connaissances ainsi obtenues. Une information ne l'est plus si personne ne peut en bénéficier. C'est pourquoi la rédaction de ce mémoire sera suivie de celle d'un article scientifique regroupant l'ensemble des connaissances concernant l'Afromosia.

Vu les observations sur le terrain lors de cette étude, ces dernières ont montrées que la régénération naturelle peut réussir dans cette forêt mais à condition qu'on puisse respecter les normes de traitements sylvicoles dans nos forêts tropicales.

Ces techniques, basées sur des connaissances pointues concernant la phénologie et l'écologie générale des espèces, semblent être les plus pragmatiques à l'heure actuelle. C'est par ce genre de mesures simples et efficaces que l'on garantira la durabilité recherchée de l'exploitation et de traitement sylvicole des forêts tropicales.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ake A.L. 1988. Espèces rare et en voie d'extinction de la flore de la Côte d'Ivoire. In: Goldblatt P. & Lowry P. P. (eds.) Modern systematic studies in African Botany. Proceedings 11th Plenary Meeting, AETFAT, Missouri Botanic Garden, June 1985, St Louis: 461-463.

Alaisahnbon B. & Mama N., 1998. Early regeneration of commercial timber species in a logged-over forest of southern Cameroon. Kiribi, IRAD.9p

Alder D.1989. Natural forest increment, growth and yield. In: Wong, J.L.G. (ed.) Forest inventory project, seminar proceedings, 29-30 March 1989, Accra. Overseas Development Administration, UK and Ghana Forestry Department: 47-52.

Alexandre D. Y. 1978. Le rôle disséminateur des éléphants en forêt de la Côte d'Ivoire. *Terre et Vie* **32** : 47-71.

Alexandre D.Y 1989. Dynamique de la régénération naturelle en forêt dense de Côte d'Ivoire. Stratégies écologiques des arbres de la voûte et potentiels floristiques. IRD, Paris.

Alexandre D.Y.1992- Aspects de la régénération naturelle en forêt dense de Côte d'Ivoire. *Candollea*. 37 : 579-588.

Algoët B., 2008. Phénologie et régénération du Wenge (*Milletia laurentii*) en République Démocratique du Congo. FRM, Mémoire de DEA. 114 p

ATIBT 1986. Atlas des bois tropicaux. Tome 1 : Afrique. Association internationale des bois tropicaux (ATIBT), Paris : 134-135.

Aubreville A. 1938. La forêt coloniale : les forêts de l'Afrique Occidentale Française. *Ann. Accid. Sci. Colon.*, Paris: 32-76.

Aubreville A. 1959. La flore forestière de la Côte d'Ivoire. 2eme Ed. révisée, Tome I, Centre technique forestier tropical, Nogent-sur-Marne : 344p.

Augsburger C.1984. Seedling survival of tropical tree species: interactions of dispersal distance, light-gaps and pathogens. *Ecology* **65**: 1705-1712.

Augsburger C. K. 1983. Offspring recruitment around tropical trees: changes in cohort distance with time. *Oikos* **40**: 189-196.

Batshielili A., 2008. Phénologie et régénération des espèces ligneuses arborées en forêt tropicale humide : cas d'Afromosia (*Pericopsis elata*) et du Tola (*Prioria balsamifera*). Mémoire de DEA, Inédit, Centre de Montpellier, 64p.

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

Bazzaz F. & Pickett S. 1980. Physiological ecology of tropical succession: a comparative review. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **11**: 287-310.

Bibani M. R., Jonkers W. B. J. & Essama E. J., 1998. Phénologie de 86 essences productrices de bois d'œuvre de la forêt dense humide sempervirente du Sud-Cameroun. Résultats préliminaires. In: FORAFRI (Ed.), Séminaire FORAFRI, Libreville- Gabon, 12-16 Octobre 1998. 16p.

Bleher B. & Böhning G. K. 2001. Consequences of frugivore diversity for seed dispersal, seedling establishment and the spatial pattern of seedlings and trees. *Oecologia* **129**: 385–394.

Borcard D. & Legendre P. 2002. All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. *Ecological Modelling* **153**: 51–68.

Bourland, N., 2007. Analyse de la distribution spatiale des espèces d'arbres sur la base d'un inventaire d'aménagement forestier en Afrique Centrale. Application au cas de la société Pallisco (Cameroun), Mémoire de DEA, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 130p

Boyemba F.B. 2006. Diversité et régénération des essences forestières exploitées dans les forêts des environs de Kisangani (RDC), Mémoire de DEA, Université Libre de Bruxelles, 101p

Boyemba, F.B., Kilensele, M.K., Mate J.P., Ndjele M.L., et Lejoly J., 2008. Régénération naturelle post – exploitation dans le sous-bois des forêts denses humides d'Ubundu a Kisangani, RDC. *Annales Faculté des sciences de l'Université de Kisangani*, 13 : 49-59

Chambers J.C., Macmahon J.A. 1994. A day in the life of a seed: movements and fates of seeds and their implications for natural and managed systems. *Annu.Rev.Ecol.Syst.* **25**: 198-223

Chen J., Deng X., Bai Z. & Yang Q. 2001. Fruit Characteristics and *Munfiacus muntijak vaginalis* (Muntjac) Visits to Individual Plants of *Choerospondias axillaris*. *Biotropica* **33**: 718-722.

Chezeaux E., 2003. Assistance à la revue économique du secteur forestier en RDC- Analyse du potentiel forestier et des pratiques de gestion forestière. Montpellier, Forest resources management 48 p.

Christiensen M., Whitham G. & Balda R. P. 1991. Discrimination among pinyon pine trees by Clark's Nutcrackers: effects of cone crop size and cone characters. *Oecologia* **86**: 402-407.

CIFOR & CIRAD, 2007. Forests in post-conflict Democratic Republic of Congo-Analysis of a priority agenda. Jakarta. 82p

Clark D., 1993. Comparative analysis of microhabitat utilization by saplings of nine tree species in neotropical rain forest. *Biotropica* **25**: 397-407.

Cobut P. 2005- Etude de la régénération naturelle dans le chablis d'exploitation en forêt dense humide gabonaise. Mémoire de fin d'études, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 75p.

Coligny F., Ancelin P., Cornu G., Courbaud B., Dreyfus P., Goreaud F., Gourlet-Fleury S., Meredieu C. and Saint-André L. 2003 - CAPSIS: Computer-Aided Projection for Strategies in Silviculture: Advantages of a shared forest-modelling platform. Pages 319-323 in Amaro A., Reed D. and Soares P. (eds). *Modelling Forest Systems*. CABI Publishing, Wallingford, UK.

Condit R., HUBBELL S. P., FOSTER R. B. 1996. Assessing the response of plant functional types to climate changes in tropical forests. *J. Veg. Sci.* **7**: 405-416. .

Connell J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* **199**: 1202-1310.

Crespin, J., Normand, I. et Wurtz, P. 2001. Dynamique de la régénération de l'Angélique en forêt de Paracou : caractérisation de la réponse démographique de la régénération de l'espèce 14 ans après l'exploitation forestière. 19p

Dalling J., Lovelock C. 1999. Growth response of seedlings of two Neotropical pioneer species to stimulate forest gaps environment, *J. Trop. Ecol.* **15**: 827-839.

Dallmeier F., 1992. Long-term monitoring of biological forest areas-Methods for establishment and inventory of permanent plots, UNESCO, France, 72 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, Montréal, 52 p.

Maret P., Merode, E., Nzabandora J., Mangala, B.R et Trefon G.W.T., 2000. République Démocratique du Congo. In: S. D. M. Bahuchet, P (Ed.) Les peuples des forêts tropicales aujourd'hui, Région Afrique Centrale. APFT-ULB, pp. 397-456. Vol. III.

Debroux L. 1998. L'aménagement des forêts tropicales fondé sur la gestion des populations d'arbres : l'exemple du moabi (*Baillonella toxisperma* Pierre) dans la forêt du Dja, Cameroun. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 270 p.

Doucet J-L 2003- 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, 323p

Doucet J.-L. 2005. African rain forests: evolution and threats. In: Proceedings of the International Symposium Tropical Forest in a Changing Global Context (Brussels, 8-9 November, 2004). Royal Academy of Overseas Sciences, Brussels : 45-60.

Dupuy B., 1998. Bases pour une sylviculture en forêt dense tropicale humide africaine. Montpellier, CIRAD-Forêt & Projet Forafri, 328 p., Vol. 4.

Durrie 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

Durrieu de Madron L. & Daumerie A., 2004. Diamètre de fructification de quelques essences en forêt naturelle centrafricaine. Bois et Forêts des Tropiques, 281, 87-95.

Durrieu de Madron L., Lugard G. R. & Dipapoundji B., 2003. Fructification du Sapelli par classe de diamètre en forêt naturelle en Centrafrique. Canopée, 23, 23-24. Ede, 142 p.

Etia P. M. 1979. Climat. In : LACLAVÈRE G. (eds), Atlas de la République Unie du Cameroun. Editions Jeune Afrique, Paris: 16-19.

F.R.M, 2006. Formation de forestier aménagiste et de gestionnaire forestier, Notion introductive. Module 1. Ecole Nationale des Eaux et Forêts du Cap Estérias, Libreville, Gabon. 6 p.

Falster D. S., Westoby M. 2003. Plant height and evolutionary games. *Trends Ecol. Evol.* **18**: 337-343.

FAO 1986. Databook on endangered tree and shrub species and their provenances. FAO, Forestry Department, Rome, 524 p.

FAO, 2003. Etude du commerce important. *Pericopsis elata*. FAO. 16 p. FGR/56F. Département des forêts, Division des ressources forestières.

Flores O. 2005. Déterminisme de la régénération chez quinze espèces d'arbres tropicaux en forêt guyanaise : les effets de l'environnement et de la limitation par la dispersion. Thèse de doctorat, Université des Sciences et Techniques du Languedoc (Montpellier II), Montpellier, 306 p.

Forests Monitor 2001. Sold down the river. The need to control transnational forestry corporations: an European case study. Forests Monitor Ltd, Cambridge, 74 p.

Forni E. 1997. Types de forêts dans l'est du Cameroun et étude de la structure diamétrique de quelques essences. Mémoire de fin d'études, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 59 p.

Fortin M.-J. 1999. Effects of sampling unit resolution on the estimation of spatial autocorrelation. *Ecoscience* **6**: 636-641.

Fortin M.J., Jakomulska A., Miriti M., Rosenberg M. S. 2002. A balanced view of scale in spatial statistical analysis. *Ecography* **25**: 626-640.

Fortin M.-J., Payette S. 2002. How to test the significance of the relation between spatially auto correlated data at the landscape scale: a case using fire and forest maps. *Ecoscience* **9**: 213-218.

Foster M. S. 1990. Factors influencing bird foraging preferences among nonspecific fruit trees. *Condor* **92**: 844-854.

Frankie G. W., Baker H. G., Opler P. A. 1974a. Comparative phonological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *J. Ecol.* **62**: 881-913.

Frankie G. W., Baker H. G., Opler P. A. (1974b). Tropical Plant Phonology: Applications for study in community ecology. In: LIETH H. (eds), *Phonology and seasonality modelling*. Springer-Verlag, Berlin: 85-296.

French K., O'dowd D. J., Lill A. 1992. Fruit removal of *Coprosma quadrifida* (Rubiaceae) by birds in south-eastern Australia. *Aust. J. Ecol.* **17** : 35-42.

FRM., 2006. *Projet d'Aménagement des concessions forestières CFT. Dossier de faisabilité*. FRM. 30p.

FRM., 2007. *Projet d'aménagement des concessions des sociétés SODEFOR, SOFORMA,*

Gaston K. 2000. Global patterns in biodiversity. *Nature* **405** : 220-227.

Gauthier-Hion A. (1984). La dissémination des graines par les cercopithèques forestières africaines. *Terre et vie* **39** : 160-164.

Gautier-Hion A., Duplantier J. M., Quris R., Feer F., Sourd C., Decoux J. P., Doubost G. L., Emmons L., Erard C., Hecketsweiler P., Mougazi A., Roussilhon C., Thiollay J. M. (1985). Fruit-characters as a basis of fruit choice and seed dispersal in a tropical forest vertebrate community. *Oecologia* **65**: 324-337.

Geary R. C. 1954. The contiguity ratio and statistical mapping. *Incorporated Statistician* **5** : 115-145. Gembloux, 130p

Gérard J., Edi Kouassi A., Daigremont C., Détienne P., Fouquet D., Vernay M. 1998. Synthèse sur les caractéristiques technologiques de référence des principaux bois commerciaux africains. Série FORAFRI, document n°11. CIRAD-Forêt, Montpellier : 22-24.

Gitay H., Noble I.R. 1997. What are functional types and how should we seek them? In: Smith T.M., Shugart H.H. & Woodward F.I. (eds), *plant functional Types*. Cambridge University Press, Cambridge: 13-23

Gobert A., 2002. Etude de la régénération naturelle de quelques essences commerciales au Gabon. Mémoire de fin d'études, Faculté Universitaire des Sciences agronomiques, Gembloux, 78 p.

Gourlet-Fleury S. 1999. Modélisation individuelle spatialement explicite de la dynamique d'un peuplement de forêt dense tropicale humide (dispositif de Paracou, Guyane française). Ph-D, these. Université Lyon 1, Villeurbanne, France. 274 pp.

Gourlet-Fleury S. and Houllier F. 2000. Modelling diameter increment in a lowland evergreen rain forest in French Guiana. *Forest Ecology and Management* **131**(1-3): 269-289.

Gourlet-Fleury S. and Montpied P. 1995. Dynamics of dense tropical rain forest communities: outline of a single tree model in Paracou (French Guiana). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)* **50**: 283-302.

Gourlet-Fleury S., Cornu G., Jéssel S., Dessard H., Jourget J.-G., Blanc L. and Picard N. 2005. Using models to predict recovery and assess tree species vulnerability in logged tropical forests: A case study from French Guiana. *Forest Ecology and Management* **209**(1-2): 69-86.

Gourlet-Fleury S., Freycon V. & Lejoly J., 2007. Compte rendu de mission en République Démocratique du Congo.

Ipalaka, Y. J., 1998. L'aménagement durable et la conservation des ressources forestières en dehors des aires protégées en RDC. Kinshasa, Centre national d'information sur l'environnement, 8 p.

Jéssel S., 2005. Ecologie et dynamique de la régénération de *Dicorynia guianensis* (Caesalpinaceae) dans une forêt guyanaise. Ecologie forestière, Institut National Agronomique, Paris-Grignon, 285 p.

Kamabu V. & Lejoly J., 1994. Productivité et minéralomasse dans un système agroforestier à Kisangani (Zaire). In, Collection Recherche et Développement, Université Libre de Bruxelles, 23-24 mai 1990. Annales Faculté des Sciences, pp. 57-60.

Kombe F.B., 2004. Diagnostic de la fertilité des sols dans la Cuvette Centrale Congolaise. Cas des séries Yangambi et Yakonde. Thèse Inédite, IFA Yangambi, 464p.

Legallo J. 2000. Econométrie spatiale. Première partie : auto corrélation spatiale. Document de travail 200-05, Université de Bourgogne, Dijon, 45 p.

Lebrun J. & Gilbert G., 1954. Une classification écologique des forêts du Congo. Série scientifique n°63. Publication de l'INEAC, 80-85.

Lebrun J., 1935. Les essences forestières des régions montagneuses du Congo Oriental. Publication de l'INEAC, 36-42.

Lejoly J., Lisowski S. & Ndjele M., 1988. Les plantes vasculaires de Sous Région de Kisangani et de la Tshopo. Catalogue informatisé Faculté des Sciences de l'ULB, 136 p.

Leon S. M. & Kalombo J., 2005. Atlas de l'organisation administrative de la République Démocratique du Congo.

Levin S.A., Muller-Landau H.C., Nathan R., Chave J. 2003. The ecology and evolution of seed dispersal: a theoretical perspective. *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 34: 575-600

Lomba B. L. & Ndjele M.-B., 1998. Utilisation de la méthode de transect en vue de l'étude de la phytodiversité dans la Réserve de Yoko (Ubundu, R.D. Congo). Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani. *Annales* (11), 35-46.

Loubry D. 1993 - Les paradoxes de l'Angélique (*Dicorynia guianensis* Amshoff): dissémination et parasitisme des graines avant dispersion chez un arbre anémochore de forêt guyanaise. *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)* 48(4): 353-363.

Louis J., 1947. Aperçu floristique sur la région de Yangambi. Publ. De l'INEAC pp 1-10

Louis J. et Fouarge, J. 1943. Essences forestières et bois du Congo. Fasc. 2. *Afrormosia elata* Publ. de l'INEAC. Bruxelles pp22

Lubini A., 1982. Végétation messicole et posculturale des sous -régions de Kisangani et de la Thsopo (Haut -Zaire). Thèse de doctorat, Université de Kisangani, Kisangani, 489 p.

Makana, J.R., 2004. Comment améliorer la régénération des acajous africains dans le massif forestier du nord-est de la République démocratique du Congo, Rapport de Bourse

Nshimba S. M., 2008. Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts de l'île Mbiye à Kisangani, R.D.Congo. Thèse de Docteur en sciences, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, 389 p.

OAB-OIBT.2003. Principes, critères et indicateurs OAB-OIBT de la gestion durable des forêts tropicales naturelles d'Afrique, Yokohama, 28p.

Olivier F., 2005. Determisme de la régénération chez quinze espèces d'arbres tropicaux en forêt Guiyaine : les effets de l'environnement et la limitation par dispersion. Thèse de Doctorant en Sciences, Université de Montpellier II, 306p.

Pierlot R., 1966. Structure et composition des forêts denses d'Afrique centrale, spécialement celles de la production in some tropical forest trees in Gabon. *Journal of Tropical Ecology*, 9, 241-248.

Reitsma J. M., 1988. Végétation forestière du Gabon. The Netherlands, The Tropenbos Founation, Ede, 142p

Schupp E.W. 1992 - The Janzen-Connell model for tropical tree diversity: population implications and the importance of spatial scale. *American Naturalist* **140**: 526-530.

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

Sonke B., 1998. Etudes floristiques et structurales des forêts de la réserve de faune du Dja (Cameroun). Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de botanique Systématique et Phytosociologie, 267p

Sperllberg I.F. & Henderson P.A. 1999. *Ecological Methods*. Backwell Science, Oxford, 575p

Toebosch M., 2005. A detailed autecological study on Acapu (*Vouacapoua americana*) in the state of Para (Brazil), with the aim of comprehensively grouping found information in a Silvics Scheme. Wageningen University, Wageningen, 91 p.

Trochain J.J., 1980. *Ecologie végétale de la zone intertropicale non désertique*, Université Paul Sabatier, Toulouse, 468 p.

Vales D.J. & Bunell F.L., 1985. Comparison of methods for estimating forest overstory cover. Vancouver, Faculty of Forestry -The University of British Columbia. 128p

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, 31.

Vivien J. & Faure J. J., 1985. Arbres des forêts denses d'Afrique Centrale, espèces du Cameroun. Agence de coopération culturelle et Technique, Ministère des relations extérieures, coopération et développement, 565 p.

Vooren F., 1996. Evolution de la mortalité forestière après exploitation sélective en forêt des Abeilles (Gabon)- Suivi par placettes d'observation permanentes. France, Station Biologique de Paimpont. 46p.

Watkinson A.R. 1978. The demography of a sand dune annual: *Vulpia fasciculata*. III. The dispersal of seeds. J.Epidemiol.136: 654-698.

White F., 1983. The Vegetation of Africa. A descriptive memoir to accompany the UNESCO.AETFAT/UNESCO vegetation map of Africa. Natural Resources Research, 20, UNESCO, Paris

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

Whitemore T. C., 1996. A review of some aspects of tropical rain forest seedlings ecology with suggestions for further enquiry. In: SWAINE M (eds), the ecology of tropical forest tree seedlings. Vol.17.UNESCO Paris & the Parthenon publishing group, Paris 21-30.

Yangungi N., Lomba B. L. & Ndjele M. B., 2003. Contribution à l'étude de la biodiversité des ligneux de la partie Sud de la Réserve de Yoko (Ubundu, R.D.Congo). Annales Fac. Sci UNIKIS (12), 54-60p.

ANNEXE I.

Tableau 1. Liste des familles et des espèces inventoriées dans deux hectares de forêt naturelle aménagée

Familles/espèces	Parcelle 1	Parcelle 2	Totales Parcelles
Anacardiaceae			
<i>Atrocaryon nanani</i>		2	2
<i>Lannea welwitschii</i>		1	1
Total Anacardiaceae		3	3
Annonaceae			
<i>Annonidium manni</i>	4	7	11
<i>Monodora myristica</i>	1	1	2
<i>Polyalthia suaveolens</i>	8	5	13
<i>Xylopiya aethiopica</i>	1	5	6
Total Annonaceae	14	18	32
Apocynaceae			
<i>Funtumia elastica</i>	1		1
<i>Tabernaemontana crassa</i>	2		2
<i>Tabernaemontana crassa</i>		1	1
Total Apocynaceae	3	1	4
Burseraceae			
<i>Dacryodes yangambiensis</i>	1	4	5
Total Burseraceae	1	4	5
Chrysobalanaceae			
<i>Parinari excelsa</i>	31		31
<i>Parinari glabra</i>		1	1
Total Chrysobalanaceae	31	1	32
Clusiaceae			
<i>Garcinia punctata</i>		3	3
Total Clusiaceae		3	3
Combretaceae			
<i>Combretum lokele</i>	2	2	4
Total Combretaceae	2	2	4
Ebenaceae			
<i>Diospyros crassiflora</i>	7	2	9
<i>Diospyros gosswoeleri</i>		7	7
Total Ebenaceae	7	9	16
Euphorbiaceae			
<i>Cleistanthus mildbraedii</i>		4	4
<i>Drypetes gosswoeleri</i>	12	7	19
<i>Drypetes leonensis</i>	1	3	4
<i>Drypetes likwa</i>	5	8	13
<i>Drypetes sp</i>		5	5
<i>Macaranga spinosa</i>	1		1
<i>Microdesmis yafungana</i>	3		3
Total Euphorbiaceae	22	27	49
Fabaceae			

<i>Albizia laurentii</i>	2		2
<i>Anthonotha macrophylla</i>	1	1	2
<i>Cynometra alexandri</i>		1	1
<i>Cynometra hankei</i>		8	8
<i>Cynometra sessiliflora</i>		1	1
<i>Dialium pachyphyllum</i>	2	5	7
<i>Erythrophleum suaveolens</i>	2	1	3
<i>Oxystigma oxyphyllum</i>	1		1
<i>Paramacrorobium coeruleum</i>	1		1
<i>Pentachlethra macrophylla</i>	6	5	11
<i>Pericopsis elata</i>	88	29	117
<i>Perigonia biquaertii</i>	1		1
<i>Piptadeniastrum africanum</i>	8		8
<i>Pterocarpus soyauxii</i>	9	2	11
<i>Scorodophleous zenkeri</i>	55	17	72
<i>Tessmannia sp</i>	1	1	2
Total Fabaceae	176	71	247
Flacurtiaceae			
<i>Homalium africanum</i>	1	1	2
Total Flacurtiaceae	1	1	2
Huaceae			
<i>Afrostryrax lepidophyllus</i>		6	6
Total Huaceae		6	6
Irvingiaceae			
<i>Irvingia glandifolia</i>		3	3
Total Irvingiaceae		3	3
Lauraceae			
<i>Beilschmiedia congolana</i>	2	2	4
Total Lauraceae	2	2	4
Lecythidaceae			
<i>Pethersianthus macrocarpus</i>	11	15	26
Total Lecythidaceae	11	15	26
Melastomataceae			
<i>Belucia pantamera</i>		2	2
Total Melastomataceae		2	2
Meliaceae			
<i>Carapa procera</i>	4	13	17
<i>Entandrophragma angolense</i>	5	1	6
<i>Entandrophragma candollei</i>	2		2
<i>Entandrophragma cylindricum</i>	3		3
<i>Guarrea cedrata</i>	7	3	10
<i>Guarrea laurentii</i>	10	11	21
<i>Guarrea thompsonii</i>	13	12	25
<i>Trichilia welwitschii</i>	2	13	15
<i>Turraeanthus africana</i>	1	5	6
Total Meliaceae	47	58	105
Moraceae			
<i>Antiaris welwitschi</i>	4		4
<i>Bosqueia angolensis</i>	9	6	15
<i>Treculia africana</i>	2	1	3

Total Moraceae	15	7	22
Myristicaceae			
<i>Coelocaryon botryoides</i>	2		2
<i>Coelocaryon preussii</i>	1	1	2
<i>Pycnanthus angolensis</i>	1	3	4
<i>Staudtia camerounensis</i>	18	25	43
Total Myristicaceae	22	29	51
Olacaceae			
<i>Olax gambecola</i>	2	52	54
<i>Strombosia grandifolia</i>	1	7	8
Total Olacaceae	3	59	62
Pandaceae			
<i>Panda oleosa</i>	2	13	15
Total Pandaceae	2	13	15
Passifloraceae			
<i>Barteria nigricana</i>		1	1
Total Passifloraceae		1	1
Rubiaceae			
<i>Aidia micrantha</i>	1		1
Total Rubiaceae	1		1
Rutaceae			
<i>Fagara lemairi</i>		2	2
<i>Fagara macrophylla</i>	2		2
Total Rutaceae	2	2	4
Sapindaceae			
<i>Pancovia harmsiana</i>	4	7	11
<i>Pancovia laurentii</i>	5	6	11
Total Sapindaceae	9	13	22
Sapotaceae			
<i>Chrysophyllum africana</i>	6	7	13
<i>Ophalocarpum leconteanum</i>	1	9	10
<i>Synsepalum subcordatum</i>	3	1	4
<i>Tridestemone claessensii</i>	4	5	9
Total Sapotaceae	14	22	36
Simaroubaceae			
<i>Hannoa klaineana</i>	9	3	12
Total Simaroubaceae	9	3	12
Sterculiaceae			
<i>Sterculia biquaertii</i>		4	4
Total Sterculiaceae		4	4
Ulmaceae			
<i>Celtis mildbraedii</i>	1		1
<i>Celtis tessmannii</i>	13	9	22
Total Ulmaceae	14	9	23
Verbenaceae			
<i>Vitex welwitschii</i>		4	4
Total Verbenaceae		4	4
(vide)			
N.I		1	1
Total général	409	400	809

Tableau 2 : Liste des essences répertoriées et leur densité moyenne par hectare. Dr-diversité relative, Dor-dominance relative, Div-diversité relative et Ir-importance relative.

Espèces	Dr	Dor	Dir	Ir
<i>Pericopsis elata</i>	14,50	8,93	1,56	24,99
<i>Scorodophleous zenkeri</i>	8,92	13,05	1,56	23,53
<i>Olax gambecola</i>	6,69	3,95	1,56	12,20
<i>Staudtia camerounensis</i>	5,33	2,08	1,56	8,97
<i>Parinari excelsa</i>	3,84	5,52	0,78	10,14
<i>Petersianthus macrocarpus</i>	3,22	1,69	1,56	6,48
<i>Guarrea thompsonii</i>	3,10	5,20	1,56	9,87
<i>Celstis tessmannii</i>	2,73	1,08	1,56	5,37
<i>Guarrea laurentii</i>	2,60	3,24	1,56	7,41
<i>Drypetes gosswoeleri</i>	2,35	0,73	1,56	4,65
<i>Carapa procera</i>	2,11	1,52	1,56	5,19
<i>Panda oleosa</i>	1,86	7,60	1,56	11,02
<i>Bosqueia angolensis</i>	1,86	1,81	1,56	5,24
<i>Trichilia welwitschi</i>	1,86	1,01	1,56	4,43
<i>Chrysophyllum africana</i>	1,61	1,14	1,56	4,31
<i>Polyalthia suaveolens</i>	1,61	0,61	1,56	3,78
<i>Drypetes likwa</i>	1,61	0,51	1,56	3,69
<i>Hannoa klaineana</i>	1,49	1,65	1,56	4,70
<i>Pterocarpus soyauxii</i>	1,36	3,78	1,56	6,70
<i>Pancovia laurentii</i>	1,36	1,91	1,56	4,84
<i>Pancovia harmsiana</i>	1,36	1,31	1,56	4,24
<i>Annonidium mannii</i>	1,36	0,85	1,56	3,78
<i>Guarrea cedrata</i>	1,24	1,18	1,56	3,98

<i>Penthachlethra macrophylla</i>	1,24	1,04	1,56	3,84
<i>Ophalocarpum leconteanum</i>	1,24	0,90	1,56	3,70
<i>Tridemostemone claessensii</i>	1,12	1,63	1,56	4,31
<i>Diospyros crassiflora</i>	1,12	0,76	1,56	3,44
<i>Piptadeniastrum africanum</i>	0,99	1,63	0,78	3,40
<i>Cynometra hankei</i>	0,99	1,30	0,78	3,07
<i>Strombosia grandifolia</i>	0,99	0,43	1,56	2,98
<i>Dialium pachyphyllum</i>	0,87	1,33	1,56	3,76
<i>Dyospiros gosswoeleri</i>	0,87	0,46	0,78	2,11
<i>Entandrophragma angolense</i>	0,74	3,81	1,56	6,12
<i>Turraeanthus africana</i>	0,74	2,17	1,56	4,47
<i>Afrostryax lepidophyllus</i>	0,74	0,43	1,56	2,74
<i>Dacryodens yangambiensis</i>	0,62	0,95	1,56	3,13
<i>Pleiocarpa pignata</i>	0,62	0,40	1,56	2,58
<i>Xylopia aethiopica</i>	0,62	0,23	1,56	2,41
<i>Combretum lokele</i>	0,50	1,04	1,56	3,10
<i>Beilschmiedia congolana</i>	0,50	0,66	1,56	2,72
<i>Pycnanthus angolensis</i>	0,50	0,40	1,56	2,46
<i>Synsepalum subcordatum</i>	0,50	0,29	1,56	2,35
<i>Oxystigma oxyphyllum</i>	0,50	0,26	1,56	2,32
<i>Drypetes leonensis</i>	0,50	0,15	1,56	2,21
<i>Antiaris welwitschi</i>	0,50	0,47	0,78	1,75
<i>Cleistanthus mildbraedii</i>	0,50	0,44	0,78	1,72
<i>Sterculia biquaertii</i>	0,50	0,41	0,78	1,68
<i>Vitex welwitschii</i>	0,50	0,20	0,78	1,47
<i>Drypetes sp</i>	0,50	0,19	0,78	1,47
<i>Treulia africana</i>	0,37	0,42	1,56	2,35
<i>Erythrophleum suaveolens</i>	0,37	0,27	1,56	2,20
<i>Irvingia glandifolia</i>	0,37	1,01	0,78	2,16
<i>Tabernaemontana crassa</i>	0,37	0,23	1,56	2,16

<i>Microdesmis yafungana</i>	0,37	0,65	0,78	1,80
<i>Entandrophragma cylindricum</i>	0,37	0,56	0,78	1,71
<i>Garcinia punctata</i>	0,37	0,47	0,78	1,62
<i>Homalium africanum</i>	0,25	0,20	1,56	2,01
<i>Anthonotha macrophylla</i>	0,25	0,18	1,56	1,99
<i>Coelocaryon preussii</i>	0,25	0,18	1,56	1,99
<i>Monodora myristica</i>	0,25	0,12	1,56	1,93
<i>Tessmannia sp</i>	0,25	0,11	1,56	1,92
<i>Albizia laurentii</i>	0,25	0,22	0,78	1,25
<i>Coelocaryon botryoides</i>	0,25	0,21	0,78	1,23
<i>Entandrophragma candollei</i>	0,25	0,18	0,78	1,20
<i>Belucia pantamera</i>	0,25	0,16	0,78	1,19
<i>Fagara macrophylla</i>	0,25	0,13	0,78	1,16
<i>Atrocaryon nanani</i>	0,25	0,11	0,78	1,14
<i>Fagara lemairei</i>	0,25	0,05	0,78	1,08
<i>Funtumia elastica</i>	0,12	0,75	0,78	1,65
<i>Cynometra sessiliflora</i>	0,12	0,40	0,78	1,31
<i>Parinari glabra</i>	0,12	0,38	0,78	1,28
<i>Lannea welwitschii</i>	0,12	0,19	0,78	1,10
<i>Macaranga spinosa</i>	0,12	0,11	0,78	1,01
<i>Aidia micrantha</i>	0,12	0,11	0,78	1,01
<i>Cynometra alexandri</i>	0,12	0,10	0,78	1,00
<i>Drypetes lisolinoli</i>	0,12	0,07	0,78	0,98
<i>Paramacrorobium coeruleum</i>	0,12	0,06	0,78	0,96
<i>Perigonia biquaertii</i>	0,12	0,03	0,78	0,94
<i>Celstis mildbraedii</i>	0,12	0,03	0,78	0,93
<i>Barteria nigriciana</i>	0,12	0,02	0,78	0,93

ANNEXE II

Tableau des résultats issus de la régénération

Explication des termes de tableau

- N°= numéro du placeau,
 - Parc= parcelles,
 - S1= semis de classe S1,
 - S2= semis de classe S2,
 - S3= semis de classe S3,
 - S4= semis de classe S4,
 - RA= régénération acquise,
 - TOT REG= totale régénération,
 - Agr.= agrégat
- Ouv. 0-2m=total d'ouverture du couvert pour la strate comprise entre 0 et 2,
 - Ouv. 2-10m=total d'ouverture du couvert pour la strate comprise entre 2 et 10,
 - Ouv. 10-20m=total d'ouverture du couvert pour la strate comprise entre 10 et 20,
 - Ouv. > 20m=total d'ouverture du couvert pour la strate supérieure à 20,
 - S.T= surface terrière, estimée à l'œil nu

N°	Agr.	Parc.	S1	S2	S3	S4	RA	TOT.REG	Ouv. 0-2 m	Ouv. 2-10 m	Ouv. 10-20m	Ouv. >20m	TOT. Ouv.	ST
1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	3	1	2	6	0,18
2	1	1	0	0	0	0	0	0	2	3	1	2	8	0,8
3	1	1	0	0	0	0	0	0	3	3	1	2	9	0,25
4	1	1	0	0	0	0	0	0	2	3	1	2	8	0,39
5	1	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	2	6	0,3
6	1	2	0	0	0	0	0	0	3	3	3	1	10	0,63
7	1	2	0	0	0	0	0	0	3	2	1	4	10	0,52
8	1	2	0	0	0	0	0	0	3	3	1	3	10	0,41

9	1	2	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	12	0,71
10	2	5	0	0	0	0	0	0	3	1	2	4	10	0,61
11	2	5	33	0	0	0	0	33	3	3	3	2	11	0,12
12	2	5	5	0	0	0	0	3	3	3	3	5	14	0,23
13	2	5	66	0	0	0	0	66	2	3	2	5	12	0,72
14	2	5	27	0	0	0	0	27	3	3	2	4	12	0,76
15	2	5	74	0	0	0	4	78	3	1	1	4	9	0,52
16	2	5	11	0	0	0	0	11	1	2	2	3	8	2,33
17	2	5	14	0	0	0	0	14	3	2	0	2	7	0,54
18	2	5	3	0	0	0	0	3	2	3	1	0	6	0,14
19	2	5	19	0	0	0	0	19	2	3	3	2	10	0,28
20	2	5	0	0	0	0	0	0	1	2	3	5	11	1,36
21	2	5	181	0	0	0	0	181	1	2	3	5	11	0,31
22	2	5	8	0	0	0	0	8	1	3	2	4	10	0,42
23	2	5	0	0	0	0	0	0	1	2	3	3	9	0,23
24	2	5	6	0	0	0	0	6	1	3	3	4	11	0,59
25	2	5	1	0	0	0	0	1	2	1	3	5	11	0,42
26	2	5	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3	8	0,47
27	2	5	73	0	0	0	0	73	2	3	1	2	8	0,11
28	2	5	2	0	0	0	0	2	3	3	2	2	10	0,75
29	2	5	46	0	0	0	0	46	2	3	2	3	10	0,42
30	2	5	12	0	0	0	0	12	1	3	2	3	9	0,36
31	2	5	4	0	0	0	0	4	1	3	3	2	9	2,31
32	2	5	5	0	0	0	0	5	3	2	1	4	10	0,53
33	2	5	1	0	0	0	0	1	3	1	1	1	6	0,95
34	2	5	11	0	0	0	0	11	1	2	3	3	9	0,42
35	2	5	4	0	0	0	0	4	1	1	2	5	9	0,36
36	2	5	0	0	0	0	0	0	1	3	2	3	9	2,31
37	2	5	3	0	0	0	0	3	2	3	3	4	12	0,53
38	2	5	0	0	0	0	0	0	3	3	0	5	11	0,95
39	2	5	57	0	0	0	0	57	2	2	2	0	6	0,42
40	2	5	5	0	0	0	0	5	1	2	3	3	9	0,33
41	2	5	5	0	0	0	0	5	2	2	2	5	11	0,62
42	2	5	14	0	0	0	1	14	1	2	2	4	9	0,07
43	2	5	1	0	0	0	0	1	2	2	3	3	10	0,52

44	2	5	5	0	0	0	1	6	2	2	2	5	11	2,05
45	2	5	0	0	0	0	3	3	0	3	2	4	9	1,33
46	2	5	2	0	0	0	0	2	0	3	3	3	9	1,97
47	2	5	0	0	0	0	0	0	2	2	0	5	9	0,77
48	2	5	3	0	0	0	0	3	0	2	3	1	6	0,31
49	2	5	1	0	0	0	0	1	2	3	1	5	11	0,4
50	2	5	3	0	0	0	1	3	1	1	2	2	6	0,13
51	3	9	102	1	0	0	1	103	2	2	2	4	10	0,64
52	3	9	140	0	0	0	6	146	1	2	2	3	8	0,16
53	3	9	74	0	0	0	3	77	3	2	3	4	12	1,64
54	3	9	26	0	0	0	1	27	1	2	3	5	11	0,62
55	3	9	67	1	0	0	0	67	2	3	3	5	13	0,76
56	3	9	62	0	0	0	3	65	1	1	2	5	9	0,22
57	3	9	3	0	0	0	0	3	1	3	2	4	10	0,51
58	3	9	23	0	0	0	0	23	3	3	1	4	11	0,25
59	3	9	3	0	0	0	0	3	2	2	3	3	10	0,46
60	3	9	4	1	0	0	0	4	0	2	2	5	9	0,29
61	3	9	169	0	0	0	1	169	3	2	1	4	10	0,32
62	3	9	19	1	0	0	0	19	2	2	2	2	8	0,12
63	3	9	4	0	0	0	0	4	2	2	2	3	9	0,2
64	3	9	29	0	0	0	0	29	1	1	1	3	6	0,43
65	3	9	1	0	0	0	0	1	1	0	0	2	3	0,51
66	3	9	103	0	0	0	0	103	2	2	3	0	7	0,56
67	3	9	1	0	0	0	0	1	2	2	0	4	8	0,29
68	3	9	5	0	0	0	0	5	2	2	1	0	5	1,12
69	3	9	15	0	0	0	0	15	2	3	2	2	9	0,1
70	3	9	2	1	0	0	0	2	3	1	2	2	8	0,19
71	3	9	20	0	0	0	0	20	3	2	1	2	8	0,95
72	3	9	3	0	0	0	0	3	1	1	1	1	4	0,22
73	3	9	0	0	0	0	0	0	2	3	1	2	8	0,31
74	3	9	2	0	0	0	0	2	1	3	0	2	6	0,6
75	3	9	1	0	0	0	0	1	1	2	2	0	5	1,12
76	3	9	30	1	0	0	0	31	31	2	3	3	39	0,1
77	3	9	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5	9	0,83
78	3	9	4	0	0	0	0	4	1	1	3	4	9	0,66

79	3	9	5	0	0	0	0	5	2	2	2	4	10	0,1
80	3	9	0	0	0	0	0	0	1	1	3	4	9	0,12
81	4	10	0	0	0	0	4	0	1	3	3	5	12	0,54
82	4	10	0	0	0	0	7	0	2	3	3	5	13	0,71
83	4	10	1	0	0	0	3	4	4	1	2	4	11	0,6
84	4	10	1	0	0	0	3	4	3	2	2	4	11	0,32
85	4	10	1	0	0	0	2	3	1	0	2	4	7	0,29
86	4	10	0	0	0	0	5	5	1	3	3	3	10	0,18
87	4	10	1	0	0	0	0	1	0	0	2	4	6	1,06
88	4	10	1	0	0	0	7	1	3	1	2	4	10	0,25
89	4	10	0	0	0	0	0	0	2	2	2	4	10	0,1
90	4	10	1	0	0	0	0	1	2	2	3	3	10	0,46
91	4	10	2	0	0	0	0	2	1	1	3	4	9	0,63
92	4	10	0	0	0	0	0	0	0	1	3	5	9	0,25
93	4	10	2	0	0	0	3	2	1	1	2	3	7	0,66
94	4	10	2	0	0	0	0	2	2	1	1	2	6	0,42
95	4	10	4	0	0	0	0	4	2	2	3	1	8	0,37
96	4	10	1	0	0	0	2	1	1	2	3	4	10	0,31
97	4	10	0	0	0	0	0	0	1	2	3	5	11	0,19
98	4	10	7	0	0	0	0	7	2	1	2	5	10	0,31
99	4	10	3	0	0	0	0	3	2	3	3	2	10	0,19
100	4	10	0	0	0	0	0	0	2	3	2	3	10	0,31
101	4	10	1	0	0	0	0	1	2	3	3	2	10	0,22
102	4	10	3	0	0	0	0	3	0	3	3	5	11	0,35
103	4	10	6	0	0	0	0	6	1	2	2	4	9	2,2
104	4	10	68	0	0	0	0	68	3	3	3	4	13	0,19
105	4	10	2	0	0	0	0	2	2	2	2	5	11	0,28
106	4	11	3	1	0	0	2	6	1	0	2	3	6	0,1
108	4	11	2	0	0	0	2	4	1	2	2	3	8	0,79
109	4	11	0	0	0	0	1	1	2	2	3	3	10	0,13
110	4	11	0	0	0	0	5	5	2	3	3	4	12	0,15
111	4	11	0	1	0	0	3	3	2	2	3	5	12	0,91
112	4	11	1	0	0	0	2	2	3	3	3	3	12	0,13
113	4	11	1	0	0	0	0	1	3	2	3	4	12	1,16
114	4	11	0	1	0	0	1	1	2	3	3	5	13	0,27

115	5	14	1	0	0	0	0	1	1	2	3	3	9	0,13
116	5	15	2	0	0	0	0	2	2	2	3	5	12	0,5
117	5	15	3	0	0	0	0	3	2	3	2	5	12	0,36
118	5	15	0	0	0	0	0	0	2	2	2	4	10	0,74
119	5	15	3	0	0	0	0	3	1	3	3	4	11	0,5
120	5	15	10	0	0	0	0	10	2	2	2	5	11	0,1
121	5	15	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	7	0,26
122	5	15	22	0	0	0	3	25	3	3	3	4	13	0,11
123	5	15	16	0	0	0	1	17	2	3	3	5	13	0,12
124	5	15	2	0	0	0	0	2	0	3	3	5	11	0,6
125	5	15	2	0	0	0	0	2	1	1	2	5	9	0,22
126	5	15	1	0	0	0	0	1	1	3	3	4	11	0,81
127	5	15	9	0	0	0	0	9	2	2	3	5	12	0,14
128	5	15	10	0	0	0	0	10	2	1	2	5	10	0,16
129	5	15	3	0	0	0	0	3	1	3	2	3	9	0,16
130	5	15	4	0	0	0	0	4	0	2	2	4	8	0,4
131	5	15	4	0	0	0	0	4	1	3	2	3	9	0,45
132	5	15	42	0	0	0	0	42	0	2	2	3	7	0,33
133	5	15	20	0	0	0	0	20	1	2	2	4	9	0,95
134	5	15	76	0	0	0	0	76	0	3	2	3	8	0,24
135	5	15	1	0	0	0	0	1	2	3	2	3	10	0,16
136	5	15	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	5	0,21
137	5	15	52	0	0	0	0	52	1	3	3	3	10	0,1
138	5	15	41	0	0	0	0	41	1	2	3	5	11	0,21
139	5	15	13	0	0	0	0	13	1	2	3	4	10	0,23
140	5	15	3	0	0	0	0	3	2	3	3	4	12	0,54
141	5	15	23	0	0	0	0	23	2	2	1	4	9	0,27
142	5	15	89	0	0	0	0	89	1	2	2	1	6	0,24
143	5	15	3	0	0	0	0	3	3	2	2	3	10	0,45
144	5	15	3	0	0	0	0	3	2	2	2	3	9	0,43
145	5	15	0	0	0	0	0	0	1	2	3	3	9	0,51
146	5	15	5	0	0	0	2	7	1	1	3	5	10	0,65
147	5	15	32	0	0	0	0	32	3	2	1	5	11	0,32
148	5	15	58	0	0	0	0	58	2	2	2	1	7	0,36
149	5	15	1	0	0	0	0	1	0	2	3	2	7	1,87

150	5	15	5	0	0	0	1	6	0	2	2	5	9	0,34
151	5	15	10	0	0	0	4	14	1	1	2	2	6	0,22
152	5	15	15	0	0	0	6	21	1	2	2	4	9	0,13
153	5	15	0	0	0	0	1	1	3	2	3	4	12	0,32
154	5	15	8	0	0	0	0	8	2	3	3	5	13	0,56
155	5	15	1	0	0	0	0	1	2	2	2	4	10	0,12
156	5	15	3	0	0	0	9	12	2	0	1	4	7	0,23
157	5	15	6	0	0	0	9	15	2	0	3	1	6	0,24
158	5	15	3	0	0	0	12	15	1	2	3	5	11	0,12
159	5	15	2	0	0	0	3	5	1	1	3	4	9	0,13
160	5	15	1	0	0	0	0	1	1	3	2	5	11	0,28
161	5	15	0	0	0	0	4	4	0	3	3	3	9	0,46
162	5	15	0	0	0	0	1	1	2	1	2	4	9	0,21
163	5	15	4	0	0	0	9	13	2	1	2	4	9	0,15
164	5	15	0	0	0	0	6	6	3	2	3	4	12	0,24
165	5	15	2	0	0	0	0	2	2	3	3	4	12	0,43
166	5	15	4	0	0	0	2	6	0	3	1	4	8	0,15
167	5	15	0	0	0	0	4	4	2	2	3	3	10	0,12
168	5	15	3	0	0	0	4	7	1	2	2	4	9	0,23
168	5	16	0	0	0	0	4	4	1	3	3	2	9	0,19
169	6	16	2	0	0	0	0	2	1	1	3	4	9	0,43
170	6	16	2	0	0	0	0	2	1	2	3	5	11	0,21
171	6	16	1	0	0	0	0	1	1	2	2	5	10	0,67
172	6	16	0	0	0	0	0	0	1	2	2	3	8	2,21
173	6	16	0	0	0	0	0	0	1	3	3	4	11	1,64
174	6	16	0	0	0	0	0	0	1	2	3	5	11	1,12
175	6	16	0	0	0	0	0	0	1	2	3	4	10	1,16
176	6	16	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	7	2,21
177	6	16	0	0	0	0	0	0	1	2	2	4	9	2,24
178	6	16	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4	7	2,41
179	6	16	7	0	0	0	0	7	1	2	3	2	8	0,18
180	6	16	2	0	0	0	0	2	0	2	2	3	7	0,63
181	6	16	30	0	0	0	3	30	1	1	2	4	8	0,12
182	6	16	40	0	0	0	0	40	1	2	2	2	7	0,3
183	6	16	46	0	0	0	0	46	0	3	3	3	9	0,31

219	7	14	0	0	0	0	3	3	0	3	2	3	8	0,23
220	7	14	12	0	0	0	1	13	1	4	0	4	9	0,31
221	7	14	24	0	0	0	0	24	1	2	3	3	9	0,45
222	7	14	36	0	0	0	0	36	0	3	2	2	7	0,12
223	7	14	57	0	0	0	0	57	0	5	4	2	11	0,32
224	7	14	23	0	0	0	4	27	2	3	4	1	10	0,19
225	7	14	32	0	0	0	2	34	1	4	5	1	11	0,53
226	7	14	41	0	0	0	3	44	2	2	3	0	7	0,34
227	7	14	14	0	0	0	4	18	2	4	3	0	9	0,22
228	7	14	32	0	0	0	0	32	0	3	3	0	6	0,15
229	7	14	21	0	0	0	0	21	0	5	3	3	11	0,27
230	7	14	24	0	0	0	0	24	0	4	5	3	12	0,53
231	7	14	56	0	0	0	0	56	3	3	4	3	13	0,26
232	7	14	34	0	0	0	0	34	1	4	2	3	10	0,43
233	7	14	83	0	0	0	0	83	2	4	3	3	12	0,52
234	7	14	52	0	0	0	0	52	1	3	3	2	9	0,64
235	7	14	41	0	0	0	0	41	1	3	3	2	9	0,18
236	7	14	25	1	0	0	2	28	1	2	4	2	9	0,29
237	7	14	42	0	0	0	1	43	0	4	4	2	10	0,43
238	7	14	62	0	0	0	1	63	0	2	3	2	7	0,17
239	7	14	53	0	0	0	1	54	0	4	2	1	7	0,21
240	7	14	61	0	0	0	2	63	0	2	1	3	6	1,32
241	7	14	41	0	0	0	3	44	0	4	2	1	7	1,02
242	7	14	37	0	0	0	4	41	1	4	2	5	12	1,43
243	7	14	30	0	0	0	1	31	1	5	2	4	12	0,12
244	7	14	26	0	0	0	1	27	2	3	3	1	9	0,35
245	7	14	15	0	0	0	1	16	1	2	1	1	5	0,24
246	7	14	17	0	0	0	0	17	0	2	1	12	15	0,57
247	7	14	13	0	0	0	0	13	0	2	1	1	4	0,25
248	7	14	11	0	0	0	0	11	0	2	3	2	7	0,42
249	7	14	9	0	0	0	0	9	0	3	2	3	8	0,64
250	7	14	5	0	0	0	0	5	0	4	3	3	10	0,35
251	7	14	0	0	0	0	2	2	0	4	3	3	10	0,17
252	7	14	0	1	0	0	1	2	1	3	3	4	11	0,63
253	7	14	0	0	0	0	0	0	1	2	4	4	11	0,52

254	7	14	0	0	0	0	3	3	1	3	3	1	8	0,46
255	7	14	1	0	0	0	1	2	0	3	3	2	8	0,56
256	7	14	0	0	0	0	2	2	0	3	4	3	10	0,25
257	7	14	0	0	0	0	0	0	0	3	3	2	8	0,63
258	7	14	0	0	0	0	1	1	0	4	2	2	8	0,26
259	7	14	0	0	0	0	0	0	0	3		1		0,51

Distance de dissémination des placettes installées en dehors des agrégats

N°	DIST.	Parc.	S1	S2	S3	S4	RA	TOTAL	Ouv.0-2 m	Ouv. 2-10 m	Ouv. 10-20m	Ouv. >20m	TOT. Ouv.	S.T
260	10-30m	19	0	0	0	0	0	0	3	2	2	3	10	0,65
261	10-30m	19	0	0	0	0	2	2	2	2	2	3	9	1,01
262	10-30m	19	0	0	0	0	0	0	0	2	4	3	9	3
263	10-30m	19	0	0	0	0	0	0	2	2	3	2	9	0,14
264	10-30m	19	0	0	0	0	0	0	2	0	1	4	7	0,75
265	10-30m	19	0	0	0	0	0	0	3	3	1	3	10	0,16
266	10-30m	19	0	0	0	0	0	0	3	2	3	1	9	0,64
267	10-30m	19	0	0	0	0	4	4	0	4	4	3	11	0,24
268	10-30m	19	0	0	0	0	1	1	2	1	1	2	6	1,13
269	10-30m	19	0	0	0	0	0	0	3	2	2	4	11	1,03
270	10-30m	19	0	0	0	0	0	0	3	4	3	3	13	0,45
271	30-60m	19	0	0	0	0	0	0	1	4	2	2	9	0,62
272	30-60m	19	0	0	0	0	0	0	2	3	2	1	8	0,76
273	30-60m	19	0	0	0	0	0	0	2	2	4	3	11	0,86
274	30-60m	19	0	0	0	0	0	0	2	3	3	5	13	0,21
275	30-60m	19	0	0	0	0	0	0	2	3	1	2	8	0,67
276	30-60m	19	2	0	0	0	0	2	2	2	2	3	9	1,14
277	30-60m	19	0	0	0	0	0	0	1	3	3	4	11	0,95
278	30-60m	19	0	0	0	0	0	0	1	2	4	4	11	0,81
279	30-60m	19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	6	0,53

280	30-60m	19	2	0	0	0	0	2	0	3	3	5	11	0,31
281	30-60m	19	4	0	0	0	0	0	2	0	1	4	7	0,69
282	30-60m	19	13	0	0	0	0	0	3	3	1	3	10	0,23
283	30-60m	19	12	0	0	0	0	12	3	2	3	1	9	0,18
284	0-10m	19	23	0	0	0	0	23	0	4	4	3	11	0,63
285	0-10m	19	35	0	0	0	0	35	2	1	1	2	6	0,12
286	0-10m	19	64	0	0	0	0	64	3	2	2	4	11	0,3
287	0-10m	19	42	0	0	0	0	42	3	2	3	3	11	0,31
288	0-10m	19	67	0	0	0	0	67	1	4	2	2	9	0,11
289	0-10m	19	52	0	0	0	0	52	2	3	2	0	7	0,75
290	0-10m	19	61	0	0	0	0	61	2	2	3	2	9	0,42
291	0-10m	19	23	0	0	0	0	23	2	3	1	3	9	0,36
292	0-10m	19	14	0	0	0	0	14	2	3	2	4	11	0,21
293	0-10m	19	32	0	0	0	0	32	3	2	1	2	8	0,53
294	0-10m	19	9	0	0	0	0	9	2	3	2	1	8	0,95
295	0-10m	19	8	0	0	0	0	8	2	1	1	0	4	0,42
296	0-10m	19	11	0	0	0	0	11	1	1	1	0	3	0,36
297	0-10m	19	2	0	0	0	0	2	1	2	2	1	6	0,9
298	0-10m	19	14	0	0	0	0	14	4	1	1	3	9	0,53
299	0-10m	19	13	0	0	0	0	13	2	3	1	2	8	0,13
300	0-10m	19	23	0	0	0	0	23	2	2	3	1	8	1,42

ANNEXE III

LES TESTS STATISTIQUES UTILISES

Statistique descriptive des différents agrégats en fonction de trois classes (S₁, S₂ et RA)
de hauteur de régénération

Descriptive Statistics						
Agrégat	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	
1	S1	9	.11	.333	0	1
	S2	9	.00	.000	0	0
	RA	9	.00	.000	0	0
2	S1	41	17.20	33.327	0	181
	S2	41	.00	.000	0	0
	RA	41	.24	.799	0	4
3	S1	30	30.57	45.113	0	169
	S2	30	.20	.407	0	1
	RA	30	.50	1.306	0	6
4	S1	33	3.45	11.710	0	68
	S2	33	.09	.292	0	1
	RA	33	1.58	2.092	0	7
5	S1	55	11.29	19.239	0	89
	S2	55	.00	.000	0	0
	RA	55	2.20	2.778	0	12
6	S1	50	27.40	33.792	0	109
	S2	50	.04	.198	0	1
	RA	50	1.18	2.017	0	8
7	S1	41	25.12	21.637	0	83
	S2	41	.05	.218	0	1
	RA	41	1.07	1.292	0	4
8	S1	41	12.83	19.384	0	67
	S2	41	.00	.000	0	0
	RA	41	.17	.704	0	4

Test de Kolmogorov smirnov

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test				
Agrégat		S ₁	S ₂	RA
1	N	9	9	9
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.11	.00
		Std. Deviation	.333	.000 ^c
	Most Extreme Differences	Absolute	.519	
		Positive	.519	
		Negative	-.369	
		Kolmogorov-Smirnov Z	1.558	
		Asymp. Sig. (2-tailed)	.016	
2	N	41	41	41
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	17.20	.24
		Std. Deviation	33.327	.799
	Most Extreme Differences	Absolute	.319	.498
		Positive	.319	.498
		Negative	-.303	-.380
		Kolmogorov-Smirnov Z	2.041	3.188
		Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	.000
3	N	30	30	30
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	30.57	.50
		Std. Deviation	45.113	1.306
	Most Extreme Differences	Absolute	.272	.449
		Positive	.272	.449
		Negative	-.249	-.351
		Kolmogorov-Smirnov Z	1.488	2.459
		Asymp. Sig. (2-tailed)	.024	.000
4	N	33	33	33
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	3.45	1.58
		Std. Deviation	11.710	2.092
	Most Extreme Differences	Absolute	.394	.289
		Positive	.394	.289
		Negative	-.384	-.226
		Kolmogorov-Smirnov Z	2.265	1.663
		Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	.008

c

5		N	55	55	55
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	11.29	.00	2.20
		Std. Deviation	19.239	.000 ^c	2.778
	Most Extreme Differences	Absolute	.290		.214
		Positive	.290		.213
		Negative	-.279		-.214
		Kolmogorov-Smirnov Z	2.154		1.589
		Asymp. Sig. (2-tailed)	.000		.013
6		N	50	50	50
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	27.40	.04	1.18
		Std. Deviation	33.792	.198	2.017
	Most Extreme Differences	Absolute	.236	.540	.361
		Positive	.236	.540	.361
		Negative	-.209	-.420	-.279
		Kolmogorov-Smirnov Z	1.667	3.819	2.551
		Asymp. Sig. (2-tailed)	.008	.000	.000
7		N	41	41	41
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	25.12	.05	1.07
		Std. Deviation	21.637	.218	1.292
	Most Extreme Differences	Absolute	.123	.540	.260
		Positive	.111	.540	.260
		Negative	-.123	-.412	-.203
		Kolmogorov-Smirnov Z	.786	3.456	1.667
		Asymp. Sig. (2-tailed)	.566	.000	.008
8		N	41	41	41
	Normal Parameters ^{a,b}	Mean	12.83	.00	.17
		Std. Deviation	19.384	.000 ^c	.704
	Most Extreme Differences	Absolute	.254		.523
		Positive	.248		.523
		Negative	-.254		-.404
		Kolmogorov-Smirnov Z	1.627		3.347
		Asymp. Sig. (2-tailed)	.010		.000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. The distribution has no variance for this variable. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test cannot be performed.

Test de Kruskal-Wallis et Khi²

Ranks				Test Statistics ^{a,b}	
	Agrégat	N	Mean Rank	S1	
S1	1	9	48.11	Chi-Square	42.273
	2	41	155.27	Df	7
	3	30	182.05	Asymp. Sig.	.000
	4	33	98.21	a. Kruskal Wallis Test	
	5	55	146.40	b. Grouping Variable:	
	6	50	169.19	Agrégat	
	7	41	189.30		
	8	41	131.11		
	Total	300			

Classe S₁

Case Processing Summary

		Cases					
		Valid		Missing		Total	
agrégat 3 classes		N	Percent	N	Percent	N	Percent
S1	densité S1 faible	42	100.0%	0	.0%	42	100.0%
	densité S1 moyenne	137	100.0%	0	.0%	137	100.0%
	densité S1 forte	121	100.0%	0	.0%	121	100.0%

Régénération acquise

Case Processing Summary

		Cases					
		Valid		Missing		Total	
agrégat 3 classes		N	Percent	N	Percent	N	Percent
RA	densité S1 faible	42	100.0%	0	.0%	42	100.0%
	densité S1 moyenne	137	100.0%	0	.0%	137	100.0%
	densité S1 forte	121	100.0%	0	.0%	121	100.0%

Statistique descriptive de S1 et RA

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
S ₁	300	17.61	28.460	0	181
RA	300	1.03	1.899	0	12
aggregat 3 classes	300	2.26	.690	1	3

Test de Kruskal-Wallis en fonction des densités

Ranks			
	Densité	N	Mean Rank
S1	densité S1 faible	42	87.48
	densité S1 moyenne	137	144.48
	densité S1 forte	121	179.19
	Total	300	
RA	densité S1 faible	42	158.43
	densité S1 moyenne	137	145.28
	densité S1 forte	121	153.66
	Total	300	

Test Khi² de S1 et RA

Test Statistics ^{a,b}		
	S ₁	RA
Chi-Square	36.903	1.400
Df	2	2
Asymp. Sig.	.000	.497

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: aggregat 3 classes

Les classes de couverture végétales

Case Processing Summary						
	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Ouv_0_2m	299	99.7%	1	.3%	300	100.0%
Ouv_2_10m	299	99.7%	1	.3%	300	100.0%
Ouv_10_20m	299	99.7%	1	.3%	300	100.0%
Ouv_over20m	299	99.7%	1	.3%	300	100.0%

Statistique descriptive des classes des couvertures végétales

	Descriptive Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Ouv_0_2m	300	1.61	1.979	0	31
Ouv_2_10m	300	2.25	.968	0	5
Ouv_10_20m	299	2.33	.967	0	5
Ouv_over20m	300	3.13	1.479	0	12
aggregat 3 classes	300	2.26	.690	1	3

Test de Kruskal-Wallis en fonction des couvertures végétales

		Ranks	
	Densité	N	Mean Rank
Ouv_0_2m	densité S1 faible	42	176.69
	densité S1	137	162.32
	moyenne		
	densité S1 forte	121	128.02
	Total	300	
Ouv_2_10m	densité S1 faible	42	144.61
	densité S1	137	148.78
	moyenne		
	densité S1 forte	121	154.49
	Total	300	
Ouv_10_20 m	densité S1 faible	42	148.44
	densité S1	137	138.46
	moyenne		
	densité S1 forte	120	163.72
	Total	299	
Ouv_over20 m	densité S1 faible	42	169.69
	densité S1	137	160.53
	moyenne		
	densité S1 forte	121	132.48
	Total	300	

Test de Khi^2 en fonction des couvertures végétales

	Test Statistics ^{a,b}			
	Ouv_0_2m	Ouv_2_10m	Ouv_10_20 m	Ouv_over20m
Chi-Square	15.704	.560	6.148	9.509
df	2	2	2	2
Asymp. Sig.	.000	.756	.046	.009

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: aggregat 3 classes

Contact

***Samuël*₂ BEGAA YENDJOGI**

GSM: + 243 85 33 88 449

+ 243 81 35 60 145

E mail: begaa_levieux@yahoo.fr

samuelevieux@hotmail.com