

UNIVERSITE DE KISANGANI
Faculté des Sciences

*Département d'Ecologie et Gestion des
Ressources animales et végétales*



**CONTRIBUTION A L'APPLICATION DES MESURES EN
CARRE AUX ESPECES *Scorodophloeus zenkeri*, *Olax gambecola* et
Staudtia gabonensis DANS LA CUVETTE CENTRALE
CONGOLAISE. CAS DE LA FORET A *Scorodophloeus zenkeri*
HARMS DE LA RESERVE DE LOWEO A YANGAMBI
(RDC)**



Par

Ir. Sylvain SOLIA EDONDOTO

DISSERTATION

Présentée en vue de l'obtention du Diplôme
d'Etude Approfondie (DEA) en Gestion de la
Biodiversité.

Promoteur : Pr Dr. Jan BOGAERT (ULB)

Co promoteur : Pr Dr. LOKOMBE D. (ISEA)

Année Académique : 2006 - 2007

REMERCIEMENTS.

Au terme de notre étude post universitaire, souvenir d'une longue période de sacrifice, de soupire et de rude labeur, il est agréable d'avoir une flopée de reconnaissance et d'hommage au professeur Jan BOGAERT de laboratoire d'écologie du paysage de l'Université Libre de Bruxelles, promoteur de ce travail pour n'avoir ménagé aucun effort pour nous trouver un cadre scientifique propice à notre devenir.

Le seul langage humain paraît insuffisant pour exprimer fidèlement ce que dresse notre être envers cette éminente personne dont la perspicacité est sans égale, et qui a pu sacrifier beaucoup de ses nécessités pour mettre à notre disposition documents, savoir faire, esprit scientifique afin de donner à ce travail son caractère génial.

Il nous a rendu passionné de la science et nous a inspiré d'être l'un de ses disciples scientifiques.

Nous lutterons fort contre les vicissitudes de la vie pour qu'il nous soit effacé le nom de professeur LOKOMBE DIMANDJA qui nous a été d'une incommensurable, importante dans l'encadrement de ce modeste travail pas à pas jusqu'à sa finalité.

Il serait ingrat de ne pas remercier tous les personnels académique qui ont contribué à notre formation : au Professeur Jean LEJOLY de l'Université Libre de Bruxelles, le parrain de cette formation ; au Professeur Léopold NDJELE le fondateur, Coordonnateur et Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani ; au Pr. Dr. J.P MATE pour ses conseils très pertinents.

Nous remercions par cette même occasion tous les professeurs, les chefs de travaux et assistants de l'Institut Facultaire de Sciences Agronomiques de Yangambi pour leur dévouement et leur contribution à notre formation.

L'argent étant devenu le nerf de la guerre, nous saluons la vive contribution de la coopération technique belge.

Nos sincères remerciements de manière particulière à ma famille, à l'occurrence notre chère épouse Joséphine LIMBAYA MADAME, à notre fille Jemima SOLIA, à mon père Dieudonné

SOLIA MODIKA, à tous mes frères et sœurs de la famille SOLIA pour les sacrifices consenties à notre égard.

Nous avons une pensée particulièrement émue aux membres de jury du présent mémoire, nous citons : Pr. Jan BOGAERT, Pr. Jean-Marie LOKOMBE, Pr. Ferdinand KOMBELE, Pr. Honorine NTAHOBAVUKA et Pr. Léopold NDJELE pour les remarques et suggestions combien utiles.

Nous témoignons notre reconnaissance au C.E SINDANI ; Paulin YANGAMBI, Dieu BONDELE, Papy LIMBAYA, Junias TABU suite à leur disponibilité à notre égard.

Nous remercions très sincèrement tous nos collègues de promotion qui nous ont aidé à résoudre certains problèmes liés à la recherche scientifique, nous citons : Papy MONGINDO, Jean-Marie KAHINDO, Sylvain ALONGO, Joël OSOMBAUSE, Joseph LITUCHA, Jean INGBABONA, Prosper SABONGO, OMATOKO, Richard LOKOKA, Consolate KASWERA, Delly NGAMA, Junior WEMBODINGA, Franck BAPEAMONI, etc.

Que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ce travail, je porterai le souvenir dans mon cœur.

Sylvain SOLIA EDONDOTO

Résumé.

La distribution des arbres dans un paysage forestier est un problème qui préoccupe beaucoup des chercheurs pour mieux comprendre leur rôle écologique dans chaque type de paysage.

Une étude sur la contribution à l'application des mesures en carré aux espèces *Scorodophloeus zenkeri*, *Olax gambecola* et *Staudtia gabonensis* dans la cuvette centrale congolaise. Cas de la forêt à *Scorodophloeus zenkeri* a été mené dans la réserve de Loweo à Yangambi (RD Congo).

Un inventaire systématique a été utilisé pour le dénombrement des tiges de DHP ≥ 10 cm.

La méthode « Nearest-Neighbor Method » et l'indice de « Clark et Evans » a été utilisée pour analyser la distribution spatiale de ces trois espèces.

Les résultats obtenus après analyse montrent que :

- Le nombre d'espèces inventoriées s'élève à 114, la densité des arbres de DHP ≥ 10 cm est de 402 tiges/ha.
- *Scorodophloeus zenkeri* (95,6 tiges/ha), *Olax gambecola* (81,7 tiges/ha) et *Staudtia gabonensis* (36,3 tiges/ha) sont dominants.
- La distribution de ces trois espèces est aléatoire dans l'ensemble. Mais *Scorodophloeus zenkeri* et *Olax gambecola* ont une tendance vers la distribution uniforme tandis que *Staudtia gabonensis* a une tendance vers la distribution agrégée.

Mots clés : Forêt à *Scorodophloeus zenkeri*, Structure, Distribution spatiale, Application des mesures en carré, Yangambi.

Summary.

Researchers are more concerned about the problem of the trees distribution in a forest landscape for understanding better their ecological role in each type of landscape.

A study in the contributions of the square measures application of species *Scorodophloeus zenkeri*, *Olax gambecola* and *Staudtia gabonensis* in the forest of *Scorodophloeus zenkeri* has been conducted in the reserve of Loweo at Yangambi (DR Congo).

A systematic survey has been used for the dbh stems count ≥ 10 cm. The method "Nearest-Neighbor Method" and the index of "Clark and Evans" have been used for analyzing the spatial distribution of these three species.

The obtained results after analysis show that:

- The surveyed species number adds up to 114, the dbh trees density ≥ 10 cm is of 402 stems per ha.
- *Scorodophloeus zenkeri* (95.6 stems per ha), *Olax gambecola* (81.7 stems per ha) and *Staudtia gabonensis* (36.3 stems per ha) are prevailing.
- The distribution of these three species is uncertain on the whole. But *Scorodophloeus zenkeri* and *Olax gambecola* have a tendency to the uniform distribution while *Staudtia gabonensis* has a tendency to the aggregated distribution.

Key words: *Scorodophloeus zenkeri* forest, structure, spatial distribution, square measures application, Yangambi.

Liste des Figures.

Figure 1 : Carte de la Réserve floristique de la Loweo à Yangambi (RD Congo).

Figure 2 : Diagramme ombrothermique de Yangambi de 2000 – 2005.

Figure 3 : Champignons récoltés dans la réserve de Loweo à Yangambi.

*Figure 4 : L'espèce *Scorodophloeus zenkeri* dans la réserve de Loweo à Yangambi*

*Figure 5 : L'espèce *Olax gambecola* dans la réserve de Loweo à Yangambi.*

*Figure 6 : L'espèce *Staudtia gabonensis* dans la réserve de Loweo à Yangambi.*

Figure 7 : Trois types possibles de distribution spatiale d'organismes dans une population.

Figure 8 : Illustration schématique de la « Nearest-Neighbor Method ».

Figure 9: "T-Square Sampling Procedure."

Figure 10 : Distribution de fréquences de tiges par catégorie de DHP.

*Figure 11: Distribution de fréquences de tiges par classe de DHP de l'espèce *Scorodophloeus zenkeri*.*

*Figure 12: Distribution de fréquences de tiges par classe de DHP pour l'espèce *Olax gambecola*.*

*Figure 13 : Distribution de fréquences de tiges par catégorie de DHP pour l'espèce *Staudtia gabonensis*.*

Figure 14 : Dominance relative des espèces de la réserve de Loweo

Figure 15 : Courbe de répartition des arbres par catégorie de DHP.

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Répartition de la population de Yangambi par type d'individus.

Tableau 2 : Quelques caractéristiques écologiques de trois espèces retenues.

Tableau 3 : Répartition des tiges selon leur occupation spatiale.

Tableau 4 : Dix espèces d'arbres (DHP \geq 10 cm) dans le site d'étude de Loweo.

Tableau 5 : Nombre d'individus et espèces des quelques familles dans la forêt à *Scorodophlæus zenkeri*.

Tableau 6 : Surface terrière par classe de DHP dans la forêt à *Scorodophlæus zenkeri*.

Tableau 7 : Relation entre le DHP et le nombre de tiges à l'hectare. (Caractéristiques de régression).

Tableau 8 : Distribution des fréquences de tiges par parcelles des espèces dominantes.

Tableau 9 : Valeur de Khi-deux

Tableau 10 : Comparaison des effectifs d'arbres à DHP supérieur ou égal à 10 cm dans différents sites de forêts ombrophiles.

Tableau 11 : Comparaison des effectifs d'arbres à DHP supérieur ou égal à 10 cm dans différents sites de forêts ombrophiles.

Tableau 12 : Nombre d'espèces obtenues dans différents sites.

Tableau 13 : Quelques modèles mathématiques de distribution de tiges en classe de diamètre.

Tableau 14 : Comparaison de la surface terrière avec celle des autres forêts étudiées.

Tableau 15 : Comparaison de distribution spatiale des espèces de la RDC avec celles d'ailleurs en Afrique.

Liste des annexes.

Annexe 1 : Données pluviométriques de Yangambi de 2000 à 2005.

Annexe 2 : Tableau d'inventaire des espèces dans la réserve de Loweo à Yangambi.

Annexe 3 : Données courbe de régression exponentielle.

Annexe 4 : Figure de répartition des trois espèces dominantes de la réserve de Loweo.

Annexe 5 : Mesures de trois espèces dominantes retenues de la réserve de Loweo.

Annexe 6 : La distribution spatiale des espèces dominantes.

Annexe 7 : Analyses statistiques.

TABLE DES MATIERES

Remerciements	
Résumé	
Summary	
Liste des Figures	
Liste des Tableaux	
Liste des Annexes	
Table des matières.	
0. INTRODUCTION.....	1
0.1. Problématique.....	1
0.2Hypothèse.....	2
0.3 Objectifs.....	2
0.4 Intérêts du travail.....	2
0.5 Subdivision.....	3
CHAPITRE PREMIER : GENERALITES.....	4
1.1. Milieu d'étude.....	4
1.1.1. Milieu physique.....	4
1.1.1. Situation géographique.....	4
1.1.1.1. Climat.....	5
1.1.1.1.1. Température.....	5
1.1.1.1.2. Précipitation.....	5
1.1.1.1.3. Humidité relative.....	6
1.1.1.3. Relief.....	6
1.1.1.3.1. Plateau.....	7
1.1.1.3.2. Pente et vallée.....	7
1.1.1.4. Hydrographie.....	7
1.1.1.5. Cadre phytogéographique.....	8
1.1.2. Milieu édaphique.....	8
1.1.2.1. Principes de classification.....	8
1.1.2.2. Genèse et classification des sols.....	8
1.1.3. Milieu biotique.....	9
1.1.3.1. Végétation.....	9
1.1.3.2. Influence des activités humaines.....	10
1.2 ; Forêt à <i>Scorodophloeus zenkeri</i>	11
1.2.1. Forêt mésophile semi caducifoliée à <i>Scorodophloeus zenkeri</i>	11
1.2.2. Essences dominantes.....	12
1.2.2.1. <i>Scorodophloeus zenkeri</i>	12
1.2.2.2. <i>Olax gambecola</i>	14
1.2.2.3. <i>Staudtia gabonensis</i>	15
1.3. Caractères écologiques de trois essences dominantes.....	18
1.4. Etat de connaissance sur la distribution spatiale des espèces.....	18
CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODES.....	21
2.1. Matériel.....	21
2.1.1. Matériel biologique.....	21
2.1.2. Matériel non biologique.....	21
2.2. Méthodes.....	21
2.2.1. Inventaire des arbres de DHP \geq 10 cm.....	21
2.2.1.1. Technique de sondage.....	22

2.2.1.2. Le taux de sondage.....	23
2.2.1.3. Parcelles-échantillons.....	23
2.2.2. Distribution spatiale des espèces.....	23
2.2.2.1. Distribution statistique et écologique.....	24
A. Distribution Statistique.....	24
B. Distribution écologique.....	26
2.2.2.2. « Nearest-Neighbor Method » et « l'indice de Clark and Evans ».....	27
2.2.2.3. T-Square Sampling Procedure" et le test de Hines and Hines.....	29
2.2.2.4. Méthodes d'analyse des données.....	30
2.2.2.4.1. Indices de caractérisation botanique.....	30
2.2.2.4.2. L'importance relative.....	31
CHAPITRE TROISIEME : RESULTATS.....	32
3.1 Structure des richesses floristiques.....	32
3.1.1. La stratification.....	32
3.1.2. Densité de peuplement.....	33
3.1.3. Surface terrière.....	38
3.2. Structure des diamètres.....	39
3.2.1. Diamètre à Hauteur de Poitrine.....	39
3.2.2. Relation entre le diamètre à hauteur de poitrine et densité.....	40
3.3. Etude de la distribution spatiale des espèces dominantes.....	41
3.3.1. Distribution des fréquences de tiges par parcelles.....	41
3.3.2. « Nearest-Neighbor Method » et l'indice de « Clark et Evans ».....	42
3.3.3. Test de Khi-deux.....	47
3.4. L'action anthropique.....	48
CHAPITRE QUATRIEME : DISCUSSION DES RESULTATS, CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	49
4.1. DISCUSSION DES RESULTATS.....	49
4.1.1. Considération générale.....	49
4.1.2. Comparaison des données floristiques.....	50
4.1.2.1. Densité.....	50
4.1.2.2. Nombre d'espèces.....	51
4.1.2.3. Structure diamétrique.....	52
4.1.2.4. Surface terrière.....	52
4.1.3. Distribution spatiale.....	53
4.2. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	57
4.2.1. Conclusion.....	57
4.1.2. Recommandations.....	57
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	59
ANNEXES	

0. INTRODUCTION

0.1. Problématique

La République Démocratique du Congo compte 128 millions d'hectares de forêts soit 47 % des forêts d'Afrique. Elle est le premier pays d'Afrique de par l'étendue de ses forêts et le plus important pour la préservation de l'environnement mondial ; C'est le deuxième massif de forêt tropicale dans le monde après le Brésil et le cinquième pays forestier au monde après la Russie, le Canada, les USA et le Brésil (LOKOMBE, 1996).

La mise en valeur de ces ressources forestières peut relever l'économie du pays et créer de nouveaux pôles de développement avec possibilité d'enrichissement et de diversifier la vie rurale (LOKOMBE, 1996). Mais ces forêts sont actuellement menacées par l'agriculture itinérante et l'exploitation forestière.

Le nomadisme va à l'encontre de l'une des principales résolutions de la conférence de Rio de Janeiro notamment la sédentarisation de l'agriculture et la lutte contre la déforestation (ANONYME, 2003).

Les forêts de la République Démocratique du Congo sont appelées à jouer un grand rôle dans la régulation des grands courants climatiques. La gestion devient une question hautement stratégique au regard des menaces qui pèsent sur les équilibres écologiques au niveau de la planète. La connaissance de ces forêts avec ses caractéristiques constitue un pré requis pour les aménagistes qui sont intéressés pour ces forêts.

Cependant, les recherches orientées vers la connaissance détaillée de ces ressources forestières sont restées ponctuelles et insuffisantes.

A cet égard, les inventaires forestiers constituent l'une des plus importantes sources des données pour étude portant sur la diversité biologique, l'établissement d'un plan de gestion et de conservation des écosystèmes en général, et des forêts en particulier (PATRICE & al, 2003 in N'SHIMBA, 2005).

L'analyse des données ponctuelles dans la forêt à *Scorodophlæus zenkeri* de la réserve de Loweo constitue notre préoccupation et peut contribuer à la connaissance des éléments pour la

gestion durable des ressources forestières dans la cuvette centrale congolaise en générale et de la réserve de biosphère de Yangambi en particulier.

0. 2. Hypothèse.

Pour bien mener cette étude, nous partons des hypothèses suivantes :

- La richesse floristique de la forêt à *Scorodophlæus zenkeri* Harms serait très diversifiée ;
- La distribution des espèces dominantes serait aléatoire dans la forêt à *Scorodophlæus zenkeri*.

0.3. Objectifs

- Objectif global

Inventorier toutes les espèces d'arbres de diamètre à hauteur de la poitrine supérieur ou égale à 10 cm de la zone d'étude, afin de déterminer la richesse spécifique.

- Objectifs spécifiques

- Connaître la distribution spatiale et la densité des espèces dominantes.
- Comparer les structures spatiales des espèces dominantes.

0. 4. Intérêts du travail.

Ce travail est une contribution sur les connaissances de la structure spatiale et de la richesse spécifique de la forêt à *Scorodophlæus zenkeri* dans la réserve de Loweo.

Sur le plan didactique et aussi scientifique, cette étude fournit des données fiables qui s'inscrivent dans l'inventaire du patrimoine national en particulier et mondial en général.

Elle constitue une base de toute autre étude écologique ayant pour but la caractérisation de la distribution spatiale et conservation de la diversité biologique dans les tropiques humides.sss

0. 5. Subdivision

Hormis l'introduction, ce travail comporte quatre chapitres :

- Le premier présente les généralités ;
- Le deuxième présente matériel et méthodes ;
- Le troisième présente les résultats de l'inventaire et de la distribution spatiale des espèces dominantes.
- Enfin dans le dernier chapitre, le travail présente les discussions de résultats.

Une conclusion et quelques recommandations clôturent ce travail.

Chapitre premier : GENERALITES.

1.1. Milieu d'étude.

1.1.1. Milieu physique.

1.1.1.1. Situation géographique et administrative.

La région de Yangambi à laquelle appartient la forêt étudiée est située à 100 km à l'Ouest de la ville de Kisangani, chef-lieu du district de la Tshopo, province orientale (DE HEINZELIN, 1952).

VAN WAMBEKE & LIBEN (1957) et CRABBE (1965) l'ont confirmé plus tard que Yangambi est situé sur le fleuve Congo, à la partie Nord-est de la cuvette centrale congolaise. Les coordonnées géographiques : 0° 49' latitude Nord et 24° 29' longitude Est à une altitude moyenne de 470 m

Carte de la reserve floristique de Loweo à Yangambi (PO/RDC)

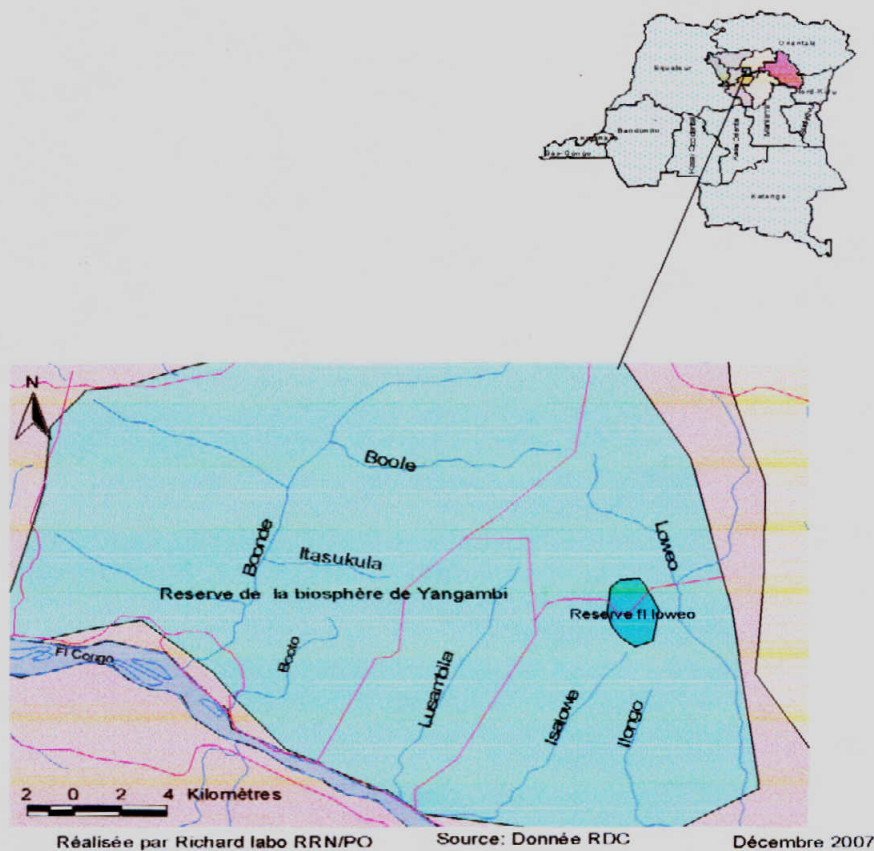


Figure 1 : Carte de la Réserve floristique de la Loweo à Yangambi (RD Congo)

1.1.1.2. Climat.

Le climat de Yangambi est du type Af de Köppen et à la classe B de celle de THORNTHWAITE (BERNARD, 1945 ; AUBREVILLE, 1948, 1949 a et b ; BULTOT, 1972 ; 1977 et VANDENPUT, 1981).

A : climats tropicaux humides dont la température moyenne du mois le plus froid est supérieure à 18°C.

f : la hauteur mensuelle des pluies du mois le plus sec est supérieure à 60mm.

L'annexe 1 reprend les données climatiques de six ans, soit de 2000 à 2005. Ces données sont fournies par le bulletin climatologique de la station de climatologie de Yangambi au point kilométrique 5. Ils montrent la variation mensuelle de certains éléments climatologiques tels que la température, la précipitation et l'humidité.

1.1.1.2.1. Température.

La température de Yangambi varie fort peu au cours de l'année avec une moyenne annuelle se situant entre 24,4 et 26,3°C. La période la plus chaude de l'année s'étend de février en mai avec une température moyenne mensuelle variant 25,4 et 26,3°C (INERA, 2006).

1.1.1.2.2. Précipitation.

Le régime moyen des précipitations reproduit bien la double périodicité propre aux régions équatoriales. Ce régime se caractérise ici par une nette dissymétrie entre chacun de deux minima ou de deux maxima. Le grand maximum est atteint en octobre avec une moyenne de 210 mm et le petit maximum avec une moyenne annuelle de 184,6 mm en Avril.

La période de Janvier – Février est nettement la plus sèche de l'année, la petite saison des pluies à lieu à la période d'Avril – Mai ; tandis que la grande saison des pluies se produit d'Octobre à Novembre.

D'après ce régime moyen, les pluies semblent assez bien réparties sur toute l'année. Une lame d'eau annuelle de 1658,5 mm se distribue mensuellement entre 60,5 mm en Février et 210 mm en Octobre. La pluviosité annuelle de 1658,5 mm est inférieure à la pluviosité annuelle calculée sur une période de 30 ans (1940 – 1973) qui est de 1942,3 mm (VANGU, 1974).

1.1.1.2.3. Humidité relative.

L'humidité relative au cours de l'année est très prononcée, caractéristique de climat équatorial. Néanmoins, la moyenne mensuelle calculée durant la période 1951-1972 étant de 86,9 % (KOMBELE, 2004).

La Figure 2 donne les moyennes mensuelles des précipitations (en mm) et des températures (en °C) dans la région de Yangambi de 2000 à 2005.

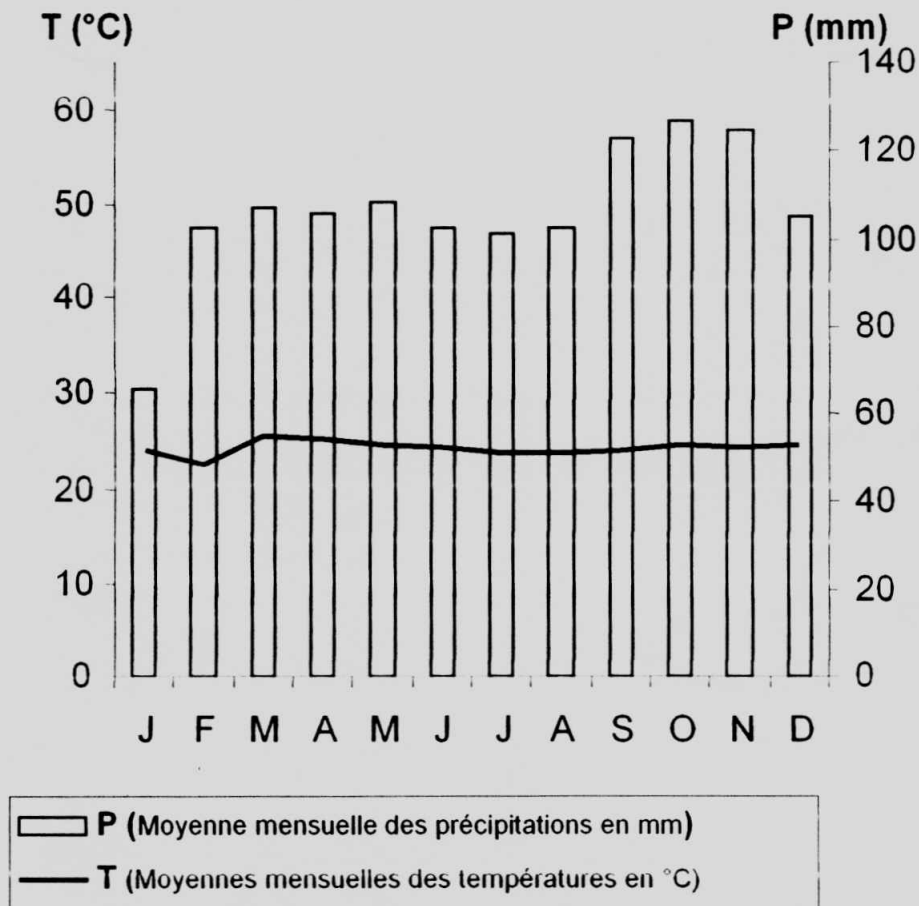


Figure 2 : Diagramme ombrothermique de Yangambi de 2000 – 2005.

1.1.1.3. Relief.

Le relief de Yangambi est un plateau disséqué (plateau Lumumba, Likango, Yangambi et Isalowe) par des vallées à fonds plats et larges (MIKOMBI, 1974 et KOMBELE, 2004).

Yangambi est établi sur un plateau de 450 m d'altitude qui domine le fleuve Congo. Le paysage général présente un relief très faiblement accidenté, de larges plateaux entrecoupés de nombreuses rivières et ruisseaux aux vallées peu profondes (VAN WAMBEKE & LIBEN, 1957 ; KOMBELE, 2004).

1.1.1.3.1. Le plateau.

Il est constitué par une surface horizontale, les seules irrégularités du relief étant dues principalement aux termitières. L'altitude des plateaux croit en s'éloignant du fleuve Congo vers le Nord, pour atteindre un maximum sur la crête Congo-Aruwimi. L'altitude moyenne est d'environ 80 m au dessus du niveau moyen du fleuve (VAN WAMBEKE & LIBEN, 1957 ; KOMBELE, 2004).

1.1.1.3.2. Pente et vallée.

L'altitude des fonds de vallée qui sont presque horizontale et sur lesquelles coulent les rivières varie entre 10 et 20 m au-dessus du niveau moyen du fleuve. A partir du sommet jusqu'à 15 m au-dessus des rivières la pente est modérée et varie de 2 à 4 %. A partir de cette altitude jusqu'au fond des vallées, la pente est généralement prononcée ; toute fois la pente du terrain dans le sens d'écoulement des eaux de rivières est peu prononcée et ne dépasse guère 0,5 %.

Notre toposéquence est un cas typique où la pente générale est de l'ordre de 3%. (VAN WAMBEKE, 1957 ; KOMBELE, 2004 et ASSUMANI, 2006).

1.1.1.4. Hydrographie.

Etant donné que le relief de Yangambi est un plateau disséqué par des vallées à fonds plats et larges. Ces fonds sont occupés par de cours d'eau dont les principaux affluents sont tributaires au fleuve Congo et s'écoulent vers le sud (Lifindo, Lotolo, Bofofoko, Lilanda, Bohondé, Lusambila, Isalowe, Loweo, Lobilo, Lotuli, ...). (KOMBELE, op.cit.).

La région de Yangambi est parcourue par un réseau dense des tributaires du fleuve Congo (MIKOMBI, 1974). Le bloc de forêt étudiée est baigné par la rivière Loweo.

1.1.1.5. Cadre phytogéographique.

Au point de vue phytogéographique, le territoire étudié se rattache géographiquement et climatiquement au District du bassin central du Congo, domaine des forêts ombrophiles équatoriales (GERMAIN & EVRARD, 1956).

Par suite de la position au bord du district du bassin du Congo et de l'influence des facteurs édaphiques et anthropiques, il comprend un pourcentage élevé du type forestier subéquatorial. Ceux-ci appartiennent aux groupes des semi caducifoliées subéquatoriales et guinéennes en association Oxystigmo-scorodophloein (GERMAIN & EVRARD, 1956).

I.1.2. Milieu édaphique.

1.1.2.1. Principes de classification des sols.

Les deux critères considérés dans la classification des sols sont le matériau parental du sol et la classe de drainage. Chaque unité reconnue en fonction de ces deux facteurs reçoit le rang de « Série » (KELLOG, 1949 ; DELEENHER & al, 1952).

1.1.2.2. Genèse et classification des sols.

Décrit par DELEENHER, D'HOORE et SYS (1952) et par VAN WAMBEKE (1954), les sols de Yangambi dérivent des sables éoliens datés du pliocène inférieur. On y trouve des ferralsols des plateaux qui sont des sables grossiers possédant une teneur assez élevée en éléments fins.

Selon KELLOG (1949), le sol de Yangambi a des caractères suivants :

- Un rapport silice/ sesquioxyde bas ;
 - Capacité d'échange faible à moyenne par la fraction minérale ;
 - Faible activité d'argile ;
 - Peu de minéraux primaires ;
 - Peu de matériaux solubles ;
 - Un degré de cohérence assez élevé des agrégats structuraux ;
 - Une couleur rouge à rougeâtre du sol.
-

SYS et al (1952) et MAMBANI (1986) classent le sol de Yangambi en trois catégories :

- La série Yangambi qui s'identifie par des latosols développés dans le dépôt éolien non remanié avec une teneur en argile comprise entre 30 et 40 % et une couleur ocre-jaune.
- La série Yakonde caractérisée par des sols dérivés des sables éoliens remaniés dont la teneur en argile est comprise entre 20 et 30 %.
- La série Isalowe constituée des alluvions récentes, les versants des vallées ; les sols ont une couleur ocre-jaune à brunâtre et une teneur en argile inférieure à 20 %.

Le sol de notre d'inventaire est généralement caractérisé par la série Yakonde (LOKOMBE, 1975)

I.1.3. Milieu biotique.

I.1.3.1. Végétation

La végétation de Yangambi est dominée par les faciès suivants (GILSON & VAN WAMBEKE, 1956 ; VAN WAMBEKE et al, 1956) :

- Forêts ombrophiles sempervirentes de *Gilbertiodendron deweyrei* ayant comme essences compagnes *Diogoa zenkeri*, *Eulophia sanderissiana*, *Isolona bruneelii* ;
- Forêt climacique à *Brachystegia laurentii*, dont la strate arborescente est dominée par le *Brachystegia laurentii*, accompagnée par *Cola sp*, *Garcinia sp*, *Diospyros sp* et *Isolona bruneelii* ;
- Forêt secondaire, dominée à l'âge adulte par *Scorodophloeus zenkeri*, *Pycnanthus angolensis*, *Fagara macrophylla*, *Canarium schweinfurthii* ;

Dans les vallées du fleuve et de ses tributaires, on rencontre des prairies aquatiques à *Echinochloa stagmina*, *E. pyramidalis* et *Vossia cuspidata*, ainsi qu'une végétation arbustive périodiquement inondée nettement mono spécifique à *Calchoretum cordifolia*.

On y signale également des forêts insulaires, avec prédominance de *Bredelia ripicola*, *Ficus mucoso* et *Pseudospondias microcarpa*.

Les autres espèces sont *Entandophragma palustre*, *Macaranga saccifera*, *Allea stipulosa* (LOKOMBE, 1975 ; KOMBELE, 2004).

1.1.3.2 Influence des activités humaines.

Yangambi compterait actuellement environ 33 milles habitants. Avec un taux de croissance annuel de l'ordre de 3,2 % ; cette population pourrait doubler d'ici les deux prochaines décennies. L'examen du pyramide des âges renseigne que Yangambi compte plus de jeunes que d'adultes (ANONYME, 2006).

En effet, 58,9 % de la population est âgée de moins de 20 ans ; 37,6 % ont un âge compris entre 20 et 59 ans.

Le taux d'analphabétisme de la population âgée de 15 ans et plus, a été estimé à 37,7 %. Cette estimation est inquiétante du fait que la contribution de cette tranche de la population se trouve réduite (ANONYME, 2006).

Le sex-ratio indique une proportion de 51 % de la population est constituée des femmes contre 49 % d'hommes (ANONYME, op.cit).

Le Tableau 1 donne la répartition de la population de Yangambi tel que recensée en 2006.

Tableau 1 : Répartition de la population de Yangambi par type d'individus.

Type d'individus	Nombre d'habitants	%
Femme	168509,212	50,98
Homme	162830,708	49,02
Total	331339,92	100

Source : *Bureau de cité de Yangambi (2007)*.

Yangambi compte généralement trois tribus, à savoir : les Turumbu, les Lokele et les Topoké. A part ces trois tribus, la cité de Yangambi a une hétérogénéité de la population venue d'ailleurs. Une population qui ne vive que de l'agriculture, essentiellement des cultures vivrières comme le manioc, le riz, le maïs, ... et des cultures pérennes telles que le palmier à l'huile, etc.

A part, l'agriculture, la population dépend aussi de la chasse et de la cueillette dans la réserve. Durant notre séjour sur terrain, nous avons observé la présence de quelques produits de la cueillette tels que les chenilles, les champignons et fruits comestibles (*Landollfia owariensis*).



Figure 3 : Champignons récoltés dans la réserve de Lowco à Yangambi.

I.2. Forêt à *Scorodophlæus zenkeri*.

I.2.1. Forêt mésophile semi caducifoliée à *Scorodophlæus zenkeri*.

Ce type de forêt a été étudié par LOUIS (1947) dans la région de Yangambi. LEBRUN & GILBERT (1954) la classent dans l'alliance Oxystigmo-scorodophloein et dans l'ordre de Piptadiastro-celtidetalia.

Les forêts mésophiles ressortissant de cette alliance ne comprennent qu'une proportion d'essences caducifoliées parfois assez faible 10 à 20 % seulement dans la strate arborescente. Le dôme atteint un niveau élevé : 30 à 50 m. Les essences dominantes sont des héliophytes facultatifs ou des hémi-héliophytes, étagées ou en dôme surbaissée ; les légumineuses y sont particulièrement abondantes (LEBRUN & GILBERT, op.cit).

Du point de vue mésologique GERMAIN & EVRARD (1956) relèvent les points suivants :

- La forêt mésophile semi caducifoliée à dominance de *Scorodophlæus zenkeri* n'est liée à aucun type de sol particulier ;
- La thermo protection du sol y est moins efficace par rapport à celle de la forêt à *Gilbertiodendron dewevrei* ;
- L'humidité atmosphérique reste élevée durant toute l'année mais avec une moyenne journalière pouvant descendre à 71% ;
- L'économie en eau en forêt à *Scorodophlæus zenkeri* est faible ;
- La décomposition de la litière y est rapide tandis que la teneur en matière organique est fonction de la texture du sol.

Deux traits particuliers caractérisent ce type de forêt : l'architecture et le couvert des cimes des espèces. En effet, on peut y distinguer des espèces à cimes tabulaires ou en plateau (*Piptadeniastrum africanum*, *Erythrophloeum suaveolens* par exemple), des espèces à feuillage concentré à l'extrémité des branches (*Cynometra hankei*, *Oxystigma oxyphyllum*) et des essences à feuillage périphérique (*Scorodophloeus zenkeri*).

Certaines autres essences sont semi caducifoliées telles qu'*Albizia ferruginea*, *Amphinas pterocarpoides*, *Piptadeniastrum africanum*, *Erythrophloeum ssp*, *Klainedoxa gabonensis* var *oblongifolia*.

Une telle architecture présente une conséquence sur la composition de discontinuité des classes des espèces des strates laisse une bonne infiltration de la lumière solaire. Cela favorise le développement d'une strate arbustive riche en espèces hemihéliophiles et une strate herbacée dense (LUBINI, 1982).

Parmi les essences caractéristiques de cette alliance, on citera : *Scorodophloeus zenkeri*, *Celtis mildbraedii*, *Cynometra hankei*, *Erythrophloeum suaveolens*, *Entandophragma utile*, *Cleistanthus mildbraedii*, *Piptadeniastrum africanum*.

1.2.2. Essences dominantes.

1.2.2.1. *Scorodophloeus zenkeri*.

Le *Scorodophloeus zenkeri* Harms appartient à la grande catégorie de feuillus au grand groupe botanique des Angiospermes dicotylédones, de l'ordre de Fabales et à la famille de Fabaceae, au genre de *Scorodophloeus*.

Le nom vernaculaire « Bofili » et le nom commercial Divida (VIVIEN & FAURE, 1985 ; GAUTHIER & al, 1977).



Figure 4 : L'espèce *Scorodophloeus zenkeri* dans la réserve de Loweo à Yangambi.

Le *Scorodophlæus zenkeri* est un arbre commun et parfois grégaire, caractéristique des forêts hétérogènes de terres fermes à *Scorodophlæus zenkeri*. Au Cameroun, cet arbre est commun dans la région d'Edea, d'Esaka, de Dehame (AUBREVILLE, 1968, VIVIEN & FAURE op.cit).

Le *Scorodophlæus* est genre tropical africain comprenant deux espèces : il s'agit de *Scorodophlæus zenkeri* Harms et *Scorodophlæus fischerie*. Cette dernière espèce est celle qu'on rencontre en Tanzanie (AUBREVILLE, 1968).

Le *Scorodophlæus zenkeri* est une espèce très répandue au Cameroun, au Gabon, au Mayumbe et Congo Brazza. Au Gabon, elle est rare à l'Ouest, mais dévient commune dans le centre de l'Est. Au Congo elle se rencontre au Bas Congo, au Kassai et dans la forêt centrale (AUBREVILLE, op. cit.)

Arbre atteignant environ 40 m de haut, dégageant de toutes ses parties, principalement de son écorce, une odeur alliagée très prononcée sur tout après une pluie ; fût d'environ 25 m de haut et 100 cm de diamètre cylindrique, parfois munie de très légers empatement à la base.

Rhytidome finement rugueux, gris blanchâtre à crème ; écorce d'environ 1,4cm d'épaisseur, jaunâtre sur tranche à l'état frais ; bois dur, blanc jaunâtre, ramille et axes foliaires pubescents, parfois glabres.

Feuilles à pétioles rachis de 2,5 - 10 cm de long ; folioles (6), 10 - 20, oblongues ou oblongues-lancéolées fortement asymétrique, aigues à oblongues au sommet, un côté plus au moins parallèle au rachis puis rectiligne jusqu'au sommet, de 1,5 - 4,5 (5,5) cm de long et 0,5 - 2,3 cm de large, discolore à l'état sec, finement puberulentes et bouton puberulent, bractée linéaire-lancéolées, de 4 - 5 mm de long et 2 - 3,5 mm de large ; de 1,5 mm d'épaisseur pubescente-velu surtout sur les bords ; style d'environ 1 cm de long.

Gousses oblongues de 7,5 - 13,5 cm de long et 3 - 5 cm de large, lisses ; stipe de 4 - 10 mm de long ; structure ventrale légèrement épaissie et canaliculée ; graines exalbuminées ovales à desciformes, comprimées d'environ 2,5 cm de long et d'environ 2 cm de large, brune, luisante.

Plantule à hypocotyle de 1 – 3,5 cm de long, puberulent à glabre, portant 1 - 2 bractées caduques à la partie supérieure, première feuille alterne à foliole généralement alterne (INEAC, 1952).

Le *Scorodophlæus zenkeri* a un bois dur et très nerveux. Son bois est également élastique (VIVIEN & FAURE, 1985).

Les analyses effectuées par LEBACQ & al (1964) sur deux échantillons de *Scorodophlæus zenkeri*, stipulent que la densité de cette essence varie entre 0,500 - 0,750 et est qualifiée par conséquent de mi-lourd.

Cependant les essais de TUNGUNI, 1977 sur deux échantillons du moyen Congo accusent une variation de la densité allant de 0.90-0.93.

Le bois de *Scorodophlæus zenkeri* est, caractérisé généralement par des éléments suivants : vaisseaux, rayons, parenchyme, fibres, éléments accessoires tels que canaux laticifères, etc.

Dans le bois, les fibres constituent l'élément principal de solidarité ; de l'élasticité et de la résistance du bois. Il existe une relation étroite entre la densité du bois et l'ouverture du lumen de fibre, en effet, un lumen est dit ouvert lorsqu'il présente plus de 50 % de diamètre de fibre. Le lumen des fibres de *Scorodophlæus zenkeri* par contre est fermé, ainsi sa densité est qualifiée de mi-lourd : plus au moins 0.5 à 0.75 (LEBACQ & al, 1964).

1.2.2.2. *Olax gambecola*.

Il existe plusieurs espèces d'*Olax*. On en dénombre 8 espèces dans la région de Madagascar. ROGER & al, 2006, donne les trois espèces nouvelles, *O. antriranensis*, *O. capuronii* et *O. mayottensis*.

En RD Congo, LEJOLY & al (1983) reconnaissent deux espèces : *Olax gambecola* Baill et *Olax latifolia* Engl.



Figure 5 : L'espèce *Olax gambecola* dans la réserve de Loweo à Yangambi.

Olax gambecola Baill, selon SINDANI (2007), présente des caractéristiques suivantes :

Famille : Olacaceae. Nom vernaculaire en dialecte Turumbu : Iteibonuka

- Port : *Olax gambecola* est un arbre à feuillage sempervirent, atteignant 8 m de haut et 20 cm de diamètre ou plus. La cime est en dôme, dense, à branches sinueuses. Les jeunes rameaux ont souvent un trajet en zigzag, fréquemment anguleux ou pourvus d'arêtes longitudinales ou d'ailes.
- Fût : le fût est sinueux, à base légèrement épaissie.
- Ecorce : L'écorce est grisâtre à brunâtre, rugueuse, se desquamant en plaquettes minces, irrégulières. La tranche est mince de 2 à 5 mm, à couche interne granuleuse. L'exsudât est tardif, peu abondant.
- Feuilles : Les feuilles sont simples, alternes, entières, non stipulées. Le pétiole est canaliculé, long d'environ 3 mm. Le limbe est elliptique, parfois oblong, cunéiforme à la base, récurvé sur les bords, 5 – 10 cm/ 3 – 4 cm, coriace, glaucescent en dessous ; 6 à 10 paires de nervures secondaires acrodromes.
- Fleurs : Les fleurs sont des grappes axillaires, hermaphrodites, blanchâtres, petites.
- Bois : L'aubier est beige ; le duramen jaunâtre, dur.
- Habitat : Espèce guinéenne, se trouvant aussi en forêt dense ombrophile (SINDANI, 2007).

1.2.2.3. *Staudtia gabonensis*.

Staudtia gabonensis Warb appartient à la grande catégorie des Angiospermes et de la famille des Myristicaceae. Le nom vernaculaire « Okofe » en dialecte Turumbu et le nom commercial Niove.



Figure 6 : L'espèce *Staudtia gabonensis* dans la réserve de Loweo à Yangambi.

Le Niove se rencontre dans une large gamme d'écosystèmes forestiers. C'est une essence essentiellement gabonaise et camerounaise (Pays d'origine), que l'on retrouve presque partout en Afrique (VECEDY, 2006).

En R.D.Congo, son aire de distribution est assez large. Essence de pleine lumière. Le Niove est un arbre caractéristique des forêts de type tropical vivant à une altitude variant entre 350-1000m, sur un sol ferme. Il se rencontre aussi dans des forêts périodiquement inondées et dans des forêts semi caducifoliées subéquato-guinéennes (S.P.I.A.F, 2002).

Il ne forme pas un peuplement homogène, mais est toujours associé aux autres espèces. Le plus souvent, on le retrouve dans l'alliance Oxystigmo-scorodophloein et dans d'autres alliances des forêts secondaires vieilles (DEYSSON, 1967 ; GAUSSEN & al, 1982).

Le Niove est un arbre faisant partie de l'étage dominant (VIVIEN & FAURE, 1985) :

- Base : sans contre fort mais un peu cannelée, le plus souvent épaissie sur une assez grande hauteur ;
- Fût : cylindrique, très long et très droit, parfois peu sinueux, longueur égale à 40m et diamètre 90cm ;
- Houppier : peu développé, branches horizontales puis coudées verticalement ;
- Ecorce : gris clair, teinte jaune avec des tâches orange s'exfoliant en écailles minces laissant des tâches rougeâtres, jaunâtres à brunâtres. L'écorce est épaisse d'environ 5mm, tranche rose, fibreuse, exsude un liquide rouge sang, transparent, à peine serupex coagulant à l'air en devenant noir ;
- Feuilles : persistantes, alternes, simples (8-16 x 2-5 cm), vertes sombres et brillant au dessus, claires et mat en dessous, 5-8 paires de nervures latérales peu marquées ; à pétiole grêle, tordu et court ;
- Fruit : drupe globuleuse (4,5 cm x 4,5 cm ou 2 x 2 cm), jaune. Il s'ouvre en deux valves épaissies libérant une seule graine recouverte d'un arille rouge. Il existe une variété possédant des gros fruits de la taille d'une pomme ;
- Graine : un par noyau, entourée d'un arille entier rouge.

Les rondins de Niove sont en général bien conformes. Leur diamètre peut varier d'environ 90 cm, le diamètre moyen des grumes commercialisées étant d'environ 60 cm (WALKER & SILLANS, 1961).

La masse volumique des grumes à l'état vert peut varier de 500 – 1000 kg/ m³ (VECEDY, op.cit).

Bois parfait de couleur brun jaune, ocre jaune, brun rougeâtre à cœur. Le grain est fin ; la maille moyennement grosse peut apparaître veinée. Le fil est généralement droit ; des rares billes ayant un fil ondulé (WALKER & SILLANS, op.cit).

Les valeurs de caractères physiques varient peu entre les individus. Le Niove apparaît comme bois dur. Son retrait volumique pour 1% d'humidité est 0,56 (VECEDY, op.cit).

La dureté varie entre 6 et 9 et la densité anhydre est de 895 kg / m³ donc bois lourd (LOKOMBE, 2005).

La résistance en cohésion transversale (fendage, traction perpendiculaire aux fibres, cisaillement) est plutôt moyenne. Les résistances en cohésion axiale (compression, flexion statique et flexion dynamique) sont aussi moyennes ; donc le Niove donne une bonne durabilité naturelle (AUBREVILLE, 1966).

La principale utilisation de Niove a été et reste pour les constructions nautiques. Néanmoins, les caractéristiques de cette essence (rectitude et dimension des grumes, densité et qualité assez homogène) en font le bois très apprécié au déroulage (VECEDY, 2006).

Les placages de Niove peuvent être utilisés aussi bien en face qu'en plis intérieurs, pour la fabrication de contreplaqués extérieurs comme pour la fabrication de contreplaqués intérieurs (VIVIEN & FRURE, 1985).

En plus de son utilisation en déroulage, le Niove permet d'envisager une large utilisation, notamment le bois d'œuvre. Il est utilisé dans les emplois suivants : menuiserie intérieure, ameublements, moulure, emballage, caisserie (pour le bois de second choix), (C.T.F.T, 1988).

A part l'utilisation de bois, la sève rouge est hémostatique et cicatrisante. Elle sert aussi pour les maux des yeux. La décoction de l'écorce et des graines est utilisée en gargarisme pour les dents et en lotion sur la tête. Les copeaux bouillis sont un excellent pour lutter contre la blennorragie ou les rhumatismes. Les graines oléagineuses utilisées pour traiter la galle (WALKER & SILLANS, 1961).

I.3. Caractères écologiques de trois essences dominantes.

Les trois espèces dominantes de la réserve de Loweo à Yangambi ainsi que leurs caractéristiques écologiques sont *Scorodophlæus zenkeri*, *Olox gambecola* et *Staudtia gabonensis*.

Le Tableau 2 illustre quelques caractéristiques écologiques de trois espèces retenues.

Tableau 2 : Quelques caractéristiques écologiques de trois espèces retenues

Espèces	Tempérament	Comportement du feuillage	Mode de dissémination
<i>Scorodophlæus zenkeri</i>	Mésophile	Semi-décidu	Barochores
<i>Staudtia gabonensis</i>	Mésophile	Semi-décidu	Barochores et Zoochores
<i>Olox gambecola</i>	Sciaphile	Sempervirente	Zoochores

I.4. Etat de connaissance sur la distribution spatiale des espèces.

Dans ce paragraphe, nous nous efforçons de réunir si pas tout, mais quelques travaux importants sur la distribution spatiale des espèces en Afrique et dans notre pays.

Ces études de distributions spatiales sont peu nombreuses en forêt tropicale d'Afrique JONES (1955) pour une forêt sempervirente de Nigeria ; JACK (1961) pour une forêt semi caducifoliée du Ghana pour les arbres de diamètres supérieures à 90 cm seulement.

Il ne s'agit pas de peuplement pris globalement sur de grande surface par espèces. L'objectif principal est de préciser si les espèces sont grégaires, comment et combien elles s'écartent de deux modèles extrêmes (distribution au hasard et distribution régulière).

La meilleure image pour une distribution régulière est d'une plantation forestière (FOURNIER & SASSON, 1983).

Ces études permettent de préciser les concepts de l'homogénéité et de grégarisme de la végétation. Une espèce a une distribution spatiale homogène, si elle a une distribution uniforme; cela signifie que la probabilité de présence dans une parcelle est constante quel que

soit le lieu, (notion d'homogénéité) que sa présence soit décelée ou non dans les parcelles voisines (absence de grégarisme).

Pour une superficie donnée de forêt dense humide sempervirente le nombre relatif d'espèces distribuées au hasard augmentent quand la superficie des parcelles unités augmente ou quant les limites inférieures de diamètres considérées augmentent (ROLLET, 1969).

On constate l'existence d'un certain grégarisme pour un nombre d'espèces et il est alors peu justifié de parler de l'homogénéité de la forêt sempervirente.

D'ailleurs, le fait que les individus d'une même espèce ont été grégaires des parcelles d'une taille donnée n'explique pas nécessairement que l'espèce apparaisse en bouquet au sens du sylviculteur. Le grégarisme ne se traduit pas de la même manière selon la taille des parcelles.

Les études sur le grégarisme traduisent les performances individuelles des espèces au point de vue de leur régénération naturelle ainsi que la concurrence interspécifique.

Mais ces études sont peu nombreuses à cause du coût élevé des inventaires et de la cartographie nécessaire à la conduite de ces études.

Il importe de mener des recherches sur les distributions spatiales (globale et par espèce), la connexion avec les architectures pour rechercher les causes, les méthodes numériques (loi de poisson et distribution contagieuse) pour caractériser les régions.

C'est ainsi que certains auteurs de la Faculté des Sciences ainsi que la Faculté d'Agronomie de l'Université de Kisangani essaient de se pencher sur ces études à travers les mémoires de finalistes.

Parmi ces travaux, on peut citer :

- REITSMA (1988) dans son livre sur la végétation du Gabon, a présenté la distribution spatiale de quelques essences telles que *Dialium pachyphyllum*, *Dichostemma glaucescens*, *Strombosia sp*, dans le site d'OVENG.
- N'SHIMBA (2005) dans l'étude floristique, écologique et phytosociologique des forêts inondées de l'île Mbiye à Kisangani, a abordé quelques aspects de distribution spatiale de quelques espèces.
- ASSUMANI (2006) qui, dans son travail portant sur la contribution à l'étude structurale de la forêt à *Scorodophlæus zenkeri* dans la réserve de Loweo, a examiné la

structure spatiale des espèces de tiges de DHP supérieur ou égale à 10 cm, sur une superficie de 1 hectare.

- EBUYI (2006) dans la contribution à l'étude structurale de la forêt de la réserve forestière de Yoko, a étudié aussi la distribution des tiges de DHP supérieur ou égale à 10 cm sur une superficie de 0,3 hectare.
-

Chapitre deuxième : Matériel et Méthodes.

2. 1. Matériel

Deux types de matériel nous ont servi à l'exécution des travaux sur terrain. Il s'agit de matériel biologique et des matériels non biologiques.

2. 1. 1. Matériel biologique

Le matériel biologique est porté sur les trois espèces dominantes de la forêt à *Scorodophlæus zenkeri* dans la réserve de Loweo à Yangambi.

2. 1. 2. Matériels non biologiques

Pour bien recueillir les données nécessaires à la réalisation de ce travail, voici un certain nombre d'instruments de travail qui nous ont servi de matériels non biologiques ou techniques :

- Deux boussoles pour l'orientation des layons ;
- Les machettes pour l'ouverture et le dégagement des layons ;
- Deux griffes pour le marquage des arbres comptés ;
- Une perche de 1,30 m pour indiquer le niveau de DHP ;
- Un galon en toile de 50 m pour le chaînage des layons et pour mesurer des distances entre les espèces à étudier ;
- GPS pour déterminer les coordonnées géographiques (Latitude, longitude et altitude).

2. 2. Méthodes

2.2. 1. Inventaire des arbres de DHP \geq 10 cm.

Le sondage a été réalisé par un inventaire systématique dans les parcelles-échantillons préalablement préparées.

2.2.1.1. Technique de sondage.

Dans le sondage systématique, des unités d'échantillonnage sont disposées à distance égale sur les lignes d'inventaire (layon) et les lignes elles mêmes sont équidistantes sur des layons équidistants.

D'après LANLY (1966), l'échantillonnage systématique présente les caractéristiques suivantes :

- Facilité accrue et « standardisation » des opérations sur le terrain ;
- Meilleure estimation en général des variables ;
- Sécurité des estimations : l'uniformité du dispositif constitue un cadre très étroit dont le prospecteur n'est pas tenté de sortir ;
- Enfin et surtout bien que l'on s'attache à la connaissance de ce genre d'inventaire du volume total pour l'ensemble du secteur forestier, un réseau régulier d'unités d'échantillonnage permet une connaissance géographique uniformément répandue sur la surface considérée.

Le sondage systématique présente de nombreux avantages. Il permet de recouvrir uniformément toute l'étendue du massif par les unités d'échantillonnage et d'épargner une bonne partie de temps de progression sur terrain. Néanmoins, les exigences mathématiques de la solution des problèmes d'échantillonnage impliquent que les composantes sur lesquelles l'erreur d'échantillonnage est fondée soient localisées de façon indépendante et au hasard (LOKOMBE, 1996).

Le calcul de l'erreur d'échantillonnages n'est pas aussi simple que pour l'échantillonnage aléatoire. On peut, à la limite, utiliser le même calcul d'erreur que pour l'échantillonnage aléatoire si les unités de sondage sont suffisamment éloignées les unes des autres pour qu'on puisse les considérer comme étant indépendantes. On suppose que la nature a été assez aimable pour avoir distribué au hasard à son intention (SCHUMACHER & CHARPMAN, 1966).

2.2.1.2.. Le taux de sondage.

Le taux de sondage pour l'inventaire d'aménagement (pour les tiges de plus de 40 cm de diamètre) doit être supérieur ou égal à 1 % pour une superficie sous aménagement (SSA) inférieure à 50 000 ha et supérieur ou égal à 0,5 % pour une superficie sous aménagement supérieure ou égale à 50.000 ha (MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, 2005).

Le taux de sondage de 2% est recommandé pour les inventaires d'aménagement forestier des forêts tropicales africaines (PINEAU, 1974). Pour LOKOMBE, 1996 et le Ministère de l'environnement R.D.Congo, 2005, le taux de sondage dépendra de la variabilité des paramètres à caractériser, du niveau de précision recherché et des surfaces de référence sur lesquelles seront présentés des résultats.

2.2.1.3. Parcelles – échantillons.

Tous les secteurs expérimentaux sont situés dans la région administrative de Yangambi et font partie de la forêt à *Scorodophlæus zenkeri* HARMS de la réserve forestière de Loweo à Yangambi.

Les parcelles échantillons qui ont servi à recueillir les diverses données ont chacune une superficie de 0,25 ha c'est – à – dire 50 m x 50 m soit 2500 m² (25 m de part et d'autre du layon de base). Le nombre de parcelles échantillons dans la forêt à *Scorodophlæus zenkeri* HARMS pour le dénombrement est de 24 parcelles-échantillons soit 6 hectares.

Dans chacune des parcelles nous avons dénombré et mesuré le Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP) \geq 10 cm à 1,30 m du sol de tous les arbres.

2.2.2. Distribution spatiale des espèces.

2.2.2.1. Distribution statistique et écologique.

Les termes « distribution » et « population » sont utilisés à la fois par les statisticiens et les écologues, mais avec des significations différentes.

Une distribution est :

- en statistique, une distribution de fréquences et,
- en écologie, la répartition d'individus dans l'espace géographique.

Une population est :

- en statistique, l'ensemble des individus étudiés et
- en écologie, l'ensemble des individus appartenant à une espèce et occupant une même fraction de biotope.

A. Distribution statistique.

1. La distribution de poisson.

La distribution de poisson, une distribution de fréquence discrète (discontinue), est mathématiquement simple, parce qu'elle ne dépend que d'un seul paramètre : la moyenne μ .

Elle est définie de la façon suivante : (fréquence relative = proportion ou probabilité)

$$P_x = e^{-\mu} \left\{ \frac{\mu^x}{x!} \right\}$$

La définition de poisson part de l'hypothèse que le nombre d'individus attendu est le même pour chaque carré, et égal à la moyenne μ .

Il existe plusieurs manières pour vérifier si une distribution spatiale est aléatoire et peut être décrite par la distribution de Poisson.

Une d'entre elles est de procéder de la manière suivante :

On échantillonne la population à étudier à l'aide de carrés placés d'une manière aléatoire. Puis on relève dans chaque carré le nombre d'individus présents appartenant à la population (carrés contenant 0, 1, 2, 3, 4, etc. individus).

Elle est en suite comparée à la distribution des fréquences théoriques, la distribution de Poisson. Si les individus ont une distribution aléatoire, (leurs coordonnées x et y étant donc des nombres aléatoires), la distribution des fréquences observées peut être ajustée par la distribution de fréquence théorique de Poisson.

Il existe plusieurs méthodes pour tester la validité de l'ajustement de la distribution de Poisson aux données observées. Les deux méthodes les plus répandues sont : le test de

conformité de Khi carré (chi-square Goodness-of-Fit Test) et le test de l'indice de dispersion (Index of Dispersion test).

Les deux tests partent avec l'hypothèse nulle que la distribution de Poisson est un bon ajustement (goodness-of-fit) pour les données observées. L'hypothèse alternative est que la distribution de Poisson ne peut pas être ajustée aux données observées.

2. La distribution binomiale négative (Negativ Binomial Distribution).

Il existe que peu d'espèces ou d'organismes vivants dans la nature qui ont une distribution aléatoire. C'est pourquoi on s'intéresse aux modèles statistiques décrivant des distributions agrégées, mais pas toutes. C'est une distribution de fréquence (de probabilité) discrète, dépendant de deux paramètres : l'exposant k (appelé négative-binomial k) et p , dont la relation avec la moyenne est :

$$\text{Moyenne} = \mu = kp$$

Les termes individuels de la distribution binômiale négative sont :

$$\{\text{Probabilité d'observer zéro individus dans un carré}\} = \left(1 + \frac{\bar{x}}{k}\right)^{-k}$$

$$\{\text{Probabilité d'observer un individu dans un carré}\} = \left(\frac{k}{1}\right) \left(\frac{\bar{x}}{x+k}\right) \left(1 + \frac{\bar{x}}{k}\right)^{-k}$$

$$\{\text{Probabilité d'observer deux individus dans un carré}\} = \left(\frac{k}{1}\right) \left(\frac{k+1}{2}\right) \left(\frac{\bar{x}}{x+k}\right)^2 \left(1 + \frac{\bar{x}}{k}\right)^{-k}$$

$$\{\text{Probabilité d'observer trois individus dans un carré}\} = \left(\frac{k}{1}\right) \left(\frac{k+1}{2}\right) \left(\frac{k+2}{3}\right) \left(\frac{\bar{x}}{x+k}\right)^3 \left(1 + \frac{\bar{x}}{k}\right)^{-k}$$

etc.

avec $\bar{x} = \mu$ (moyenne estimée)

Le terme général :

$$P_x = \left\{ \frac{\Gamma(k+x)}{x! \Gamma(k)} \right\} \left(\frac{\mu}{\mu+k} \right)^x \left(\frac{k}{k+\mu} \right)^k$$

avec P_x = probabilité d'un carré de contenir x individus
 x = nombre (0, 1, 2, 3...)
 μ = moyenne de la distribution
 k = exposent binômiale négative
 Γ = fonction de Gamma (voir Krebs, p. 577).

B. Distribution écologique

En écologie, il existe trois types de distributions spatiales d'éléments ponctuels dans un espace géographique :

- Aléatoire ;
- Agrégée ;
- et uniforme (régulière). (RITA, 2000 et BOGAERT, 2006).

Une question plus simple nous renseigne sur le type de distribution spatiale : étant donné la localisation d'un individu, qu'elle est la probabilité qu'un autre individu se trouve à proximité ?

Trois possibilités existent :

La première consiste à une répartition hasardeuse d'individus dans une bande donnée. Elle montre une probabilité non affectée se traduisant par une distribution aléatoire d'individus ;

La deuxième montre une probabilité augmentée d'individus de se trouver à proximité. Les individus ont tendances à se grouper en différentes places ;

La troisième présente une probabilité réduite d'individus de se retrouver à proximité ; la distribution d'individus dans ce cas est uniforme.

La figure 7 présente les trois possibilités de distribution spatiale d'organismes dans une population (RITA, 2000 et BOGAERT, 2006 op.cit).

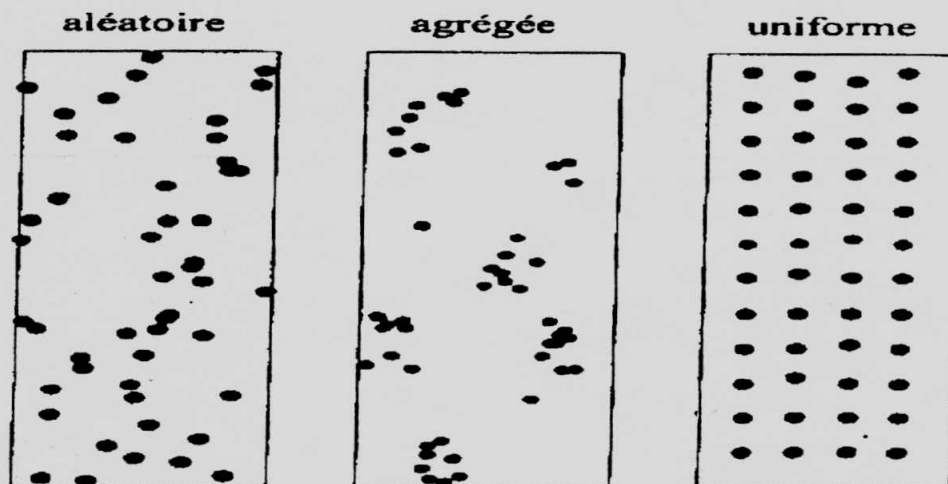


Figure 7 : Trois types possibles de distribution spatiale d'organismes dans une population.

2.2.2.2. « Nearest-Neighbor Method » et l'indice de « Clark and Evans ».

Dans certains cas, on possède une carte exacte et complète de la distribution spatiale d'une population, avec les coordonnées (X, Y) pour chaque individu (Figure 8). Une telle carte peut être utilisée pour l'analyse de la distribution spatiale par le calcul d'un indice d'agrégation.

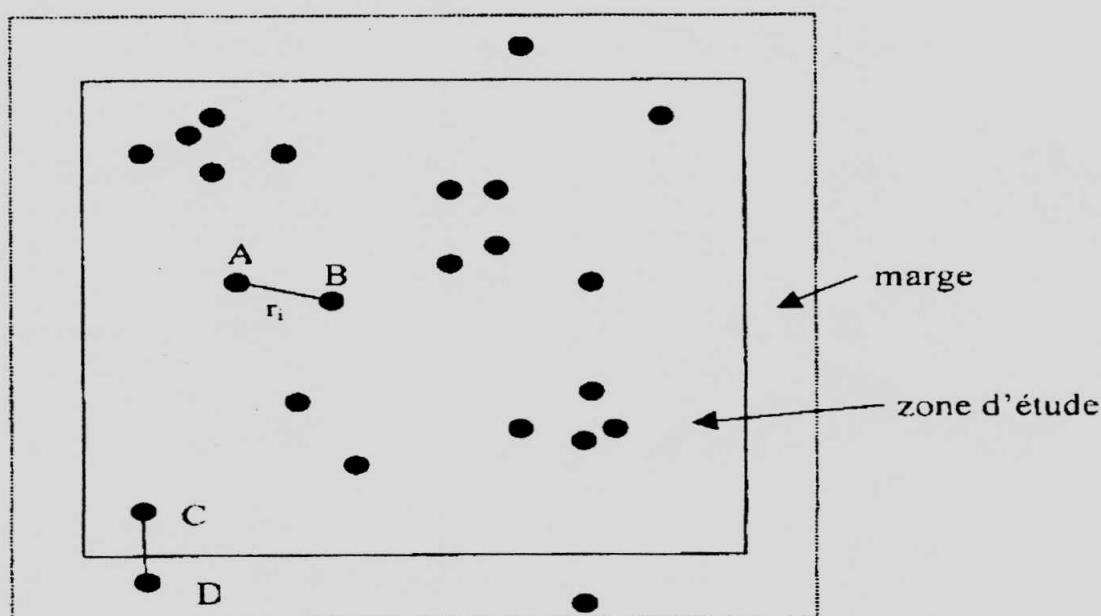


Figure 8 : Illustration schématique de la « Nearest-Neighbor Method ». La zone d'étude est entourée par une marge. Dans certains cas, le voisin le plus proche d'un individu est situé dans la marge (par exemple D pour C).

La densité ρ de la population est :

$$\rho = \text{densité d'individus} = \frac{\text{Nombre d'individus dans la zone d'étude}}{\text{Surface de la zone d'étude}}$$

CLARK et EVANS (1954) furent les premiers à proposer une méthode pour l'analyse de la distribution spatiale sur la base d'une carte. Comme mesure, ils utilisent la distance r_i entre un individu et son voisin le plus proche (Figure 8 : A \rightarrow B). Cette distance est mesurée pour tous les individus cartographiés. Il est nécessaire de créer une marge autour de la zone étudiée, pour que la méthode ne soit pas biaisée. Car des individus situés à proximité de la limite de la zone d'étude (par exemple individu C) ont tendance à avoir des « Nearest-Neighbor distance » plus grandes que les individus se trouvant au milieu. Le voisin le plus proche d'un individu (par exemple C) peut donc être situé à l'extérieur de la zone d'étude (individu D).

D'après SINCLAIR (1985), sans marge, le test de CLARK et EVANS régularise les distributions : une distribution agrégée sera évaluée comme étant aléatoire, une distribution aléatoire comme uniforme. Ce biais est énorme pour des petites populations (n inférieur à 100).

$$r_o = \text{distance moyenne observée jusqu'au voisin le plus proche} = \sum r_i / n$$

On obtient :

Avec r_i = distance jusqu'au voisin le plus proche pour l'individu i

n = nombre d'individus dans la zone d'étude

Pour une grande population à distribution aléatoire, la distance moyenne attendue jusqu'au voisin le plus proche peut être calculée facilement :

$$r_E = \text{distance attendue jusqu'au voisin le plus proche} = 1 / 2 \sqrt{\rho}$$

Nous pouvons ensuite mesurer l'éloignement de la distribution observée de la distribution aléatoire par le rapport :

$$R = r_o / r_E = \text{Indice d'agrégation}$$

Si la distribution spatiale est aléatoire, $R = 1$. Si elle est agrégée, R s'approche de 0. Pour une distribution uniforme, R s'approche d'une limite supérieure d'environ 2,15.

Un test simple de la signification pour l'éloignement de la distribution aléatoire est donné par :

$$z = r_o - r_E / s_r$$

Avec z = déviation standard normale

s_r = erreur standard de la distance attendue jusqu'au voisin le plus proche

$$= 0,26136 \sqrt{n\rho}$$

n = nombre d'individus dans la zone d'étude

ρ = densité d'individus dans la zone d'étude

Il existe beaucoup d'autres méthodes basées sur les mesures de distance, par exemple les distances jusqu'au 2^{ième}, 3^{ième}, jusqu'au $n^{\text{ème}}$ voisin.

2.2.2.3. « T-Square Sampling Procedure » et le test de Hines and Hines.

Dans beaucoup de cas, on ne possède pas une carte complète de la population à étudier. Reprenons l'exemple du forestier qui aimerait connaître la distribution spatiale d'une espèce d'arbre dans un paysage forestier de 100 km^2 . Il procédera par échantillonnage. Une méthode d'échantillonnage, appelée « T-Square Sampling Procedure », est décrite par BESAG & GLEAVES (1973). Dans la zone d'étude un certain nombre de points aléatoires (coordonnées X, Y aléatoires) sont choisis. Pour chaque point aléatoire, on prend deux mesures (Figure 9)

- a. la distance (x_i) du point aléatoire (O) jusqu'à l'individu le plus proche (P)
- b. la distance (z_i) de l'individu (P) jusqu'à son voisin (Q) avec la condition que l'angle OPQ doit être $> 90^\circ$ (T-Square distance). Si le voisin le plus proche ne se trouve pas à l'intérieur de cet angle, il faut prendre le deuxième voisin et ainsi de suite, jusqu'à en trouver un qui satisfasse la condition.

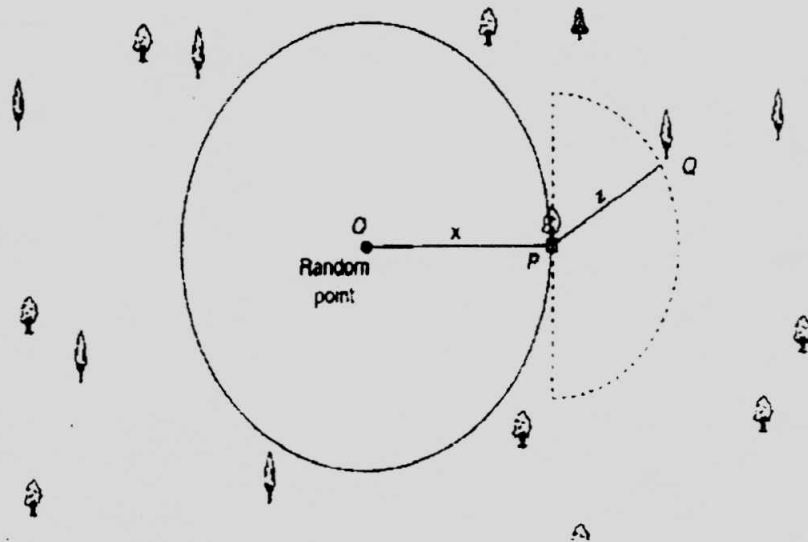


Figure 9: T-Square Sampling Procedure. Depuis un point aléatoire O situé dans la zone d'étude, la distance x jusqu'à l'individu P le plus proche est mesurée. Une deuxième distance z depuis P est mesurée jusqu'à l'individu Q le plus proche de P, avec la contrainte que l'angle $OPQ > 90^\circ$. La procédure est répétée pour une série de n points aléatoires. Les arbres symbolisent les individus dans la population.

Sur la base des données issues de la méthode T-Square, il est possible, avec un test développé par HINES & HINES (1979), de tester l'hypothèse d'une distribution aléatoire de notre population.

$$h_T = \frac{2n \left\{ 2 \sum (x_i^2) + \sum (z_i^2) \right\}}{\left\{ \sqrt{2} \sum x_i + \sum z_i \right\}^2}$$

Le résultat de ce test statistique est évalué par rapport à des valeurs critiques dans un tableau. Des valeurs basses pour h_T indiquent une distribution uniforme, des valeurs élevées une distribution agrégée. Pour une distribution aléatoire, h_T est de 1,27 ; des valeurs $< 1,27$ indiquent donc une distribution uniforme et des valeurs $> 1,27$ une distribution agrégée.

2.2.2.4. Méthodes d'analyse des données.

Les données ont été stockées dans l'ordinateur. Les logiciels statistiques SPSS 14 (SPSS, 2003).

2.2.2.4.1. Indices de caractérisation botanique.

Les indices ou paramètres suivants sont utilisés dans l'analyse de la composition botanique du peuplement étudié (REITSMA, 1988 ; LEJOLY, 1993 ; DOUCET, 2003 ; GILLET & al, 2003 ab et BOYEMBA, 2006).

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

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

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

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

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

2.2.2.4.2. L'importance relative (Ir).

L'importance relative, correspond pour une espèce à la somme de sa densité, sa dominance et sa fréquence relatives (COTTAM & CURTIS, 1956) ; tandis que pour une famille, elle correspond à la somme de sa densité, de sa dominance et de sa diversité relative.

Notons que la densité, la dominance, la fréquence et la diversité relatives sont comprises entre 0 et 100 alors que l'importance relative est comprise entre 0 et 300.

Chapitre troisième: RESULTATS.

3.1. Structure des richesses floristiques.

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

3.1.1. La stratification.

Le Tableau 3 présente les différentes strates telles que dénombrées dans la réserve floristique de Loweo.

Tableau 3 : Répartition des tiges selon leur occupation spatiale.

Strates	Limites(m)	Fréq. Obs.	Fréq. Rel. %
Arborescente supérieure.	35 - 50	116	4.80
Arborescente moyenne.	25 - 35	510	21.11
Arborescente inférieure.	15 - 25	1070	44.29
Arbustive	4 - 15	720	29.80
Total	-	2416	100

La forêt à *Scorodophlæus zenkeri* présente quatre strates distinctes :

- Une strate arborescente supérieure discontinue de 35 à 50 m de haut comportant 116 arbres. Cette strate ne représente que 4,80 % de l'ensemble.

Parmi les essences forestières remarquables de la strate, on a notamment :

Scorodophlæus zenkeri, *Strombosia grandifolia*, *Staudtia gabonensis*, *Tridesmostemon claessensi*, *Irvingia grandifolia*, *Oxystigma oxyphyllum*, *Pericopsis elata* ;

- Une strate arborescente moyenne de 25 à 35 m de haut, continue représente 21,11 % avec 510 arbres. Parmi les arbres ayant leur optimum écologique dans cette strate, nous pouvons citer : *Scorodophlæus zenkeri*, *Polyathia suaveolens*, *Tridesmostemon didymostemon*, *Staudtia gabonensis*, *Olax gambecola*, *Strombosia grandifolia*, *Irvingia gabonensis*, *Panda oleosa*, *Celtis mildbraedii*, *Garcinia punctata* ;

- Une strate arborescente inférieure de 15 à 25 m de haut, cette strate compte 1070 arbres représentant 44,29 % de l'ensemble. Un lot d'espèce présentant un optimum de développement qui se caractérise par *Scorodophloeus zenkeri*, *Olax gambecola*, *Staudtia gabonensis*, *Panda oleosa*, *Pancovia harmsiana*, *Polythia suaveolens*, *Anonidium mannii*, *Tridesmonstemon didymostemon*, *Diospyros boala*, *Guarea thompsonii* ;
- Une strate arbustive, constituée d'arbres de 4 à 15 m de haut ; cette strate compte 720 arbres représentant 29,80 % de l'ensemble. Elle se compose essentiellement de :
Olax gambecola, *Scorodophloeus zenkeri*, *Staudtia gabonensis*, *Pancovia harmsiana*, *Guarea thompsonii*, *Garcinia punctata*, *Diospyros boala*, *Pancovia laurentii*, *Anonidium mannii*.

3.1.2. Densité de peuplement.

Au cours de nos inventaires, nous avons dénombré 2416 tiges de DHP supérieur ou égal à 10 cm, correspondant à 114 espèces lesquelles appartiennent à 30 familles Botaniques.

L'annexe 2 présente toutes les espèces répertoriées et leur moyenne à l'ha, ainsi que leur nombre. Dans l'ensemble, la densité est élevée avec 402 pieds par hectare, caractérisant ainsi la plupart des forêts de basses altitudes avec 400 à 760 tiges /ha (PIERLOT, 1966).

Les résultats illustrent que contrairement à une forêt dense monodominante, la densité de tiges dans une forêt dense hétérogène donne une courbe en forme de j renversé, ce qui correspond à une distribution exponentielle.

Les Figures 10, 11, 12 et 13 montrent la distribution des fréquences des tiges en fonction de DHP.

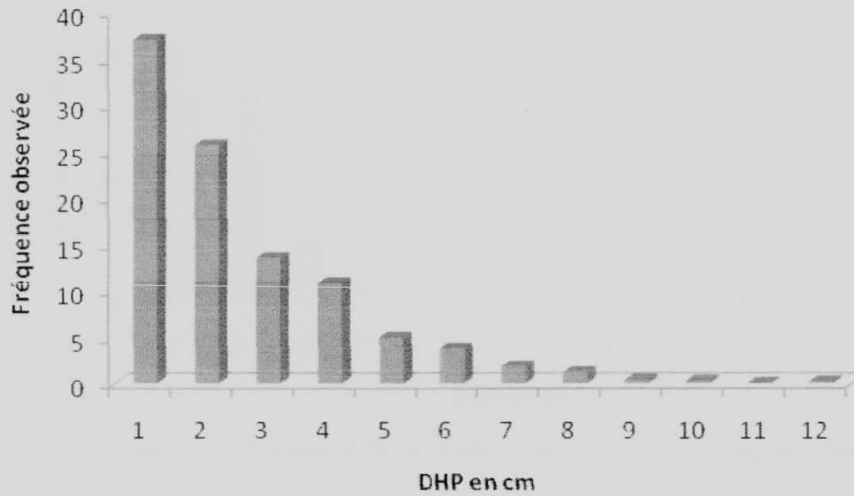


Figure 10 : Distribution de fréquences de tiges par catégorie de DHP

Il ressort de cette figure que le nombre d'individus par classe de diamètre décroît sensiblement avec l'augmentation de diamètre des arbres.

La courbe est de la forme i ou j renversé ; on trouve un pic de troncs dans la classe de 10 cm et peu de troncs dans la classe de 100 cm de DHP.

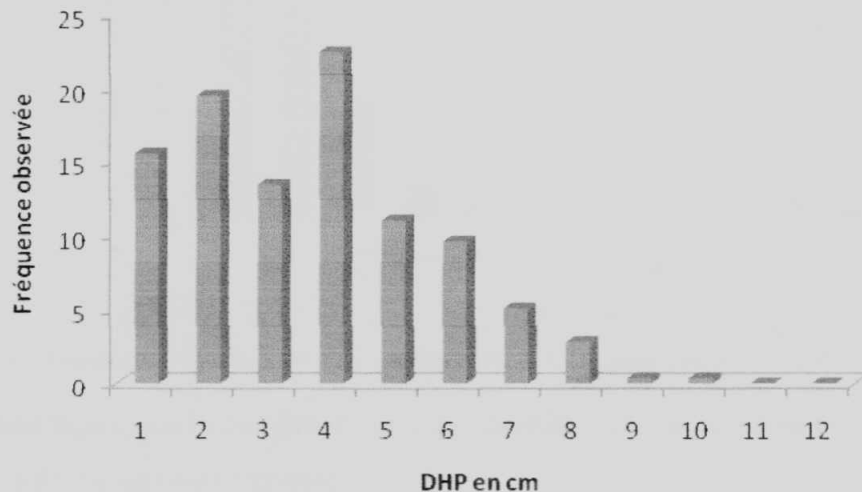


Figure 11 : Distribution de fréquences de tiges par classe de DHP de l'espèce *Scorodophloeus zenkeri*.

Il ressort de cette figure que l'allure de la courbe est sous forme de cloche pour l'espèce *Scorodophloeus zenkeri* dans la réserve de Loweo.

Tableau 4 : Dix espèces d'arbres (DHP \geq 10 cm) dans le site d'étude de Loweo.

Espèces	Nombre d'individus	Surface terrière (m ² /ha)	Densité relative (%)	Fréquence relative (%)	Dominance relative (%)	Indice d'importance.
Scorodophloeus zenkeri	574	15,5	29,38	23,76	48,48	101,61
Olax gambecola	490	3,43	22,64	20,29	10,70	53,61
Staudtia gabonensis	218	1,98	10,88	9,02	6,18	26,07
Tridesmostermon claessensi	60	1,26	4,22	2,48	3,93	10,62
Polyalthia suaveolens	55	0,99	3,85	2,27	3,09	9,21
Pancovia harmsiana	60	0,77	3,60	2,48	2,40	8,49
Panda oleosa	51	0,77	2,23	2,11	2,40	6,75
Guarea thompsonii	48	0,39	4,26	1,98	1,21	7,44
Diospyros boala	43	0,46	2,85	1,78	1,43	6,06
Strombosia grandifolia	43	0,92	-	1,78	2,87	4,65
Total pour 10 espèces	1642	26,50	83,91	67,95	82,69	243,51
104 espèces restantes	774	5,53	16,09	32,05	17,31	65,49
Total	2416	32,03	100	100	100	300,00

Il est cependant impressionnant de voir l'importance des Olacaceae en deuxième position (l'indice d'importance d'*Olax gambecola* 53,61). La densité de 81,6 tiges/ha rend cette famille la plus dominante parmi les dominés. Elle n'est toutefois pas diversifiée (2 espèces). Sa dominance est aussi significative dans cette strate dominée que dans la strate dominante (Figure 14), ce qui confirmerait le caractère sciaphile de cette famille en ce qui concerne la dominance relative.

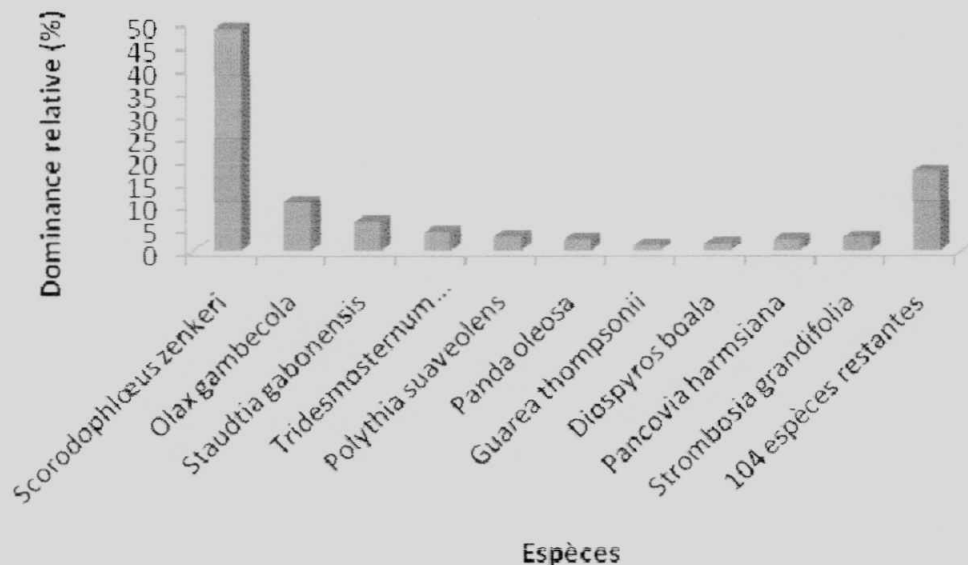


Figure 14 : Dominance relative des espèces de la réserve de Loweo

Le Tableau 5 donne le nombre d'individus et espèces des quelques familles dans la forêt à *Scorodophloeus zenkeri* de la réserve de Loweo.

Tableau 5. Nombre d'individus et espèces des quelques familles dans la forêt à *Scorodophloeus zenkeri*.

N°	Familles	Nombre d'individus	Nbre d'espèces
01	Annonaceae	109	5
02	Apocynaceae	20	4
03	Burseraceae	2	1
04	Clusiaceae	66	5
05	Combretaceae	9	2
06	Ebenaceae	79	3
07	Euphorbiaceae	75	9
08	Fabaceae	710	24
09	Flacourtiaceae	12	3
10	Irvingiaceae	39	3
11	Ixonanthaceae	2	1
12	Lauraceae	13	2
13	Lecythidaceae	2	2
14	Lepidobotryaceae	2	1
15	Meliaceae	116	9
16	Moraceae	12	3
17	Myristicaceae	263	6
18	Olacaceae	550	1
19	Ochnaceae	8	3
20	Pandaceae	58	2
21	Rubiaceae	29	4
22	Rutaceae	4	1
23	Samydaceae	2	1
24	Sapindaceae	91	7
25	Sapotaceae	37	1
26	Simaroubaceae	2	2
27	Steculiaceae	34	3
28	Tiliaceae	6	2
29	Ulmaceae	40	3
30	Verbenaceae	23	1
Total pour six hectares		2416	114

A l'examen du Tableau 5, cet inventaire reflète parfaitement les forêts semi- sempervirentes de cette partie de la cuvette centrale congolaise telles que décrites par LEBRUN & GILBERT (1954) et EVRARD (1968). Elles sont donc caractérisées par des importances élevées en Fabaceae, Myristicaceae, Meliaceae, Moraceae, Sapindaceae, Sterculiaceae ; dans l'étage dominant, en Olacaceae, Annonaceae, Rubiaceae, Tiliaceae, Ulmaceae, etc. dans l'étage dominé.

L'analyse des résultats spécifiques dans l'annexe 2 confirme cette homologie, ce sont les représentants de ces familles qui sont présentes sur au moins 24 parcelles des inventaires effectués.

3.1.3. Surface terrière.

La surface terrière est une mesure pratique qui donne des indicateurs sur la quantité de matière ligneuse réellement disponible dans la partie inventoriée BOUDRU (1989).

Dans le Tableau 6 est consignée la surface terrière de la forêt à *Scorodophlæus zenkeri*.

Tableau 6. Surface terrière par classe de DHP dans la forêt à *Scorodophlæus zenkeri*.

Classe de DHP (en cm)	Parcelle de six hectares			
	Freq. Obs.	S.T (6ha en m ²)	S.T (m ² / ha)	S.T (%)
10 - 20	894	14,88	2,48	7,76
20 - 30	622	23,04	3,84	11,98
30 - 40	328	23,1	3,85	12,04
40 - 50	260	35,28	5,88	18,36
50 - 60	121	27,36	4,56	14,23
60 - 70	93	17,64	2,94	9,18
70 - 80	46	17,88	2,98	9,30
80 - 90	30	15,54	2,59	8,08
90 -100	9	6,06	1,01	3,15
100-110	7	5,1	0,85	2,65
110-120	1	0,9	0,15	0,47
120-130	5	5,4	0,9	2,80
Total	2416	192,18	-	100
Total à l' Ha	402,6		32,03	

La surface terrière s'élève à 32,03 m²/ ha. La classe de 40 à 50 donne une surface terrière la plus élevée et représente à elle seule 18,36 %, tandis que la classe de 110 à 120 ne représente que 0,47 %.

3.2. Structure des diamètres.

3.2.1. Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP).

Le Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP) est le paramètre le plus utilisé dans les inventaires des forêts tropicales. On l'appelle diamètre de référence (LOKOMBE, 1996).

Le Tableau 7 donne la répartition des tiges en classe de diamètre à hauteur de poitrine.

Tableau 7 : Distribution des tiges par classe de DHP telle que dénombrée dans la forêt à *Scorodophlæus zenkeri*.

Classe de DHP (cm)	Indice de classe	F.O	F.O/ha	F.R (%)	F.C
10-20	15	894	149	37,00	894
20-30	25	622	103,6	25,75	1516
30-40	35	328	54,6	13,58	1844
40-50	45	260	43,3	10,76	2104
50-60	55	121	20,16	5,01	2225
60-70	65	93	15,5	3,85	2318
70-80	75	46	7,6	1,90	2364
80-90	85	30	5	1,24	2394
90-100	95	9	1,5	0,37	2403
100-110	105	7	1,16	0,29	2410
110-120	115	1	0,16	0,04	2411
120-130	125	5	0,83	0,21	2416
Total		2416	402,56	100	
Moyenne			30,87		
Ecart-type			19,79		
C.V (%)			64,12		

Les classes de 10 à 20 cm et 20 à 30 cm représentent 62,75 % ; tandis que les individus de gros diamètres de 110 à 120 cm et de 120 à 130 cm de DHP sont faiblement représentés et ne donnent qu'un total de 0,25 %.

Ce Tableau fait ressortir une décroissance sensible du nombre d'individus avec l'augmentation du diamètre. L'arbre moyen atteint 30,87 cm de DHP ; le coefficient de variation est 64,12% montre que la distribution des arbres en catégories de diamètres est très hétérogène.

3.2.2. Relation entre le diamètre à hauteur de poitrine et densité.

Le Tableau 8 résume les caractéristiques de régression de différentes équations. Nous avons testé six modèles de régressions à savoir :

$$y = a + b x \quad (1)$$

$$y = a + b \ln x \quad (2)$$

$$y = a e^{bx} \quad (3)$$

$$y = ax^b \quad (4)$$

$$y = a + b 1/x \quad (5)$$

$$y = a + bx + cx^2 \quad (6)$$

Tableau 8 : Relation entre le DHP et le nombre de tiges à l'hectare. (Caractéristiques de régression).

Forme Caractéristique	Linéaire	Log.	Exp.	Puissance	Inverse	Quadratique
Coefficient a	111,89	318,59	457,48	1560,74	-24,28	194,15
Coefficient b	-1,12	-69,78	-0,057	-2,97	2744,58	-4,26
Coeff. de corrélation (r)	-0,84	-0,96	-0,998	-0,91	0,98	0,022
Coefficient de determ. (R)	0,71	0,92	0,99	0,83	0,96	0,0048

Les trois équations suivantes : logarithmique, exponentielle et inverse ont des coefficients de détermination plus élevés.

Les équations logarithmique et inverse ont des coefficients de corrélation élevés, mais présentent des données négatives à partir du diamètre supérieur à 90 cm ; on retient l'équation exponentielle.

La Figure 15 donne la courbe de la répartition des arbres de la forêt à *Scorodophlæus zenkeri* dans la réserve de Loweo.

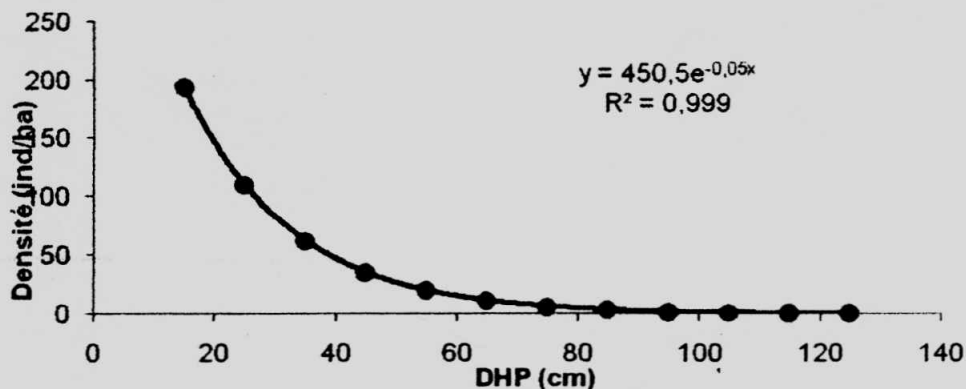


Figure 15 : Courbe de répartition des arbres par catégorie de grosseur (densité/DHP)

Il ressort de cette courbe que la répartition des arbres dépend de la grosseur c'est-à-dire les arbres à $DHP \geq 60$ cm sont peu nombreux par rapport aux arbres à $DHP \leq 60$ cm. Ceci peut être expliqué par le fait de la compétition de nutriments dans le sol.

3.3. Etude de la distribution spatiale des espèces dominantes.

3.3.1. Distribution des fréquences de tiges par parcelles.

Le Tableau 9 donne le dénombrement, la moyenne, l'écart-type et le coefficient de variation des trois espèces dominantes par parcelles dans la forêt à *Scorodophloeus zenkeri* de la réserve de Loweo à Yangambi.

Tableau 9: Distribution des fréquences de tiges par parcelles

N° parcelles	Fréquences observées		
	Scorodophloeus zenkeri	Olax gambecola	Staudtia gabonensis
1	35	19	11
2	17	12	12
3	16	29	11
4	25	32	9
5	22	18	9
6	29	11	11
7	15	25	10
8	14	16	14
9	26	18	11
10	37	19	12
11	23	19	8
12	16	22	7
13	11	13	6
14	19	17	11
15	36	21	14
16	40	14	10
17	45	10	9
18	28	31	5
19	17	29	4
20	21	28	11
21	32	19	5
22	19	28	6
23	15	21	7
24	16	19	5
Total	574	490	218
Moyenne	23,92	20,42	9,08
Ecart-type	9,385	6,426	2,903
C.V (%)	39,23	31,46	31,97

L'analyse du Tableau 9 fait ressortir une supériorité numérique de *Scorodophloeus zenkeri* (574 tiges), *Olax gambecola* (490 tiges) et *Staudtia gabonensis* (218 tiges).

Leurs coefficients de variation sont respectivement de 39,23 % ; 31,46 % et 31,97 %. Ceci montre qu'il y a une hétérogénéité dans cette forêt à *Scorodophloeus zenkeri*.

3.3.2. « Nearest-Neighbor Method » et l'indice de « Clark et Evans ».

Les mesures de DHP étaient faites sur une surface de 6 ha subdivisée en 24 placeaux ou parcelles échantillons de 50 m x 50 m.

Tous les individus à DHP supérieur ou égale à 10 cm étaient inventoriés et une étiquette portant un numéro leur était attribué.

Pendant les inventaires, trois espèces se sont montrées très abondantes par rapport aux autres avec un nombre plus élevé d'individus. Il s'agit des espèces : *Scorodophloeus zenkeri*, *Olax gambecola* et *Staudtia gabonensis*.

D'autres espèces étaient aussi présentes dans tous les 24 placeaux, cependant, elles y étaient représentées par un nombre d'individus inférieur. Néanmoins, nous nous sommes intéressés à ces trois espèces dominantes pour la mesure de la répartition spatiale.

Pour mesurer celle-ci, certaines coordonnées doivent être connues, notamment :

- La surface de la zone d'étude ;
- Le nombre d'individus dans la zone d'étude pour les trois espèces retenues ; ceux-ci permettent de calculer la densité d'individus pour chaque espèce.
- La distance (r_i) entre un individu et son voisin le plus proche de la même espèce ; cette mesure doit être prise pour tous les individus.

Pour notre cas, la complexité de la forêt étudiée et le nombre d'espèces en présence, nous avons jugé bon de ne mesurer que les distances des trois espèces dominantes en vue de rendre le travail réalisable.

Ainsi, 2416 individus étaient identifiés faisant parti dans 114 espèces et 30 familles. Néanmoins, 1282 individus de ces trois espèces étaient recensés, dont 574 individus pour *Scorodophloeus zenkeri* ; 490 individus pour *Olax gambecola* et 218 individus pour *Staudtia gabonensis* sur une superficie de 6 hectares.

Connaissant les distances (r_i) entre les différents individus et leurs voisins proches, le nombre (n) total d'individus dans la surface d'étude pour chaque espèce, la distribution spatiale était

facilement calculée par les différentes formules mises au point par CLARK et EVANS (1954).

L'annexe 5 donne la liste des espèces dominantes mesurées, les numéros de leurs placeaux respectifs, ainsi que les distances mesurées (r_i) en mètre.

Pour y parvenir, les opérations ci-après étaient scrupuleusement suivies pour chacune des trois espèces.

a) *Scorodophlæus zenkeri*.

En considérant : $n = 574$ individus

$$\sum r_i = 315,0$$

Superficie d'étude = 6 ha, soit 60.000 m².

Nombre d'individus dans la zone d'étude

$$\text{La densité d'individus} = \frac{\text{Nombre d'individus dans la zone d'étude}}{\text{Surface de la zone d'étude.}}$$

$$\text{Alors } \rho = 574 / 60.000 = 0,0095 \text{ individus / m}^2$$

La distance moyenne observée jusqu'au voisin le plus proche :

$$r_0 = \sum r_i / n = 315,0 / 55 = 5,73 \text{ m}$$

La distance attendue jusqu'au voisin le plus proche (r_E) peut être calculée en utilisant la valeur de la densité d'individus (ρ).

$$\text{Alors ; } \overline{r_E} = 1 / 2\sqrt{\rho} = 5,13 \text{ m}$$

L'indice d'agrégation est obtenue par la formule : $R = r_0 / r_E$

$$R = 5,73 / 5,13 = 1,12$$

D'après CLARK et EVANS (1954), après le calcul, si on constate que la valeur de R est égale à 1, la distribution spatiale est aléatoire. Mais, si elle s'approche de zéro, la distribution est agrégée.

Pour une distribution uniforme, R s'approche d'une limite supérieure d'environ 2,15. Comme la valeur de R, pour notre cas est de 1,12 (donc proche de 1) nous pouvons conclure que dans notre zone d'étude, la distribution spatiale de l'espèce *Scorodophlæus zenkeri* est plutôt aléatoire.

Néanmoins, pour être sûr de la réponse, nous devons appliquer un test simple d'éloignement de la distribution spatiale aléatoire qui se fait par la formule suivante :

$$Z = r_0 - r_E / sr$$

Avec

z = déviation standard normale

r_r = erreur standard de la distance attendue jusqu' au voisin le plus proche = $0,26136 / \sqrt{np}$

n = nombre d'individus dans la zone d'étude.

ρ = densité d'individus dans la zone d'étude

La réponse obtenue en faisant le calcul est :

Connaissant que $\sqrt{np} = \sqrt{574 \times 0,0095} = 2,33$

Donc, $z = 5,73 - 5,13 / 0,026136 / 2,33 = 0,6 / 0,11 = 5,45$

Selon CLARK et EVANS, pour que la différence soit significative, la valeur de z trouvée doit être comprise entre 1,96 et 2,58.

Ces valeurs peuvent être aussi appelées « Limite des confiances ou encore niveau ou seuil de significations ».

Comme z est 5,45 supérieur à 2,58, nous pouvons dire qu'il y a une déviation de la distribution aléatoire au seuil de signification $\alpha = 0,01$ et la valeur tend vers une distribution uniforme.

L'annexe 6 donne la distribution spatiale de l'espèce *Scorodophloeus zenkeri*.

b) *Olox gambecola*.

En considérant : $n = 490$ individus

$$\sum r_i = 279,85$$

Superficie d'étude = 6 ha, soit 60.000 m²

$$\text{La densité d'individus} = \frac{\text{Nombre d'individus dans la zone d'étude}}{\text{Surface de la zone d'étude.}}$$

$$\text{Alors } \rho = 490 / 60.000 = 0,0082 \text{ individus / m}^2$$

La distance moyenne observée jusqu'au voisin le plus proche :

$$r_O = \sum r_i / n = 279,85 / 46 = 6,08 \text{ m}$$

La distance attendue jusqu'au voisin le plus proche (r_E) peut être calculée en utilisant la valeur de la densité d'individus (P).

$$\text{Alors ; } r_E = 1 / 2 \sqrt{P} = 5,55 \text{ m}$$

L'indice d'agrégation est obtenue par la formule : $R = r_O / r_E$

$$R = 6,08 / 5,55 = 1,09$$

D'après CLARK et EVANS (1954), après le calcul, si on constate que la valeur de R est égale à 1, la distribution spatiale est aléatoire. Mais, si elle s'approche de zéro, la distribution est agrégée.

Pour une distribution uniforme, R s'approche d'une limite supérieure d'environ 2,15.

Comme la valeur de R, pour notre cas est de 1,09 (donc proche de 1) nous pouvons conclure que dans notre zone d'étude, la distribution spatiale de l'espèce *Olox gambecola* est plutôt aléatoire.

Néanmoins, pour être sûr de la réponse, nous devons appliquer un test simple d'éloignement de la distribution spatiale aléatoire qui se fait par la formule suivante :

$$z = r_O - r_E / s_r$$

Avec

z = déviation standard normale

sr = erreur standard de la distance attendue jusqu' au voisin le plus proche = $0,26136 / \sqrt{np}$

n = nombre d'individus dans la zone d'étude.

ρ = densité d'individus dans la zone d'étude

La réponse obtenue en faisant le calcul est :

Connaissant que $\sqrt{np} = \sqrt{490 \times 0,0082} = 2$

Donc, $z = 6,08 - 5,55 / 0,26136 / 2 = 4,07$

Comme pour l'espèce précédente, la valeur de z est supérieure à 2,58. Alors nous pouvons affirmer qu'il y a déviation de la distribution aléatoire au niveau de seuil de signification $\alpha = 0,01$ et la valeur tend vers une distribution uniforme.

L'annexe 6 donne la distribution spatiale de l'espèce *Olox gambecola*.

c) *Staudtia gabonensis*

En considérant : n = 218 individus

$$\sum r_i = 237,25$$

Superficie d'étude = 6 ha, soit 60.000 m²

Nombre d'individus dans la zone d'étude

La densité d'individus = $\frac{\text{Nombre d'individus dans la zone d'étude}}{\text{Surface de la zone d'étude}}$

$$\text{Alors } \rho = 218 / 60.000 = 0,0036 \text{ individus / m}^2$$

La distance moyenne observée jusqu'au voisin le plus proche :

$$r_o = \sum r_i / n = 237,25 / 31 = 7,65 \text{ m}$$

La distance attendue jusqu'au voisin le plus proche (r_E) peut être calculée en utilisant la valeur de la densité d'individus (P).

$$\text{Alors ; } r_E = 1 / 2\sqrt{p} = 8,33 \text{ m}$$

L'indice d'agrégation est obtenue par la formule : $R = r_o / r_E$

$$R = 7,65 / 8,33 = 0,92$$

D'après CLARK et EVANS (1954), après le calcul, si on constate que la valeur de R est égale à 1, la distribution spatiale est aléatoire. Mais, si elle s'approche de zéro, la distribution est agrégée.

Pour une distribution uniforme, R s'approche d'une limite supérieure d'environ 2,15. Comme la valeur de R , pour notre cas est de 0.92 (donc proche de 1) nous pouvons conclure que dans notre zone d'étude, la distribution spatiale de l'espèce *Staudtia gabonensis* est plutôt aléatoire.

Néanmoins, pour être sûr de la réponse, nous devons appliquer un test simple d'éloignement de la distribution spatiale aléatoire qui se fait par la formule suivante :

$$z = r_o - r_E / s_r$$

Avec

z = déviation standard normale

s_r = erreur standard de la distance attendue jusqu' au voisin le plus proche

$$= 0,26136 / \sqrt{np}$$

n = nombre d'individus dans la zone d'étude.

ρ = densité d'individus dans la zone d'étude

La réponse obtenue en faisant le calcul est :

Connaissant que $\sqrt{np} = \sqrt{218 \times 0,0036} = 0,88$

Donc, $z = 7,65 - 8,33 / 0,026136 / 0,88 = 2,28$

Comme pour les espèces précédentes, la valeur de z est supérieure à 1,96. Alors, nous pouvons affirmer qu'il y a une déviation de la distribution aléatoire au niveau de signification $\alpha = 0,05$, mais dans la direction de la distribution agrégée.

L'annexe 6 donne la distribution spatiale de l'espèce *Staudtia gabonensis*.

Les facteurs responsables de ces différentes répartitions sont détaillés au quatrième chapitre.

3.3.3. Test de Khi-deux.

Le Tableau 10 donne les valeurs de Khi-deux des résultats obtenus dans la forêt à *Scorodophloeus zenkeri* de Loweo à Yangambi ; tandis que l'annexe 7 donne tous les détails des analyses statistiques effectués.

Tableau 10 : Valeur de Test de Khi-deux de trois espèces dominantes.

	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	<i>Olax gambecola</i>	<i>Staudtia gabonensis</i>
Khi-deux (a,b,c)	4,500	10,667	7,667
ddl	18	15	9
Signification asymptotique	,999	,776	,568

Il ressort de ce tableau que les valeurs de Khi-deux de ces trois espèces dominantes ne sont pas similaires.

L'espèce *Scorodophloeus zenkeri* donne une valeur très significative, c'est-à-dire $X^2 \text{ cal} = 4,5$ et $X^2 \text{ tab} =$ au seuil de 0,01 avec 18 degré de liberté = 7,01. Cela signifie que $X^2 \text{ cal} < X^2 \text{ tab}$.

L'hypothèse de la recherche (H_0) corrobore avec l'hypothèse statistique ; cela signifie que la distribution de l'espèce *Scorodophloeus zenkeri* est aléatoire.

Tandis que pour les deux espèces : *Olax gambecola* et *Staudtia gabonensis* donnent des valeurs non significatives, c'est-à-dire :

- *Olax gambecola* : X^2 cal = 10,66 au seuil de 0,25 avec 15 degré de liberté X^2 tab = 6,26 ; cela implique que X^2 cal > X^2 tab. L'hypothèse de recherche (Ho) est rejetée.
- *Staudtia gabonensis* X^2 cal = 7,66 au seuil de 0,4 avec 9 degré de liberté X^2 tab = 7,36. Cela implique que X^2 cal > X^2 tab.

L'hypothèse de recherche (Ho) est rejetée. L'espèce *Staudtia gabonensis* est aléatoire, mais la valeur tend vers une distribution agrégée.

Nous pouvons conclure que pour les deux dernières espèces, Ho est falsifiée.

3.4. L'action anthropique.

L'action anthropique sur la diversité biologique de la réserve floristique de Loweo était abordée à la première partie.

En effet, l'agriculture itinérante sur brûlis, la coupe de bois de construction et du charbon de bois sont les causes majeures de la déforestation de la réserve de Loweo.

Les enquêtes et les témoignages fournis auprès des anciens de l'I.N.E.A.C (actuel INERA) révèlent que, depuis le départ de colonialistes, Yangambi a subit petit à petit une menace de la déforestation suite à une invasion des populations riveraines.

C'est à partir de 1980 que la déforestation s'est accentuée, deux décennies plus tard, la situation devient très grave à tel point que la réserve n'occupe que la moitié de sa superficie du départ.

Ces trois activités principales sont les résultats de l'accroissement de la déforestation qui causent ainsi la pauvreté et le dépérissement de la situation socio-économique, politique et de l'abandon de l'autorité de l'Etat à assumer ses responsabilités vis à vis de son peuple.

Chapitre quatrième : DISCUSSION DES RESULTATS, CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.

4.1. DISCUSSION DES RESULTATS.

Les données concernant les comparaisons des données floristiques et la répartition spatiale sont comparées dans les paragraphes suivants avec celles d'études ayant porté sur d'autres forêts. De telles comparaisons sont souvent difficiles à établir en raison des différences de méthodes utilisées, particulièrement en ce qui concerne la taille et la conception de l'échantillonnage.

Néanmoins, une considération générale doit précéder les autres paragraphes.

4.1.1. Considération générale.

La présence sur la liste floristique de nos inventaires des principales espèces arborescentes caractéristiques des strates supérieures des forêts semi-caducifoliées (Evrard, 1968), confirme avant tout l'hétérogénéité de la forêt étudiée ; elle permet cependant aussi de nuancer cette impression globale de diversité dans le tropique humide.

La dominance en forêt hétérogène d'une famille, les Fabaceae (*Azalia bella*, *Anglylocalyx pynaertii*, *Scorodophloeus zenkeri*, *Brachystegia laurentii*, *Capaifera mildbraedii*, *Cynometra hankei*, *Tessmannia africana*, *Pericopsis elata*, *Piptadeniastrum africanum*, *Erythrophloeum suaveolens*, *Gilletiodendron milbraedii*, etc), son abondance parmi les dominants et sa richesse spécifique totale (24 espèces et 710 individus), bref sa dominance relative (surtout *Scorodophloeus zenkeri*, 48,48 %) parmi les espèces relativement importantes inventoriées telles que *Entandrophragma angolense*, *Entandrophragma candollei*, *Entandrophragma cylindricum* (17 individus), laissent déjà entrevoir des possibilités de traitement de la réserve forestière de Loweo.

De plus, la densité relative importante des Olacaceae (*Olax gambecola*, *Ongokea gore*, *Strombosia grandifolia*, *Strombosia glaucescens*, etc.), remarquablement parmi les dominées, incarnée par la présence de *Olax gambecola*, (22,64 %) laisse présager la

possibilité de constituer et de favoriser l'extension confirmant l'hétérogénéité de cette forêt proche de la maturité.

Dans la forêt hétérogène de notre zone d'étude, les Fabaceae se sont révélées la famille la plus diversifiée parmi toutes les familles étudiées, notamment parmi les dominants et les dominés ; suivis des Olacaceae dans les dominés et les Myristicaceae.

4.1.2. Comparaison des données floristiques.

4.1.2.1. Densité.

Le Tableau 11 donne une comparaison de la densité dans la forêt à *Scorodophlœus zenkeri* à celle d'autres types de forêts ombrophiles d'Afrique.

Tableau 11. Comparaison des effectifs d'arbres à DHP supérieur ou égal à 10 cm dans différents sites de forêts ombrophiles.

Type de forêts	Localisation	Nbre d'ind. à DHP \geq 10cm/ha	Références
REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO			
Forêt à <i>Scorodophlœus zenkeri</i>	LOWEO	402.6	Présent travail
Forêt à <i>Brachystegia laurentii</i>	YOKO	219	Umunay (2004)
Forêt à <i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	LENDI	413	Ewango (1994)
Forêt à <i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	MASAKO	402	Makana (1986)
Réserve forestière	BABAGULU	274	Muhawa (1996)
Forêts secondaire et primaire	MASAKO	264	Mabay (1994)
Forêt mixte	EPULU	433	Ndjango (1994)
GABON			
Forêt mixte	OVENG	497	Reitsma (1988)
Forêt mixte	DOUSSALA	435	Reitsma (1988)
Forêt mixte	LOPE	396	Reitsma (1988)
Forêt mixte	EKOBKOBBA	438	Reitsma (1988)

La forêt à *Scorodophlœus zenkeri* de la réserve de Loweo a un nombre de tiges à l'hectare élevé par rapport à la forêt à *Brachystegia laurentii* de la réserve de Yoko, à la réserve forestière de Babagulu, à la forêt secondaire et primaire de Masako.

Elle a une densité inférieure à la forêt mixte de la réserve forestière à Okapi (Epulu), à la forêt à *Gilbertiodendron dewevrei* de Lenda, ainsi qu'à la forêt mixte du Gabon.

4.1.2.2. Nombre d'espèces.

Le Tableau 12 compare le nombre d'espèces obtenues dans la forêt à *Scorodophlæus zenkeri* à celui des autres forêts étudiées.

Tableau 12 : Nombre d'espèces obtenues dans différents sites.

Type de forêt	Localisation	Nbre d'espèces à DHP \geq 10 cm	Références
REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO			
Forêt à <i>Scorodophlæus zenkeri</i>	LOWEO	114	Présent travail
Réserve forestière	BABAGULU	95	Muhawa (1966)
Forêt à <i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	LENDA	115	Ewango (1994)
Forêt mixte	EPULU	123	Ndjango (1994)
Forêt à <i>Brachystegia laurentii</i>	YOKO	111	Umunay (2004)
GABON			
Forêt mixte	OVENG	131	Reitsma (1988)
Forêt mixte	DOUSSALA	109	Reitsma (1988)
Forêt mixte	LOPE	69	Reitsma (1988)
Forêt mixte	EKOBAKOBA	85	Reitsma (1988)

La forêt à *Scorodophlæus zenkeri* de la réserve de Loweo a presque le même nombre d'espèces que la forêt à *Gilbertiodendron dewevrei* et légèrement supérieure à la forêt à *Brachystegia laurentii*.

Elle a un nombre d'espèces supérieur à la forêt du Gabon dans les sites de Lopé et d'Ekobakoba.

Le nombre d'espèces de la forêt à *Scorodophlæus zenkeri* de la réserve de Loweo est inférieur à celui de la forêt mixte d'Epulu en Ituri, et à la forêt du Gabon dans le site d'Oveng.

4.1.2.3. Structure diamétrique.

La distribution de tiges en classe de diamètre a retenu l'attention de beaucoup d'auteurs et de nombreux essais de répartition ont été depuis TURNBULL (1963), PIERLOT (1966), GOLLEY (1969), ROLLET (1974 et 1978), ainsi que BERNARD et al. (1979).

Le Tableau 13 compare les modèles de régression de la forêt à *Scorodophlæus zenkeri* avec ceux obtenus dans la forêt à *Gilbertiodendron dewevrei* par LOKOMBE (1966).

Tableau 13. Quelques modèles mathématiques de distribution de tiges en classe de diamètre.

Localisation	Modèle mathématique	R ²	Références
Forêt à <i>Scorodophlæus zenkeri</i>.			
Loweo	$y = 450,48 e^{-0,057 DHP}$	R ² = 0,99	Présent travail
Loweo	$y = -145,66 + 16466,50 DHP^{-1}$	R ² = 0,96	Présent travail
Loweo	$y = 318,59 - 69,78 \log DHP$	R ² = 0,92	Présent travail
Forêt à <i>Gilbertiodendron dewevrei</i>			
Abou	$y = 104,369 - 22,458 \log DHP$	R ² = 0,86	Lokombe (1996)
Abou	$y = 146,231 e^{-0,048 DHP}$	R ² = 0,92	Lokombe (1996)
Azolo	$y = 69096,3 e^{-2,315 DHP}$	R ² = 0,92	Lokombe (1996)
Azolo	$y = 48,042 e^{-0,032 DHP}$	R ² = 88	Lokombe (1996)
Bawombi	$y = 107539,1 e^{-2,362 DHP}$	R ² = 0,81	Lokombe (1996)
Bawombi	$y = 74,341 e^{-0,034 DHP}$	R ² = 0,91	Lokombe (1996)

Le modèle exponentiel est utilisé dans la forêt à *Scorodophlæus zenkeri* de la réserve Loweo, forêt d'Abou, d'Azolo et Bawombi.

Le modèle de puissance est utilisé dans la forêt d'Azolo et de Bawombi tandis que le modèle logarithmique est utilisé dans la forêt de Loweo et d'Abou.

4.1.2.4. Surface terrière.

La surface terrière est un paramètre couramment utilisé pour la distribution des formations végétales de terre ferme (MALAISSE, 1984).

Le Tableau 14 compare la surface terrière de la forêt à *Scorodophlæus zenkeri* à celle des différents sites de forêts ombrophiles.

Tableau 14. Comparaison de la surface terrière avec celle des autres forêts étudiées.

Type de forêts	Localisation	S.T (en m2)	Références
REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO			
Forêt à <i>Scorodophlæus zenkeri</i>	LOWEO	32,03	Présent travail
Forêt à <i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	LEND A	35,69	Ewango (1994)
Réserve forestière	BABAGULU	26,31	Muhawa (1996)
Forêts secondaire et primaire	MASAKO	25,30	Mabay (1994)
Forêt mixte	ILE MBIYE	16,75	Nshimba (2005)
Forêt mixte	EPULU	24,20	Ndjango (1994)
Forêt à <i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	UELES	29,88	Gérard (1960)
Forêt à <i>Brachystegia laurentii</i>	YANGAMBI	36	Germain et Evrard (1956)
Forêt mixte	R.D.C	30	Hart (1985)
GABON			
Forêt mixte	OVENG	36,4	Reitsma (1988)
Forêt mixte	DOUSSALA	35,7	Reitsma (1988)
Forêt mixte	LOPE	35,8	Reitsma (1988)
Forêt mixte	EKOBAKOBA	42,8	Reitsma (1988)

La surface terrière dans la forêt à *Scorodophlæus zenkeri* s'élève à 32,03 m²/ha. Ce résultat s'inscrit dans l'intervalle de 30 à 50 m²/ha pour une forêt dense ombrophile stable (LOUIS, 1947).

GERMAIN & EVRARD (1956) ont trouvé une surface terrière de 36 m²/ha ; cette supériorité se justifie par l'action anthropique sur la réserve de Loweo à Yangambi entraînant une baisse de surface terrière.

4.1.3. Distribution spatiale.

Les valeurs de l'indice d'agrégation (R) pour la répartition spatiale des espèces *Scorodophlæus zenkeri*, *Olax gambecola* et *Staudtia gabonensis* étaient toutes voisines de 1 ; ce qui témoigne une répartition spatiale aléatoire.

Le Tableau 15 illustre les comparaisons de distribution spatiale des espèces de la R.D Congo avec celles d'ailleurs en Afrique.

La forêt comprend 5 strates arborescentes (Tableau 3), la surface terrière atteint 32 m²/ha. Ce résultat s'inscrit dans l'intervalle de 30 à 50 m²/ha pour la forêt dense ombrophile (Tableau 6).

2) Distribution spatiale des espèces.

La distribution spatiale de trois essences dominantes *Scorodophloeus zenkeri*, *Olax gambecola* et *Staudtia gabonensis* est aléatoire (Annexe 6).

Le *Scorodophloeus zenkeri* et *Olax gambecola* ont une tendance ou direction vers la distribution uniforme, tandis que *Staudtia gabonensis* a une tendance vers la distribution agrégée.

Ces conclusions approchent celles de N'Shimba (2005) pour *Coelocarion botryoides* et *Gilbertiodendron dewevrei*.

Les espèces étant des types Barochores et Zoochores, les animaux et les poids de graines contribuent à la colonisation de cette réserve.

Les espèces étant dans les mêmes conditions de sols de la réserve (série Yakonde), on peut avoir une installation délibérée en répartition dite aléatoire.

3) « Nearest Neighbor Method » et l'indice de « Clark et Evans ».

La méthode utilise la distance r_i entre un individu et son voisin le plus proche. La méthode ne privilégie pas la distance entre les jeunes tiges et l'arbre mère ou pied mère ou la distance entre 2 pieds mères.

La distribution des arbres en forêt peut être influencée par beaucoup de facteurs à savoir : Étendue de la parcelle d'étude, lumière, mode de dissémination, présence de semenciers, qualité de la station (sol, fertilité, etc.), compétition, âge de la forêt, caractéristiques du peuplement, caractère phénologique des espèces, etc.

4.2.2. Recommandations.

La distribution spatiale des espèces dans la forêt étant complexe, nous recommandons d'autres études pour avoir des informations suffisantes à savoir :

-
1. Stratification première de la réserve de Loweo à partir des photographies aériennes et photos satellites.
 2. Elaboration d'une carte de restitution des arbres de la réserve forestière de Yangambi.
 3. Etude de distribution des arbres en fonction des coordonnées x et y.
 4. Etude de distribution en fonction des pieds mères ou semenciers.
-

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- ANONYME, 2003.** Conférence de Rio de Janéiro sur l'environnement. Brésil, 24p.
- ANONYME, 2006.** Population de Yangambi : Bureau de cité de Yangambi, 12p.
- ASSUMANI, A., 2006.** Contribution à l'étude structurale de la forêt à *Scorodophlæus zenkeri* Harms dans la réserve de LOWEO à Yangambi. R.D.Congo. Mémoire inédit. 66 p.
- AUBREVILLE, A., 1965.** Flore du Gabon. Muséum naturel historique. Laboratoire de phanérogamie 16^{ième} rue Buffon, Paris 5^{ième}. 124 p.
- AUBREVILLE, A., 1968.** Caesalpiniaceae Flore du Gabon – 15 Muséum Nationale d'histoire naturelle, Paris, France, 116 p.
- BERNARD, D.E., 1945.** Le climat écologique de la Cuvette Centrale Congolaise. Publ. INEAC hors série. 240 p.
- BERNARD, F., HUTTEL, C. et LEMEE, G., 1979.** Structure et fonctionnement des 2cosyst7mes de la forêt pluvieuse sempervirente de la Côte-d'Ivoire in Recherche sur les ressources naturelles XIV : Ecosystèmes forestiers tropicaux : un rapport sur l'état de connaissance. UNESCO-PNUE, Paris, pp. 605 – 625.
- BESAG, J. and GLEAVES, J.T., 1973.** On the detection of spatial pattern in plant communities. Bulletin of the international statistical institute, 45: 153-158.
- BOGAERT, J., 2006.** Ecologie du paysage. Analyse de la structure spatiale des données ponctuelles. Cours D.E.A UNIKIS Biologie-Agronomie. 40 p.
- BOUDROU, B., 1989.** Forêt et sylviculture. Traitement des forêts. Presses Agronomiques de Gembloux, 365 p.
- BOYEMBA, F., 2005.** – Diversité et régénération des essences forestières exploitées dans les forêts des environs de Kisangani (RDC). Mémoire du DEA en Sciences Biologiques, 100 p (+ annexes 7).
- C.F.F.T, 1989.** Mémento du forestier 3^{ième} édition. Ministère de coopération. 1266 pages.
- CLARK, P.J and EVANS, F.C., 1954.** Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. ECOLOGY 35: 445-453.
- COTTAM, G. and CURTIS, J.T., 1956.** The use of distance measurements in phytosociological sampling. Ecology 37: 451 – 460.
- CRABBE, M., 1965.** Ecoclimat de Yangambi office national de recherche de développement (NORD). Kinshasa. 8 p.
-

-
- DE HENZEILIN, J., 1952.** Sols paléosols et désertifications anciennes dans le secteur nord du bassin du camp, pud. INEAC. 1968 p.
- DELEENHER, L. ; DHOORE, J et SYS, L, 1956.** Cartographie et caractérisations pédologiques de la région de Yangambi. Publ, INEAC, série n° 55, 52 p.
- DEYSSON, G., 1967.** Organisation et classification des plantes vasculaires. 2^e partie systématique. Cours de Botanique. Société d'édition d'enseignement supérieur 5, place de la Sorbonne. Paris 5^e éd. 326 p.
- DOUCET, J-L, 2003-** L'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomique, Gembloux, 323p.
- DOUCHAUFFOUR, Ph., 2001.** Introduction à la science du sol. Sol, végétation, environnement. 6^e édition de l'Abregée de Pédologie. Dunod éditions, Paris, 330 p.
- EBUYI, J., 2006.** La contribution à l'étude structurale de la forêt mixte de la réserve forestière de Yoko. Mémoire. Inédit Fac. des Sciences, UNIKIS, 65 p.
- FOURNIER, F et SASSON, A., 1983.** Ecosystèmes forestiers tropicaux d'Afrique. ORSTOM – UNESCO, Paris, 473 p.
- GAUSSEN, H & al, 1982.** Précis de Botanique. Tome II. Végétaux supérieurs. Masson, Paris, 231p.
- GAUTHIER, P. et THERIAUL, 1977.** Manuel d'inventaire. Inventaire Forestier d'une partie de la cuvette centrale congolaise : Région de l'Equateur : République du Zaïre. Québec – Canada, 380 p.
- GERMAIN et EVRARD, 1956.** Etude écologique et physiologique de la forêt à *Brachystegia laurentii*. Série n) 67 INEAC, 49 p.
- GILLET J-F., DOUCET J-L., NTCHANDI OTIMBO P-A et BOUBADY A-G- 2003a -** Evaluation des zones d'intérêt biologique et délimitation du secteur de conservation : compagnie des Bois du Gabon (CBG), UFA de Mayumba. Rapport de mission, Nature plus, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 50 p.
- GILLET, J-F., AUGIRON K, DOUCET J-L, DETHIER M., NTCHANDI OTIMBO, P-A et BOUBADY A-G.- 2003b -** Evaluation des zones d'intérêt biologique et délimitation du secteur de conservation : compagnie des Bois du Gabon (CBG), UFA de Rabi-Mandji. Rapport de mission, Nature plus, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 42 p.
-

- UFA de Rabi-Mandji. Rapport de mission, Nature plus, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 42 p.
- GOLLEY, T., 1985.** Caloric values of wet tropical forest vegetation. *Ecology*, 50: 517 – 519.
- GYLSON et VAN WAMBEKE, 1956.** Notice explicative de la carte de sol et de la végétation de Yangambi. Placette 2 INEAC.
- HINES, W.G.S. and HINES, R.J., 1979.** The Eberhardt statistic and the detection on non randomness of spatial point distributions. *BIOMETRIKA*, 66 : 73 – 79.
- INEAC, 1952.** Flore du Congo belge et du Ruanda-Urundi spermatophytes INEAC/volume III, p 327 – 328.
- INERA, 2006.** Bulletin climatologique. Programme National de Gestion et Conservation des Ressources Naturelles. Section Agro climatologie/INERA-YANGAMBI : Bulletin annuel, 16p.
- JACK, W.H., 1961.** The spatial distributives of tree stern in a tropical high forest. *Empire For. Rev.*, 40, pp 234 – 241.
- JONES, E.W., 1955.** Ecological studies in the train forest of southern irgeries. IV. The plakan forest of the okoun forest reserve. Part 1 the environnement, the vegetation types of the forest and the horizon pl. distributivis of species. *J. ECOLOGY*, 43 pp 564 – 594.
- KANDARA, S.M., 1967.** Tarif de cubage de *Pterocapus sayauxii* de foret d'aménagement. Memoire inédit UNAZA/ Yangambi, p 65.
- KELLOG, 1949.** An exploraty study of soil groups in Belgium Congo. Publ. INEAC, série sc. n° 46, 73 p.
- KOMBELE, B., 2004.** Diagnostic de la fertilité des sols dans la Cuvette Centrale Congolaise : Cas des séries Yangambi et Yakonde. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux Belgique, 421 p.
- KREBS, C.J., 1998.** *Ecological Methodology*. Benjamin / Cummins, Addison – Welsey Educational Publishers, Menlo Park , California, 620 p.
- LANLY, 1966.** Inventaire forestier en République Centrafricaine, bois et forets de tropique n° 63 , 105 p.
- LEBACQ, 1964.** Essaie d'identification anatomique de bois de l'Afrique Centrale, série 8 Economique n°3, 125 p.
- LEBRUN et GILBERT, 1954.** Classification écologique des forets du Congo, série n° 63 INEAC, 3ième chapelle, Bruxelles 89 p.

-
- LEJOLY, J., 1993-** Méthodologie pour les inventaires forestiers (partie flore et végétation). Projet ECOFAC, AGRECO- CTFT, Bruxelles, 53p.
- LEJOLY, J., LISOWSKI, S. et NDJELE, M., 1983.** Catalogue informatise des plantes vasculaires des sous régions de Kisangani et de la Tshopo (Haut-Zaïre). Travaux du Laboratoire de Botanique systématique et d'Ecologie de ULB, 136 p.
- LOKOMBE, D., 1975.** Inventaire forestier sur un bloc de 400 hectares dans la réserve floristique de LOWEO. Mémoire inédit IFA- Yangambi, 55 p.
- LOKOMBE, D., 1996.** Etude dendrométrique de la forêt à *Gilbertiodendron dewevrei* dans la collectivité des Bengamisa. Mémoire de D.E.S en Agronomie. I.F.A – Yangambi, inédit 216 p.
- LOKOMBE, D., 2005.** Sciences du bois. Notes de cours, Faculté des Sciences Agronomiques / UNIKIS. Inédit 60 p.
- LOUIS, J., 1947.** Contribution à l'étude des forêts équatoriales Congolaises, C.R., Sém. Agr. De Yangambi. Publ. INEAC, Hors série : 902 – 924 pp.
- LUBUNI, A., 1985.** Végétation messicole et post-culturale des sous région de Kisangani et de la Tshopo (Haut-Zaire). Thèse Fac. des Sciences UNIKIS, 489 p.
- MALAISSÉ, F., 1984.** Contribution à l'étude de l'écosystème forêt dense sèche (Muhala). 4, structure d'une forêt dense sèche Zambézienne des environs de Lubumbashi (Zaire). Bull. Soc. Roy. Bot. Belg., 117 : 428 – 458.
- MAMBANI, B., 1987.** Impact du défrichement par brulis sur la dynamique physique d'un ferralsol en zone équatoriale. Ann. Fac. Agron. Yangambi, p 1- 12.
- MIKOMBI, 1974.** Contribution à l'étude de quelques paramètres hydriques d'une forêt de Yangambi. Mémoire inédit I.F.A- Yangambi, 54 p.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, 2005.** Guide opérationnel. Normes d'inventaire d'aménagement forestier. Ministère de l'environnement, conservation de la nature, eaux et forêts. R.D.Congo, 17p.
- N'SHIMBA, 2005.** Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts inondées de l'île Mbiye à Kisangani. Mémoire D.E.A à l'ULB, 101 p.
- PIERLOT, R., 1966.** Structure et composition des forêts d'Afrique centrale, spécialement celles au Kivu. Ac. Roy. Sc. Outre-mer, Cl. Sc. Nat. Et Méd., 16 : 363 p.
- REITMA, J.M., 1988.** Végétation forestière de Gabon. Technical tropical forest, 64 p.
- RITA, B., 2000.** Analyse de la distribution spatiale d'objets dans un paysage. Fiche d'enseignement. Laboratoire de gestion des écosystèmes (GECOS), Lausanne, 18p.
-

-
- ROGERS ZACHARY, S., MALECOT, V. and SIKES KENDRA, G., 2006.** A synoptic revision of *Olax* L. (olacaceae) in Madagascar and the Comoro Islands. Vol. 28, n°1, éditions scientifiques du Muséum, Paris, France. INIST-CNRS, pp 71 – 100.
- ROLLET, B., 1969.** Etudes quantitatives dans une forêt dense humide sempervirente de plaine de la Guyane. Venezuelaine. Thèse de doctorat / Fac sc. Toulouse 473 p.
- ROLLET, B., 1974.** L'architecture des forêts denses humides sempervirentes de plaine. C.T.F.T., Paris, 298 p.
- ROLLET, B., 1978.** Organisation, in Tropical forest ecosystems, UNESCO / Natural resources research XIV. United Nations Educational Scientific and Cultural Organisation, Paris, France, 301 p.
- S.P.I.A.F, 2002.** Nomenclature de la carte éco floristique de la R.D.Congo. Centre chargé d'information de la R.D.Congo. 18p.
- SALLENAVE, P., 1995.** Propriété physique et mécanique de bois tropicaux de l'Union Française, 126p.
- SANSON, A. et GENNART, M., 1975.** Contribution à l'étude du climax et en particulier du pédo climax en forêt équatoriale Congolaise. Bull. Inst. Agr. Stat. Rech. Gembloux, 28 (3): 287 – 342.
- SINCLAIR, D.F., 1985.** On tests of spatial randomness using mean nearest neighbor distance. Ecology, 66 : 1084 – 1085.
- SINDANI, K., 2007.** Cours de dendrologie. ISEA / Bengamisa. Cours inédit, 30 p.
- SPSS, 2003.** SPSS-X user's guide. 3rd ed., SPSS, Chicago, USA.
- SYS, C., VAN WAMBEKE, A., FRANKART, R., GILSON, P., JONGEU, P., PECROT, A., & JAMAQUE, M., 1952.** La cartographie des sols au Congo, Pub. INEAC, série tech. N° 66, 125 p.
- SYS, L., 1952.** Cartographie des sols au Congo. Publ. INERAC, serie tech. N° 66, 125p.
- TUNGUNI, 1977.** Tarif de cubage des *Scorodophlæus zenkeri* dans la réserve de Loweo à Yangambi, Mém. Inédit, IFA-Yangambi, 48 p.
- TURNBULL, K.J., 1963.** Population dynamic in Mixed Forest stands. A system of mathematical models of mixed stand growth and structure. Univ. Washington, Ph., Thèse, 196 p.
- VAN WAMBEKE, A et EVRARD, C., 1954.** Notice explicative de la carte des sols et de la végétation du Congo belge et du Ruanda-Urundi. 6. Yangambi : planchette 1 : Weko, A et B. Bruxelles : Publ. INEAC., 23p.
-

Yangambi entre autre : la série Yangambi et série Yakonde. La série Yakonde contient plus de nutriments pour la croissance et le développement des arbres et les plantes. Ceci pourrait être confirmé pour notre zone d'étude, car elle fait partie intégrante de la série Yakonde.

- Dans les conditions homogènes, elles s'installent délibérément en formant soit une répartition uniforme, soit aléatoire. Or, dans les tropiques humides, la répartition uniforme est surtout destinée dans le cas des plantations des arbres parce que l'effet anthropique est intervenu.

- Aussi, selon les centres de dispersion des espèces, nous constatons que les espèces provenant d'un même centre s'installent dans le nouveau biotope en formant une agrégation.

- L'échelle de la zone d'étude peut aussi influencer la répartition spatiale des espèces, telle est le cas de notre zone d'étude.

Une espèce peut avoir une distribution agrégée sur une étude à grande échelle, alors qu'en diminuant la zone d'étude, la répartition change.

Cette théorie est confirmée par la façon que la carte de végétation de Yangambi a été établie par VAN WAMBEKE & EVRARD (1957). Nous constatons qu'il y a diverses forêts, telles que la forêt à *Scorodophlæus zenkeri* ; la forêt à *Cynometra hankei*; forêt à *Gilbertiodendron dewevrei*.

Il ressort dans cette carte de végétation que chaque espèce dominante occupe une portion bien déterminée, donc il y a formation des bouquets ou des agrégats.

- En fin, l'âge de la forêt étudié. Il est aussi possible qu'une forêt montre une répartition intermédiaire, si elle est encore en pleine croissance et au stade ultime ou climax, elle montre une vraie répartition, car à cet âge, beaucoup d'arbres ont déjà atteint leur développement maximum pour être compté.

En réalité, la plupart des forêts dans les tropiques humides ont atteint un niveau climacique. Cela reflète le comportement des sols tropicaux qui ont atteint un ultime stade de développement (DUCHAUFFOUR, 2001 et VAN WAMBEKE, 1995).

4.2. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.

4.2.1. Conclusion.

Notre travail avait pour objectif inventorier toutes les espèces d'arbres de diamètre à hauteur de poitrine supérieur ou égale à 10 cm, connaître la distribution spatiale de trois espèces dominantes de la forêt à *Scorodophloeus zenkeri* dans la réserve de Loweo à Yangambi.

Un inventaire systématique a été utilisé pour le dénombrement de tiges. La méthode « Nearest Neighbor Method » et l'indice de Clark et Evans a été utilisé pour l'analyse de la distribution spatiale des espèces.

Nous avons réalisé l'étude sur 24 parcelles échantillons de 50 x 50 m soit un total de six hectares.

Les résultats obtenus montrent après analyse que :

1) Structure.

La forêt à *Scorodophloeus zenkeri* constitue une grande richesse et une grande diversité floristique, la densité des arbres dans la forêt s'élève à 402 tiges/ha, le nombre d'espèces inventorié s'élève à 114.

Les espèces dominantes sont : *Scorodophloeus zenkeri* (95,6 tiges/ha), *Olax gambecola* (81,7 tiges/ha), *Staudtia gabonensis* (36,3 tiges/ha), *Pancovia harmsiana* (10 tiges/ha), *Polyathia suaveolens* (9,2 tiges/ha), *Panda oleosa* (8,5 tiges/ha), *Guarea thompsonii* (8,0 tiges/ha), *Strombosia grandifolia* (7,2 tiges/ha), *Irvingia gabonensis* (6,7 tiges/ha), *Drypetes louisii* (6,7 tiges/ha) et *Garcinia punctata* (6,5 tiges/ha).

Le nombre de familles recensées atteint 30. Les familles ayant un nombre d'espèces élevé sont (Tableau 5) : Fabaceae (24 espèces), Meliaceae (9 espèces), Euphorbiaceae (9 espèces), Sapindaceae (7 espèces), Myristicaceae (6 espèces), Annonaceae (5 espèces) et Clusiaceae (5 espèces).

La structure diamétrique de la forêt à *Scorodophloeus zenkeri* correspond à une régression inverse : $Y = 450,48e^{-0,057x}$.

Tableau 15 : Comparaison de distribution spatiale des espèces de la RDC avec celles d'ailleurs en Afrique.

N°	Espèce	Forêt et site	Type des distributions	Tendance ou direction	Source
1	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	Forêt à Scorodophloeus de Yangambi	aléatoire	uniforme	Présent travail
2	<i>Olax gambecola</i>	Forêt à Scorodophloeus de Yangambi	aléatoire	uniforme	Présent travail
3	<i>Staudtia gabonensis</i>	Forêt à Scorodophloeus de Yangambi	aléatoire	uniforme	Présent travail
4	<i>Coelocaryon bostryoides</i>	Forêt inondée de l'île Mbiye de Kis	aléatoire	uniforme	N'shimba (2005)
5	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	Forêt inondée de l'île Mbiye de Kis	aléatoire	agregée	N'shimba (2005)
6	<i>Celtis milbraedi</i>	Forêt mixte site d'Oveng	aléatoire		Reitsma(1988)
7	<i>Santaria trimea</i>	Forêt mixte site d'Oveng	aléatoire		Reitsma(1988)
8	<i>Synsepalum subcordatum</i>	Forêt mixte site d'Oveng	aléatoire		Reitsma(1988)
9	<i>Dialium pachyphyllum</i>	Forêt mixte site d'Oveng	agregée		Reitsma(1988)
10	<i>Dichortemma glaucescens</i>	Forêt mixte site d'Oveng	agregée		Reitsma(1988)

Cette distribution spatiale des espèces dans la forêt à *Scorodophloeus zenkeri* ressemble à celle des espèces de la forêt du Gabon et celles des autres sites en République Démocratique du Congo c'est-à-dire tous les arbres ont une distribution aléatoire (REITSMA, 1988 et N'SHIMBA, 2005).

Néanmoins, pour notre étude, la vérification de la déviation standard n'a pas confirmée la situation dans la forêt à *Scorodophloeus zenkeri* et a donnée des valeurs supérieures, au niveau de signification énoncé par CLARK & EVANS (1954).

Les valeurs de z obtenues ont montré une déviation standard au niveau de signification $\alpha = 0.01$ (donc supérieure à 1.96 et 2.58) pour *Scorodophloeus zenkeri* et *Olax gambecola* dans une direction d'une répartition uniforme et une déviation standard au niveau de signification $\alpha = 0.05$ dans la direction d'une agrégation pour *Staudtia gabonensis*.

A notre avis, la diversité des répartitions spatiales peut s'expliquer de la manière suivante :

- Quand les conditions écologiques sont hétérogènes telles que les confirment les coefficients de variation, les individus appartenant à une même famille ou espèce ont tendance à s'entasser là où elles trouvent les conditions optimales pour leur croissance en y développant une agrégation. D'après les analyses chimiques du sol faites par KOMBELE (2004), il ressort que dans les séries des sols rencontrés à

-
- VAN WAMBEKE, A., 1962.** Criteria for classifying soils by age. *J. Soil. Sci.*, 1, (13): 124-132.
- VAN WAMBEKE, A., 1995.** Les sols des tropiques: propriétés et appréciation. CTA & Huy Trop asbl., 335p.
- VAN WAMBEKE, A., & LIBEN, L., 1957.** Notice explicative de la carte des sols et de la végétation du Congo belge et du Ruanda-Urundi. 6. Yangambi : planchette 4 : Yambaw, A et B. Bruxelles : Publ. INEAC., 28p.
- VANDENPUT, R., 1981.** Les principales cultures en Afrique centrale. Tournai : édit. Lesaffre, 458p.
- VANGU, L., 1974.** Accroissement en circonférence de l'Afromosia (*Pericopsis elata*) HARMS dans la forêt naturelle de Yangambi. Mémoire de fin d'étude. Inédit, I.F.A.-Yangambi, 44p.
- VECEDY, 2006.** Niove. Parquet d'intérieur et parquet de jardin, 32, route d'Arton-Luxembourg, 23p.
- VIVIEN, J. et FAURE, JJ., 1985.** Arbre des forêts denses d'Afrique centrale. Ministère relation, coopération et développement. Agence de coopération culturelle et technique, 13. Quai Anohi Cihoën, 75015, Paris, 324 p.
- WHITTAKER, R.H. 1960.** Vegetation of the siskiyou mountains Oregon and California *Ecological Monographs* 30(4): 407 – 408.
-

Annexes

Annexe 1 : Données climatiques de Yangambi 2000 à 2005.

Année	Facteur	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy an.
2000	T	24,4	25,4	26,4	25,4	25,5	24,4	24,2	24,6	24,6	24,6	24,2	24,6	24,8
	H	83	82	80	79	80	82	79	77	83	84	86	85	81,6
	P	49	48	52	121	146	147	68	187	117	237	77	134	115,2
2001	T	24,8	25,8	25,6	25,6	25,6	24,7	24,7	24,8	24,7	24,7	24,7	25,3	25,1
	H	83	81	84	85	87	84	87	88	86	85	88	84	85,2
	P	53	106	136	148	186	60	49	253	174	237	268	87	156
2002	T	24,9	26,3	26	25,8	25,9	25,2	25,1	24,7	25,7	24,4	24,8	24,1	25,2
	H	75	78	80	83	84	84	85	87	83	85	85	83,1	83
	P	36	22	80	279	127	93	120	172	178	215	203	188	142,7
2003	T	24,2	25,9	26	24,7	24,4	25,2	24,9	25,6	25,6	24,4	24,8	25	25
	H	82	82	83	83	85	86	88	88	85	86	86	85	85
	P	113	49	188	260	153	132	163	206	192	223	236	120	169,6
2004	T	25,7	25,7	26,9	25,8	25,5	24,8	24,7	24,8	24,8	24,9	24,6	24,9	25,2
	H	79	77	81	84	86	87	88	87	87	88	85	85	85
	P	57	69	116	145	153	54	97	143	210	173	187	123	127,2
2005	T	25,5	25,8	26,6	25,7	25,8	24,9	24,5	24,6	25,2	24,8	24,5	24,7	25,2
	H	79	72	76	84	85	87	90	88	86	87	87	84	85
	P	58	69	113	155	152	56	99	136	199	175	203	122	128

Source : Station climatologique de Yangambi (2007)

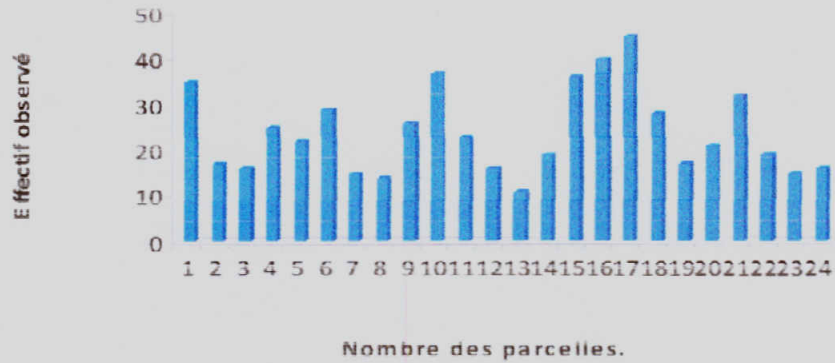
Annexes

TOTAL	894	622	328	260	121	93	46	30	9	7	1	5	2416
N/Ha	149	103,6	54,6	43,3	20,2	15,5	7,6	5	1,5	1,16	0,16	0,83	402,6

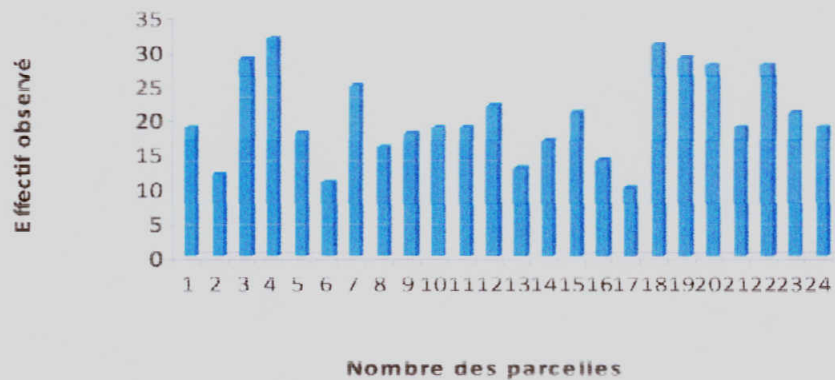
Annexe 3. Données courbe de régression (exponentielle).

DHP	Densité
15	194,5
25	110,0
35	62,22
45	35,18
55	19,9
65	11,25
75	6,36
85	3,59
95	2,03
105	1,15
115	0,65
125	0,4

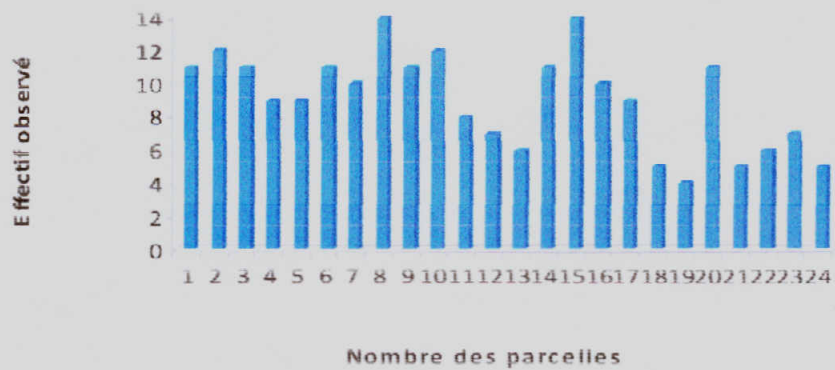
Annexe 4 : Répartition des 3 espèces dominantes dans les 24 placeaux de la réserve de Loweo.



Distribution des effectifs d'arbres par parcelles de *Scorodophloeus zenkeri* dans la réserve de Loweo.



Distribution des effectifs d'arbres par parcelles d'*Olax gambecola* dans la réserve de Loweo.



Distribution des effectifs d'arbres par parcelles de 24 placeaux de *Staudtia gabonensis* dans la réserve de Loweo.

Annexe 5 : Mesures (ri) des espèces dominantes.

n°	Espèces	n° arbre	n° parc.	Ri	n°	Espèces	n° arbre	n° parc.	Ri
1	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	6	1	5,8	1	<i>Olax gambecola</i>	17	1	4,25
2	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	19	1	4,55	2	<i>olax gambecola</i>	27	1	5,24
3	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	29	1	8,55	3	<i>olax gambecola</i>	35	1	7,85
4	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	43	1	7,9	4	<i>Olax gambecola</i>	45	1	5,98
5	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	55	2	0,9	5	<i>Olax gambecola</i>	77	2	4,95
6	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	76	2	9,4	6	<i>Olax gambecola</i>	107	2	6,85
7	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	82	2	5,6	7	<i>Olax gambecola</i>	156	2	6,33
8	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	105	3	4,8	8	<i>Olax gambecola</i>	197	3	6,59
9	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	155	3	3,9	9	<i>Olax gambecola</i>	209	3	1,2
10	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	189	3	7,8	10	<i>Olax gambecola</i>	218	3	6,24
11	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	211	4	5,55	11	<i>Olax gambecola</i>	242	3	6,8
12	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	317	4	6,35	12	<i>Olax gambecola</i>	274	3	4,35
13	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	136	4	4,75	13	<i>Olax gambecola</i>	295	3	5,68
14	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	149	5	3,95	14	<i>Olax gambecola</i>	305	4	5,98
15	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	267	5	5,9	15	<i>Olax gambecola</i>	355	4	5,35
16	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	177	6	4,6	16	<i>Olax gambecola</i>	395	5	6,51
17	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	189	6	8,56	17	<i>Olax gambecola</i>	410	5	8,75
18	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	199	7	6,35	18	<i>Olax gambecola</i>	455	5	5,62
19	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	208	7	2,15	19	<i>Olax gambecola</i>	499	6	4,85
20	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	215	7	5,55	20	<i>Olax gambecola</i>	518	6	8,9
21	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	233	8	5,6	21	<i>Olax gambecola</i>	576	7	6,53
22	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	256	8	4,11	22	<i>Olax gambecola</i>	593	7	3,54
23	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	297	8	5,9	23	<i>Olax gambecola</i>	602	8	7,59
24	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	309	8	8,7	24	<i>Olax gambecola</i>	680	8	4,58
25	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	388	8	5,45	25	<i>Olax gambecola</i>	712	9	7,58
26	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	402	9	6,54	26	<i>Olax gambecola</i>	778	9	3,89
27	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	479	9	2,6	27	<i>Olax gambecola</i>	802	10	4,35
28	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	506	9	1,9	28	<i>Olax gambecola</i>	853	10	7,95
29	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	548	9	4,9	29	<i>Olax gambecola</i>	888	10	5,68
30	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	569	10	8,54	30	<i>Olax gambecola</i>	913	11	4,59
31	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	583	10	4,9	31	<i>Olax gambecola</i>	999	11	4,59
32	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	608	10	7,56	32	<i>Olax gambecola</i>	1022	12	6,65
33	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	645	11	5,62	33	<i>Olax gambecola</i>	1072	12	7,68
34	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	687	11	3,58	34	<i>Olax gambecola</i>	1127	12	9,87
35	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	701	11	5,69	35	<i>Olax gambecola</i>	1352	15	4,36
36	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	755	12	5,8	36	<i>Olax gambecola</i>	1578	17	6,89
37	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	786	12	4,3	37	<i>Olax gambecola</i>	1769	18	7,35
38	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	799	13	7,95	38	<i>Olax gambecola</i>	1865	18	4,36
39	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	815	13	6,35	39	<i>Olax gambecola</i>	1933	19	7,58
40	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	911	14	5,8	40	<i>Olax gambecola</i>	1987	19	9,51
41	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	955	14	4,58	41	<i>Olax gambecola</i>	2037	20	7,9
42	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	998	15	3,55	42	<i>Olax gambecola</i>	2094	20	5,98

Annexes

43	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	1019	16	5,85	43	<i>Olax gambecola</i>	2119	22	4,86
44	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	1116	16	2,58	44	<i>Olax gambecola</i>	2142	22	7,58
45	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	1297	17	3,8	45	<i>Olax gambecola</i>	2189	24	4,25
46	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	1318	17	4,29	46	<i>Olax gambecola</i>	2216	24	5,89
47	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	1422	18	8,5		Total			279,85
48	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	1489	18	7,6					
49	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	1602	19	6,54					
50	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	1688	20	5,95					
51	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	1721	20	4,98					
52	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	1987	23	6,59					
53	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	2001	23	8,95					
54	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	2099	24	10,6					
55	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	2115	24	5,95					
	Total			315,0					

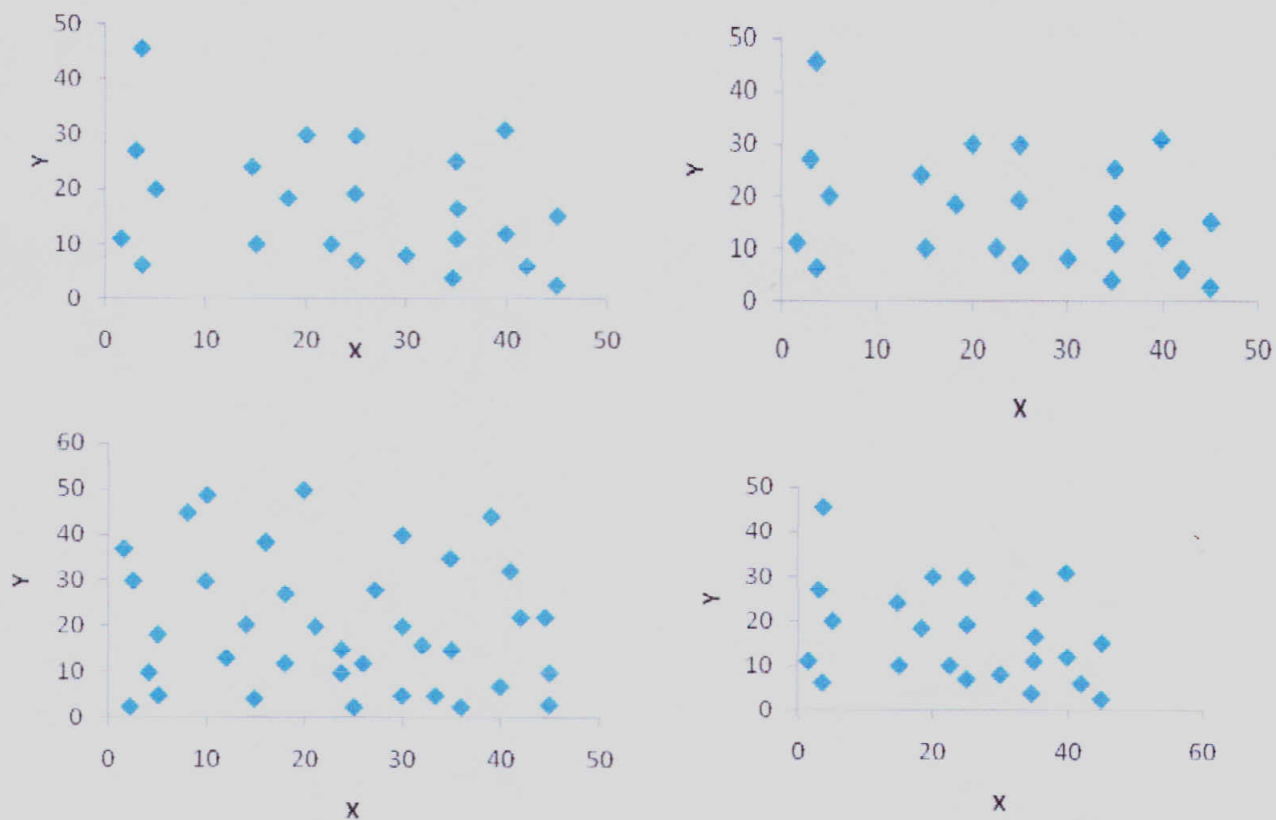
Annexes

Annexe 5(suite) :

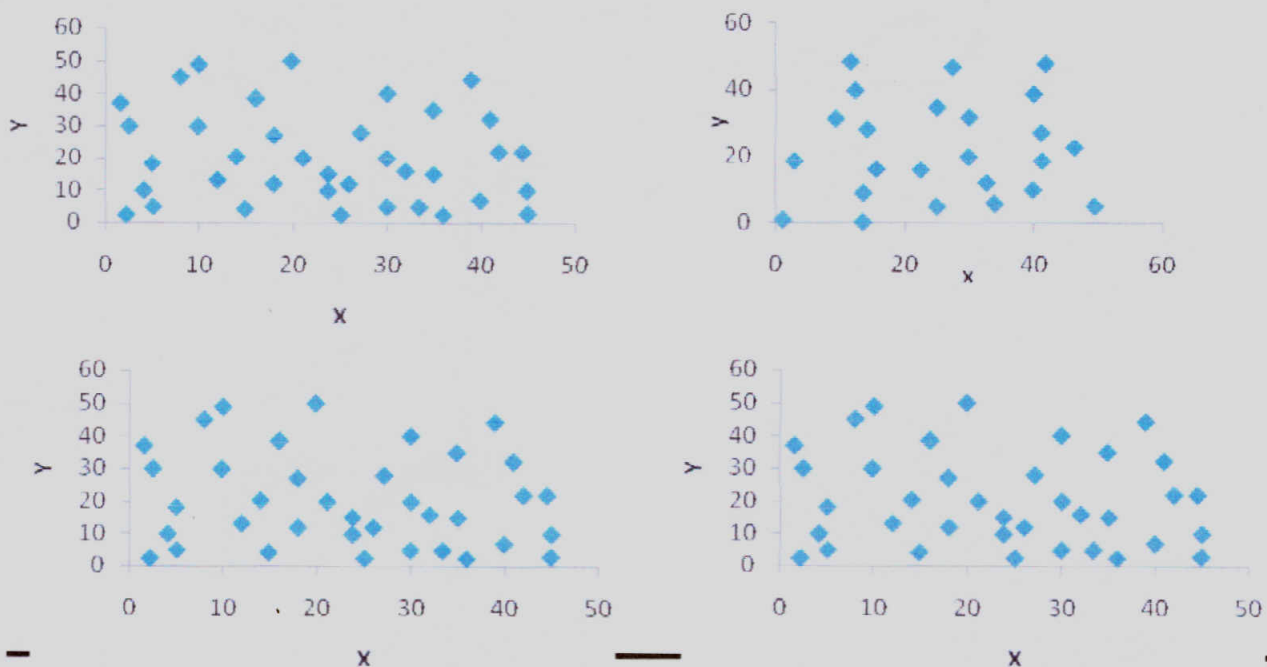
n°	Espèces	n° arbre	n° parcelle	Ri
1	<i>Staudtia gabonensis</i>	15	1	8,95
2	<i>Staudtia gabonensis</i>	34	1	4,65
3	<i>Staudtia gabonensis</i>	66	2	8,54
4	<i>Staudtia gabonensis</i>	104	2	7,45
5	<i>Staudtia gabonensis</i>	183	3	6,18
6	<i>Staudtia gabonensis</i>	200	3	9,54
7	<i>Staudtia gabonensis</i>	225	4	0,55
8	<i>Staudtia gabonensis</i>	282	5	8,95
9	<i>Staudtia gabonensis</i>	301	5	4,65
10	<i>Staudtia gabonensis</i>	357	6	7,15
11	<i>Staudtia gabonensis</i>	413	7	7,35
12	<i>Staudtia gabonensis</i>	497	7	8,19
13	<i>Staudtia gabonensis</i>	523	8	6,95
14	<i>Staudtia gabonensis</i>	610	9	5,68
15	<i>Staudtia gabonensis</i>	669	9	7,58
16	<i>Staudtia gabonensis</i>	725	11	11,45
17	<i>Staudtia gabonensis</i>	917	12	7,56
18	<i>Staudtia gabonensis</i>	1000	12	6,95
19	<i>Staudtia gabonensis</i>	1253	13	8,25
20	<i>Staudtia gabonensis</i>	1489	14	5,85
21	<i>Staudtia gabonensis</i>	1503	14	8,48
22	<i>Staudtia gabonensis</i>	1577	15	6,58
23	<i>Staudtia gabonensis</i>	1655	17	9,58
24	<i>Staudtia gabonensis</i>	1699	17	10,21
25	<i>Staudtia gabonensis</i>	1893	18	9,36
26	<i>Staudtia gabonensis</i>	1932	18	7,65
27	<i>Staudtia gabonensis</i>	1967	20	12,28
28	<i>Staudtia gabonensis</i>	1995	20	8,56
29	<i>Staudtia gabonensis</i>	2009	20	4,63
30	<i>Staudtia gabonensis</i>	2116	22	6,25
31	<i>Staudtia gabonensis</i>	2202	24	11,25
Total			Σr_i	237,25

Annexe 6 : Distribution spatiale des espèces dominantes de la réserve de Loweco.

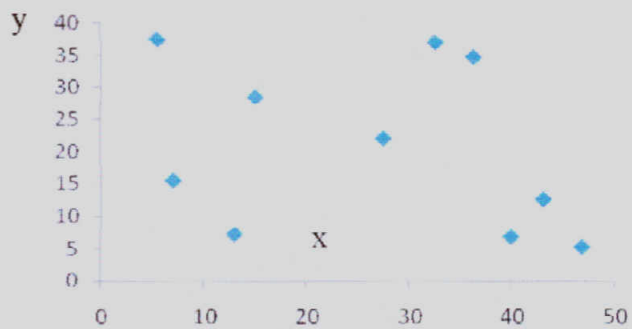
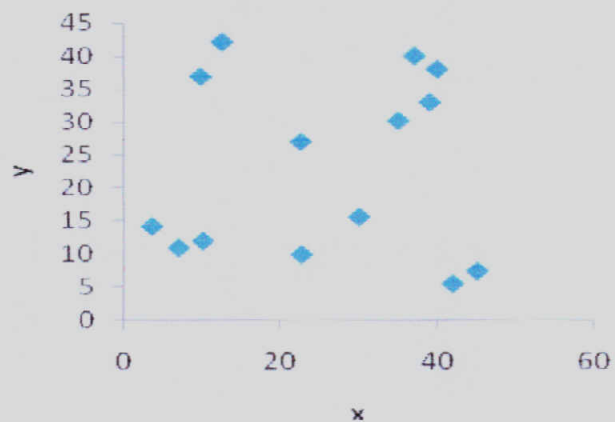
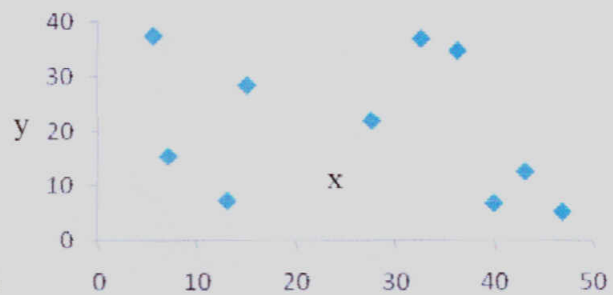
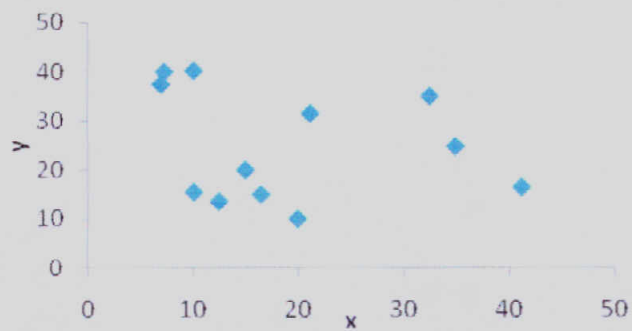
Scorodophlæus zenkeri.



Olax gambecola.



Staudtia gabonensis.



Annexes

Annexe 7 : Statistiques

Scorodophlæus zenkeri

E' N	Valide	24
	Manquante	0
Moyenne		23,92
Erreur std. de la moyenne		1,916
Médiane		21,50
Mode		16
Ecart-type		9,385
Variance		88,080
Minimum		11
Maximum		45
Somme		574
Centiles	25	16,00
	50	21,50
	75	31,25

Scorodophlæus zenkeri

	Fréquence	Pour cent	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	11	1	4,2	4,2
	14	1	4,2	8,3
	15	2	8,3	16,7
	16	3	12,5	29,2
	17	2	8,3	37,5
	19	2	8,3	45,8
	21	1	4,2	50,0
	22	1	4,2	54,2
	23	1	4,2	58,3
	25	1	4,2	62,5
	26	1	4,2	66,7
	28	1	4,2	70,8
	29	1	4,2	75,0
	32	1	4,2	79,2
	35	1	4,2	83,3
	36	1	4,2	87,5
	37	1	4,2	91,7
	40	1	4,2	95,8
	45	1	4,2	100,0
Total	24	100,0	100,0	

Annexes

Olax gambecola

N	Valide	24
	Manquante	0
Moyenne		20,42
Erreur std. de la moyenne		1,312
Médiane		19,00
Mode		19
Ecart-type		6,426
Variance		41,297
Minimum		10
Maximum		32
Somme		490
Centiles	25	16,25
	50	19,00
	75	27,25

Olax gambecola

		Fréquence	Pour cent	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	10	1	4,2	4,2	4,2
	11	1	4,2	4,2	8,3
	12	1	4,2	4,2	12,5
	13	1	4,2	4,2	16,7
	14	1	4,2	4,2	20,8
	16	1	4,2	4,2	25,0
	17	1	4,2	4,2	29,2
	18	2	8,3	8,3	37,5
	19	5	20,8	20,8	58,3
	21	2	8,3	8,3	66,7
	22	1	4,2	4,2	70,8
	25	1	4,2	4,2	75,0
	28	2	8,3	8,3	83,3
	29	2	8,3	8,3	91,7
	31	1	4,2	4,2	95,8
	32	1	4,2	4,2	100,0
Total	24	100,0	100,0		

Annexes

Staudtia gabonensis

N	Valide	24
	Manquante	0
Moyenne		9,08
Erreur std. de la moyenne		,593
Médiane		9,50
Mode		11
Ecart-type		2,903
Variance		8,428
Minimum		4
Maximum		14
Somme		218
Centiles	25	6,25
	50	9,50
	75	11,00

Staudtia gabonensis

		Fréquence	Pour cent	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	4	1	4,2	4,2	4,2
	5	3	12,5	12,5	16,7
	6	2	8,3	8,3	25,0
	7	2	8,3	8,3	33,3
	8	1	4,2	4,2	37,5
	9	3	12,5	12,5	50,0
	10	2	8,3	8,3	58,3
	11	6	25,0	25,0	83,3
	12	2	8,3	8,3	91,7
	14	2	8,3	8,3	100,0
Total		24	100,0	100,0	

Annexes

Scorodophloeus zenkeri

	Effectif observé	Effectif théorique	Résidu
11	1	1,3	-,3
14	1	1,3	-,3
15	2	1,3	,7
16	3	1,3	1,7
17	2	1,3	,7
19	2	1,3	,7
21	1	1,3	-,3
22	1	1,3	-,3
23	1	1,3	-,3
25	1	1,3	-,3
26	1	1,3	-,3
28	1	1,3	-,3
29	1	1,3	-,3
32	1	1,3	-,3
35	1	1,3	-,3
36	1	1,3	-,3
37	1	1,3	-,3
40	1	1,3	-,3
45	1	1,3	-,3
Total	24		

Olax gambecola

	Effectif observé	Effectif théorique	Résidu
10	1	1,5	-,5
11	1	1,5	-,5
12	1	1,5	-,5
13	1	1,5	-,5
14	1	1,5	-,5
16	1	1,5	-,5
17	1	1,5	-,5
18	2	1,5	,5
19	5	1,5	3,5
21	2	1,5	,5
22	1	1,5	-,5
25	1	1,5	-,5
28	2	1,5	,5
29	2	1,5	,5
31	1	1,5	-,5
32	1	1,5	-,5
Total	24		

Annexes

Staudtia gabonensis

	Effectif observé	Effectif théorique	Résidu
4	1	2,4	-1,4
5	3	2,4	,6
6	2	2,4	-,4
7	2	2,4	-,4
8	1	2,4	-1,4
9	3	2,4	,6
10	2	2,4	-,4
11	6	2,4	3,6
12	2	2,4	-,4
14	2	2,4	-,4
Total	24		

s

Test

	Scorodophloeus zenkeri	Olax gambecola	Staudtia gabonensis
Khi-deux (a,b,c)	4,500	10,667	7,667
ddl	18	15	9
Signification asymptotique	,999	,776	,568

- a 19 cellules (100,0%) ont des fréquences théoriques inférieures à 5. La fréquence théorique minimum d'une cellule est 1,3.
 b 16 cellules (100,0%) ont des fréquences théoriques inférieures à 5. La fréquence théorique minimum d'une cellule est 1,5.
 c 10 cellules (100,0%) ont des fréquences théoriques inférieures à 5. La fréquence théorique minimum d'une cellule est 2,4.