

Mode de répartition spatiale des trois espèces *Ficalhoa laurifolia*, *Ocotea usambarensis* et *Piptadeniastrum africanum* dans la Réserve Forestière de Kalikuku, Province du Nord-Kivu, RD Congo

[Mode of spatial distribution of the three species *Ficalhoa laurifolia*, *Ocotea usambarensis* and *Piptadeniastrum africanum* in the Kalikuku Forest Reserve, North Kivu Province, DR Congo]

Paluku Nzenda Gilbert

Assistant à l'ISEAVF, BUTEMBO, RD Congo

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The mode of spatial distribution of *Ficalhoa laurifolia* and *Ocotea usambarensis* species has been treated in the game reserve of Kalikuku, Lubero Territory. In order to reach the result, we have delimited a plot for each species and in which we have carried out the sampling of diameter critter at «DHP» of each target tree according to our criterion, and the distances which could separate the individuals as they moved closer to one another, following the method called: Nearest Neighbor Method. That means the method of the neighbor that in very near, of Clark and Evans. The results that we have found are the following. The aggregation clue R has given 0,86 for *Ficalhoa laurifolia*, 1,5 for *Ocotea usambarensis* and -3,6 for *Piptadeniastrum africanum*. After the application of test Z of spatial deviation, Z has given - 4,12; 12,6 and -3,6 respectively for restoring it and aggregate distribution and even *Ocotea usambarensis* towards unpredictable or aleatory distribution, *Piptadeniastrum africanum* as an aggregate. The diametric structure of the three species presents a curve in form of bell «Gauss» in the base classes to decline from the beacon classes presenting then a curve in form of reversed j, witness of a natural forest. The very great land surface for *Ficalhoa laurifolia* has been of 19,8398 m² in the fourth class of diameter, 4,2398 m² in the class for *Ocotea usambarensis* and 26,679 m² of *Piptadeniastrum africanum* in the third class.

KEYWORDS: Mode, Spatial distribution, *Ocotea usambarensis*, *Ficalhoa laurifolia*, *Piptadeniastrum africanum*.

RESUME: Un mode de répartition spatiale des espèces *Ficalhoa laurifolia*, *Ocotea usambarensis* et *Piptadeniastrum africanum* a été mené dans la Réserve Forestière de Kalikuku dans le Territoire de Lubero. Pour y arriver, nous avons délimité une parcelle pour chaque espèce et dans laquelle nous avons procédé au prélèvement du diamètre à hauteur de poitrine (1,30m) du sol de chaque arbre cible selon notre critère, ensuite les distances qui séparaient les individus selon qu'ils se rapprochaient les uns des autres suivant la méthode « Nearest Neighbor Method », c'est-à-dire la méthode du voisin le plus proche de Clark et Evans. Les résultats auxquels nous avons abouti sont les suivants: L'indice d'agrégation R a donné 0,86 pour *Ficalhoa laurifolia*, 1,5 pour *Ocotea usambarensis* et 0,85 pour *Piptadeniastrum africanum*. Après application du test Z de déviation spatiale, Z a donné - 4,12; 12,6 et -3,6 respectivement pour *Ficalhoa laurifolia* le ramenant ainsi à une distribution agrégative, *Ocotea usambarensis* vers une distribution aléatoire et *Piptadeniastrum africanum* vers un agrégat. La structure diamétrique de ces trois espèces présente une courbe en forme de cloche (Gauss) dans les basses classes pour décliner à partir des classes phares présentant alors une courbe en forme de j renversé, témoignage d'une forêt naturelle. La plus grande surface terrière pour *Ficalhoa laurifolia* a été de 19,8398 m² dans la 4^e classe de diamètre et de 4,2398 m² dans la 6^e classe pour *Ocotea usambarensis* et 26,679m² dans la 3^e classe pour *Piptadeniastrum africanum*.

MOTS-CLEFS: Mode, Répartition spatiale, *Ficalhoa laurifolia*, *Ocotea usambarensis*, *Piptadeniastrum africanum*.

1 INTRODUCTION

Depuis le sommet de la terre de Rio de Janeiro 1992, la prise de conscience des menaces pesant sur l'environnement se fait de plus en plus importante. La notion de la gestion durable est ainsi devenue le concept de référence dans toutes les activités liées à l'environnement. Cette gestion des forêts tropicales telle qu'elle est préconisée de nos jours se doit d'être durable c'est-à-dire assurer la pérennité des écosystèmes et des ressources (Kitakya, K., 2015).

La gestion rationnelle des ressources naturelles est devenue une préoccupation du pouvoir public compte tenu des méfaits d'une mauvaise gestion sur l'environnement global et local. Les forêts de la République Démocratique du Congo, estimées à 90 millions d'hectares sont classées en forêt de production du bassin du Congo. Ces forêts représentent donc un potentiel particulièrement important et le pays doit s'efforcer de les mettre à profit pour son développement socio – économique et le bien-être de la population. Par contre, selon les estimations officielles, le rythme de déboisement en République Démocratique du Congo entre 1990 – 2000 pour une surface forestière de 108,339 hectares atteindrait 0,26%/an (Croizer et al, 2007).

Or, l'exploitation de ces espèces végétales de grande valeur économique dans nos écosystèmes ne garantit guère la pérennité de ces premières. Ces espèces sont extraites d'une manière qui ne leur permet pas de se maintenir dans différents écosystèmes déjà fragilisés par l'agriculture itinérante sur brûlis et l'exploitation forestière artisanale (Fournier, F., et Sasson, A., 1983).

L'ignorance de différents tempéraments des espèces reste un obstacle majeur pour cerner leur comportement dans divers stades de croissance. L'ignorance accompagne le mode d'occupation du terrain pour la plupart de ces espèces et par conséquent fait planer le doute sur le mode de prélèvement. Et pourtant tout succès sylvicole repose sur la maîtrise de ses tempéraments pour influencer vers une stratégie coercitive pouvant concilier le prélèvement au recrutement au sein d'un écosystème. (Bibani, M, et al, 1998; Pierlot, 1966; Lubini, 1982; Reitsma, 1988).

Toutefois, les espèces les plus exploitées restent plongées dans une méconnaissance totale ou partielle de leur comportement face au maintien de leur population.

Considérant ainsi l'exploitation forestière, telle qu'elle s'applique en République Démocratique du Congo, elle est loin de garantir les bases d'une extraction rationnelle et pérenne. La diversité tant floristique que faunique est menacée. L'agriculture itinérante sur brûlis et l'exploitation forestière artisanale de bois d'œuvre constituent deux puissants ressorts de spoliation des écosystèmes forestiers. Une troisième variante nocive à l'écosystème forestier reste l'exploitation du bois commise à la satisfaction des besoins énergétiques (Shafula A., et al 2014).

Selon Robyns, (1958), Germain, (1956), la connaissance claire et précise de ces potentialités forestières et leur mode de vie typologique de quelques motifs de dispersion spatiale est un élément qui permet l'élaboration d'un programme de mise en valeur et de développement local, régional et national qui doivent s'intégrer dans le plan d'aménagement et de gestion durable des ressources naturelles.

Pour répondre aux besoins énergétiques, les paysans sont appelés à sélectionner toute une gamme d'espèces selon leurs différentes capacités calorifiques. La disponibilité de la ressource y joue un rôle prépondérant. D'une façon générale, le territoire de Lubero ne s'écarte pas de ce panorama. Les espèces *Ocotea usambarensis* Engl, *Ficalhoa laurifolia* Hiern et *Piptadeniastrum africanum* participent énormément dans la satisfaction des besoins énergétiques et entrent en ligne de compte dans le commerce des bois d'œuvre.

Cependant peu d'études locales ont été diligentées sur ces espèces en vue de jeter les bases de leur exploitation judicieuse. Une certaine zone d'ombre plane encore sur l'écologie, la dynamique et le tempérament voire la répartition spatiale de ces espèces sur les différentes capacités pour les pérenniser sur leur site d'exploitation.

C'est à ce terme que nous nous posons les questions de savoir:

Quel est le mode de répartition spatiale de ces deux espèces au sein de la réserve forestière de Kalikuku ? Quel type de dispersion de diaspore est – il appréhété par ses deux espèces ? Quel est la structure diamétrique de ces trois espèces au sein de la réserve forestière de Kalikuku ?

Notre travail se propose trois hypothèses structurées comme suit:

Les espèces *Ficalhoa laurifolia* Hiern et *Piptadeniastrum africanum* seraient beaucoup plus agrégatives que l'espèce *Ocotea usambarensis* Engl; (elle se répartirait aléatoirement dans le site). Le mode de dispersion de diaspore serait le site de prédilection pour l'installation de ces trois espèces; Les deux espèces auraient des structures diamétriques en forme de j renversé

L'objectif global de cette étude est de rassembler les informations fiables sur la répartition spatiale d'*Ocotea usambarensis* Engl, *Ficalhoa laurifolia* Hiern et *Piptadeniastrum africanum* afin de proposer une gestion rationnelle et durable de ces deux espèces. Elle s'assigne comme

objectif spécifique celui de déterminer le mode de répartition spatiale des espèces prise en compte. Ces espèces se présentent comme suit :



Fruit d'Ocotea usambarensis



Fleur d'Ocotea usambarensis



Tronc d'Ocotea usambarensis



Feuille d'Ocotea usambarensis



Fleure de Ficalhoa laurifolia



Fruit de Ficalhoa laurifolia



Tronc de Ficalhoa laurifolia de Kalikuku



Feuille de Ficalhoa laurifolia



Fleur de Piptadeniastrum af



Feuille de Piptadeniastrum af



Tronc de Piptadeniastrum af



Fruit de Piptadeniastrum af



Photo de la réserve de Kalikuku

2 MILIEU D'ÉTUDE

La réserve forestière de Kalikuku a constitué notre champ d'investigation et est située à 7 Km du chef – lieu du territoire de Lubero, Chefferie de Baswagha, Territoire de Lubero, Province du Nord – Kivu en République Démocratique du Congo. Elle s'étend à l'Ouest sur la route Butembo – Goma, dans le Groupement de Luongo. Comme la cité de Lubero et ses environs, cette réserve se situe entre 29°30' Meridien Est, 00°30' Parallèle Sud, avec une altitude variant entre 1830m et 2000m faisant ainsi partie des hautes terres du territoire de Lubero.

CARTOGRAPHIE DE KALIKUKU

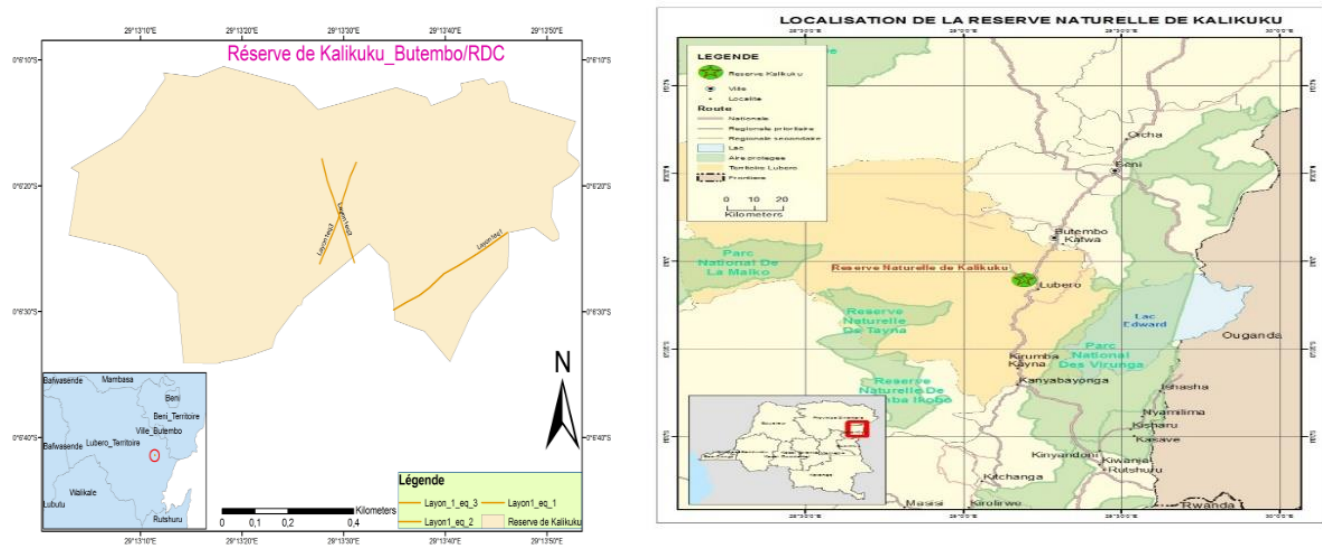


Fig. 1. Cartographie de la réserve forestière de Kalikuku

3 MATÉRIELS, MÉTHODES ET TECHNIQUES

3.1 MATÉRIELS

Deux types de matériels nous ont servi pour la réalisation de cette étude à savoir, les matériels biologiques constitués de trois espèces: *Ficalhoa laurifolia*, *Ocotea usambarensis* et *Piptadeniastrum africanum* et enfin les matériels non biologiques qui sont: un ruban de 100m pour la délimitation des parcelles d'inventaire et la prise de la distance qui sépareit un arbre de son voisin le plus proche, une machette pour couper les piquets et matérialiser les parcelles, les piquets pour aider à la délimitation des parcelles, un GPS marque GARMIN 62 pour la prise des coordonnées géographiques, deux boussoles (marque SUUNTO et la marque SYLVA) pour l'orientation et la prise des différents azimuts lors de l'installation des parcelles et un pH mètre pour prélever le pH du sol au pied de nos espèces cibles.

3.2 MÉTHODE

Pour accéder aux données, nous avons bel et bien utilisé la méthode « **Nearest-Neighbor Method** » et l'indice de « **Clark and Evans** ». Elle procède à l'analyse de la distribution spatiale sur base d'une carte. Comme mesure, ils utilisent la distance "n" entre un individu et son voisin le plus proche **A→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 les individus situés proche de la limite de la zone d'étude par exemple l'individu (c) ont tendance à avoir des « **Nearest – Neighbor distances** » plus grandes que les individus se trouvant au milieu. Le voisin d'un individu exemple C peut donc être situé à l'extérieur de la zone d'étude (individu D). Nous avons aussi prélevé la circonférence au Diamètre à Hauteur Poitrine (DHP).

Ainsi, 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 donc énorme pour des petites populations ($n < 100$).

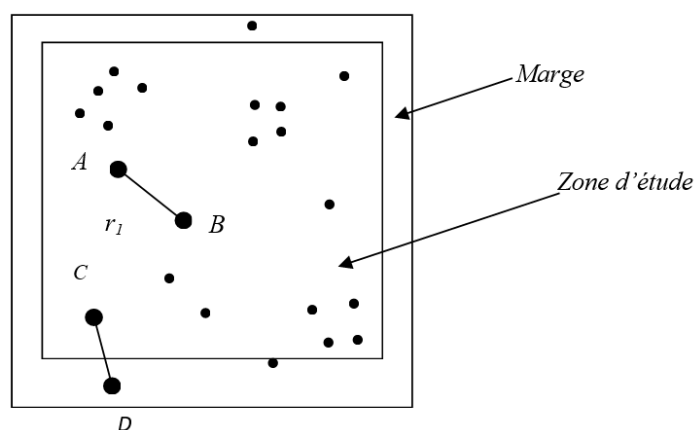


Fig. 2. Illustration schématique de la « Nearest-Neighbor Method »

La densité p de la population est:

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

$$\bar{r}_0 = \text{distance moyenne observée jusqu'au voisin le plus proche} = \frac{\sum r_i}{n}$$

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:

$$\bar{r}_E = \text{distance attendue jusqu'au voisin le plus proche} = \frac{1}{2\sqrt{p}}$$

On peut ensuite mesurer l'éloignement de la distance observée de la distribution aléatoire par le rapport:

$$R = \frac{\bar{r}_0}{\bar{r}_E} = \text{Indice d'agrégation}$$

Si la distance est aléatoire, $R = 1$. Si elle est agrégée, R s'approche de 0. Pour une distribution uniforme, R s'approche d'une limite d'environ 2,15. Un test simple de la signification pour l'éloignement de la distribution aléatoire est donné par:

$$z = \frac{\bar{r}_0 - \bar{r}_E}{S_r}$$

Avec : z = déviation standard normale

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

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

p = densité d'individus dans la zone d'étude.

En guise de technique de collecte des données, nous avons suivi la démarche telle qu'illustrée par le schéma ou figure 2. En d'autres termes, nous avons délimité plusieurs parcelles de dimensions différentes dans la réserve pour chacune des espèces. C'est à la fin que nous les avons sommées pour alors obtenir 2Ha avec 230 pieds pour *Ficalhoa laurifolia* sous un pH de (5,5 à 6,2), 2Ha avec 170 pieds d'*Ocotea usambaensis* au pH de (6,1 à 6,6) et 2Ha avec 141 pieds de *Piptadeniastrum africanum* au pH de (6 à 6,5). Il s'agissait de se positionner dans un plateau bien délimité de forme carrée et/ou rectangulaire ayant une possibilité de contenir les trois espèces *Ocotea usambarensis*, *Ficalhoa laurifolia* et *Piptadeniastrum africanum* soit délimiter les parcelles séparément selon les espèces prises en compte. A partir d'un pied pris au hasard nous avons entamé la prise de la distance lui séparant de son voisin le plus proche. Cet exercice a été dupliqué sur tous les pieds retrouvés au sein du plateau.

4 RÉSULTATS

4.1 DISTRIBUTION DIAMÉTRIQUE DES ESPÈCES

4.1.1 FICALHOA LAURIFOLIA

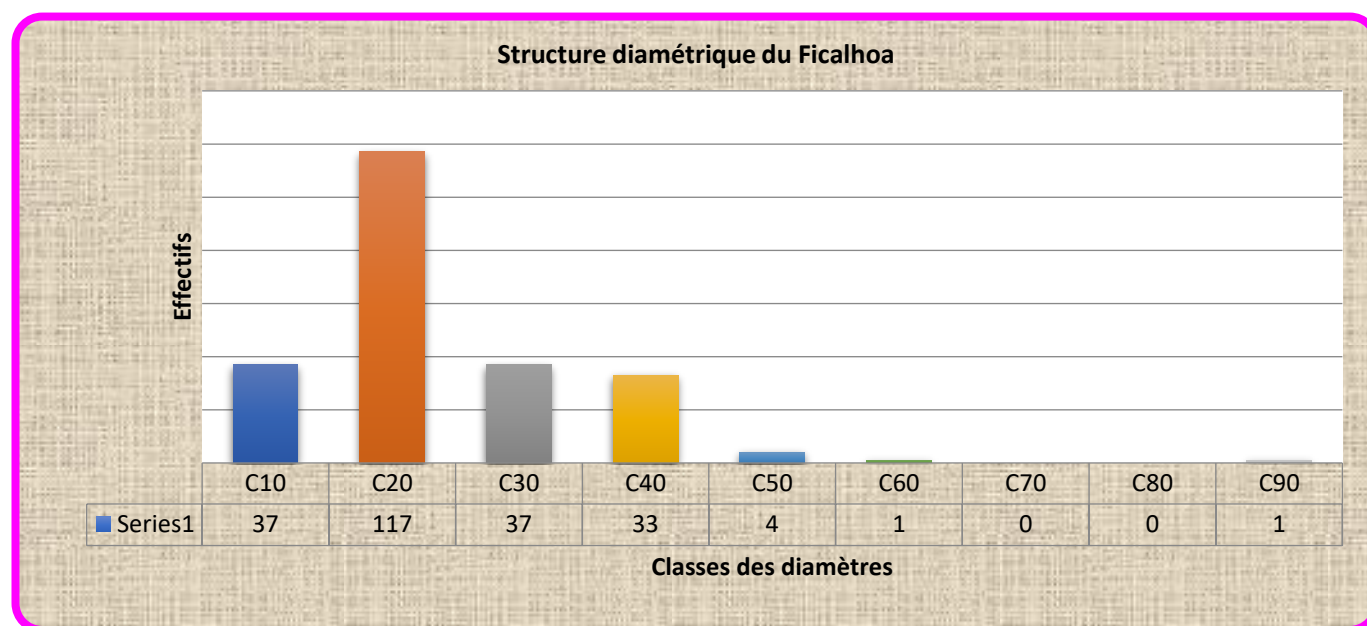


Fig. 3. Distribution diamétrique du *Ficalhoa laurifolia*

L'observation de la courbe issue de la figure 3 montre une courbe de Gauss dans les 3 premières classes avec comme pic 117 individus dans la classe 2 comme dans une plantation artificielle.

Après, la courbe change et prend l'allure d'une courbe en j inversé à partir de la classe 2 et découle d'une formation forestière naturelle. Nous remarquons aussi qu'il y a eu des conditions écologiques favorables à l'installation pour des individus de la classe 2. Le dynamisme perpétuel auquel est soumis l'écosystème a étouffé petit à petit ces conditions rendant pour ce faire le milieu moins favorable à l'implantation de l'espèce.

Ainsi, la classe 1 constituée des attardés de la classe 2 et les nouveaux venus installés péniblement sous l'adversité de conditions présentes est faiblement représentée.

L'espèce *Ficalhoa laurifolia* montre un comportement héliophile dans son bas âge. Pendant notre descente pour la récolte de nos données à Kalikuku, il nous a été difficile voire impossible de trouver des jeunes plants de cette espèce sous la canopée très fermée. La

régénération a été observée d’une façon miraculeuse sur les stipes de *Cyathea mannii* dans des trouées et vallées qui bénéficient de la lumière solaire. Cette façon d’agir prouve en suffisance que *Ficalhoa laurifolia* est une espèce anémochore c’est-à-dire la dispersion de sa semence est favorisée par le vent.

La courbe exponentielle décroissante allant de la classe 2 jusqu’à la classe 6 est le témoignage d’un prélèvement de stock d’individus de la classe inférieure vers la classe supérieure.

Cependant, l’allure de la courbe passant de la classe 1 vers la classe 2, témoigne un déficit en stock d’individus, qui compromet le renouvellement de l’espèce *Ficalhoa laurifolia*.

4.1.2 OCOTEA USAMBARENSIS

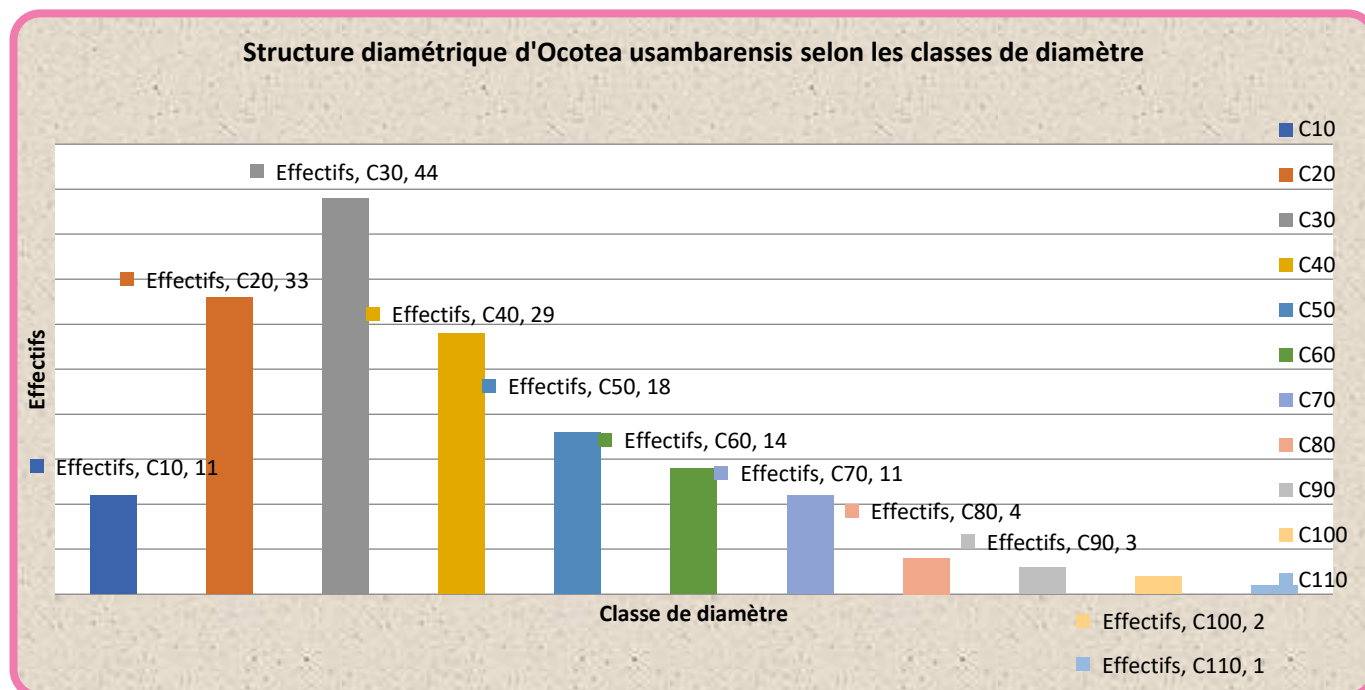


Fig. 4. Distribution diamétrique *Ocotea usambarensis*

Les individus d’*Ocotea usambarensis* présentent une courbe à forme de cloche dans les 5 premières classes avec les individus (44) au pic dans la 3^e classe de diamètre. Ensuite, cette courbe se traduit à la forme de j inversé à partir de la 3^e classe jusqu’à la 11^e. c’est-à-dire que les individus décroissent au fur et à mesure qu’on monte dans la classe supérieure.

La diminution des effectifs dans la classe 1 et 2 prouve que la régénération est prohibée. Nous pensons que ceci peut être dû au fait que pendant une certaine période, les conditions écologiques ont été défavorables à l’installation de cette espèce à son jeune âge. Cet aspect déclinant intéresserait les aménagistes qui doivent assister la régénération d’*Ocotea usambarensis* pour enfin la pérenniser dans les écosystèmes. Le passage des individus d’une classe à l’autre prouve que chaque classe cède la partie de ses pieds dans la classe supérieure. Lorsque le prélèvement concernera la 1^{ère} classe, il pourra être moins abondante dans la 2^e classe, puis dans la 3^e classe de diamètre. Pour ce faire, l’exploitation intéressera dans les classes 3 et 4 à cause de ces effectifs en diamètre autour de leur moyenne 42,8cm.

4.1.3 PIPTADENIASTRUM AFRICANUM

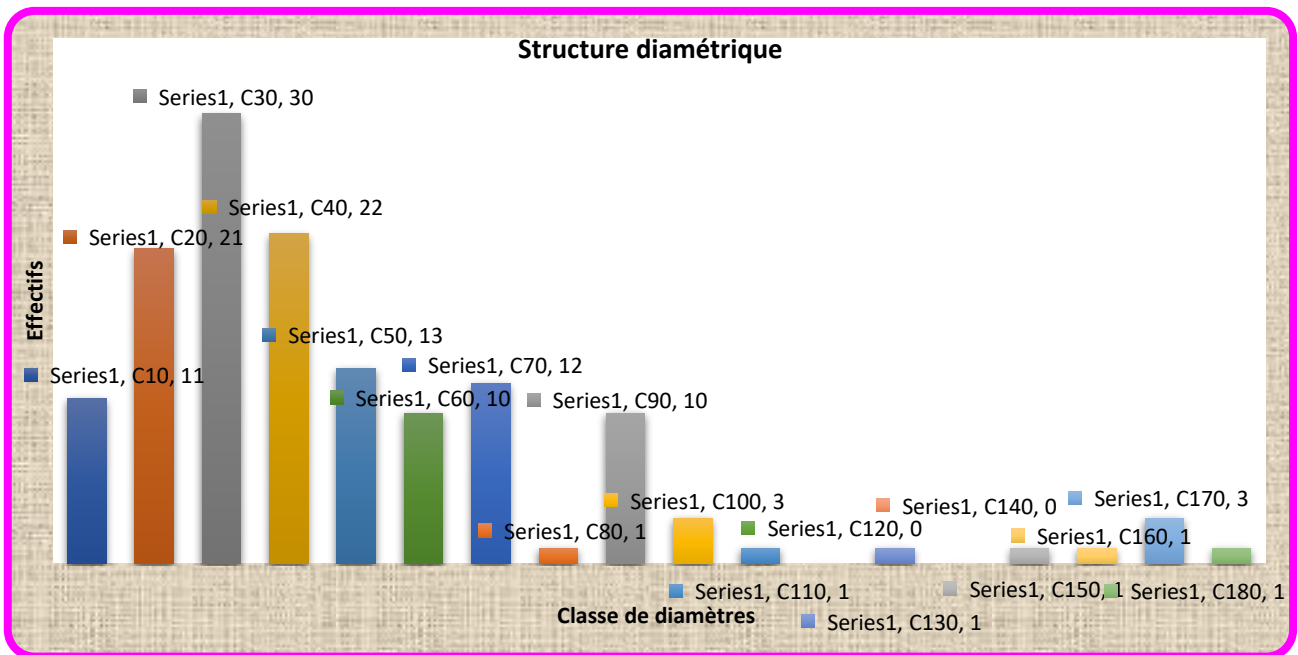


Fig. 5. Distribution diamétrique du Piptadeniastrum africanum

Une première tendance c’est la forme de cloche de Gauss est observée pour la courbe diamétrale de cette espèce dans les 6 premières classes avec la classe phare présentant un effectif de 30 sujets dans la 3è classe. La deuxième est celle de j renversé à partir de la classe 9 complétée par une tendance de forme de dents de scies à partir de la classe C100.et chuter avec la forme de Gauss dans les classes C160 à la classe C180.

4.2 DISTRIBUTION DES SURFACES TERRIERES DES ESPECES

4.2.1 FICALHOA LAURIFOLIA

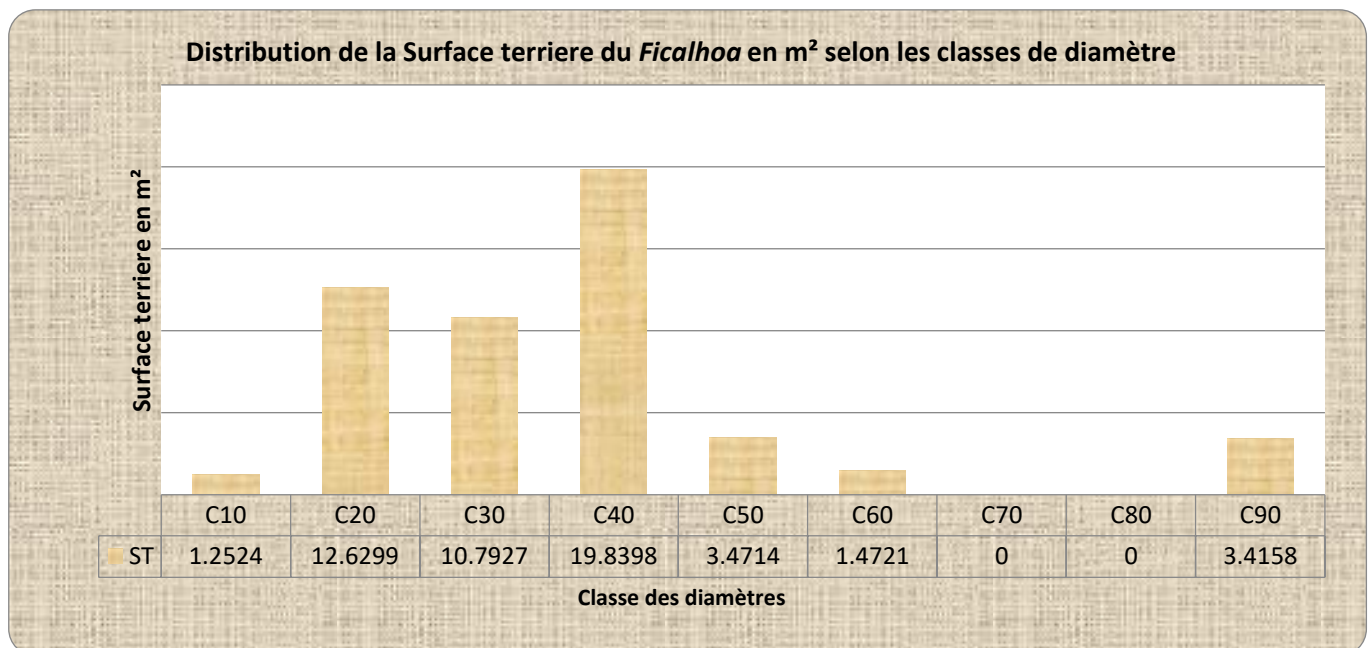


Fig. 6. Distribution de la surface terriere du Ficalhoa laurifolia

La figure 6 montre une courbe croissante jusqu'à la 2^e classe. La surface terrière a atteint le sommet au niveau de la classe de diamètre 4 avec 19,84 m² mais elle décroît très progressivement pour atteindre son plus bas niveau d'occupation de la surface terrière dans la classe de diamètre 6. Les classes 7 et 8 n'ont pas été représentées mais *Ficalhoa laurifolia* a eu encore une représentativité dans la classe 9. La classe 1 avec 37 individus présente une surface terrière moins importante par rapport à la classe 9 où il n'y a qu'un individu. Sa projection orthogonale au niveau de son DHP montre une occupation plus grande par rapport à celle retrouvée pour la première classe malgré son effectif élevé en arbres. Ceci s'expliquerait par le fait que dans la 1^{ère} classe, on a des arbres ayant des très petits diamètres alors que l'unique pied de la classe 9 est un gros arbre avec certainement un grand diamètre. Cet arbre présente à lui seul une surface terrière de 3,4158m² qui dépasse de loin celle de 37 arbres mis ensemble côte à côte (1,2524 m²).

La classe phare pour cette espèce est la 4^e classe de diamètre avec 33 arbres présentant 19,8398 m² de surface terrière. Nous pensons que cette surface terrière plus élevée s'expliquerait par le fait que cette classe disposerait des arbres qui ont presque le même diamètre autour de la classe centrale.

Ensuite, la non représentativité dans les classes 7 et 8 peut avoir été causée par des maladies et/ou par des attaques par des insectes. Ainsi les arbres de ces classes sèchent et meurent par la suite. L'individu qui aurait résisté à ces menaces, passe dans la classe supérieure. C'est le cas de l'individu de la classe 9 avec une grande surface terrière. A l'hectare la surface terrière présentée par *Ficalhoa laurifolia* est de 26,43705 m²

4.2.2 OCOTEA USAMBARENSIS

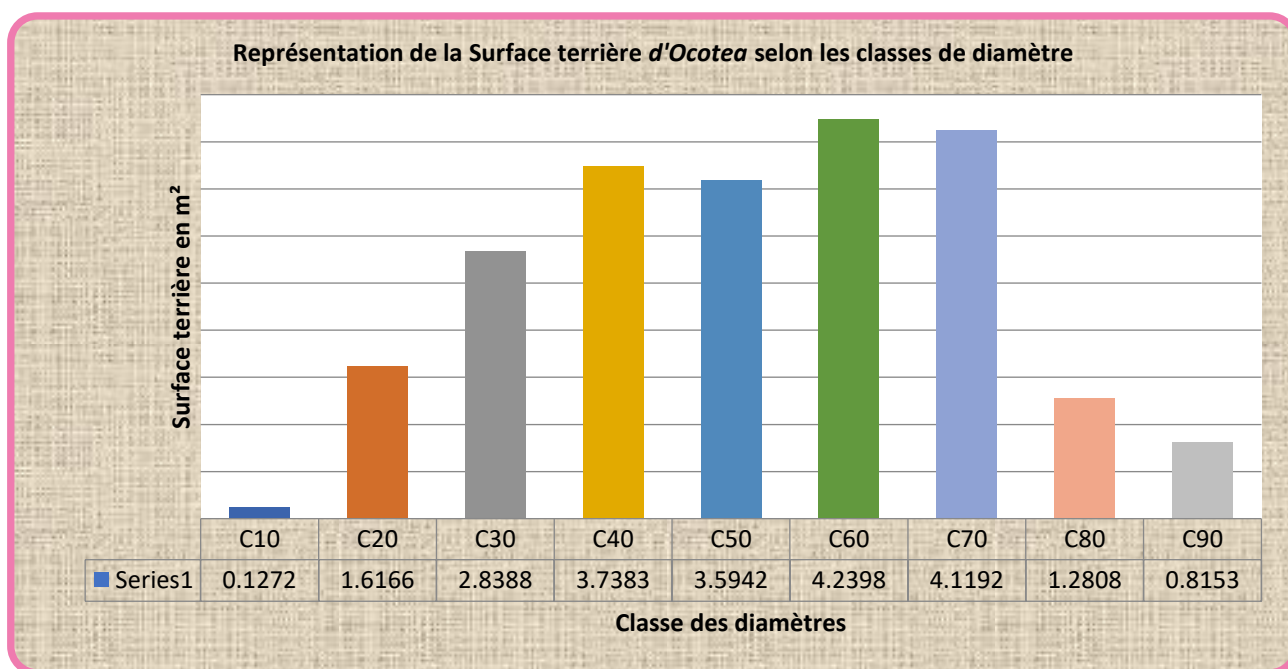


Fig. 7. Distribution de la surface terrière d'*Ocotea usambarensis*

La figure 7 de la surface terrière en fonction des classes de diamètres, sort une courbe en croissante de la 1^{ère} à la 4^e classe. Elle chute dans la 5^e classe pour alors prendre sa valeur au pic dans les classes 6 et 7. Avec la surface terrière de 8,3590m² les 2 classes (6 et 7) intéresseraient les exploitants forestiers, car c'est là qu'il y a un grand nombre de potentialité pour *Ocotea usambarensis*.

La 1^{ère} classe de diamètre présente une surface terrière de 0,1272m²qui est de loin inférieure à celle observée dans la classe 9 (0,8153m²). Cela serait occasionné par le fait que dans la 1^{ère} classe, on y trouve 11 arbres de petit diamètre, alors en projetant orthogonalement leur DHP au sol révèlent une occupation plus faible par rapport au seul arbre de la classe 9, qui certainement possède un gros diamètre. Il concurrence par sa surface terrière les arbres de la 1^{ère} classe.

D'une façon générale, la surface terrière en fonction des classes de diamètre d'une espèce ne dépend pas du nombre d'individus qui forment la classe, mais dépend étroitement du diamètre de chacun des arbres entrant en ligne de compte dans la constitution de cette classe de diamètre. Plus le diamètre d'un arbre est gros, plus grande sera sa surface terrière. A l'hectare *Ocotea usambarensis* présente une surface terrière de 12,4278889 m².

4.2.3 PIPTADENIASTRUM AFRICANUM

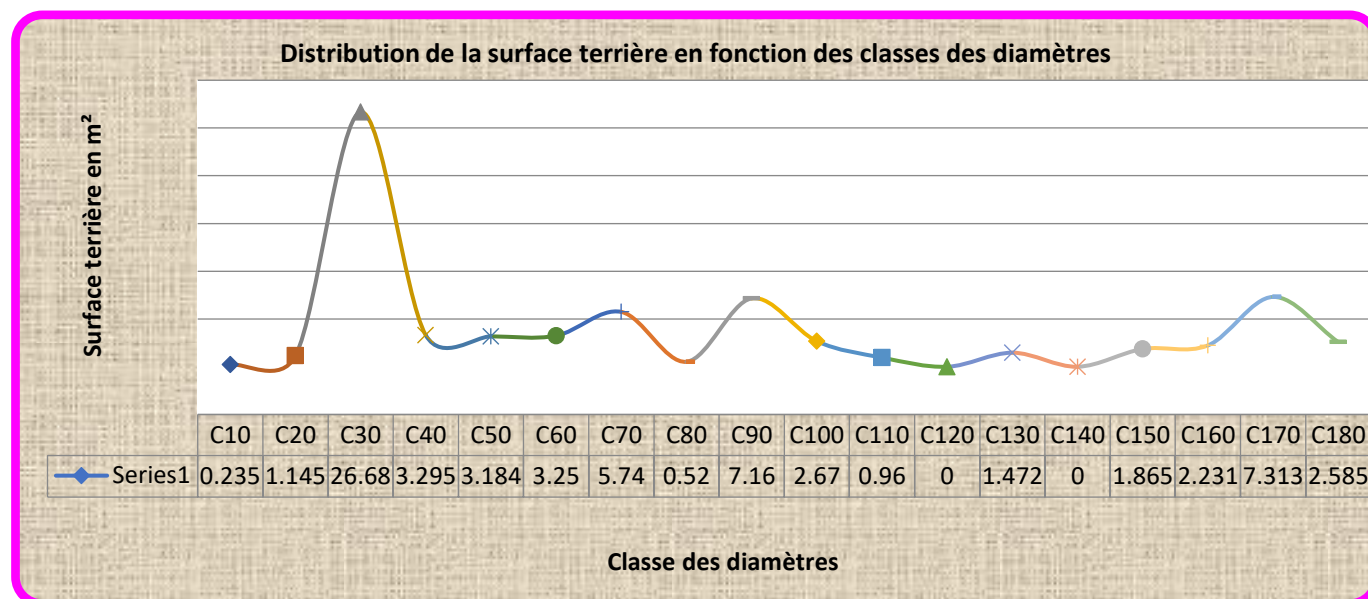


Fig. 8. Distribution de la surface terrière du *Piptadeniastrum africanum*

L'observation simple de cette figure montre que la courbe présente plusieurs tendances. Une forme de cloche de Gauss dans les 4 premières classes avec point culminant la classe C30 avec 26,6m² de surface terrière. Une autre forme est celle de j renversé vers les dernières classes et une forme dents de scies. Les deux premières classes présentent une faible surface terrière suite aux petits diamètres des individus de ces classes. Dans deux autres classes, rien a été retrouvé. Il s'agit de la classe C140 et C160.

4.3 RÉPARTITION SPATIALE DES ESPÈCES *FICALHOA LAURIFOLIA*, *OCOATEA USAMBARENSIS* ET *PIPTADENIASTRUM AFRICANUM*

Cette étape est consacrée à la répartition spatiale des espèces *Ficalhoa laurifolia*, *Ocotea usambarensis* et *Piptadeniastrum africanum* sur notre site de recherche. Elle constitue une phase importante de cette recherche, dès lors qu'elle en assure toute l'ossature.

Les différents paramètres commis dans la répartition spatiale suivant la démarche de Clark et Evans ont été calculés et condensés, respectivement pour les trois espèces (*Ficalhoa laurifolia*, *Ocotea usambarensis* et *Piptadeniastrum africanum*), dans le tableau n° 1 ci-après:

Tableau 1. Synthèse des paramètres de répartition spatiale des espèces *Ficalhoa laurifolia*, *Ocotea usambarensis* et *Piptadeniastrum africanum*

Paramètres calculés	Valeurs trouvées		
	<i>Ficalhoa laurifolia</i>	<i>Ocotea usambarensis</i>	<i>Piptadeniastrum africanum</i>
n	230	170	141
P	0,01	0,01	0,01
r min	0,3	0,2	0,3
r max	13	24	13
ro	4	7,9	5
re	4,7	5,2	5,9
R	0,86	1,5	0,85
Sr	1,17	0,21	0,25
Z	-4,12	12,58	-3,6

La lecture du tableau 1 ci-dessus livre des observations suivantes:

- L'espèce *Ficalhoa laurifolia* a réalisé 230 individus contre 170 pour *Ocotea usambarensis* et 141 *Piptadeniastrum africanum*, révélant ainsi des densités de 0,01 chacune;
- Les distances maximales r (max) ont été de 13m, 24m et de 13m respectivement pour *Ficalhoa laurifolia*, *Ocotea usambarensis* et *Piptadeniastrum africanum*;
- Les distances minimales r (min) ont été de 0,3m, 0,2m et 0,3m respectivement pour *Ficalhoa laurifolia*, *Ocotea usambarensis* et *Piptadeniastrum africanum*;
- Les déviations standards normales (Z) calculées ont été de -4,12; 12,58 et -3,6 relativement pour *Ficalhoa laurifolia*, *Ocotea usambarensis* et *Piptadeniastrum africanum*

Les valeurs calculées de R pour les trois espèces *Ficalhoa laurifolia*, *Ocotea usambarensis* et *Piptadeniastrum africanum* ont été de 0,86 et 1,5 et 0,85. Cette valeur étant inférieure à 1 pour *Ficalhoa laurifolia* et *Piptadeniastrum africanum* prouve en suffisance que ces espèces sont agrégatives car selon Clark et Evans, si R s'approche de 0 la distribution est agrégée. Quant à l'espèce *Ocotea usambarensis* dont R = 1,5 l'échelle de mêmes auteurs l'aligne dans la distribution spatiale aléatoire (avec R tendant vers 1). Nous signalons aussi que *Ficalhoa laurifolia* avait des agrégats dans les vallées. De nature, la vallée est constituée d'une clairière car la plupart des gros arbres s'y écroulent suite à l'inclinaison. Peu d'arbres y résistent donc, ces endroits qui bénéficient d'un grand éclaircissement constituent des véritables berceaux pour l'installation d'une espèce héliophile (*Ficalhoa laurifolia*). Ces grains tombés sur ces lieux d'écroulement germent s'y développent et forment ces agrégats.

Cependant, **Clark et Evans** affirment que si R s'approche de 2,15 la distribution est uniforme.

Toutefois pour être sûr de ces différentes valeurs retrouvées, nous devons appliquer le test d'éloignement de la distribution spatiale aléatoire à partir du paramètre Z. Comme Z est inférieur à 1,96, nous affirmons que la différence est largement significative 1,96 à -4,12. Nous pouvons dire alors qu'il n'y a pas une déviation de la distribution aléatoire au niveau de seuil de signification $\alpha = 0,01$ et la valeur tend vers une distribution agrégative.

Pour l'espèce *Ocotea usambarensis*, en nous référant aux observations faites par **Clark et Evans**, on constate que R = 1,5 relatif à une distribution aléatoire avec une certaine tendance vers une structure uniforme. Après le test de Z (Test d'éloignement de la distribution spatiale aléatoire), évalué à 12,6; une valeur largement supérieure au seuil de signification 1,96 à 2,58) tel que préconisé par Clark et Evans, nous pouvons dire qu'il y a une déviation de la distribution aléatoire au niveau de seuil de signification $\alpha = 0,01$ et la valeur tend vers une distribution aléatoire (Lutumba et al, 2021).

A notre avis, nous pouvons conclure que la répartition spatiale peut s'expliquer de la manière suivante:

- Quand les conditions écologiques sont hétérogènes, les individus appartenant à une même espèce ont tendance à s'entasser là où elles trouvent les conditions optimales pour leur croissance en y développant une agrégation;
- Dans les conditions homogènes, elles s'installent délibérément en formant soit une répartition uniforme, soit aléatoire;
- Aussi, selon les centres de dispersion des espèces, on constate souvent 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. Une espèce peut avoir une distribution agrégée sur une zone d'étude à grande échelle, alors qu'en diminuant la zone d'étude, la répartition change;
- Enfin, l'âge de la forêt étudiée. Il est aussi possible qu'une forêt montre une répartition intermédiaire si elle est encore en pleine croissance et au stade climax, elle montre une vraie répartition, car à cet âge, beaucoup d'arbres ont déjà leur développement maximum pour être compté. Ces allégations ont été confirmées simultanément par Nshimba, (2007) et Shaumba, (2009). Nous osons croire que les deux espèces (*Ficalhoa laurifolia*, *Ocotea usambarensis* et *Piptadeniastrum africanum*) ne se sont pas éloignées de ces observations agissant individuellement ou soit synergiquement, pour justifier leur éventuel mode de répartition.

5 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Les résultats obtenus au terme de nos recherches sont confrontés à ceux trouvés par les autres chercheurs qui ont évolué dans le même domaine avec la même thématique. Nous tenterons de donner les ressemblances et dissemblances tout en y apportant une justification.

5.1 DISTRIBUTION DIAMÉTRIQUE DES ESPÈCES

Les résultats relatifs à cette donnée montrent clairement que *Ficalhoa laurifolia* a obtenu le pic de sa valeur diamétrique (117 tiges) dans la 2^{ème} classe, alors que cette valeur au pic a été observée dans la 3^{ème} classe avec 44 tiges pour *Ocotea usambarensis* et 30 tiges dans la classe 3 pour *Piptadeniastrum africanum*

Nous pensons que cette différence serait due au fait que les gradients topographiques dominées par les trois espèces sont très distincts l'un de l'autre. *Ficalhoa laurifolia* était souvent retrouvé dans les vallées comme zone sélective tandis que *Ocotea usambarensis* ainsi que *Piptadeniastrum africanum* préféraient les plateaux et les flancs des montagnes.

Les trois espèces présentent des courbes avec deux tendances. La 1^{ère} montre la forme de Gauss dans les basses classes, puis par la suite, la 2^{ème} prouve qu'elles décroissent et donc se traduisent sous la forme de j inversé. Ce qui prouve que les deux espèces sont issues d'une formation forestière naturelle. Les trois courbes montrent une allure décroissante à partir des classes phares. Il révèle de ce constat que la chute naturelle des arbres affecte plus la catégorie des essences ayant atteint leur sénescence et/ou un DHP \geq 50cm. Cela a été soutenu également par Frontier et Pichod (1993), Fargeot et Penelon, (1999).

La différence entre les courbes de ces trois espèces s'observe d'une part dans leurs classes phares, où *Ficalhoa laurifolia* montre son plus grand effectif dans la 2^{ème} classe de diamètre avec 117 individus, alors que *Ocotea usambarensis* prend son plus grand effectif dans la 3^{ème} classe de diamètre avec 44 individus et *Piptadeniastrum africanum* avec 30 pieds dans la 3^{ème} classe.

Les conditions écologiques auraient été favorables à l'installation des individus de la classe 2 pour *Ficalhoa laurifolia* pendant qu'elles l'ont été pour *Ocotea usambarensis* et *Piptadeniastrum africanum* dans la 3^{ème} classe. Le dynamisme perpétuel auquel était soumis l'Ecosystème a étouffé ces conditions pour enfin rendre le milieu moins favorable à l'implantation de ces deux espèces.

Une deuxième disparité se fait observer au niveau des classes 8 et 9. Pour *Ficalhoa laurifolia*, ces deux classes n'ont pas eu des représentativités alors que pour *Ocotea usambarensis*, la classe 8 est représentée par 4 et la classe 9 présente 3 individus. Ce manque d'individus pour *Ficalhoa laurifolia* serait occasionné par une menace (maladie, attaques par des insectes lignivores) qui auraient provoqués la mort des individus qui formeraient ces deux classes.

En comparant nos résultats avec ceux des autres auteurs, nous constatons que Shaumba (2009), ayant travaillé sur les espèces *Scorodophloeus zenkerii* et *Prioria balsamifera* sur le mont Hoyo a abouti aux résultats selon lesquels leurs structures diamétriques ont donné des courbes présentant la forme de j inversé. Ces résultats convergent bel et bien aux nôtres pour ce qui est de *Ficalhoa laurifolia* et *Ocotea usambarensis* qui ont aussi présenté la même allure de la courbe diamétrique. Par contre, l'espèce *Prioria oxyphylla* a montré une courbe en forme de S étiré. La démarcation s'observe au niveau de l'espèce *Ficalhoa laurifolia* qui n'a pas été représentée dans les classes 7 et 8. Une autre différence se fait voir au niveau de la forme de Gauss dans les basses classes, avec comme classe phare la 2^{ème} pour *Ficalhoa laurifolia* et dans la 3^{ème} pour *Ocotea usambarensis*, alors qu'elle a été la 1^{ère} classe pour *Scorodophloeus zenkerii* et *Prioria balsamifera*.

Cette différence serait occasionnée par le fait que nous avons travaillé sur les espèces de la forêt de montagne (haute altitude) alors que Shaumba (2009) a diligenté sa recherche sur les espèces de la forêt de basse altitude.

Toutefois Katusi (2009) travaillant dans la forêt de basse altitude à Yoko a trouvé également pour la structure diamétrique du *Guarea cedrata* et *Guarea thompsonii* une courbe en j inversé.

Eu égard à ce qui précède, nous confirmons bel et bien notre deuxième hypothèse selon laquelle les deux espèces auraient des structures diamétriques en forme de j renversé.

5.2 DISTRIBUTION DE LA SURFACE TERRIERE DES ESPECES

Tableau 2. Distribution de la surface terrière des espèces

Type de forêt	Localisation	S.T	Référence
RDC			
Forêt à <i>Ficalhoa laurifolia</i>	Kalikuku	26,44	Présent travail (2022)
Forêt à <i>Ocotea usambarensis</i>	Kalikuku	12,43	Présent travail (2022)
Forêt à <i>Piptadeniastrum africanum</i>	Kalikuku	34,7	Présent travail (2022)
Forêt du mont Hoyo		35,59	Byaruhanga (2015)
Forêt à <i>Cynometra alexandrii</i>	Idohu	34,99	Djombu (2013)
Forêt à <i>Scorodophloeus zenkerii</i>	RBV	16,67	Bakambu (2013)
Forêt à <i>Scorodophloeus zenkerii</i>	Yangambi	35	Mosango (1990)
Forêt à <i>Scorodophloeus zenkerii</i>	Loweo	32,03	Solia (2007)
Forêt à <i>Scorodophloeus zenkerii</i>	Yoko	5,55	Shaumba (2009)
Forêt mixte de Yoko	Yoko	25,53	Mbayu (2007)
Forêt <i>Ombrophile</i> à <i>Brachystegia laurentii</i>	Yangambi	36	Evrard et Germain (1965)
Forêt <i>Ombrophile</i> à <i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	Yangambi	36 à 50	Idem
Forêt à <i>Piptadeniastrum africanum</i>	Ile Kongolo	45	Mosango (1990)
Forêt secondaire âgé	Ile Kongolo	39	Idem
Forêt secondaire jeune	Ile Kongolo	31	Idem
Forêt pré forestière	Ile Kongolo	10	Idem
Forêt dense sèche	Lubumbashi	33,7	Malaise (1981)
Gabon			
Forêt dense sèche		33,7	Catinot (1979)

En comparant les différentes valeurs de surfaces terrières de ces auteurs par rapport aux nôtres, nous constatons que certaines d'entre elles s'en approchent et les autres s'en écartent. Les valeurs extrapolées à l'hectare ont été évaluées à 26,44m² pour *Ficalhoa laurifolia*, 12,43m² pour *Ocotea usambarensis* et 34,7m² pour *Piptadeniastrum africanum*. La valeur pour *Ficalhoa laurifolia* (26,44m²) s'est rapprochée de celle de Mbayu (2007); 25,53m² travaillant dans la forêt mixte de Yoko. La valeur d'*Ocotea usambarensis* 12,43m² par ha s'approche à celle de Mosango (1990) (10m²) dans la forêt préforestière de l'île Kongolo. Toutefois, certaines valeurs ont été supérieures aux valeurs retrouvées dans ce travail pour les 2 espèces. Il s'agit de la valeur de Byaruhanga (2015), Djombu (2013), Mosango (1990), Germain et Evrard (1956), Malaise (1981), Catinot (1979), Solia (2007). Ces disparités seraient liées aux différents types des forêts et la composition floristique. Ces deux facteurs seraient des éléments justificatifs de cette observation. Une certaine tendance vers la mono dominance d'une forêt ferait que ces valeurs se rapprochent les unes des autres. A ces facteurs, on peut ajouter l'âge de l'implantation de chaque espèce. Par contre, Shaumba (2009) a trouvé une valeur (5,55m²) inférieure aux valeurs retrouvées dans le présent travail. Nous pensons que cette faible valeur serait expliquée par les différentes capacités colonisatrices c'est-à-dire la capacité pour chaque espèce de conquérir l'espace. Nous osons croire également que les spécificités génétiques, le mode d'installation de croissance de chaque espèce sujette dans ce présent travail, constitueraient un aspect qui occasionneraient les valeurs de surfaces terrières supérieures et/ou inférieures à celles auxquelles nous avons abouti dans ce travail.

En outre, ce travail a été mené sur deux espèces de la forêt de montagne (haute altitude) alors que les autres dont il s'agit dans cette partie du travail seraient des espèces de la forêt de basse altitude. Ceci serait également à la basse de cette démarcation entre les différentes valeurs de la surface terrière par rapport aux différentes espèces impliquées. Cependant, nous émettons tant des réserves pour influencer vers cette approche. Faudrait-il que les travaux soient diligentés dans cet aspect pour influencer sur les conclusions générales.

5.3 RÉPARTITION SPATIALE DES ESPÈCES

Tableau 3. Répartition spatiale des espèces

Paramètres calculés	Valeurs trouvées						
	<i>Ficalhoa laurifolia</i>	<i>Ocotea usambarensis</i>	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	<i>Caelocaryom botryoides</i>	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i>	* <i>Prioria balsamifera</i>	* <i>Prioria oxyphylla</i>
n	230	170	141	400	298	-	-
p	0,01	0,01	0,01	0,013	0,003	-	-
r (min (m))	0,3	0,2	0,3	1,1	1,0	-	-
R (max (m))	13	24	13	26,0	12,6	-	-
ro	4	7,9	4	4,90	4,60	-	-
re	4,7	5,2	5,9	4,39	5,03	-	-
R	0,86	1,5	0,85	1,12	0,93	-	-
Sr	1,17	0,21	0,25	0,11	0,15	-	-
Z	-4,12	12,58	-3,6	4,45	2,30	-	-
Site	Kalikuku	Kalikuku	Kalikuku	Ile Mbiye	Yoko	Yoko	Yoko
Auteurs				Nshimba	Shaumba	Shaumba	Shaumba

Les espèces affectées d'un astérisque n'ont pas des valeurs par rapport aux paramètres calculés. Leur répartition spatiale a été étudiée, en utilisant la méthode de Ripley qui ne nécessite pas l'intervention des paramètres pour décider de la distribution spatiale.

Il sied de signaler que pour nous, les espèces *Ficalhoa laurifolia* et *Piptadeniastrum africanum* ont été retrouvée sous la distribution agrégative alors que *Ocotea usambarensis* a présenté une forme de distribution aléatoire. Il s'est avéré que ces espèces auraient un tempérament héliophile dans leurs premières phases d'installation. D'ailleurs, au cours de nos investigations, il a été prouvé que *Ficalhoa laurifolia* s'installait sur les stipes de *Cyathea mannii* (observation sur terrain). Cette stratégie prouverait en suffisance l'invasion des jeunes pousses à l'adversité du sous bois. Ils en ont été rares. Les stipes étant exposés à la lumière constituent des véritables berceaux pour l'installation des juvéniles.

Cette cohabitation *Cyathea- Ficalhoa* aurait comme conséquence l'étranglement du *Cyathea* après l'installation complète du *Ficalhoa*.

Toutefois, Shaumba, 2009 et Koukou 1992, ont abouti aux résultats tels que *Scorodophloeus zenkerii*, *Prioria oxyphylla*, et *Priora balsamifera* ont présenté une distribution agrégative. *Ficalhoa laurifolia* présenterait un tempérament héliophile dans le jeune âge. Avec la canopée fermée, on ne trouve pas des jeunes plants. Compte tenu de sa surexploitation et avec son tempérament. Cette espèce risquerait de se raréfier dans les écosystèmes des alentours.

La valeur (R) retrouvée (0,86) chez *Ficalhoa* par rapport à celle trouvée 0,93 par Nshimba 2007 pour le *Gilbertiodendron dewevrei*, montre que le *Ficalhoa laurifolia* est plus agrégatif dans le Kalikuku dans le Nord-Kivu que le *Gilbertiodendron dewevrei* étudié dans l'île Mbiye dans la province de la Tshopo. Nous pensons que le comportement grégaire observé chez les espèces se justifierait par les raisons suivantes:

1. L'hétérogénéité spatiale

Celle-ci dépend de la nature des éléments paysages et de l'échelle à laquelle le système étudié est représenté (Burel et Baudry, 2000). La forêt de la réserve forestière de Kalikuku est une forêt hétérogène, diversifiée. Les individus appartenant à une même espèce s'entassent là où elles trouvent des conditions optimum pour leur croissance en y développant une agrégation à l'instar des *Ficalhoa laurifolia* dans les vallées. Lancoste, 1964 cité par Mbuya 1994, pense que la distribution des individus dans la surface envisagée n'est pratiquement jamais homogène, car elle dépend de chaque espèce. Elle se traduit sur le plan horizontal par une hétérogénéité plus ou moins marquée, telle que la juxtaposition de colonies denses et d'individus isolés.

2. La préférence pour le milieu, l'influence de la topographie et du sol

De nombreux auteurs dont Lebrun et Gilbert, (1954) ont insisté sur le fait qu'il est difficile de préciser les préférences écologiques de certaines espèces forestières en raison de leur grande amplitude. Mais chaque espèce a au moins un biotope où elle réalise son développement optimal.

Pour ce qui nous concerne, *Ficalhoa laurifolia* a été identifié plus dans les vallées des montagnes de la réserve forestière de Kalikuku.

3. L'échelle spatiale et la taille de la zone d'étude

Une espèce peut avoir une distribution agrégée à grande échelle, alors qu'en diminuant la zone d'étude la distribution change. Ceci s'observe pour nos espèces étudiées, où *Ficalhoa laurifolia* et *Piptadeniastrum africanum* ont présenté une distribution agrégative sur une superficie de 2ha chacune, alors qu'*Ocotea usambarensis* présente une distribution aléatoire sur une superficie de 2ha. Nous pensons que sur une superficie plus grande ces trois espèces pourront modifier leur distribution spatiale.

Pour Nshimba, 2009, ayant travaillé sur la répartition spatiale des espèces *Coelocaryon botryoides* et *Gilbertiodendron dewevrei*, deux espèces de forêts de basse altitude dans l'île Mbiye, territoire de la Tshopo a abouti aux résultats qui s'apparentent aux notre. Il a trouvé une de ces espèces avec une distribution agrégée, c'est le cas de *Gilbertiodendron dewevrei* avec $R = 0,93$ alors que pour nous c'est le *Ficalhoa laurifolia* qui a été agrégatif avec $R = 0,86$ ainsi que *Piptadeniastrum africaum* ayant eu comme $R = 0,85$; et *Coelocaryon botryoides* ayant une répartition aléatoire avec $R = 1,12$ (Nshimba) et pour nous *Ocotea usambarensis* a présenté une distribution aléatoire avec $R = 2,5$.

Nous osons croire que ces écarts de R pour les deux distributions seraient dus au fait que Nshimba a travaillé dans une forêt de basse altitude alors que nous, nous avons diligenté nos recherches sur trois espèces *Ficalhoa laurifolia*, *Ocotea usambarensis* et *Piptadeniastrum africanum* de la forêt de montagne c'est-à-dire de haute altitude dans la réserve forestière de Kalikuku en province du Nord – Kivu dans le territoire de Lubero.

Il s'agit de 5 espèces (2 des forêts de basse altitude et 3 de forêts de haute altitude) dont les tempéraments, l'écologie et les stratégies de colonisation d'espace et le pouvoir de compétition est différent pour les uns et pour les autres.

Par ailleurs, la répartition spatiale de *Pericopsis elata* est agrégée comme celles des individus adultes, elles peuvent être dues à la faible dispersion des graines et/ou la banque de graines présentes dans le sol. La distribution spatiale de certaines espèces dépend des modalités de dispersion de graines ainsi que de la production des semences. Le mode de régénération en agrégats est caractérisé d'après Forget (1988) par la dormance de certaines graines (création de potentiel séminal édaphique). En l'absence de ces caractères qui permettent à la germination d'attendre une mise en lumière favorable à sa survie et à la croissance, la pérennité de l'espèce serait menacée (Mebenga, N, R, 2009). Selon Germain et Evrard (1956), l'espèce *Gilbertiodendron dewevrei* possède un mode de dispersion des diaspores du type barochore, alors que l'espèce *Coelocaryon* procède à la dispersion des diaspores par zoochorie. *Ficalhoa laurifolia* et *Piptadeniastrum africanum* procèdent par l'anémochorie, *Ocotea usambarensis* pour la dispersion des diaspores suivent aussi le mode barochore.

Par contre Shalufa A., et al 2014, ont pu observer une distribution hautement agrégative du *Guarea thompsonii*. Cette forme agrégée serait due à l'hétérogénéité spatiale, à un compromis entre les besoins de l'espèce et les différentes ressources disponibles dans le milieu (l'eau, les nutriments dans le sol, la lumière). Ils prouvent également que la lumière influence beaucoup cette espèce qui se régénère en densité forte (5 à 20 pieds/ha et plus) dans les trouées (ouverture de la canopée) de grande taille (1ha et plus).

6 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Nous voici au terme de notre travail de recherche qui a porté sur le mode de répartition spatiale des espèces *Ficalhoa laurifolia*, *Ocotea usambarensis* et *Piptadeniastrum africanum* dans la Kesens de Kalikuku.

Il poursuivait comme objectif celui de rassembler les informations fiables sur la répartition spatiale de ces espèces prises en compte.

A l'issu de cet exercice, les résultats auxquels nous avons abouti sont les suivants:

Après le Test Z (d'éloignement de la distribution spatiale) pour *Ficalhoa laurifolia* $Z = -4,12$ et $-3,6$ pour *Piptadeniastrum africanum* qui sont inférieures à 1,96 à 2,58, pour $R = 0,86$, et $R = 0,85$ il n'ya pas une déviation de la distribution aléatoire au niveau de seuil de signification $\alpha = 0,01$ et donc la valeur tend vers une distribution agrégative alors que pour *Ocotea usambarensis* R a donné 1,5 et avec Z de déviation spatiale qui a donné 12,6 une valeur largement supérieure à 1,96 à 2,58, la valeur tend vers une distribution aléatoire.

La structure diamétrique de ces trois espèces *Ficalhoa laurifolia*, *Ocotea usambarensis* et *Piptadeniastrum africanum* a montré une courbe en forme de cloche (Gauss) dans les premières classes de diamètre, pour ensuite prendre la forme de j renversé à partir de la classe phare où les effectifs sont au pic.

La plus grande surface terrière s'est retrouvée dans la 4^e classe avec 19,8398 m² et dans la 6^e classe avec 4,2398 m² et 26,67m² respectivement pour *Ficalhoa laurifolia*, *Ocotea usambarensis* et *Piptadeniastrum africanum*.

Eu égard à ce qui précède nous structurons les recommandations suivantes:

1. Aux aménagistes forestiers

- D'assister la régénération de ces espèces comme elles ont montré un caractère héliophile dans le bas âge afin de produire les jeunes plants pour leur renouvellement;
- Afin de pérenniser ces trois espèces *Ficalhoa laurifolia*, *Ocotea usambarensis* et *Piptadeniastrum africanum*, il faut maîtriser et comprendre leur dynamique (phénologie, répartition spatiale, croissance, tempérament, écologie)
- D'ouvrir la litière au rayonnement solaire sous semencier
- D'envisager un mode adéquat d'une exploitation sélective et rationnelle en évitant l'écrémage pour assurer une gestion durable de ces espèces

2. Aux exploitants forestiers

- De procéder à une exploitation forestière à impact réduit

3. Aux sylviculteurs

- D'avoir des bases solides sur l'écologie et le tempérament de ces trois espèces *Ficalhoa laurifolia* et *Ocotea usambarensis* et *Piptadeniastrum africanum* pour bien conduire leur réinstallation et /ou leur introduction dans un milieu donné
- Comme l'exploitation des espèces aléatoires crée une fragmentation dans le massif forestier, voire l'écrémage, il faut l'enrichissement par la méthode de layon, et un plan cohérent après les inventaires. Aussi pour les espèces agrégées, contagieuses, il faut envisager les méthodes comme: blanc étoc, Martineau, placeaux denses, Taungya soit on procède à l'ouverture de la canopée (trouée) pour permettre une régénération dense de jeunes plantules en vue de les pérenniser

REFERENCES

- [1] Bibani M., Jonkers W., et Essama, J., 1998, *Phénologie de 86 essences productrices de bois d'œuvre de la forêt dense humide sempervirente du Sud – Cameroun*. Résultats préliminaires. In: Forafri (EA) Séminaire Forafri, Libre – ville – Gaben, 12 – 16 Octobre 1988, 16p.
- [2] Burel F., et Baudry J., 2006. *Ecologie du paysage, concept méthodes et applications*, Paris, France, 107p.
- [3] Croiser, C., Trefon, T., Nasi, R., 2007. *Quel avenir pour les forêts de la République Démocratique du Congo ? Instruments et mécanismes innovants pour une gestion durable des forêts*. 88P
- [4] Fargeot, C., et Penelon, A., 1999. *Éco certification des bois tropicaux*. L'écologie par l'économie. Réserve Canopée n°17, 10 – 18p.
- [5] Forget, P., 1988. Dissémination et régénération naturelle de huit espèces d'arbres en forêt Guyanaise. Université Pierre et Marie Curie, 245p.
- [6] Fournier, F., et Sasson, A., 1983. *Ecosystème structure, Fonctionnement, Evolution, Collection d'écologie*, 21, Masson Paris, 2ème édition, 447p.
- [7] Frontier et Pichod, 1993. *Structure et composition de forêts denses d'Afrique centrale, spécialement celle du Kivu AC Roy*, se XV 4, Bruxelles, 367p.
- [8] Germain, R., et Evrard, C., 1956. Etude écologique et phytosociologique de la forêt à *Brachystegia laurentii*. Publi INEAC, série scient. 65: 105A.
- [9] Kitakya, K., 2005. La régénération naturelle de l'espèce *Khaya anthotheca* suivant le gradat lumineux. Cas de la réserve de mont Hoyo. Mémoire inédit, Faculté des sciences, USB, Bunia, 79p.
- [10] Koukou, K., 1992. Contribution du déterminant écologique de la répartition spatiale de l'Angélique (*Dicorynia guianensis*) en forêt dense guyanaise, Mémoire de DCA de Géographie des espèces Tropicales de l'université de Bordeaux III/ENGREF, 88p).
- [11] Lebrun J., et Gilbert G., 1954. *Une classification écologique des forêts du Congo*, Publication INEAC, série science, n° 63, 89p.
- [12] Lubini, A., 1982. *Végétation missicole et post-culturale de Kisangani et la Tshopo* (Haut – Zaïre. Thèse inédite. Fac.sci.UNIKIS, 489p).
- [13] Lutumba Suika Achille, Kebin Zhang1, Kambale Muhesi Eloge, Christian Jonathan Anona Kouassi1, Mbangilwa Mukombe Michel (2021), Influence of Spatial Distribution on the Regeneration of *Piptadeniastrum africanum* and *Ocotea usambarensis* in Kalikuku, Lubero, North Kivu, Democratic Republic of Congo, *Open Journal of Ecology*, 2021, 11, 527-539, DOI: 10.4236/oje.2021.117034.
- [14] Mbuya, L., Msanga, H., Ruffo, C., Birnie, A., et Tengnäs, B., 1994. *Useful trees and shrubs for Tanzania: Identification, propagation and management for agricultural and pastoral communities*. Technical handbook 6. Regional soil conservation unit, Nairobi, Kenya, 542p.
- [15] Mebenga, R., 2005. Distribution spatiale des semis de *Pericopsis elata* (Harms) Van Meeuwen dans la concession forestière de Green Valleying. A Queso (Est-Cameroun). Mémoire de DEA, inédit, Université de Douala, Fac de sciences, 206p.
- [16] Nshimba, S., 2007. Mode de répartitions spatiales des espèces *Caelocaryn botryoïdes* et *Gilbertiodendron dewevrei* dans l'île Mbiye/Kisangani.
- [17] Nshimba, S., 2009. Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts inondées de l'île Mbiye à Kisangani, (RD Congo), Thèse de Doctorat, ULB, Labo, Bot syst, 389p.

- [18] Pierlot, R., 1966. Structure et composition de forêts denses d'Afrique centrale, spécialement celles du Kivu. Académie Royale des sciences d'outre-mer, classe des sciences naturelles et médicales, N.S, XVI – 4, Bruxelles, 367p.
- [19] Reitsma, J., 1988. Végétation forestière du Gabon – Tropenbos Technical Series 1, The Tropenbos foundation, Wageningen, The Netherlands, 142p.
- [20] Robyns, W., 1958. Flore du Congo-Belge et du Ruanda-Urundi. Tableau analytique des familles; Publ. INEAC, Bruxelles, 69p.
- [21] Shalufa A., Robbrecht E., Katusi L., Nshimba S., Ntahobavuka H., Mangambu M., 2014. Structure, dispersion spatiale et abondance de la population à *Guarea Thompsonii* Sprague et Hutch (Meliaceae) dans la forêt à *Scorodophloeus zenkeri* Harms (Fabaceae) dans la réserve forestière de la Yoko en RD Congo in journal of animal and plant sciences, vol. 23, 3569-3587pp.
- [22] Shaumba, K., 2009. Analyse de la régénération et de la répartition spatiale de Fabaceae – Caesalpinoideae dans la forêt de Yoko (Kisangani, RDC). Cas de *Prioria balsamifera* Harms, *Prioria oxyphylla* (Vermeoser) Breteler et *Scorodophloeus zenkeri*, J, Léonard).