

Etude de la structure spatiale et dendrométriques de *Chrysophyllum lacourtianum* (De Wild) et *Chrysophyllum africanum* (A. DC) Dans la réserve forestière de Yangambi. (RD. Congo)

Vanyle ISUMA LINGOLE¹, Alexandre Delvaux LOFOLI TABU¹, Albert ANGBONGA BASIA², Dimanche YENGA BOMBOKU³, Addhhee ATAKEA BOTIKOTIKO¹, Nestor MOLANGA BAKATOKANA⁶, Joseph BONDELE⁴, Junior LIOTHO LITENASONGO², Fiston RAMAZANI ADJONGO¹, Nestor BASANGALELO LOKUTU⁵, Fiston LOFOLI TSHOMA¹ et Laurent BAMBALE BOTANDO⁷.

RESUME

L'étude de la structure spatiale et dendrométrique de deux espèces décrit comparativement l'organisation et la quantité de ces espèces, suite aux mécanismes biologiques et/ou écologiques influençant la croissance de ces espèces au sein d'une zone donnée en vue d'une gestion durable. Dans la réserve naturelle de Biosphère de Yangambi un dispositif de 20 ha, c'est-à-dire de 200 m x 1000 m était installé dans lequel un inventaire systématique des *Chrysophyllum lacourtianum* et *Chrysophyllum africanum* mesurées à DHP ≥ 10 cm ont été positionnés géographiques par une abscisse x et une ordonnée y. La répartition spatiale de nos essences a été analysée à l'aide de la fonction K de Ripley, on utilise également la fonction L (r). La répartition spatiale de ces deux espèces analysées sur logiciel **Past** a été jugée globalement aléatoire conformément à la projection des points géoréférencés, On observe entre 7 et 20 une agrégation pour le *Chrysophyllum africanum*. L'espèce *Chrysophyllum africanum* présente une progression géométrique décroissante (une allure en forme de J inversé) alors que les classes de dhp supérieures à 50-60 cm ne sont pas représentées, le *Chrysophyllum lacourtianum* présente les individus dans toutes les classes diamétriques avec une faible variation entre les fréquences de tiges présentant une allure en « S étiré ». L'espèce *Chrysophyllum africanum* est légèrement dense avec une moyenne de 3,1 tiges/ha et envahissant moins le sol avec une moyenne de 0,167 m²/ha de surface terrière. Par contre *Chrysophyllum lacourtianum* a une densité moyenne de 3 tiges/ha et une moyenne de 0,724m²/ha de surface terrière occupant plus le sol.

Mots clés : Structure, *Chrysophyllum lacourtianum*, *Chrysophyllum africanum*, réserve et Yangambi.

SUMMARY.

The study of the spatial and dendrometric structure of two species describes the organization and the quantity of these species comparatively, following biological and ecological mechanisms influencing the growth of these species within a zone data for a lasting management. In the natural reserve of

¹ Assistants et Chercheurs à Institut Supérieure Pédagogique et Technique de Yangambi (ISPT-Yangambi)

² Assistants et Chercheurs à Institut Facultaire des Science Agronomiques de Yangambi (IFA-Yangambi)

³ Professeur et Chercheur à Institut Facultaire des Science Agronomiques de Yangambi (IFA-Yangambi)

⁴ Assistant à Institut des Sciences et Etudes Agronomique de Bengamisa (ISEA-Bengamisa)

⁵ Assistant et Chercheur à Institut Supérieure Pédagogique et Technique de Yahuma (ISPT-Yahuma)

⁶ Inspecteur Provincial de l'Environnement, coordination provinciale de la Tshopo à Kisangani.

⁷ Assistant à Institut des Sciences et Etudes Agronomique de Yatolema (ISEA-Yatoloma)

Biosphere of Yangambi a device of 20 ha, that to be-to-say of 200 m x 1000 m was installed in which a systematic inventory of *Chrysophyllum lacourtianum* and *Chrysophyllum africanum* measured to 10 cm of DBH has been geographical positioned by a X abscissa and an ordered Y. The spatial distribution of our gases has been analyzed with the help of the K function of Ripley, one also uses the L function (r). The spatial distribution of these two species analyzed on **Past** software has been judged globally uncertain in accordance with the projection of geo-referencing points, one observes between 7 and 20 an aggregation for *Chrysophyllum africanum*. The species *Chrysophyllum africanum* presents a decreasing geometric progression (a pace in shape of J reversed) whereas the superior dbh classes to 50-60 cm are not represented, *Chrysophyllum lacourtianum* presents individuals in all diametric classes with a weak variation between frequencies of stems presenting a pace in "S stretched". The species *Chrysophyllum africanum* is slightly dense with an average of 3,1 tree/ha and invading month soil with an average of 0.167 m²/ha of surface terriere. On the other hand, *Chrysophyllum lacourtianum* has a middle density of 3 tree/has and an average of 0.724 m²/ha of terriere surface occupying soil more.

Key words: Structure, *Chrysophyllum lacourtianum*, *Chrysophyllum africanum*, reserve and Yangambi.

I. INTRODUCTION

Les forêts tropicales présentent une grande diversité structurale, architecturale et floristique, mais le rythme de leur disparition actuelle s'accélère à pas de géant (Shand, 1993). Comme on peut le remarquer, ces forêts jouent un rôle prépondérant dans la préservation de la biodiversité, le changement climatique et le développement durable. En effet, depuis des décennies, cette forêt a fait l'objet de nombreuses mises en garde à propos des risques de sa disparition accélérée (Ngemale, 2011).

La déforestation constitue une menace qui pèse sur les ressources forestières et elle provient d'une action combinée de plusieurs groupes d'acteurs, depuis les populations locales et autochtones, jusqu'aux grandes entreprises forestières et agricoles, en passant par les commerçants et artisans issus des centres urbains (Lokombe, 2014). Selon les prévisions relatives à la diminution du couvert forestier en Afrique Centrale, la RDC risque de perdre plus de 40% de ses forêts d'ici 2050 (Greenpeace, 2007).

Les inventaires forestiers et les études des structures sont la base incontournable de la compréhension de la biodiversité, de l'établissement d'un plan de gestion et de conservation de cet écosystème (Boyemba, 2006). C'est pourquoi avant de protéger la forêt, il est important de savoir les potentialités qu'elle regorge, car en RD Congo, dans les années à venir, le développement économique ainsi que la gestion des forêts sont des sujets de plus en plus importants et intrinsèquement liés, dès ce fait, notre préoccupation majeure dans cette étude est de déterminer le modèle de la structure spatiale et diamétriques (Diamètre à hauteur de poitrine, la densité de peuplement et la surface terrière de *C. lacourtianum* et *C. africanum*).

Ainsi, la présente recherche pourra fournir les réponses à quelques questions posées de la manière suivante :

- Quelle est la disposition des individus des espèces de *Chrysophyllum lacourtianum* et *Chrysophyllum africanum* dans les conditions de la réserve forestière de Yangambi ?

(y), et par des layons longitudinaux espacés de 50 m, orientées vers l'Est (x) en se servant d'un penta décamètre. La délimitation de chaque parcelle échantillon et la localisation de pieds de *C. lacourtianum* et *C. africanum*. Ont été faites selon la méthode développée par Picard & Gourlet-Fleury (2008). Au cours de cet inventaire, tous les individus de *C. lacourtianum* et *C. africanum* à dhp ≥ 10 cm ont été cartographiés par la prise des coordonnées x et y. cent vingt et deux tiges de *C. lacourtianum* et *C. africanum*, dans la réserve floristique de Yangambi constituant le matériel biologique de notre étude et les matériels techniques étaient composés des machettes ; Penta décamètre ; Ruban circonférentiel de 5 m ; Un Blum -leiss, un télémètre ; Perches de 1,30m ; Boîtes de verni ; Cahier et un stylo. Ordinateur pour la saisie et le traitement des données. La technique d'échantillonnage a été appliquée, elle consiste à choisir de petites portions (parcelles-échantillons) de la forêt, considérées comme représentatives de l'ensemble de la forêt afin d'évaluer la quantité d'espèce et d'étendre cette estimation à la surface totale (Huor,2004). Les parcelles échantillons servant à la récolte des données ont chacune une superficie de 0,5 ha, soit 100 m x 50 m, c'est-à-dire 25 m de part et d'autre du layon principal. Le nombre de parcelles échantillons dans la zone d'étude est de 40, ce qui représente une superficie de 20 ha. Dans chaque parcelle échantillon, tous les arbres de *C. lacourtianum* et *C. africanum* de DHP ≥ 10 ont été identifiés. L'identification a été faite en utilisant la combinaison des caractères morphologiques tels que : la forme et la base du tronc, la texture de l'écorce, la forme de la cime, forme et contour de feuilles, forme et couleur des fruits et l'exsudation (latex blanc).

II.3. Ecologie et Modes de dispersion de deux espèces

D'après Picard (1996), Chaque espèce a en effet des exigences écologiques qui définissent un milieu auquel elle est adaptée et des milieux où elle peut potentiellement croître selon sa plus ou moins grande tolérance aux écarts à l'optimum. Pour notre recherche aucune explication biologique des répartitions observées a été testée. Néanmoins, compte tenu des connaissances que l'on a sur l'écologie des deux espèces, des hypothèses peuvent être avancées pour expliquer les répartitions observées. Les espèces étudiées ont comme habitant Forêt dense humide semi-décidue, l'essence d'ombrage (Pieters 1977).

Principalement basée sur des critères morphologiques, une nomenclature a été développée par Dansereau & Lems (1957) in Bourland 2007 permettant de classer les espèces ligneuses suivant le type de diaspore qu'elles produisent. Dans un premier temps, les espèces ont été classées en deux groupes principaux suivant que leurs diaspores sont (autochores) ou non (hétérochores) pourvues d'adaptation à un agent externe de dispersion (Doucet, 2003). Levin et al (2003) identifient en effet deux phases potentielles dans la dispersion d'un fruit : 1) un premier déplacement du fruit/diaspore de la cime ou du tronc (cauliforie) de l'arbre à la surface du sol (« phase I dispersal », quel que soit l'agent disperseur ; 2) éventuellement, un déplacement secondaire (« phase II dispersal »). Nos espèces ont le mode de dispersion Zoochorie (Doucet 2003)

II.4. Analyse des données

II.4. a. Analyse de la répartition spatiale

La répartition spatiale de chaque des espèces a été analysée à l'aide de la fonction K de Ripley (Cressie, 1991). Pour une distance r donnée, $\lambda K(r)$ s'interprète comme le nombre moyen d'arbres situés à une distance r d'un arbre pris au hasard, où λ désigne la densité moyenne de l'espèce. Lorsque les arbres sont répartis au hasard, $K(r) = \pi r^2$. Lorsque les arbres ont une répartition spatiale agrégative, $K(r) > \pi r^2$. Lorsque les arbres ont une répartition spatiale régulière, $K(r) < \pi r^2$. La fonction K de Ripley permet ainsi de tester si une répartition spatiale est aléatoire, régulière ou agrégatives.

Pour cela, on compare l'estimation de la fonction K à des enveloppes de confiance obtenues par simulation de répartitions aléatoires.

Plutôt que la fonction K, on utilise également la fonction L définie par :

$$L(r) = \sqrt{\frac{K(r)}{\pi}} - r$$

Cette fonction facilite l'interprétation graphique. En effet, pour un processus de Poisson, à toutes les distances de r, $L(r) = 0$. Les processus agrégé ($L(r) > 0$) et régulier ($L(r) < 0$) se situent respectivement au-dessus et en dessous de la courbe. Ces différentes situations sont illustrées dans la figure 1 (Picard, 1999).

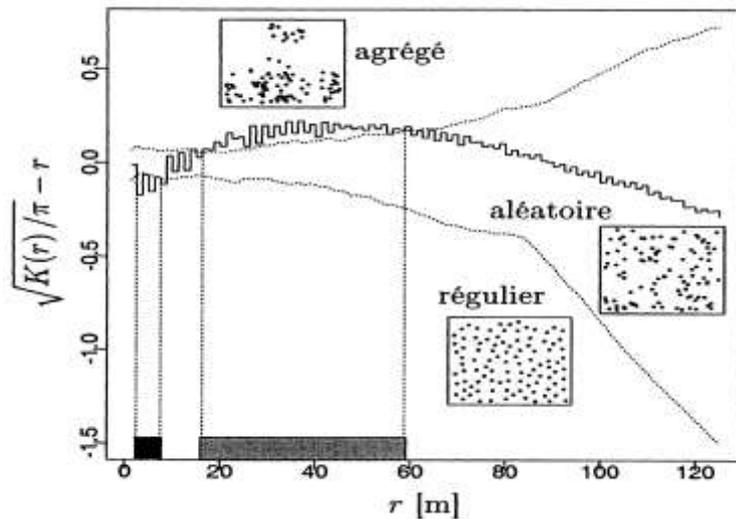


Figure 2. Les différentes situations pour une lecture de L(r) dans la distribution spatiale.

L'intervalle de confiance, correspondant à l'hypothèse nulle de structure aléatoire, est construit selon la méthode de Monte Carlo en simulant un grand nombre de réalisations du processus de poisson et en calculant à chaque fois les valeurs de L(r), pour chaque distance r d'analyse (Goreaud, 2000). Pour un r donné, les valeurs de L(r) sont triées et les bornes de l'intervalle de confiance sont estimées avec un risque local de 1%. On parle ainsi d'agrégation ou de régularité significative (selon le signe de L(r)). Lorsque la fonction L(r) sortira de l'intervalle de confiance, avec un risque local de 1% de se tromper. Cette fonction a deux avantages : d'une part elle stabilise la variance de l'estimateur de K ; d'autre part, elle ramène le test de $K(r) = \pi r^2$ au test de $L(r) = 0$. La fonction K a été estimée à l'aide de l'estimateur de Ripley (Stoyan, 1994). En toute rigueur, la fonction K de Ripley n'est définie que lorsque le processus ponctuel sous-jacent à la répartition spatiale observée est stationnaire, c'est-à-dire que sa loi de distribution est invariante par translation. Un processus ponctuel stationnaire produit des répartitions spatiales qui sont spatialement homogènes. En pratique, l'hétérogénéité de la répartition spatiale se traduit par une valeur de K(r) qui ne revient pas dans l'enveloppe de confiance pour les grandes distances r.

II.4. b. Structure diamétrique (dhp)

La distribution par classe de diamètre des effectifs des populations d'une espèce donnée renseigne sur l'état actuel de la régénération de l'espèce en question. Elle sert donc à prévoir les risques d'extinction à moyen ou long terme de l'espèce en l'absence de toute intervention visant à inverser ce processus (SEPULCHRE F. et *all.* 2008)

II.4. c. Densité et Surface terrière

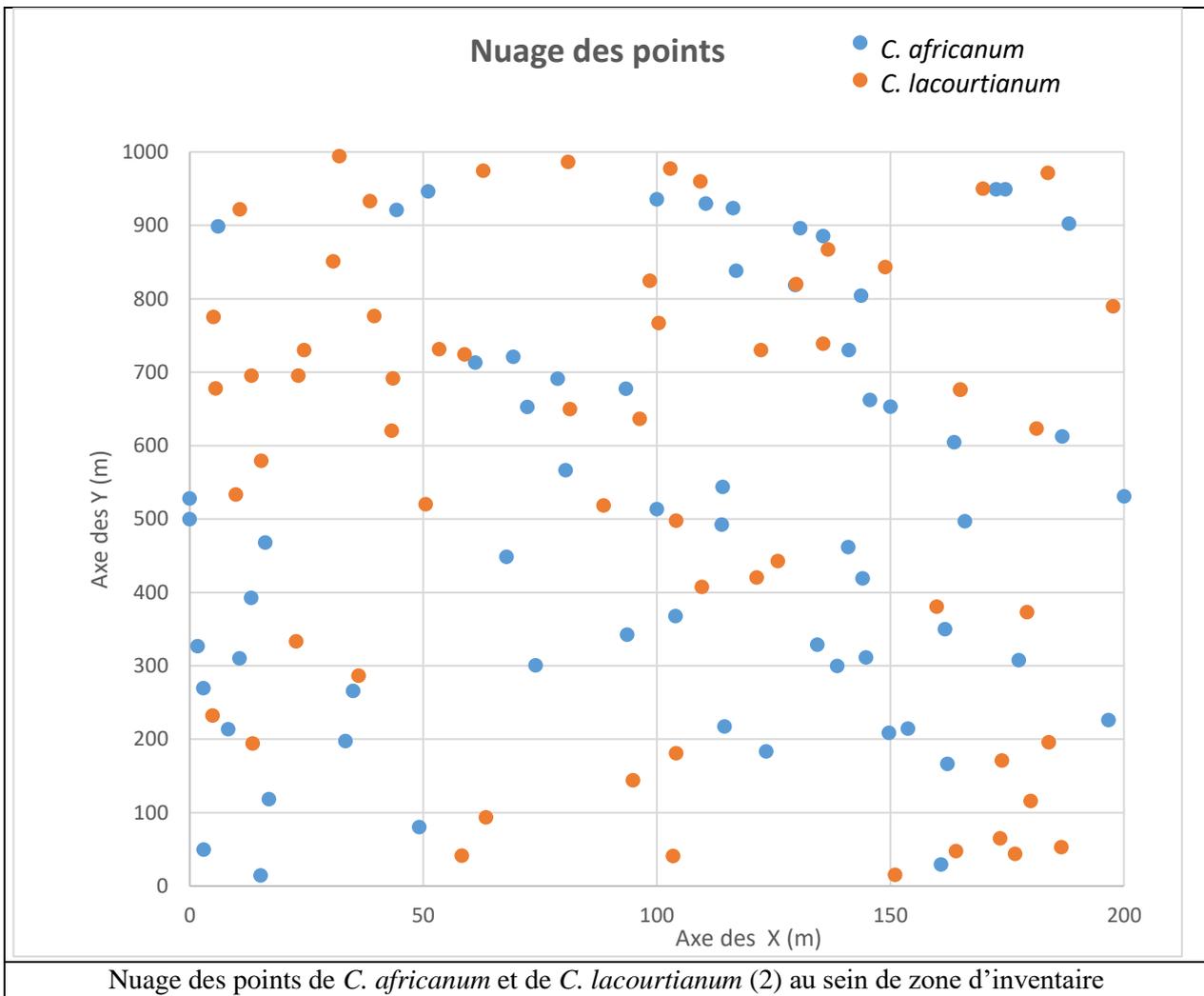
La densité (N) est le nombre d’arbres par hectare à dhp (diamètre à hauteur de poitrine) ≥ 10 cm recensés sur un hectare, Katusi (2009). Le diamètre relevé sur les arbres a permis de calculer la surface terrière (ST) des peuplements étudiés (Lejoly, 1993 ; Hardy, 2009). La ST s’exprime en mètre carré par hectare (m²/ha), et se calcule pour chaque individu à partir de cette formule :

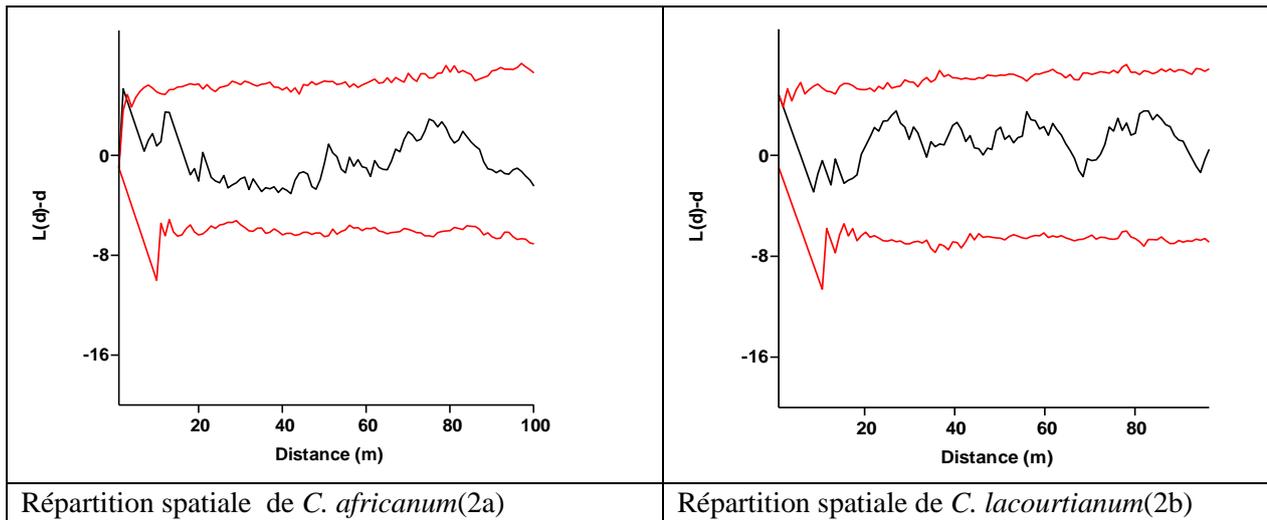
$$ST = \text{Pi}/4XD^2 \text{ où } D : \text{diamètre à } 1,30 \text{ m du sol et (Pi) : } 3,14$$

III. RESULTATS

III. 1. NUAGE DES POINTS ET DISTRIBUTION SPATIALE

Les figures 2, 3a et 3b illustrent le nuage des points et la distribution spatiale des individus de nos deux espèces au sein du bloc d’inventaire de 20 hectares dans la réserve forestière de Loweo à Yangambi.





Après examen des figures 2a, 2b, 3a et 3b, les résultats issus de l'analyse de fonction $L(r)$ montre que tous les individus de *C. africanum* et *C. lacourtianum* à $d_{hp} \geq 10$ cm présentent une distribution globalement aléatoire au sein de l'étendue de l'inventaire de 20 hectares, étant donné que la courbe de la répartition des individus passe entre la limite supérieure et inférieure de l'intervalle de confiance. On observe entre 7 et 20 une agrégation pour le *C. africanum*.

III. 2. STRUCTURE DENDROMETRIQUES

III. 2. 1. STRUCTURE DIAMETRIQUE

La figure 4 représente la structure diamétrique du peuplement à *C. africanum* et *C. lacourtianum*.

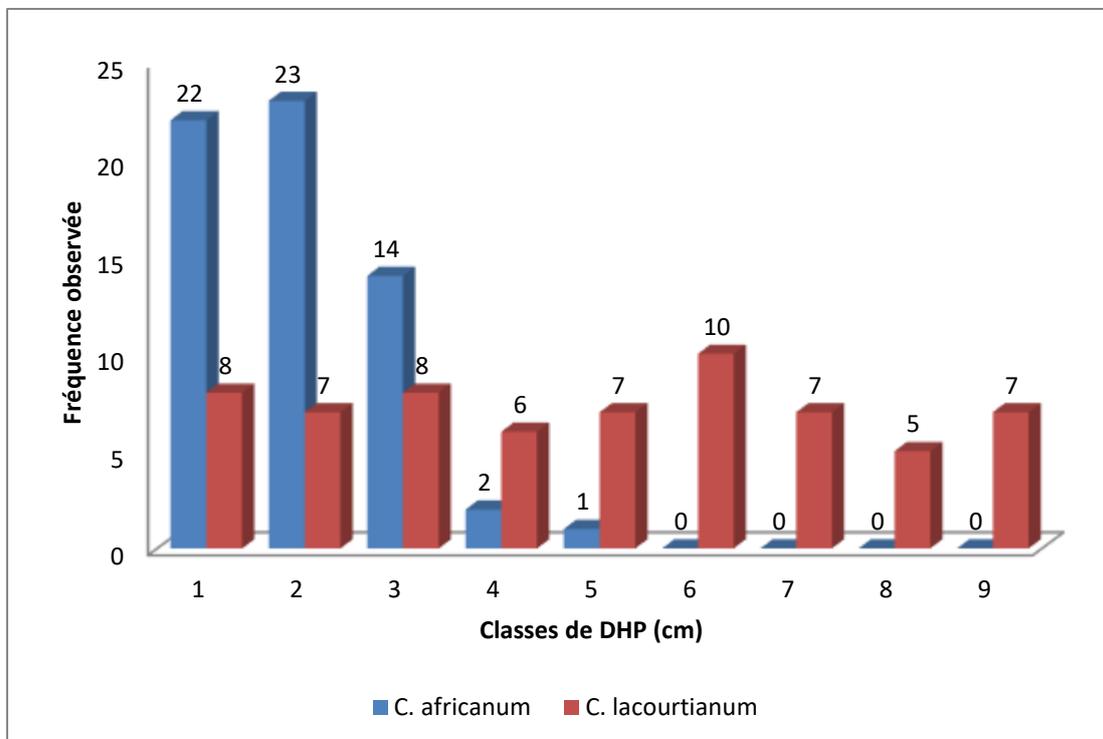


Figure 4 : Structure diamétrique du peuplement à *C. africanum* et *C. lacourtianum*.

Il ressort de la figure 4 que l'espèce *C. africanum* présente une progression géométrique décroissante (une allure en forme de J inversé) avec une bossé dans la classe 2, alors que les classes de dhp supérieures à 5 ne sont pas représentées (absence des tiges de diamètre supérieur à 50 cm), les deux premières classes présentent une proportion moyenne de 72,58 % d'individus ; le dhp moyen du peuplement est de 20,60 cm. Alors que *C. lacourtianum*, présente les individus dans toutes les classes diamétriques avec une faible variation entre les fréquences de tiges. L'allure est standard dans les classes 1 à 3, de la classe 4 à 8 l'allure est en forme de cloche en fin remonté en classe 9. La classe 6 regorge plus d'individus dont la proportion moyenne de 16,66 % et le dhp moyen du peuplement est de 50,52 cm.

III. 2. 2. Densité et Surface terrière

La tableau 1 présente les résultats relatifs à la densité et surface terrière dans la zone d'étude (20 ha).

<i>C. lacourtianum</i>					<i>C. africanum</i>				
Classe de DHP	Indice de classe	Fo	Densité tiges/h	S.T. (m ² /ha)	Classe de DHP	Indice de classe	Fo	Densité tiges/h	S.T. (m ² /ha)
10 - 20	15	9	0,45	0,16	10 - 20	15	23	1,15	0,41
20 - 30	25	7	0,35	0,39	20 - 30	25	22	1,1	1,08
30 - 40	35	8	0,4	0,71	30 - 40	35	14	0,7	1,28
40 - 50	45	6	0,3	1,01	40 - 50	45	2	0,1	0,33
50 - 60	55	7	0,35	1,74	50 - 60	55	1	0,05	0,21
60 - 70	65	10	0,5	3,26					
70 - 80	75	6	0,3	3,00					
80 - 90	85	5	0,25	2,76					
90 - 100	95	2	0,1	1,45					
Total		60	3	14,48			62	3,1	3,34
Moyenne			0,05	0,724				0,051	1,167

Tableau 1. Densité et surface terrière de deux espèces dans la zone d'étude (20 ha).

Il ressort de ce tableau ci-haut que l'espèce *C. africanum* est légèrement dense (62 individus) avec une moyenne de 3,1 tiges/ha et une moyenne de 0,167 m²/ha de surface terrière. Par contre *C. lacourtianum* présente 60 individus avec une moyenne de 3 tiges/ha et une moyenne de 0,724 m²/ha de surface terrière.

VI. DISCUSSION

VI. 1. DISTRIBUTION SPATIALE

Le résultat issu de l'analyse de la fonction K (r) de Ripley transformé, on utilise la fonction L(r) montre que tous les individus de *C. lacourtianum* et *C. africanum* à dhp ≥ 10 cm présente une distribution globalement aléatoire au sein de bloc de 20 ha. D'où l'acceptation du premier l'hypothèse du travail selon laquelle « les deux espèces présenteraient le même modèle de distribution dans la zone d'étude ». Les résultats du présent travail sont similaires à ceux de Lomba (2011) dans la forêt de Biaro en RDC pour *C. lacourtianum*, où il a trouvé une distribution spatiale aléatoire, à ceux de FRM (2012) dans la forêt de l'équateur/baulu en RDC où il a trouvé une distribution spatiale aléatoire par contre Picard (2008) a trouvé une distribution spatiale en agrégat dans la réserve de YOKO en RDC.

VI. 2. STRUCTURE DIAMETRIQUE

La structure diamétrique de *C. africanum* est en « J inversé », c'est-à-dire que le nombre d'individus décroît avec les classes de diamètre, caractéristique d'une bonne régénération et reconstitution de l'espèce dans la forêt de Yangambi, mais une absence des individus de gros diamètre (≥ 50 cm). Quant aux individus de *C. lacourtianum*, ils ont été présent dans toutes les classes diamétriques d'une façon en « S étiré », ce qui ne pas bon pour l'avenir de l'espèce dans cette réserve. D'où nous rejetons notre deuxième hypothèse. FRMi (2012) a trouvé une structure classique d'allure décroissante moins fort du type linéaire en forêt de l'Equateur/baulu en RDC, Bedel (1998) a trouvé en RCA, une allure nettement surbaissée et Picart (2008) à Yoko/RDC une distribution diamétrique décroissante en faveur des tiges d'avenir.

VI. 3. DENSITE

En comparant les deux espèces, il se dégage dans la réserve de Yangambi que *C. africanum* (3,1 tiges/ha) a une densité presque égale à celle de *C. lacourtianum* (3 tiges/ha), ce constat rejette en partie notre deuxième hypothèse. FRMi (2012) a trouvé 1,3 tiges/ha pour *C. africanum* et 2,6 tiges/ha pour *C. lacourtianum* dans la forêt de l'Equateur/baulu en RDC, Lingofu (2012) a trouvé 3 tiges/ha pour *C. africanum* et 1,3 tiges/ha pour *C. lacourtianum* dans la forêt de Uma en RDC, Picard (2008) a trouvé 3,1 tiges/ha pour *C. africanum* et 1,6 tiges/ha pour *C. lacourtianum* dans le dispositif permanent de M'baïke en RCA et Bedel (1998) a trouvé 4,3 tiges/ha pour l'Aniégré blanc en RCA.

VI. 4. SURFACE TERRIERE

La surface terrière de *C. lacourtianum* représente une moyenne de 0,724 m²/ha et une moyenne de 0,167 m²/ha pour *C. africanum*. Cette différence confirme notre deuxième hypothèse selon laquelle, la surface terrière serait différente entre ces deux espèces dans la réserve. FRMi (2012) a trouvé 0,06 m²/ha pour *C. africanum* et 0,15 m²/ha pour *C. lacourtianum* dans la forêt de l'Equateur/baulu en RDC, Lisingo (2009) a trouvé 0,07 m²/ha pour *C. africanum* et 0,014 m²/ha pour *C. lacourtianum* dans la forêt de Yoko et Biaro en RDC, Picard (2008) a trouvé 1,3 m²/ha pour *C. africanum* et 1,3 m²/ha pour *C. lacourtianum* dans le dispositif permanent de M'baïke en RCA et Bedel (1998) a trouvé 0,20 m²/ha pour l'Aniégré blanc en RCA.

V. CONCLUSION

L'étude de la structure spatiale et dendrométriques de *Chrysophyllum lacourtianum* et *Chrysophyllum africanum* dans la Réserve Forestière de Yangambi a été notre occupation, ainsi les individus de deux espèces à dhp ≥ 10 cm présentent une distribution spatiale globalement aléatoire avec une tendance agrégative pour l'espèce *C. africanum*. L'espèce *C. lacourtianum* est légèrement moins dense, occupe plus le sol (tiges de gros diamètre) et sa structure diamétrique est en forme de « S étiré » caractérisant d'une mauvaise reconstitution de l'espèce dans la réserve. Qu'à l'espèce *C. africanum*, est légèrement plus dense, occupe moins le sol (tiges de petit diamètre) et sa structure diamétrique est en forme de « J inversé » caractérisant d'une bonne reconstitution de l'espèce dans la réserve. Après cette étude nous passons que des paramètres supplémentaires pourront être calculés, tels que le taux de mortalité (ou taux de survie) et la vitesse de croissance de la régénération acquise. Le service permanente d'aménagement forestier (SPIAF) doit revoir le diamètre d'exploitation de l'espèce *C. africanum*.

LITERATURES CITEES

Crabbe., 1965. L'écoclimat de Yangambi. Office National de la recherche et du développement de Kinshasa. 8 p.

De Heinzelin J., 1952. Sols, paléosols et désertifications anciennes dans le secteur nord oriental du bassin du Congo. Bruxelles : Publ. INEAC., 168p.

Greenpeace., 2007. Les forêts Africaines, clés de l'équilibre du climat mondial 8p.

Kombele, F., 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.464p.

Nicolas Picard., 1996. Répartition spatiale des essences forestières : étude de distances entre espèces basées sur des dissimilarités entre nuages de points, DEA d'écologie Générale -Université Paris 6.

Pain M., 1978. Relief, hydrographie et climat en République du Zaïre. Atlas de la République du Zaïre. Paris : édit. j.a. (IGN), 6-11 et 14-19.

Mambani, B., 1987. Impact du défrichement par brulis sur la dynamique physique d'un ferralsol en zone équatoriale. Ann. Fac. Agron. Ybi, pp 1-12.

Nabasem., 1990. Contribution à l'étude phénologique de *Lovoa trichilioïdes* Harms observés dans la région de Yangambi. 46p.

Boyemba, B., 2006. Diversité et régénération des essences forestières exploitées dans les forêts des environs de Kisangani (*RD Congo*), DEA inédit, L.B. Syst & Phyt, ULB, Bruxelles, 112 p.

Lokombe, D., 2014. Aménagement et gestion des forêts. Cours Universitaire. Inédit, IFA-Yangambi.

Ngemale G.M., 2011. Caractérisation dendrométrique des plantations forestières de l'INERA Yangambi (cas d'*Entandophragma cylindricum* Sprague et *Pterocarpus soyauxii* Taub). RD Congo, DES, mémoire, inédit, FSA, UNIKIS, 50p.

Van Wambeke, A., Gilson, P., 1956. Notice explicative de la carte des sols et de la végétation du Congo Belge et Ruanda-Urundi. 6. Yangambi : Planchette 2 : Yangambi, A et B, Bruxelles, Pupli. INEAC, 35p.

Shand, H., 1993. Valorisons la diversité de la nature. Publication de la division de l'information de la FAO, 25p.

Lejoly J., 1993. Méthodologie pour les inventaires forestiers (partie flore et végétation). Projet Ecofac (Conservation et utilisation rationnelle des écosystèmes forestiers en Afrique Centrale) Agreco-CTFT, Bruxelles/Belgique, 53 p.

Hardy O., 2009. BiodivR 1.1. A program to compute indices of species diversity within sample and species similarity between sample using rarefaction principles to reduce sampling bias. <http://www.ulb.ac.be/sciences/ecoevol/biodivr.html>.

Nicolas Picard., 2008. Analyse des données de préinventaire de Yoko, Dynamique des forêts naturelles, BP 4035, Libreville, Gabon.

SEPULCHRE F., DAINOU K., DOUCET J.-L., 2008. Étude de la vulnérabilité de 18 essences ligneuses commerciales d'Afrique centrale reprises sur la liste rouge IUCN.

Frédéric BEDEL et al., 1998. Dynamique de croissance dans des peuplements exploités et éclaircis de forêt dense africaine, dispositif de M’Baïka en République Centrafricaine, CIRAD-Forêt Campus International de Baillarguet BP 5035, 34032 Montpellier cedex 1France.

Nicolas Picard et Sylvie Gourlet-Fleury., 2008. Manuel de référence pour l’installation, de dispositifs permanents en forêt de production dans le Bassin du Congo ; CIRAD Département Environnements et Sociétés, UPR Dynamique des forêts naturelles.

Pieters, A., 1977. Essences forestières du Zaïre. RUG GENT, 349p.