

Structure et diversité d'un peuplement forestier hétérogène dans le bloc sud de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, République Démocratique du Congo)

[Structure and diversity of a heterogeneous forest population in the southern block of Yoko forest reserve (ubundu city, Democratic Republic of the Congo)]

Justin A. Asimonyio¹, Jean C. Ngabu¹, Christophe B. Lomba², Clarisse M. Falanga³, Pius T. Mpiana³, and Koto-te-Nyiwa Ngbolua³

¹Centre de Surveillance de la Biodiversité, Université de Kisangani, RD Congo

²Faculté des Sciences, Université de Kisangani, RD Congo

³Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P. 190 Kinshasa XI, RD Congo

Copyright © 2015 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: This work aims to characterize the structure and diversity of the heterogeneous population of Yoko Forest Reserve. First, we considered (i) the floristic variability (specific richness and diversity), and (ii) the structural variability (in terms of density, ground surface and diametric structure) evaluated at the scale of a hectare. The second step consisted on the analysis of the spatial structure (i) generally and its comparison to the whole plot, and (ii) specific structure of the whole plot (only the spatial structure of the important species was analyzed). So, a systematic inventory of all trees of 10 cm dbh was conducted over five hectares. It should be also noted that the position of each foot has been taken according to the coordinate system (x, y). In total, 1,919 trees of 10 cm dbh were inventoried in five hectares. These individuals were distributed into 98 genera, 141 species and 31 families; with average density of 19.6 genera per hectare, 28.2 species per hectare, and 6.2 families per hectare. The resemblance or similarity degree among the plots (Hectares) showed clearly two coherent plant communities, with a low coefficient of similarity, and each consisting of more or less close plots. Although the density is dominated by *Microdesmis yafungana* species J. Léonard J. but *Pericopsis elata* Harms species and Fabaceae family dominated other quantitative parameters. As for the structural analysis, the individuals presented a shape with a significant decrease as we moved to the next class and the most significant densities were observed in classes of diameter 1, 2, 3 and 4. Therefore, a study on the structure and diversity of heterogeneous forest populations is very important because it gives information about the natural processes of trees (growth, regeneration, demographics) as well the anthropogenic action on the forest ecosystem.

KEYWORDS: Diversity, Structure, Forest, Population, Democratic Republic of the Congo.

RESUME: Dans le cadre de ce travail qui a pour but de caractériser la structure et la diversité de peuplement hétérogène de la réserve forestière de Yoko, nous avons en premier lieu mis en évidence la variabilité (i) floristique (richesse spécifique et diversité), et (ii) structurale (en termes de densité, surface terrière et structure diamétrique) évaluée à l'échelle unitaire d'un hectare. La seconde étape a consisté à une analyse de la structure spatiale (i) globale et comparée à l'échelle unitaire d'hectare, et (ii) spécifique de l'ensemble du dispositif (seule la structure spatiale de l'espèce trouvée importante a été analysée). Ainsi, Un inventaire systématique de tous les arbres de 10 cm dbh a été réalisé dans 5 ha. La position de chaque pied a été prise suivant le système de coordonnées (x, y). Dans l'ensemble, 1919 arbres de 10 cm dbh ont été recensés dans cinq hectares. Ces individus sont classés dans 98 genres, 141 espèces et 31 familles ; avec une densité moyenne de 19,6 genres par hectare ; 28,2 espèces par hectare et 6,2 familles par hectare. Le degré de rapprochement ou de ressemblance

entre les parcelles (hectares) nous montre visiblement deux communautés végétales cohérentes, à faible coefficient de similarité et constituées chacune des parcelles plus ou moins rapprochées. Outre la densité qui est ici représentée par l'espèce *Microdesmis yafungana* J. Léonard, l'espèce *Pericopsis elata* (Harms) et la famille Fabaceae ont pris la tête pour les restes des paramètres quantitatifs. Quant à l'analyse structurale, Les individus ont présentés une figure avec une allure de décroissance significative au fur et à mesure qu'on passe dans la classe suivante et que les densités les plus fortes s'observent dans les classes de diamètre 1, 2,3 et 4. Ainsi, nous concluons qu'une étude sur la structure et diversité des peuplements forestiers hétérogènes est d'importance capitale car elle nous renseigne sur les processus naturels des arbres (croissance, régénération, démographie) ainsi que le rôle de l'homme dans l'écosystème forestier.

MOTS-CLEFS: Diversité, Structure, Forêt, Peuplement, République Démocratique du Congo.

1 INTRODUCTION

La République Démocratique du Congo est une région qui héberge une énorme biodiversité [1], [2], [3], [4]. Cependant, sa forêt est parmi les écosystèmes les moins étudiés en Afrique. Sur le plan phytoécologique, le peuplement d'une région peut être envisagé à deux points de vue différents ; soit sous l'angle de ses groupements floristiques (dynamisme), soit sous celui de leur structure (physionomie) [5]. Les formations végétales sont sensibles aux conditions locales de l'environnement, comme le sol, la topographie, l'ensoleillement, l'humidité, etc., et on constate généralement que la composition et la structure d'un écosystème varient, d'un endroit à l'autre, en fonction des valeurs locales de ces facteurs [6].

Pour un peuplement forestier, d'éventuelles variations de ces facteurs sur le domaine d'étude peuvent entraîner des différences locales de la composition du mélange, de la densité, ou de l'expression des processus naturels. La littérature contient un nombre important d'études où la richesse spécifique a été utilisée pour caractériser la structure spatiale [6], [7]. Elles ont toutes démontré que la présence d'un mélange de plusieurs espèces, de tolérance différente par rapport à l'ombrage, produira certainement plusieurs strates forestières, une large variété de diamètres et hauteurs, un arrangement horizontal complexe des tiges.

En écologie, étudier la structure d'un peuplement revient à caractériser tous les attributs en paramètres structuraux (abondance, abondance relative, surface terrière, richesse des espèces, l'écart-type des diamètres et la variation des distances au plus proche voisin dans un peuplement). Dans la nature, trois possibilités de configuration spatiale : aléatoire, en agrégats (ou en bouquet) et uniforme (ou régulière) [8]. Ceci suggère qu'il existe une gamme des facteurs qui influencent la structure spatiale des espèces. Chaque système écologique est caractérisé par une interdépendance de trois éléments clés : sa configuration, sa composition et son fonctionnement. Ainsi, une étude basée sur la structure et diversité d'un peuplement hétérogène est d'une grande importance pour appuyer les gestionnaires forestières afin de les aider d'orienter la gestion ou l'exploitation des ressources forestières disponibles en tenant compte de certains mécanismes fonctionnels comme la régénération, le recrutement et la croissance. En outre, cette étude fournit une base non négligeable aux études portant sur l'analyse du peuplement forestier complexe de la région de Kisangani en général et celle de la réserve forestière de la Yoko en particulier.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 DESCRIPTION DU MILIEU

La Réserve Forestière de Yoko est située dans la collectivité Bakumu – Mangongo, dans le territoire d'Ubundu, dans le district de la Tshopo et dans la province orientale Elle est incluse dans la région faunistique Sud du bassin du Congo réputée moins riche par rapport à la région faunistique Nord [9], précisément dans l'interfluve Lomani-Lualaba.

La réserve forestière de la Yoko (6975 ha) est située au sud de la ville de Kisangani entre les points kilométriques 21 et 28 sur l'axe routier Kisangani-Ubundu. Ses coordonnées prises au moyen du GPS (Garmin GPS 76) sont les suivantes : 413 m d'altitude, 00° 17,383' N de latitude et 25° 17,215' E de longitude. Etant située à la périphérie de la ville de Kisangani, elle bénéficie du même climat régional que la ville ; climat équatorial de type Af, de la classification de Koppen, caractérisé par des températures moyennes du moi le plus froid supérieures à 18 °C, avec une amplitude thermique annuelle inférieure à 5 °C. La moyenne de précipitation du moi le plus sec oscille autour de 60 mm.

Selon Lomba [10], sa végétation est principalement composée par une forêt mixte qui renferme les principaux types d'habitats caractéristiques des forêts tropicales à savoir : les forêts primaires et secondaires de terre ferme. Dans la partie Nord, c'est une végétation sempervirente à *Brachystegia laurentii* (De wild) Louis., alliance *Gilbertiodendro-Scorodophleion*, ordre des *Gilbertiodendretalian dewevrei*, de la classe de *Strombosio-Parinaterietea*. La partie Sud par contre appartient à la forêt semi-caducifoliée à *Scorodophloeus zenkeri* Harms., alliance *Oxystigmo-Scorodophleion*, ordre des *Piptadeniostro-Celtidetalia*, classe des *Strombosio-Parinaterietea*.

Elle est entourée à sa périphérie par une étendue de forêt dégradée (jachères) que la population riveraine utilise pour ses activités agricoles mais, dont une grande partie figure dans la garantie d'approvisionnement des compagnies forestières (CFT et Bego Congo). Le sol de la RFY présente les caractéristiques reconnues aux sols de la cuvette centrale : rouge ocre, avec un faible rapport de silice sesquioxyde de la fraction argileuse [10].

2.2 INSTALLATION DU DISPOSITIF ET COLLECTE DES DONNEES

Les différentes sorties d'investigation effectuées dans la partie sud de la réserve forestière de la YOKO (RFY) nous ont permis de prendre la décision de travailler dans le dispositif permanent mis en place par la Compagnie Forestière et de Transformation (CFT) il y a six ans. Trois raisons majeures ont facilité cette prise de position : (i) le coût que prendrait l'installation d'un nouveau dispositif, (ii) l'emplacement de ce dispositif dans un peuplement forestier complexe (c'est-à-dire mélangé et irrégulier), et (iii) la taille de ce dispositif (9 ha) estimée idéale pour caractériser la structure de peuplements s'y trouvant à l'échelle locale.

L'aire de dispositif est de 9 ha, subdivisée en hectare individuels dans lesquels les inventaires ont été réalisés à positionnant chaque individu selon les coordonnées cartésiennes (X, Y), faisant au total 5 ha pour l'inventaire complet des arbres de 10 cm de dbh (choix aléatoire en jeu de dame dans le but d'une représentativité de l'échantillon dans l'ensemble de dispositif) et 9 ha pour l'inventaire de l'espèce trouvée la plus importante dans l'ensemble du peuplement. La valeur de X varie selon que nous avançons vers Ouest et celle de Y plus on va vers Nord.

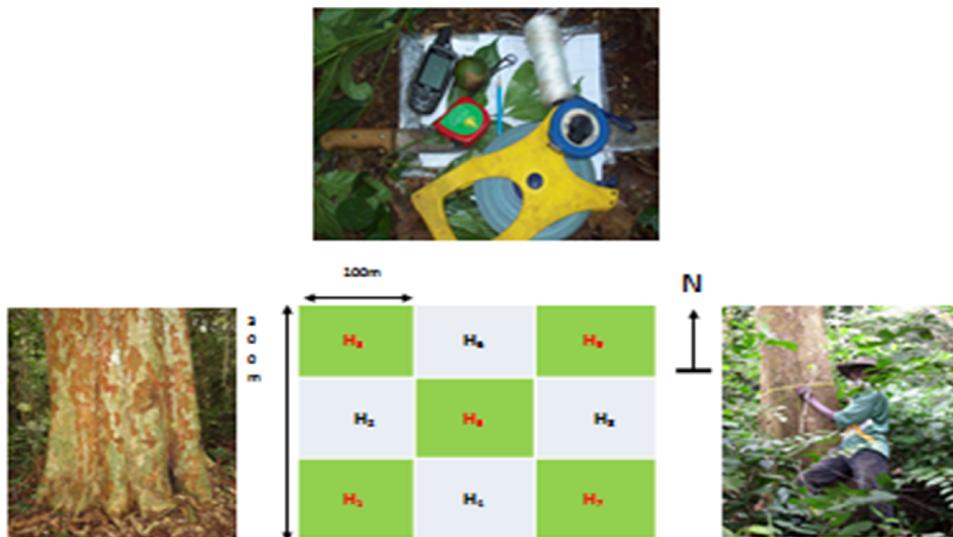


Figure 1. Equipement du travail, manière de relever la circonférence, l'espèce la plus importante enfin le dispositif de collecte des données. H= Hectare (1,....9). En vert pour l'inventaire complet.

Tableau 1. Indice de diversité de Simpson et de Shannon

Parcelles	H1	H2	H3	H4	H5
Taxa S	82	99	93	92	80
Individuels	412	419	396	378	314
Shannon H	3,791	4,171	3,885	4,038	3,957
Simpson 1-D	0,9602	0,9783	0,9669	0,9748	0,9735

Il ressort de ce tableau qu'il existe une forte diversité à l'échelle locale.

Le tableau 2 donne les résultats de la comparaison des parcelles réalisée par la méthode de Morisita-Horn

Tableau 2. Comparaison des communautés (Parcelles) par la méthode de Morisita-Horn

Parcelles	H1	H2	H3	H4	H5
H1	1	0,70724	0,68385	0,63963	0,47108
H2	0,70724	1	0,65656	0,68919	0,64888
H3	0,68385	0,65656	1	0,7877	0,66236
H4	0,63963	0,68919	0,7877	1	0,61394
H5	0,47108	0,64888	0,66236	0,61394	1

La comparaison des communautés par la méthode de Morisita-Horn révèle une différence significative à l'échelle locale (hectare).

Tableau 3. Comparaison des communautés (Parcelles) par la méthode Simpson

Parcelles	H1	H2	H3	H4	H5
H1	1	0,81707	0,73171	0,7439	0,7
H2	0,81707	1	0,74194	0,83696	0,775
H3	0,73171	0,74194	1	0,73913	0,75
H4	0,7439	0,83696	0,73913	1	0,675
H5	0,7	0,775	0,75	0,675	1

De même l'interprétation du résultat du tableau 3 nous confirme de nouveau la différence significative entre les communautés du point de vue composition floristique.

Le dendrogramme présenté à la figure 3 illustre le degré de rapprochement ou de ressemblance entre les parcelles (hectares). Il nous montre visiblement deux communautés végétales cohérentes, à faible coefficient de similarité et constituées chacune des parcelles plus ou moins rapprochées où H5 reste indépendante vis-à-vis des H3 et H4 ainsi que H2 et H1 qui sont apparemment regroupées deux à deux.

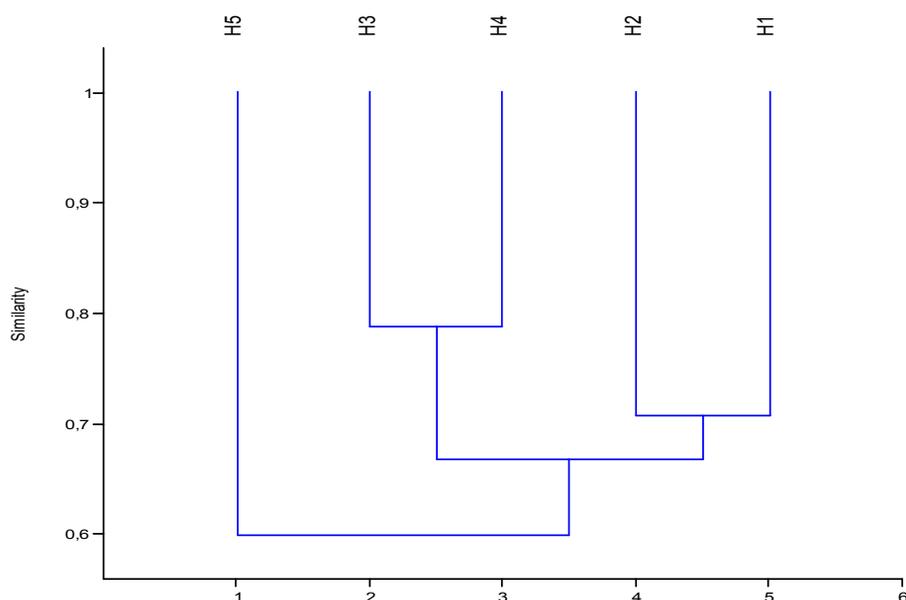


Figure 3. Dendrogramme de ressemblance entre les différentes parcelles d'inventaire en plein construit par Logiciel Past sur base des données floristiques des cinq parcelles.

Les données introduites sont la présence ou l'absence et l'indice de similarité calculé est celui de Morisita-Horn et Simpson. Les variations observées entre les parcelles s'expliquent par le relief que présente notre terrain d'étude, qui est très accidenté et montrant des grandes dénivellations et variabilités entre les parcelles ; conditionnant l'adaptabilité des communautés végétales.

3.2 ANALYSE STRUCTURALE DES PEUPEMENTS

3.2.1 DENSITÉ ET SURFACE TERRIÈRE

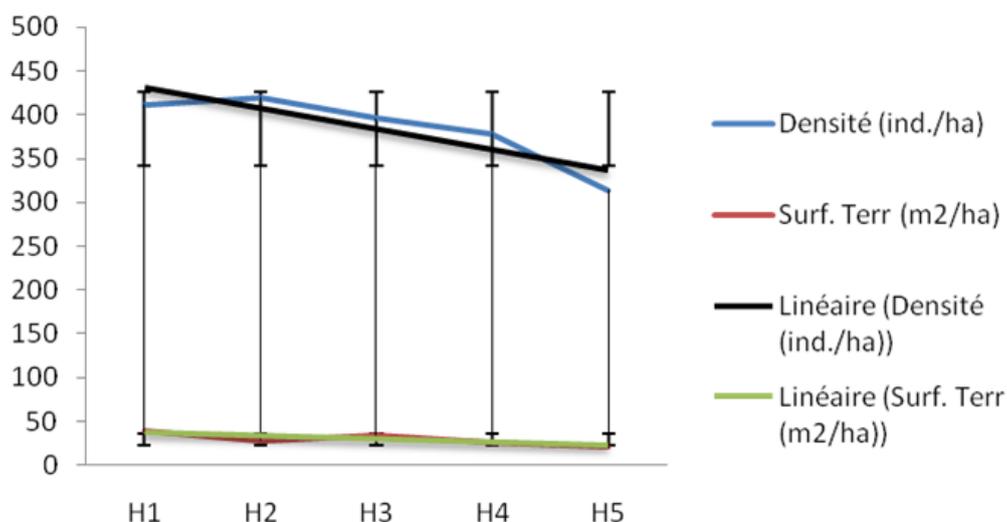


Figure 4. Densité des espèces en fonction de leur surface terrières (Légende : H1 ;... ; H5=Hectare un ;... ; Hectare cinq).

La lecture de cette figure ci-dessus montre que le nombre des tiges inventoriées par hectare corrèle avec la surface terrière. Plus la densité est élevée, plus la surface terrière est élevée. Toutefois, une petite déviation est observée dans la parcelle un et deux où la densité est rapportée par la parcelle deux, contrairement à la surface terrière qui est maximiser par la parcelle un. La parcelle cinq vient à dernière position en terme de densité et occupation du sol à 1,30 m par les troncs.

3.3 STRUCTURE DIAMÉTRIQUE

La structure diamétrique est définie ici par le nombre des tiges inventoriées par catégories de classe de diamètre pour l'ensemble de la forêt étudiée. Elle permet de déterminer l'équilibre du peuplement ainsi que, sur base du rapport DBH-hauteur, tempérament et les possibilités des recrutements des espèces [11]. Au total, 19 classes de diamètre ont été définies et montrent pour l'ensemble une répartition à courbe portant plus d'individus dans les basses classes et décroît suivant les classes suivantes. Ainsi, la structure globale du peuplement se présente comme ci-dessous :

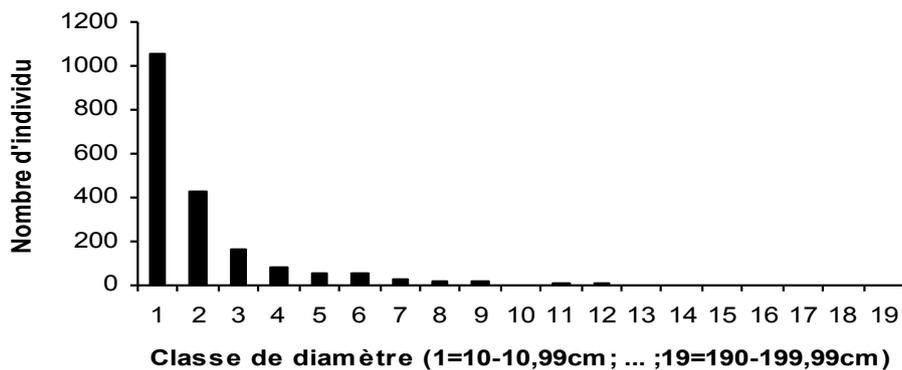


Figure 5. Structure de diamètre des tiges des arbres relevé à 1.3 m du sol : Nombre d'individus par classe de diamètre (1= [10-19,99cm [, ...]).

La classe 1, de diamètre 10-19,99 cm, se démarque en nombre d'individus (1051 tiges, soit 54% du total des tiges inventoriées). Elle est suivie de celle de 2, diamètre 20-29,99 cm (427 tiges, soit 22,5% du total de tiges). Par contre, les classes de diamètre 14, 15, 16, 17 et 18 ne renferment aucune tige. La courbe montre une allure à J inversé ; ceci implique une bonne régénération dans notre site.

Enfin de nous permettre de comparer les fréquences parcelle par parcelle et de vérifier l'hypothèse selon laquelle, au sein de la population, la fréquence des arbres est différente d'une parcelle à l'autre, le test de khi deux et les degrés de liberté ont été calculés. Le résultat obtenu nous montre qu'il y a une différence significative vis-à-vis des espèces et de l'occupation du sol dans les cinq premières parcelles.

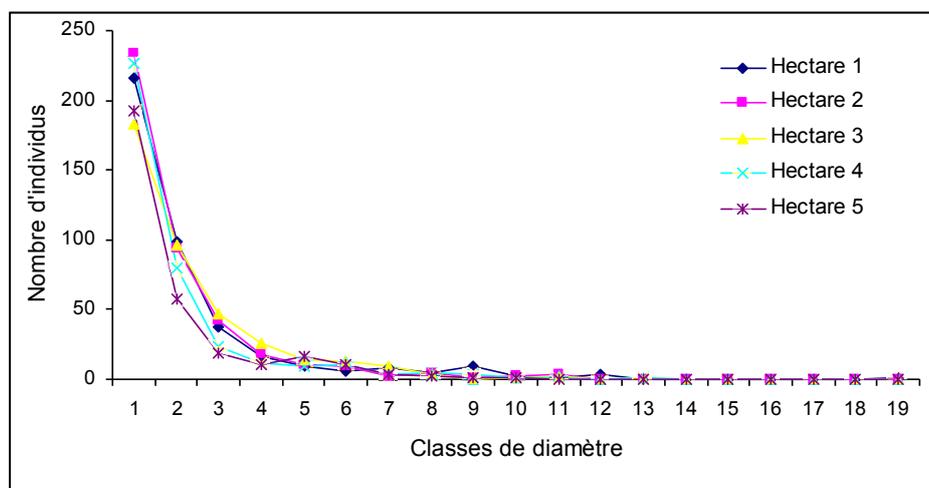


Figure 6. Structure du peuplement par hectare

La figure ci-dessus présente les structures totales de l'ensemble du peuplement pour chaque hectare d'inventaire. L'allure que nous présente la figure ci-haute est visuellement uniforme pour l'ensemble d'inventaire et représente une exponentielle, caractéristique des forêts denses humides mature [12].

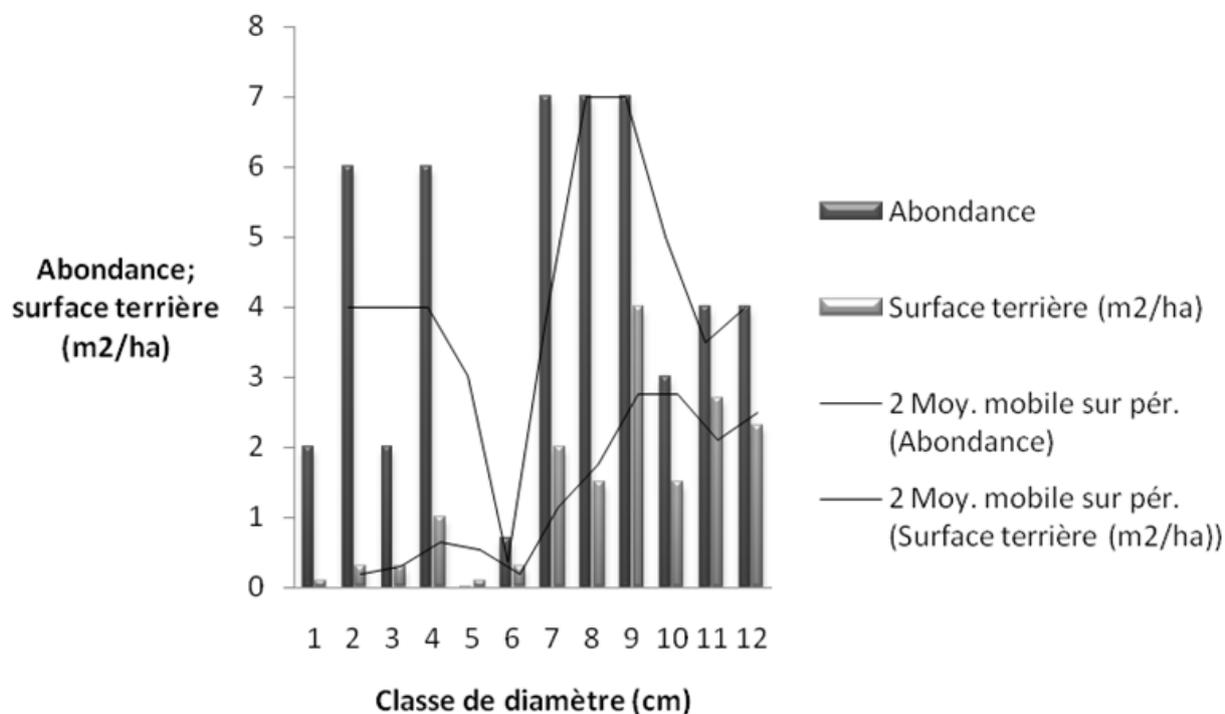


Figure 7. Structure de diamètre des pieds de *Pericopsis elata* Harms

Le nombre d'individus élevé au niveau des classes de diamètre 2, 4, 7, 8 et 9, avec un pic au niveau de la classe 7, 8 et 9 ([70-79,99 cm..., 90-99 cm [) montrant une allure de courbe en cloche. Ceci implique une faible régénération de l'espèce la plus importante de notre travail.

3.4 STRUCTURE DE LA CANOPEE (LES ETAGES)

En soumettant *Pericopsis elata* Harms, espèce la plus importante de notre site à une analyse, en utilisant la fonction K (r) de Ripley, il a été remarqué ce qui suit :

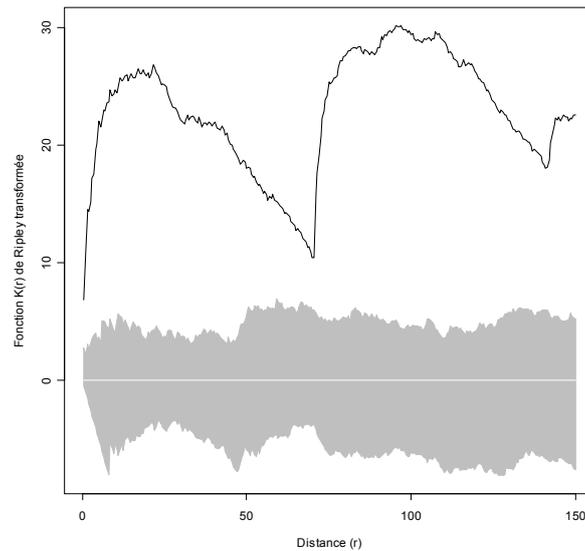


Figure 9. Caractérisation spatiale de *Pericopsis elata* (Harms)

Pericopsis elata Harms a une configuration spatiale agrégée significativement en toutes les distances de la zone étudiée. La courbe passe totalement au-dessus de l'intervalle de confiance qui est à couleur grise.

4 DISCUSSION

IMPORTANCE TAXONOMIQUE DE TAXONS

Malgré les limites de la surface d'étude, le chiffre observé chez [10] pour une surface de 1,2 ha est intéressant (410 individus, 65 genres, 87 espèces et 26 familles) ; ce qui nous pousse à dire que les facteurs de la distribution des espèces dans une forêt naturelle varient d'un milieu à l'autre, les méthodes d'inventaires, l'aire d'échantillonnage, les délimitations des formations végétales qui sont loin d'être similaires, parfois totalement différentes d'un auteur à l'autre et de la nature de ceux milieu [10].

Contrairement à [10] qui affirme l'abondance de l'espèce *Scorodophloeus zenkeri* Harms, notre recherche dans la même partie n'a pas obéi à la règle, cette espèce a été substituée par l'espèce *Microdesmis yafungana* J. Léonard. Cela se justifie par la nature du terrain ainsi que la préférence écologique des espèces. Notre site est parmi les terrains qui présentent plus d'accident, enregistrant des ondulations et des pentes, rendant la vie difficile même aux chercheurs qu'aux arbres. La majorité des dispositifs posés à Yoko par les chercheurs sont sur le plateau et terre ferme ; ce qui justifie parfois la monotonie. On considère que les éléments de structure sont le résultat de la dynamique du peuplement et des éclaircies, et que les variations des conditions locales de station peuvent induire des hétérogénéités [6].

STRUCTURE DU PEUPEMENT

Dans notre site de travail, les structures observées nous poussent à confirmer que notre site de travail se situe dans une forêt n'ayant pas connue des perturbations humaines. Selon Rollet [12], dans les forêts ombrophiles tropicales non modifiées, le nombre d'individus par classe de diamètre décroît presque significativement avec l'augmentation du diamètre des arbres. La structure du peuplement étudiée présente beaucoup d'individus dans les classes de diamètre inférieures ; ceci implique une bonne régénération des arbres dans notre site.

La surface terrière par classe de diamètre des tiges inventoriées, présente une structure qui diffère de celle de la densité des tiges par classe de diamètre. La structure varie ici en fonction de la grosseur des tiges et non du nombre des tiges par classe de diamètre.

On observe au total, 19 classes de diamètre à 1,30 m du sol allant de 10 à 199,99 cm. L'allure que nous présente la figure 6 est visuellement uniforme pour l'ensemble d'inventaire et représente une exponentielle, caractéristique des forêts denses

humides mature [12]. Une décroissance montrant un écart important entre les tiges de petites dimensions (classes 1, 2, 3 et 4) caractérise l'ensemble des sites décrivant ainsi un décalage régressif logiquement significatif au fur et à mesure que le DBH augmente, ce qui indique une bonne représentation dans le sous-bois grâce à l'abondance des individus sciaphiles. Ce qui veut dire autrement que notre site est naturelle et/ou moins perturbée par les faits anthropiques [13]

En se référant aux trois possibilités qu'offre Rite [8], les figures ci-hauts (9, 10, et 11) s'orientent de plus en plus vers les formes irrégulières et à bouquet, ce qui veut dire en d'autres termes, l'implantation des arbres dans une forêt dense naturelle est fonction d'hasard et cet hasard est fonction de mode de dissémination et des certaines particularités qu'offrent le milieu (pente, ruissèlement, Type du sol, etc.).

La fonction transformée $k(r)$ de Ripley nous a donné une lumière sur l'interprétation du type de configuration. Il ressort que l'espèce *Pericopsis elata* (Harms) est significativement agrégée. Les écartements entre deux pieds d'*Afrormosia* étaient parfois moins de cinq mètres. C'est ce qui justifie présentement son gréganisme dû à la préférence pour le milieu, l'influence de la topographie et du sol. De nombreux auteurs 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 [14], [15].

5 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Les légumineuses sont abondantes dans la forêt de Yoko. Outre la densité qui est ici représentée par l'espèce *Microdesmis yafungana*, tous les restes des paramètres quantitatifs que nous avons calculé, l'espèce *Pericopsis elata* et la famille Fabaceae ont pris la tête. Cet avantage leur est offert d'une part par la taille des individus qu'elles contiennent ; d'autre part grâce à la nouvelle classification des Angiospermes (APG). Afin de mettre en évidence ce paramètre de diversité, quelques indices ont été calculés (Shannon et Simpson), ce qui a permis de souligner que la forêt de la Yoko tout comme celle de l'ensemble de la cuvette centrale congolaise, sont d'un intérêt écologique majeur. Elle est donc reconnue tant dans le contexte régional que national, quel que soit sa perturbation par la population environnante à la recherche permanente de certaines ressources de cette forêt, sa diversité biologique est maintenue.

Quant à l'analyse structurale, le DBH des espèces inventoriées est ici inversement proportionnel à la densité des tiges. Ceci indique que dans l'ensemble, la régénération des espèces est bonne dans la forêt hétérogène de Yoko. La répartition spatiale des arbres nous a conduit à confirmer les caractères grégaires des arbres du peuplement et des certaines espèces. Ainsi, nous concluons pour dire qu'une étude structurale des peuplements forestiers hétérogènes est d'importance capitale car elle nous renseigne sur les processus naturels des arbres (croissance, régénération, démographie) ou l'action de l'humain dans l'écosystème forestier. Nous suggérons que d'autres études se poursuivent dans la même contrée et fassent l'objet d'analyses structurales des arbres en tailles, avec des outils autres que les classiques (Histogrammes, estimations des lois des distributions, corrélations). Ses analyses pourraient avoir d'intérêts pour nous compléter, la prise en compte de l'environnement et se révéler plus résilients aux aléas climatiques ou autres agressions, voir un éventuel changement climatique.

REFERENCES

- [1] K.N. Ngbolua, A. Mafoto, M. Molongo, J.P. Magbukudua, G.M. Ngemale, C.A. Masengo, K. Patrick, H. Yabuda, J. Zama, F. Veke. Evidence of new geographic localization of *Okapia johnstoni* (Giraffidae) in Republic Democratic of the Congo: The rainforest of "Nord Ubangi" district. *Journal of Advanced Botany & Zoology*. V211. DOI: 10.15297/JABZ.V211.02, 2014.
- [2] K.N. Ngbolua, G.M. Ngemale., N.F. Konzi, C.A. Masengo, Z.B. Gbolo, B.M. Bangata., T.S. Yangba, N. Gbiangbada. Utilisation de produits forestiers non ligneux à Gbadolite (Provincedu Nord-Ubangi, Province de l'Equateur, R.D. Congo): Cas de *Cola acuminata* (P.Beauv.) Schott & Endl. (Malvaceae) et de *Piper guineense* Schumach. & Thonn. (Piperaceae). *Congo Sciences* Vol. 2, no. 2, pp. 61-66, 2014.
- [3] K.N. Ngbolua., A. Mafoto, M. Molongo, G.M. Ngemale, C.A. Masengo, Z.B. Gbolo, P.T. Mpiana, G.N. Bongo. Contribution to the Inventory of "Protected Animals" Sold As Bush Meats in Some Markets of Nord Ubangi Province, Democratic Republic Of The Congo. *J. of Advanced Botany and Zoology*, V312. DOI: 10.15297/JABZ.V312.02, 2015.
- [4] J.A. Asimonyio, K. Kambale, E. Shutsha, G.N. Bongo, D.S.T. Tshibangu, P.T. Mpiana, K.N. Ngbolua. Phytoecological Study of Uma Forest (Kisangani City, Democratic Republic Of The Congo). *J. of Advanced Botany and Zoology*, V312. DOI: 10.15297/JABZ.V312.01, 2015.
- [5] S.M. Nshimba. Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts de l'île Mbiye à Kisangani, R.D.Congo. Thèse de doctorat, Fac. Sci., Université Libre de Bruxelles, 2008.

- [6] F. Goreaud and R. Pélissier. On explicit formulas of edge effect correlation for Ripley's K- function. *Journal of vegetation Science*, Vol. 10, pp. 433-438, 1999.
- [7] M.A. Ngo Bieng. Construction de modèles de structure spatiale permanente de simuler des peuplements virtuels réalistes. Thèse de doctorat, ENGREF, Centre de Nancy, 2007.
- [8] B. Rite. Analyse de la distribution spatiale d'objet dans un paysage. Fiche d'enseignement, Labo de gestion des écosystèmes (GECOS), Lansange, 2000.
- [9] FAO. Convention sur la biodiversité et résolutions relatives: Commission des Ressources Génétiques. 5ème session, Rome, 1993.
- [10] B.L. Lomba. Contribution à l'étude de la phytodiversité de Yoko (Ubundu, RD. Congo). D.E.S, Inédit, Fac. Sci., Université de Kisangani, 2007.
- [11] B. Boyemba. Diversité et régénération des essences forestières exploitées dans les forêts des environs de Kisangani (RDC), D.E.A, Inédit, Fac. Sci., Université Libre de Bruxelles, 2006.
- [12] J.-L. Doucet. L'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts centrales du Gabon. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, Gembloux, 2003.
- [13] B. Rollet. L'architecture des forêts denses humides sempervirentes de plaine. CTFT. Nogentsur Marne, France, 1974.
- [14] C. Evrard. Recherches écologiques sur le peuplement forestier des sols hydromorphes de la cuvette centrale Congolaise. *Publ. r.f.~EAC, Sér. Sc.*, Vol. 110, 295p, 1968.
- [15] I. Lebrun, G. Gilbert. Une classification écologique des forêts du Congo. *Publ. [NEAC, Série Sci. Vol. 63, 89p, 1954.*