



Répartition spatiale de *Prioria oxyphylla* (Harms) Breteler dans la Réserve Forestière de Yoko, Province de la Tshopo, République Démocratique du Congo

 Urbain MOPANGA^{1,2*},  Vivien BBIDJO^{2,3},  Dimanche YENGA⁴ &  Janvier LISINGO⁵

Article original

¹Institut Supérieur Pédagogique de Kisangani (ISP/Kisangani) RD. Congo.

² Université de Bas-Uélé, Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement, Buta, R.D. Congo.

³ Institut Supérieur Pédagogique de Bunia (ISP/Bunia), Département de Biologie-Chimie, BP 340 Bunia, R.D. Congo.

⁴ Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi (I.F.A-Yangambi), département des Eaux et forêts, B.P. 1232 Kisangani, B.P. 28 Yangambi, R.D. Congo.

⁵ Université de Kisangani, Faculté des Sciences, Département d'Ecologie et Gestion des Ressources Végétales, B.P. 2012 Kisangani, R.D. Congo.

* Auteur Correspondant :
mopangaurbain4@gmail.com

Soumission : 13 Janvier 2025
Acceptation : 19 Octobre 2025
Publication : 28 Novembre 2025



Creative Commons Attribution 4.0 International

RESUME

Dans l'objectif de contribuer à la gestion durable des écosystèmes forestiers de la cuvette centrale congolaise, la répartition spatiale de *Prioria oxyphylla* dans les forêts semi-caducifoliées de Yoko a été étudiée. Les structures (densité, surface terrière, structure diamétrique) de tous les individus de *P. oxyphylla* à DHP ≥ 10 cm ont été caractérisées et leur distribution spatiale comparée dans des placettes d'un hectare chacune, dont 10 placettes pour l'analyse à petite échelle et 200 pour l'analyse à grande échelle. La fonction K de Ripley a été utilisée pour analyser la répartition spatiale. Les résultats indiquent une densité moyenne de 5,47 tiges par hectare et une surface terrière moyenne de 1,36 m²/ha. La structure diamétrique est typique des forêts naturelles, en forme de J inversé, où l'effectif des individus diminue avec l'augmentation des classes de diamètre. La distribution spatiale de *P. oxyphylla* varie en fonction des échelles d'investigation ; elle est aléatoire à petite échelle et devient agrégée à grande échelle. L'espèce s'est installée en population dense sur les sols à faibles altitudes et se développe préférentiellement sur les plateaux (0-10 % de pente). L'abondance de ses individus varie significativement avec l'altitude ($P < 0,05$, $R^2 = 0,178$).

Mots clés : Répartition spatiale, *Prioria oxyphylla*, Yoko, République Démocratique du Congo.

ABSTRACT

With the aim of contributing to the sustainable management of forest ecosystems in the central Congolese basin, the spatial distribution of *Prioria oxyphylla* in the semi-deciduous forests of Yoko was studied. We characterised the structures (density, basal area, diameter structure) of all *P. oxyphylla* individuals with DBH ≥ 10 cm and compared their spatial distribution in plots of one hectare each, including 10 plots for the small-scale analysis and 200 for the large-scale analysis. The results indicate an average density of 5.47 stems per hectare and an average basal area of 1.36 m²/ha. The diameter structure is typical of natural forests, in the form of an inverted J, where the number of individuals decreases as the diameter classes increase. The spatial distribution of *P. oxyphylla* varies according to the scale of investigation; it is random on a small scale and becomes aggregated on a large scale. The species has established itself in dense populations on soils at low altitudes and develops preferentially on plateaus (0-10% slope). The abundance of individuals varies significantly with altitude ($P < 0, 05$, $R^2 = 0,178$).

Key words: Spatial distribution, *Prioria oxyphylla*, Yoko, Democratic Republic of Congo.

INTRODUCTION

Parmi les caractéristiques écologiques d'une espèce, la répartition spatiale de ses individus occupe une place particulière. Elle est le résultat des interactions de l'espèce avec son environnement abiotique (préférence édaphique, adaptation à différentes intensités lumineuses) et biotique (compétition interspécifique, prédation et dissémination par les animaux, les insectes, l'eau, le vent, etc.). La répartition spatiale des individus peut conditionner la manière dont l'espèce utilise les ressources du milieu (compétition intraspécifique), mais aussi la manière dont elle est elle-même utilisée comme ressource (Traissac, 2003 ; Kumba, 2015). Le type de répartition spatiale des arbres matures occupe une place essentielle dans l'ensemble des processus de reproduction de l'espèce (Dale, 1999). Le fonctionnement d'un écosystème forestier dépend fortement de sa structure spatiale et, au

sein de celui-ci, la croissance d'un individu est fortement influencée par les interactions entre cet individu et les autres éléments de l'écosystème (Begon *et al.*, 1990 ; Wulder *et al.*, 2004). La structure spatiale détermine l'environnement local autour de chaque arbre et influence les processus de croissance, de mortalité et de régénération. Inversement, les processus naturels ou les actions anthropiques peuvent modifier la structure spatiale du peuplement qui se trouve alors dans un cycle de rétroaction (Goreaud, 2003 ; Kumba, 2015). Plusieurs travaux ont montré que l'analyse de la structure spatiale pouvait servir à décrire les peuplements forestiers et à jeter les bases de l'étude de leur dynamique (Paluch & Bartkowicz, 2004). La caractérisation de la structure spatiale des espèces en forêts hétérogènes peut améliorer les connaissances sur ces milieux et la compréhension des

processus écologiques qui y interviennent (Mitchell, 2005). Elle éclaire les interactions écologiques et guide le gestionnaire vers une exploitation forestière durable. *Prioria oxyphylla* (Harms) Breteler est une espèce d'arbre centro-guinéo-congolaise (Doucet, 2003 ; Sepulchre et al., 2008 ; Bbidjo et al., 2024), brièvement caducifoliée (Meunier et al., 2015) et de tempérament semi-héliophile (Doucet, 2003 ; Shaumba, 2009 ; Bbidjo et al., 2024) ou tolérant à l'ombre (Meunier et al., 2015). Cet arbre qui présente un grand intérêt pour le marché international du bois d'œuvre, connaît un déclin de sa population naturelle en raison d'une exploitation intensive et de la destruction de son habitat (Cobbinah et al., 2011 ; Lemmens, 2011 ; Vanden et al., 2019 ; Bbidjo et al., 2024). Par ailleurs, peu de travaux de recherche ont été réalisés sur l'espèce, en dépit de son importance

économique. Les connaissances sur son écologie et son système de reproduction demeurent fragmentaires (Batsielili, 2008 ; Bbidjo et al., 2024), ce qui constitue un défi majeur pour sa gestion durable (Sepulchre et al., 2008). La présente étude vise à évaluer la structure spatiale de *P. oxyphylla* et de comparer sa distribution à différentes échelles dans la Réserve Forestière de Yoko.

MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude

Le dispositif expérimental de cette recherche a été installé dans une forêt dense humide semi-caducifoliée localisée dans la Réserve Forestière de Yoko à 32 km au Sud-Est de la ville de Kisangani en Territoire d'Ubandu (Figure 1), entre 0° 15' et 0° 20' N, 25° 14' et 25° 20' E.

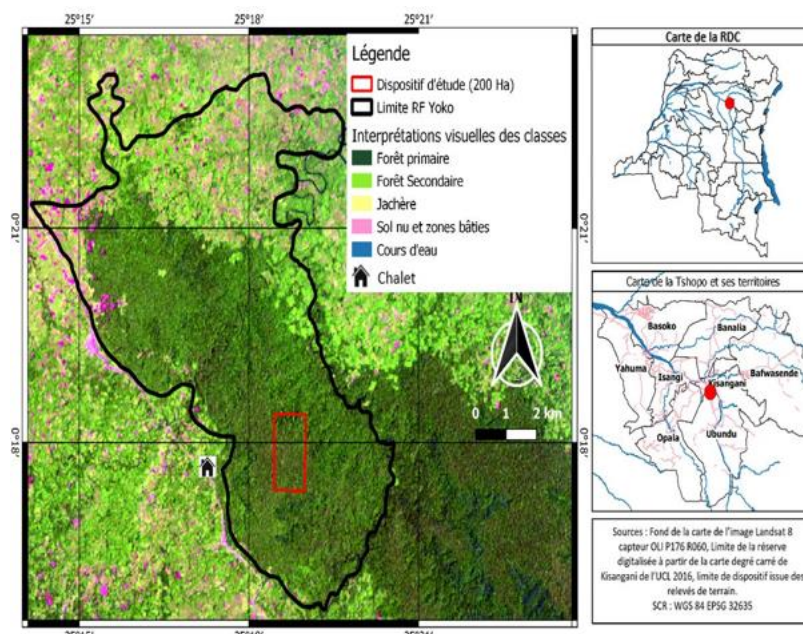


Figure 1. Localisation géographique de la Réserve Forestière de Yoko par rapport à la ville de Kisangani dans la Province de la Tshopo (Bbidjo et al., in review).

Le climat est du type Af, selon la classification de Köppen (1936), caractérisé par une température moyenne de 25°C et des précipitations annuelles moyennes de 1750 mm (Ndamiyeh et al., 2020). Le sol, considéré comme ferralsol, est acide (pH < 6), fortement altéré et à forte teneur en sable avec dominance de quartz, et une faible teneur en argile kaolinique et en oxyde de fer hydraté (WRB, 2014). La Réserve Forestière de Yoko fait partie de la région phytogéographique Guinéo-Congolaise (White, 1983). Elle est couverte, dans sa partie nord, par des forêts sempervirentes monodominantes à *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild.) J. Léonard et, dans sa partie sud, par des forêts semi-caducifoliées et mixtes à *Scorodophloeus zenkeri* Harms (Lebrun & Gilbert, 1954).

Méthode d'échantillonnage

Tous les individus de *P. oxyphylla* à DHP ≥ 10 cm ont été répertoriés, géolocalisés et cartographiés dans une parcelle de 200 ha. La délimitation de la parcelle et la localisation des arbres ont été effectuées selon la méthode développée par Picard & Gourlet-Fleury (2008). La parcelle a été délimitée par des layons rectilignes, espacés

de 100 m, orientés vers le Nord (y) et par de petites percées orientées vers l'Est (x). Cela a permis de mettre en place 200 carrés de 1 ha chacun. La méthode de layonnage a été utilisée pour l'inventaire des individus en prenant leurs coordonnées x, y. Comme dans chaque layon, l'axe des y va jusqu'à 2 000 m et l'axe des x jusqu'à 50 m, l'équipe d'inventaire a délimité la zone parcourue à 12,5 m, en faisant des virées successives allant de l'Ouest vers l'Est (dans l'axe des x) et du Sud vers le Nord (dans l'axe des y) (Figure 2), afin de ne laisser aucun pied à DHP ≥ 10 cm de cette espèce. Un numéro a été attribué à chaque individu inventorié pour éviter de les inventorier plus d'une fois. Ces coordonnées (x, y) sont obtenues selon la méthode classique, à l'aide d'une boussole et d'un décamètre. Elles fournissent directement les coordonnées cartésiennes de chaque arbre et garantissent que l'erreur de positionnement est aléatoire (Picard & Gourlet-Fleury, 2008). Etant donné que, dans l'axe des x, les layons sont équidistants de 50 m, toutes les valeurs des x sont corrigées au bureau, à partir du deuxième layon jusqu'au dernier, en ajoutant chaque fois 50 m, en fonction de nombre de layons parcourus, afin d'obtenir la valeur

définitive de x de chaque individu inventorié.

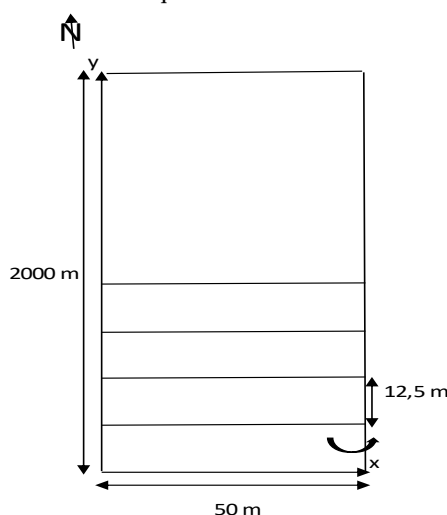


Figure 2. Schéma illustrant la procédure de l'inventaire dans les différents layons

Analyse statistique de données

Le calcul du diamètre a été effectué pour les individus dont la circonférence a été mesurée lors de l'inventaire. Le diamètre a été calculé par la relation suivante :

$$D = \frac{C}{\pi}, \text{ où } D = \text{diamètre}, C = \text{Circonférence et } \pi = 3,14$$

La surface terrière a été calculée par la formule :

$$ST = \frac{\pi D^2}{4}, \text{ où } D = \text{diamètre à 1,30 m du sol}, \pi = 3,14$$

La répartition spatiale a été caractérisée par la méthode de K Ripley (1977), car elle permet d'examiner le degré d'indépendance spatiale entre les différents groupes d'individus (Traissac, 2003). L'interprétation graphique de cette dernière est facilitée par la fonction K(r) transformée ou L(r), dont l'équation est :

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

Si $L(r) = 0$ à toutes les distances de r et la courbe L(r) reste dans l'intervalle de confiance, la répartition est aléatoire ; $L(r) > 0$ et la courbe se situe au-dessus de l'intervalle de confiance, la répartition est agrégée et si $L(r) < 0$ et la courbe est en dessous de l'intervalle de confiance, la répartition est régulière. La méthode d'analyse spectrale (Muggleston & Renshaw, 1996) a été utilisée pour évaluer les effets des facteurs environnementaux, notamment la pente et l'altitude, sur la répartition spatiale. La cartographie des positions des individus de *P. oxyphylla* dans les 200 ha du bloc Nord a servi à cet effet. Tous les individus inventoriés ont été positionnés sur un raster de modèle numérique de terrain (Harms et al., 2001; Hardy, 2009 ; Boyemba, 2011).

RESULTATS

Analyse quantitative des données de l'inventaire forestier

L'inventaire réalisé dans le bloc Nord du dispositif permanent de la Réserve Forestière de Yoko a permis de recenser au total : 1 094 individus à dhp $\geq$ cm. Cela

correspond à une densité moyenne de 5,47 tiges par hectare. La surface terrière moyenne est de 1,36m²/ha.

Structure diamétrique

Le nombre d'individus de *Prioria oxyphylla* diminue avec l'augmentation des classes de diamètre, montrant une allure de J inversé, avec toutefois un léger décalage au niveau des 6^{ème} et 7^{ème} classes. La classe 10-20cm enregistre l'effectif le plus élevé d'individus (Figure 3).

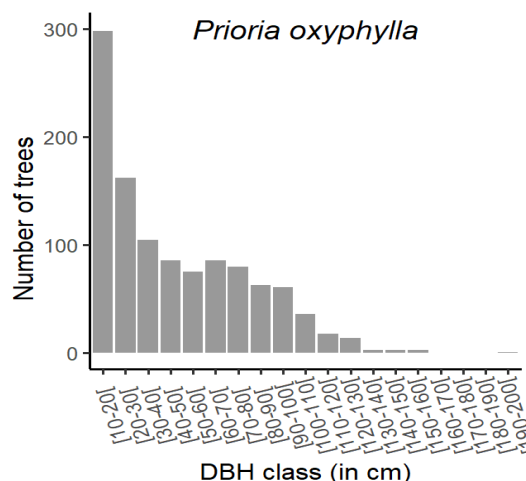


Figure 3. Structure diamétrique de *Prioria oxyphylla* dans la Réserve Forestière de Yoko

Répartition spatiale

Répartition spatiale à petites échelles

L'analyse des modèles spatiaux de *Prioria oxyphylla* effectuée sur 10 hectares a révélé un modèle aléatoire (Figure 4). En effet, la courbe de Ripley transformée passe à l'intérieur de la zone de confiance.

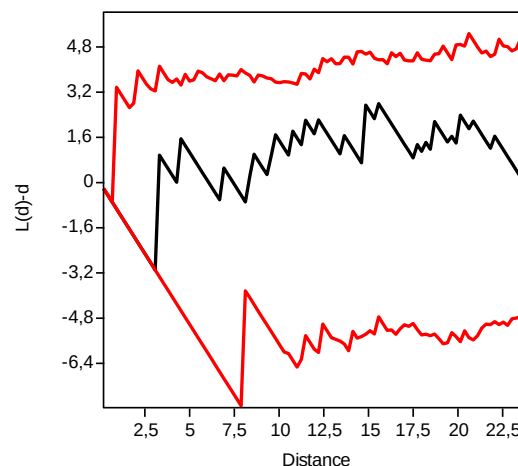


Figure 4. Répartition spatiale de *P. oxyphylla* à petites échelles dans la Réserve Forestière de Yoko

Répartition spatiale à grandes échelles

La structure spatiale de *P. oxyphylla* analysée sur 200 hectares montre un modèle agrégé (Figure 5). La courbe se situe au-dessus de l'intervalle de confiance.

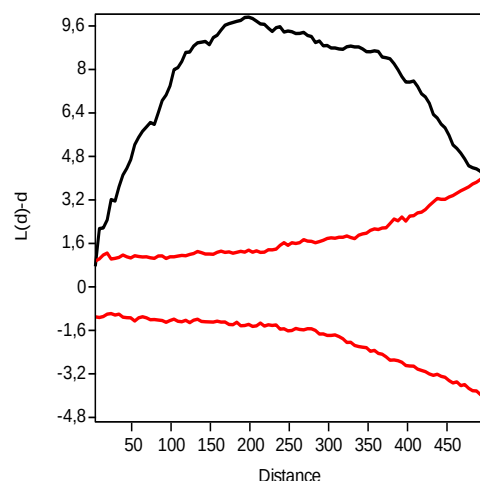


Figure 5. Répartition spatiale de *P. oxyphylla* à grandes échelles dans la Réserve Forestière de Yoko

Influence des facteurs environnementaux sur la

répartition spatiale de *P. oxyphylla*

a. Position des individus en fonction de l'altitude et de la pente

Le nuage de points représentant les individus de *Prioria oxyphylla* à dhp ≥ 10 cm inventoriés sur une superficie de 200 ha a été superposé à un fonds topographique d'une image ASTER de 30 m de résolution, donnant l'altitude de chaque arbre présent dans la parcelle (**Figure 6**), où l'altitude varie de 410 à 480 m. La figure indique une densité plus élevée des individus entre 460 et 480 m d'altitude qu'en dessous de 460 m. On observe une quasi-absence de pieds de *Prioria oxyphylla* dans les plus basses altitudes (440 m), correspondant aux bas-fonds ou aux terrasses alluviales. La pente semble également affecter la répartition spatiale des individus de *Prioria oxyphylla* (**Figure 7**). Les zones à faibles pentes (0 - 10 %) renferment une densité plus élevée d'individus, correspondant aux plateaux, tandis que les terrains de 30 % de pente ne renferment pas d'individus.

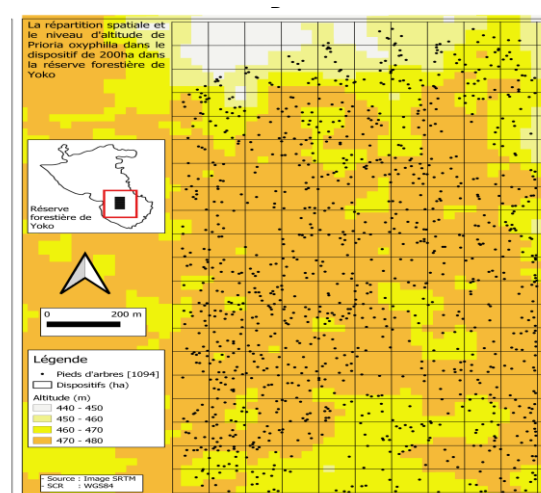


Figure 6. Localisation des individus de *Prioria oxyphylla* à dhp ≥ 10 cm dans la parcelle de 200 ha sur un fond topographique (altitudes). Source image de fond : SRTM (MNT30)

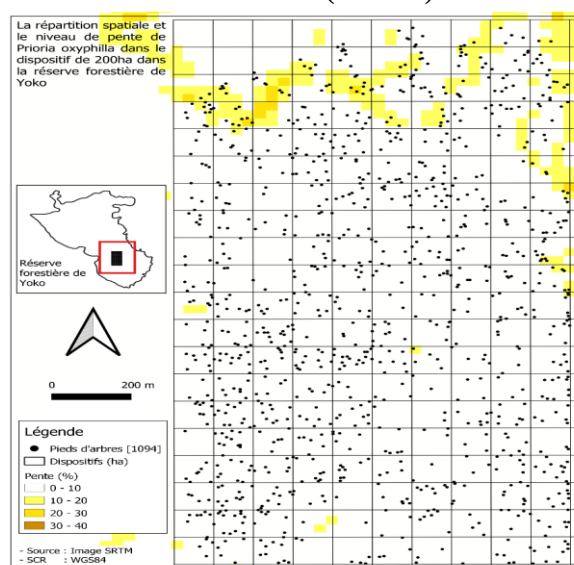


Figure 7. Localisation des individus de *P. oxyphylla* à dhp ≥ 10 cm, dans la parcelle de 200 ha sur un fond topographique en pentes. Source image de fond : SRTM (MNT30).

b.Abondance de *P. oxyphylla* par rapport à l'hétérogénéité des facteurs environnementaux

La sélection des paramètres pertinents a révélé que l'abondance des individus de *P. oxyphylla* varie significativement avec l'altitude ($P < 0,05$, $R^2 = 0,178$). Les autres paramètres (distance par rapport aux cours d'eau, pente, proportion de sable, de limon ou d'argile dans le sol) n'ont pas eu d'effet significatif sur l'abondance des individus de cette espèce dans la Réserve

Forestière de Yoko (figure 8). Les paramètres pertinents ont été sélectionnés en fonction de l'AIC. Le modèle initial (avec tous les paramètres) avait un AIC de 112,06, tandis que le modèle final avait un AIC de 106,14 (**Tableau 1**). Le modèle final peut être représenté par l'équation suivante : $A = \beta_0 + \beta_1 E$; $A = -32,2308 + 0,07222E$. Avec A : abondance des individus et E : altitude en m.

Tableau 1. Résultats de la régression binomiale négative

	Estimate	Std. Error	z value	P
Intercept	-32.2308	16.46108	-1.958	Ns
Altitude (E)	0.07222	0.03509	2.058	*

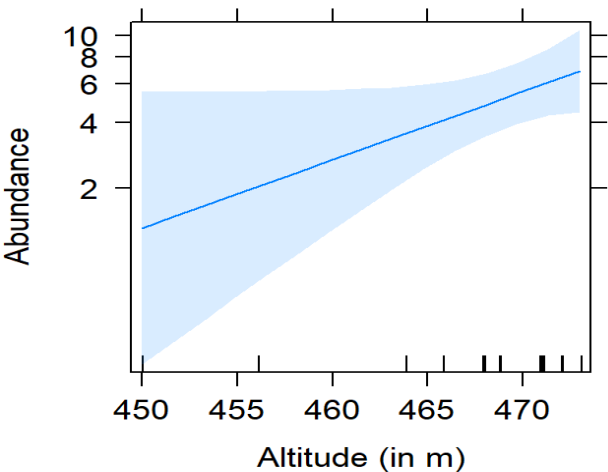


Figure 8. Régression binomiale négative de l'abondance des individus de *Prioria oxyphylla* et l'altitude.

DISCUSSION

Densité de la population de *Prioria oxyphylla*

L'étude a révélé une densité moyenne de 5,47 tiges par hectare de *Prioria oxyphylla* à $d_{hp} \geq 10$ cm, couvrant une surface terrière de 1,36 m²/ha. Ces résultats ne sont pas loin de ceux obtenus par Shaumba (2009) pour la même espèce et dans le même site où il avait trouvé une densité moyenne de 3,58 tiges par hectare et une surface terrière de 4,01 m²/ha. L'accroissement de la densité moyenne observé serait dû au recrutement important d'individus. En revanche, la régression de la surface terrière serait due au chablis et à la mort naturelle des arbres.

Distribution des tiges de *Prioria oxyphylla* par classes de diamètre

Prioria oxyphylla présente une structure diamétrique typique des forêts naturelles, en forme de J inversé, où l'effectif d'individus diminue avec l'augmentation des classes de diamètre (Ibanda, 2012). Cette structure traduit la mise en place d'une régénération soutenue (Rollet, 1974 et Boyemba, 2011), et favorise la reconstitution des forêts. Shaumba (2009) a observé une courbe en forme de S étiré pour *P. oxyphylla* à Yoko. Lomba (2007) et Shaumba (op. cit.) attribuent le faible nombre d'individus dans les classes de diamètre supérieures à la chute naturelle des arbres adultes.

Répartition spatiale de *Prioria oxyphylla*

A petite échelle, *P. oxyphylla* présente une distribution

aléatoire, mais à grande échelle, elle change de configuration spatiale (agrégée). Ceci peut s'expliquer par le mode de dissémination des diaspores de cette espèce, qui est reconnue anémochore. Shaumba (2009) l'a également observé pour la même espèce à Yoko.

Influence des facteurs environnementaux sur la répartition spatiale de *P. oxyphylla*

Position des individus en fonction de l'altitude et de la pente

Les résultats obtenus montrent que *Prioria oxyphylla* s'est installé en population dense sur les sols à faibles altitudes de la parcelle étudiée. Cette espèce se développe préférentiellement sur les plateaux (0-10 % de pente). De nombreuses études ont rapporté la relation entre la répartition d'une espèce et la topographie dans les régions tropicales, montrant l'importance relative de la topographie (plateau, versant, bas-fond ou terrasse alluviale) dans la structuration des espèces forestières (Plotkin et al., 2002 ; Bunyavejchewin et al., 2003 ; Tuomisto et al., 2003 ; Hall et al., 2004 ; Jones et al., 2006 ; Boyemba, 2011). Boyemba (2011) a étudié la relation entre la densité de *P. elata* et la topographie (altitude et pente) d'une parcelle de 250 ha à Yoko. Il a indiqué que la répartition spatiale de cette espèce en termes de densités locales est corrélée à l'altitude et à la pente, et a conclu que le type de sol semble être lié à l'altitude et à la pente.

Abondance de *P. oxyphylla* par rapport à

l'hétérogénéité relative aux facteurs environnementaux

Les résultats obtenus montrent que l'abondance des individus de *P. oxyphylla* varie significativement avec l'altitude ($P < 0,05$, $R^2 = 0,178$). Nestor et al., (2021) ont étudié la répartition spatiale des espèces d'arbres exigeant la lumière dans la forêt tropicale de Yangambi. Ces auteurs ont conclu que l'altitude est de loin la variable la plus importante (93,97 % de la variance expliquée par les variables environnementales). En ce qui concerne les espèces, les variables environnementales n'expliquent que 8,47 % de la variation totale dans l'ordination des espèces et l'altitude est également la variable la plus importante (90,25 % de la variance expliquée par les variables environnementales).

CONCLUSION

La présente étude a permis d'évaluer la structure spatiale de *P. oxyphylla* et de comparer sa distribution à différentes échelles dans la Réserve Forestière de Yoko. *P. oxyphylla* présente une structure diamétrique typique des forêts naturelles, traduisant ainsi la mise en place d'une régénération soutenue et favorisant la reconstitution des forêts. La répartition spatiale de cette espèce varie en fonction de l'échelle d'investigation, aléatoire à petites échelles (10 ha) et agrégée à grandes échelles (200 ha). L'espèce s'est installée en population dense sur les sols à faibles altitudes et se développe préférentiellement sur les plateaux (0-10 % de pente). L'abondance de ses individus varie significativement avec l'altitude ($P < 0,05$, $R^2 = 0,178$). Ces résultats constituent une base d'informations sur l'écologie de *P. oxyphylla* et sa répartition spatiale dans la cuvette centrale congolaise.

REFERENCES

- Barot S., Gignoux J., Menaut J.C. - 1999a: Demography of a savanna palm tree: predictions from comprehensive spatial pattern analyses. *Ecology*, **80** (6) : 1987-2005.
- Batsielili, B.A., 2008. Phénologie et régénération des espèces ligneuses arborées en forêt tropicale humide : cas d'Afromosia (*Pericopsis elata*) et Tola (*Prioria balsamifera*) en RDC. Mémoire de stage de fin de cycle, Agro Paris Tech-ENGREF, Montpellier, 54 p.
- Bbidjo V., Mande C., Mbayu F., Katusi R., Lisingo J., 2024. *Prioria balsamifera* (Vermoesen) Breteler et *Prioria oxyphylla* (Harms) Breteler : traits d'histoire de vie et perspectives pour des recherches futures. *Bois et Forêts des Tropiques*, **359** : 85-95.
- Begon M., Harper J.C & Towsurd C.R. (1990). Ecology: individual's populations and communities (3^e édition). Blackwell Science, Oxford, 1068 p.
- Boyemba B. (2011). Ecologie de *Pericopsis elata* (Harms) Van Meeuwen (Fabaceae), arbre de forêt tropicale africaine à répartition agrégée. Thèse de doctorat, ULB, Bruxelles, 181 p.
- Bunyavejchewin S., LaFrankie J.V., Baker P.J., Kanzaki M., Ashton P.S. & Yamakura T., 2003. Spatial distribution patterns of the dominant canopy dispterocarp species in a seasonal dry evergreen forest in western Thailand. *Forest Ecology and Management* **175**: 87-101.
- Cobbina J. R., Obeng E. A., 2011. *Prioria balsamifera* (Vermoesen) Breteler. In: PROTA4U. Lemmens R. H. M. J., Louppe D., Oteng Amoako A. A. (eds.). <https://www.prota4u.org/> communities (3^e édition). Blackwell Science, Oxford, 1068 p. d'Afrique Centrale (COMIFAC), 265p.
- Dale M.R.T. (1999). Spatial pattern analysis in plant ecology. Cambridge University Press, Cambridge, 326 p.
- Delvaux J. - 1981 : Différenciation sociale. *J. For. Suisse*, **132**(9) : 733-749.
- Doucet J.-L., 2003. L'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 390p.
- Goreaud F. & Pélissier R. (2003). Avoiding misinterpretation of biotic interactions with the intertype K12-function: population independence vs. random labeling hypotheses. *Journal of Vegetation Science*, **14** : 681-692.
- Ibanga B., 2012. Etude écologique des forêts semi-caducifoliées à *Gilletiodendron kisantuense* (Vermoesen ex De Wild.) J. Léonard dans la Réserve Forestière de Yoko (Ubundu, R.D. Congo), 54 p + annexes.
- Jones M.M., Tuomisto H., Clark D.B. & Olivas P., 2006. Effects of mesoscale environmental heterogeneity and dispersal limitation on floristic variation in rain forest ferns. *Journal of Ecology* **94**(1): 181-195.
- Journal of Vegetation Science, 14, 681-692. Hall J.S., McKenna J.J., Ashton P.M.S. & Grégoire T.G., 2004. Habitat characterizations underestimate the role of edaphic factors controlling the distribution of *Entandrophragma*. *Ecological Society of America, Ecology* **85**(8) : 2171-2183.
- Köppen W., 1936. In: Köppen W. & Geiger R. (Eds). Das geographische system der klimate. Handbuch der klimatologie, Berlin.
- Kumba Lubemba Sylvain (2015). Ecologie spatiale des espèces arborescentes de la Réserve Forestière de Yoko : structure spatiale et mise en évidence des facteurs écologiques responsables (Thèse de doctorat), Université Libre de Bruxelles, 175 pages.
- Lebrun J.-P. & Gilbert G., 1954. Une classification écologique des forêts du Congo. Bruxelles, Belgique, Publications de l'INEAC, Série scientifique, n° 63, 89 p.
- Lemmens R. H. M. J., 2011. *Prioria oxyphylla* (Harms) Breteler. In : PROTA4U. Lemmens R. H. M. J., Louppe D., Oteng-Amoako A. A. (eds.). <https://www.prota4u.org/>
- Lomba B. L., 2007. Contribution à l'étude de la phytodiversité de la Réserve forestière de Yoko (Ubundu, R.D. Congo), Mémoire de D.E.S, UNIKIS, 60 p.
- Meunier Q., Moumbogou C., Doucet J.-L., 2015. Les arbres utiles du Gabon. Les Presses Agronomiques

- de Gembloux, Gembloux, Belgique, 340 p.
<http://hdl.handle.net/2268/183815>.
- Mitchell A. (2005). The ESRI Guide to GIS Analysis. Volume 2, ESRI Press, USA.
- Ndamiyehe J. B. et al., 2020. Quantifier les dimensions des houppiers à l'aide d'images aériennes à haute résolution pour estimer l' accroissement diamétrique des arbres dans les forêts d'Afrique centrale. *Bois et Forêts des Tropiques*, **343**, 67–81, <https://doi.org/10.19182/bft2020.343.a31848>.
- Paluch J.G. & Bartkowicz L.E. (2004). Spatial interactions between Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), common oak (*Quercus robur* L.) and silver birch (*Betula pendula* Roth.) as investigated in stratified stands in mesotrophic site conditions. *Forest Ecology and Management*, **192**, 229-240.
- Picard N. & Gourlet-Fleury S., 2008. Manuel de référence pour l'installation de dispositifs permanents en forêt de production dans le Bassin du Congo. CIRAD, Département Environnement et Société, UPR Dynamique des forêts naturelles, Montpellier, France, 265p.
- Plotkin J.B., Chave J. & Ashton P.S., 2002. Cluster Analysis of Spatial Patterns in Malaysian Tree Species. *American Naturalist*, **160**: 629-644.
- Ripley B.D. (1977). Spectral analysis and the analysis of pattern in plant communities. *Journal of Ecology*, **66** : 965-981.
- Rollet B., 1974. L'architecture des forêts denses humides sempervirentes de plaine. CTFT, France, 298 p.
- Sepulchre F., Dainou K. et Doucet J.-L., 2008. Etude de la vulnérabilité de 18 essences ligneuses commerciales d'Afrique centrale reprises sur la liste rouge IUCN. Nature+, ATIBT et Gembloux Agro-Bio-Tech., 51p.
- Shaumba K., 2009. Analyse de la régénération et de la répartition spatiale des Fabaceae-Caesalpinioideae dans la forêt de Yoko (Kisangani, R.D. Congo) : cas de *Prioria balsamifera* J. Leonard, *Prioria oxyphylla* (Vermoesen) Breteler et *Scorodophloeus zenkeri* (Harms).
- Traissac M.S. (2003). Dynamique spatiale de *Vouacapoua americana* (Aublet), arbre de forêt tropicale humide à répartition agrégée. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard-Lyon 1, France.
- Tuomisto H., Ruokolainen K., Aguilar M. & Sarmiento A. (2003) Floristic patterns along a 43-km long transect in an Amazonian rain forest. *Journal of Ecology*, **91**: 743-756.
- Vanden Abeele S., Hardy O. J., Beeckman H., Angoboy I. B., Janssens S., 2019. Genetic markers for species conservation and timber tracking: development of microsatellite primers for the tropical african tree species *Prioria balsamifera* and *Prioria oxyphylla*. *Forests*, **10**(1037): 1-13. <https://doi.org/10.3390/f10111037>.
- White F., 1983. The vegetation of Africa. A descriptive mémoire to accompany the Unesco/AETFAT/UNSO vegetation map of Africa. UNESCO, 356 p.
- Wulder M.A., Nieman K.O. & Nelson T. (2004). Comparison of airborne and satellite high resolution data for identification of individual trees with local maxima filtering. *International Journal Remote Sensing*, **25**, 2225-2232.