



Répartition spatiale de *Cola millenii* K. Schum., *Dialium guineense* Wild. et *Azelia africana* Smith ex Pers. dans les forêts secondaires du Sud Bénin (Afrique de l'Ouest)

Sunday Berlioz KAKPO^{1,2*}, Donald R. YEHOUENOU TESSI^{1,2},
Alain Jaures GBETOHO¹, Augustin K. N. AOUDJI¹ et Jean C. GANGLO¹

¹ Laboratoire des Sciences Forestières, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi. BP: 1493 Calavi, Bénin; E-mail: labosciencesforestieres@gmail.com

² SOS Biodiversity, 04BP1005 Cotonou, Bénin; E-mail: sosbiodiversitybenin@gmail.com

*Auteur correspondant, E-mail : kakposunday@yahoo.fr, Tel : 97123391

RESUME

Les écosystèmes forestiers sont extrêmement précieux et utiles pour l'humanité toute entière. Dans l'objectif de contribuer à la gestion durable des forêts reliques du Sud Bénin, la répartition spatiale de *Cola millenii*, *Dialium guineense* et *Azelia africana* dans les forêts secondaires de Bonou et d'Itchède a été étudiée. Le dispositif d'échantillonnage est de type systématique à maille carrée de 100 m x 100 m. Les unités d'inventaires sont des plateaux carrés de 0,25 ha. Pour chaque espèce, la densité relative de voisinage (Ω) a été calculée. Les principaux résultats de notre étude indiquent que les populations de *Cola millenii* et de *Dialium guineense* dans un rayon de 10 m autour des points repères ont une répartition agrégative. Au-delà des 10 m plus précisément entre 10 m et 30 m, cette répartition devient progressivement dispersée. Cela est constaté dans les deux forêts. Par contre, *Azelia africana* observé dans la forêt d'Itchède a une répartition spatiale relativement dispersée dans un rayon de 30 m alors que dans la forêt de Bonou, la répartition spatiale est agrégative dans un rayon de 10 m puis relativement dispersée au-delà. Une telle étude constitue un préalable fondamental à l'élaboration de stratégies de restauration et de gestion durable des forêts à *Cola millenii*, *Dialium guineense* et *Azelia africana*.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: *Cola millenii*, *Dialium guineense*, *Azelia africana*, densité relative de voisinage.

Spatial pattern of *Cola millenii* K. Schum., *Dialium guineense* Wild. and *Azelia africana* Smith ex Pers. in secondary forests of South Benin (West Africa)

ABSTRACT

The forest ecosystems are invaluable and useful for whole humanity. This study aimed at contributing to sustainable management of the secondary forests in South of Benin. So spatial pattern of *Cola millenii*, *Dialium guineense* and *Azelia africana* was studied in Bonou and Itchède reserves. Data were collected by

means of systematic square sampling (100 m X 100 m) on 0.25 ha square plots. The spatial pattern of *Cola millenii*, *Dialium guineense* and *Azelia africana* are examined based on the average density of conspecific trees in circular neighborhoods around (relative neighborhood density). From results, *Cola millenii* and *Dialium guineense* populations are in a 10 m radius around bench marks are clumped distribution. Beyond 10 m more precisely between 10 m and 30 m, this distribution becomes gradually dispersed. This is found in both forests. Unlike, *Azelia africana* which observed in the Itchède's forest are relatively dispersed spatial distribution within 30 m, whereas in the Bonou's forest of which space is aggregative in a 10 m radius and relatively dispersed beyond. Such study is essential to develop strategies for the restoration and sustainable management of forests in *Cola millenii*, *Dialium guineense* and *Azelia africana*.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: *Cola millenii*, *Dialium guineense*, *Azelia africana*, relative neighborhood density.

INTRODUCTION

Les pressions d'origines multiples dont notamment la croissance démographique, les pratiques culturelles inadaptées, la surexploitation des terres ont entraîné la destruction des écosystèmes forestiers et freine la régénération de certaines espèces (Sina, 2006; Abdourhamane et al., 2013 ; Gnanouenon-Guesse et al., 2015). Face à la disparition de ces écosystèmes naturels, il est nécessaire d'orienter les actions d'aménagement vers la reconstitution du potentiel sur pied de ces écosystèmes forestiers (Tito de Moraes et al., 2015). Mais cela nécessite une connaissance approfondie des espèces qui composent ces forêts.

La répartition spatiale d'une espèce donne des idées sur l'occupation de l'espace par l'espèce et peut renseigner sur les mécanismes de dispersion des semences de l'espèce ainsi que ses préférences stationnelles (Comita et al., 2007 ; Nishimura et al., 2008). En effet, la dispersion des semences joue un rôle central dans la distribution géographique des espèces (Howe et Miriti, 2004). Les stratégies de dispersion, favorisées par la sélection naturelle, permettent à l'espèce d'atteindre les habitats appropriés pour leur développement, diminuent la concurrence entre les individus et créent de nouvelles populations en colonisant de nouveaux environnements. La répartition spatiale renseigne également sur la biologie de l'espèce, l'utilisation des ressources de la forêt par l'espèce et comment l'espèce est utilisée comme ressource (Condit et al., 2000). Elle détermine en particulier l'environnement local

autour de chaque arbre donc des conditions de croissance (Goreaud, 2000).

Plusieurs études ont été effectuées pour montrer l'importance de la dispersion de diaspore et de la répartition des espèces dans le fonctionnement des écosystèmes (Heinken et al., 2002; Brederveld et al., 2011). Certaines de ces études ont démontré le potentiel de dispersion des espèces par le vent (Tackenberg et al., 2003; Nathan et Katul, 2005; Smith et al., 2015) ou les animaux (Heinken et al., 2002; Tackenberg et al., 2005; Manzano et Malo, 2006; Will et Tackenberg, 2008). En forêt tropicale africaine, peu d'étude, ont été consacrées à la dispersion des semences et à la répartition spatiale des espèces. Djodjouwin et al. (2011), en analysant l'influence des voisins sur le développement des espèces locales introduites dans les formations naturelles soudaniennes et guinéennes du Bénin sont arrivés à la conclusion qu'il est nécessaire d'approfondir les connaissances sur l'influence des individus voisins dans les peuplements enrichis. D'autres auteurs en Afrique de l'Ouest se sont intéressés à la répartition spatiale des espèces endogènes aux forêts tropicales. Yehouenou Tessi et al. (2012) ont étudié la configuration spatiale de *Antiaris toxicaria* et *Ceiba pentandra*, en utilisant les indices dispersion de Blackman et de Green. Koura et al. (2013) ont utilisé les indices de Green et de Blackman pour étudier la répartition spatiale de *Parkia biglobosa* contrairement à Dotchamou et al. (2016) qui, en modélisant la répartition spatiale des pieds de *Parkia biglobosa*, se sont servis de la fonction K de Ripley.

En effet, cette étude avait pour objectif de combler le gap de connaissance sur la répartition spatiale des espèces endogènes des forêts secondaires du Sud Bénin.

MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude

Notre étude a été réalisée dans les forêts de Bonou et d'Itchède au Sud-est du Bénin (Figure 1). La forêt classée de Bonou se trouve dans la partie Est de la Commune de Bonou située entre les latitudes 6°53' et 6°54' Nord et les longitudes 2°25' et 2°31' Est dans le Département de l'Ouémé au Sud-est du Bénin. Elle couvre une superficie de 197 ha. La forêt d'Itchède est située dans l'arrondissement d'Adja-Ouèrè, commune d'Adja-Ouèrè. Elle est comprise entre 6°59' et 7°00' de latitude Nord et entre 2°37' et 2°38' de longitude Est (PBF, 1999). Elle couvre une superficie d'environ 95 ha.

Les forêts classées de Bonou et d'Itchède sont situées au Sud-Est du Bénin et sont de ce fait soumises à un climat de type guinéen côtier équatorial (Adomou, 2005), humide avec une mousson pluvieuse, caractérisée par deux saisons sèches alternant avec deux saisons pluvieuses. La pluviométrie moyenne annuelle obtenue au cours de la période de 1980 à 2010 est de 1134 mm avec une variation des températures moyennes mensuelles autour de 25 °C.

Matériel végétal

Cola millenii ou Kola de singe est un arbre pouvant atteindre 18 m de hauteur et généralement rencontré en forêt dense humide semi-décidue et forêt marécageuse dans la zone Ouest africaine (Akoègninou et al., 2006). *Cola millenii* est une plante alimentaire moyennement connue (N'Dri et al., 2008). Ses feuilles sont très utilisées en médecine traditionnelle et moderne. En médecine traditionnelle, les feuilles en décoction ou en macération soignent les icères, les abcès et les éruptions cutanées diverses (Akoègninou et al., 2006).

Dialium guineense ou tamarinier noir se retrouve dans les forêts denses humides, les forêts denses sèches et les galeries forestières d'Afrique occidentale, centrale et de l'Ouest.

Les fruits sont couramment vendus sur les marchés locaux et sont mangés secs, en guise de collation, par toutes les classes d'âge. Les fruits sont riches en minéraux, en sucres, ainsi qu'en acides tartrique, citrique, malique et ascorbique. Ils sont utilisés en cas de fièvre, de diarrhée et de palpitations, et comme traitement antibactérien.

Afzelia africana est l'une des espèces africaines disséminées dans toute l'actuelle zone de savane boisée de l'Afrique occidentale et orientale. On la trouve en galerie forestière, en forêt guinéenne et en savane soudanienne, sur terrains secs, sols sableux profonds et sols alluvionnaires. *Afzelia africana* est exploitée par les populations pour différents buts à savoir, l'alimentation du bétail (Onana, 1998), la médecine traditionnelle (Ahouangonou et Bris, 1997; Sinsin et al., 2002) et surtout pour son bois de valeur (Bayer et Waters-Bayer, 1999).

Dispositif d'échantillonnage

L'échantillonnage de type systématique (Tomasini, 2002) est utilisé pour l'inventaire des forêts. Les unités d'échantillonnage sont distribuées de manière uniforme sur la population (selon un maillage régulier). Le dispositif d'échantillonnage systématique est à maille carrée de 100 m X 100 m soit un point d'inventaire par hectare (Kakpo et Ganglo, 2016). Autrement, les placeaux sont posés à chaque 100 m sur des layons parallèles équidistants de 100 m. Les points de départ du dispositif dans chacune des forêts sont déterminés de façon aléatoire par tirage simple avec remise parmi les points de départs possibles (coins Nord-Est, Nord-Ouest, Sud-Est et Sud-Ouest). Ainsi, les points de départ du dispositif sont respectivement dans les forêts de Bonou et d'Itchède le Sud-Ouest suivant l'azimut 145° et le Nord-Est suivant l'azimut 260°. Une distance de 50 m est observée de la voie la plus proche pour éviter les effets de bordure. Les unités d'échantillonnage sont des placeaux de dimension 50 m x 50 m soit 0,25 ha. Au total, 11 placeaux ont été inventoriés à Bonou et 20 placeaux à Itchède.

Répartition spatiale des espèces de valeur

Pour étudier la répartition spatiale des espèces de valeur, nous avons compté par espèce et pour chaque individu de diamètre ≥ 1 cm, le nombre d'individus de l'espèce se trouvant dans un rayon de 10 m, puis sur une bande de 10 à 20 m et de 20 à 30 m autour de chacun des individus de l'espèce considérée (Condit et al., 2000; Kakpo, 2013; Kakpo, 2015) (Figure 2). Cette méthode permet le calcul de la densité relative de voisinage Ω de chaque espèce étudiée. Selon Condit et al. (2000), la densité relative de voisinage est un indice qui n'exprime pas seulement la structure des peuplements ou des populations d'espèces en termes de valeurs moyennes ou de distribution, mais elle décrit la répartition spatiale de manière continue. Cet indice peut être comparé à la fonction K de Ripley. Il permet aussi d'avoir des connaissances plus explicites sur la spatiation et sur des interactions entre les arbres sur des séquences

de distances. La densité relative de voisinage (Ω_x) est calculée par la formule :

$$\Omega_x = \frac{D_x}{D_s}$$

Avec D_x la densité spécifique et D_s la densité relative

$$D_x = \frac{\sum N_x}{\sum A_x} \text{ et } D_s = \frac{N_i}{S_p}$$

A_x la surface inventoriée par rapport à l'anneau considéré ;

N_x le nombre d'individu de l'espèce dans l'anneau considéré ;

N_i le nombre d'individu de l'espèce de valeur dans le placeau ;

S_p la surface du placeau.

L'interprétation se fait par rapport aux différentes valeurs obtenues. En effet, si $\Omega_x=1$, la distribution est dite aléatoire ; $\Omega_x > 1$, la distribution est dite agrégative ; $\Omega_x < 1$; on parle d'hyperdispersion.

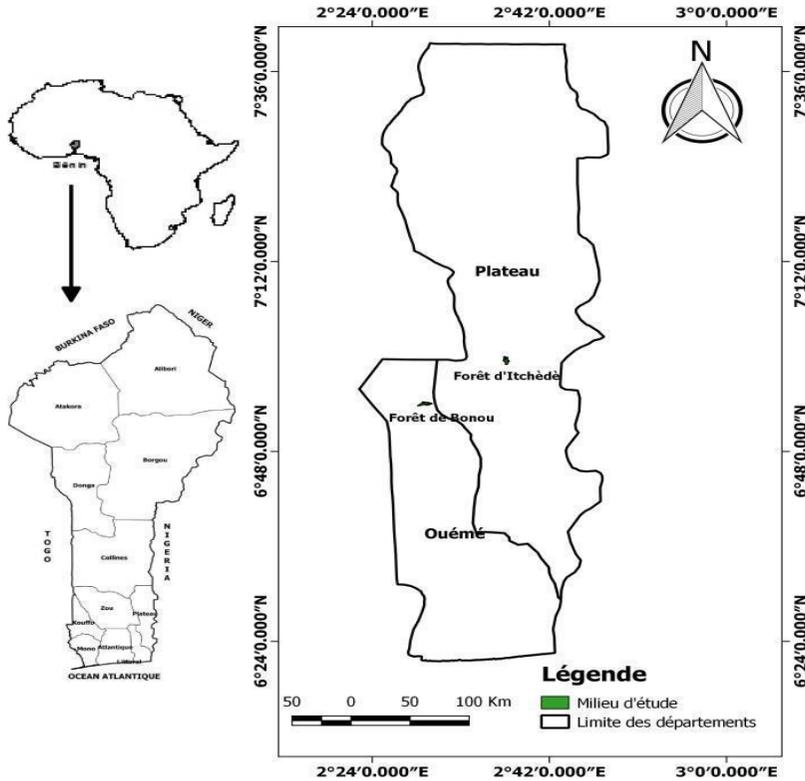


Figure 1 : Situation des forêts de Bonou et d’Itchède.

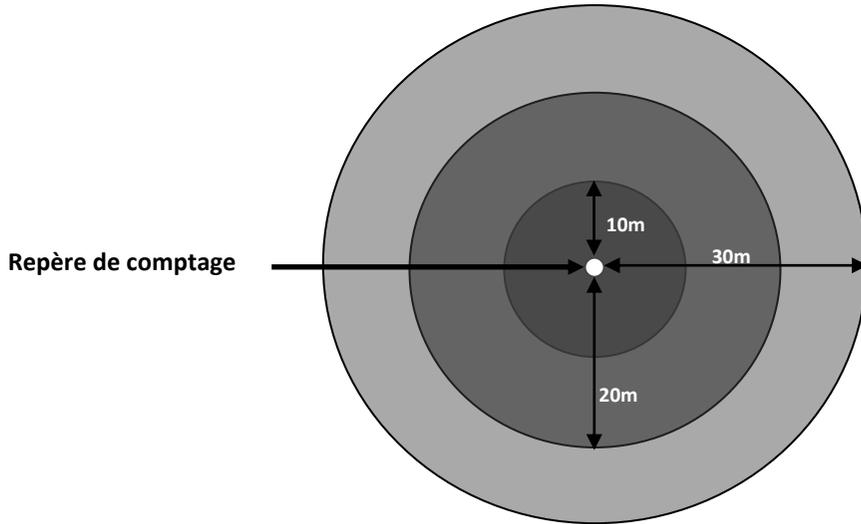


Figure 2 : Dispositif d'échantillonnage des espèces de valeur.

RÉSULTATS

Répartition spatiale de *Cola millenii*

D'après la méthode de densité relative de voisinage que nous avons utilisée, on déduit trois classes de densité relative de voisinage dans chaque anneau pour lesquelles Ω prend les valeurs suivantes : $\Omega > 1$; $\Omega = 1$ et $\Omega < 1$. La proportion de chaque classe par rapport au nombre total de placeaux inventoriés et suivant les catégories d'anneau est consignée dans le Tableau 1.

Sur un rayon de 10 m la distribution de *Cola millenii* est agrégative ($\Omega > 1$). Au-delà d'un rayon de 10 m autour d'un pied de *Cola millenii* plus précisément sur les anneaux de 10 à 20 m et de 20 à 30 m la totalité des placeaux présente une répartition spatiale non agrégative et donc relativement dispersée de *Cola millenii* ($\Omega < 1$), quelle que soit la forêt.

Répartition spatiale de *Dialium guineense*

D'après la méthode de densité relative de voisinage, on déduit trois classes de densité relative de voisinage dans chaque anneau pour lesquelles Ω prend les valeurs suivantes : $\Omega > 1$; $\Omega = 1$ et $\Omega < 1$ (Tableau 2).

Sur un rayon de 10 m autour d'un pied de *Dialium guineense*, la densité relative de voisinage de ce dernier est supérieure à 1 dans 81,81% (soit 9 sur 11 observations) des placeaux inventoriés à Bonou. A Itchède, dans

70% des cas, la densité relative de voisinage de *Dialium guineense* est supérieure à 1 (soit 14 sur 20 observations). Nous pouvons conclure que sur un rayon de 10 m, la distribution de *Dialium guineense* est agrégative ($\Omega > 1$). Sur les anneaux de 10 à 20 m, 81,81% (9 sur 11 observations) des placeaux à Bonou et 90% (18 sur 20 observations) à Itchède ont une densité relative de voisinage de *Dialium guineense* inférieure à 1. La répartition spatiale de *Dialium guineense* sur les anneaux de 10 à 20 m est relativement dispersée. Sur un anneau de 20 à 30 m dans l'ensemble des placeaux, quel que soit la forêt, la densité relative de voisinage de *Dialium guineense* est inférieure à 1. La population de *Dialium guineense* est donc relativement au-delà d'un rayon de 20 m jusqu'à 30 m.

Répartition spatiale de *Afzelia africana*

Sur un rayon de 10 m autour d'un pied de *Afzelia africana*, la densité relative de voisinage de ce dernier est supérieure à 1 dans 54,54% (soit 6 sur 11 observations) des placeaux inventoriés à Bonou (Tableau 3). A Itchède, dans 30% des cas, la densité relative de voisinage de *Afzelia africana* est supérieure à 1 (soit 6 sur 20 observations) contre 70% des cas où la densité relative de voisinage est inférieure à 1 (Tableau 3). Nous pouvons

conclure qu'à Bonou, sur un rayon de 10 m, la distribution de *Afzelia africana* est agrégative ($\Omega > 1$) mais tend vers l'hyperdispersion puisque le nombre de cas où la densité relative de voisinage de *Afzelia africana* n'est pas négligeable. Par contre, à Itchède, *Afzelia africana* est relativement dispersée. Au-delà d'un rayon de 10 m autour d'un pied de

Afzelia africana plus précisément sur les anneaux de 10 à 20 m et de 20 à 30 m, la totalité des placeaux présente une densité relative de voisinage relatif à *Afzelia africana* inférieur à 1, quelle que soit la forêt. Sur les bandes de 10 à 20 m et de 20 à 30 m *Afzelia africana* est relativement dispersée.

Tableau 1 : Densité relative de voisinage par catégorie d'anneaux de *Cola millenii* dans les forêts de Bonou et d'Itchède.

Forêts	Bonou			Itchède		
	Ω_{0-10}	Ω_{10-20}	Ω_{20-30}	Ω_{0-10}	Ω_{10-20}	Ω_{20-30}
Valeurs de Ω (%)						
$\Omega > 1$	100	0	0	95	0	0
$\Omega = 1$	0	0	0	0	0	0
$\Omega < 1$	0	100	100	5	100	100

Tableau 2 : Densité relative de voisinage par catégorie d'anneau de *Dialium guineense* dans les forêts de Bonou et d'Itchède.

Forêts	Bonou			Itchède		
	Ω_{0-10}	Ω_{10-20}	Ω_{20-30}	Ω_{0-10}	Ω_{10-20}	Ω_{20-30}
Valeurs de Ω (%)						
$\Omega > 1$	81,81	18,19	0	70	10	0
$\Omega = 1$	0	0	0	0	0	0
$\Omega < 1$	18,19	81,81	100	30	90	100

Tableau 3 : Densité relative de voisinage par catégorie d'anneau de *Dialium guineense* dans les forêts de Bonou et d'Itchède.

Forêts	Bonou			Itchède		
	Ω_{0-10}	Ω_{10-20}	Ω_{20-30}	Ω_{0-10}	Ω_{10-20}	Ω_{20-30}
Valeurs de Ω (%)						
$\Omega > 1$	54,54	0	0	30	0	0
$\Omega = 1$	0	0	0	0	0	0
$\Omega < 1$	45,45	100	100	70	100	100

DISCUSSION

L'indice de Blackman et de Green présentent l'inconvénient de décrire la répartition spatiale à l'échelle du plus proche voisin, les interactions au-delà du plus proche voisin sont ignorées (Stoyan et Penttinen, 2000). Pour pallier cette difficulté, nous avons utilisé, pour étudier la répartition spatiale des espèces de valeur, la densité relative de voisinage (Ω). La densité relative de voisinage est un indice qui n'exprime pas la structure des peuplements seulement en termes de valeurs moyennes ou de distribution, mais qui décrit la répartition spatiale de manière continue. Cet indice peut être comparé à la fonction K de Ripley mais n'est pas une fonction cumulative de la distance d'observation comme celle de Ripley (Condit et al., 2000). La densité relative de voisinage permet des investigations spatialement explicites des interactions entre les arbres sur de grandes échelles de distance.

A cet effet, la densité relative de voisinage indique que dans un rayon de 10 m la distribution de *Cola millenii* et de *Dialium guineense* est agrégative dans les deux forêts étudiées. Au-delà d'un rayon de 10 m, plus précisément entre 10 m et 30 m, les individus de ces deux espèces sont relativement dispersés, quelle que soit la forêt. La population de *Azelia africana* dans la forêt de Bonou a une distribution agrégative mais tendant vers une dispersion. Par contre, à Itchède, *Azelia africana* dans un rayon de 10 m est relativement dispersés. Au-delà d'un rayon de 10 m plus précisément entre 10 m et 30 m les individus de *Azelia africana* sont relativement dispersés, quelle que soit la forêt considérée. Ces résultats sont différents de ceux de Bonou et al. (2009) sur la caractérisation structurale des formations végétales hébergeant *Azelia africana* dans la forêt classée de la Lama au Sud du Bénin. Bonou et al. (2009) trouvent que les valeurs des indices de Blackman et de Green indiquent un regroupement très faible des individus de l'espèce. Cependant, il note que quelques regroupements des individus sont parfois observés mais sur de faibles étendues

généralement de moins d'un quart d'hectare. Nos résultats se rapprochent de ceux trouvés par Fandohan (2006) dans la forêt classée de Wari-Marou qui a noté une répartition aléatoire avec une tendance à l'agrégation pour de faibles rayons (30 m) autour de tout point arbitrairement fixé au sein de la population.

Le développement des plantes dans l'espace est à la base des phénomènes fondamentaux que sont la régénération forestière, et l'extension des écosystèmes forestiers. Mais les modalités de la dissémination des graines sont certainement parmi les facteurs décisifs qui règlent le comportement d'une espèce au sein d'un groupement végétal (Comita et al., 2007 ; Nishimura et al., 2008). Les stratégies de dispersion des graines adoptée par une plante peuvent être liées à l'agent de dispersion. Ainsi, *Cola millenii* et *Dialium guineense* sont des espèces sarcochore (Diaspores totalement ou partiellement charnues). Ils ont généralement besoin des animaux en particulier les frugivores pour se disséminer (zoochorie), ce qui explique la raison pour laquelle on retrouve des individus de ces espèces au-delà de 10 m. La structure spatiale agrégative observée chez ces deux espèces peut être liée à une faible activité des agents de dispersion. *Azelia africana* par contre est une espèce barochore (Diaspore non charnue, lourde). Ses graines ne se disséminent pas par nature sur de longue distance. A cause de sa faible distance de dispersion, les graines se retrouvent en agrégats autour de l'arbre « mère ». Nishimura et al. (2008), en étudiant la répartition spatiale et écologique des Fagaceae dans la forêt de Sumatra (Indonésie), remarquent qu'une espèce peut avoir sur une distance donnée une première distribution qui est agrégative et sur une distance plus longue grâce aux agents de dispersion une deuxième distribution qui est aléatoire. La dissémination des graines par les animaux permet d'augmenter la probabilité que les espèces colonisent des milieux plus favorables (Nishimura et al., 2008). Si la distribution agrégative est donc observée dans la forêt de Bonou et pas dans celle d'Itchède, c'est parce

que les conditions stationnelles ne s'y prêtent pas. La forêt d'Itchède dans un état de dégradation poussée n'offre plus l'écosystème favorable à *Azelia africana*. Mais pour que *Azelia africana* se retrouve sur une distance supérieure à 10 m, il a fallu l'action disséminateur des animaux, rongeurs et herbivores en particulier.

Conclusion

Les formations naturelles comme les forêts classées de Bonou et d'Itchède qui constituent encore des reliques forestières dans la région Sud du Bénin méritent d'être suivies en permanence afin de maintenir leur structure spatiale et temporelle en un état comparable aux forêts denses semi-décidues. L'étude de la répartition spatiale de *Cola millenii*, de *Dialium guineense* et de *Azelia africana* contribue à une meilleure connaissance de ces espèces dans les formations naturelles. Une telle étude constitue un préalable fondamental à l'élaboration de stratégies de restauration et de gestion durable des forêts à *Cola millenii*, *Dialium guineense* et *Azelia africana*.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Le premier auteur a collecté, traité les données et rédigé cet article. Les autres auteurs ont apporté leur contribution à la rédaction de cet article.

REMERCIEMENTS

Les auteurs sont reconnaissants envers tous ceux qui ont contribué à la collecte des données. Ils remercient également tous les examinateurs de cet article.

REFERENCES

Abdourhamane H, Morou B, Rabiou H, Amhamane A. 2013. Caractéristiques floristiques, diversité et structure de la végétation ligneuse dans le Centre-Sud du Niger: cas du complexe des forêts

classées de Dan kada Dodo-Dan Gado. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **7**(3): 1048-1068. DOI:

<http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i3.13>.

Adomou CA. 2005. Vegetation Patterns and Environmental gradients in Benin: implications for biogeography and conservation. PhD Thesis. Wageningen University, Pays-Bas. 133p.

Ahouangonou S, Bris B. 1997. *Azelia africana*. *Le Flamboyant*, **42**: 7-10.

Akouègninou A, van der Burg WJ, van der Maesen LJG. 2006. *Flore Analytique du Bénin*. Backhuys Publishers; 1063.

Bayer W, Waters-Bayer A. 1999. *La Gestion des Fourrages*. CTA: Wageningen.

Bonou W, Glèlè Kakai R, Assogbadjo AE, Fonton HN, Sinsin B. 2009. Characterisation of *Azelia africana* Sm. habitat in the Lama Forest reserve of Benin. *Forest Ecology and Management*, **258**(7): 1084-1092. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2009.05.032>.

Brederveld RJ, Jähnig SC, Lorenz AW, Brunzel S, Soons MB. 2011. Dispersal as a limiting factor in the colonization of restored mountain streams by plants and macroinvertebrates. *Journal of Applied Ecology*, **48**(5): 1241-1250. DOI: [10.1111/j.1365-2664.2011.02026.x](http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02026.x).

Comita LS, Condit R, Hubbell SP. 2007. Developmental changes in habitat associations of tropical trees. *Journal of Ecology*, **95**(3): 482-492. DOI: [10.1111/j.1365-2745.2007.01229.x](http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2745.2007.01229.x).

Condit R, Ashton PS, Baker P, Bunyavejchewin S, Gunatilleke S, Gunatilleke N, Hubbell SP, Foster RB, Itoh A, LaFrankie JV, Lee HS, Losos E, Manokaran N, Sukumar R, Yamakura T. 2000. Spatial Patterns in the Distribution of Tropical Tree Species. *Science*, **288**(5470): 1414-1418. DOI: [10.1126/science.288.5470.1414](http://dx.doi.org/10.1126/science.288.5470.1414).

Djodjouwin L, Glele Kakai R, Sinsin B. 2011. Influence des voisins sur le développement des espèces locales

- introduites dans les formations naturelles soudaniennes et guinéennes du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**(4): 1403-1413. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v5i4.7>.
- Dotchamou OFT, Atindogbe G, Azihou AF, Fonton HN. 2016. Caractérisation de la répartition spatiale des arbres de *Parkia biglobosa* (jacq.) R. Br. Au Bénin. *Science de la Vie, de la Terre et Agronomie, CAMES*, **4**(1). <http://publication.lecames.org/index.php/svt/article/view/562>.
- Fandohan B. 2006. Abondance et structure des peuplements de sept espèces ligneuses médicinales dans la forêt classée de Wari-Marou (région des Monts Kouffé). Thèse d'ingénieur agronome, 109p.
- Goreaud F. 2000. Apport de l'analyse de la répartition spatiale en forêt tempérée à l'étude et à la modélisation des peuplements complexes. Thèse de Doctorat de l'ENGREF. 364 p.
- Gnanguenon-Guesse D, Kakpo SB, Aoudji AKN, Koura K, Ganglo JC. 2015. Exploitation forestière à faible impact dans les teckeraies de la lama (Bénin). *Sciences de la Vie, de la Terre et Agronomie, CAMES*, **03**(02). <http://publication.lecames.org/index.php/svt/article/view/588>.
- Heinken T, Hanspach H, Raudnitschka D, Schaumann F. 2002. Dispersal of vascular plants by four species of wild mammals in a deciduous forest in NE Germany. *Phytocoenologia*, **32**(4): 627-643. DOI: 10.1127/0340-269X/2002/0032-0627.
- Howe HF, Miriti MN. 2004. When seed dispersal matters? *Biosciences*, **54**(7): 651-660. DOI: 10.1641/0006-3568(2004)054[0651:WSDM]2.0.CO;2.
- Kakpo SB, Ganglo JC. 2016. *Ecologie des Forêts et Espèces du Bénin (Afrique de l'Ouest) : Cola millenii* K. Schum., *Dialium guineense* Wild. et *Azelia africana* Smith. Presses Académiques Francophones.
- Kakpo SB. 2015. Structure, écologie et répartition spatiale de *Antiaris toxicaria* Lesch. et *Ceiba pentandra* (L) Gaert dans les forêts du Sud-Bénin. Mémoire de Diplôme d'Etude Approfondie (DEA), Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 57p+annexes.
- Kakpo SB. 2013. Caractéristiques structurales et écologiques des forêts de Bonou et d'Itchède au sud-est du Bénin. Thèse d'Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 70 p+annexes.
- Koura K, Dissou EF, Ganglo JC. 2013. Caractérisation écologique et structurale des parcs à néré [*Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. Ex G. Don] du département de la Donga au Nord-Ouest du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **7**(2): 726-738. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i2.27>
- Manzano P, Malo JE. 2006. Extreme long-distance seed dispersal via sheep. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **4**(5): 244-248. DOI: 10.1890/1540-9295(2006)004[0244:ELSDVS]2.0.CO;2.
- Nathan R, Katul GG. 2005. Foliage shedding in deciduous forests lifts up long-distance seed dispersal by wind. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **102**(23): 8251-8256. DOI: 10.1073/pnas.0503048102.
- N'dri MTK, Gnahoua MG, Konan EK, Traoré D. 2008. Plantes alimentaires spontanées de la région du Fromager (Centre Ouest de la Côte d'Ivoire) flore, habitats et organes consommés. *Sciences & Nature*, **5**: 61-70. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/scinat.v5i1.42152>.
- Nishimura S, Yoneda T, Fujii S, Mukhtar E, Kanzaki M. 2008. Spatial patterns and habitat associations of Fagaceae in a hill dipterocarp forest in Ulu Gadut, West Sumatra. *Journal of Tropical Ecology*,

- 24(5): 535-550. DOI:10.1017/S0266467408005269.
- Onana J. 1998. Sur l'utilisation et la régénération naturelle de *Afzelia africana* Smith ex Person. *Le Flamboyant*, **46**: 33.
- Sina S. 2006. Reproduction et diversité génétique chez *Parkia biglobosa* (Jacq.) G. Don. PhD thesis, Wageningen University, 102 p.
- Sinsin B, Eyog Matig O, Sinadouwirou T, Assogbadjo AE. 2002. Caractérisation écologique des essences fourragères *Khaya senegalensis* Desr. et *Afzelia africana* Sm. suivant les gradients de latitude et de station au Bénin. In *Development of Appropriate Conservation Strategies for African Forest Trees Identified as Priority Species by SAFORGEN Member Countries*, Eyog Matig O, Gaoue OG, Obel-Lawson (Eds). SAFORGEN; 15-50.
- Smith JR, Bagchi R, Ellens J, Kettle CJ, Burslem DFRP, Maycock CR, Khoo E, Ghazoul J. 2015. Predicting dispersal of auto-gyrating fruit in tropical trees: a case study from the Dipterocarpaceae. *Ecology and Evolution*, **5**(9): 1794–1801. DOI: 10.1002/ece3.1469.
- Stoyan D, Penttinen A. 2000. Recent applications of point process methods in forestry statistics. *Forest Science*, **15**(1): 61–78. DOI: <http://www.jstor.org/stable/2676677>.
- Tackenberg O, Poschlod P, Bonn S. 2003. Assessment of wind dispersal potential in plant species. *Ecological Monographs*, **73**(2): 191-205. DOI: 10.1890/0012-9615(2003)073[0191:AOWDPI]2.0.CO;2.
- Tackenberg O, Römermann C, Thompson K, Poschlod P. 2005. What does diaspore morphology tell us about external animal dispersal? Evidence from standardized experiments measuring seed retention on animal-coats. *Basic and Applied Ecology*, **7**(1): 45-58. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.baae.2005.05.001>.
- Tito de Morais C, Ghazoul J, Maycock CR, Bagchi R, Burslem DFRP, Khoo E, Itoh A, Nanami S, Matsuyama S, Finger A, Ismail SA, Kettle CJ. 2015. Understanding local patterns of genetic diversity in dipterocarps using a multi-site, multi-species approach: Implications for forest management and restoration. *Forest Ecology and Management*, **356**: 153-165. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.07.023>.
- Tomasini J. 2002. Introduction aux différentes techniques d'inventaires forestiers, 10p. www.sudouest.fr/2011/08/02/arbres-de-collection-465729-4723.php.
- Will H, Tackenberg O. 2008. A mechanistic simulation model of seed dispersal by animals. *Journal of Ecology*, **96**(5): 1011-1022. DOI: 10.1111/j.1365-2745.2007.01341.x.
- Yehouenou Tessi DR, Akouèhou GS et Ganglo JC, 2012. Caractéristiques structurales et écologiques des populations de *Antiaris toxicaria* (Pers) Lesh et *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn dans les forêts reliques du Sud-Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, **6**(6): 5056-5067. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i6.24>.