

Impacts des tabous et des cérémonies rituelles sur la structure des peuplements de *Triplochiton scleroxylon* K. Schum., un arbre sacré au Bénin

Gabin GANKA¹
Adandé Belarmain FANDOHAN¹
Kolawolé Valère SALAKO²

¹ Université nationale d'agriculture
Unité de recherche en foresterie et
conservation des bioressources
Laboratoire des sciences végétale,
horticole et forestière
École de foresterie tropicale
BP 43, Kétou
Bénin

² Université d'Abomey-Calavi
Laboratoire de biomathématiques et
d'estimations forestières
Faculté des sciences agronomiques
04 BP 1525, Cotonou
Bénin

Auteur correspondant / Corresponding author:

Gabin GANKA – gabinganka@gmail.com

 ORCID :

<https://orcid.org/0000-0002-2679-2750>



Photos 1.
Triplochiton scleroxylon en forêt sacrée au Bénin.
Triplochiton scleroxylon in the sacred forest of Benin.

Doi : 10.19182/bft2023.357.a36900 – Droit d'auteur © 2023, Bois et Forêts des Tropiques – © Cirad – Date de soumission : 26 mars 2022 ; date d'acceptation : 4 mai 2023 ; date de publication : 1^{er} octobre 2023.



Licence Creative Commons :
Attribution - 4.0 International.
Attribution-4.0 International (CC BY 4.0)

Citer l'article / To cite the article

Ganka G., Fandohan A. B., Salako K. V., 2023. Impacts des tabous et des cérémonies rituelles sur la structure des peuplements de *Triplochiton scleroxylon* K. Schum., un arbre sacré au Bénin. Bois et Forêts des Tropiques, 357 : 57-70. Doi : <https://doi.org/10.19182/bft2023.357.a36900>

RÉSUMÉ

Impacts des tabous et des cérémonies rituelles sur la structure des peuplements de *Triplochiton scleroxylon* K. Schum., un arbre sacré au Bénin

Triplochiton scleroxylon (samba ou ayous ou abachi ou obeche ou wawa) est une espèce culturelle clé du culte *Orisha Oro* au Bénin, dont les populations naturelles sont en déclin. Les informations sur les schémas spatiaux des arbres de cette espèce sont quasiment non documentées, ce qui limite la mise en œuvre d'une restauration écologique de ses populations. Cette étude vise à évaluer les modèles démographiques et spatiaux actuels de *T. scleroxylon* en fonction des tabous relatifs à l'espèce et de la fréquence des cérémonies rituelles du culte au Bénin. Des inventaires et une cartographie des pieds de l'espèce dans 12 placeaux de 100 m × 100 m ont été réalisés. L'étude a comparé la densité et la hauteur totale des arbres, leur distribution selon les classes de diamètre et les schémas spatiaux suivant les formations soumises à différentes proportions de tabous et fréquences de cérémonies rituelles. Les résultats ont montré, d'une part, que le nombre des tabous a un effet positif et, d'autre part, que la fréquence des cérémonies rituelles du culte a un effet négatif sur les peuplements à *T. scleroxylon*. Les densités de tiges juvéniles et adultes étaient respectivement trois et deux fois supérieures dans les forêts soumises à un plus grand nombre de tabous et un faible nombre de cérémonies rituelles. La distribution des arbres en classes de diamètre présente des tendances similaires. Cependant, l'analyse de la structure spatiale des arbres indique globalement une distribution aléatoire et une indépendance des juvéniles par rapport aux adultes. Compte tenu des rituels liés à *T. scleroxylon* en raison de sa position d'espèce centrale lors des cérémonies du culte *Orisha Oro*, sa sacralisation ne peut pas garantir sa conservation. L'utilisation durable et la conservation de *T. scleroxylon* nécessitent une sensibilisation des dignitaires des forêts sacrées à la réduction des fréquences des cérémonies rituelles, à la préservation stricte des grands semenciers, et à l'enrichissement des forêts sacrées et la promotion des plantations de l'espèce.

Mots-clés : samba, interdits, cultes, structure démographique, répartition spatiale, Bénin, Afrique de l'Ouest.

ABSTRACT

Impacts of taboos and ritual ceremonies on the population structure of a sacred tree in Benin, *Triplochiton scleroxylon* K. Schum.

In Benin, natural populations of *Triplochiton scleroxylon* African whitewood or ayous or obeche or wawa or samba), a key species of the *Orisha Oro* cult, are in decline. The spatial distribution of the species is virtually undocumented, which is limiting programmes for its ecological restoration. This study assessed the demographic and spatial patterns of *T. scleroxylon* in relation to the frequency of *Orisha Oro* cult rituals and taboos involving the species in Benin. Inventories and mapping of the species were conducted in 12 plots measuring 100 m × 100 m. The study compared the density and total height of the trees, their distribution by diameter classes and the stability and spatial distribution patterns of stands according to the different frequencies of ritual ceremonies and the proportion of taboos. Our results show that the number of taboos has a positive effect on *T. scleroxylon* stands and that the frequency of ritual ceremonies of the *Orisha Oro* cult has a negative effect. Juvenile and adult stem densities were respectively three times and twice as high in forests with a larger number of taboos and a lower frequency of ritual ceremonies. The distribution of samba trees in diameter classes showed similar patterns. However, analysis of the spatial distribution of the trees indicates a random overall pattern and independence of juveniles from adults. Given the rituals associated with *T. scleroxylon* as a central species in the ceremonies of *Orisha Oro* cult, the sacredness of the samba tree cannot guarantee its preservation, despite the rituals associated with the status that the species enjoys. Sustainable use and conservation of *T. scleroxylon* will require awareness raising among dignitaries of sacred forests of the need to reduce the frequency of ritual ceremonies and to ensure strict preservation of large seed trees, enrichment planting in sacred forests and promotion of plantations.

Keywords: samba, African whitewood, taboos, cults, demographic structure, spatial distribution, Benin, West Africa.

RESUMEN

Impacto de los tabús y de las ceremonias rituales en la estructura de las poblaciones de *Triplochiton scleroxylon* K. Schum., un árbol sagrado en Benín

Triplochiton scleroxylon (samba o abachi u obeche) es una especie clave del culto *Orisha Oro* en Benín, donde las poblaciones naturales se encuentran en declive. La información sobre los esquemas espaciales de los árboles de esta especie casi no está documentada, lo que limita la puesta en práctica de una restauración ecológica de sus poblaciones. Este estudio pretende evaluar los modelos demográficos y espaciales actuales de *T. scleroxylon* en función de los tabús relativos a la especie y a la frecuencia de las ceremonias rituales del culto en Benín. Se realizaron inventarios y una cartografía de los pies de la especie en 12 parcelas de 100 m x 100 m. El estudio comparó la densidad y la altura total de los árboles, su distribución según las clases de diámetro, y los esquemas espaciales según las formaciones sometidas a diferentes proporciones de tabús y frecuencias de ceremonias rituales. Los resultados mostraron por un lado que el número de tabús tiene un efecto positivo, y por otro lado que la frecuencia de las ceremonias rituales del culto tiene un efecto negativo en las poblaciones de *T. scleroxylon*. Las densidades de tallos de ejemplares jóvenes y adultos eran respectivamente tres y dos veces superiores en los bosques sometidos a un mayor número de tabús y a un número reducido de ceremonias rituales. La distribución de los árboles en clase de diámetro presenta tendencias similares. Sin embargo, el análisis de la estructura espacial de los árboles indica globalmente una distribución aleatoria y una independencia de los ejemplares jóvenes respecto a los adultos. Teniendo en cuenta los rituales relacionados con *T. scleroxylon* por su posición de especie central durante ceremonias del culto *Orisha Oro*, su sacralización no puede garantizar su conservación. La utilización sostenible y la conservación de *T. scleroxylon* requiere una sensibilización de los dignatarios de los bosques sagrados en la reducción de las frecuencias de las ceremonias rituales, en la preservación estricta de los grandes árboles semilleros, y en el enriquecimiento de los bosques sagrados y la promoción de las plantaciones de la especie.

Palabras clave: samba, prohibiciones, cultos, estructura demográfica, distribución espacial, Benín, África Occidental.

Introduction

Les aires protégées sont des écosystèmes essentiellement créés pour offrir un lieu sûr pour la conservation d'un échantillon viable de la biodiversité, en particulier les espèces menacées de disparition ou qui peuvent être menacées par les activités anthropiques (agriculture, exploitation forestière, feu de brousse, etc.). En Afrique de l'Ouest, les forêts sacrées constituent l'un de ces écosystèmes qui abritent une part impressionnante de la biodiversité locale. Elles contiennent au moins une espèce végétale ou animale sacralisée et vénérée en lien avec une divinité ou un culte. Le samba, *Triplochiton scleroxylon* (Malvaceae-Sterculioideae), fait partie des espèces végétales sacrées les plus vénérées au Bénin (Kokou et Sokpon, 2006). Toutefois, *T. scleroxylon* est toujours utilisée à plusieurs fins (Ganka *et al.*, 2022) et occupe une place unique et irremplaçable dans les manifestations du culte *Orisha Oro* (Ganka et Fandohan, 2021).

La sacralisation des espèces à grande valeur socioculturelle comme *T. scleroxylon* se manifeste généralement par la mise en œuvre d'un système de tabous visant à interdire ou limiter l'utilisation/l'accès des espèces cibles à certains usages/utilisateurs. Les tabous sont des interdictions imposées par les coutumes culturelles et religieuses et se traduisent dans ce cas-ci par la mise en place de mesures de protection. Plusieurs travaux ont mis en exergue le rôle des tabous dans les modèles traditionnels de conservation de la biodiversité (Meyer-Rochow, 2009). Ce rôle a été conceptualisé par Colding et Folke (1997) qui ont formulé l'hypothèse des tabous comme stratégie de conservation. Cette hypothèse stipule que certaines espèces végétales ou animales sont rendues taboues pour les protéger de la surexploitation et de l'extinction. Bien que les tabous soient généralement acceptés comme un outil traditionnel de conservation de la biodiversité, certains auteurs ont montré qu'ils ne résultent pas forcément d'une volonté manifeste de gérer durablement les ressources naturelles (Jones *et al.*, 2008). Par ailleurs, peu d'études ont explicitement mesuré l'impact des tabous sur le statut de conservation d'une ressource biologique donnée, notamment dans le contexte actuel de dégradation des pouvoirs traditionnels de gestion.

En dépit de sa sacralisation, des tabous y afférents, et de la délimitation de forêts destinées à sa conservation, l'intensité et la diversité des utilisations des différentes parties de l'arbre de samba lors des cérémonies rituelles du culte *Orisha Oro* pourraient impacter négativement la structure et la stabilité de ses populations (Ganka *et al.*, 2022). En effet, en plus des usages culturels – qui se manifestent par l'émondage des feuilles des grands pieds de l'espèce, le prélèvement des racines et des pieds adultes pour les cérémonies de sortie, la fabrication des statuettes de protection spirituelle et des tambours sacrés et tablettes de l'art divinatoire *Ifa* de la divinité *Orisha Oro* –, des inventaires périodiques se réalisent pour identifier et commercialiser les grands pieds de l'espèce par les acteurs du culte.

Les revenus obtenus sont utilisés pour couvrir les dépenses liées aux cérémonies rituelles et aux entretiens des habitats de la divinité (Ganka et Fandohan, 2021). Par exemple, la fréquence de prélèvement des individus matures et l'émondage régulier des pieds du samba lors des rituels du culte *Orisha Oro* peuvent exacerber la fragmentation de ses populations, empêcher sa régénération naturelle et conduire à terme à son extirpation des forêts vouées à sa préservation. L'effet de l'exploitation sur la structure et la stabilité des populations de plantes importantes a été mis en évidence (Gaoué et Ticktin, 2007 ; Assogba *et al.*, 2020 ; Ahononga *et al.*, 2020). La conséquence écologique la plus directe de l'extraction des organes d'une espèce est l'altération des taux de survie, de croissance et de reproduction des individus de l'espèce (Gaoué et Ticktin, 2007). Ces changements peuvent à leur tour affecter la structure et la dynamique des populations exploitées (Peres *et al.*, 2003 ; Gaoué et Ticktin, 2007).

La présente étude a pour objectif d'évaluer l'impact des tabous et des cérémonies rituelles sur la structure démographique et spatiale des peuplements de *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. au Bénin. Plus précisément, l'étude s'est proposée de comparer la structure démographique et les modèles spatiaux intraspécifiques de l'espèce dans les écosystèmes sacrés du culte *Orisha Oro* sous différents régimes de tabous et de cérémonies rituelles. Le but visé est de fournir un cadre scientifique de gestion durable des forêts sacrées de *T. scleroxylon*.

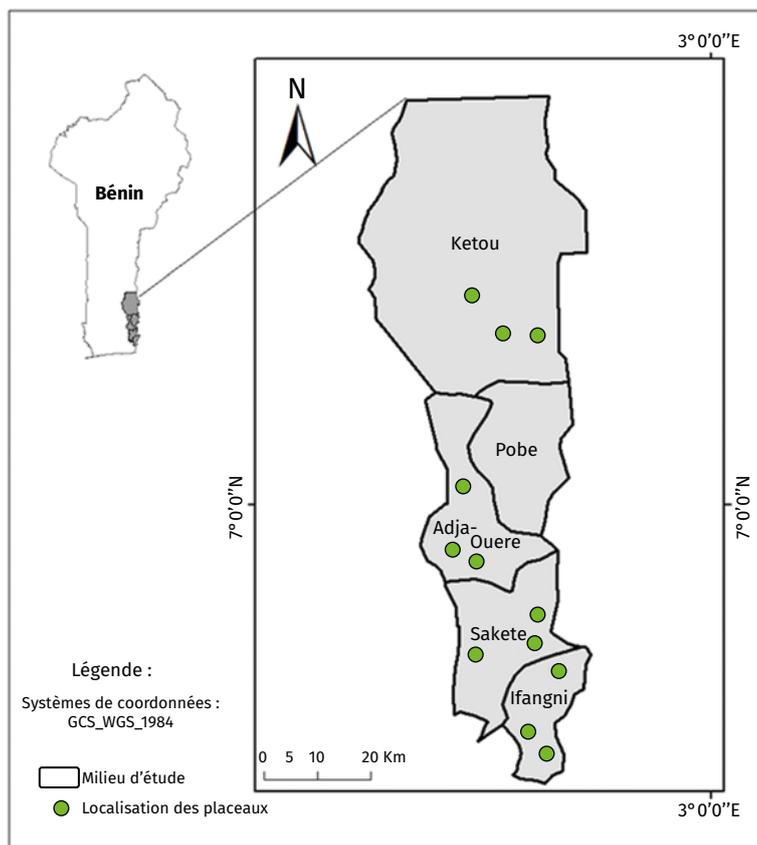
Matériel et méthode

Modèle biologique d'étude

Triplochiton scleroxylon K. Schum., samba (ou suivant les pays ayous, abachi, obeche, wawa), est un arbre forestier de grande taille, à grands contreforts et à feuilles caduques, qui peut dépasser 50 m de hauteur et 2 m de diamètre (Siepel *et al.*, 2004 ; Ganka *et al.*, 2021). Il est abondant dans les forêts humides semi-décidues et dans les zones de transition entre la forêt et la savane humide de nombreux pays d'Afrique subsaharienne (Fayolle *et al.*, 2012). Le tronc est relativement droit, cylindrique et clair, et a jusqu'à 24 m de hauteur. Le bois est exploité commercialement pour la construction, les panneaux, les sculptures, les moulures, les parpaings, les composants de meubles et les talons de chaussures (Ganka *et al.*, 2022). L'espèce s'établit facilement sur les sols ferrugineux et fertiles bien drainés.

Zone d'étude

L'étude a été menée au sud du Bénin, notamment dans les forêts sacrées du culte *Orisha Oro* des districts phytogéographiques de Pobè et du plateau de la région guinéo-congolaise (6°25'N à 7°30'N) (figure 1). Le climat qui y

**Figure 1.**

Carte du milieu d'étude montrant la localisation des sites et des placeaux.
Map of the study area showing the location of sites and plots.

règne est de type subéquatorial avec un régime pluviométrique bimodal comprenant quatre saisons dont deux saisons des pluies et deux saisons sèches. La pluviométrie moyenne annuelle varie entre 900 et 1 300 mm (Adomou, 2005).

Échantillonnage et collecte de données

Enquête ethnobotanique

Une exploration a été menée au début des travaux pour identifier les forêts sacrées du culte *Orisha Oro* dans la zone d'étude ainsi que tous les couvents et membres de ce culte (photos 2).

À l'issue de l'étude exploratoire, une autorisation a été demandée au chef de village et au *Adjana* (chef dignitaire du *Orisha Oro*) de chaque site d'étude avant la réalisation des enquêtes, conformément au code d'éthique établi par la Société internationale d'ethnobiologie (International Society of Ethnobiology, 2006). Les répondants ont été identifiés et leur permission a également été obtenue avec l'aide des autorités locales avant l'administration du guide d'entretien conçu à cet effet.

Compte tenu de la répartition de *T. scleroxylon* et de son caractère sacré au Bénin, l'approche d'échantillonnage non probabiliste utilisant la technique de la boule de neige (Cochran, 1977) a été adoptée afin d'identifier les principaux informateurs parmi les adeptes et dignitaires des forêts sacrées du culte *Orisha Oro*. Le nombre d'informateurs était de 297 et l'enquête a ciblé les acteurs du culte *Orisha Oro*. Les données ont été recueillies au travers d'entretiens individuels semi-structurés et d'observations

**Photos 2.**

Quelques couvents de forêt sacrée du culte *Orisha Oro* au Bénin.
Some sacred forest convents of the *Orisha Oro* cult in Benin.

directes sur le terrain. Les informations recueillies comprenaient le nombre de tabous relatifs à *T. scleroxyton* et la fréquence annuelle des cérémonies rituelles du culte pendant les cinq dernières années.

Collecte de données

La collecte de données a été effectuée dans les forêts sacrées du culte *Orisha Oro* des communes de Adja-ouèrè, Ifangny, Kétou et Sakété. Ces localités ont été choisies du fait de l'importance de la tradition du culte *Orisha Oro* dans ces milieux et comme des points chauds des forêts sacrées du culte *Orisha Oro* au Bénin (Ganka et Fandohan, 2021). Compte tenu de la faible superficie des écosystèmes sacrés au Bénin, un plateau de 100 m × 100 m (1 ha) a été installé dans trois forêts sacrées par localité, soit au total 12 plateaux.

La position géographique de chaque plateau a été enregistrée par le système de positionnement global (GPS) avec 3 m de précision. Chaque plateau a été ensuite subdivisé en 4 bandes de 25 m × 100 m à l'aide d'un cordeau afin de faciliter la collecte des données. Tous les individus de *T. scleroxyton*, quelle que soit leur taille, et les autres espèces d'arbres dont le diamètre à hauteur de poitrine (DBH) est supérieur ou égal à 10 cm ont été considérés. Tous les individus de samba ont été reliés les uns aux autres à partir d'une référence R (photos 3) par la distance (avec un penta décamètre), la pente et l'azimut (avec un clinomètre) (Azihou, 2013 ; Salako *et al.*, 2018 ; Assogba *et al.*, 2020). Pour chaque individu, la circonférence du tronc et la hauteur totale de l'arbre ont été enregistrées. La circonférence a été convertie plus tard en DBH. Les juvéniles (0 cm < DBH < 10 cm) de *T. scleroxyton* ont également été dénombrés dans chaque bande.

Analyses statistiques

Structure démographique

La structure démographique a été évaluée à l'aide de la densité, des paramètres de croissance des arbres (diamètre et hauteur totale moyens) et leur distribution en classes de diamètre.

• Densité et caractéristiques dendrométriques

Les données de comptage ont été utilisées pour calculer la densité (arbres/ha) des arbres par stade de vie (adultes versus régénérations) pour chaque plateau et ensuite par localité en utilisant la formule :

$$N = \frac{n}{S}$$

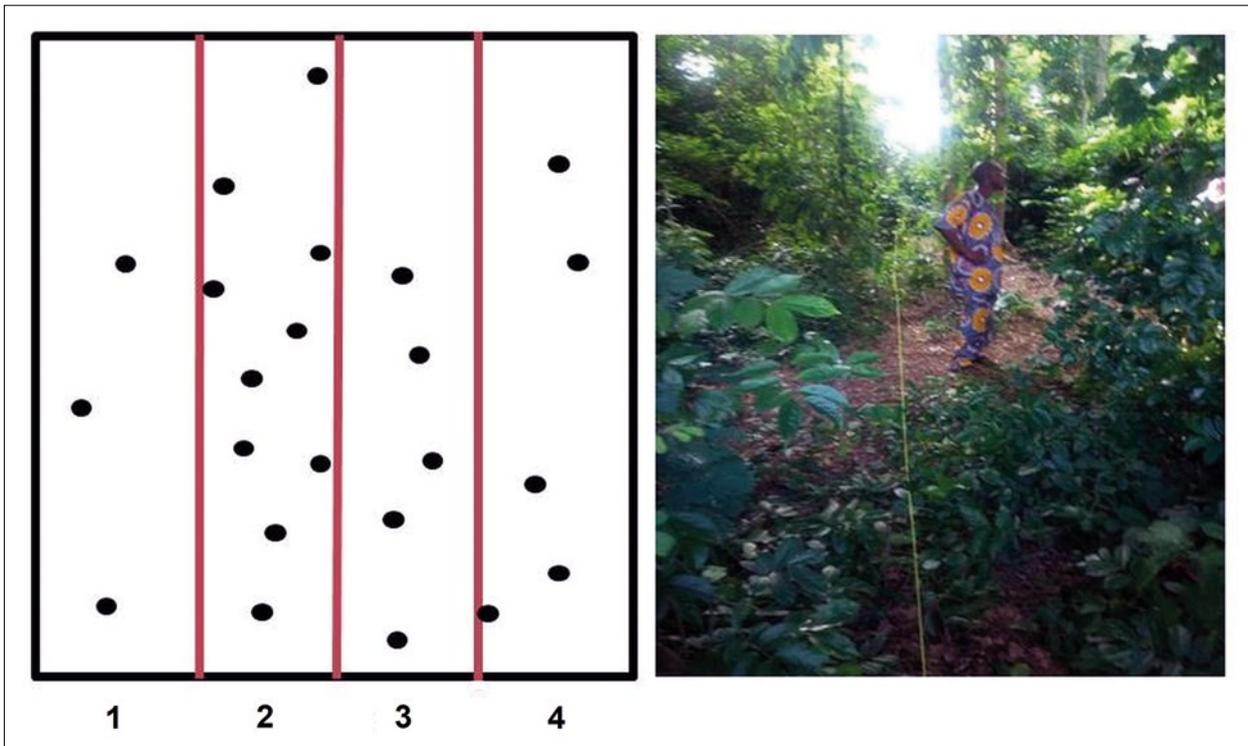
avec n le nombre total d'arbres du plateau et s la superficie unitaire du plateau.

Le diamètre moyen D (en cm) de l'arbre de surface terrière moyenne, qui n'est autre que la moyenne quadratique des diamètres des arbres, exprimée en cm, a été calculé comme suit :

$$D = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n di^2}$$

avec n le nombre d'arbres trouvés dans la placette et di le diamètre du i^{ème} arbre (en cm).

La moyenne quadratique donne plus de poids aux grands arbres et est égale ou supérieure à la moyenne arithmétique. Dans les peuplements de petit diamètre et de gamme étroite de diamètres, les différences entre la moyenne quadratique et la moyenne arithmétique



Photos 3.
 Installation de placettes et subdivision en bandes pour la collecte des données.
 Installation of plots and subdivision into strips for data collection.

sonst légères. En revanche, dans les peuplements avec de grands diamètres et une large gamme de diamètres présents ou avec des distributions de diamètres fortement asymétriques, les différences entre les diamètres moyens arithmétiques et quadratiques peuvent être importantes. La moyenne quadratique du diamètre des arbres est une convention en foresterie (Curtis et Marshall, 2000) qui valorise mieux les gros arbres. Elle est souvent utilisée pour estimer la grosseur moyenne des essences de bois d'œuvre ou de service ainsi que les tables de production (Curtis et Marshall, 2000 ; Glèlè Kakaï et Sinsin, 2009). La hauteur moyenne H (en m) de l'arbre a été déterminée par la formule :

$$H = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_i$$

avec n le nombre d'arbres trouvés dans la placette et H_i la hauteur totale d'arbre i (en m).

L'analyse de variance (ANOVA) suivie du test de Fisher's *Least Significant Difference* (LSD) a été effectuée sur la densité (log-transformée) et le diamètre des arbres pour comparer les sites en fonction de la fréquence des cérémonies du culte *Orisha Oro* et de la proportion des tabous relatifs à l'espèce.

• Distributions en classes de diamètre

Les arbres mesurés ont été subdivisés en deux catégories : les juvéniles ($0 < \text{DBH} < 10$ cm) et les adultes ($\text{DBH} \geq 10$ cm). Ainsi, sur la base des valeurs des diamètres, 10 classes de même amplitude ont été obtenues. Il s'agit des classes de : [0-10[, [10-20[, [20-30[, [30-40[, [40-50[, [50-60[, [60-70[, [70-80[, [80-90[, ≥ 90 . Les densités par classe de diamètre ont été déterminées.

Structure spatiale de *Triplochiton scleroxylon*

Le logiciel Arpent 1.3.d (Lejeune, 2001) a été utilisé pour convertir les données de distance, d'azimut et de pente en coordonnées cartésiennes x, y de chaque arbre du plateau afin de produire une carte des individus de *T. scleroxylon* sur le terrain. La configuration spatiale obtenue a été supposée être le résultat d'un processus stochastique qui génère des ensembles de points sur un plan sous les hypothèses de stationnarité et d'isotropie, c'est-à-dire d'invariance par translation et de rotation (Penttinen *et al.*, 1992 ; Fandohan *et al.*, 2017). La fonction de corrélation par paires (Stoyan et Stoyan, 1994) a été utilisée pour tester (1) si les échantillons observés peuvent être considérés comme ayant un schéma aléatoire, agrégé ou régulier et (2) si la relation entre les adultes et les jeunes de l'espèce ou les individus de deux espèces différentes suggère une

Tableau I.

Liste et nombre de tabous relatifs à *Triplochiton scleroxylon* pendant les cinq dernières années et de cérémonies rituelles du culte *Orisha Oro* par an au Bénin.

List and number of taboos relating to *Triplochiton scleroxylon* over the last 5 years and ritual ceremonies of the *Orisha Oro* cult per year in Benin.

N°	Localités	Kétou	Ifangny	Adja-ouèrè	Sakété
Tabous relatifs à <i>Triplochiton scleroxylon</i>					
1	Abattage par tous les hommes	x			
2	Abattage par les non-initiés au culte <i>Orisha Oro</i>	x	x		
3	Prélèvement d'organes en forêt par les non-initiés	x	x	x	x
4	Ramassage et/ou usage des feuilles au pied des arbres émondés	x	x	x	x
5	Prélèvement d'organes sur les arbres une fois émondés	x	x	x	x
6	Prélèvement d'organes par les femmes	x	x		
7	Émondage des pieds par les non-initiés	x	x	x	x
8	Mise en terre des plants par les femmes	x	x	x	x
9	Plantation dans les concessions sans autorisation	x	x	x	x
10	Vente des pieds pour d'autres événements que ceux des cérémonies du culte <i>Orisha Oro</i>	x	x	x	x
11	Toucher des pieds d'arbre par les femmes	x	x		
12	Abattage par un seul homme	x		x	
13	Usage comme bois de feu	x	x	x	x
Fréquence absolue des tabous		13/13	11/13	9/3	8/13
Fréquence absolue des cérémonies par an		1	1 à 2	2 à 3	2 à 3
X : présence de tabous					

association, une répulsion ou une indépendance spatiale. La fonction de corrélation par paires est une mesure normalisée de la façon dont, en moyenne, une plante perçoit la densité des autres individus lorsqu'elle « regarde vers l'extérieur » sur une distance r croissante dans la communauté dans laquelle elle vit (Law *et al.*, 2009). La fonction de corrélation par paires d'un processus ponctuel stationnaire est :

$$g_{i,j}(r) = \frac{K'(r)}{2\pi r}$$

où $K'(r)$ est la dérivée de la fonction K de Ripley à la distance r (Ripley, 1991).

Cette analyse est univariée lorsqu'un seul point ($i = j$) est analysé et bivariée lorsque les analyses portent sur deux points différents ($i \neq j$). Ainsi, un total de 48 modèles de distribution spatiale a été réalisé et analysé pour les 12 placeaux installés. La fonction indique aussi le niveau spatial r auquel les tendances se sont produites pour les analyses bivariées (Stoyan et Stoyan, 1994 ; Djossa *et al.*, 2008 ; Azihou, 2013 ; Fandohan *et al.*, 2017 ; Salako *et al.*, 2018 ; Asso-gba *et al.*, 2020). L'importance de tout schéma d'observation qui s'écarte de la distribution prévue par le modèle nul (distribution aléatoire ou indépendance spatiale, selon le cas) a été évaluée en comparant la fonction de distribution observée à l'enveloppe de confiance générée par 500 simulations de Monte-Carlo du modèle nul (Diggle *et al.*, 2003). Pour une échelle donnée r , si $g(r)$ est en dehors des enveloppes de simulation ($g(r) \pm 1$), l'hypothèse nulle d'une distribution aléatoire complète (univariée) ou d'une indépendance (bivariée) a été rejetée à cette échelle. Pour un schéma ponctuel univarié, $g(r) = 1$ indique une distribution aléatoire, alors que $g(r) > 1$ et $g(r) < 1$ indiquent respectivement une distribution spatiale agrégative ou régulière. Pour un modèle ponctuel bivarié, $g_{ij}(r) = 1$ montre une indépendance spatiale tandis que $g_{ij}(r) > 1$ et $g_{ij}(r) < 1$ indiquent respectivement une association positive (attraction) et une association négative (répulsion). Les analyses spatiales ont été produites dans le package « Spatstat » (Diggle *et al.*, 2003) du logiciel statistique R version 3.5.0 (R Core Team, 2021).

Résultats

Tabous et cérémonies rituelles relatifs à *Triplochiton scleroxylon*

L'enquête ethnobotanique conduite auprès des adeptes du culte *Orisha Oro* a permis de dénombrer au total treize tabous (tableau I). Les tabous relatifs à *T. scleroxylon* et la fréquence annuelle des cérémonies rituelles du culte pendant les cinq dernières années varient suivant les sites d'étude (tableau I).

Structure démographique

Caractéristiques dendrométriques

Les densités de la population des arbres à l'état juvénile et adulte du samba ont varié de manière

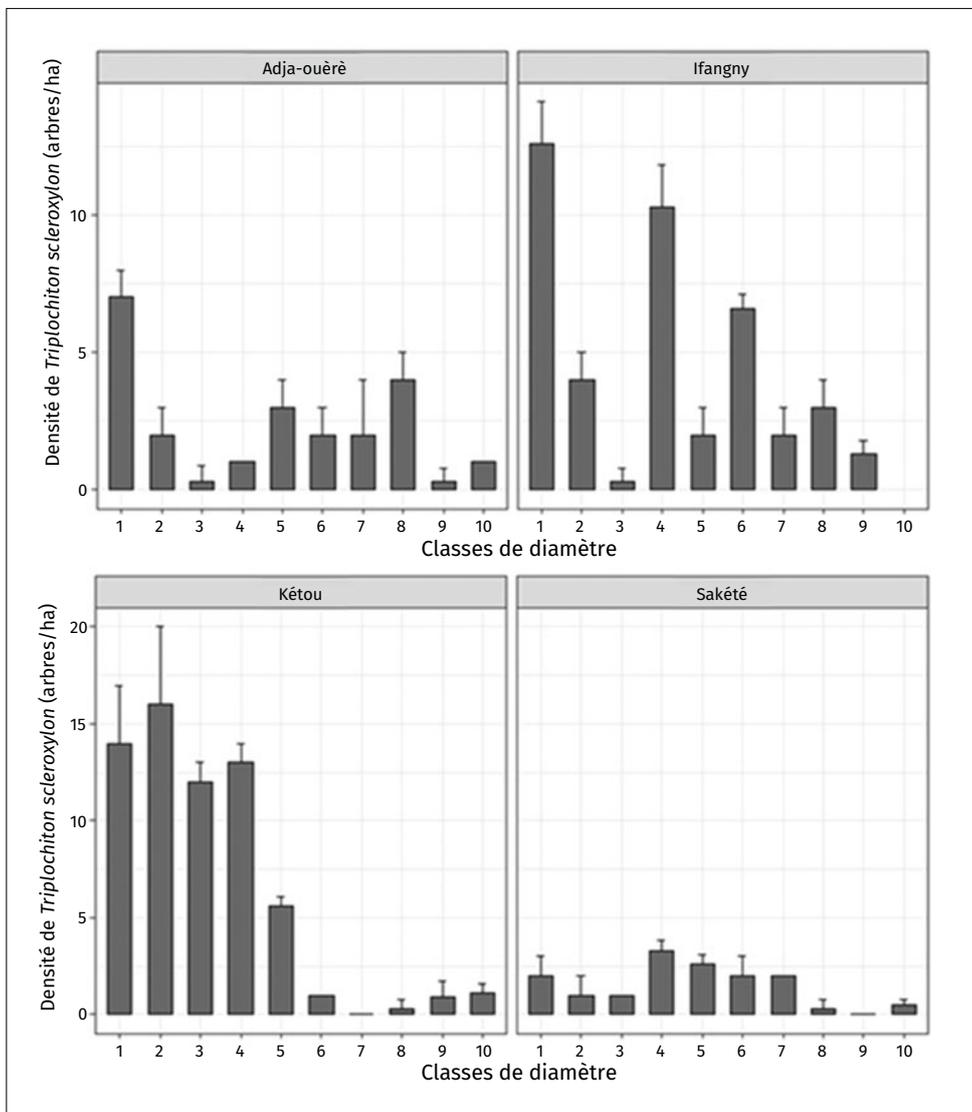


Figure 2. Distribution des classes de diamètre (moyenne ± erreur-type) suivant les forêts sacrées soumises à différentes fréquences de cérémonies rituelles et de nombres de tabous.
Distribution of diameter classes (mean ± standard error) in sacred forests subjected to different frequencies of ritual ceremony and number of taboos.

Tableau II.

Variation de la densité des pieds juvéniles et adultes de *Triplochiton scleroxylon* suivant les sites soumis à différentes fréquences de cérémonies rituelles et de tabous.

Variation in the density of juvenile and adult Triplochiton scleroxylon plants at sites subjected to different frequencies of ritual and taboo ceremonies.

Sites d'étude	Densité (nombre de pieds par ha)	
	Juvenile	Adulte
Kétou	14 ^a ± 3,00	32 ^a ± 5,8
Ifangny	13 ^a ± 1,52	29,66 ^a ± 3,1
Adja-ouèrè	6 ^b ± 1,00	16,66 ^b ± 1,4
Sakété	3 ^c ± 1,00	14 ^b ± 1,1
p-value	< 0,001	< 0,001

Tableau III.

Variation du diamètre et de la hauteur des pieds adultes de *Triplochiton scleroxylon* suivant les sites soumis à différentes fréquences de cérémonies rituelles et de tabous.

Variation in the diameter and height of adult Triplochiton scleroxylon plants at sites subjected to different frequencies of ritual and taboo ceremonies.

Sites d'étude	Diamètre (cm)	Hauteur (m)
	Adulte	Adulte
Kétou	37,75 ^b ± 5,1	22,8 ^b ± 0,4
Ifangny	44,5 ^b ± 0,7	23,7 ^b ± 0,3
Adja-ouèrè	63,8 ^a ± 1,9	34,3 ^a ± 0,3
Sakété	57,0 ^a ± 0,3	24,2 ^b ± 0,2
p-value	< 0,001	< 0,001

Répartition en classes de diamètre

L'analyse de la répartition par classe de diamètre des arbres présente en général des structures irrégulières. Toutefois, on observe des différences relativement marquées en fonction du nombre de tabous et de la fréquence des cérémonies rituelles (figure 2). Dans les forêts à nombre de tabous élevé et à plus faible fréquence des cérémonies rituelles, la proportion d'individus de diamètre inférieur à 30,52 cm est neuf fois plus élevée que celle des forêts à plus faible nombre de tabous et plus forte fréquence des cérémonies. Les diamètres médians étaient de 21,66 cm à 34,58 cm, d'une part, et 43,84 cm à 41,53 cm, d'autre part, au Bénin. Les individus de faible diamètre (inférieur ou égal à 10 cm) avaient une densité de 13 à 14 pieds/ha dans les forêts à nombre de tabous élevé et plus faible fréquence des cérémonies, contre 3 à 6 pieds/ha pour les autres forêts. Cependant, indépendamment des forêts, les individus de grand diamètre (supérieur à 90 cm) étaient très peu représentés (0 à environ 1 pied à l'hectare).

significative en fonction du nombre de tabous relatifs à l'espèce et de la fréquence des cérémonies rituelles ($p < 0,001$; figure 2). Les densités étaient environ trois fois plus élevées dans les forêts sacrées avec une faible fréquence de cérémonies rituelles et un nombre plus élevé de tabous (tableau II). La différence entre les densités de population des arbres adultes et juvéniles était de deux fois dans les forêts sacrées à faible fréquence de cérémonies rituelles et à un nombre plus élevé de tabous. Cette différence de densité est de trois fois dans les écosystèmes à tendance inverse (tableau II).

En revanche, les diamètres et hauteurs moyens des arbres adultes de *T. scleroxylon* étaient plus grands dans les forêts sacrées du culte *Orisha Oro* au Bénin où la fréquence des cérémonies rituelles est élevée et le nombre de tabous faible ($p < 0,001$; tableau III).

Tableau IV.

Résultats des analyses spatiales univariées et bivariées intraspécifiques.

Results of univariate and bivariate intraspecific spatial analyses.

Sites d'étude	Stade de développement	<i>Triplochiton scleroxylon</i>		
		P1	P2	P3
Kétou	Juveniles	Aléatoire	Aléatoire	Agrégative ($0 < r < 3$)
	Adultes	Aléatoire	Aléatoire	Aléatoire
	Juveniles × adulte	Indépendance	Indépendance	Indépendance
	Adulte – juveniles	Indépendance	Indépendance	Indépendance
Ifangny	Juveniles	Aléatoire	-	-
	Adultes	Aléatoire	Aléatoire	Aléatoire
	Juveniles × adulte	Indépendance	Indépendance	Indépendance
	Adulte – juveniles	Indépendance	Indépendance	Indépendance
Adja-ouèrè	Juveniles	-	-	Aléatoire
	Adultes	-	-	Aléatoire
	Juveniles × adulte	Indépendance	Indépendance	Indépendance
	Adulte – juveniles	Indépendance	Indépendance	Indépendance
Sakété	Juveniles	-	Aléatoire	-
	Adultes	Aléatoire	Aléatoire	Aléatoire
	Juveniles × adulte	Indépendance	Indépendance	-
	Adulte – juveniles	Indépendance	Indépendance	Indépendance

Structure spatiale de *Triplochiton scleroxylon*

Configuration spatiale et relations spatiales intraspécifiques univariées et bivariées

L'examen visuel des différentes cartes montre en général une distribution aléatoire des individus (figure 3).

Au total, 48 modèles spatiaux ont été réalisés et analysés. Comme les 48 représentations graphiques correspondantes n'ont pas toutes pu être rapportées, les résultats de ces représentations ont été présentés dans le tableau IV. Cependant, des exemples de courbe de modèle appa-

raissent dans la figure 4 pour illustration. La modélisation de la configuration spatiale des individus jeunes et adultes de *T. scleroxylon* à l'aide de la fonction de corrélation par paire n'a pas montré de différence importante entre les forêts sacrées. Indépendamment du nombre de tabous et de la fréquence des cérémonies rituelles, et quel que soit le stade de vie, la valeur de $g(r)$ est égale à 1, ce qui indique une distribution aléatoire des individus (tableau IV et figure 4). Pour les analyses bivariées intraspécifiques, les résultats ont montré une indépendance entre la distribution spatiale des juvéniles et celle des adultes du samba et vice versa.

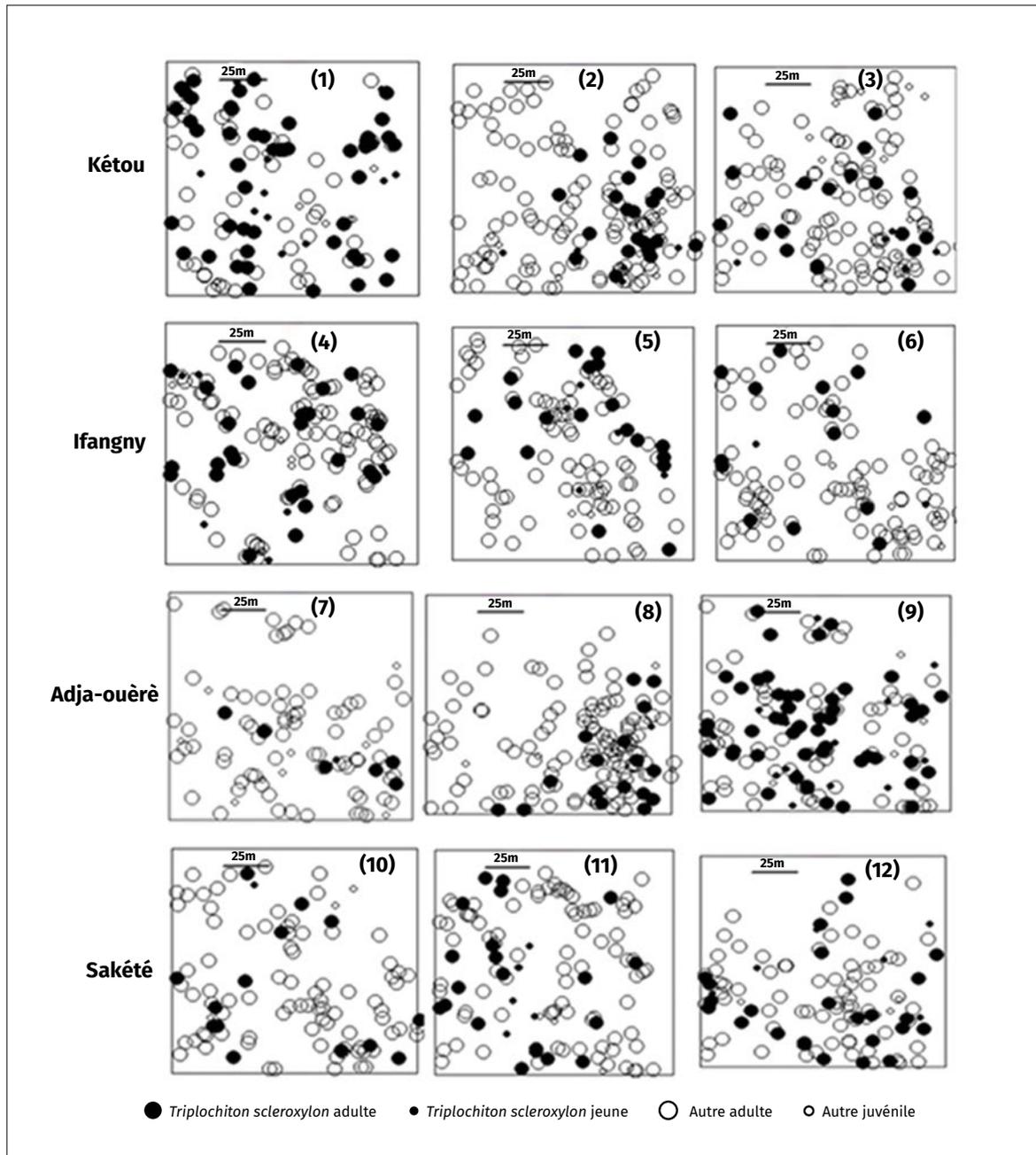


Figure 3. Carte de distribution de *Triplochiton scleroxylon* et des autres espèces d'arbre dans les forêts sacrées de Orisha Oro au Bénin.
 Distribution map of *Triplochiton scleroxylon* and other tree species in the Orisha Oro sacred forests in Benin.

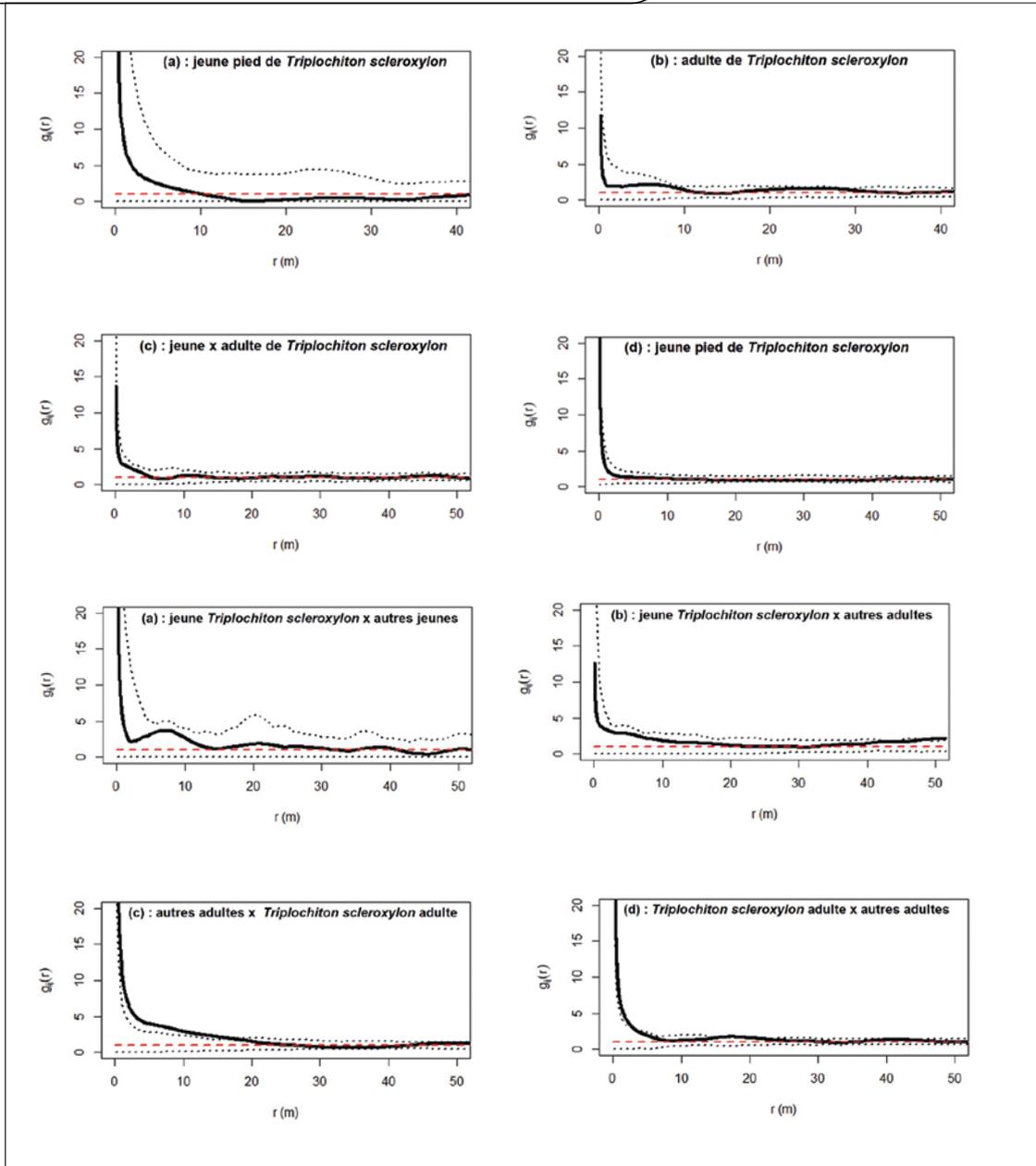


Figure 4.

Représentation graphique de la fonction de corrélation des paires des analyses spatiales univariées et bivariées intraspécifiques et interspécifiques (jeunes arbres et adultes) de *Triplochiton scleroxylon* dans quelques parcelles prises comme exemple pour illustrer une distribution aléatoire et une indépendance spatiale.

g_{obs} représente la statistique calculée à partir des données ; g_{theo} montre la fonction de corrélation des paires attendue d'un processus stochastique de Poisson ; g_{hi} et g_{lo} représentent 95 % des limites de confiance pour l'hypothèse nulle du modèle complet d'aléa spatial obtenu à partir des 500 simulations indépendantes ; r : rayon de perception. La ligne épaisse continue montre la statistique calculée à partir des données. La ligne horizontale rouge en tiret représente la fonction de corrélation des paires attendue d'un processus de Poisson complètement aléatoire/indépendant. Les lignes en pointillés représentent les enveloppes de confiance d'environ 95 % pour l'hypothèse nulle (motif spatial aléatoire/indépendant), obtenues à partir de 500 simulations indépendantes.

Graphical representation of the pair correlation function of univariate and bivariate intraspecific and interspecific spatial analyses (young trees and adults) of *Triplochiton scleroxylon* from a few plots used as an example to illustrate a random distribution and spatial independence. g_{obs} represents the statistic calculated from the data; g_{theo} shows the pair correlation function expected from a stochastic Poisson process; g_{hi} and g_{lo} represent 95% confidence limits for the null hypothesis of the complete spatial randomness model obtained from 500 independent simulations. r : radius of perception. The thick solid line shows the statistic calculated from the data. The dashed red horizontal line represents the pairwise correlation function expected from a completely random/independent Poisson process. The dashed lines represent the approximately 95% confidence envelopes for the null hypothesis (random/independent spatial pattern), obtained from 500 independent simulations.

Tableau V.

Résultats des analyses spatiales univariées et bivariées intraspécifiques.
Results of univariate and bivariate intraspecific spatial analyses.

Site d'étude	Kétou	Ifangny	Adja-ouèrè	Sakété
Juveniles	36,14 ^a ± 6,05	49,91 ^a ± 5,15	30,79 ^b ± 2,98	38,96 ^c ± 3,91
Adultes	12,16 ^a ± 0,49	11,51 ^a ± 0,49	12,42 ^a ± 0,61	13,70 ^a ± 0,65
Juveniles-adultes	17,54 ^a ± 3,01	12,48 ^a ± 2,2	13,31 ^a ± 1,23	12,58 ^a ± 1,05
Adultes-juveniles	34,58 ^b ± 1,26	67,18 ^d ± 3,38	24,93 ^a ± 2,02	42,27 ^c ± 2,31

Distance par rapport au plus proche voisin

Les distances par rapport au plus proche voisin des pieds adultes du samba sont similaires, indépendamment de la fréquence des cérémonies rituelles et du nombre de tabous (tableau V). Par contre, des différences ont été observées s'agissant des distances au plus proche voisin des juvéniles et des adultes aux juvéniles. Toutefois, les données n'ont présenté aucune structuration en fonction de la fréquence des cérémonies et du nombre des tabous. Il en est de même pour la distance des juvéniles à l'adulte le plus proche.

Discussion

Cette étude a évalué la densité, les caractéristiques dendrométriques, la distribution des classes de diamètre et la structure spatiale de *T. scleroxyton* dans les forêts sacrées sujettes à différents nombres de tabous et fréquences de cérémonies rituelles. L'étude a montré que le nombre de tabous a un effet positif sur la densité des juvéniles et adultes du samba alors que l'effet inverse a été observé pour la fréquence des cérémonies rituelles. Les mêmes tendances ont été notées au niveau des structures diamétriques, avec des forêts où le nombre moyen de jeunes pieds est nettement plus élevé lorsque le nombre de tabous est plus élevé et la fréquence des cérémonies rituelles plus faible.

Ces résultats indiquent un effet positif des tabous sur le statut de conservation des forêts à samba mais un effet négatif de la fréquence des cérémonies rituelles. En effet, le nombre de tabous autour de l'espèce limite son exploitation de telle sorte que plus le nombre de tabous est important, plus les pressions exercées sur elle sont faibles. En revanche, les cérémonies rituelles du culte *Orisha Oro* nécessitent l'usage de plusieurs parties de la plante, notamment les feuilles, les racines, les branches et le tronc (Ganka et Fandohan, 2021 ; Ganka *et al.*, 2022). Ces prélèvements conduisent souvent à des émondages plus ou moins sévères de plusieurs individus parmi les grands semenciers,

**Photo 4.**

Pied de *Triplochiton scleroxylon* émondé par *Orisha Oro* au Bénin.
Triplochiton scleroxylon pruned by *Orisha Oro* in Benin.

notamment lors de la sortie du *Orisha Oro* (Ganka et Fandohan, 2021).

Bien que les densités et les structures diamétriques suggèrent que les peuplements des forêts des localités à plus grand nombre de tabous et faible fréquence des cérémonies rituelles sont mieux conservés et plus viables, les densités des jeunes arbres sont en général faibles (en moyenne 9 tiges à l'hectare contre 23 pour les adultes). Par ailleurs, le faible niveau de régénération et la rareté des individus de grand diamètre pourraient être dus à l'exploitation incontrôlée des grands sujets de l'espèce dans les forêts étudiées. Compte tenu de la valeur commerciale de son bois, les grands sujets de l'espèce sont souvent exploités par les dignitaires du culte pour l'acquisition de ressources financières nécessaires à l'organisation des cérémonies rituelles annuelles (Ganka et Fandohan, 2021). Ceci couplé à l'émondage régulier (photo 4) peut empêcher durablement la fructification des arbres matures et la régénération du samba qui a déjà une fructification irrégulière (Ganka *et al.*, 2021). D'autres facteurs non mesurés dans le cadre de cette étude pourraient également avoir influencé les résultats observés : les taux de production, de germination et de survie des graines, les attaques parasitaires par les ennemis naturels, les performances de croissance des jeunes plants de l'espèce, la concurrence intra- et interspécifique (Hutchings, 1997 ; Martins et Shackleton, 2017). En effet, un faible pouvoir germinatif et de survie des graines de l'espèce peut entraver la production des graines et donc le recrutement dans les populations de l'espèce.

Les résultats de cette étude ont également montré, globalement, une distribution aléatoire des arbres et une indépendance entre les schémas de répartition des adultes et des juvéniles, quels que soient le nombre de tabous et la fréquence des cérémonies rituelles du culte *Orisha Oro*. Ce type de répartition caractérise plusieurs espèces sous les tropiques (Condit *et al.*, 2000). La distribution aléatoire chez le samba peut s'expliquer par le mode de dissémination des graines (espèce anémochore). Cette distribution peut être accentuée par l'irrégularité de la fructification chez les arbres de samba, les émondages excessifs qui inhibent la reproduction, et les abattages des grands semenciers. Les associations faiblement positives observées par endroits entre les arbres de samba et les individus d'autres espèces suggèrent que le samba tolère d'autres espèces dans son proche voisinage. D'autre part, ces associations positives pourraient aussi indiquer que les autres espèces dans le voisinage proche du samba sont également sujettes à l'exploitation, notamment dans la plupart des placeaux où une indépendance interspécifique a été observée.

Les résultats de cette étude soutiennent en partie l'hypothèse faisant des tabous une stratégie de conservation. Cependant, ils montrent également que, dans ce cas-ci, les formes d'exploitation non interdites constituent en soi des menaces fondamentales pour la survie des peuplements de samba. Il a également été montré que, dans le contexte actuel de la dégradation des pouvoirs traditionnels, les tabous sont de moins en moins respectés et susceptibles de garantir l'utilisation durable des ressources (Jones *et al.*, 2008). La conservation du samba nécessitera alors des

interventions actives multipartites incluant les institutions traditionnelles, les chercheurs et l'administration forestière.

Les distances entre les adultes de *T. scleroxyton* ne varient pas d'un site à un autre. Cependant, elles varient au sein des jeunes plants de l'espèce et sans aucune structuration autour des facteurs testés. En admettant que la non-augmentation de la distance entre les plants adultes de l'espèce pourrait limiter l'isolement des plants reproducteurs et favoriser les services de pollinisation et donc la régularité des pieds juvéniles (Salako *et al.*, 2018), cette variation ne pourrait être attribuée qu'à l'anémochorie de l'espèce.

Les distances des plus proches voisins des pieds adultes par rapport aux juvéniles varient d'un site à un autre et indépendamment du nombre de tabous et de la fréquence des cérémonies rituelles. Ce résultat pourrait s'expliquer par l'émondage et le piétinement des graines lors des fréquentes pratiques culturelles. La chance de survie des juvéniles sera donc fonction de leur isolement des pieds adultes. Ce résultat justifie aussi le modèle de Janzen-Connell qui prédit que la probabilité de survie des plantules jusqu'à l'âge adulte devrait augmenter avec la distance de la plante mère (Janzen, 1970 ; Connell, 1971 ; Fandohan *et al.*, 2017).

Conclusion

Cette étude a montré, d'une part, l'effet positif du nombre de tabous et, d'autre part, l'effet négatif de la fréquence des cérémonies rituelles du culte *Orisha Oro* sur les peuplements de *Triplochiton scleroxyton*. Alors que les tabous contribuent à réduire les pressions anthropiques sur l'espèce, les cérémonies rituelles compromettent sévèrement sa régénération naturelle. Pour garantir la conservation durable de *T. scleroxyton* et sa conservation dans les forêts sacrées, un certain nombre de mesures pourraient être prises : organisation de campagnes d'information des dignitaires du culte *Orisha Oro* et des gardiens de la tradition sur le risque d'extirpation de l'espèce des forêts ; sensibilisation pour une réduction des cérémonies rituelles à une seule fois par an ; incitation à la préservation des grands semenciers lors des cérémonies rituelles ; restauration des peuplements de *T. scleroxyton* par enrichissement des forêts sacrées.

Financement

L'étude a été financée grâce à une bourse doctorale octroyée à G. Ganka par le Gouvernement du Bénin et un soutien additionnel du troisième auteur, A. B. Fandohan.

Conditions d'accès aux données

Les données ont été obtenues par des inventaires et la cartographie des pieds de *Triplochiton scleroxyton* dans des placeaux de 100 m × 100 m à la suite des enquêtes ethnobotaniques auprès des adeptes du culte *Orisha Oro* au Bénin, dans le respect du code d'éthique établi par la Société internationale d'ethnobiologie. Lien Internet du dépôt numérique : <https://www.scidb.cn/anonymous/ZXFxQWJ5>

Références bibliographiques

- Adomou C. A., 2005. Vegetation patterns and environmental gradients in Benin. Implications for biogeography and conservation. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen, The Netherlands, 136 p. <https://library.wur.nl/Web-Query/wurpubs/fulltext/121707>
- Adomou C. A., Agbani O. P., Sinsin B. 2011. Plants. In: Neuenschwander P., Sinsin B., Goergen G. (eds). Nature Conservation in West Africa: Red List for Benin. Ibadan, Nigeria, International Institute of Tropical Agriculture, 21-46. [https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/114202/Nature Conservation for Benin/1/IUCN%20Red%20List%20Benin%20Ch19.pdf](https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/114202/Nature%20Conservation%20for%20Benin/1/IUCN%20Red%20List%20Benin%20Ch19.pdf)
- Ahononga F. C., Gouwakinnou G. N., Biaou S. S. H., Biaou S., 2020. Vulnérabilité des terres des écosystèmes du domaine soudanien au Bénin de 1995 à 2015. Bois et Forêts des Tropiques, 346 : 35-50. <https://doi.org/10.19182/bft2020.346.a36295>
- Assogba O. D. I., Salako K. V., Fantodji B., Assédé E. P. S., Assogbadjo A. E., Chirwa P. W., 2020. Does land use type impact the demographic and spatial structures of *Adansonia digitata* L. in the Pendjari Biosphere Reserve in Northern Benin? Bois et Forêt des Tropiques, 344 : 59-72. <https://doi.org/10.19182/bft2019.344.a31908>
- Azihou A. F., 2013. Ecology of isolated trees in tropical savannas: modelling of plant species distribution and colonization of new habitats through long-distance dispersal and facilitation. PhD thesis, University of Abomey-Calavi, Benin, 162 p. <https://www.leabenin-fsauac.net/en/ecology-isolated-trees-tropical-savannas-modelling-plant-species-distribution-colonization-new-habitats-long-distance-dispersal-facilitation/>
- Cochran W. G., 1977. Sampling techniques. 3rd edition. Wiley, 440 p. https://fsapps.nwgc.gov/gtac/CourseDownloads/IP/Cambodia/FlashDrive/Supporting_Documentation/Cochran_1977_Sampling%20Techniques.pdf
- Colding J., Folke C., 1997. The relations among threatened species, their protection, and taboos. Conservation Ecology, 1 (1): 6. <http://www.consecol.org/vol1/iss1/art6/>
- Condit R., Ashton P. S., Baker P., Bunyavejchewin S., Gunatilleke S., Gunatilleke N., 2000. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. Science, 288: 1414-1418. <https://doi.org/10.1126/science.288.5470.1414>
- Connell J. H., 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and rain forest trees. In: Den Boer P. J., Gradwell P. R. (eds). Dynamics of populations. Wageningen, The Netherlands, Centre for Agricultural Publishing and Documentation, 289-312. <https://archive.org/details/connell-1971>
- Curtis R. O., Marshall D. D., 2000. Why quadratic mean diameter? Western Journal of Applied Forestry, 15 (3): 137-139. https://www.fs.usda.gov/pnw/olympia/silv/publications/opt/436_CurtisMarshall2000.pdf
- Diggle P. J., Ribeiro P. J., Christensen O. F., 2003. An introduction to model-based geostatistics. In: Moller J. (ed.). Spatial Statistics and Computational Methods. Springer, 43-86. https://doi.org/10.1007/978-0-387-21811-3_2
- Djossa B. A., Fahr J., Wiegand T., Ayihouénou B. E., Kalko E. K., Sinsin B. A., 2008. Land use impact on *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaerten. stand structure and distribution patterns: a comparison of Biosphere Reserve of Pendjari in Atacora district in Benin. Agroforestry Systems, 72 (3): 205-220. <https://doi.org/10.1007/s10457-007-9097-y>
- Fandohan A. B., Azihou A. F., Assogbadjo A. E., Fonton N. H., van Damme P., Sinsin A. B., 2017. Environment-driven spatial pattern of tamarind trees in riparian forests. Journal of Agriculture and Environment for International Development, 111 (1): 23-37. <https://doi.org/10.12895/jaeid.20171.499>
- Fayolle A., Engelbrecht B., Freycon V., Mortier F., Swaine M., Réjou-Méchain M., et al., 2012. Geological substrates shape tree species and trait distributions in African moist forests. PLoS One, 7: 42381. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042381>
- Ganka G., Fandohan A. B., Lougbegnon O. T., 2021. *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. (Sterculioideae-Malvaceae) : Synthèse des connaissances et perspectives de recherche. Annales des Sciences Agronomiques, 24 (2) : 135-146. https://www.researchgate.net/publication/359861283_Triplochiton_scleroxylon_K_Shum_Sterculioideae-Malvaceae_Synthese_des_connaissances_et_perspectives_de_recherche
- Ganka G., Fandohan A. B., 2021. *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. (Malvaceae Sterculioideae): a key species of the Orisha Oro worship in Benin. Ethnobotany Research and Applications, 22: 22-43. <http://dx.doi.org/10.32859/era.22.43.1-14>
- Ganka G., Salako K. V., Fandohan A. B., 2022. Importance des cultes dans la préservation des espèces d'arbre, le cas du samba (*Triplochiton scleroxylon* K. Schum.) au Bénin. Bois et Forêts des Tropiques, 351 : 53-65. <https://doi.org/10.19182/bft2022.351.a36866>
- Gaoué O. G., Ticktin T., 2007. Patterns of harvesting foliage and bark from the multipurpose tree *Khaya senegalensis* in Benin: Variation across ecological regions and its impacts on population structure. Biological Conservation, 137: 424-436. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.02.020>
- Gaoué O. G., Coe M. A., Bond M., Hart G., Seyler B. C., McMillen H., 2017. Theories and major hypotheses in ethnobotany. Economic Botany, 71 (3): 269-287. <https://doi.org/10.1007/s12231-017-9389-8>
- Glèlè Kakai R., Sinsin B., 2009. Structural description of two *Isobrerlinia* dominated vegetation types in the Wari-Marô Forest Reserve (Benin). South African Journal of Botany, 75 (1): 43-51. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2008.07.003>
- Hutchings M. J., 1997. The structure of plant populations. In: Crawley M. J. (ed.). Plant Ecology. 2nd ed. Oxford, UK, Blackwell Science, 325-358.
- International Society of Ethnobiology, 2006. ISE Code of Ethics (With 2008 additions). ISE, 12 p. <https://www.ethnobiology.net/what-we-do/core-programs/ise-ethics-program/%20code-of-ethics/>

Janzen D. H., 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist*, 104: 501-528. <https://www.jstor.org/stable/2459010>

Jones J. P. G., Andriamarivololona M. M., Hockey N., 2008. The Importance of taboos and social norms to conservation in Madagascar. *Conservation Biology*, 22 (4): 976-986. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00970.x>

Kokou K., Sokpon N., 2006. Les forêts sacrées du couloir du Dahomey. *Bois et Forêts des Tropiques*, 288 (2) : 15-23. <https://revues.cirad.fr/index.php/BFT/article/view/20312>

Law R., Illian J., Burslem D. F., Gratzner G., Gunatilleke C., Gunatilleke I., 2009. Ecological information from spatial patterns of plants: insights from point process theory. *Journal of Ecology*, 97(4): 616-628. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2009.01510.x>

Lejeune P., 2001. Arpent 2.0, logiciel de saisie de données d'arpentage – Guide d'utilisation [Arpent 2.0, surveying data acquisition software]. Note Technique Forestière de Gembloux, 5 : 1-12. https://www.gembloux.ulg.ac.be/gestion-des-ressources-forestieres/upload/Notes%20techniques/ntfg_05.pdf

Martins A. R., Shackleton C. M., 2017. Abundance, population structure and harvesting selection of two palm species (*Hyphaene coriacea* and *Phoenix reclinata*) in Zitundo area, southern Mozambique. *Forest Ecology and Management*, 398: 64-74. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.05.005>

Meyer-Rochow V. M., 2009. Food taboos: their origins and purposes. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 5: 18. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-5-18>

Penttinen A., Stoyan D., Henttonen H. M., 1992. Marked point processes in forest statistics. *Forest Science*, 38: 806-824. <https://doi.org/10.1093/forestscience/38.4.806>

Peres C. A., Baider C., Zuidema P. A., Wadt L. H. O., Kainer K. A., Gomes-Silva D. A., 2003. Demographic threat to the sustainability of Brazil nut exploitation. *Science*, 302: 2112-2114. <https://doi.org/10.1126/science.1091698>

R Core Team, 2021. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>

Ripley B. D., 1991. *Statistical Inference for Spatial Processes*. Cambridge University Press, 148 p. <https://www.cambridge.org/core/books/statistical-inference-for-spatial-processes/E9C72949CAD9B3E8F662F67562FCF06D>

Salako K. V., Kénou C., Dainou K., Assogbadjo A. E., Glèlè Kakai R., 2018. Impacts of land use types on spatial patterns and neighbourhood distance of the agroforestry palm *Borassus aethiopum* Mart. in two climatic regions in Benin, West Africa. *Agroforestry Systems*, 93: 1057-1071. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0205-y>

Siepel A., Poorter L., Hawthorne W., 2004. Ecological profiles of large timber species. In: Poorter L., Bongers F., Kouamé F. N., Hawthorne W. (eds). *Biodiversity of West African forests: An ecological atlas of woody plant species*. CAB International, 391-445. <https://www.cabdigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9780851997346.0000>

Stoyan D., Stoyan H., 1994. *Fractals, Random Shapes, and Point Fields: Methods of Geometrical Statistics*. John Wiley, 389 p. <https://www.wiley.com/en-ca/Fractals,+Random+Shapes+and+Point+Fields:+Methods+of+Geometrical+Statistics-p-9780471937579>

Ganka et al. – Contribution des auteurs

Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	G. Ganka, A. B. Fandohan
Gestion des données	G. Ganka, A. B. Fandohan
Analyse formelle	G. Ganka, A. B. Fandohan, K. V. Salako
Acquisition des financements	G. Ganka, A. B. Fandohan
Enquête et investigation	G. Ganka
Méthodologie	G. Ganka, A. B. Fandohan, K. V. Salako
Gestion du projet	G. Ganka, A. B. Fandohan
Ressources	G. Ganka, A. B. Fandohan
Logiciels	G. Ganka, A. B. Fandohan, K. V. Salako
Supervision	A. B. Fandohan
Visualisation	G. Ganka
Écriture – Préparation de l'ébauche originale	G. Ganka, A. B. Fandohan
Écriture – Révision et édition	G. Ganka, K. V. Salako, A. B. Fandohan

Bois et Forêts des Tropiques - Revue scientifique du Cirad - © Bois et Forêts des Tropiques © Cirad



Cirad - Campus international de Baillarguet,
34398 Montpellier Cedex 5, France
Contact : bft@cirad.fr - ISSN : L-0006-579X