Effet du type d'utilisation des terres sur l'état des populations de *Vitex doniana* Sweet en zone soudanienne du Burkina Faso

Hamadé Tidjani GUINDÉ[1]
Prospère SABO[1]
Bassiaka OUATTARA[2]
Amadé OUÉDRAOGO[1]

[1] Université Joseph Ki-Zerbo
Laboratoire de biologie et écologie végétales
03 BP 7021, Ouagadougou 03
Burkina Faso

[2] Université de Fada N'Gourma
Institut supérieur du développement durable
BP 54, Fada N'Gourma
Burkina Faso

Auteur correspondant / Corresponding author:
Hamadé Tidjani GUINDÉ – hamadeguinde@gmail.com

ORCID : https://orcid.org/0009-0003-1205-214X

Photo 1.
Individu adulte de *Vitex doniana*.
Adult Vitex doniana.

Doi : 10.19182/bft2023.357.a37026 – Droit d'auteur © 2023, Bois et Forêts des Tropiques – © Cirad – Date de soumission : 31 octobre 2022 ; date d'acceptation : 12 mai 2023 ; date de publication : 1er octobre 2023.

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

Citer l'article / To cite the article
Guindé H. T., Sabo P., Ouattara B., Ouédraogo A., 2023. Effet du type d'utilisation des terres sur l'état des populations de *Vitex doniana* Sweet en zone soudanienne du Burkina Faso. Bois et Forêts des Tropiques, 357 : 71-84. Doi : https://doi.org/10.19182/bft2023.357.a37026

Bois et Forêts des Tropiques – ISSN: L-0006-579X
Volume 357 – 3rd quarter – October 2023 – p. 71-84
RESEARCH / EFFECTS OF LAND USE TYPES

RÉSUMÉ

Effet du type d'utilisation des terres sur l'état des populations de *Vitex doniana* Sweet en zone soudanienne du Burkina Faso

Vitex doniana Sweet est une espèce forestière connue pour son importance socio-économique en raison de ses utilisations alimentaires, thérapeutiques et culturelles. Elle est actuellement menacée de disparition du fait des fortes pressions anthropiques qui nécessitent des mesures afin d'assurer sa gestion durable. La présente étude visait à évaluer l'état des populations de l'espèce dans trois types d'utilisation des terres correspondant à différentes intensités de perturbations anthropiques, à savoir les aires protégées, les zones pastorales et les zones de culture. À base d'un échantillonnage stratifié et orienté, 82 placettes de différentes tailles ont été installées en fonction de l'habitat considéré. Les données collectées ont concerné la hauteur totale et le diamètre du tronc à 1,30 m du sol des arbres de l'espèce. Les juvéniles ont été dénombrés, leur hauteur mesurée. Le mécanisme de régénération a été déterminé par excavation des juvéniles. L'état sanitaire des arbres a été évalué sur la base de la présence/absence d'infestation et de trace d'exploitation. Les résultats montrent une influence significative (p < 0,05) du type d'utilisation des terres sur la densité des individus, le diamètre moyen du tronc et l'état sanitaire des arbres. La densité des adultes était 3,35 et 2,49 fois respectivement plus élevée dans les zones pastorales et les aires protégées que dans les zones de culture (5,44 ± 2,80 arbres/ha). La régénération dans les aires protégées (43,83 ± 7,65 ind./ha) était 1,27 et 2,61 fois supérieure à celle de la zone pastorale et les zones de culture, respectivement. Les distributions en classe de diamètre présentent une allure en cloche pour les zones pastorales, en structure erratique pour les zones de cultures et en asymétrie positive dans les aires protégées. Le rejet de souche et le drageonnage sont les modes préférentiels de reproduction végétative de l'espèce. Plus de 90 % des individus rencontrés sont affectés par l'exploitation humaine, à savoir le prélèvement des feuilles par élagage des branches et la récolte de l'écorce et des racines. Nos résultats suggèrent un renforcement des mesures de protection de l'espèce et une meilleure valorisation de ses produits afin d'assurer sa conservation.

Mots-clés : espèce menacée, état sanitaire, pression anthropique, structure démographique, *Vitex doniana*.

ABSTRACT

Effects of land use types on the health status of *Vitex doniana* Sweet populations in Burkina Faso's Sudanian zone

Vitex doniana Sweet is a forest tree species of known socio-economic importance for its food, medicinal and cultural uses. It is currently threatened with extinction due to severe human pressure, so that measures need to be taken to ensure that its management is sustainable. The aim of this study was to assess the status of its populations in three types of land use situations corresponding to different intensities of human disturbance, namely protected areas, pastoral zones and cultivated areas. Based on stratified and oriented sampling, 82 plots of different sizes were set up according to the habitat under consideration. Data were collected for total tree height and trunk diameter at 1.30 m from the ground. Juveniles were counted and their heights measured. The regeneration mechanism was determined from excavation of the juveniles. The health of the trees was assessed on the basis of the presence/absence of infestation and traces left by their exploitation. The results show a significant influence (p < 0.05) of the type of land use on the density of individuals, the average diameter of the trunk and the health status of the trees. Adult tree density was 3.35 and 2.49 times higher in pastoral zones and protected areas respectively than in cultivated zones (5.44 ± 2.80 trees/ha). Regeneration in protected areas (43.83 ± 7.65 ind/ha) was 1.27 and 2.61 times higher than in pastoral and cultivated areas respectively. The diameter class distributions were bell-shaped in the pastoral zones, erratic in the cultivated zones and positively asymmetrical in the protected areas. Stump shoots and suckering are the main mechanisms of vegetative reproduction. More than 90% of the individuals found were affected by human uses: cut branches resulting in leaf removal and harvesting of bark and roots. Our results suggest that to ensure conservation of the species, protection measures need to be strengthened and use of its products better managed.

Keywords: endangered species, health status, human pressure, demographic structure, *Vitex doniana*.

RESUMEN

Efecto del tipo de uso de las tierras en el estado de las poblaciones de *Vitex doniana* Sweet en la zona sudanesa de Burkina Faso

Vitex doniana Sweet es una especie forestal conocida por su importancia socioeconómica debida a los usos alimenticios, terapéuticos y culturales. Actualmente está amenazada de desaparición a causa de las fuertes presiones antrópicas que hacen necesario tomar medidas para garantizar una gestión sostenible. Este estudio pretende evaluar el estado de las poblaciones de la especie en tres tipos de uso de las tierras que corresponden a diferentes intensidades de perturbaciones antrópicas: las zonas protegidas, las zonas pastorales y las zonas de cultivo. Mediante un muestreo estratificado y orientado, se establecieron 82 parcelas de diferentes tamaños en función del hábitat considerado. Los datos recogidos afectan a la altura total y el diámetro del tronco a 1,30 m del suelo de los árboles de la especie. Se contabilizaron los ejemplares jóvenes y se midió su altura. El mecanismo de regeneración se determinó con la excavación de ejemplares jóvenes. El estado fitosanitario de los árboles fue evaluado en función de la presencia/ausencia de infestación y de trazas de explotación. Los resultados muestran una influencia significativa (p < 0,05) del tipo de uso de las tierras en la densidad de individuos, el diámetro medio del tronco y el estado fitosanitario de los árboles. La densidad de adultos era 3,35 y 2,49 veces respectivamente más elevada en las zonas pastorales y las zonas protegidas que en las zonas de cultivo (5,44 ± 2,80 árboles/ha). La regeneración en las zonas protegidas (43,83 ± 7,65 individuos/ha) era 1,27 y 2,61 veces superior a la de la zona pastoral y a las zonas de cultivo, respectivamente. Las distribuciones en clase de diámetro presentan un porte en campana para las zonas pastorales, en estructura errática para las zonas de cultivo y en asimetría positiva en las zonas protegidas. El retoño y la propagación por estacas de raíz son los modos preferentes de reproducción vegetativa de la especie. Más del 90 % de individuos encontrados son afectados por la explotación humana debida a la extracción de hojas por la poda de las ramas y la recolección de la corteza y de las raíces. Nuestros resultados recomiendan un refuerzo de las medidas de protección de la especie y una mejor valorización de sus productos para garantizar su conservación.

Palabras clave: especie amenazada, estado fitosanitario, presión antrópica, estructura demográfica, *Vitex doniana*.

Introduction

Dans le contexte actuel des changements globaux, les pratiques d'occupation et d'utilisation des terres contribuent fortement à la dégradation de l'environnement (Muhoko *et al.*, 2020 ; Sabo *et al.*, 2021). La principale cause de dégradation des terres est l'expansion agricole qui concerne plus d'un tiers de la superficie terrestre (IPBES, 2019). Plusieurs études aux niveaux régional et local confirment cette situation qui induit la fragmentation du paysage forestier (Soulama *et al.*, 2016 ; Kaboré *et al.*, 2019 ; Ouattara *et al.*, 2021). Les perturbations anthropiques modifient de façon significative et irréversible la structure naturelle des peuplements forestiers avec pour conséquence la régression et la disparition de nombreuses espèces ligneuses utiles. La dégradation des populations végétales est caractérisée par la raréfaction ou l'absence de régénération (Traoré *et al.*, 2020 ; Balima *et al.*, 2020). Pour de nombreuses espèces locales à importance socio-économique, la volonté d'entreprendre des actions pour leur préservation et conservation est confrontée à la quasi-inexistence de données scientifiques.

C'est le cas de *Vitex doniana* Sweet (Lamiaceae) au Burkina Faso, espèce d'importance socio-économique reconnue (Ky, 2008 ; N'Danikou *et al.*, 2015 ; Vinceti *et al.*, 2022) mais disposant de peu de documentation sur ses ressources. Les quelques données disponibles sur l'espèce au niveau local concernent ses usages (Ky, 2008). *V. doniana* est une importante espèce agroforestière appréciée par les communautés locales. Les fruits et les feuilles de *V. doniana* sont les parties les plus utilisées, notamment dans l'alimentation. Les jeunes feuilles qui apparaissent durant la période de soudure (mai-septembre) sont employées comme condiment dans la préparation des sauces (Vinceti *et al.*, 2022). Le fruit constitue la partie la plus valorisée de l'espèce. Il est consommé cru et commercialisé sur les marchés ruraux et urbains. Très riche en vitamines A et B, en glucides et en micronutriments, la pulpe entre dans la préparation de boissons fraîches ou alcoolisées (Dadjo *et al.*, 2012). Les graines sont également transformées en thé (Ky, 2008). Les feuilles, les racines et les écorces sont utilisées en médecine traditionnelle et moderne pour le traitement d'une grande variété de maladies telles que les avitaminoses, les dermatoses, l'épilepsie (Ajiboye, 2015). Le bois de *V. doniana* entre dans la construction des maisons et dans la confection des manches de daba, des crosses de fusil, des tambours, etc. Il est également valorisé sous forme de bois-énergie (Ky, 2008 ; N'Danikou *et al.*, 2015). Des études ethnobotaniques révèlent qu'au Bénin *V. doniana* figure parmi les espèces les plus fréquemment utilisées comme source de fourrage (Sèwadé *et al.*, 2016). La grande diversité des usages des organes de l'espèce et les méthodes de collecte telles que l'émondage, l'abattage des arbres et l'écorçage combinées à une faible régénération naturelle conduisent à la régression de ses populations (Hounkpevi *et al.*, 2018). Des études ont identifié *V. doniana* comme une espèce menacée en raison de la surexploitation et de la péjoration climatique (Oumorou *et al.*, 2010 ; Hounkpevi *et al.*, 2016). *V. doniana* figure sur une liste de 60 espèces menacées au Burkina Faso (Thiombiano et Kampmann, 2010).

La pression anthropique sur les terres est reconnue comme un des facteurs influençant la structure des peuplements forestiers et leur état de conservation (Abdourhamane *et al.*, 2017 ; Sabo *et al.*, 2021). Plusieurs études ont évalué son impact sur les caractéristiques dendrométriques des espèces pourvoyeuses de produits forestiers non ligneux (PFNL) en Afrique de l'Ouest (Djossa *et al.*, 2008 ; Bonde *et al.*, 2013 ; Assogba *et al.*, 2020). Elle entraîne la destruction de leurs habitats naturels avec pour conséquence un confinement de ces espèces dans les zones protégées. Dans leur approche de comparaison des types d'utilisation des terres, ces études ne distinguent souvent pas les différents niveaux d'anthropisation. En effet, les zones anthropisées peuvent présenter différents niveaux d'intensité de pression qui permettent de distinguer, par exemple, les champs des jachères et des aires pastorales exclusivement destinées à l'élevage transhumant. Dans le contexte actuel de régression des formations naturelles au profit des superficies cultivées, l'étude des caractéristiques dendro-démographiques des espèces végétales pourvoyeuses de PFNL suivant un gradient de type d'utilisation des terres peut aider à mieux évaluer les effets des actions anthropiques sur leur état de conservation, en vue d'orienter les stratégies de leur gestion durable. Une telle démarche est d'autant pertinente pour *V. doniana* qu'elle pousse dans divers habitats sous emprise humaine. Pour les espèces ligneuses, notamment les arbres, l'étude des paramètres dendrométriques et de la structure démographique fournit des outils fiables d'appréciation de la dynamique du peuplement forestier et de ses potentialités en ressources (Rondeux,1999 ; Theau *et al.*, 2010). Les structures démographiques horizontales et verticales des arbres sont révélatrices des évènements liés à la vie de ces peuplements (Theau *et al.*, 2010) et permettent de faire des projections sur leur développement en vue d'un aménagement efficient et durable. La présente étude vise à évaluer l'état des populations de *V. doniana* suivant trois types d'utilisation des terres, les aires protégées, les zones pastorales et les zones de culture, correspondant à différents niveaux de perturbations anthropiques.

Les objectifs spécifiques de l'étude étaient de déterminer les caractéristiques dendrométriques des individus de *V. doniana* dans les populations naturelles, de décrire les structures démographiques horizontale et verticale de l'espèce et enfin d'évaluer l'état sanitaire des arbres dans les populations naturelles de l'espèce. L'hypothèse de recherche qui sous-tendait cette étude est que les paramètres démographiques de *V. doniana* révèlent des populations connaissant une tendance de dégradation aggravée par la pression anthropique.

Bois et Forêts des Tropiques – ISSN: L-0006-579X
Volume 357 – 3rd quarter – October 2023 – p. 71-84
RESEARCH / EFFECTS OF LAND USE TYPES

Méthodes

Zone d'étude

L'étude a été menée dans la commune de Boni, située dans la zone soudanienne du Burkina Faso, entre 3°29' et 3°16' de longitude Ouest et entre 11°21' et 11°39' de latitude Nord (figure 1). Le climat est de type soudanien avec une pluviométrie annuelle de 900 à 1 100 mm (Dipama, 2010). Les pluies sont distribuées de façon unimodale avec un pic généralement observé en août. Les données climatiques de la zone d'étude montrent une diminution de la pluviosité de 70 mm par année par rapport à la décennie 2001-2010 (Bonde *et al.*, 2013). La végétation est caractérisée par un fond floristique soudanien dont les espèces ligneuses remarquables sont *Isoberlinia doka* Craib & Stapf, *Terminalia avicennioides* Guill. & Perr., *Terminalia laxiflora* Engl. & Diels, *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. & Dalziel, *Anogeissus leiocarpus* (DC.) Guill. & Perr. (Boussim, 2010). Dans les formations anthropisées, la végétation est dominée par les espèces ligneuses pourvoyeuses de PFNL épargnées lors des travaux de défrichage, notamment celles à fruits comestibles comme *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn., *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. ex G. Don, *Tamarindus indica* L., *Lannea microcarpa* Engl. & K. Krause. La couverture pédologique est constituée de sols peu évolués, de sols ferrugineux tropicaux lessivés et de sols hydromorphes (BUNASOLS, 2002). La commune de Boni compte différentes zones écologiques réparties en forêts classées, en agro-systèmes, en zones de culture et en zones non cultivables (collines, buttes et plateaux cuirassés). La commune offre ainsi les possibilités d'observer différents types d'utilisation des terres et d'apprécier les influences anthropiques sur l'espèce. Les principales activités socio-économiques des populations de la commune sont l'agriculture, l'élevage (INSD, 2020) et la collecte des produits forestiers non ligneux, principalement pratiquée par les femmes.

Description de l'espèce étudiée

Vitex doniana Sweet (photo 1), encore appelée prunier noir, est une espèce locale d'arbre à feuilles caduques de la famille des Lamiaceae (ex-Verbenaceae). Les arbres ont une hauteur moyenne comprise entre 8 et 18 m, mais peuvent atteindre 25 m (Arbonnier, 2019). Le tronc brun pâle à blanc grisâtre est finement et longitudinalement fissuré (Arbonnier, 2019 ; Hounkpevi *et al.*, 2016). Les feuilles sont opposées, composées, digitées, à cinq folioles pubescentes devenant glabres (photo 2A). La fleur hermaphrodite est formée de cinq pétales de couleur violette avec une pièce plus grande par rapport aux autres (photo 2B). Le fruit est une drupe, ellipsoïde et glabre, d'environ 3 cm de long, entourée à la base du calice persistant en cupule (photos 2CD) (Agbani *et al.*, 2017). La maturation des fruits s'étend de mai à septembre, pouvant aller jusqu'en

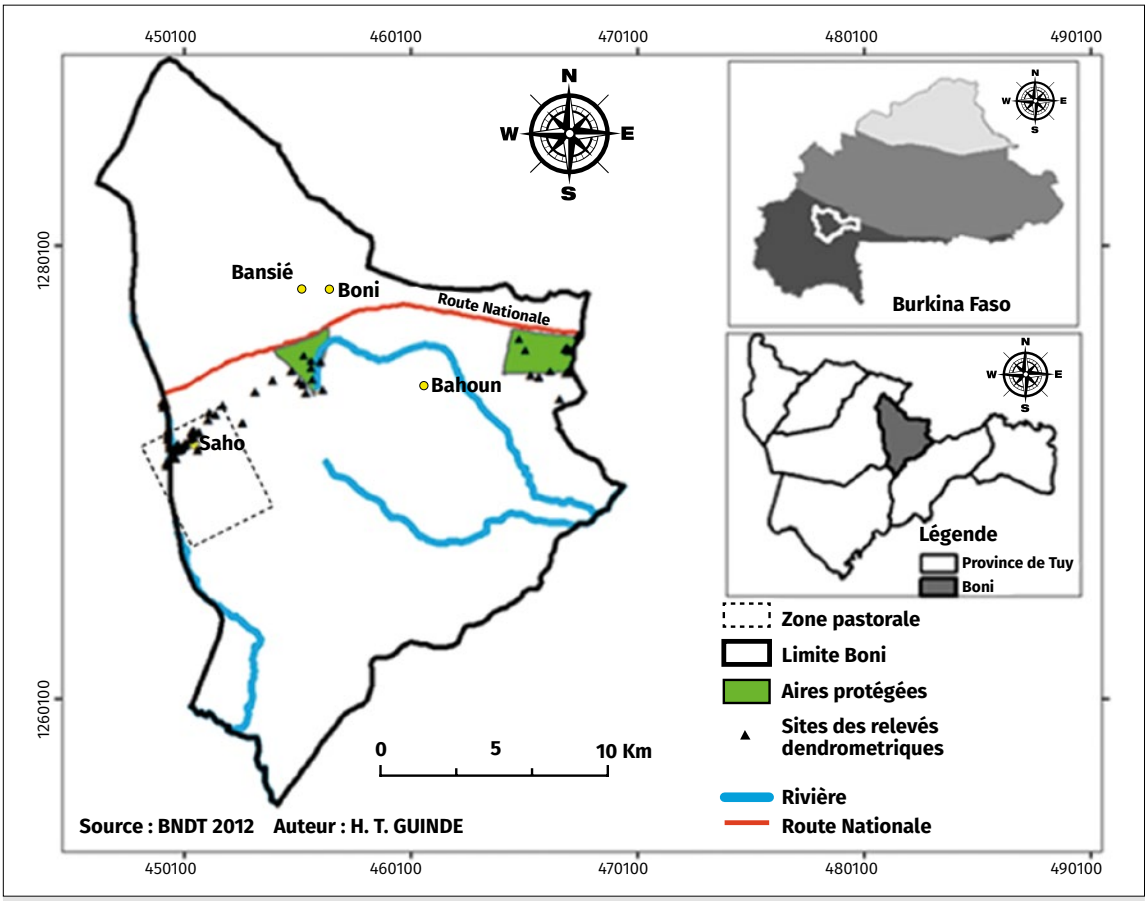

Figure 1.
Localisation de la zone d'étude.
Location of the study area.

Photos 2.
Quelques organes de *Vitex doniana* : (A) feuilles composées et digitées, (B) fleurs, (C) fruits immatures, (D) fruits matures.
Some organs of Vitex doniana: (A) compound and digitate leaves, (B) flowers, (C) immature fruits, (D) mature fruits.

décembre dans les conditions climatiques du Burkina Faso (Vinceti *et al.*, 2022). C'est une espèce ligneuse dont l'aire de distribution recouvre toute l'Afrique tropicale, depuis le Sénégal jusqu'en Somalie et en Afrique du Sud (Arbonnier, 2019). On la trouve dans divers habitats, des forêts aux savanes, de préférence dans les milieux humides le long des rivières (Sambaré *et al.*, 2020). Elle est fréquente dans les mosaïques de terres cultivées et en jachère ainsi que dans les zones environnantes des cours d'eau sur des distances de moins de 500 m (Hounkpevi *et al.*, 2018). Elle pousse sur une variété de sols, mais le plus souvent sur les sols alluviaux (Arbonnier, 2019).

Échantillonnage et collecte des données

Les données ont été collectées dans trois types d'utilisation des terres, à savoir les aires protégées, les zones pastorales et les zones de culture. Pour ce qui est des aires protégées, deux forêts classées sont retenues : la forêt classée de Bahoun (1 600 ha) et la forêt classée de Bansié (300 ha). Une zone pastorale a été concernée, celle de Saho, qui est consacrée uniquement au pâturage, d'une superficie de 2 500 ha. Les zones de culture regroupent les champs en culture et les jachères.

Un échantillonnage stratifié (selon les types d'utilisation des terres) et orienté (présence de *V. doniana*) a été adopté pour la collecte de données. Dans les aires protégées et les zones pastorales, des placettes carrées de 900 m² (30 m x 30 m) ont été installées. Quant aux zones de culture, les unités d'échantillonnage étaient des placettes carrées de 2 500 m² (50 m x 50 m). La taille des placettes était celle recommandée pour les études d'analyse structurale des populations d'espèces végétales dans les écosystèmes soudaniens (Thiombiano *et al.*, 2016). Au total, 82 placettes ont été installées, à raison de 32 dans les aires protégées, 25 dans les zones pastorales et 25 dans les zones de culture. Les données collectées ont concerné le diamètre du tronc à 1,30 m du sol (dbh) et la hauteur totale de tous les arbres (dbh ≥ 5 cm) de *V. doniana*. Concernant la régénération, les juvéniles (dbh < 5 cm) ont été dénombrés et leur hauteur a été mesurée. Le processus de régénération a également été déterminé par excavation. L'état sanitaire des arbres a été évalué. Ainsi, les traces d'exploitation humaine (émondages, écorçages, prélèvements de racines, etc.) et d'infestation ont été appréciées de manière qualitative. Une codification à deux niveaux a été retenue : présence de traces d'exploitation ou d'infestation (1), absence (0).

Traitement et analyse des données

Caractéristiques dendrométriques

Les valeurs moyennes des différents paramètres dendrométriques de *V. doniana* ont été calculées suivant les types d'utilisation des terres (tableau I). La densité des arbres et celle des individus de la régénération ont été comparées suivant le type d'utilisation des terres en utilisant des modèles linéaires généralisés (GLM) ou régressions de Poisson. Le test non paramétrique de Kruskall-Wallis a été retenu pour comparer la surface terrière, la hauteur moyenne et le diamètre moyen en fonction des types d'utilisation des terres. Le test *ad hoc* de Tukey a été adopté pour la structuration des médianes.

Structures démographiques

Les structures en classe de diamètre et de hauteur des populations de *V. doniana* ont été établies pour les trois types d'utilisation des terres. Les données de mesure de diamètre du tronc des arbres ont été regroupées en 13 classes selon une amplitude de 5 cm. La structure démographique de la régénération a été établie sur la base

Tableau I.
Description des paramètres dendrométriques.
Description of dendrometric parameters.

Paramètres	Formules	Interprétations
Densité (arbres/ha)	$N=\frac{n}{S}$	Nombre moyen d'arbres par hectare ; n étant le nombre total d'individus adultes et S la surface de la placette (en ha) (Philip, 2002)
Diamètre moyen (cm)	$Dg=\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} di^2}$	Diamètre moyen du tronc (Dg en cm) ; n étant le nombre total d'individus adultes (dhp ≥ 5 cm) de la placette et di le dhp de l'individu i
Surface terrière (m^2 /ha)	$G=\frac{\pi}{40000\,S}\sum_{i=1}^{n} di^2$	Somme des sections transversales des individus adultes (dhp ≥ 5 cm) ; di est le dhp de l'individu i (Philip, 2002)
Hauteur moyenne (m)	$H=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} hi$	Hauteur moyenne des individus adultes ; hi est la hauteur totale de l'individu i
Densité moyenne de régénération (plantules/ha)	$Nr=\frac{1}{S}\sum_{i=1}^{s} dri$ avec $dri=\frac{ni}{Sq}$	Nombre moyen d'individus juvéniles (dbh < 5 cm) par hectare (Poupon, 1970)

Tableau II.
Interprétation de la distribution de Weibull suivant les valeurs du paramètre de forme « c ».
Interpretation of the Weibull distribution according to the values of the shape parameter "c".

Valeur du paramètre « c »	Interprétation
c < 1	Distribution en J-renversé, caractéristique des peuplements multispécifiques à fort potentiel de régénération.
c = 1	Distribution exponentiellement décroissante, caractéristique de populations à fort potentiel de régénération mais confrontées à un problème de survie dans la succession des stades de développement.
1 < c < 3,6	Distribution asymétrique positive ou asymétrique droite, caractéristique des peuplements monospécifiques avec principalement des individus jeunes (petites classes de diamètre). Elle peut également être caractéristique de populations à faible potentiel de régénération dû aux actions exogènes, surtout sur les individus jeunes (petites classes de diamètre).
c = 3,6	Distribution symétrique (structure normale), caractéristique des populations d'espèces à faible potentiel de régénération dû aux actions exogènes.
c >3,6	Distribution asymétrique négative ou asymétrie gauche, caractéristique des peuplements monospécifiques avec principalement des individus âgés (grandes classes de diamètre).

de neuf classes de hauteur d'amplitude 25 cm. Les structures observées ont été ajustées par une surimposition de la distribution théorique de Weibull à trois paramètres (a, b et c) et deux paramètres (le paramètre de position « a » étant alors nul), respectivement pour les strates des adultes et de la régénération (Glèlè Kakaï *et al.*, 2016). Cette distribution se caractérise par une fonction de densité de probabilité f(x), définie selon l'équation suivante (Johnson et Kotz, 1970) :

$$f(x)=\frac{c}{b}\left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1}\exp\left\{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^{c}\right\} \qquad \text{(équation 1)}$$

où x est le diamètre du tronc de l'arbre à 1,30 m du sol ou la hauteur des juvéniles, a est le paramètre de position ou seuil, b est le paramètre d'échelle ou de taille, et c est le paramètre de forme lié à la structure observée.

La distribution de Weibull peut prendre plusieurs formes selon la valeur du paramètre de forme (tableau II) (Husch *et al.*, 2003). Une analyse log-linéaire a été effectuée pour vérifier la concordance entre la structure observée et celle de la distribution théorique de Weibull.

Des distributions de fréquence sous forme d'histogrammes en barres empilées ont été réalisées pour apprécier l'état sanitaire des arbres dans les populations de *V. doniana* suivant les types d'utilisation des terres. Un test d'indépendance de khi-2 a été effectué pour tester la dépendance ou non entre l'état sanitaire des individus et le type d'utilisation des terres. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel R version 4.0.0 (R Core Team, 2020).

Tableau III.
Paramètres dendrométriques (moyenne ± écart-type) des populations de *V. doniana* en fonction des types d'utilisation des terres.
Dendrometric parameters (mean ± standard deviation) of V. doniana populations as a function of land use type.

Paramètres dendrométriques	Types d'utilisation des terres			p
	Zones pastorales	Aires protégées	Zones de culture	
N (arbres/ha)	18,22 ± 10,57[a]	13,54 ± 4,66[a]	5,44± 2,80[b]	< 0,001
G (m²/ha)	1,45 ± 1,33[a]	1,14 ± 1,44[a]	0,72 ± 0,46[a]	0,144
Dg (cm)	27,06 ± 9,22[a]	29,62 ± 16,81[ab]	37,04 ± 16,99[b]	0,04
H (m)	8,78 ± 4,26[a]	8,38 ± 3,06[a]	9,25 ± 6,60[a]	0,845

Les valeurs moyennes des paramètres dans une même ligne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.
p = probabilité du test statistique.

Tableau IV.
Densité (individus/ha) et pourcentage des différents mécanismes de régénération de *V. doniana* suivant les types d'utilisation des terres.
Density (individuals/ha) and percentage of different V. doniana regeneration mechanisms according to land use type.

Mécanisme de régénération	Types d'utilisation des terres			p
	Zones pastorales	Aires protégées	Zones de culture	
Densité globale	34,44 ± 9,72[a] (100 %)	43,83 ± 7,65[b] (100 %)	16,80 ± 3,36[c] (100 %)	0,037
Drageonnage	11,11 ± 7,77[a] (23 %)	6,17 ± 2,24[b] (10 %)	8,40 ± 2,83[ab] (37 %)	< 0,001
Rejet de souche	22,22 ± 4,74[a] (45 %)	22,22 ± 3,65[a] (38 %)	6,50 ± 1,58[b] (28 %)	< 0,001
Semis naturel	15,55 ± 6,08[a] (32 %)	30,76 ± 22,29[b] (52 %)	8,00 ± 6,08[c] (35 %)	< 0,001

Les valeurs moyennes des paramètres dans une même ligne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.
p = probabilité du test statistique.

Résultats

Densité des populations et caractéristiques dendrométriques des arbres de *V. doniana* suivant les types d'utilisation des terres

La densité moyenne globale des populations de *V. doniana* est de 12,49 arbres à l'hectare. Elle varie significativement en fonction des types d'utilisation des terres (p < 0,001), la densité la plus faible étant observée dans les zones de culture (5,44 ± 2,80 arbres/ha). La densité est 3,35 et 2,49 fois respectivement plus élevée dans les zones pastorales (18,22 ± 10,57 arbres/ha) et les aires protégées (13,54 ± 4,66 arbres/ha) que dans les zones de culture (tableau III). Le diamètre moyen du tronc des arbres de *V. doniana* varie significativement (p < 0,05) suivant les types d'utilisation des terres, avec les valeurs les plus élevées dans les zones de culture et les plus faibles dans les aires protégées (tableau III). Cependant, le type d'utilisation des terres n'a pas d'influence significative sur la surface terrière et la hauteur moyenne des arbres de *V. doniana*.

En ce qui concerne la régénération de *V. doniana*, la densité moyenne globale est de 34,24 individus à l'hectare. La variation suivant les types d'utilisation des terres révèle une densité significativement (p = 0,037) plus élevée dans les aires protégées (43,83 ± 7,65 ind./ha) (tableau IV). Les processus de reproduction naturelle de *V. doniana* sont les semis, les rejets de souche et le drageonnage. Les semis naturels représentent la stratégie de multiplication la plus observée avec des valeurs statistiquement différentes d'un type d'utilisation des terres à un autre (p < 0,001). Elles sont 1,98 et 3,85 fois plus élevées dans les aires protégées que respectivement dans les zones pastorales et les zones de culture (tableau IV). Les rejets de souche, qui constituent la seconde voie de régénération de l'espèce, présentent des valeurs significativement différentes (p < 0,01) suivant le

Bois et Forêts des Tropiques – ISSN: L-0006-579X
Volume 357 – 3rd quarter – October 2023 – p. 71-84
RESEARCH / EFFECTS OF LAND USE TYPES

type d'utilisation des terres. Les plus grandes valeurs sont observées dans les aires protégées et les zones pastorales (tableau IV). Le drageonnage constitue la principale voie de multiplication de l'espèce dans les zones de culture où les activités humaines sont intenses.

Structure des populations de *V. doniana* suivant les types d'utilisation des terres

Dans les zones pastorales, la structure de la distribution en classes de diamètre des arbres de *V. doniana* présente une forme en « cloche » (figure 2) traduisant une dominance des arbres de diamètres intermédiaires (15 à 40 cm) par rapport à ceux des classes extrêmes. La structure démographique pour les zones de culture présente une forme en « dent de scie ou structure erratique » (figure 2), reflétant une répartition très irrégulière des effectifs dans les classes de diamètre. Toutefois, les arbres à gros diamètre sont bien représentés (dhp > 35 cm ; 53,3 %). Les valeurs du paramètre de forme « c » de la distribution de Weibull dans les zones pastorales et les

Tableau V.
Ajustement des distributions en classes de diamètre et en hauteur aux distributions de Weibull : résultats d'analyse log-linéaire.
Fitting diameter class and height distributions to Weibull distributions: results of log-linear analysis.

Types d'utilisation des terres	Strate adulte		Strate juvénile	
	χ^2	p	χ^2	p
Zones pastorales	2,39	0,98	8,81	0,11
Zones de culture	1,01	0,99	1,22	0,99
Aires protégées	1,75	0,99	4,35	0,82

p = probabilité du test statistique.

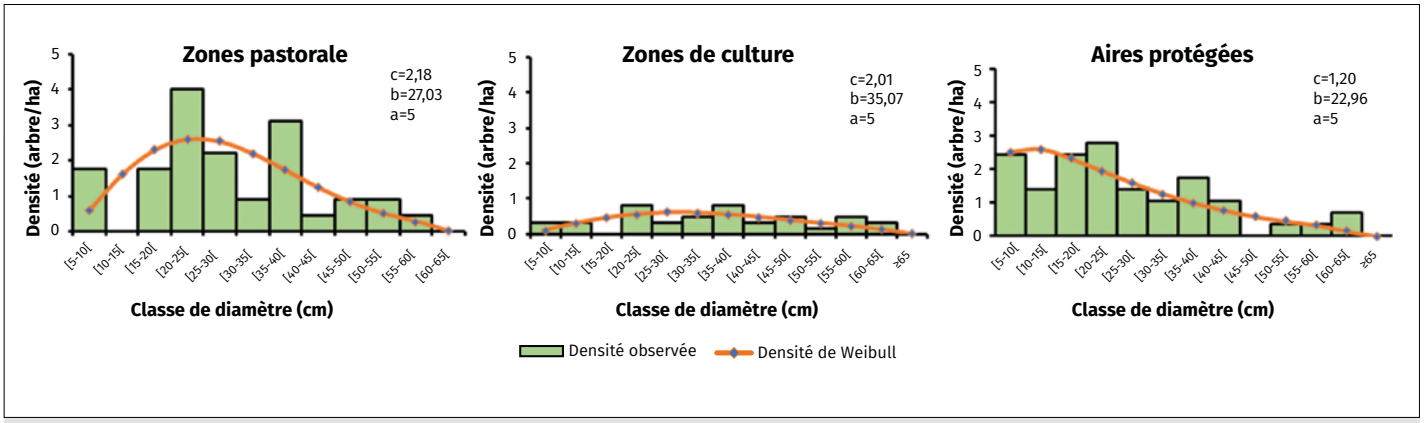

Figure 2.
Structure en diamètre des individus adultes de *Vitex doniana* dans chaque type d'utilisation des terres avec imposition de leurs distributions théoriques de Weibull à trois paramètres (de position a, d'échelle b et de forme c).
Diameter structure of adult Vitex doniana individuals in each land use type with imposition of their theoretical three-parameter Weibull distributions (of position a, scale b and shape c).

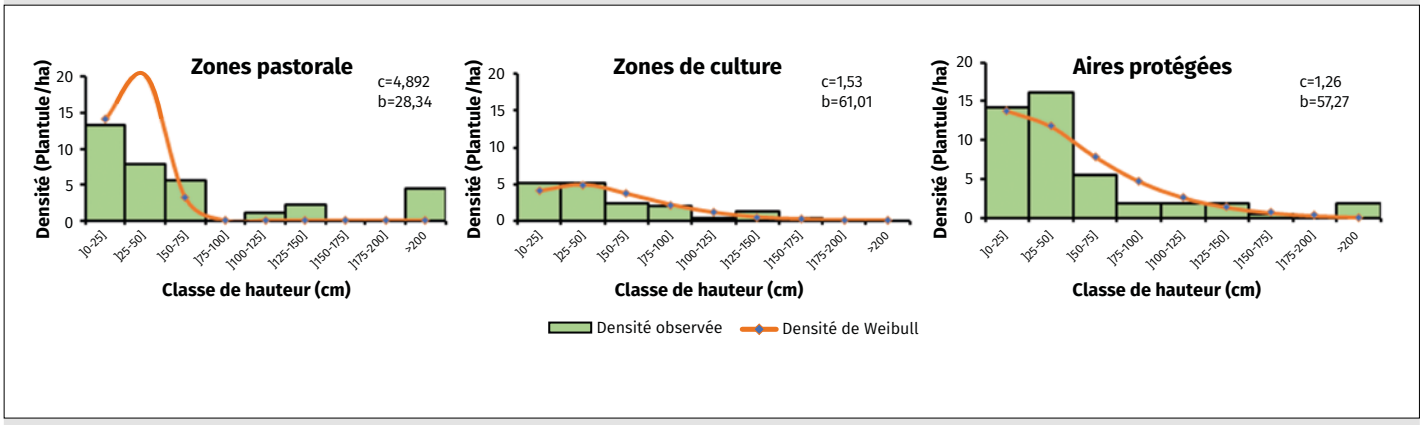

Figure 3.
Structure en hauteur des individus de la régénération de *Vitex doniana* dans chaque type d'utilisation des terres avec imposition de leurs distributions théoriques de Weibull à deux paramètres (d'échelle b et de forme c).
Height structure of Vitex doniana regeneration individuals in each land use type with imposition of their theoretical two-parameter Weibull distributions (scale b and shape c).

zones de culture, respectivement égales à 2,18 et 2,01, sont caractéristiques des populations à faible potentiel de régénération. La structure démographique dans les aires protégées présente une distribution asymétrique positive (figure 2), traduisant une dominance des individus de petit diamètre. Les analyses log-linéaires montrent que les distributions observées s'ajustent bien aux distributions théoriques de Weibull (tableau V).

La distribution en classes de hauteur de la strate de régénération présente une allure en forme de « J » renversé, traduisant une prédominance des individus de petite taille (figure 3). Cette allure est caractéristique d'un bon potentiel de renouvellement des populations. Cependant, la baisse des effectifs dans les classes de plus 50 cm de hauteur révèle des difficultés de survie des juvéniles. L'analyse log-linéaire montre que les structures observées pour les types d'utilisation des terres s'ajustent bien aux distributions théoriques de Weibull à deux paramètres (tableau V).

État sanitaire des arbres dans les populations de *V. doniana*

Le test de khi-2 a montré que la présence de traces d'exploitation humaine (χ^2 = 13,614 ; ddl = 2 ; p = 0,001) et d'infestation (χ^2 = 10,779 ; ddl = 2 ; p = 0,004) sur les individus de *V. doniana* est dépendante du type d'utilisation des terres. Les types d'utilisation des terres les plus impactés par les exploitations humaines sont les zones de culture, suivies des zones pastorales (figure 4). Dans ces zones, les arbres de *V. doniana* subissent fréquemment l'écorçage, les coupes complètes, les feux de végétation, l'émondage et les prélèvements de racines (photos 3). Par contre, les individus de *V. doniana* sont plus infestés (44,4 %) dans les aires protégées. Les principales menaces parasitaires sur les sujets de *V. doniana* sont les attaques d'insectes nuisibles, foreurs du tronc (photo 4A), et le parasitisme des Loranthaceae (photo 4B). Dans les zones pastorales et les aires protégées, on observe des individus sains ne présentant des traces ni d'exploitation humaine, ni de parasitisme (respectivement 10,8 % et 17,8 %).

Photos 3.
Facteurs de perturbations humaines sur *Vitex doniana* : (A) écorçage, (B) coupe complète, (C) action du feu sur les juvéniles, (D) individus émondés.
Human disturbance factors on Vitex doniana: (A) debarking, (B) complete felling, (C) fire action on juveniles, (D) pruned individuals.

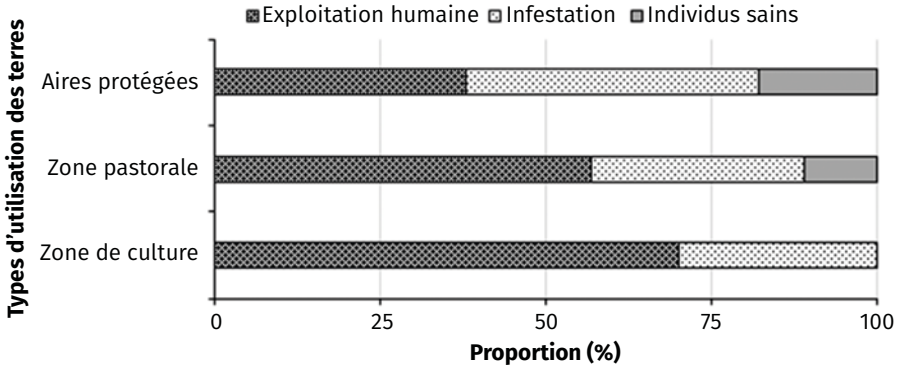

Figure 4.
Distribution des fréquences des traces de perturbations anthropiques et parasitaires sur les individus de *Vitex doniana*.
Frequency distribution of traces of anthropogenic and parasitic disturbance on Vitex doniana individuals.

Bois et Forêts des Tropiques – ISSN: L-0006-579X
Volume 357 – 3rd quarter – October 2023 – p. 71-84
RESEARCH / EFFECTS OF LAND USE TYPES

Discussion

Effets des types d'utilisation des terres sur les densités des populations et les caractéristiques dendrométriques de *V. doniana*

La densité des arbres dans les populations a varié significativement suivant les types d'utilisation des terres. Les aires protégées et les zones pastorales ont présenté des densités comparables et significativement plus élevées par rapport à celle des zones de culture. Cette situation résulte de l'impact négatif des pratiques agricoles, notamment les défrichements intensifs et répétés, la sélection des espèces utilitaires par les agriculteurs et la culture sur brûlis. Ces résultats corroborent ceux de nombreux travaux (Abdourhamane *et al.*, 2017 ; Balima *et al.*, 2020 ; Sabo *et al.*, 2021) qui ont aussi montré l'impact négatif de ces pratiques agricoles sur la densité des espèces ligneuses. La densité des arbres de *V. doniana* dans la zone de culture obtenue dans la présente étude est nettement inférieure à celle trouvée par Hounkpevi *et al.* (2018) dans les mosaïques de champs et jachères de la zone soudanienne du Bénin, qui est de 17,30 ± 10,71 arbres/ha. En revanche, elle est largement supérieure à celle rapportée par Oumorou *et al.* (2010), d'une valeur de 0,8 ± 0,2 arbre/ha. Les aires protégées, relativement soustraites à ces perturbations anthropiques, bénéficient de conditions favorables à l'installation et au développement de l'espèce, ce qui explique sa densité qui y est significativement plus élevée. Cette explication est en accord avec les résultats de Traore *et al.* (2020) et Bondé *et al.* (2013), qui ont montré que les exploitations anthropiques à l'intérieur des espaces protégés de la zone soudanienne du Burkina Faso n'affectent pas la diversité floristique des ligneux. Les plus gros arbres de *V. doniana* se rencontrent dans les zones de culture, ce qui peut s'expliquer par la faible compétition pour les nutriments et la lumière dans ce type d'utilisation des terres. En effet, les individus épargnés dans les champs bénéficient de plus de ressources nutritives et suffisantes à cause de la faible densité des arbres. Par ailleurs, les agriculteurs ne conserveraient dans les champs que des individus ayant des caractères intéressants (gros fruits juteux, pulpe épaisse, etc.). Des résultats similaires sont rapportés sur le karité, *Vitellaria paradoxa,* dans le département de l'Atacora au Bénin (Aleza *et al.*, 2015), où l'espèce bénéficie d'autant d'attention que les cultures. Cependant, la surface terrière, dépendante du diamètre moyen du tronc, devrait également varier suivant le type d'utilisation des terres (Bonou *et al.*, 2009), ce qui n'a pas été le cas. Cela s'explique par la quasi-absence de compétition, notamment pour la lumière, dans ces formations ouvertes représentées par des savanes, étant donné que la surface terrière est une grandeur indicatrice de la concurrence entre les arbres d'un même peuplement forestier. Cela pourrait justifier également la non-variation de la hauteur moyenne des arbres entre les types d'utilisation des terres.

Effets des types d'utilisation des terres sur la régénération naturelle de *V. doniana*

Les résultats ont montré que la densité de la régénération naturelle de *V. doniana* diminue avec l'augmentation de la pression anthropique. Dans les zones de culture, la densité de la régénération naturelle est faible à nulle. Cette situation s'explique, d'une part, par la destruction des plantules lors des défrichages des champs et, d'autre part, par la collecte intensive des fruits qui réduit considérablement le potentiel de régénération naturelle. Du fait de la rareté des arbres de l'espèce, dans certains agrosystèmes, tous les fruits des semenciers sont récoltés pour des usages domestiques. Par ailleurs, les plus fortes densités de régénération de *V. doniana* dans les aires protégées confirment l'importance de ces zones dans la protection et le renouvellement des populations ligneuses des espèces menacées, comme le soutiennent Haarmeyer *et al.* (2013) à propos de *Lannea microcarpum* Engl. & K. Krause qui pousse dans le même environnement. Bien qu'elle soit plus élevée que celle des arbres, la densité globale de la régénération de *V. doniana* reste faible comparativement à d'autres espèces ligneuses pourvoyeuses de PFNL des savanes africaines, comme *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn, *Bombax costatum* Pellegr. & Vuill., *Boswelia dalzielii* Hutch, etc. (Kagambèga *et al.*, 2019 ; Traore *et al.*, 2020 ; Sabo *et al.*, 2021). Cette situation est révélatrice d'un niveau préoccupant de vulnérabilité de l'espèce.

Photos 4.
Principales menaces parasitaires sur les individus de *Vitex doniana* : (A) attaques d'insectes nuisibles foreurs du tronc, (B) parasitisme par des Loranthaceae.
Main parasitic threats to Vitex doniana individuals: (A) attacks by trunk-boring insect pests, (B) parasitism by Loranthaceae.

Photos 5.
Mécanismes de régénération de *Vitex doniana* : (A) drageonnage, (B) rejet de souche.
Vitex doniana regeneration mechanisms: (A) suckering, (B) stump rejection.

Les structures de la distribution en classes de hauteur de la régénération révèlent un confinement dans les petites classes, traduisant des difficultés pour les recrues de s'affranchir. La croissance assez lente des plantules de *V. doniana* (N'Danikou *et al.*, 2014) les rendrait vulnérables aux piétinements des animaux, aux feux de végétation et à la sécheresse, comme cela a été rapporté pour d'autres espèces ligneuses en zones semi-arides (Ouédraogo *et al.*, 2006).

V. doniana se régénère par semis naturel, rejets de souche et drageonnage (photos 5). Le rejet de souche et le drageonnage représentent les modes préférentiels de reproduction végétative de l'espèce. Les rejets sont issus des jeunes plants détruits par les feux de végétation et les grands arbres abattus. Le drageonnage est favorisé par les stress que subissent les racines lors des défriches et labours. Belem *et al.* (2008) ont également envisagé le drageonnage comme une réponse aux multiples blessures des racines lors des travaux de labour chez *B. costatum*. La faculté de l'espèce à se régénérer de façon végétative constitue une stratégie de survie face au « surpassement » de ses capacités de reproduction sexuée face aux perturbations du milieu (Hoffmann, 1998).

Effets des types d'utilisation des terres sur les structures démographiques de *V. doniana*

Les structures démographiques révèlent que les populations de *V. doniana* dans les aires protégées sont plus stables comparativement aux zones pastorales et de culture. Ces dernières ont présenté une structure de distribution en classes de diamètre caractéristique des peuplements perturbés à faible potentiel de régénération. Dans les zones pastorales, le pâturage et les prélèvements d'organes à usage médicinal et alimentaire sont les causes de la dégradation des populations de l'espèce (Sèwadé *et al.*, 2016 ; Hien *et al.*, 2021). L'effet de l'exploitation anarchique des arbres se manifeste par des dégâts de diverses formes dus à l'étêtage, l'émondage intensif, aux coupes et à l'écorçage qui conduisent à la mort des arbres (photos 3). Dans les zones de culture, l'irrégularité de la succession des effectifs dans les classes de diamètre résulte de l'effet des multiples perturbations dues aux défrichements, au brûlis et au labour. Plusieurs études ont semblablement montré les impacts négatifs de l'expansion agricole sur la régénération des espèces ligneuses dans les savanes soudaniennes (Oumorou *et al.*, 2010 ; Abdourhamane *et al.*, 2017 ; Kabré *et al.*, 2020). Dans les aires protégées, les structures démographiques reflètent une relative stabilité caractérisée par une régénération régulière. Cependant, la conservation des espèces menacées dans les agrosystèmes n'est pas garantie dans les aires protégées au regard de la pression anthropique croissante sur ces dernières (Devineau, 2010 ; Bondé *et al.*, 2013).

État sanitaire de *V. doniana*

Dans les populations de *V. doniana*, on observe des taux supérieurs à 90 % d'individus affectés par l'exploitation humaine. Cette situation est due au prélèvement des feuilles par l'élagage des branches et à la récolte de l'écorce et des racines. L'intensité des prélèvements combinée à l'abattage des arbres aboutira à la disparition de

l'espèce (Oumorou *et al.*, 2010 ; Hien *et al.*, 2021) si la tendance de pression actuelle se maintient. Les prélèvements anarchiques et excessifs ont pour conséquence l'affaiblissement des individus, ce qui les rend plus vulnérables aux attaques parasitaires (Ouédraogo *et al.*, 2006). Les taux d'infestation relativement plus faibles dans les zones anthropisées, notamment les zones de culture, pourraient s'expliquer par le fait que les plantes parasitées sont immédiatement détruites par l'exploitant lorsqu'il les observe dans le champ.

Implications pour la conservation

La présente étude a évalué les impacts des perturbations humaines sur la population de *V. doniana* dans trois types d'utilisation des terres. Bien que *V. doniana* bénéficie de mesures de protection par le code forestier burkinabè, les résultats ont montré que les populations de l'espèce sont globalement menacées. Paradoxalement, le constat est que c'est la pression anthropique qui est la principale cause de menace pour l'espèce, révélant l'inefficacité du code forestier à inverser la tendance régressive des populations de l'espèce dans la zone d'étude. La gestion participative des aires protégées prévoyant l'inclusion des populations locales, de même que des actions de sensibilisation, permettront de sauvegarder cette espèce à haute valeur socio-économique. Nous suggérons, par exemple, la prise en compte des éleveurs dans la gestion et la protection de cet arbre de bonne valeur fourragère. Le rejet de souche et le drageonnage représentent les modes préférentiels de reproduction de *V. doniana*. Ils ouvrent une bonne perspective de valorisation de l'espèce. Ces techniques de multiplication végétative permettront aux populations locales de multiplier les arbres ayant des caractères recherchés et surtout à faible coût. Ces individus clonés peuvent être introduits dans les systèmes de culture existants (jardins de case, vergers, champs et jachères), où ils bénéficieront des mêmes avantages que les autres cultures. La restructuration des différentes chaînes de valeur existantes des principaux produits issus de l'espèce permettra non seulement aux paysans d'améliorer leurs revenus mais aussi de créer un engouement pour sa conservation.

Conclusion

Les résultats de la présente étude ont montré l'influence significative des types d'utilisation des terres sur les caractéristiques dendrométriques, démographiques et l'état sanitaires des individus de *V. doniana*. Les populations sont relativement stables dans les aires protégées contrairement à celles dans la zone pastorale et les zones de culture. L'hypothèse de l'impact négatif de l'anthropisation sur les caractéristiques dendrométriques et démographiques de l'espèce est ainsi confirmée. La sensibilisation des populations locales à la sauvegarde et la préservation de l'espèce, accompagnée du renforcement des stratégies de valorisation de ses produits, est un impératif pour sa conservation et sa gestion durable. Dans cette perspective, les investigations doivent se poursuivre pour évaluer la dynamique de la régénération naturelle de l'espèce et ses aptitudes sylvicoles. Aussi, les capacités de production fructifère et foliaire des arbres doivent être évaluées afin de situer le seuil d'exploitation par rapport à la production en milieu naturel.

Remerciements
Les auteurs remercient la mairie et la population de la commune de Boni, les agents municipaux et les guides, pour leur aimable accueil et l'assistance dans la collecte des données. Ils expriment leur reconnaissance au Projet d'appui à l'enseignement supérieur (PAES) pour le financement de leurs travaux.

Financement
Ces travaux ont été entièrement financés par le Projet d'Appui à l'Enseignement Supérieur (PAES) du Burkina Faso.

Conditions d'accès aux données
Les données générées dans le cadre de la présente étude sont accessibles via le lien internet suivant https://doi.org/10.5281/zenodo.7934941#.ZGEvO6Vqhq8. Veuillez informer et citer les auteurs, en vous référant à cet article lorsque vous utilisez ces données.

Références bibliographiques

Abdourhamane H., Rabiou H., Diouf A., Morou B., Mahamane A., Bellefontaine R., 2017. Structure démographique et répartition spatiale des populations de *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. du secteur sahélien du Niger. Bois et Forêts des Tropiques, 333 (3) : 55-66. https://revues.cirad.fr/index.php/BFT/article/view/ID-BFT-161121

Agbani P. O., Gandji K., Tovissodé F., Karen H., Sinsin B., 2017. Production fruitière de quatre essences ligneuses dans la forêt de Nassou en zone soudanienne du Bénin. European Scientific Journal, 13 (36) : 1857-7881. https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n36p352

Ajiboye T. O., 2015. Standardized extract of *Vitex doniana* Sweet stalls protein oxidation, lipid peroxidation and DNA fragmentation in acetaminophen-induced hepatotoxicity. Journal of Ethnopharmacology, 22 (164): 273-282. https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.01.026

Aleza K., Wala K., Bayala J., Villamor V. B., Dourma M., Atakpama W., *et al.*, 2015. Population structure and regeneration status of *Vitellaria paradoxa* (C. F. Gaertner) under different land management regimes in Atacora department, Benin. Agroforestry Systems, 89 (3): 511-513. https://doi.org/10.1007/s10457-015-9787-9

Arbonnier M., 2019, Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. 4e édition. Versailles, France, Éditions Quæ, 775 p.

Assogba O. D. I., Salako K. V., Fantodji B., Assédé E. P. S., Assogbadjo A. E., Chirwa P. W., 2020. Does land use impact the demographic and spatial structures of *Adansonia digitata* L. in the Pendjari Biosphere Reserve in Northern Benin? Bois

et Forêts des Tropiques, 344 : 59-72. https://doi.org/10.19182/bft2020.344.a31908

Balima L. H., Nacoulma B. M. I., Bayen P., Kouamé F. N., 2020. Agricultural land use reduces plant biodiversity and carbon storage in tropical West African savanna ecosystems: Implications for sustainability. Global Ecology and Conservation, 21: 1-16. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00875

Belem B., Boussim J. I., Bellefontaine R., Guinko S., 2008. Stimulation du drageonnage de *Bombax costatum* par blessure des racines au Burkina Faso. Bois et Forêts des Tropiques, 295 : 71-79. https://revues.cirad.fr/index.php/BFT/article/view/20394

Bondé L., Ouédraogo O., Kagambega W. F., Boussim I. J., 2013. Impact des gradients topographique et anthropique sur la diversité des formations ligneuses soudaniennes. Bois et Forêts des Tropiques, 318 (4) : 15-25. https://doi.org/10.19182/bft2013.318.a20514

Bonou W., Glèlè Kakaï R., Assogbadjo A. E., Fonton H. N., Sinsin B., 2009. Characterisation of *Afzelia africana* Sm. habitat in the Lama Forest reserve of Benin. Forest Ecology and Management, 258 (7): 1084-1092. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.05.032

Boussim I. J., 2010. Les territoires phytogéographiques du Burkina. *In* : Thiombiano A., Kampmann D. (éds). Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'Ouest. Tome II. Goethe Universität, 152-155. https://www.goethe-university-frankfurt.de/50800888/Generic_50800888.pdf

BUNASOLS (Bureau national des sols), 2002. Caractéristiques pédo-morphologiques de la province du Tuy. Ouagadougou, Burkina Faso.

Dadjo C., Assogbadjo A. E., Fandohan B., Glèlè Kakaï R., Chakeredza S., Houéhanou T. D., Van Damme P., Sinsin B., 2012. Uses and management of black plum (*Vitex doniana* Sweet) in Southern Benin. Fruits, 67 (4): 239-248. https://doi.org/10.1051/fruits/2012017

Devineau J.-L., 2010. To what extent does land-use affect relationships between the distribution of woody species and climatic change? A case study along an aridity gradient in western Burkina Faso. Plant Ecology, 212 (6): 959-973. https://doi.org/10.1007/s11258-010-9877-8

Dipama J. M., 2010. Climate. *In*: Thiombiano A., Kampmann D. (éds). Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'Ouest. Tome II. Goethe Universität,122-149. https://www.goethe-university-frankfurt.de/50800888/Generic_50800888.pdf

Djossa B. A., Fahr J., Wiegand T., Ayihouénou B., Kalko E., Sinsin B., 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

Glèlè Kakaï R., Bonou W., Lykke A. M., 2016. Approche méthodologique de construction et d'interprétation des structures en diamètre des arbres. Annales des Sciences Agronomiques, 20 : 99-112. https://pdfcookie.com/download/approche-methodologique-de-construction-et-dinterpretation-des-structures-en-diametre-des-arbres-wrvrdnp5dz2o

Haarmeyer D. H., Schumann K., Bernhardt-Romermann M., Wittig R., Thiombiano A., Hahn K., 2013. Human impact on population structure and fruit production of the socio-economically important tree *Lannea microcarpa* in Burkina Faso. Agroforestry Systems, 87 (6): 1363-1375. https://doi.org/10.1007/s10457-013-9644-7

Hien B. S., Bonde L., Da S. S., Bognounou F., Boussim I. J., Ouédraogo O., 2021. Assessing human pressure on wild food and forage tree species for designing effective conservation actions in West Africa Sahel region. Ethnobotany Research and Applications, 21 (30): 1-14. http://dx.doi.org/10.32859/era.21.30.1-14

Hoffmann W. A., 1998. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. Journal of Applied Ecology, 35 (3): 422-433. https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1998.00321.x

Hounkpevi A., Azihou A. F., Kouassi E. K., Porembski S., Glele Kakaï R., 2016. Climate-induced morphological variation of black plum (*Vitex doniana* Sw.) in Benin, West Africa. Genetic Resources and Crop Evolution, 63 (6): 1073-1084. https://doi.org/10.1007/s10722-016-0409-9

Hounkpevi A., Azihou A. F., Kouassi E., K., Glele Kakaï R., 2018. Effects of climatic variability and local environment patterns on the ecology and population structure of the multipurpose plant species. *Vitex doniana* Sweet (Lamiaceae) in Benin. Tropical Ecology, 59 (1): 129-143. http://197.159.135.214/jspui/handle/123456789/411

Husch B., Beers T. W., Kershaw J. A. Jr., 2003. Forest Mensuration. 4th edition. John Wiley & Sons, 343 p.

INSD, 2020. Annuaire statistique 2019 du Burkina Faso. Ouagadougou, Burkina Faso, Ministère de la Fonction publique, du Travail et de la Protection sociale, 366 p. http://cns.bf/IMG/pdf/annuaire_statistique_2019_du_mfptps.pdf

IPBES, 2019. Rapport de la Plénière de la plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques sur les travaux de sa septième session. Paris, France, Nations unies, 53 p. https://ipbes.net/sites/default/files/ipbes_7_10_add.1_fr.pdf

Johnson N. L., Kotz S., 1970. Distributions in Statistics: Continuous Univariate Distributions. John Wiley & Sons, 756 p.

Kaboré O., Ouédraogo B., Sawadogo I., 2019. Facteurs de fragmentation et stratégies de gestion des massifs forestiers au Burkina Faso. Journal of Applied Biosciences, 133 (1) : 13516-13531. https://doi.org/10.4314/jab.v133i1.4

Kabré B., Belem/Ouédraogo M., Lankoandé B., Ouédraogo A., 2020. Variabilité démographique de *Saba senegalensis* (A. DC.) Pichon suivant le gradient climatique au Burkina Faso. Bois et Forêts des Tropiques, 345 : 73-83. https://doi.org/10.19182/bft2020.345.a31930

Kagambèga F. W., Zampaligre N., Zida D., Sawadogo L., 2019. Impact des activités anthropiques sur la diversité ligneuse et la structure de *Vitellaria paradoxa* Gaertn. C.F. dans le chantier d'aménagement forestier de Cassou (Burkina Faso). Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica, 22 : 3-15. https://ojs.ub.uni-frankfurt.de/fvss/index.php/fvss/article/view/62

Ky K. J. M., 2008. *Vitex doniana* Sweet. [Internet] Record from PROTA4U. Louppe D., Oteng-Amoako A. A., Brink M. (eds). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale). Wageningen, Netherlands. https://www.prota4u.org/

Muhoko E., de Wasseige C., De Cauwer V., 2020. Assessing land cover change in Namibia's Kavango East region: a multi-date object approach. Bois et Forêts des Tropiques, 344: 17-32. https://doi.org/10.19182/bft2020.344.a31897

N'Danikou S., Achigan-Dako E. G., Tchokponhoue D. A., Agossou C., Houdegbe C. A., Vodouhe R. S., *et al.*, 2015. Modelling socioeconomic determinants for cultivation and *in-situ*

conservation of *Vitex doniana* Sweet (Black plum), a wild harvested economic plant in Benin. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 11 (28): 1-16. https://doi.org/10.1186/s13002-015-0017-3

N'Danikou S., Achigan-Dako E. G., Tchokponhoué D. A., Assogba K. F., Gebauer J., Vodouhè S., *et al.*, 2014. Enhancing germination and seedling growth in *Vitex doniana* Sweet for horticultural prospects and conservation of genetic resources. Fruits, 69 (4): 279-291. https://doi.org/10.1051/fruits/2014017

Ouattara T. A., Kouamé K. F., Zo-Bi I. C., Vaudry R., Grinand C., 2021. Changements d'occupation et d'usage des terres entre 2016 et 2019 dans le Sud-Est de la Côte d'Ivoire : impact des cultures de rente sur la forêt. Bois et Forêts des Tropiques, 347 : 89-104. https://doi.org/10.19182/bft2021.347.a31868

Ouédraogo A., Thiombiano A., Hahn-Hadjali K., Guinko S., 2006. Diagnostic de l'état de dégradation des peuplements de quatre espèces ligneuses en zone soudanienne du Burkina Faso. Science et changements planétaires/Sécheresse, 17 (4) : 485-491. https://www.jle.com/en/revues/sec/e-docs/diagnostic_de_letat_de_degradation_des_peuplements_de_quatre_especes_ligneuses_en_zone_soudanienne_du_burkina_faso_272388/article.phtml?tab=texte

Oumorou M., Sinandouwirou T., Kiki M., Glèlè Kakaï R., Mensah G., Sinsin B., 2010. Disturbance and population structure of *Vitex doniana* Sw. in northern Benin, West Africa. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 4 (3): 624–632. https://doi.org/10.4314/ijbcs.v4i3.60467

Philip S. M., 2002. Measuring Trees and Forests. 2nd ed. London, UK, CABI Publishing, 310 p.

Poupon H., 1970. Sur la croissance de quelques espèces de pin dans ses rapports avec le climat du Nord de la Tunisie. Thèse de doctorat, Université de Paris, Faculté des sciences d'Orsay, France, 131 p. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleinstextes/divers20-09/07380.pdf

R Core Team, 2020. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing. https://www.R-project.org/

Rondeux J., 1999. La mesure des arbres et des peuplements forestiers. 2e édition. Gembloux, Belgique, Les Presses Agronomiques de Gembloux, 521 p. https://hdl.handle.net/2268/108388

Sabo P., Ouédraogo A., Gbemavo D. S. J. C., Salako K. V., Glèlè Kakaï R., 2021. Land use impacts on *Boswellia dalzielii* Hutch., an African frankincense tree in Burkina Faso. Bois et Forêts des Tropiques, 349: 51- 63. https://doi.org/10.19182/bft2021.349.a31960

Sambaré O., Savadogo S., Traore L., Ouédraogo I., Thiombiano A., 2020. Structure et dynamique des espèces ligneuses des forêts-galeries des rivières et ruisseaux du secteur sud-soudanien du Burkina Faso. Bois et Forêts des Tropiques, 345 : 27-44. https://doi.org/10.19182/bft2020.345.a31928

Sèwadé C., Azihou A. F., Fandohan A. B., Houéhanou T. D., Houinato M., 2016. Diversité, priorité pastorale et de conservation des ligneux fourragers des terres de parcours en zone soudano-guinéenne du Bénin. Biotechnology, Agronomy, Society and Environment, 20 (2): 1-17. https://doi.org/10.25518/1780-4507.12823

Soulama S., Kadeba A., Nacoulma B. M. I., Traore S., Bachmann Y., Thiombiano A., 2016. Impact des activités anthropiques sur la dynamique de la végétation de la réserve partielle de faune de Pama et de ses périphéries (sud-est du Burkina Faso) dans un contexte de variabilité climatique. Journal of Applied Biosciences, 87 (1) : 8047-8064. http://dx.doi.org/10.4314/jab.v87i1.6

Theau J. P., Cruz P., Fallour D., Jouany C., Lecloux E., Duru M., 2010. Une méthode simplifiée de relevé botanique pour une caractérisation agronomique des prairies permanentes. Fourrages, 201 : 19-25. https://hal.inrae.fr/hal-02665360

Thiombiano A., Glèlè Kakaï R., Bayen P., Boussim J. I., Mahamane A., 2016. Méthodes et dispositifs d'inventaires forestiers en Afrique de l'Ouest : État des lieux et propositions pour une harmonisation. Annales des Sciences Agronomiques, 20 : 15-31. https://docplayer.fr/72524826-Annales-des-sciences-agronomiques-20-special-projet-undesert-ue-2016-issn.html

Thiombiano A., Kampmann D. (éds), 2010. Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'Ouest. Tome II. Goethe Universität, 760 p. https://www.goethe-university-frankfurt.de/50800888/Generic_50800888.pdf

Traore L., Sambare O., Savadogo S., Ouédraogo A., Thiombiano A., 2020. Effets combinés des facteurs anthropiques et climatiques sur l'état des populations de trois espèces ligneuses vulnérables. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 14 (5) : 1763-1785. https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i5.21

Vinceti B., Fremout T., Termote C., Fallas Conejo D., Thomas E., Lachat C., *et al.*, 2022. Food tree species selection for nutrition-sensitive forest landscape restoration in Burkina Faso. Plants, People, Planet, 4: 667-684. https://doi.org/10.1002/ppp3.10304

Guindé *et al.* – Contribution des auteurs

Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	H. T. Guindé, A. Ouédraogo
Gestion des données	H. T. Guindé, P. Sabo
Analyse formelle	H. T. Guindé, P. Sabo, B. Ouattara
Acquisition du financement	H. T. Guindé
Enquête et investigation	H. T. Guindé
Méthodologie	H. T. Guindé, P. Sabo, B. Ouattara
Gestion de projet	H. T. Guindé, A. Ouédraogo
Supervision	A. Ouédraogo, B. Ouattara
Validation	A. Ouédraogo
Écriture – Préparation de l'ébauche originale	H. T. Guindé
Écriture – Révision et édition	H. T. Guindé, P. Sabo, B. Ouattara, A. Ouédraogo

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