

Structure démographique et régénération naturelle des peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae) des savanes de Côte d'Ivoire

Alice Estère GOBA¹
Kouamé Guillaume KOFFI¹
Raoul Sylvère SIÉ¹
Léonie Clémence KOUONON¹
Yeboa Alexis KOFFI²

¹ Université Nangui Abrogoua
Unité de formation et de recherche
en Sciences de la Nature
Pôle de recherche Production végétale
02 BP 801, Abidjan 02
Côte d'Ivoire

² Société de développement des forêts
(SODEFOR)
Direction projet et financement
01 BP 3770, Abidjan 01
Côte d'Ivoire

Auteur correspondant /
Corresponding author:
Alice Estère Goba – aegoba3@yahoo.fr



Photo 1.
Arbre de *Pterocarpus erinaceus* Poir. dans son habitat naturel au nord de la Côte d'Ivoire.
Photo A. E. Goba, 2017.

Doi : 10.19182/bft2019.341.a31750 – Droit d'auteur © 2019, Bois et Forêts des Tropiques – © Cirad – Date de soumission : 20 mars 2018 ;
date d'acceptation : 7 janvier 2019 ; date de publication : 2 juillet 2019.



Licence Creative Commons :
Attribution - Pas de Modification 4.0 International.
Attribution-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-ND 4.0)

Citer l'article / To cite the article

Goba A. E., Koffi K. G., Sié R. S., Kouonon L. C., Koffi Y. A., 2019. Structure démographique et régénération naturelle des peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae) des savanes de Côte d'Ivoire. Bois et Forêts des Tropiques, 341 : 5-14. Doi : <https://doi.org/10.19182/bft2019.341.a31750>

RÉSUMÉ

Structure démographique et régénération naturelle des peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae) des savanes de Côte d'Ivoire

Pterocarpus erinaceus Poir. (Fabaceae) est un arbre des forêts claires et des savanes arborées d'Afrique, très prisé pour son bois, son fourrage et ses vertus thérapeutiques, cause de sa surexploitation en Côte d'Ivoire. La présente étude analyse la structure démographique des peuplements naturels et les potentialités de régénération de cette essence en fonction de l'intensité d'exploitation dans les trois types de savanes (guinéenne, subsoudanienne et soudanienne) de la Côte d'Ivoire en vue de leur conservation. Des mesures dendrométriques (diamètre à 1,30 m du sol, hauteur totale et hauteur du fût de l'arbre) ont été effectuées dans 30 transects de 200 m de large, sur des individus de *P. erinaceus* de diamètre égal ou supérieur à 5 cm dans six sites. La régénération a été évaluée dans 186 placettes de 30 m x 30 m équidistantes de 50 m à l'intérieur des transects. Les résultats révèlent que les plus grandes valeurs moyennes de densité d'arbres et de densité de régénération ont été obtenues en savane guinéenne (9,9 arbres/ha et 33,8 tiges/ha) et subsoudanienne (12,6 arbres/ha et 25,2 tiges/ha) alors que le diamètre moyen (33,9 cm), la hauteur totale moyenne (10,6 m) et la hauteur moyenne du fût (3,83 m) présentent des valeurs significativement plus élevées ($p < 0,001$) en savane soudanienne. L'étude montre que l'espèce se régénère par semis naturels, rejets de souche et drageons. La distribution en classe de diamètre s'ajuste à la distribution de Weibull avec une forme en « J renversé » en savane guinéenne et subsoudanienne et en « cloche » en savane soudanienne avec des arbres de taille moyenne. Hormis l'aire protégée de Kouassi-Ndawa, les cinq autres peuplements sont soumis à diverses pressions anthropiques (coupes, écorçage et émondage).

Mots-clés : *Pterocarpus erinaceus*, conservation, paramètres dendrométriques, régénération, structure démographique, Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

Demographic structure and natural regeneration of natural stands of *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae) in the savannah regions of Côte d'Ivoire

Pterocarpus erinaceus Poir. (Fabaceae) grows in Africa's sparse woodlands and tree savannahs and is a valued species for its wood, fodder and causes of its overexploitation in Côte d'Ivoire. This study analyses the demographic structure of natural stands of this species and potential for its natural regeneration according to logging intensity in the three types of savannah (Guinean, sub-Sudanian and Sudanian) in Côte d'Ivoire, with a view to their conservation. Dendrometric measurements (diameter at 1.30 m in height, total height and bole height) were made in 30 transects 200 m in width of individual *P. erinaceus* trees with a diameter of 5 cm or more in six sites. Regeneration was assessed in 186 30 m x 30 m plots 50 m apart within the transects. The results show that the highest average tree and regeneration densities were in Guinean (9.9 trees/ha and 33.8 stems/ha) and sub-Sudanian savannah (12.6 trees/ha and 25.2 stems/ha) whereas the average diameter (33.9 cm), average total height (10.6 m) and average bole height (3.83 m) were significantly greater ($p < 0.001$) in Sudanian savannah. The study shows that the species regenerates by natural seeding, stump shoots and suckering. The distribution of diameter classes matches the reverse J-shaped Weibull curve in Guinean and sub-Sudanian savannah, and forms a bell curve in Sudanian savannah with average-sized trees. Except for the Kouassi-Ndawa protected area, the five other stands are affected by various human pressures (felling, debarking and branch cutting).

Keywords: *Pterocarpus erinaceus*, conservation, dendrometric parameters, regeneration, demographic structure, Côte d'Ivoire.

RESUMEN

Estructura demográfica y regeneración natural de las masas naturales de *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae) de las sabanas de Costa de Marfil

Pterocarpus erinaceus Poir. (Fabaceae) es un árbol de los bosques claros y de las sabanas arboladas de África, muy apreciado por su madera, sus pastos y sus virtudes terapéuticas, de aquí su sobreexplotación en Costa de Marfil. Este estudio analiza la estructura demográfica de las masas naturales y las potencialidades de regeneración de esta especie en función de la intensidad de explotación en los tres tipos de sabana (guineana, subsudanesa y sudanesa) de la Costa de Marfil en vistas a su conservación. Se efectuaron mediciones dendrométricas (diámetro a 1,30 m del suelo, altura total y altura del fuste del árbol) en 30 transectos de 200 m de ancho, en individuos de *P. erinaceus* de diámetro igual o superior a 5 cm en seis enclaves. La regeneración se evaluó en 186 parcelas de ensayo de 30 m x 30 m equidistantes 50 m en el interior de los transectos. Los resultados revelan que los mayores valores medios de densidad arbórea y de densidad de regeneración fueron obtenidos en la sabana guineana (9,9 árboles/ha y 33,8 tallos/ha) y subsudanesa (12,6 árboles/ha y 25,2 tallos/ha), mientras que el diámetro medio (33,9 cm), la altura total media (10,6 m) y la altura media del fuste (3,83 m) presentan valores significativamente más elevados ($p < 0,001$) en la sabana sudanesa. El estudio muestra que la especie se regenera mediante semillas naturales, estolones epigeos y estolones subterráneos. La distribución por clase de diámetro se ajusta a la distribución de Weibull con una forma de « J inversa » en la sabana guineana y subsudanesa, y con forma de « campana » en la sabana sudanesa con los árboles de talla media. A excepción de la zona protegida de Kouassi-Ndawa, las cinco otras poblaciones están sometidas a diversas presiones antrópicas (podas, raspado y escamonda).

Palabras clave: *Pterocarpus erinaceus*, conservación, parámetros dendrométricos, regeneración, estructura demográfica, Costa de Marfil.

Introduction

La Côte d'Ivoire a perdu près de 84 % de son couvert forestier entre 1960 et 2000 (Koné *et al.*, 2014). Les activités anthropiques (agriculture extensive, orpaillage et exploitation incontrôlée du bois-énergie et du bois d'œuvre) dues à la croissance démographique galopante en sont les causes principales (MEDD, 2016). La situation s'est dégradée cette dernière décennie car la pression s'est accentuée sur les rares espèces ligneuses des savanes à fort potentiel socio-économique (BNETD, 2015), parmi lesquelles figure *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae) (photo 1). Communément appelé bois de vène, palissandre du Sénégal, teck africain ou bois rouge, *P. erinaceus* est une espèce endémique multi-usages des zones guinéo-soudanaises et soudano-sahéliennes (Sylla *et al.*, 2002 ; Arbonnier, 2004 ; Ouédraogo *et al.*, 2006). En Côte d'Ivoire, son bois est utilisé en ébénisterie et pour la confection d'instruments de musique (balafons, n'goni et djembés). C'est l'une des espèces ligneuses du nord du pays les plus utilisées dans l'alimentation des bovins (Silué *et al.*, 2014). L'écorce, les feuilles et les racines sont également utilisées en pharmacopée pour guérir plusieurs affections dont l'anémie, la toux, la dysenterie, le paludisme et la fièvre infantile (Ouédraogo *et al.*, 2011, 2012 ; Segla *et al.*, 2015a).

P. erinaceus est exploité dans les formations naturelles en Afrique de l'Ouest et en particulier en Côte d'Ivoire, en opposition aux principes d'aménagement (Ouédraogo *et al.*, 2006 ; Adjonou *et al.*, 2010). La Côte d'Ivoire vient en troisième position des pays ouest-africains où l'exploitation du bois de vène s'est accentuée durant cette dernière décennie (CITES, 2017). Avec la fragilisation de l'ordre public en Côte d'Ivoire en 2002, *P. erinaceus* a fait l'objet de contrebande, l'exportation illégale s'étant accrue en direction des pays asiatiques (ONU, 2014 ; Interpol, 2016). L'exportation de cette espèce menacée de disparition y est interdite depuis 2013 (décret n° 2013-508 du 25 juillet 2013 portant interdiction de la coupe, du transport, de la commercialisation et de l'exportation du bois de vène). Dans le contexte actuel de surexploitation du milieu naturel, des stratégies de conservation et de protection de cette espèce mériteraient d'être mises en œuvre en Côte d'Ivoire.

Cette étude conduite dans ce même pays visait à analyser les structures démographiques des peuplements naturels de *P. erinaceus* et ses potentialités de régénération en fonction de l'intensité d'exploitation dans les trois types de savane (soudanienne, subsoudanienne, guinéenne), afin de contribuer à leur gestion durable. Il s'agissait spécifiquement de décrire les caractéristiques dendrométriques des peuplements naturels de cette espèce, d'analyser leur structure et, enfin, de déterminer leurs potentialités naturelles de régénération.

Méthodologie

Site d'étude

L'étude a été réalisée dans la savane de Côte d'Ivoire (partie nord du pays), aire naturelle de distribution de *P. erinaceus*. En fonction des variations des facteurs climatiques et de la végétation se distinguent la savane soudanienne, la savane subsoudanienne et la savane guinéenne (FAO, 2002). Dans chacune de ces zones, des sites ont été choisis afin de caractériser la variabilité écologique des peuplements naturels de *P. erinaceus* en fonction du degré d'exploitation de l'espèce (figure 1).

Dans la savane soudanienne, deux sites ont été prospectés : l'aire protégée d'Ouarigué (58 000 ha) située entre 9°61' et 9°65' de latitude Nord et entre 4°89' et 4°96' de longitude Ouest et le site de Téguidou (village à 5 km de Bouna) situé entre 9°25' et 9°28' de latitude Nord et entre 2°92' et 2°95' de longitude Ouest. Ces sites se distinguent par la présence de pâturages et d'exploitations agricoles. Le climat de la zone de type soudanais est marqué par une longue saison sèche (d'octobre à juin) et une courte saison des pluies (de juillet à septembre). La zone est caractérisée par une pluviométrie annuelle comprise entre 700 et 1 200 mm (Soro, 2011) avec la présence intermittente de l'harmattan de décembre à février. Les températures varient

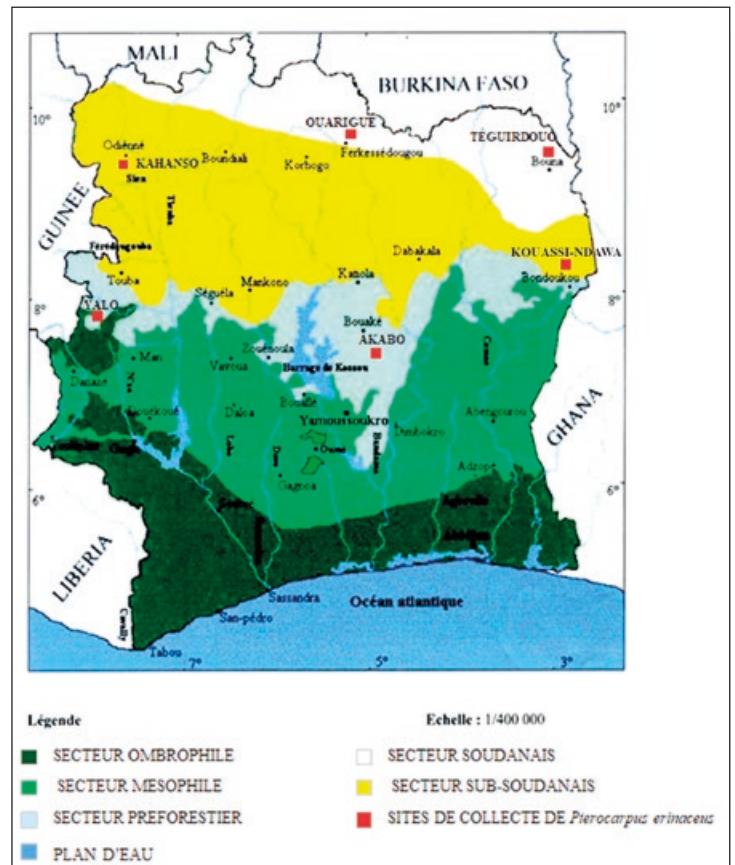


Figure 1. Végétation de la Côte d'Ivoire et localisation des sites de collecte de données sur *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Guillaumet et Adjanohoun, 1971 ; carte modifiée).

entre 28 et 32 °C (FAO, 2002). La végétation est constituée de savanes arbustives et herbeuses avec des galeries forestières le long des cours d'eau (FAO, 2002). Les sols sont ferrallitiques ou ferrugineux tropicaux (Roose, 1979).

Dans la savane subsoudanienne, l'aire protégée de Kahanso (7 400 ha) située sur la latitude 9°17' Nord et la longitude 7°37' Ouest et celle de Kouassi-Ndawa située sur la latitude 8°13' Nord et la longitude 2°90' Ouest (300 ha) constituent nos sites d'étude. Le site de Kahanso, peu conservé, est marqué par la présence de pâturages. En revanche, Kouassi-Ndawa est un site bien conservé. Cette zone appartient au secteur subsoudanien caractérisé par des forêts claires et des savanes arborées qui s'étendent sur des sols ferrallitiques (Roose, 1979). Le climat est de type soudano-guinéen, placé sous l'influence de l'harmattan, avec deux saisons, une pluvieuse (4 à 5 mois) et une sèche (7 à 8 mois). Les précipitations annuelles fluctuent entre 1 200 et 1 600 mm (Soro, 2011) et surviennent en majeure partie en juillet, août et septembre. La température varie entre 16 °C et 36 °C, avec une moyenne de 27 °C (Ouattara *et al.*, 2016).

Dans la savane guinéenne, deux sites ont été investigués : l'aire protégée de Yalo (7°80' - 8°10' de latitude Nord et 7°70' - 8°12' de longitude Ouest) de 26 800 ha de superficie et d'Akabo (7°33' - 7°40' de latitude Nord et 4°80' - 4°84' de longitude Ouest) de 2 300 ha de superficie. Ces sites, positionnés respectivement à proximité des villages de Yalo et de Landonou, sont occupés par des forêts claires peu anthropisées (reboisement de teck, *Tectona grandis*, et présence d'exploitations agricoles). La savane guinéenne est la zone du secteur préforestier composée de forêts mésophiles (ou semi-décidues) et de savanes. Le climat est équatorial à régime bimodal, avec deux saisons des pluies espacées par deux saisons sèches (FAO, 2002). La pluviométrie moyenne annuelle est de 1 200 mm avec une température moyenne annuelle de 27 °C (Yao *et al.*, 2015). Les sols sont de type ferrallitique (Perraud, 1971).

Collecte de données

La méthode de collecte des données a consisté en un inventaire itinérant (échantillonnage selon des transects) (Rabiou *et al.*, 2015a ; Ouattara *et al.*, 2016) à l'intérieur de bandes linéaires de 200 m de largeur et de longueur variable. Cette méthode a été utilisée compte tenu de la faible densité apparente de *P. erinaceus* dans les formations naturelles étudiées. Elle rend compte non seulement de l'hétérogénéité structurale des peuplements mais permet aussi de recenser suffisamment d'individus afin d'obtenir une estimation fiable de la densité et de la structure démographique. Les distances parcourues ont été estimées à l'aide d'un GPS. Au total, 30 transects ont été installés dans les trois types de savane. Dans chaque transect, les mesures dendrométriques ont concerné tous les individus de *P. erinaceus* géoréférencés de diamètre égal ou supérieur à 5 cm à hauteur de 1,30 m du sol (dbh > 5 cm). En plus de la circonférence, qui a permis de déterminer le diamètre, les mesures dendrométriques ont porté sur la hauteur du fût et la hauteur totale de l'arbre. La circonférence des arbres a été mesurée avec un mètre-ruban et les hauteurs totale

et du fût ont été mesurées à l'aide d'une perche graduée. Les individus dont le diamètre est inférieur à 5 cm ont été considérés comme faisant partie de la régénération (Mahamane et Saadou, 2008). La dynamique de l'espèce a été évaluée selon le mode de régénération dans 186 placettes de 900 m² (30 m x 30 m), délimitées à l'intérieur des transects, et distantes les unes des autres de 50 m. À l'intérieur des placettes, les rejets de souche, les drageons et les semis naturels ont été dénombrés (Sokpon *et al.*, 2006) afin d'évaluer la densité de chaque mode de régénération. L'état d'intégrité des individus a été noté afin d'évaluer l'intensité de l'exploitation de l'espèce sous forme d'écorage, d'émondage et de coupe.

Analyse des données

Pour analyser les caractéristiques écologiques des peuplements, la densité (N), la densité de régénération (Nr) et la surface terrière (G) ont été calculées. La densité N (arbres/ha) est le nombre d'arbres par unité de surface. La densité moyenne de régénération Nr (tiges/ha) est le nombre total d'arbres de diamètre inférieur à 5 cm par unité de surface (placettes). La surface terrière G (m²/ha) est la somme des sections transversales à hauteur de 1,30 m du sol, de tous les arbres du transect.

Les données calculées ont été analysées à l'aide du logiciel XLSTAT Ecology version 2018.5, en fonction des trois types de savane. L'analyse multiple de variance (MANOVA) a été réalisée pour la comparaison de l'ensemble des paramètres dendrométriques. Les analyses de variance à un facteur (ANOVA 1) ont servi à comparer les moyennes des différents paramètres dendrométriques de *P. erinaceus* dans les différents types de savane. Les tests d'ANOVA significatifs ont été suivis du test Fisher de comparaison multiple par paires (LSD) au seuil de significativité de 5 %. La densité des modes de régénération naturelle (rejets de souche, drageons, semis naturels) a été estimée et l'importance relative de chaque mode de régénération a été calculée en pourcentage pour les trois types de savane considérés. Une analyse de variance a été ensuite effectuée afin de comparer cette densité dans les peuplements naturels de *P. erinaceus* étudiés.

La structure démographique de l'espèce a été analysée selon 11 classes de diamètre des arbres, définies à partir d'un seuil de 5 cm et une amplitude de 5 cm. Les dix classes de hauteur ont été définies à partir d'un seuil de 2 m, avec une amplitude d'égalément 2 m. Ces classes de diamètre et de hauteur ont servi à construire des histogrammes de distribution. Les structures observées ont été ajustées à la distribution théorique de Weibull à trois paramètres (Rondeux, 1999) à l'aide du logiciel XLSTAT Ecology version 2018.5. La fonction correspondante de densité de probabilité $f(x)$ se présente sous la forme suivante :

$$f(x) = \frac{c}{b} \left(\frac{x-a}{b} \right)^{c-1} \exp \left[- \left(\frac{x-a}{b} \right)^c \right]$$

où x est le diamètre des arbres, a est le paramètre de position, b est le paramètre d'échelle ou de taille, et c est le paramètre de forme lié à la structure observée.

Tableau I.

Différentes formes de la distribution de Weibull en fonction de la valeur du paramètre de forme « c ».

Valeur du paramètre « c »	Interprétation
$c < 1$	Répartition en « J renversé », caractéristique de peuplements multispécifiques et inéquiens
$c = 1$	Diminution de la distribution exponentielle, caractéristique de peuplements en danger
$1 < c < 3,6$	Distribution asymétrique positive, caractéristique de peuplements monospécifiques avec principalement des individus de petit diamètre (jeunes espèces)
$c = 3,6$	Distribution symétrique (structure normale), caractéristique de peuplements monospécifiques avec des individus à diamètre inégal
$c > 3,6$	Distribution asymétrique négative, caractéristique de peuplements monospécifiques de vieilles espèces

La distribution peut prendre plusieurs formes selon la valeur du paramètre de forme (c) (Husch *et al.*, 2003) (tableau I). Une analyse log-linéaire a été réalisée pour comparer, dans chaque cas, la distribution en diamètre (ou en hauteur) observée à la distribution théorique de Weibull avec estimation des paramètres. L'hypothèse de l'ajustement entre les deux distributions (théorique et observée) a été acceptée si la valeur de la probabilité du test était inférieure à 0,05.

Résultats

Intensité de l'exploitation

Hormis l'aire protégée de Kouassi-Ndawa en savane subsoudanienne, tous les autres peuplements sont soumis à des pressions anthropiques telles que les coupes (photo 2), l'écorçage et l'émondage (tableau II). Les plus grandes proportions d'individus coupés et écorcés sont observées en savane guinéenne. Ainsi, les sites d'Akabo et Yalo se caractérisent respectivement par 38,6 % et 35,3 % d'individus coupés et par 42,3 % et 51,3 % d'individus écorcés. En savane subsoudanienne (Kahanso) et soudanienne, les individus coupés et écorcés sont faiblement représentés. Cependant, *P. erinaceus* est fréquemment émondé dans ces deux types de savane pour alimenter le bétail pendant les saisons sèches où le fourrage se fait rare. L'intensité d'émondage est plus critique sur les sites d'Ouarigué (46,7 %) et de Téguidou (43,2 %) en savane soudanienne, suivis du site de Kahanso (28,9 %) en savane subsoudanienne. Les faibles pourcentages d'individus émondés sont observés dans les aires protégées de Yalo et Akabo en savane guinéenne.

Caractéristiques dendrométriques de *Pterocarpus erinaceus*

L'analyse multiple de variance (MANOVA) réalisée pour l'ensemble des paramètres dendrométriques a montré une différence hautement significative ($p < 0,001$) entre les peuplements de *P. erinaceus* des trois types de savane. Les résultats de l'analyse de variance obtenus pour les cinq

paramètres dendrométriques sont reportés dans le tableau III. Les peuplements de *P. erinaceus* de la savane guinéenne présentent une densité moyenne de $9,9 \pm 4,6$ arbres/ha, statistiquement non différente ($p = 0,19$) de celle de la savane subsoudanienne ($12,6 \pm 6,3$ arbres/ha). En revanche, ces densités sont significativement plus élevées ($p < 0,001$) que celle des peuplements de la savane soudanienne ($2,37 \pm 0,77$ arbres/ha).

Le diamètre moyen des arbres de *P. erinaceus* est estimé à $23,1 \pm 10,2$ cm en savane guinéenne, à $23 \pm 12,7$ cm en savane subsoudanienne, et à $33,9 \pm 12,3$ cm en savane soudanienne. Les tests statistiques indiquent que les valeurs moyennes de diamètre sont identiques ($p = 0,96$) pour les peuplements de la savane guinéenne et subsoudanienne.

Ces valeurs sont significativement différentes ($p < 0,001$) de celles de la savane soudanienne.

La hauteur moyenne des arbres des peuplements de *P. erinaceus* décroît le long du gradient climatique, les valeurs les plus élevées apparaissant en savane soudanienne ($10,6 \pm 2,3$ m). Les peuplements des savanes

**Photo 2.**

Bûches de *Pterocarpus erinaceus* Poir. saisies par les agents des eaux et forêts et stockées dans un camp de base à Odienné (Côte d'Ivoire).
Photo A. E. Goba, 2016.

Tableau II.
Intensité d'exploitation de *Pterocarpus erinaceus* dans les trois types de savane prospectés.

Types de savane	Sites	Coupes (%)	Émondage (%)	Écorçage (%)
Savane guinéenne	Yalo	35,3	2,91	51,3
	Akabo	38,6	3,42	42,3
Savane subsoudanienne	Kahanso	9,75	28,9	8,96
	Kouassi-Ndawa	0	0	0
Savane soudanienne	Téguirdouo	13,7	43,2	7,98
	Ouarigué	9,17	46,7	5,16

Tableau III.
Comparaison des valeurs moyennes ± écart-type des paramètres dendrométriques évalués chez *Pterocarpus erinaceus* dans les trois types de savane prospectés.

Types de savane	Nombre d'individus	Densité (arbres/ha)	Diamètre (cm)	Hauteur totale (m)	Hauteur du fût (m)	Surface terrière (m ² /ha)
Savane guinéenne	351	9,95 ± 4,56 ^a	23,1 ± 10,2 ^b	9,44 ± 2,67 ^c	3,36 ± 1,51 ^b	0,41 ± 0,24 ^b
Savane subsoudanienne	547	12,6 ± 6,31 ^a	23 ± 12,7 ^b	10,1 ± 3,38 ^b	4,04 ± 2,82 ^a	0,70 ± 0,43 ^a
Savane soudanienne	210	2,37 ± 0,77 ^b	33,9 ± 12,3 ^a	10,6 ± 2,26 ^a	3,83 ± 1,78 ^a	0,29 ± 0,14 ^b
Globale	1 108	8,76 ± 6,30	25,1 ± 12,6	9,97 ± 3	3,78 ± 2,31	0,47 ± 0,36
Tests statistiques	-	P < 0,000	P < 0,0001	P < 0,0001	P < 0,0001	P = 0,015

Dans les colonnes, les valeurs moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes. Sur la ligne Tests statistiques, P est la probabilité associée à la comparaison des moyennes du paramètre dans les trois types de savane. Lorsque P est inférieure à 0,05, la différence entre les moyennes du paramètre est significative.

subsoudanienne et guinéenne sont respectivement caractérisés par une hauteur moyenne de 10,1 ± 3,38 m et de 9,44 ± 2,67 m. Cette différence de valeurs de hauteur est significative entre les trois types de savane ($p < 0,001$).

La hauteur moyenne du fût des arbres présente des valeurs plus grandes en savane subsoudanienne (4,03 ± 2,8 m) et soudanienne (3,83 ± 1,8 m). Ces valeurs statistiquement identiques ($p = 0,27$) sont en revanche supérieures à celle de la savane guinéenne (3,36 ± 1,5 m).

La plus grande surface terrière s'observe au sein des peuplements de la savane subsoudanienne (0,70 ± 0,43 m²/ha) et les plus faibles, statistiquement identiques ($p = 0,39$), sont relevées dans les savanes guinéenne et soudanienne (respectivement 0,41 ± 0,24 m²/ha et 0,29 ± 0,14 m²/ha).

Structure démographique des peuplements naturels de *P. erinaceus*

La distribution des arbres de *P. erinaceus* en classes de diamètre (figure 2) observée en savane guinéenne et subsoudanienne montre une structure en « J renversé ». En savane guinéenne, cette structure est caractérisée par une prédominance d'arbres de classe de diamètre compris entre

10 et 30 cm (77,3 %). Les peuplements de *P. erinaceus* de la savane subsoudanienne sont dominés par les arbres de diamètre variant de 5 à 30 cm (88,7 %). La savane soudanienne est la seule zone agroécologique qui présente une structure en classe de diamètre en forme de « cloche » avec une meilleure représentation des classes de diamètre intermédiaire (73,8 %) par rapport aux classes extrêmes. Toutes les structures en classe de diamètre observées s'ajustent à la distribution théorique de Weibull ($p < 0,05$) avec un paramètre de forme (c) de valeur comprise entre 1 et 3,6 ; elles sont caractéristiques de peuplements monospécifiques avec principalement de jeunes individus.

Pour l'ensemble des peuplements de *P. erinaceus* des types de savane, la structure en hauteur présente une forme en cloche avec prédominance d'arbres de hauteur moyenne. En savane guinéenne et subsoudanienne, les arbres de classe de hauteur comprise entre 6 et 16 m sont les plus répandus, avec des proportions respectives de 94,4 % et 92,8 %. L'analyse log-linéaire montre que ces deux distributions observées s'ajustent aux distributions théoriques de Weibull ($p < 0,05$) avec un paramètre de forme (c) de valeur comprise entre 1 et 3,6, traduisant une prédominance de jeunes individus. Par contre, en savane soudanienne, les

arbres de hauteur comprise entre 10 et 16 m sont prédominants (83,8 %) avec un paramètre de forme de la distribution théorique de Weibull supérieur à 3,6.

Potentialités de régénération naturelle

La densité globale de régénération de *P. erinaceus* varie significativement ($p < 0,001$) de $33,8 \pm 4,2$ tiges/ha à $7,8 \pm 1,1$ tiges/ha avec la plus grande valeur en savane guinéenne (tableau IV). Le dénombrement des différentes stratégies de multiplication adoptées par *P. erinaceus* dans les six peuplements naturels des trois différentes savanes prospectées révèle qu'il existe trois modes de régénération chez cette espèce en Côte d'Ivoire : les semis naturels, les rejets de souche et les drageons. Les semis naturels représentent les stratégies de régénération les plus observées avec des valeurs statistiquement différentes d'un type de savane à l'autre ($p < 0,001$). Les densités respectives des semis naturels en savane guinéenne, subsoudanaïenne et soudanaïenne sont de $24,9 \pm 6,7$, $19,5 \pm 6,7$ et $5,8 \pm 1,1$ tiges/ha. Les rejets de souche, qui constituent la deuxième voie de régénération de l'espèce, présentent des valeurs statistiquement non différentes pour les trois types de savane. Les drageons ont été observés uniquement en savane guinéenne et subsoudanaïenne.

Discussion

Pressions anthropiques sur *P. erinaceus*

P. erinaceus est victime de pressions anthropiques (coupes, écorçage et émondage) dans tous les sites prospectés hormis à Kouassi-Ndawa en savane subsoudanaïenne. En Côte d'Ivoire, le vène est exploité pour son bois (coupe), ses vertus thérapeutiques (écorçage) et son fourrage (émondage). En savane guinéenne, les proportions d'arbres coupés et écorcés sont plus élevées (35 % à 51 %). L'espèce fournit un excellent bois d'œuvre utilisé en ébénisterie et en construction (Adjonou *et al.*, 2010). Il sert de bois-énergie (charbon et bois de chauffe) et de bois de service (confection de mortiers, pilons, manches de daba). *P. erinaceus*, appelé *arbre miracle* par les populations locales du centre de la Côte d'Ivoire, possède également de nombreuses vertus thérapeutiques (Ouédraogo *et al.*, 2011, 2012). Cela entraîne l'écorçage fréquent des arbres à proximité des villages. La décoction de l'écorce du vène est utilisée contre l'anémie, les ulcères, la dysenterie, le paludisme et le rhumatisme. La sève de l'écorce permet de lutter efficacement contre les dermatoses. Les feuilles sont administrées en décoction pour traiter la fièvre infantile et la bronchite, et en infusion dans des rituels visant à chasser les mauvais esprits.

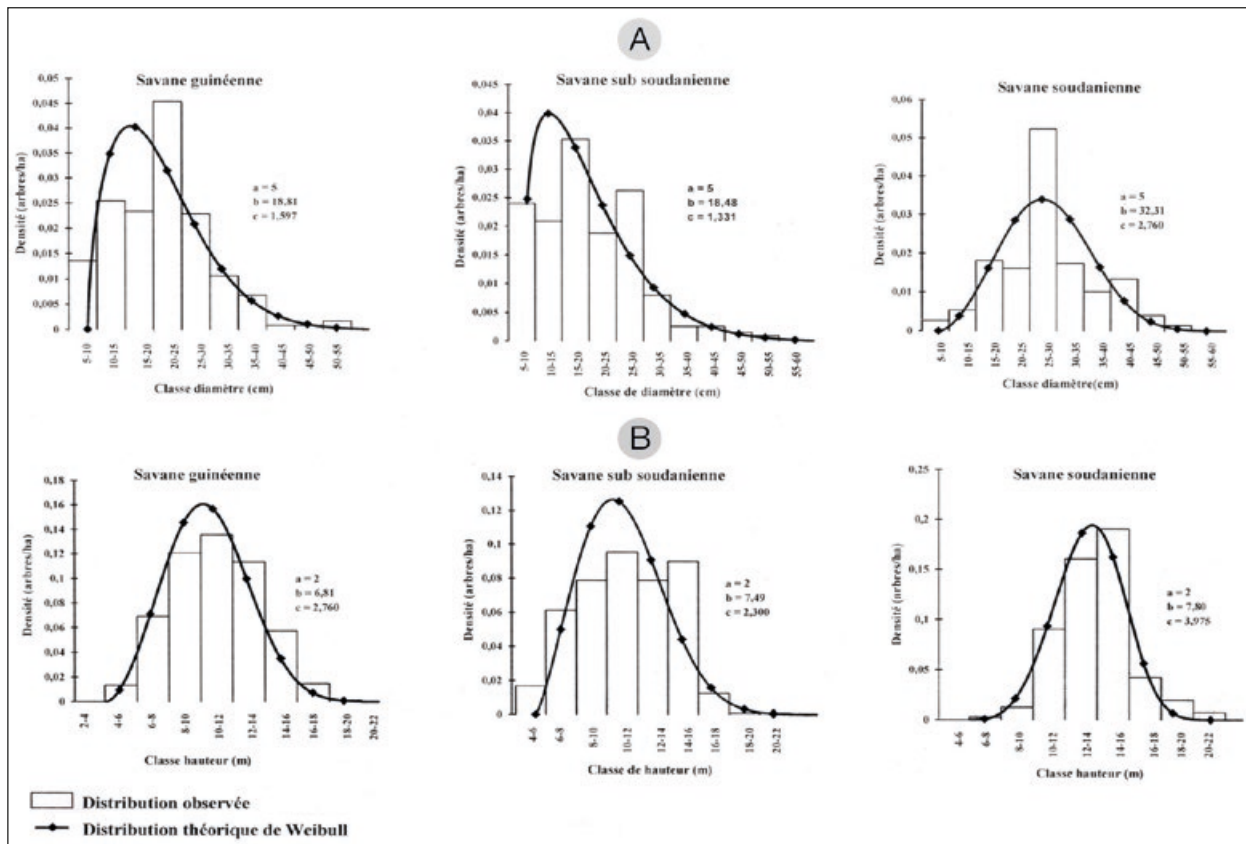


Figure 2. Structure en diamètre (A) et en hauteur (B) de *Pterocarpus erinaceus* Poir. dans les trois types de savane.

Tableau IV.

Densité et pourcentage des différents modes de régénération de *Pterocarpus erinaceus* dans les trois types de savane prospectés.

Modes de régénération	Densité de régénération (plantules/ha et %)			Tests statistiques
	Savane guinéenne	Savane subsoudanienne	Savane soudanienne	
Moyenne globale	33,8 ± 4,16 ^a (100 %)	25,2 ± 6,30 ^b (100 %)	7,78 ± 1,14 ^c (100 %)	P < 0,0001
Semis naturels	24,9 ± 6,72 ^a (73,7 %)	19,5 ± 6,73 ^b (77,4 %)	5,83 ± 1,06 ^c (74,9 %)	P < 0,0000
Rejets de souche	5,07 ± 3,59 (15 %)	3,04 ± 3,38 (12,1 %)	1,95 ± 0,41 (25,1 %)	P = 0,07 ^{ns}
Drageons	3,48 ± 3,13 ^a (10,3 %)	2,14 ± 2,69 ^b (8,5 %)	0 (0 %)	P = 0,015

Sur les lignes, les valeurs moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes. Dans la colonne Tests statistiques, P est la probabilité associée à la comparaison des moyennes du paramètre dans les trois types de savane. Lorsque P est inférieur à 0,05, la différence entre les moyennes du paramètre est significative.

En savane soudanienne et subsoudanienne, le taux d'individus émondés est nettement supérieur à celui de la savane guinéenne ($p < 0,05$). Ce taux varie de 28,9 % (Kahanso) à 43,2 % et 46,7 % (respectivement à Ouairigué et Téguirdouo). Sur ces sites, l'espèce subit une forte pression pastorale. Les feuilles constituent un excellent fourrage pour le bétail (Silué *et al.*, 2014). Riches en protéines et en phosphore, elles jouent un rôle essentiel dans la digestion de la cellulose de l'herbe sèche (Rabiou *et al.*, 2015b). Ces différentes pressions anthropiques exercées sur ces peuplements impactent négativement la structure démographique et la régénération de l'espèce dans les sites prospectés.

Variabilité des paramètres dendrométriques de *P. erinaceus*

L'analyse des caractéristiques dendrométriques de *P. erinaceus* en fonction des trois types de savane en Côte d'Ivoire montre que la densité des arbres et la densité de régénération augmentent avec l'humidité du climat. Ces deux paramètres présentent des valeurs plus grandes en savane guinéenne et subsoudanienne. Cette différence pourrait être imputable à la disponibilité des ressources et aux conditions édaphiques et environnementales de chaque savane, mais aussi aux pressions anthropiques associées (Rabiou *et al.*, 2015b). La densité globale (8,76 arbres/ha) est, en revanche, inférieure à celles obtenues par Kakai *et al.* (2008) au Bénin (22,6 arbres/ha) et par Segla *et al.* (2015b) au Togo (57 à 76,5 arbres/ha) sous les mêmes latitudes. Cela s'explique manifestement par la différence des pressions anthropiques et des conditions écologiques (CITES, 2015).

Les gros diamètres moyens et les hauteurs moyennes plus élevées des arbres révélés en savane soudanienne s'expliquent par la prédominance des individus âgés. Les faibles valeurs de diamètre moyen et de hauteur moyenne des arbres observées en savane guinéenne et subsoudanienne témoignent de la fréquence élevée d'individus jeunes. Ces observations pourraient être liées aux conditions climatiques et anthropiques (Rabiou *et al.*, 2015b). En savane soudanienne, la réduction des régimes pluviométriques est

à la base de la faible représentation des jeunes individus. Par contre, en savane guinéenne et subsoudanienne, les prélèvements excessifs ont pu contribuer à l'élimination des arbres de gros diamètres plus rentables pour l'exportation.

Cette étude montre que le vène est surexploité en Côte d'Ivoire. Il est donc nécessaire de renforcer la surveillance des aires protégées afin de réduire les pressions anthropiques qui menacent la survie de l'espèce. La protection dont bénéficie l'espèce en Côte d'Ivoire pourrait ne pas suffire à la préservation de celle-ci. Elle doit être renforcée par son inscription sur la liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN).

Structure démographique des peuplements naturels de *P. erinaceus*

Les structures en diamètre et en hauteur des peuplements naturels de *P. erinaceus* révèlent de manière générale une prédominance de jeunes individus ($1 < c < 3,6$) en savane guinéenne et subsoudanienne. Les structures en diamètre, établies sur la base de la répartition des individus en classes de diamètre, sont caractérisées par un grand nombre de petits arbres et une réduction régulière du nombre d'individus d'une classe à la suivante. Par ailleurs, la structure démographique des arbres en classes de hauteur révèle une prédominance d'arbres de taille moyenne (6 à 16 m). Ces structures montrent une évolution positive des peuplements de *P. erinaceus* dans ces savanes où le renouvellement du peuplement est assuré (Feeley *et al.*, 2007). Cela traduit une bonne capacité d'adaptation de l'espèce aux contraintes du milieu telles que les feux de brousse et les fluctuations des saisons des pluies de ces dernières décennies. De telles distributions ont été observées par Segla *et al.* (2015b) au Togo sur *P. erinaceus* et par Kakpo (2012) dans la forêt de Bonou au Bénin pour *Azelia africana*. Ces structures témoignent aussi du prélèvement sélectif des arbres de plus gros diamètre pour les exportations pendant les exploitations forestières illégales. Par ailleurs, la faible fréquence d'arbres matures ou de semenciers (diamètre supérieur à 35 cm) posera un problème de régénération sur le long terme dans ces peuplements (Yehouenou *et al.*, 2012).

En savane soudanienne, les individus de diamètre compris entre 15 et 45 cm sont prédominants avec de faibles fréquences d'individus de diamètre inférieur à 15 cm. De plus, les arbres de hauteur comprise entre 10 et 16 m sont abondants. Ces observations montrent que *P. erinaceus* présente un déficit démographique de jeunes arbres dans cette zone (Abdourhamane *et al.*, 2017). Ces structures témoignent d'un peuplement âgé en déclin naturel, avec un renouvellement insuffisant par les jeunes individus. Cela pourrait s'expliquer par les conditions climatiques défavorables de la zone. Les juvéniles rencontrent des difficultés à se maintenir pendant la longue saison sèche. De plus, les rares plantules qui émergent sont exposées aux herbivores qu'attirent les jeunes feuilles.

Régénération naturelle de *P. erinaceus*

Notre étude montre que *P. erinaceus* utilise plusieurs stratégies de régénération pour se multiplier. En effet, l'espèce se régénère par semis naturel, rejets de souche et drageons. La régénération par semis naturel et rejets de souche semble représenter les modes préférentiels de multiplication de l'espèce. Les drageons n'ont été observés qu'en savane guinéenne et subsoudanienne. Notre étude n'a pas révélé la présence de marcottes. Adjonou *et al.* (2010) ont toutefois montré que *P. erinaceus* pouvait également être multiplié par marcottes au Togo.

Ces résultats attestent que l'espèce est un bon candidat au reboisement des aires protégées dégradées. Cette faculté de l'espèce à se régénérer constitue une bonne opportunité pour la production de plants en pépinière. L'espèce se régénère aussi très bien après coupe (repousse). En effet, durant nos investigations, la quasi-totalité des coupes observées ont repoussé, quelle que fût la hauteur de coupe. Les rejets de souche assurent la pérennité des plantations au bénéfice de l'exploitant, comme dans les plantations de *Tectona grandis*, qui se reconstituent intégralement après la coupe. Des essais sylvicoles à base de jeunes plants de *P. erinaceus* sont donc envisageables pour restaurer les formations végétales naturelles dégradées ou pour le reboisement.

Conclusion

Cette étude a permis la caractérisation écologique des peuplements naturels de *P. erinaceus* dans les trois types de savane en Côte d'Ivoire. Les variations observées entre les différents peuplements sont dues en partie aux facteurs climatiques mais aussi à l'anthropisation (coupe, écorçage et émondage). L'analyse des paramètres dendrométriques a révélé que les savanes guinéenne et sub-soudanienne présentent les plus grandes valeurs de densité d'arbres et de densité de régénération. Ces savanes offrent des conditions environnementales plus favorables au développement des peuplements de *P. erinaceus*. Par contre, la savane soudanienne est caractérisée par des valeurs moyennes de diamètre, de hauteur totale et de hauteur de fût significativement plus élevées. La répartition des arbres de *P. erinaceus* en classes de diamètre et de hauteur a montré que la régénération naturelle de l'espèce est assurée en savane guinéenne

et subsoudanienne avec une prédominance de jeunes individus. En savane soudanienne, les jeunes individus sont faiblement représentés. En ce qui concerne les stratégies de régénération, l'étude a montré que les semis naturels et les rejets de souche étaient plus abondants que les drageons.

Ces résultats indiquent que la protection effective des aires protégées pourrait favoriser la repousse des souches et, à long terme, la reconstitution des peuplements dégradés de *P. erinaceus*. Les semences peuvent être utilisées pour la production de plants en pépinière à grande échelle en sylviculture, le semis naturel étant naturellement le mode de régénération le plus répandu. Outre l'adoption de mesures de protection pour l'espèce, il semble urgent de promouvoir la mise en place de techniques de régénération assistée peu coûteuses en milieu naturel et de contrôler les pressions zoo-anthropiques qui menacent la survie de l'espèce.

Remerciements

Ces travaux ont été réalisés dans le cadre d'un doctorat de thèse unique. Les auteurs remercient la Société de développement des forêts (SODEFOR) pour les permis d'accès aux sites. Alice Goba remercie particulièrement le Programme d'appui stratégique à la recherche scientifique (PASRES) pour le financement de ses travaux de thèse et tous les gestionnaires et acteurs de la SODEFOR des sites prospectés.

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://doi.org/10.19182/bft2017.333.a31468>
- Adjonou K., Ali N., Kokutse A. D., Novigno K. S., Kokou K., 2010. Étude de la dynamique des peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae) surexploités au Togo. Bois et Forêts des Tropiques, 306 (4) : 45-55. <https://doi.org/10.19182/bft2010.306.a20431>
- Arbonnier M., 2004. Trees, shrubs and lianas of West African dry zones. Cirad, Margraf, MNHN, 574 p.
- BNETD (Bureau national d'études techniques et de développement), 2015. Gestion durable des ressources forestières. Rapport pour les États généraux de la forêt, de la faune et des ressources en eau de Côte d'Ivoire, 89 p.
- CITES (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore menacées d'extinction), 2017. Examen des propositions d'amendement des annexes I et II. Dix-septième session de la Conférence des Parties à Johannesburg (Afrique du Sud), 24 septembre - 5 octobre 2016, 17 p.
- CITES (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore menacées d'extinction), 2015. Analyse du commerce international de *Pterocarpus erinaceus* et ses conséquences en Afrique de l'ouest. Document d'information. Vingti-deuxième réunion du comité des plantes à Tbilissi (Géorgie), 19-23 octobre 2015, 35 p.
- FAO, 2002. Note thématique sur les Ressources Génétiques Forestières. Situation des ressources génétiques forestières de Côte d'Ivoire (zone de savanes). Rome, Italie, FAO, 47 p.
- Feeley K. J., Davies J. S., Noor N. S., Rahman K. A., Tan S., 2007. Do current stem size distributions predict future populations changes? An empirical test of intraspecific patterns in tropical trees at two spatial scales. Journal of Tropical Ecology, 23: 191-198.

Guillaumet J.-L., Adjanohoun E., 1971. La végétation de la Côte d'Ivoire. In : Avenard J.-M., Eldin M., Girard G., Sircoulon J., Touchebeuf P., Guillaumet J.-L., Adjanohoun E., Perraud A. (éds). Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Paris, France, Orstom, Mémoires Orstom, n° 50, 156-263. http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/Mem_cm/16368.pdf

Husch B., Beers T. W., Kershaw J. A. Jr., 2003. Forest Mensuration. Hoboken, NJ, USA, John Wiley, 4th edition, 443 p.

Interpol, 2016. Law enforcement and the West African Rosewood trade. « Comprendre et changer le commerce international : le cas de l'espèce ligneuse *Pterocarpus erinaceus* ». Bissau, Guinée-Bissau, 29-31 mars 2016.

Kakaï G. R. L., Sinsin B., Palm R., 2008. Étude dendrométrique de *Pterocarpus erinaceus* Poir. des formations naturelles de la zone soudanienne au Bénin. *Agronomie Africaine*, 20 (3) : 245-255.

Kakpo S. B., 2012. Caractéristiques structurales et écologiques des forêts de Bonou et d'Itchede au sud-est du Bénin. Mémoire ingénieur agronome, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 70 p.

Koné M., Kouadio Y. L., Neuba D. F. R., Malan D. F., Coulibaly L., 2014. Évolution de la couverture forestière de la Côte d'Ivoire des années 1960 au début du 21^e siècle. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 7 (2) : 782-794.

Mahamane A., Saadou M., 2008. Méthode d'étude de la flore et de la végétation tropicale. Projet SUN-EU. Actes de l'atelier de Niamey portant sur l'harmonisation des méthodes d'étude et d'analyse de la flore et de la végétation tropicale, 83 p.

MEDD (Ministère de l'Environnement et du Développement Durable), 2016. Plan d'investissement forestier de Côte d'Ivoire. Draft final. Abidjan, Côte d'Ivoire, Ministère de l'Environnement et du Développement durable, 85 p.

ONU, 2014. Rapport final du Groupe d'experts sur la Côte d'Ivoire établi en application du paragraphe 19 de la résolution 2101 (2013) du Conseil de sécurité (S/2014/266, 14th April 2014).

Ouattara D., Kouamé D., Tiebre M. S., Kouadio Y. J. C., N'guessan K. E., 2016. Biodiversité végétale et valeur d'usage en zone soudanienne de la Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10 (3) : 1122-1138.

Ouédraogo A., Adjima T., Hahn-Hadjali K., Guinko S., 2006. Diagnostic de l'état de dégradation des peuplements de quatre espèces ligneuses en zone soudanienne du Burkina Faso. *Sécheresse*, 17 (4) : 485-491.

Ouédraogo N., Sawadogo R. W., Tibiri A., Lompo M., Hay A. E., Kouadou J., et al., 2011. Antioxydant, anti-inflammatoire et analgésique activities of aqueous extract from stem bark of *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae). *Journal of Medicinal Plants Research*, 5 (10): 2047-2053.

Ouédraogo N., Sawadogo R. W., Tibiri A., Lompo M., Hay A. E., Kouadou J., Dijoux M. G., Guissou I. P., 2012. Pharmacological properties and related constituents of stem bark of *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae). *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 5 (1): 46-51.

Perraud A., 1971. Les sols. In : Avenard J.-M., Eldin M., Girard G., Sircoulon J., Touchebeuf P., Guillaumet J.-L., Adjanohoun E., Perraud A. (éds). Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Paris, France, Orstom, Mémoires Orstom, n° 50, 269-391. http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/Mem_cm/16368.pdf

Rabiou H., Diouf A., Bationo B. A., Mahamane A., Segla K. N., Adjonou K., et al., 2015a. Structure démographique de peuplement naturel et répartition spatiale des plantules de *Pterocarpus erinaceus* Poir. dans la forêt de Tiogo en zone soudanienne du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9 (1) : 69-81.

Rabiou H., Diouf A., Bationo B. A., Segla K. N., Adjonou K., Kokutse A. D., et al., 2015b. Structure des peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus* Poir. dans le domaine soudanien, au Niger et au Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques*, 325 (3) : 71-83. <https://doi.org/10.19182/bft2015.325.a31274>

Rondeux J., 1999. La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Gembloux, Belgique, Presses agronomiques de Gembloux, 522 p.

Roose E. J., 1979. Dynamique actuelle d'un sol ferrallitique gravillonnaire issu de granite sous culture et sous savane arbustive soudanienne du Nord de la Côte d'Ivoire (Korhogo : 1967-1975). *Cahiers Orstom, série Pédologie*, 17 (2) : 81-118. <https://core.ac.uk/download/pdf/39878754.pdf>

Segla K. N., Adjonou K., Radji A. R., Kokutse A. D., Kokou K., Rabiou H., et al., 2015a. Importance socio-économique de *Pterocarpus erinaceus* Poir. au Togo. *European Scientific Journal*, 11 (23) : 1857-7881.

Segla K. N., Adjonou K., Rabiou H., Radji A. R., Kokutse A. D., Bationo B. A., et al., 2015b. Spatial distribution of *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae) natural stands in the sudanian and sudano-guinean zones of west Africa: gradient distribution and productivity variation across the five ecological zones of Togo. *Annual Research & Review in Biology*, 6 (2): 89-102.

Silué N., Fofana J. I., Silue S., Diarrassouba N., Kouassi A. F., Kouakou K., 2014. Identification des espèces ligneuses utilisées dans l'alimentation des bovins dans la région du Poro (nord de la Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine*, 26 (3) : 217-229.

Sokpon N., Biao S. H., Ouinsavi C., Hunhyet O., 2006. Bases techniques pour une gestion durable des forêts claires du Nord-Bénin : rotation, diamètre minimal d'exploitabilité et régénération. *Bois et Forêts des Tropiques*, 287 (1) : 45-57. <https://doi.org/10.19182/bft2006.287.a20322>

Soro G. E., 2011. Modélisation statistique des pluies extrêmes en Côte d'Ivoire. Thèse unique, Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire, 173 p.

Sylla S. N., Samba R. T., Neyra M., Ndoye I., Giraud E., Willems A., De Lajudie P., Dreyfus B., 2002. Phenotypic and genotypic diversity of rhizobia nodulating *P. erinaceus* and *P. lucens* in Senegal. *Systematic and Applied Microbiology*, 25: 572-583.

Yao K. A. G., Koffi K. K., Ondo-Azi S. A., Baudoin J.-P., Zoro B. I. A., 2015. Seed yield component identification and analysis for exploiting recombinative heterosis in bottle gourd. *International Journal of Vegetable Science*, 21: 441-453.

Yehouenou T., Akouenou G., Ganglo J. C., 2012. Caractéristiques structurales et écologiques des populations d'*Antiaris toxicaria* (Pers.) Lesch et de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn dans les forêts reliques du Sud-Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6 (6) : 5056-5067.

Goba et al. – Contribution des auteurs

Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	R. S. Sié, G. K. Koffi, L. Kouonon, A. Goba, Y. A. Koffi
Gestion des données	A. Goba
Analyse formelle	A. Goba
Acquisition du financement	A. Goba, G. K. Koffi
Enquête et investigation	A. Goba, A. Y. Koffi
Méthodologie	A. Goba
Gestion de projet	A. Goba, G. K. Koffi
Ressources	A. Goba
Supervision	R. S. Sié
Validation	R. S. Sié, K. G. Koffi, L. Kouonon
Visualisation	A. Goba
Écriture – Préparation de l'ébauche originale	A. Goba
Écriture – Révision et édition	R. S. Sié, K. G. Koffi, L. Kouonon, A. Goba

Bois et Forêts des Tropiques - Revue scientifique du Cirad



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