



Le cèdre des zones sèches (*Pseudocedrela kotschy*) : état des connaissances et perspectives sur sa biologie de conservation (revue systématique)

Tonankpon Aymar Guy DEGUENONVO^{1*}, Thierry Dèhouégnon HOUEHANOU¹, Rodrigue IDOHO², Gérard Nounagnon GOUWAKINNOU¹, Armand K. NATTA¹

* Auteur Correspondant

¹ Laboratoire d'Ecologie, de Botanique et de Biologie Végétale (LEB), Université de Parakou

² Laboratoire de Biomathématiques et d'Estimations Forestières (LABEF), Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

Emails : aymardeg@yahoo.fr ; huehanout@gmail.com ; rodrigoidohou@gmail.com ; gougerano@gmail.com ; armand.natta@gmail.com

Reçu le 8 Mars 2023 - Accepté le 16 Juin 2023 - Publié le 30 Juin 2023

Résumé :

Contexte : Le Cèdre des zones sèches (*Pseudocedrela kotschy* (Schweinf.) Harms), originaire de l'Afrique de Ouest et de l'Est, est très important pour les communautés locales en raison de ses multiples utilisations, notamment alimentaires, médicinales, industrielles et technologiques. Toutefois, les connaissances relatives à la biologie de la conservation et la domestication de l'espèce sont très limitées. L'objectif de cette revue systématique est d'exploiter la littérature existante pour évaluer de manière critique les lacunes de connaissances sur la biologie de conservation de *P. kotschy* et en déduire les opportunités de recherches sur l'espèce.

Méthodes : A partir des moteurs de recherche scientifique (Google scholar) et les bases de données (Dimension, Scopus, PubMed, AJOL), les publications relatives aux utilisations, variations des paramètres structuraux et morphologiques, effets des changements climatiques et menaces de l'espèce ont été soumises à une sélection rigoureuse et une lecture critique.

Résultats : L'analyse critique de 224 publications scientifiques retenues, a montré que la littérature existante n'a pas abordé certains aspects cruciaux de la biologie de la conservation et la domestication de l'espèce. Plus précisément, il s'agit des thématiques relatives à l'influence des facteurs biotiques et abiotiques sur la distribution spatiale, la structure, la morphologie, la diversité génétique, les effets des changements climatiques sur les habitats favorables de l'espèce, ainsi que les facteurs influençant l'utilisation de l'espèce. Ces aspects constituent des lacunes de connaissances à combler.

Conclusion et Perspectives : Cette revue de littérature confirme la gamme variée de propriétés phytochimiques, l'importance socioéconomique, la forte valeur d'usage de *P. kotschy* pour les communautés locales et les menaces qui pèsent sur la ressource. Cependant, il est impératif de mener des recherches approfondies sur les facteurs expliquant son utilisation, sa distribution spatiale, sa morphologie, sa structure, sa diversité génétique, ainsi que sur l'impact des facteurs de menace, notamment les changements climatiques.

Mots clés : *Pseudocedrela kotschy*, ethnobotanique, distribution géographique, valeur culturelle, conservation.

The dryland cedar (*Pseudocedrela kotschy*): state of knowledge and perspectives on its conservation biology (systematic review)

Abstract:

Context: The Dryland Cedar (*Pseudocedrela kotschy* (Schweinf.) Harms), native to West and East Africa, holds great importance for local communities due to its diverse applications, including food, medicinal, industrial and technological uses. However, knowledge about the conservation biology and domestication of the species is very limited. The objective of this systematic review is to leverage existing literature to critically assess the knowledge in the conservation biology of *P. kotschy* and deduce the research opportunities concerning the species.

Methods: Using scientific search engines (Google scholar) and databases (Dimension, Scopus, PubMed, AJOL), publications related to the uses, variations in structural and morphological parameters, effects of climate change and threats of the species were subjected to rigorous selection and critical reading.

Results: The critical analysis of 224 selected scientific publications showed that the existing literature has overlooked certain crucial aspects of the conservation biology and domestication of the species. Specifically, this includes themes related to the influence of biotic and abiotic factors on the spatial distribution, structure, morphology, genetic diversity, the effects of climate change on the favorable habitats of the species, as well as the factors influencing the use of the species. These aspects represent critical knowledge gaps that need to be addressed.

Conclusion and Perspectives: This literature review confirms the wide range of phytochemical properties, the socioeconomic importance, the high use value of *P. kotschy* for local communities, while also highlighting the threats faced by the resource. However, it is imperative to conduct in-depth research on the factors explaining its usage, spatial distribution, morphology, structure, genetic diversity, as well as the impact of threat factors such as climate change.

Keywords: *Pseudocedrela kotschy*, ethnobotany, geographical distribution, cultural value, conservation.

1. Introduction

Les forêts subissent une importante dégradation causée principalement par les pressions anthropiques (tels que l'agriculture itinérante sur brûlis, l'élevage extensif, l'exploitation forestière, la collecte du bois de feu et de produits forestiers non ligneux, les feux de végétation) et les changements climatiques (Amoussou et al., 2022; Zida et al., 2020). Des études révèlent que le changement climatique en Afrique aura un impact sur la distribution et l'abondance des espèces (Ramirez-Villegas et al., 2014) et les écosystèmes forestiers (Réjou-Méchain et al., 2021). De plus, entre 20 % et 35 % de la flore tropicale africaine est déjà potentiellement menacée d'extinction (Stévar et al., 2019). En dehors de l'agriculture, de l'élevage, l'exploitation forestière et de la pêche, la collecte des produits forestiers ligneux et non ligneux constitue pour les communautés rurales une source importante de revenus, d'aliments et de médicaments (Mawunu et al., 2018). Parmi les essences de valeur les plus affectées par la pression anthropique figure *Pseudocedrela kotschy* (Schweinf.) Harms (Yaoitcha et al., 2016).

P. kotschy est une essence forestière exploitée au même titre que plusieurs autres essences de valeur, mais malheureusement confrontée à des problèmes de régénération (Déguénonvo et al., 2020) du fait des feux

de végétation et des rongeurs qui se nourrissent de la graine. De plus, les graines sont facilement attaquées par les insectes (Lemmens, 2008) et doivent être semées immédiatement après leur récolte car elles perdent leur viabilité. L'insuffisance des informations sur les facteurs environnementaux qui influencent la disponibilité des essences de valeur telle que *P. kotschy* conduit à une méconnaissance des paramètres fondamentaux de la dynamique de l'espèce et, par conséquent, à la prise de décisions inadéquates par les gestionnaires forestiers (Biwolé et al., 2012; Doucet, 2003). Par exemple il convient d'étudier la fluctuation dans le temps du nombre d'individus au sein d'une population avant de décider de son exploitation car la méconnaissance de la dynamique d'une population peut facilement conduire au déclin de l'espèce. L'étude de la dynamique des populations constitue donc un outil majeur pour déterminer les méthodes de conservation qu'il convient de mettre en œuvre.

Face à ces défis, en Afrique, plusieurs études, ont été menées dans le but de valoriser au maximum les valeurs sociale, culturelle et économique que les communautés locales associent à cette espèce. Suivant les problématiques de recherche abordées, les études ont porté essentiellement sur les usages traditionnels ou ethnobotaniques (Gambogou et al., 2018; Mamadou et al., 2020; Singh, 2016), et les propriétés phytochimiques (Elisha et al., 2016). L'attention portée pour l'espèce

s'explique aussi par la spécificité de sa distribution ou sa répartition géographique. La recherche scientifique est également guidée par la connaissance de la ressource et de son utilisation par la population locale. Cependant, ces deux paramètres varient considérablement d'une sous-région à une autre en Afrique, en raison des différences ethniques et dynamique de transfert des connaissances de génération en génération et de la disponibilité de l'espèce (Codjia et al., 2018). En dépit des études suscitées sur l'espèce, les investigations spécifiques sur la biologie de la conservation et la domestication de l'espèce (la taxonomie, l'écologie, la biologie de reproduction, l'ethnobotanique, les variations morphologiques, les effets des changements, les pratiques de gestion du feu, les méthodes endogènes de conservation et de récoltes durables des différentes parties de l'espèce) demeurent non encore élucidées au Bénin.

Cette revue de littérature se propose d'exploiter la littérature existante afin d'analyser de façon critique les gaps de connaissances liés à certains aspects de la biologie de conservation de *P. kotschyi*, tels que ses utilisations et les facteurs qui les déterminent, les variations des paramètres structuraux et morphologiques de ses populations en fonction des facteurs environnementaux et les effets des changements climatiques sur sa distribution. Cette analyse critique permettra d'évaluer le niveau de connaissance scientifique sur la biologie de conservation de l'espèce afin de définir des stratégies durables de sa conservation. En outre, des perspectives de recherche pouvant aider à définir des mécanismes de conservation, de valorisation et de gestion durable de cette ressource ont été formulées.

2. Méthodologie de la revue systématique sur le cèdre des zones sèches

Nous avons recherché la littérature en ligne sur *P. kotschyi* en utilisant le moteur de recherche Google Scholar (<https://scholar.google.com/>) et les bases de données African Journals Online (www.ajol.info), Scopus (<https://www.scopus.com>), Dimensions (<https://app.dimensions.ai/>), PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>) et Science direct (www.sciencedirect.com).

Lors de la recherche, des publications couvrant au moins 20 ans, soit de 2000 à 2022, ont été prises en compte. La technique de recherche a consisté à utiliser des mots-clés et formuler des combinaisons afin d'assurer une collecte exhaustive des documents disponibles sur l'espèce. Nous avons utilisé les termes suivants, ainsi que leurs équivalents en anglais : ethnobotanique, écologie, gestion durable, caractérisation morphologique, caractéristiques structurales, changement

climatique, régénération et menaces, en combinaison avec *P. kotschyi*. La recherche nous a permis d'obtenir un total de 3756 documents scientifiques, que nous avons exportés et sauvegardés au moyen du logiciel de gestion de bases de données «Zotéro». Les doublons ont été supprimés, de même que les livres, monographies et rapports d'étude. Ce premier niveau de tri a permis de retenir un total de 1140 documents. Les résultats de cette recherche ont ensuite été affinés en fonction des thèmes pertinents recherchés sur la biologie de la conservation de l'espèce à travers un screening en quatre étapes fondamentales : (1) vérification de la pertinence de la publication à partir des titres ; (2) lecture des résumés pour sélectionner les sujets qui cadrent avec les thématiques ci-dessus citées ; (3) le téléchargement, la lecture complète des articles et la sélection des plus pertinents et (4) l'extraction des informations, leur analyse et la discussion selon les centres d'intérêts de l'étude.

Au terme du screening, le nombre d'articles scientifiques par moteur de recherche, par pays, par revues, par année et par centre d'intérêts a été dénombré. Ainsi 224 articles scientifiques ont été analysés dans le cadre de la présente étude (Figure 1) et répartis par moteur de recherche comme suit : African Journal on Line (42), Google Scholar (105), Dimension (25) Science Direct (29), Scopus (16) et PubMed (07).

Les informations suivantes ont été compilées sur les publications retenues : (i) journal et titre de la publication ; (ii) mots clés de la publication ; (iii) année de la publication ; (iv) pays de l'étude ; (v) lieu de l'étude dans le pays ; et (vii) aspect(s) abordé(s) dans l'étude. Les aspects abordés ont concerné l'un ou l'autre des thèmes suivants : (1) utilisations traditionnelles ; (2) importance socio-économique ; (3) diversité morphologique ; (4) technique de multiplication ; (5) écologie végétale ; (6) distribution spatiale ; (7) taxonomie ; (8) caractéristiques structurales ; (9) perte d'habitat ; (10) surexploitation ; (11) changement climatique ; (12) propriétés phytochimiques et (13) deux ou plusieurs des aspects susmentionnés.

Une fonction d'autocorrélation a été utilisée pour étudier la variation du nombre de publications par année. En ce qui concerne la distribution spatiale des publications sur *P. kotschyi* en Afrique, elle a été analysée au moyen de la cartographie. Dans le cadre de la détermination de l'aire de distribution de l'espèce, les occurrences ont été téléchargées sur GBIF et traitées avec le logiciel R.4.1.1.

Les manipulations cartographiques ont été faites avec le logiciel QGIS 3.20.0 et les écorégions ont été digitalisés à partir de White (1986).

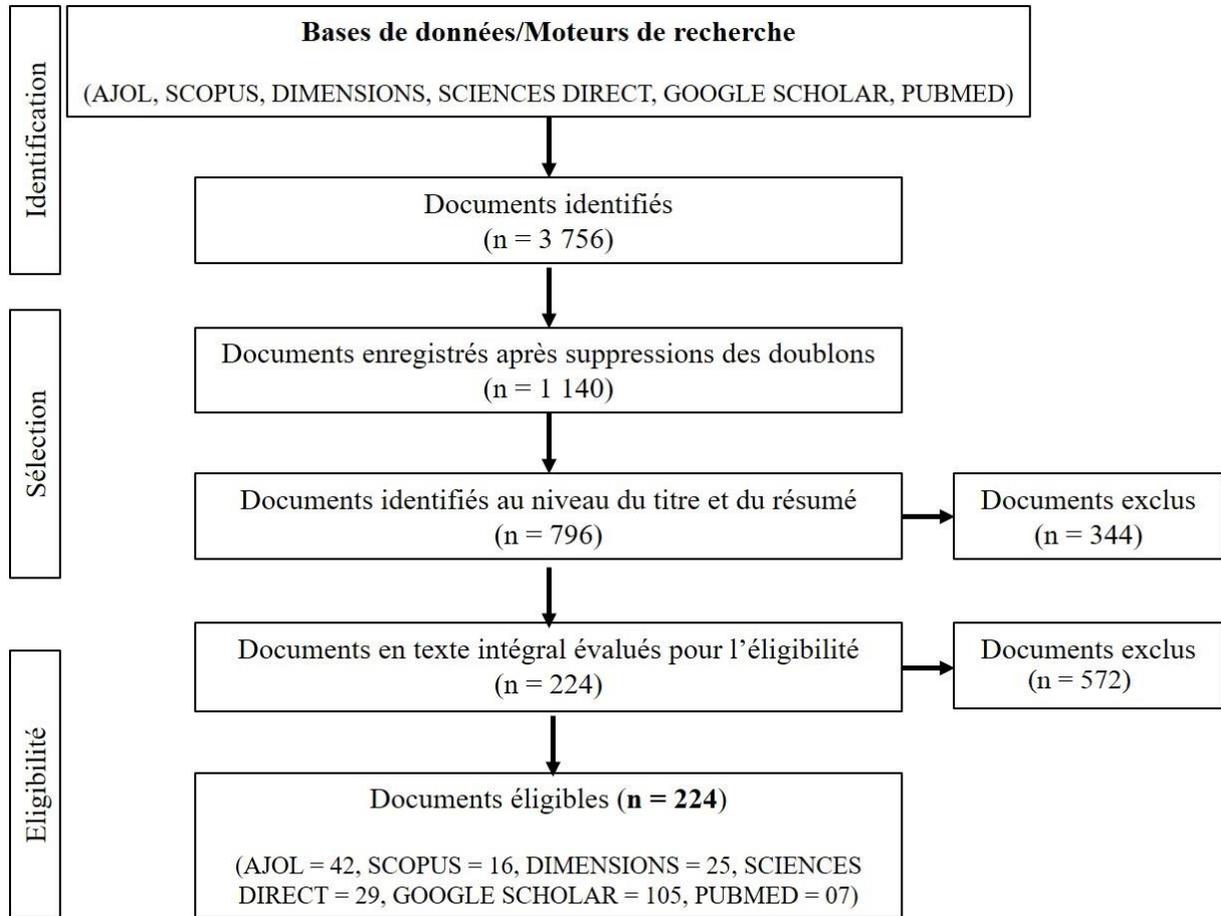


Figure 1 : Diagramme montrant le processus de sélection des 224 articles utilisés pour la revue systématique sur *P. kotschy* / Diagram showing the selection of the 224 articles used for the systematic review on *P. kotschy*

3. Résultats et discussion

3.1. Distribution spatio-temporelle des publications

Les 224 publications provenaient des trois sous-régions (Est, Ouest et Centre) de l'Afrique se trouvant intégralement dans la zone du Centre Régional d'Endémisme Soudanien (White, 1986). En termes de répartition par pays, ces études ont été menées dans 16 pays, principalement le Bénin (n= 51) et le Nigeria (n = 50), le Burkina-Faso (n = 24), le Cameroun (n = 19), le Ghana (n=15) et le Togo (n= 15). (Figure. 2)

Les résultats ont montré que 78,57 % des publications provenaient d'Afrique de l'Ouest (Bénin, Niger, Burkina Faso, Nigéria, Togo) et ont essentiellement porté sur l'importance socioéconomique et culturelle, l'ethnobotanique et les propriétés phytochimiques. Il y a donc un plus grand effort de recherche dans cette sous-région, par rapport aux autres régions. Par

exemple, environ 71.02 % des publications ont été enregistrées au Bénin, au Nigeria et au Burkina-Faso. Cette tendance pourrait s'expliquer par l'intérêt de la science à comprendre l'importance de l'espèce. Car l'espèce est fortement utilisée en médecine traditionnelle, comme bois d'œuvre et pour la production de charbon de bois (Yaoitcha et al., 2016). Peu de publications provenaient de l'Afrique Centrale (n = 24), de l'Afrique de l'Est (n = 12) et de l'Afrique du sud (n= 3). Deux raisons principales pourraient justifier le nombre relativement plus faible de publications dans ces parties de l'Afrique comparativement à l'Afrique de l'Ouest. D'une part, c'est probablement parce que la recherche est guidée par la connaissance de la plante et de son utilisation par la population locale, or ces deux paramètres varient considérablement d'une sous-région à l'autre en Afrique, en raison des différences ethniques et de la dynamique de transfert de connaissances de génération en génération et la disponibilité de l'espèce (Codjia et al.,

2018). D'autre part, cela peut aussi être dû à la distribution ou répartition géographique de l'espèce. La distribution connue de *P. kotschy* montre que la population de l'espèce est plus abondante en Afrique de l'Ouest, qu'en Afrique centrale et orientale (Figure 6).

Malgré le grand nombre de publications enregistrées dans les pays de l'Afrique de l'Ouest, les études basées sur les déterminants de l'utilisation ethnobotanique, la diversité génétique, la diversité morphologique, et l'impact des changements climatiques sur la distribution de l'espèce *P. kotschy* demeurent insuffisantes dans cette zone. Sans ces études, malgré l'abondance relativement élevée de l'espèce aujourd'hui dans ces pays d'Afrique de l'Ouest, les décisions de conservation au profit de l'espèce peuvent être mal orientées. Cela affectera sans doute la disponibilité de la ressource dans ladite zone et par conséquent la ressource peut devenir très rare.

Au cours de la période sur laquelle nous avons effectué les recherches (2000-2022), le nombre d'articles sur les aspects (1) utilisations traditionnelles, (2) importance socio-économique, (3) diversité morphologique, (4) technique de multiplication, (5) écologie végétale, (6) distribution spatiale, (7) taxonomie, (8) caractéristiques structurales, (9) perte d'habitat, (10) surexploitation, (11) changement climatique, et (12) propriétés phytochimiques de *P. kotschy* s'est accru mais avec quelques fluctuations (Figure. 3). Environ 87,5% des articles inclus dans notre revue ont été publiés de 2008 à 2022. Le plus grand nombre d'articles (n = 22) a été enregistré en 2020 alors que le plus bas (n = 1) en 2001. Malgré cette croissance progressive du nombre de publications au cours des années, très peu de publications ont été enregistrées au cours des années 2000, 2001 et surtout 2021.

La variation du nombre de publications par année a montré des autocorrélations positives significatives entre les nombres d'articles publiés entre deux années consécutives (Figure 4). Le nombre de publications par année a une tendance évolutive.

Les résultats ont montré que les publications sur *P. kotschy* étaient très peu nombreuses entre 2000 et 2008 et portaient essentiellement sur structure de la végétation, menaces (perte d'habitat et surexploitation), effet du feu sur la régénération, les usages pour empoisonner les poissons et la structure diamétrique. Cependant, un regain a été observé progressivement à partir des années 2008, pour les recherches au sujet de l'espèce notamment dans le domaine de l'ethnobotanique, la distribution géographique, l'étude des propriétés médicinales, nutritionnelles et phyto-chimiques de l'espèce. Un accroissement considérable du nombre de publications a été observé au cours de la dernière décennie. Les études ont porté aussi bien sur l'écologie, les usages traditionnels et importance socio-économique et culturelle que sur les techniques de multiplication. Par exemple, parmi les 224 publications recensées sur une période de

22 ans, 75,89% ont été publiés de 2010 à 2020 avec le pic le plus élevé en 2020 où environ 8,92 % publications ont été enregistrées.

3.2. Analyse du nombre de publications suivant les thématiques

Les articles ont également été catégorisés dans cette revue systématique par thématiques ou centre d'intérêt lors du screening (Figure 5). Tous les articles ont été parcourus (résumé, méthodologie et résultats) afin d'identifier les problématiques et les méthodes utilisées et de synthétiser les résultats. Plus de la moitié (52,23%) des études ont porté essentiellement sur les usages traditionnels ou ethnobotaniques, les propriétés phyto-chimiques, et l'importance socioéconomique et culturelle de l'espèce. Par contre très peu d'études ont été faites sur la reproduction de l'espèce. Par ailleurs les aspects liés à la distribution, la morphologie et la structure ont été diversement étudiés à travers les différents pays de l'Afrique.

Suivant les problématiques de recherche, les aspects relatifs à l'ethnobotanique et aux propriétés phytochimiques, l'importance socioéconomique et culturelle ont été étudiés par les pays d'Afrique de l'ouest. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que plus la ressource est disponible mieux les populations acquièrent des connaissances, et mieux encore la recherche scientifique s'y intéresse en élucidant les aspects liés à la conservation ou la valorisation de celle-ci. Le pourcentage de publications relatives aux menaces bien qu'il soit faible, n'est pas négligeable. Cela témoigne de la forte pression que subit l'espèce du fait de sa forte utilisation. Les essences autochtones présentent souvent une forte valeur culturelle pour les peuples en Afrique car leurs organes (feuilles, racine, écorce et bois) sont utilisés pour traiter plusieurs affections (Bent, 2008). Cela induit une importance des études ethnopharmacologiques et phytochimiques des phytoressources autochtones d'Afrique. Ce regain d'intérêt scientifique a fait la lumière sur les utilisations de *P. kotschy* tout en suscitant l'engouement des communautés pour l'usage de *P. kotschy* sous différentes formes. Cependant, les facteurs expliquant la variation des utilisations n'ont pas été étudiés. De même la variation de l'importance culturelle de la ressource n'a pas fait objet d'investigations. En matière de biologie de la conservation et la domestication des ressources autochtones, l'étude de l'ethnobotanique de la conservation est indispensable pour définir des stratégies de conservation et de domestication de la ressource dans son aire de distribution. L'analyse des études de *P. kotschy* dans sa zone d'occurrence révèle donc des lacunes liées aux études ethnobotaniques.

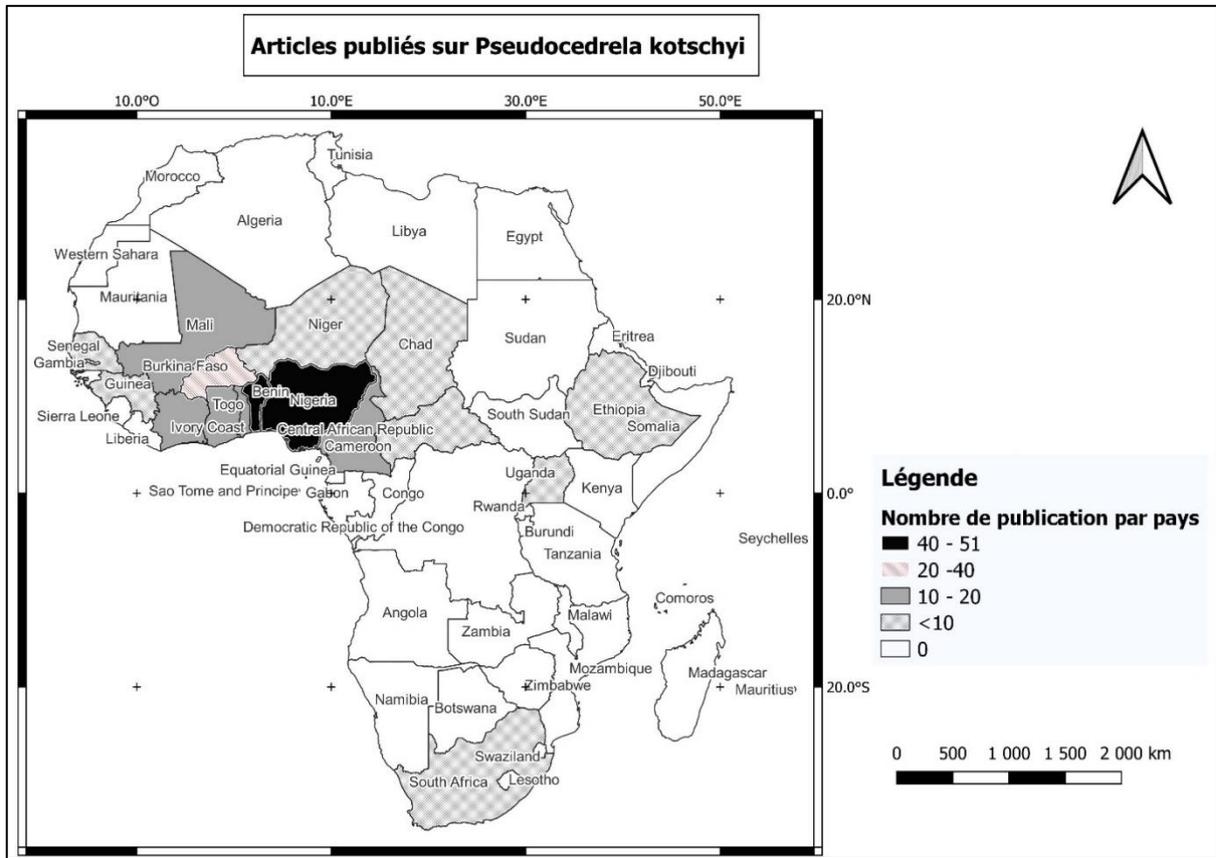


Figure 2 : Distribution des publications sur *Pseudocedrela kotschy* en Afrique / Country distribution of publications on *Pseudocedrela kotschy* in Africa

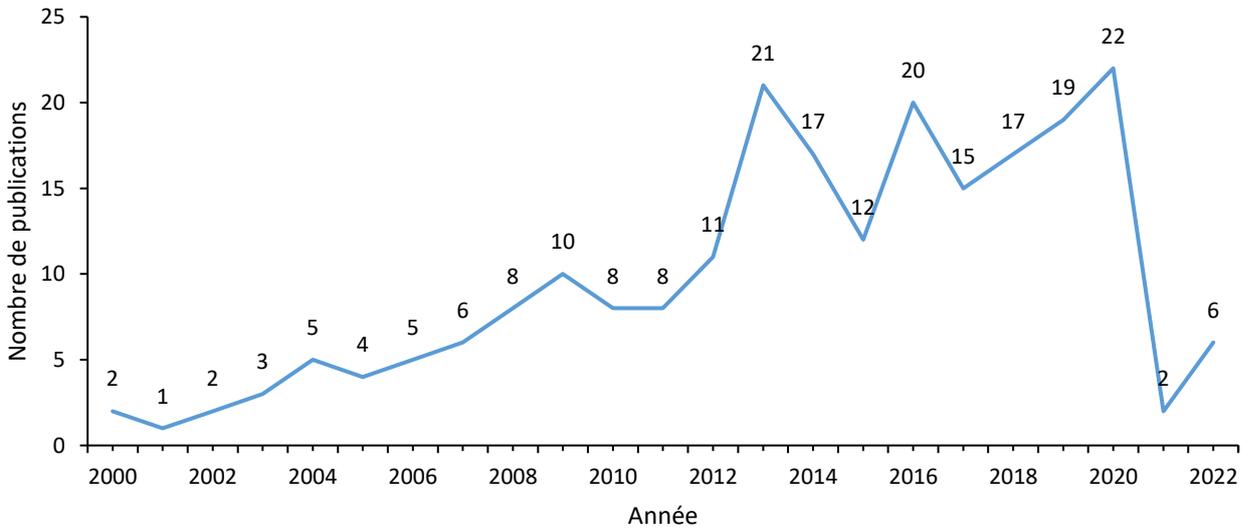


Figure 3 : Variation du nombre de publications suivant les années / Variation in the number of publications over the years

Nombre de publication

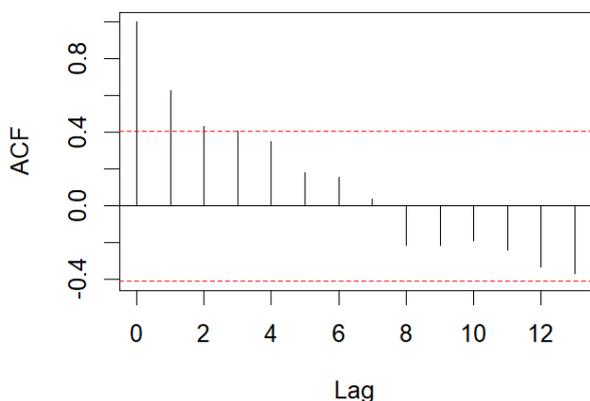


Figure 4 : Autocorrélation entre les nombres de publications par année / Autocorrelation between the numbers of publications per year

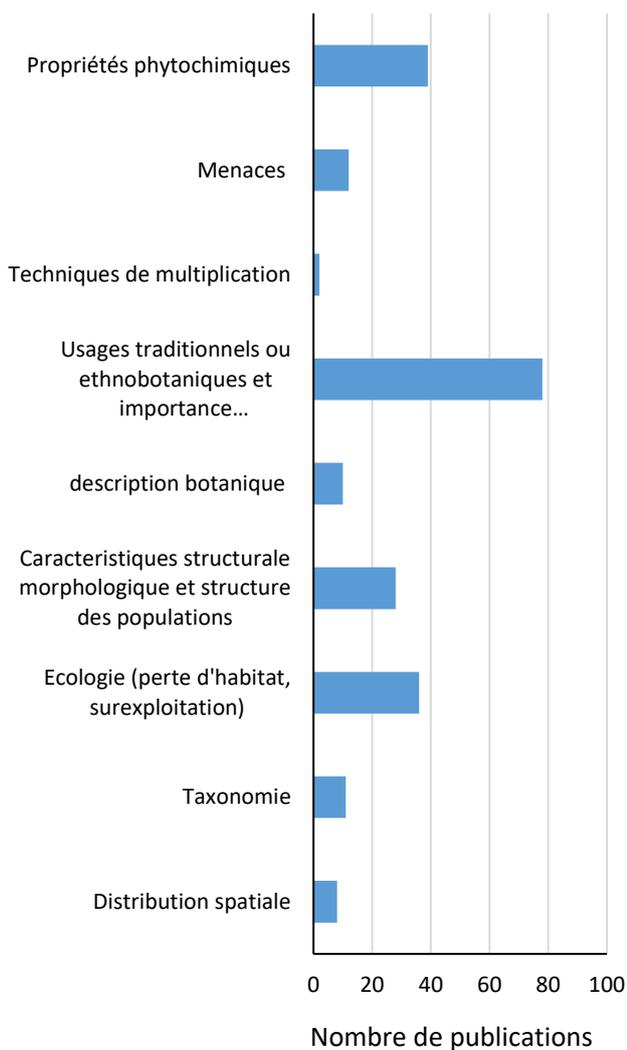


Figure 5 : Variation du nombre de publications suivant les thématiques de recherche / Variation in the number of publications by research topics

3.3. Taxonomie, distribution géographique, description botanique et écologie

Le genre *Pseudocedrela* est un genre des milieux tropicaux appartenant à la tribu des Swietenieae A. Juss et à la famille des Meliaceae, ordre des Sapindales qui a été découvert en 1895 par Georg August Schweinfurth (Lemmens, 2008). Ce genre est l'un des trois genres endémiques du Centre Régional d'Endémisme Soudanien (Houinato et al., 2001). Il comprend une seule espèce, *Pseudocedrela kotschy* (Schweinf.) Harms, au même titre que le genre *Vitellaria* (White, 1986). Au plan international et national, la Liste Rouge de l'UICN classe *P. kotschy* dans la catégorie des espèces de préoccupation mineure (LC), (Dissou et al., 2020). Au Bénin, *P. kotschy* fait partie des dix premières espèces prioritaires pour la conservation à cause de leur bois (Akpona et al., 2017) mais ne dispose pas encore d'un statut selon l'UICN et n'est donc pas sur la liste rouge des espèces du Bénin (Adomou et al., 2010).

Elle est une espèce répandue aux zones soudaniennes et guinéennes avec une distribution irrégulière, localement commune et grégaire (Arbonnier, 2009; Sabiu et al., 2016) (Figure 6). Elle se rencontre de l'Est du Sénégal à l'Ouest de l'Ethiopie et de l'Ouganda préférentiellement dans les savanes arborées et boisées, jusqu'à 1200 m d'altitude, sur des sols lourds et mal drainés (Shahina, 1989). Elle est aussi observée en zone susceptible d'être inondée (Diarra et al., 2016). Dans les écosystèmes naturels soudano guinéens, les populations de *P. kotschy* présentent une distribution asymétrique positive, caractéristique des stations mono-spécifiques avec une prédominance des jeunes individus (Dossou et al., 2012). Cette forte proportion des individus à petit diamètre dans les écosystèmes savaniques, traduit une bonne régénération naturelle, une stabilité et un bon avenir pour la population de *P. kotschy* (Mbayngone et al., 2008). Dans le centre du Bénin, Ahouandjinou et al. (2017) ont montré une forte fréquence (80-100%) des individus de *P. kotschy* en savanes arborées et une faible fréquence (20-40%) en savanes boisées avec une densité d'individus adultes relativement faible (2 individus/ha) comparée au Nigéria (3 individus/ha), au Burkina et en Ouganda (4 individus/ha). Au niveau de la population adulte on note fréquemment la mortalité de nombreux pieds de *P. kotschy* dans certains sous-groupements. Cette mortalité survient le plus souvent après l'ébranchage ou le déracinement de ses individus par les éléphants à la recherche de nourriture suivis du passage des feux de brousse. L'action conjuguée des feux de brousse, de la sécheresse et des dégâts des éléphants maintient les populations végétales dans une perpétuelle dynamique de recommencement de la croissance (Ouédraogo et al., 2006). Néanmoins, il a été démontré que les individus de *P. kotschy* ayant un diamètre à hauteur d'homme supérieur à 2,5 cm résistent mieux au passage annuel des feux de végétation (Gbozé et al., 2020). Houinato

et al. (2001) ont aussi identifié *P. kotschy* non seulement comme une espèce tolérante au feu mais qui a aussi besoin du feu pour se maintenir dans l'habitat.

P. kotschy est un arbre monoïque de 6 à 9 m, voire 12 m de haut, à fût droit et cylindrique, à cime étroite et assez dense, avec les feuilles disposées au bout des branches ascendantes (Arbonnier, 2009). Les individus couramment rencontrés sont de petites tailles (6 à 9 m de hauteur) à cause des dommages causés par le feu (Moussilimi et al., 2022). L'écorce est profondément et longitudinalement crevassée, grise (Figure 7C), avec une tranche externe de couleur brune veinée et une tranche interne rouge veinée. Les rameaux sont épais, liégeux, pubescents devenant glabre, brun clair à gris. L'espèce a des feuilles (Figure 7B) plus ou moins pubescentes aux marges ondulées et souvent disposées en touffes terminales des branches (Akoègninou et al., 2006). Les feuilles sont alternées, imparipennées, pubescentes, à 4-8 paires de folioles alternes ou subopposées, oblongues lancéolées à oblongues elliptiques, de 5-15 x 2-6 cm, à bord irrégulièrement sinueux ou denté (dents arrondies) très caractéristique (Arbonnier, 2009). Elle possède des fleurs (Figure 7B) unisexuées, de couleur blanche apparaissant entre février et avril et des fruits (Figure 7A) en capsules ligneuses apparaissant entre janvier et juillet (Akoègninou et al., 2006). La floraison a eu lieu en saison sèche courant février à avril de chaque année (Yedomonhan et al., 2009). Le bois du *P. kotschy* est de couleur brun-rouge, strié de noir, dur et durable, facile à travailler et apprécié pour menuiserie et outils (Akoègninou et al., 2006).

P. kotschy est une espèce à reproduction par graine et / ou par bouturage (Deguenonvo et al., 2020). Les modes de dispersion des graines de l'espèce sont principalement l'anémochorie (dispersion par le vent) et parfois la zoochorie puisque l'espèce est fortement appréciée par les éléphants. L'espèce n'a pas de parasite particulier. Seule une espèce d'insecte coléoptère s'attaque aux graines mûres qui tombent sous l'arbre pouvant permettre sa régénération. Les arbres sont très résistants et survivent aux feux annuels, comme l'a montré un essai à long terme mené dans le centre de la Côte d'Ivoire (Aweligiya, 2019). En Ouganda, on a observé une régénération souvent intense lors de la saison des pluies, ce qui a permis d'avancer que les feux de la saison sèche amélioreraient la germination des graines (Meunier et al., 2008). Par ailleurs, on a également signalé au Sud du Burkina Faso que les graines étaient détruites par le feu et que dans les endroits régulièrement brûlés la régénération se limitait aux drageons (Rayaisse et al., 2015). Elle est observée en association avec *Lophira lanceolata*, *Terminalia laxiflora*, *Crossopteryx febrifuga*, et *Daniellia oliveri* en savane boisée (Atsri et al., 2020), avec *Terminalia mollis*, *Pteleopsis suberosa*, *Detarium microcarpum*, *Combretum*

adenogonium, *Crossopteryx febrifuga* et *Gardenia ternifolia* sur des sols relativement profonds, et avec *Momotes kerstingii* et *Parinari curatellifolia* dans les bas-fonds (Rayaisse et al., 2015). Au Bénin, *P. kotschy* pousse généralement dans des peuplements relativement purs et souvent en association avec *Terminalia macroptera* (Assédé et al., 2012). *P. kotschy* est communément connu sous le nom de « Cèdre des zones sèches ou acajou de cèdre dur en français ». Les noms locaux sous lesquels on identifie l'espèce dans sa zone d'occurrence sont renseignés dans le tableau 1.

3.4. Usages et valeurs socioéconomiques

3.4.1 Usage alimentaire

Plusieurs études ont rapporté l'usage alimentaire des jeunes pousses de *P. kotschy* (Adekunle & Odukoya, 2006; Akande & Hayashi, 1997; Djaoun et al., 2010; Kolapo et al., 2008). L'usage alimentaire le plus connu du *P. kotschy* est l'usage des jeunes branches/tige sous forme brosse végétale en Afrique de l'Ouest (Kassim et al., 2009; Akande & Hayashi, 1997; Asase & Oteng-Yeboah, 2012a). Des études ont montré que ces jeunes bois ont des propriétés antimicrobiennes contre la flore microbienne des bouches telles que *Staphylococcus aureus* et *S. auricularis*, (Ayo et al., 2010; Kassim et al., 2009), *Candida albicans*, *Aspergillus flavus*, *Microsporium gypseum* et *Trichophyton metagrophytes* (Adekunle & Odukoya, 2006). Cependant, il a été rapporté que d'autres parties telles que les racines de la plante sont aussi utilisées comme brosse végétale au Nigéria et au Burkina Faso (Kassim et al., 2009; Tapsoba & Deschamps, 2006). Malgré la documentation de l'usage alimentaire, l'analyse critique des études enregistrées dans cette revue de littérature, révèle l'absence des études de l'impact de l'exploitation des organes à des fins alimentaires sur les populations de l'espèce. De pareilles études sont au cœur de la biologie de la conservation des ressources naturelles et sont indispensables pour définir des stratégies de gestion durables

3.4.2 Usage médicinal

Les organes (feuilles, racines, écorce) de *P. kotschy* sont très sollicités en médecine traditionnelle béninoise pour traiter les œdèmes, les dermatoses, la stérilité féminine, l'ascite, l'incontinence et les convulsions (Akoègninou et al., 2006). Les études de Bothon et al., (2013) au Bénin ont aussi montré un effet hypoglycémique du *P. kotschy*. Ce qui lui confère des propriétés antidiabétiques. Une infusion à base de poudre de racines de l'espèce est utilisée pour traiter la cirrhose du foie en Ouganda (Lemmens, 2008).

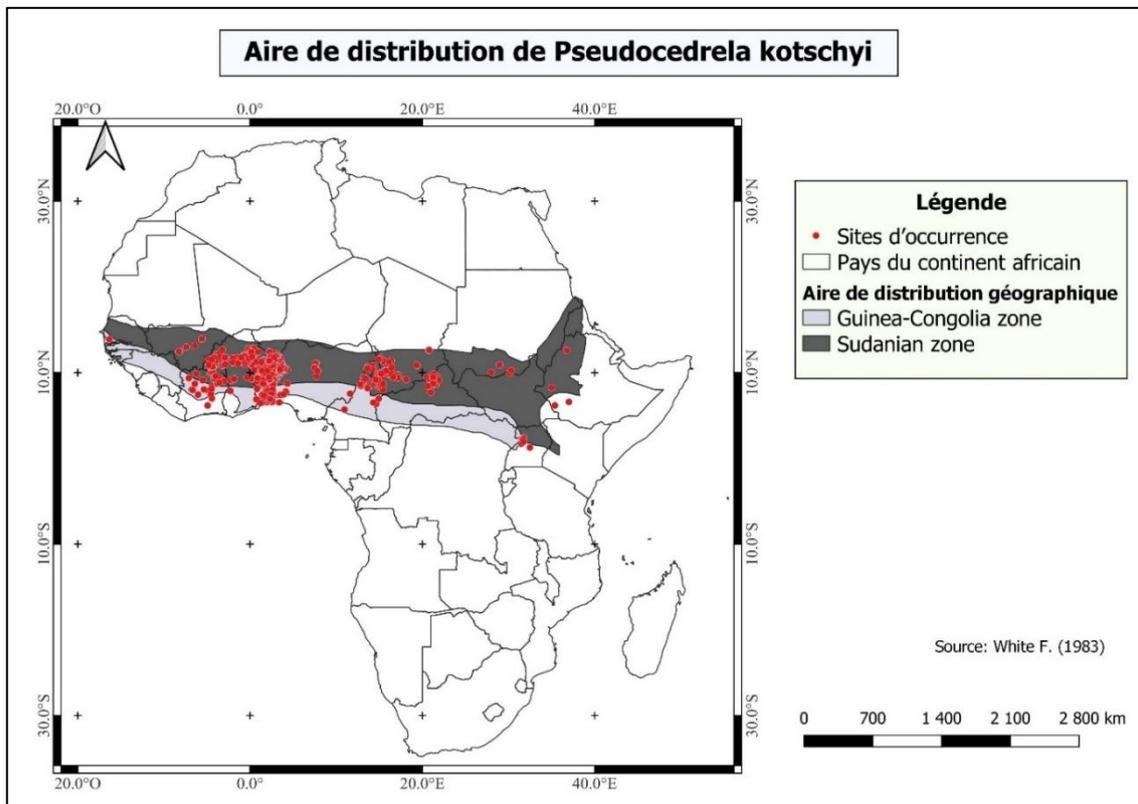


Figure 6: Aire de distribution géographique du *Pseudocedrela kotschy* dans ses pays d'occurrence / Distribution range of *Pseudocedrela kotschy* in its occurrence countries
 Source : African Plant Database / Conservatory and Botanical Garden; GBIF ; White (1986)

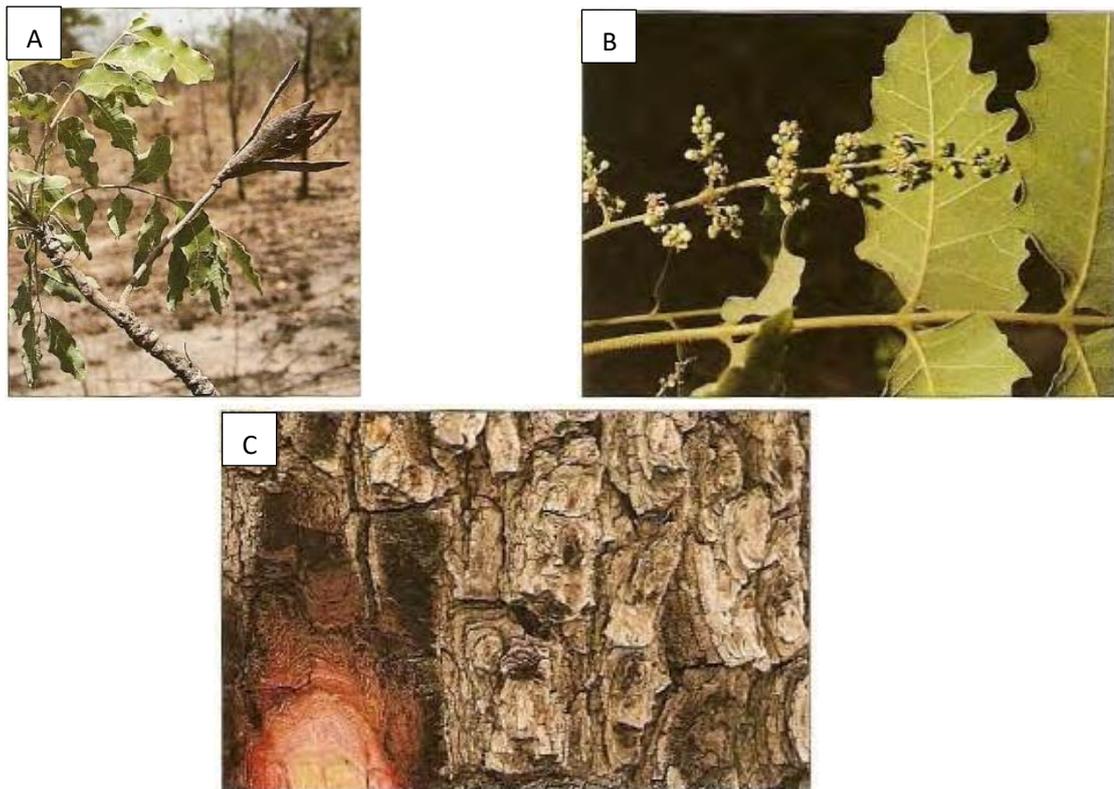


Figure 7 : A : Fruits secs ouverts de *Pseudocedrela kotschy*, B feuille pennée de *P. Kotschy*, C : Tronc et écorces de *P. kotschy*, (Photo: Déguénonvo, 2022) / A: Open dried fruits of *Pseudocedrela kotschy*, B: pinnate leaf of *P. kotschy*, Flowers, C trunk of *P. kotschy*. (Photo: Déguénonvo, 2022)

Tableau 1 : Usages médicaux de *P. kotschy* : affections traitées, mode d'emploi et noms locaux par ethnie / Medicinal uses of *P. kotschy*: treated diseases, method of use and local names of *P. kotschy* in some countries of occurrence

Pays	Organe de <i>P. kotschy</i>	Affections traitées	Mode d'emploi	Ethnie	Nom local	Références
Médecine vétérinaire						
Bénin	Ecorce	Production du lait chez les bovins	Décoction administrée en 7 jours	Bariba	Bisisumbu	Noudèkè et al. (2017)
	Ecorce	Maladie de Newcastle	Macération administrée à volonté jusqu'à guérison	Fon	Atindokpé	
	Ecorce	Pasteurellose Bovine	Décoction : 1L adultes et 1/2 L jeunes, 1 fois /jour, pendant 3 jours	Agou	Awocha	
	Ecorce	Tétanie d'herbage	Décoction : 2 L adultes et 1 L jeunes, 1 fois /jour, pendant 3 jours	Ani	n'chéré	
Médecine humaine						
Bénin	Racine Feuille Ecorce	Peau, ulcère, maux de ventre, paludisme, maux de tête, hernie, règle irrégulier, gale, hypertension, kyste, trouble digestif, convulsion	Infusion à boire deux fois par jours	Nago	Tchaguidi,	Yaoitcha et al. (2016)
				Berba Idaatcha Kotokoli Gourmantché koutimba Otamari Peulh Waama Yoom	Lassanhi Tchaklikli Kobèdè Lissinssilé Moussétamou Kohyloumi Totohiré tagmassèhoun	Yédomonhan et al. (2017)
Burkina Faso	Tige Feuille	Hémorroïdes, fatigue, douleurs dentaires	Décoction, macération Boisson, massage, brosses	Fulani Gouin Sénoufo Tiéfo et Dioula	Titori Ptayilo Sourgnoupouguin Kurugbè	Ouedraogo, et al 2020
Côte d'ivoire	Racines, feuilles	ulcère, carie dentaire, parasites gastro-intestinaux (<i>Haemonchus contortus</i>)		Sénoufo	Tónáá	Gboze et al. (2020); Koné et al. (2005)
Ghana	Ecorce Feuille	Paludisme	Infusion a boire deux fois par jours	Wale	Kpela	Asase et Oteng-Yeboah (2012)
Mali	Racine, Ecorce	Dysmenorrhœa, maux de ventre, hernie, paludisme, douleurs	Décoction Broyer	Bamanan	Sezan, Lombo	Ahua et al. (2007)
Nigeria	Tige racine Feuille Ecorce	Paludisme Infection se la peau; maux de dents; Antioxydant nephroprotecteur; Cancer	Infusion à boire	Yoruba	Emi-gbegiri	Singh (2016) Elisha et al. (2016)
Niger	Feuille Ecorce Racine	Dysenterie Rhumatisme Fievre Typhoïde		Haoussa	Touna	Mamadou et al. (2020)
Togo	Racine Ecorce Feuille	Parasite gastro-intestinal ; dysenteriediarrhée, maux de ventre ; fatigue générale, faim, insomnie, allergie, vomissement, palpitation,	Poudre et décoction de la racine Décoction des feuilles	Tem	Ditoré	Gambogou et al. (2018) Tchacondo et al. (2011)
Guinée Konakry	Ecorce	Maux de ventre	Infusion			Baldé et al. (2014)
Mali	Racine Ecorce	Dysmenorrhœa, maux de ventre, hernie, paludisme, douleurs	Infusion Broyer			Ahua et al. (2007)
Sénégal	Ecorce	Poux Démangeaisons Boutons	Infusion aqueuse de l'écorce pour bain corporel ou pour humectation sur les plaies ou boutons.			Gning et al. (2013)

Au sud-Ouest du Nigéria, les feuilles, l'écorce et les racines sont utilisées dans le traitement du paludisme par décoction et par infusion (Singh, 2016; Elisha et al., 2016). Les feuilles et l'écorce sont utilisées pour le traitement de la dysenterie et le rhumatisme au Togo, Niger et au Nigéria (Gambogou et al., 2018; Mamadou et al., 2020; Singh, 2016).

En médecine vétérinaire, la décoction de l'écorce de *P. kotschy* en combinaison avec les écorces d'autres plantes est utilisée pour le traitement efficace de la Trypanosomiase bovine, la Pasteurellose bovine, les Helminthiases, Péripneumonie Contagieuse Bovine (Noudèkè et al., 2017; Ogni et al., 2014). Les feuilles sont aussi utilisées pour nourrir le bétail (Burkill, 2004). *P. kotschy* présente une forte valeur culturelle pour les peuples en Afrique car les organes de la plante (feuilles, racine, écorce et bois) sont utilisés pour traiter plusieurs affections et pour réaliser des œuvres d'arts. En Côte d'Ivoire, *P. kotschy* fait partie des quatre espèces de plantes à forte valeur culturelle (Gbozé et al., 2020). Au Bénin, une grande priorité culturelle est accordée au *P. kotschy* par les peuples Bariba, Yom et Nago dans le Nord (Agbahossi & Natta, 2013; Heubach et al., 2013). Cependant, la contribution économique de la récolte des organes de *P. kotschy* aux revenus des ménages n'est pas rapportée dans la littérature. Pourtant plusieurs études ont estimé la valeur économique des produits forestiers non ligneux de plusieurs espèces végétales sauvages sur les marchés au Bénin (Codjia et al., 2003). Cela montre que l'estimation de la valeur économique des produits non ligneux tirés de *P. kotschy* reste et demeure un effort de recherche future afin d'élaborer des stratégies de valorisation, de domestication et de conservation durable de l'espèce. De telles études s'avéreront nécessaires pour estimer le coût d'opportunité lié à la conservation et à la domestication de la ressource.

Le tableau 1 présente la synthèse des différents usages médicinaux de *P. kotschy* rapportés par divers auteurs. L'analyse critique de l'état de l'art des connaissances en matière d'usage médicinal montre que de façon analogue à l'usage alimentaire, l'impact de la pression anthropique exprimée par le prélèvement des organes à des fins médicinales, reste encore non élucidé en Afrique de l'Ouest.

3.4.3 Usage du bois

Le bois de *P. kotschy* est apprécié pour les menuiseries, les meubles et l'ébénisterie, de même que pour la construction et l'artisanat. Il intervient aussi dans la construction des maisons, des hangars, des traverses et dans la fabrication des mortiers. Il est également utilisé pour la fabrication des objets aratoires (comme les manches de houes et de haches). En effet, le bois de *Pseudocedrela kotschy* est dur, léger et résistants aux insectes (Kouakou et al., 2020). Tonouéwa et al. (2013) ont montré que le bois est très lourd et est utilisé dans

la fabrication de meubles au Nord-Bénin. En Côte d'Ivoire, *P. kotschy* fait partie des plantes les plus sollicitées dans la sous-catégorie des articles de ménage (Litta et al., 2021). Au Cameroun, *P. kotschy* est utilisé comme bois de feu (Jonathan et al., 2019). Au Bénin, le bois de *P. kotschy* est largement utilisé comme bois d'œuvre, pour la construction, et la production du charbon (Yaoitcha et al., 2016 ; Ahoyo et al., 2018). En milieu malinkés au Sénégal, *P. kotschy* a une importante valeur socio-économique et fait partie des plantes les plus utilisées comme combustible (Gning et al., 2013). Au Tchad, *P. kotschy* est aussi utilisé comme bois de chauffe et dans la construction des cases. Les enquêtes socio-économiques de terrain conduites dans 9 cantons ont révélé une consommation moyenne en bois de chauffe de 1,07 kg / habitant / jour, ce qui représente un besoin annuel de 394 kg / habitant soit 1,12 stères. L'estimation du bois utilisé pour la construction a permis de déterminer un besoin moyen de $0,10 \pm 0,02$ m³ de bois (Madjimbe et al., 2018). De telles études s'avèrent nécessaires pour estimer le coût d'opportunité lié à la conservation et à la domestication de la ressource.

3.5. Techniques de multiplication

Le semis direct et la multiplication végétative sont les meilleures techniques de multiplication du *P. kotschy* (Deguenonvo et al., 2020). Cependant, les graines utilisées doivent provenir des populations naturelles et doivent être bien conservées après le séchage. Ces graines peuvent être immergées dans l'eau chaude et laissées tremper pendant une nuit afin de lever la dormance et améliorer les résultats de la germination (Lemmens, 2008). Elles peuvent être conservées pendant au moins 2 mois dans des récipients hermétiques à l'abri de la chaleur. Etant facilement attaquées par les insectes, il est recommandé de leur adjoindre de la cendre lors du stockage. Quand les conditions sont réunies, les graines de *P. kotschy* ont un taux de germination élevé (84%) avec une durée de germination relativement courte (onzième jour après la mise en terre) (Deguenonvo et al., 2020). Dans le cas de la multiplication végétative, seule la multiplication par bouture de racine a montré un taux de reprise satisfaisant (Deguenonvo et al., 2020). Cependant, le matériel végétal (bouture de racines) doit être issu d'arbres de bonne caractéristique morphologique en tenant compte de la grosseur. En effet, le diamètre des boutures utilisé influence significativement le taux de régénération des boutures (Deguenonvo et al., 2020). Pour obtenir des plants vigoureux et viables, il est recommandé d'utiliser des boutures de racine de diamètre comprise entre 1,5 et 3 cm (Deguenonvo et al., 2020). Cette classe de diamètre est capable de s'enraciner correctement (Quinsavi et al., 2019).

Malgré ce taux de germination élevé par graine et par bouturage racinaire, *P. kotschy* présente une très faible probabilité de régénération (4,1%) dans les

écosystèmes naturels du Bénin (Sokpon et al., 2006). Ceci s'explique par l'attaque des graines par les rongeurs, leur destruction par les feux de végétation et l'effet du piétinement lié au pâturage. Il urge alors de trouver des mécanismes pour mieux maîtriser la multiplication de l'espèce en milieu naturel. L'étude desdits mécanismes n'est pas encore investiguée de façon profonde et peut consister à évaluer les facteurs biotiques et abiotiques influençant la germination et la croissance juvénile en pépinière et en milieu naturel. Cela permettra de développer des stratégies de régénération assistée en milieu naturel et aussi d'accélérer l'installation des populations artificielles de l'espèce en vue de sa conservation et de sa domestication.

3.6. Menaces sur l'espèce

P. kotschy est menacé dans son habitat naturel par plusieurs facteurs dont les actions anthropiques qui sont manifestées par les différents types d'utilisation de la ressource et de son habitat et aussi par l'agriculture itinérante sur brûlis et la pratique des feux de végétation. Au Bénin, il fait partie des plantes vulnérables en déclin dont le peuplement déjà limité est en diminution (Djègo et al., 2011). L'espèce est fréquemment exploitée dans la zone soudanienne pour son rendement élevé en charbon (Yaoitcha et al., 2016) et cette activité constitue aussi une menace majeure sur les populations de la ressource. La restriction de l'exploitation de *P. kotschy* est alors cruciale pour sa conservation durable (Sokpon et al., 2006). Au Burkina Faso, *P. kotschy* est observé avec un dbh supérieur à 2,5 cm et une taille supérieure à 1,5 m seulement dans les aires protégées bordées par une faible population (Paré et al., 2009). Par contre, on note une absence de l'espèce dans les zones non protégées. Cela montre la forte pression des populations locales sur l'espèce hors des zones protégées. Delvaux et al. (2010) ont montré au Bénin que la méthode d'écorçage en cercle des espèces d'arbres telles que *P. kotschy* conduit à la mortalité des individus. La gestion durable de l'espèce passe donc par la promotion des méthodes de récolte appropriées sur des individus d'une classe moyenne de diamètre (Delvaux et al., 2010). De même, les éléphants, à la recherche du fourrage, s'attaquent le plus souvent aux individus adultes de *P. kotschy*, en arrachant les écorces des troncs, en ébranchant les rameaux ou en déracinant des individus entiers (Mbayngone et al., 2008).

L'influence des changements climatiques sur les forêts ainsi que la résilience des aires protégées face au changement climatique en Afrique a fait l'objet d'investigations dans plusieurs pays (Hartley et al., 2015; Masumbuko & Somda, 2014; Tabet & Benderradji, 2008). Mais de façon spécifique, les effets des changements climatiques sur la reproduction ou la régénération de *P. kotschy* n'ont pas encore été explorés. Néanmoins, Tonouewa et al. (2013) ont montré que les changements climatiques ont une influence sur les

paramètres physico-technologiques (comme l'infra densité, les retraits et la teneur en humidité d'usage) des bois tels que *P. kotschy* au Nord Bénin.

Au plan international et national, la Liste Rouge de l'UICN classe *P. kotschy* dans la catégorie des espèces de préoccupation mineure (LC), (Dissou et al., 2020). Bien que l'espèce ne soit pas menacée, certaines utilisations portant sur ses organes vitaux (racines, écorces et feuilles) sont préjudiciables à sa biologie de la conservation, surtout qu'elle fait partie des espèces forestières qui ne bénéficient d'aucune stratégie de conservation endogène dans les terroirs villageois (Lawin et al., 2016).

4. Gaps et perspectives

La présente synthèse bibliographique contribue à dresser le bilan des connaissances existantes sur la taxonomie, la distribution géographique, la description botanique, l'usage et la valeur socioéconomique, la reproduction et les menaces de l'espèce *P. kotschy*. Il s'agit d'une analyse critique qui vise à mettre en exergue les domaines d'études suffisamment bien documentés et ceux qui méritent des efforts de recherches futures. Ainsi, la revue de littérature confirme la gamme variée de propriétés phytochimiques, l'importance socioéconomique et la forte valeur d'usage de *P. kotschy* pour les communautés locales. De même cette revue met en relief les menaces qui pèsent sur cette ressource. Cependant, il existe un véritable gap de connaissance dans la littérature scientifique en ce qui concerne la biologie de la conservation et la domestication de l'espèce.

De façon spécifique les études relatives aux facteurs expliquant l'utilisation de l'espèce, l'influence des facteurs biotiques et abiotiques sur la distribution spatiale, la morphologie et la structure des populations de l'espèce, la diversité génétique et l'évaluation de l'impact des facteurs de menace sur les populations de l'espèce ainsi que les effets des changements climatiques sur l'espèce en générale constituent des gaps de connaissances à combler. La maîtrise de ces informations est très importante pour prendre des décisions pour la domestication et la conservation des populations et des habitats favorables actuels et futurs de l'espèce dans les écosystèmes naturels. Les futurs axes de recherche doivent donc chercher à élucider ces paramètres pour assurer une conservation in-situ et ex-situ, à long terme de *P. kotschy* dans son habitat.

Cette revue de littérature a aussi confirmé l'absence de l'espèce dans les écosystèmes agroforestiers et les jardins de case. Il est donc important de promouvoir les avantages liés à l'association de cette espèce avec les cultures vivrières dans les exploitations agricoles. Il faudra démontrer les capacités de fertilisation du sol et de lutte contre l'érosion par le *P. kotschy* qui pourrait

permettre de relever les défis liés à la restauration des terres en Afrique pour une agriculture durable.

Des projections à long terme doivent être réalisées sur la dynamique des peuplements de l'espèce face aux variabilités climatiques. De plus, il existe très peu d'information dans la littérature sur les valeurs d'usages des fruits de *P. kotschy*. Ainsi, les études ethnobotaniques et morphologiques orientées sur la biologie de la reproduction de l'espèce doivent chercher à découvrir les propriétés médicinales des fruits en isolant et en caractérisant les composantes actives qui pourraient agir contre les activités microbiennes. Ceci permettrait de réduire la pression sur les autres organes convoités pour leurs vertus thérapeutiques. Aussi, à part l'usage des tiges comme brosse végétales, aucune autre forme d'usage alimentaire n'a été décrite dans la littérature. Pourtant, les feuilles pourraient renfermer d'importants éléments nutritifs et d'oligo-éléments bénéfiques pour l'organisme humain ou même pour le bétail. La domestication de cette espèce agroforestière pourrait contribuer à l'amélioration du niveau de vie des paysans et à la conservation des écosystèmes.

Cependant, la domestication passe par des études génétiques. Pourtant, les informations génétiques et génotypiques du *P. kotschy* sont quasiment absentes dans les banques de gènes. La seule étude génétique menée par Styles & Vosa (1971) sur la famille des Meliaceae a permis d'estimer le nombre de chromosomes présents dans *P. kotschy* à 28. Ainsi, le manque d'information sur la génétique de l'espèce représente un frein pour sa culture et surtout pour la sélection, l'amélioration des morphotypes et la création de variétés. L'analyse de la distribution écologique et géographique de la diversité génétique basée sur les techniques moléculaires devrait aider à accroître les connaissances sur les formes génétiques de *P. kotschy*. En effet, les analyses morphologiques et biochimiques disponibles sur l'espèce pourraient ouvrir le chemin aux études génétiques et moléculaires, et accélérer les traits d'identification et la sélection des meilleurs morphotypes pour leurs cultures.

5. Conclusion

Cette revue systématique a révélé que l'espèce *Pseudocedrela kotschy* a une importance socioéconomique et écologique significative, notamment en raison de sa large gamme de propriétés phytochimiques et de sa valeur pour les communautés locales. Cependant, il existe encore des lacunes dans les connaissances scientifiques, en particulier en ce qui concerne la biologie de la conservation, la domestication de l'espèce, et l'impact des facteurs de menace et des changements climatiques sur l'espèce. Les recherches futures devraient donc se concentrer sur ces domaines, en utilisant des techniques moléculaires pour explorer la diversité génétique de l'espèce et pour aider à la sélection et l'amélioration des morphotypes pour leur culture. De plus, étant donné

que l'espèce est absente des écosystèmes agroforestiers et des jardins de case, il serait bénéfique de promouvoir les avantages de l'association de cette espèce avec les cultures annuelles dans les exploitations agricoles. Cela pourrait non seulement contribuer à la conservation des écosystèmes, mais aussi améliorer le niveau de vie des agriculteurs.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Rôles	Noms des auteurs
Conception de l'étude	Déguénonvo T.A.G.
Collecte des données	Déguénonvo T.A.G.
Analyse des données	Déguénonvo T.A.G., Houéhanou T.D., Idohou R.
Acquisition de financement	Déguénonvo T.A.G.
Méthodologie	Houéhanou T.D., Idohou R., Gouwakinnou G.N.
Gestion du projet	Déguénonvo T.A.G.
Supervision	Houéhanou T.D., Gouwakinnou G.N., Natta A.K.
Rédaction manuscrit initial	Déguénonvo T.A.G., Houéhanou T.D., Idohou R., Gouwakinnou G.N.
Révision et édition manuscrit	Déguénonvo T.A.G., Houéhanou T.D., Idohou R., GG, Natta A.K.

CONFLIT D'INTERET

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêt.

REFERENCES

- Adekunle, A.A. and Odukoya, K.A. (2006). Antifungal Activities of Ethanol and Aqueous Crude Extracts of Four Nigerian Chewing Sticks. *EthnoBotanical Leaflets* 10: 24 -40 <http://www.siu/-eb/leaflets>
- Adomou C. 2010. Aperçu sur la flore du Bénin. In Sinsin B. & Kampmann D. (eds) Atlas de la Biodiversité de l'Afrique de l'Ouest, Tome 1: Bénin. Cotonou & Frankfurt/Main. Pp 144-150.
- Agbahossi, J., & Natta, A. (2013). Forêts sacrées et conservation de la biodiversité au Bénin : Cas des forêts sacrées de Glazoué et de Ouèssè. Université de Parakou.
- Ahouandjinou, S. T. B., Yédomonhan, H., Tossou M., Adomou A. & Akouegninou A. (2017). Diversité floristique et caractérisation structurale de la réserve forestière de Ouoghi en zone soudano-guinéenne (Centre-Bénin). *European Scientific Journal*, 13 (12) : 400 - 423. <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n12p400>

- Ahoyo, C.C.; Houehanou, T.D.; Yaoitcha, A. S.; Prinz, K.; Assogbadjo, A. E.; Adjahossou, C.S.G.; Hellwig, F.; Houinato, M.R.B. (2018). A quantitative ethnobotanical approach toward biodiversity conservation of useful woody species in Wari-Marô forest reserve (Benin, West Africa). *Environment, Development and Sustainability*, 20 (5):2301–2320, <https://doi.org/10.1007/s10668-017-9990-0>.
- Ahua, K. M., Ioset, J.-R., Ioset, K. N., Diallo, D., Mauël, J., & Hostettmann, K. (2007). Antileishmanial activities associated with plants used in the Malian traditional medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, 110(1), 99-104. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.09.030>
- Akande J.A., and Hayashi Y. (1997). Potency of extract contents from selected tropical chewing sticks against *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus auricularis*. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 14: 235-238
- Akoègninou A., Van der burg W. J., Van der maesen L. J. G., Adjakidjè V., Essou J. P., Sinsin B., & Yédomonhan H. (2006). Flore analytique du Bénin. Backhuys Publishers: Leiden, the Netherlands. 1034 p.
- Akpona, T. J. D., Assogbadjo, A., Fandohan, B., & Kakaï Glèlè, R. (2017b). Inventory and multicriteria approach to identify commercial timber species for priority conservation in Benin. *Bois et forêts des tropiques*, 333(3), 5-16. <https://doi.org/10.19182/bft2017.333.a31461>
- Amoussou, B. E. N., Idohou, R., Glèlè Kakaï, R., Dauby, G., & Couvreur, T. L. (2022). Impact of end-of-century climate change on priority non-timber forest product species across tropical Africa. *African Journal of Ecology* 00: 1-13. <https://doi.org/10.1111/aje.13034>
- Arbonnier, M. (2009). Arbres arbustes et lianes des zones sèches d’Afrique de l’Ouest. Editions Quae. ISBN: 9782759203321. <http://digital.casalini.it/9782759203321>
- Asase, A., & Oteng-Yeboah, A. A. (2012). Plants used in Wechiau community hippopotamus sanctuary in Northwest Ghana. *Ethnobotany Research & Applications* 10: 605-618.
- Assédé, E. P., Adomou, A. C., & Sinsin, B. (2012). Relationship between stand regime and population structure of *Pseudocedrela kotschy* (Meliaceae) and *Terminalia macroptera* (Combretaceae) in the Biosphere Reserve of Pendjari (Benin, West Africa). *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 4(12), 427-438
- Atsri H.K., Kokou K., Abotsi K.E., Kokutse A.D., Cuni-Sanchez A. (2020). Above-ground biomass and vegetation attributes in the forestsavannah mosaic of Togo, West Africa. *Afr J Ecol.* 58(4) : 733– 745.
- Aweligiya, G. A. (2019). Validation of herbal medicine (luwine) for the control of african swine fever in upper east region of Ghana. Master thesis. <http://41.66.217.101/handle/123456789/2594>
- Ayo R.G., Audu O.T., Ndukwe G.I. and Ogunshola A.M. (2010) Antimicrobial activity of extracts of leaves of *Pseudocedrela kotschy* (Schweinf.) Harms. *African Journal of Biotechnology* 9(45),7733-7737. <https://doi.org/10.5897/AJB10.778>
- Baldé A.M., Traoré M.S., Diallo M.S.T., Baldé E.S., Huang Y., Liu Z., Oularé K., Barry M.S., Baldé M.A., Camara A., Berghe D.V., Vlietinck A., Pieters L. (2014). Ethnobotanical survey, antimicrobial and anticomplement activities of Guinean medicinal plants traditionally used in the treatment of inflammatory diseases in Conakry and Dubreka. *Journal of Plant Sciences*, 3(1-2): 11-19
- Bent, S. (2008). Herbal medicine in the United States: Review of efficacy, safety, and regulation. *Journal of general internal medicine*23(6):854-859.
- Biwolé, A., Bourland, N., Daïnou, K., & Doucet, J.-L. (2012). Définition du profil écologique de l’azobé, *Lophira alata*, une espèce ligneuse africaine de grande importance : Synthèse bibliographique et perspectives pour des recherches futures. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 16(2 : 217-228.
- Bothon, F. T. D., Debiton, E., Avlessi, F., Forestier, C., Teulade, J.-C., & Sohounhloue, D. K. C. (2013). In vitro biological effects of two anti-diabetic medicinal plants used in Benin as folk medicine. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 13:51. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-13-51>
- Burkill, H. M. (2004). The Useful Plants of West Tropical Africa, Volume 6: General Index. In *Royal Botanic Gardens, Kew*.
- Codjia, J. T. C., Assogbadjo, A. E., & Ekué, M. R. M. (2003). Diversité et valorisation au niveau local des ressources végétales forestières alimentaires du Bénin. *Cahiers agricultures*, 12(5), 321-331.

- Codjia, S., Aoudji, A., Koura, K., & Ganglo, J. C. (2018). Systèmes Agroforestiers A *Garcinia Kola* Heckel Au Sud-Est Du Bénin: Distribution Géographique, Connaissances Endogènes Et Retombées Financières. *European Scientific Journal*, 14(12), 188. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n12p188>
- Deguenonvo, A. G., Dossou, J., & Idohou, R. (2020). Aptitude à la multiplication de *Pseudocedrela kotschy* (Schweinf.) Harms par graines et par boutures de tige et de racine au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(7): 2506-2516. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i7.11>
- Delvaux, C., Sinsin, B., & Damme, P. V. (2010). Impact of season, stem diameter and intensity of debarking on survival and bark re-growth pattern of medicinal tree species, Benin, West Africa. *Biological Conservation*, 143: 2664–2671. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.07.009>
- Diarra, M. L., Mariko, M., Mbaye, M. S., & Noba, K. (2016). Plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel du paludisme à Bamako (Mali). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(4): 1534-1541. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v10i4.7>
- Dissou, F., Adjakpa, J. & Weesie P.D.M. (2020). Perceptions des populations locales sur l'état de la phytodiversité dans le sous-bassin versant de la rivière Kossi dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué au Centre Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 14(9): 3200-3214. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i9.18>.
- Djagoun, C., Glèlè Kakai, R., Konnon, D., Sewade, C., Kouton, M., Bonou, W., Gouwakinnou, G., & Fandohan, B. (2010). Potentiel des ressources végétales forestières alimentaires et médicinales de la forêt classée de l'Ouémé Supérieur et N'Dali au nord Bénin. *Fruit Vegetable, Cereal Science and Biotechnology* 4(1) : 47-54
- Djogo J., Djego-djossou S., Cakpo Y., Agnani P., et Sinsin B., (2011). Evaluation du potentiel ethnobotanique des populations rurales au Sud et au centre du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5(4): 1432-1447. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v5i4.10>
- Doucet, J.-L. (2003). *L'alliance délicate de la gestion forestière et de la biodiversité dans les forêts du centre du Gabon* [PhD Thesis]. Thèse de doctorat: Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux. 390 pages.
- Dossou, M. E., Houessou, G. L., Lougbégnon, O. T., Tenté, A. H. B., & Codjia, J. T. C. (2012). Etude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonvè et terroirs connexes au Bénin. *Tropicultura*, 30(1) : 41-48.
- Elisha, J. J., Agbaji, E. B., Nuhu, A. A., & Abachi S.E. (2016). An ethnobotanical survey of medicinal plants or preparations sold in markets of Zaria, Kaduna State, Nigeria. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 7(4): 5-26.
- Gambogou, B., Mensah, R. T., Djeri, B., Kangni, M. D., Karou S.D., & Ameyapoh Y.A. (2018). Assessment of knowledge and consumption patterns of garlic and the use of phytotherapy/aromatherapy in treatment of diseases in Togo. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 7(19): 1363-1375. <https://doi.org/10.20959/wjpr201819-13813>
- Gbozé, A. E., Sanogo, A., Amani, B. H. K., & N'dja, J. K. (2020). Diversité floristique et valeur de conservation de la forêt classée de Badenou (Korhogo, Cote d'Ivoire). *Agronomie Africaine*, 32 (1) : 51 – 73.
- Gning, O., Sarr, O., Gueye, M., Akpo, L., & Ndiaye, P. (2013). Valeur socio-économique de l'arbre en milieu malinké (Khossanto, Sénégal). *Journal of Applied Biosciences*, 70(1),:5617-5631. <https://doi.org/10.4314/jab.v70i1.98765>
- Hartley, A., Jones, R., & Janes, T. (2015). Projections relatives aux changements des services écosystémiques face au changement climatique. *UNEP-WCMC Technical Report*.
- Heubach, K., Wittig, R., Nuppenau, E. A., & Hahn, K. (2013). Local values, social differentiation and conservation efforts: The impact of ethnic affiliation on the valuation of NTFP-species in Northern Benin, West Africa. *Human Ecology*, 41: 513–533. <https://doi.org/10.1007/s10745-013-9592-x>
- Houinato M., Sinsin B., et Lejoly J. (2001). « Impact des feux de brousse sur la dynamique des communautés végétales dans la forêt de Bassila (Bénin) ». *Acta botanica gallica*, 148 (3): 237–251.
- Jonathan, N., Tchobsala, I. A., & Delphine, D. N. (2019). *Exploitation and Sustainable Management of the Biodiversity of the Ngaoundéré Cliff (Adamawa-Cameroon)*. *South Asian Research Journal of Biology and Applied Biosciences*, 1 (4): 93 -103.

- Kolapo A.L., Okunade M.B., Adejumobi J.A., Oguniya M.O. (2008). In vitro antimicrobial activity and phytochemical composition of *Dichrostachys cinerea*. *Medecinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, 2(2): 131-133.
- Kassim O.O., Loyevsky M., Amonoo H., Lashley L.A., Ako-Nai K.A. and Gordeuk V.R. (2009). Inhibition of in vitro growth of *Plasmodium falciparum* by *Pseudocedrela kotschii* extract alone and in combination with *Fagara zanthoxyloides*. *Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 103(7) : 698-702.
- Koné, W. M., Atindehou, K. K., Dossahoua, T., & ... (2005). Anthelmintic activity of medicinal plants used in northern Côte d'Ivoire against intestinal helminthiasis. *Pharmaceutical Biology*, 43-1): 72-78. <https://doi.org/10.1080/13880200590903408>
- Kouakou, Y. B., Kougbo, M. D., Konan, A. S., & ... (2020). Usages Traditionnels Et Disponibilité Des Plantes Exploitées Dans L'artisanat Chez Les Populations Koulango Et Lobi De La Périphérie Est Du Parc National National De La Comoé, Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal* 16 (9) : 1857-7431. <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n9p295>
- Lawin, I. F., Laleye, O. A. F., & Agbani, O. P. (2016). Vulnérabilité et stratégies endogènes de conservation des plantes utilisées dans le traitement du diabète dans les communes de Glazoué et Savè au Centre-Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(3): 1069-1085. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v10i3.14>
- Lemmens, R.H.M.J., 2008. *Pseudocedrela kotschyi* (Schweinf.) Harms. In: Louppe, D., Oteng-Amoako, A.A. & Brink, M. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands.
- Litta, A. L., Diop, A. L., Kouakou, Y. B., & Malan, D. F. (2021). Étude Ethnobotanique Des Plantes Utilisées Dans L'artisanat Chez Les Agni Du Centre-Est Et Nord-Est De La Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, 17(1), 133-149. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n3p133>
- Madjimbe G., Goalbaye T., Belem M.O., Ngarikla B. (2018). Evaluation des ressources ligneuses et leur exploitation comme bois de chauffe et de service dans le Département de Barh-kôh au sud du Tchad. *International Journal of Biological and Chemical Science*, 12(6): 2856-2870. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v12i6.30>
- Mamadou, A. J., Douma, S., Inoussa, M. M., Moussa, S., Mahamane, A., Saadou, M. (2020). Diversity, life forms, chorology and uses of spontaneous medicinal plants in Niamey and Tillabéri Regions, Niger Republic. *Journal of Applied Life Sciences International*, 22 (4). pp. 1-17. <https://doi.org/10.9734/jalsi/2019/v22i430134>.
- Masumbuko, B., & Somda, J. (2014). Analyse des liens existant entre le changement climatique, les aires protégées, et les communautés en Afrique de l'Ouest. *PNUE-WCMC technical report*.
- Mawunu M., Julio F., Ndiku L., Ngbolua K., Neinhuis C., Lautenschläger T., Luyeye F. L., Timoteo H.M. (2018). Traditional Knowledge and Skills in Rural Bakongo Communities: A Case Study in the Uíge Province, Angola. *American Journal of Environment and Sustainable Development*, 3 (3)33-45 <http://www.aiscience.org/journal/ajesd>
- Mbayngone, E., Thiombiano, A., Hahn-Hadjali, K., & Guinko, S. (2008). Structure des ligneux des formations végétales de la Réserve de Pama (Sud-Est du Burkina Faso, Afrique de l'Ouest). *Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica*, 11 :25-34. <https://doi.org/10.21248/fvss.11.4>
- Meunier, Q., R. Bellefontaine et O. Monteuis (2008). La multiplication végétative d'arbres et arbustes médicinaux au bénéfice des communautés rurales d'Ouganda, *Bois et Forêts des Tropiques*, 295 (2),71-82. <https://doi.org/10.19182/bft2008.296.a20387>
- Moussilimi, I. T., Koura, K., Aoudji, A. K., Gbetoho, J. A., Akouehou, G. S., & Ganglo, J. C. (2022). Caractéristiques structurales et écologiques des populations de *Pseudocedrela kotschyi* de la forêt de Pénéssoulou (Bénin). *Annales de l'Université de Parakou-Série Sciences Naturelles et Agronomie*, 12(2), 13–26. <https://doi.org/10.56109/aup-sna.v12i2.122>
- Noudèkè, N. D., Dotché, I., Ahounou, G. S., & ... (2017). Inventory of medicinal plants used in the treatment of diseases that limit milk production of cow in Benin. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 4(1), 1–14. <http://doi.org/10.5455/javar.2017.d183>
- Ogni, C. A., Kpodekon, M. T., Dassou, H. G., Boko, C. K., & ... (2014). Inventaire ethnopharmacologique des plantes utilisées dans le traitement des pathologies parasitaires dans les élevages extensifs et semi-intensifs du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Science*, 8(3): 1089-1102. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v8i3.22>

- Ouedraogo, A., Thiombiano, A., Hahn-Hadjali, K., Guinko, S. (2006). Structure du peuplement juvénile et potentialités de régénération des ligneux dans l'Est du Burkina Faso. *Études de la Flore et de la Végétation du Burkina Faso*, 10, 17-24.
- Ouedraogo, I., Sambare, O., Savadogo S., Thiombiano A. (2020). Perceptions locales des services écosystémiques des aires protégées à l'Est du Burkina Faso. *Ethnobotany Research & Applications*, 20:13 (2020) <http://dx.doi.org/10.32859/era.20.13.1-18>
- Ouinsavi, C., Sourou, B., Houèthégnon, T., Wédjangnon, A., Dossa, B., Akin, Y., Dossou, J., & Houndjo, M. R. (2019). Effect of cuttings diameter and indol acetic acid on rooting of *Pterocarpus erinaceus* Poir. Stem cuttings. *International Journal of Agroforestry and Silviculture*, 7(10), 1-10.
- Paré S., Tigabu M., Savadogo P. Ode'n P.C. and Ouadba J.M. (2009). Does designation of protected areas ensure conservation of tree diversity in the Sudanian dry forest of Burkina Faso?. *African Journal of Ecology*, 48: 347–360. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.2009.01113>.
- Ramirez-Villegas, J., Cuesta, F., Devenish, C., Peralvo, M., Jarvis, A., & Arnillas, C. A. (2014). Using species distributions models for designing conservation strategies of Tropical Andean biodiversity under climate change. *Journal for Nature Conservation*, 22(5), 391-404.
- Rayaisse J-B., Salou E., Kiema S., Akoudjin M. Kaba D., Kagbadouno M., Djohan V., Camara M., Dayo G-K., Courtin F., Solano P., Bouyer J. (2015). Tsetse diversity and abundance in Southern Burkina Faso in relation with the vegetation. *Parasitology Research*, 114, 3357-3363 . <https://doi.org/10.1007/s00436-015-4560-6>
- Réjou-Méchain, M., Mortier, F., Bastin, J.-F., Cornu, G., Barbier, N., Bayol, N., Bénédet, F., Bry, X., Dauby, G., & Deblauwe, V. (2021). Unveiling African rainforest composition and vulnerability to global change. *Nature*, 593(7857), 90-94. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03483-6>
- Sabiou S., O'Neill F.H. and Ashafa A.O.T. (2016). The purview of phytotherapy in the management of kidney disorders: A Systematic review on nigeria and south africa. *Afr J Tradit Complement Altern Med*, 13(5): 38-47. <https://doi.org/doi:10.21010/ajtcam.v13i5.6>
- Shahina G. 1989. Savanna Plants. An Illustrated Guide. Macmillan Publishers Ltd., London, p. 105.
- Singh, D. (2016). Study of ethno-botanical flora of dakingari, kebbi state Nigeria, west tropical Africa. *In International Research Journal of Engineering, IT and Scientific Research*. <https://core.ac.uk/download/pdf/230596841.pdf>
- Sokpon, N., Biaou, 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 & Forêts des Tropiques*, 287(287), 45–57. <https://doi.org/10.19182/bft2006.287.a20322>
- Stévant, T., Dauby, G., Lowry, P. P., Blach-Overgaard, A., Droissart, V., Harris, D. J., Mackinder, B. A., Schatz, G. E., Sonké, B., Sosef, M. S. M., Svenning, J.-C., Wieringa, J. J., & Couvreur, T. L. P. (2019). A third of the tropical African flora is potentially threatened with extinction. *Science Advances*, 5(11), eaax9444. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax9444>. P.13
- Styles, B. T., & Vosa, C. G. (1971). Chromosome numbers in the Meliaceae. *Taxon*, 20(4), 485-499.
- Tabet, S., & Benderradji, M. E. (2008). Le changement climatique en Algérie orientale et ses conséquences sur la végétation forestière. <http://depot.umc.edu.dz/handle/123456789/4629>
- Tapsoba, H., & Deschamps, J. P. (2006). Use of medicinal plants for the treatment of oral diseases in Burkina Faso. *Journal of ethnopharmacology*, 104: 68-78 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874105005866>
- Tchacondo T., Karou S.D., Batawila K., Agban A., Ouro-Bang'n K., Kokou T., Anani, Gbeassor M., de Souza C. (2011). Herbal Remedies And Their Adverse Effects In Tem Tribe Traditional .Medicine In Togo. *African Journal of Traditionnal, Complementary and Alternative Medecines*, 8(1): 45-60. <https://doi.org/10.4314/ajtcam.v8i1.60522>
- Tonouewa, M., Gbemavo, C., Ouinsavi, C., Sokpon, N. (2013). Influence des facteurs climatiques sur les caractéristiques technologiques des principaux bois d'oeuvre et de service au nord du Bénin. *Annales de l'Université de Parakou, Série "Sciences Naturelles et Agronomie"*, 2(2), 1-8.

- Yaoitcha, A. S., Aboh, A. B., Zoffoun, A. G., Houinato, M., Mensah, G. A., Sinsin, B., & Akpo, E. L. (2016). Potentiel de régénération des chantiers de production du charbon de bois au Centre-Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(4), 1702-1716. Doi: [10.4314/ijbcs.v10i4.21](https://doi.org/10.4314/ijbcs.v10i4.21)
- Yédomonhan H., Dangboe N. and Houénon H. (2017). Diversity of plants used for oral hygiene in Benin. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 2017; 5(6): 100-108
- Yédomonhan H., Tossou M.G., Akoègninou A., Dèmènou B.B., Traoré D. (2009). Diversité des plantes mellifères de la zone soudano-guinéenne: cas de l'arrondissement de Manigri (Centre-Ouest du Bénin). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 3(2): 355-366.
- Zida, D., Sanou, L., Diawara, S., Savadogo, P., & Thiombiano, A. (2020). Herbaceous seeds dominate the soil seed bank after long-term prescribed fire, grazing and selective tree cutting in savanna-woodlands of West Africa. *Acta Oecologica*, 108, 103607. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2020.103607>
- White, 1986. La végétation de l'Afrique : Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique. Unesco/AETFAT/UNSO, Paris, France: Orstom – Unesco. 391 pages.

Cet article en libre accès est distribué sous une licence Creative Commons Attribution (CC BY 4.0).

© Le(s) Auteur(s).

La propriété des droits d'auteurs sur le contenu des articles publiés dans les Annales de l'Université de Parakou Série « Sciences Naturelles et Agronomie » (AUP-SNA) demeure à leurs auteurs. Ils sont libres de partager - copier et redistribuer le matériel sur n'importe quel support ou format.

La Série « Sciences Naturelles et Agronomie » (ISSN : 1840-8494 / eISSN : 1840-8508) des Annales de l'Université de Parakou est publiée par l'Université de Parakou au Bénin.

Publier avec la revue AUP-SNA garantit :

- Une rapidité du processus éditorial grâce à sa gestion entièrement en ligne ;
- Un accès immédiat à votre article dès sa publication en ligne ;
- Un lien durable et permanent à votre article grâce au DOI ;
- Une grande visibilité sur Internet ;
- La conservation des droits d'auteur de votre article ;
- La possibilité de partager votre article dans vos réseaux, sans restriction ;
- Des frais de publications très réduits ;
- Des remises sur les frais de publications pour les évaluateurs de la revue.

The logo for the journal 'SNA' (Sciences Naturelles et Agronomie) is displayed in a bold, green, sans-serif font. The letters 'S', 'N', and 'A' are spaced out and are the only text in this block.

Soumettez votre manuscrit
sur <https://sna.fa-up.bj/>