

Formes d'exploitation et stratégies de conservation des pieds de *Khaya* spp. sur la chaîne de l'Atacora au Togo

Forms of *Khaya* exploitation and conservation strategies on the Atacora range in Togo

Issa Issifou*, Wala Kpérkouma, Kanda Madjouma, Batawila Komlan et Akpagana Koffi

Laboratoire de Botanique et Écologie Végétale, Département de Botanique, Faculté des Sciences (FDS), Université de Lomé (UL), 01 B.P. 1515 Lomé 1, Togo

(*): Auteur correspondant : issa.issifou@yahoo.fr

Comment citer l'article : Issa Issifou, Wala Kpérkouma, Kanda Madjouma, Batawila Komlan, Akpagana Koffi (2023). Formes d'exploitation et stratégies de conservation des pieds de *Khaya* spp. sur la chaîne de l'Atacora au Togo. *Rev Ecosystèmes et Paysages (Togo)*, 3(2) : 1-16, e-ISSN (Online) : 2790-3230

DOI :

<https://doi.org/10.59384/recopays.tg3207>

Reçu : 1 octobre 2023

Accepté : 15 décembre 2023

Publié : 30 décembre 2023



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Résumé

Les espèces de *Khaya* font l'objet de surexploitation entraînant la menace de leur disparition. Cette étude sur les formes d'exploitation et stratégies de conservation des pieds de *Khaya* a été réalisée sur la chaîne de l'Atacora au Togo. Elle a pour objectif général de contribuer à la gestion durable des *Khaya* spp. au Togo. Elle vise spécifiquement à : i) présenter l'état des pieds de *Khaya* spp. ; (ii) évaluer l'ampleur des menaces anthropiques sur les pieds de *Khaya* et (iii) localiser les semenciers de *Khaya* spp. La collecte des données forestières s'est basée sur un échantillonnage orienté par la présence des *Khaya* spp. sur des placettes de 2500 m² dans les champs et jachères, de 900 m² dans les savanes, de 400 m² dans les forêts claires et agroforêts et de 500 m² dans les formations ripicoles. Les paramètres dendrométriques sont relevés pour les tiges d'arbres. Le nombre des pieds de *Khaya* coupés et des semenciers ont été compté et le code sanitaire des arbres de *Khaya* relevé. Les résultats montrent que les pieds de *Khaya* ont une densité de 29,67 pieds/ha avec une surface terrière de 13,36 m²/ha dans la zone écologique II contre une densité de 27,91 pieds/ha et une surface terrière de 5,96 m²/ha dans la zone IV. Les formes d'exploitation sur les pieds de *Khaya* sont les coupes de bois, les écorçages, les élagages, les prélèvements de racines et la récolte des fruits. Les écorçages (90,90 %) et les coupes de bois (68,83 %) sont plus fréquents que les autres formes d'exploitation. Des possibilités de restaurations des *Khaya* existent dans la zone d'étude avec la présence des semenciers de *Khaya senegalensis* dans la zone II et de *Khaya grandifoliola* dans la zone IV. Il urge d'adopter des mesures de gestion durable de *Khaya* spp. en vue de limiter la dégradation de leurs peuplements naturels.

Mots clés

Khaya spp., exploitation, stratégies de conservation, Atacora

Abstract

Khaya species are being overexploited, leading to the threat of their disappearance. This study on the forms of exploitation and conservation strategies for *Khaya* trees was carried out in the Atacora chain in Togo. Its general aim is to contribute to the sustainable management of *Khaya* spp. in Togo. Specifically, it aims to: (i) present the status of *Khaya* spp. plants; (ii) assess the extent of anthropogenic threats to *Khaya* spp. plants; and (iii) locate *Khaya* spp. seedbeds. Forest data collection was based on sampling oriented by the presence of *Khaya* spp. on plots of 2,500 m² in fields and fallows, 900 m² in savannahs, 400 m² in open forests and agroforests, and 500 m² in riparian formations. Dendrometric parameters were recorded for tree stems. The number of cut *Khaya* trees and seed trees was counted and the health code of *Khaya* trees was recorded. The results show that *Khaya* trees have a density of 29.67 trees/ha with a basal area of 13.36 m²/ha in ecological zone II, compared with a density of 27.91 trees/ha and a basal area of 5.96 m²/ha in zone IV. *Khaya* trees are harvested by cutting, debarking, pruning, root removal and fruit harvesting. Debarking (90.90%) and felling (68.83%) are more frequent than other forms of exploitation. There are possibilities for restoring *Khaya* in the study area, with the presence of seedbeds of *Khaya senegalensis* in Zone II and *Khaya grandifoliola* in Zone IV. There is an urgent need to adopt sustainable management measures for *Khaya* spp. in order to limit the degradation of their natural stands.

Keywords

Khaya spp., exploitation, conservation strategies, Atacora

1. Introduction

La réduction des superficies forestières au Togo se traduit par une variation annuelle du couvert forestier estimée à près de 21 000 hectares entre 1990 et 2000, soit un taux de déforestation de 5 % (FAO, 2001). La situation est aujourd'hui encore plus préoccupante car l'exploitation forestière se pratique en ignorant les principes de gestion durable des forêts. Le prélèvement sélectif de certaines espèces de bois d'œuvre de qualité menace dangereusement les ressources phylogénétiques du pays. Parmi les espèces ainsi menacées, se trouvent les espèces du genre *Khaya* au Togo (Issa et al., 2018). Les demandes en bois d'œuvre sont de plus en plus fortes et en 2007, le Togo a exporté près de 3500 m³ de madriers d'espèces de valeur commerciale dont seulement 500 m³ ont été exploités légalement (Adjonou et al., 2010).

Les espèces du genre *Khaya* sont aussi exploitées au Togo pour toute autre gamme de produits non ligneux utilisés comme les aliments pour la consommation humaine, le fourrage pour les animaux (Petit & Mallet, 2001), les produits médicinaux et les matières premières pour l'artisanat (colorants, exsudats, etc.). Les qualités technologiques notamment la densité, la facilité à travailler leur bois classent les espèces de *Khaya* parmi les meilleurs bois d'œuvre tropicaux très appréciés pour l'ébénisterie, la charpente lourde, la menuiserie extérieure (Nikiema & Pasternak, 2008).

Malgré l'importance des espèces du genre *Khaya* qui sont à usages multiples, le Togo ne dispose pas d'informations scientifiques et techniques permettant de mieux organiser leur sylviculture et leur gestion. Par ailleurs, très peu d'études sont disponibles pour connaître l'état actuel des peuplements naturels afin d'établir des stratégies adéquates d'aménagement et fixer le diamètre minimal d'exploitabilité des espèces de *Khaya* et d'autres espèces à bois d'œuvre. Les quelques références disponibles concernent généralement la description des formations naturelles des zones soudanienne et guinéenne (forêts humides, forêts claires, savanes boisées et arborées, etc.) de la sous-région ouest-africaine et du Togo (Louppe et al., 1994 ; Camara, 1997 ; Ouédraogo et al., 2006 ; Sokpon et al., 2006 ; Glèlè et al., 2008 ; Adjossou & Kokou, 2009 ; Natta et al., 2011 ; Dourma et al., 2012 ; Kombaté et al., 2020 ; Bigma et al., 2022 ; Folega et al., 2022). Cet état de lieu montre l'urgence de cette étude sur les espèces du genre *Khaya* sur la chaîne de l'Atacora soumises à une exploitation excessive du bois au Togo. Elle a pour objectif général de contribuer à la gestion durable des espèces du genre *Khaya* au Togo. Elle vise spécifiquement à : (i) présenter l'état des pieds de *Khaya* spp. sur la base des paramètres dendrométriques et la relation hauteur-diamètre ; (ii) évaluer

l'ampleur des menaces anthropiques sur les pieds de *Khaya* et (iii) localiser les semenciers de *Khaya* spp. à des fins de sauvegarde et de conservation.

2. Matériel et Méthode

2.1 Description du milieu d'étude

Présentation de la zone d'étude

La zone écologique II est caractérisée par une tectogenèse à trois plissements (Taïrou, 1995). Elle repose principalement sur les formations granito-gneissiques et gneissique-quartzitiques. Les sols sont ferrugineux et ferralitiques tropicaux dominants (Lamouroux, 1969). Le réseau hydrographique est constitué par des cours d'eau qui s'écoulent d'est en ouest pour se jeter dans le fleuve Volta au Ghana. Elle jouit d'un climat soudanien avec une distribution unimodale des précipitations caractérisées par deux saisons : une saison pluvieuse d'une durée de sept mois, d'avril à octobre et une saison sèche qui s'étend sur cinq mois, de novembre à mars.

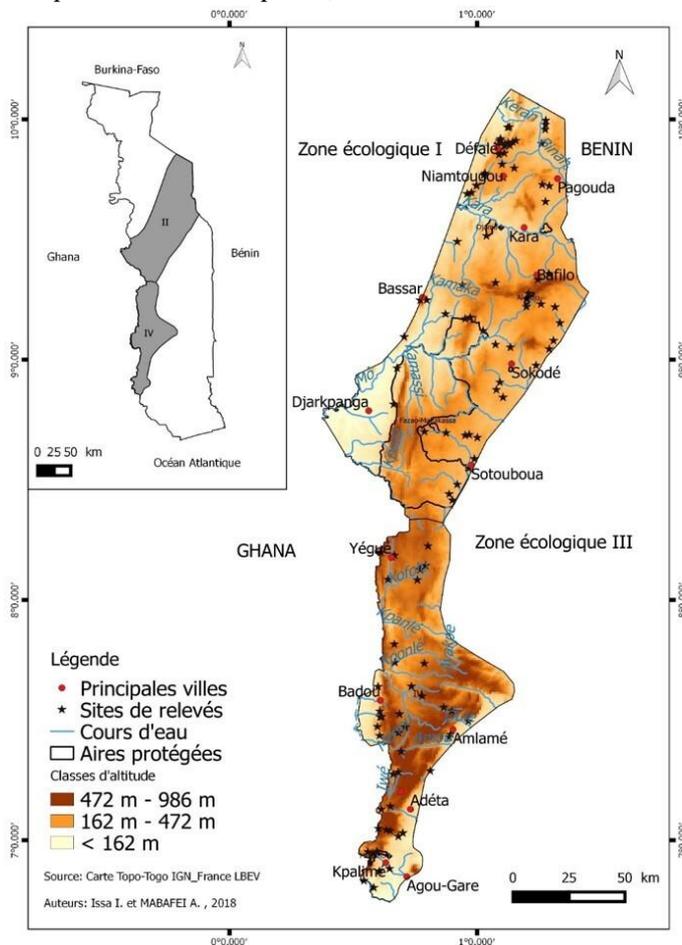


Figure 1 : Zone d'étude avec les sites prospectés

La zone écologique IV prend appui sur les montagnes de Klotou et se prolonge en relief montagneux pour former les plateaux de Danyi et d'Akposso-Akebou (Addra et al., 1994). Les altitudes atteignent en moyenne 800 m avec parfois des sommets plus hardis. Elle est formée d'un complexe granodioritique et migmatitique (Sylvain et al., 1986). Ce complexe est constitué d'amphibolites à épidote, de gneiss amphibolitiques à grenats, de gneiss à pyroxène et des amphibolopyroxénites (Kounétsron & Seddo, 1978). Le réseau hydrographique de la zone, bien développé, exploite les directions structurales ou tectoniques (failles) de la région. Une série de rivières, plus ou moins importantes, répartie sur trois bassins hydrographiques, sillonnent cette zone (Bassin de la Volta, de Mono et de Zio). Cette zone jouit d'un climat subéquatorial de transition caractérisé par une grande saison pluvieuse, de mars en octobre, interrompue par une diminution

de la pluviosité en août. C'est la zone la plus arrosée du Togo, avec une moyenne des précipitations qui varie entre 1050 et 2350 millimètres.

La population vivant sur toute la zone d'étude est estimée à 1.668.007 habitants en 2022 dont 862.475 habitants dans la zone II et 805.532 habitants dans la zone IV (DGSCN, 2022). Elle est constituée d'une hétérogénéité de groupes ethniques : Tem, Bassar, Kabyè, Nawdba, Lamba, Tamberma, Agnanga, Ewé, Akposso, Akébou, Adélé, Peulhs. La population locale de la zone d'étude vit essentiellement des revenus de l'agriculture et du commerce. L'économie de la zone se concentre surtout sur le commerce des produits vivriers dans les marchés ruraux et urbains.

Les savanes arbustives et arborées, les îlots de forêts denses sèches, les forêts galeries et les forêts claires sont des formations végétales qui caractérisent la zone écologique II. La zone écologique IV se présente comme le prolongement des forêts humides et semi-caducifoliées du Ghana (Akpagana & Bouchet, 1994). La zone d'étude est marquée par une diversité faunique considérable avec la présence des Bovidae, Suidae, Primates, Proboscidiens (éléphants), Rongeurs, Insectivores, Reptiles et Oiseaux. La présence des aires protégées (Alédjo, Fazao-Malfakassa) contribue à augmenter la richesse faunique de la zone d'étude.

2.2. Collecte des données

La collecte des données forestières pour évaluer l'impact de l'exploitation des *Khaya* spp. s'est basée sur un échantillonnage orienté par la présence des espèces du genre *Khaya* dans les relevés floristiques. Les inventaires forestiers ont été effectués sur des placettes de 2500 m² dans les champs et les jachères, de 900 m² dans les savanes, de 400 m² dans les forêts claires et les agroforêts et de 500 m² dans les formations ripicoles. Les coordonnées géographiques des placettes d'inventaire forestier ont été enregistrées à l'aide du récepteur GPS (Global Positioning System). Les paramètres dendrométriques sont relevés pour les tiges d'arbres à diamètre à hauteur de poitrine supérieur ou égal à 10 cm ($d_{hp} \geq 10$ cm). Il s'agit de la hauteur totale et le diamètre à 1,30 m du sol à partir de la mesure de leur circonférence. La hauteur totale et la hauteur fût des arbres ont été déterminées à l'aide d'un clinomètre Sunnto. Toutes les tiges de diamètre inférieur à 10 cm sont considérées dans la régénération potentielle.

Le nombre de pieds de *Khaya* adultes coupés a été compté dans les mêmes placettes des inventaires forestiers. Les pieds coupés ont été identifiés par la présence des souches basales encore observables sur le terrain ou par la présence d'une touffe de rejets par souches car un *Khaya* adulte coupé au ras donne beaucoup de rejets par souches.

Le code sanitaire de chaque arbre de *Khaya* spp. a été relevé sur le terrain : l'état de l'arbre (bonne santé, perforé par les insectes, mort), la forme de l'arbre (droit ou tordu), le degré d'écorçage (non écorcé, écorcé superficiellement et très écorcé).

Le nombre de pieds des semenciers des espèces du genre *Khaya* a été aussi compté dans les mêmes placettes des inventaires forestiers. Les stratégies de restauration des espèces du genre *Khaya* par les populations locales ont été recensées dans la zone d'étude par les enquêtes semi-structurées auprès de ces populations appuyées par les observations sur le terrain.

2.3. Analyse des données

Les données collectées sur le terrain ont été soumises à des analyses multivariées avec le logiciel Statistique Minitab 16. Pour chaque zone écologique, il a été procédé au calcul des paramètres structuraux pour les espèces du genre *Khaya*. Ces indices ont pour formules :

- Hauteur moyenne (totale ou fût) de Lorey (en m) : $H_m = \frac{\sum_{i=1}^n g_i h_i}{\sum_{i=1}^n g_i}$ avec $g_i = \frac{\pi}{4} d_i^2$;

g_i et d_i sont respectivement la surface terrière et la hauteur de l'arbre i

- Diamètre moyen D_m (en cm) : $D_m = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2 \right)^{1/2}$; n = nombre de pieds et d_i le diamètre à 1,30 m de l'arbre i

- Densité (pieds/ha) : $D = \frac{n}{S} \cdot 0,0001$; n , nombre de pieds par placette ; S , aire de relevé en ha

- Surface terrières (G) : $G = \frac{\pi}{4s} \sum_{i=1}^n 0,0001 di^2$; di = diamètre en cm à 1,3 du sol de l'arbre i ; s= 0,09 ha

-Le taux de coupe des pieds de *Khaya* exploitables en bois d'œuvre a été établi grâce à la formule suivante : $Tx = \frac{n}{n+N} \times 100$, (n= nombre de pieds adultes de *Khaya* coupés ; N= nombre de pieds adultes de *Khaya* présents dans la placette).

Les histogrammes des taux de coupe et des codes sanitaires des *Khaya* spp. ont été établis grâce au tableur Excel en vue de ressortir le degré des menaces anthropiques et naturelles sur les pieds de *Khaya* dans les deux zones écologiques. Les tests statistiques (ANOVA one-way) établis grâce au logiciel Minitab 16 ont permis de déterminer la significativité des différences observées entre les paramètres structuraux des deux zones écologiques II et IV.

La distribution spatiale des nombres moyens des pieds de semenciers des espèces du genre *Khaya* a été faite à l'aide du logiciel QGIS. A cet effet les nombres moyens des pieds de semenciers ont été couplés aux coordonnées géographiques (longitude, latitude) et projetés sur un fond de carte de la zone d'étude préalablement géoréférencé.

3. Résultats

3.1. Paramètres dendrométriques des espèces du genre *Khaya*

La zone écologique II présente une grande richesse (56 pieds/ha) en bois d'œuvre de *Khaya* spp. plus que la zone IV (48 pieds/ha). Les pieds de *Khaya* spp. ayant atteint le dhp ≥ 10 cm ont une densité de 56 pieds/ha avec une surface terrière de 11,48 m²/ha dans la zone II contre une densité de 48 pieds/ha avec une surface terrière de 5,96 m²/ha dans la zone IV (Tableau 1). La différence de densité entre les deux zones n'est pas significative (p = 0,357, ddl = 0,85), par contre la différence au niveau de la surface terrière est significative entre les deux zones écologiques (P = 0,0001, ddl = 26,76).

Le diamètre moyen des pieds de *Khaya* spp. est plus élevé dans la zone II (49,98 cm) que dans la zone IV (46,83 cm). Cette différence est non significative (p = 0,337, ddl = 0,92). Au contraire la hauteur moyenne du fût et la hauteur totale moyenne des pieds de *Khaya* spp. sont plus élevées dans la zone IV (9,68 m et 18,23 m) que dans la zone II (6,42 m et 16,77 m) (Tableau 1) et ces différences sont significatives (p = 0,000, ddl = 83,71 et p = 0,043, ddl = 4,10).

L'espèce *K. senegalensis* est plus présente dans la zone II avec une densité de 54 pieds/ha que dans la zone IV où elle a une densité de 5 pieds/ha, mais *K. grandifoliola* est plus présente dans la zone IV (densité = 42 pieds/ha) que dans la zone II (densité = 4 pieds/ha) par contre *K. anthothea* est absente dans la zone II et existe avec quelques rares pieds dans la zone IV avec une densité de 1 pieds/ha (Tableau 1). Le diamètre moyen (54,46 cm) et la surface terrière (11,36 m²/ha) des pieds de *K. senegalensis* sont plus élevés dans la zone II que dans la zone IV (47,18 cm et 0,7 m²/ha) mais leur hauteur moyenne de fût (8,44 m) et totale (17,95 m) sont plus élevées dans la zone IV que dans la zone II (6,35 m et 16,88 m). Les pieds de *K. grandifoliola* ont le diamètre moyen (49,69 cm), la surface terrière (4,09 m²/ha), la hauteur moyenne de fût (9,79 m) et totale (18,25 m) plus élevés dans la zone IV que dans la zone II (27,76 cm, 0,12 m²/ha, 8,33 m et 13,73 m) (Tableau 1).

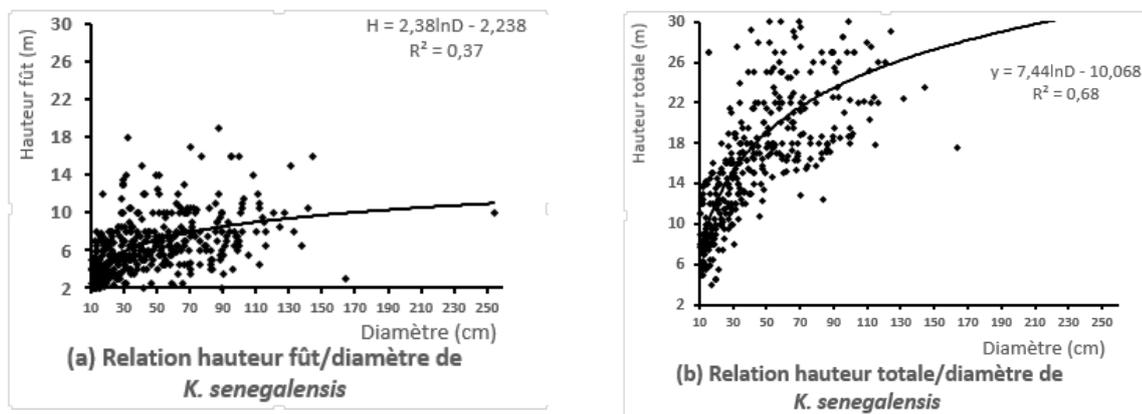
Tableau 1. Paramètres dendrométriques des pieds de *Khaya* spp. Exploitables

Paramètres dendrométriques	Zone écologique II	Zone écologique IV	p-value	ddl
	Moyenne			
<i>Khaya</i> spp.				
Densité (pieds/ha)	56±17	48±12	0,357	0,85
Diamètre moyen (cm)	49,98±13,36	46,83± 11,02	0,337	0,92
Hauteur moyenne du fût (m)	6,42±3,15	9,68 ±3,50	0	83,71
Hauteur totale moyenne (m)	16,77±7,11	18,23 ±3,73	0,043	4,1
Surface terrière (m ² /ha)	11,48 ± 5,04	5,96 + 1,57	0	1,09
<i>K. anthothea</i>				
Densité (pieds/ha)	0	1±06,71	0,063	3,51

Diamètre moyen (cm)	0	40,04±03,66	0	58,71
Hauteur moyenne du fût (m)	0	11,96±03,01	0,002	47,19
Hauteur totale moyenne (m)	0	19,00±02,00	0	70,75
Surface terrière (m ² /ha)	0	0,08	0	88,82
<i>K. grandifoliola</i>				
Densité (pieds/ha)	4±0,8	42±10	0	81,74
Diamètre moyen (cm)	27,76±15,64	49,69±15,10	0	26,75
Hauteur moyenne du fût (m)	8,33±04,59	9,79±03,18	0,129	2,34
Hauteur totale moyenne (m)	13,73±04,55	18,25±03,97	0	15,88
Surface terrière (m ² /ha)	0,12	4,09	0,002	11,82
<i>K. senegalensis</i>				
Densité (pieds/ha)	54±08	5±0,6	0	40,9
Diamètre moyen (cm)	54,46±32,61	47,18±15,44	0,465	0,53
Hauteur moyenne du fût (m)	6,35±03,07	8,44±05,15	0,02	5,49
Hauteur totale moyenne (m)	16,88±07,17	17,95±02,18	0,592	0,29
Surface terrière (m ² /ha)	11,36	0,7	0	0,01

3.2. Relation hauteur totale-diamètre de *Khaya* spp.

La relation hauteur fût/diamètre et hauteur totale / diamètre des trois individus de *K. senegalensis*, de *K. grandifoliola* et de *K. anthotheca* permet d’apprécier l’état de croissance des trois espèces. Cette relation allométrique s’ajuste au mieux à une fonction logarithmique pour les trois espèces (Figure 2). Les coefficients de corrélation paraissent assez satisfaisants et permettent de prédire la hauteur des tiges à partir des données du diamètre. Il y a plus des pieds de gros diamètres de *K. senegalensis* que *K. grandifoliola* et *K. anthotheca*. Certains pieds de *K. senegalensis* ont des diamètres qui dépassent 150 cm (Figure 2a et b) alors que les diamètres de *K. grandifoliola* atteignent rarement 100 cm (Figure 2c et d) et les pieds de *K. anthotheca* sont à l’état très jeune car leur diamètre ne dépasse pas 50 cm (Figure 2e et f).



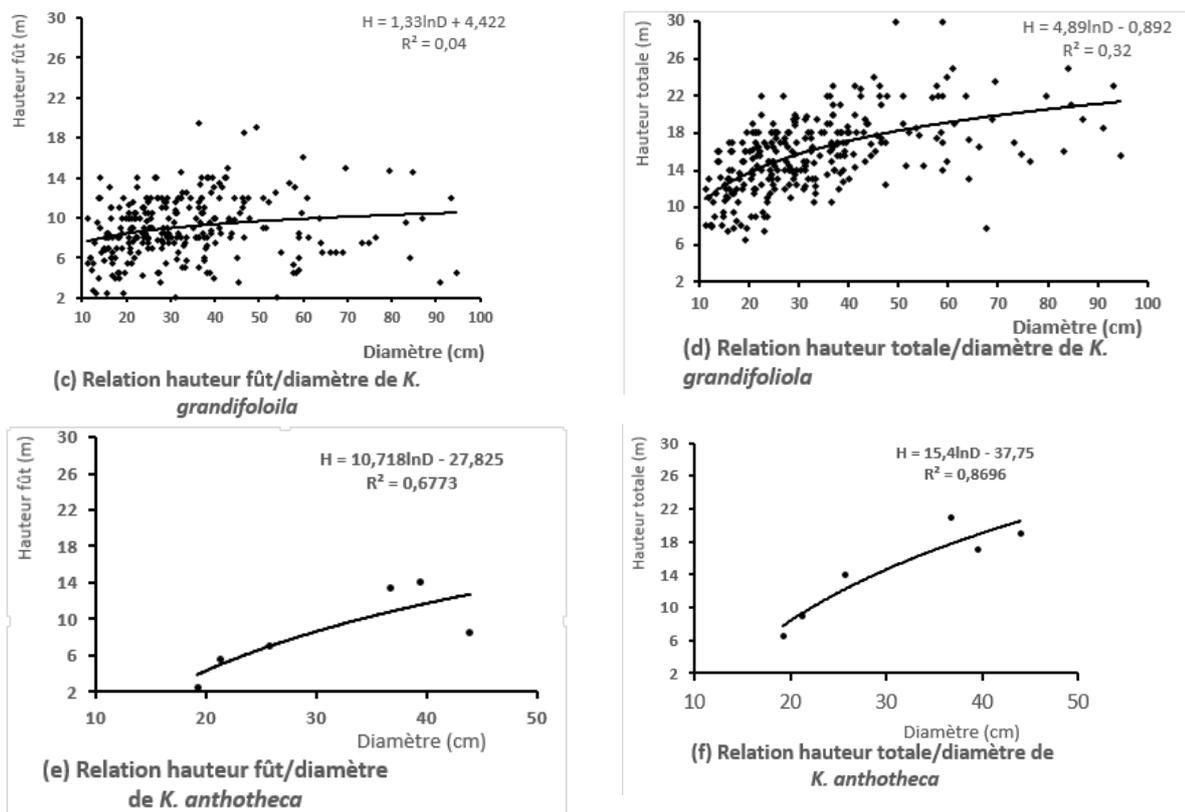


Figure 2. Relation hauteur-diamètre des pieds de *K. senegalensis*, de *K. grandifoliola* et de *K. anthothea*

3.3. Exploitation des espèces du genre *Khaya* Coupe des pieds de *Khaya* spp.

Les pieds des espèces du genre *Khaya* sont plus coupés dans la zone écologique II (15,41 %) que dans la zone écologique IV (10,08 %). Le taux de coupe de *K. senegalensis* est plus élevé dans la zone II (15,26 %) que dans la zone IV (3,13 %), mais le taux de coupe de *K. grandifoliola* est plus élevé dans la zone IV (5,64 %) que dans la zone II (0,15 %) et *K. anthothea* présente uniquement dans la zone IV est coupée à un taux de 2,30 % (Figure 3).

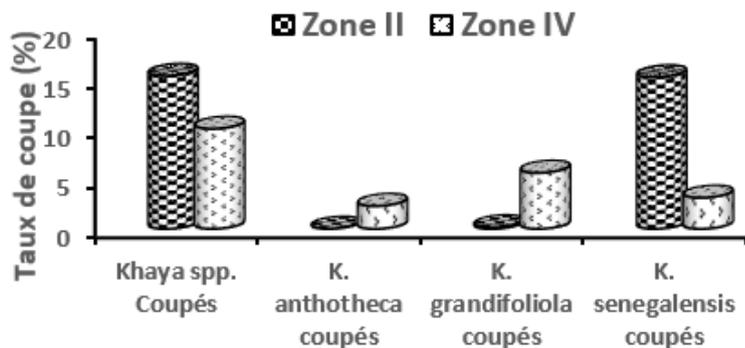


Figure 3. Taux de coupes des pieds de *Khaya*

Les bois de *Khaya* coupés sont utilisés dans diverses formes. Les formes de transformations les plus observées dans la zone d'étude sont la fabrication des meubles (portes, chaises, fauteuils), comme bois énergie (bois de chauffe et charbons de bois), dans la charpente des maisons, dans la fabrication des mortiers, des piliers, des cals des gros véhicules et des pirogues.

Menaces sur les espèces du genre *Khaya*

Menaces anthropiques sur les espèces du genre *Khaya*

Les exploitations sur les pieds de *Khaya* spp. sont de formes diverses : les coupes de bois (bois d'œuvre et de chauffe), les écorçages, les élagages, les prélèvements de racines, les récoltes des fruits secs (figure 4). Ces formes d'exploitation n'ont pas les mêmes ampleurs sur les organes des espèces de *Khaya* (figure 4). Ainsi les écorçages (90,90 %) et les coupes de bois (68,83 %) sont plus fréquents que les autres formes d'exploitation.

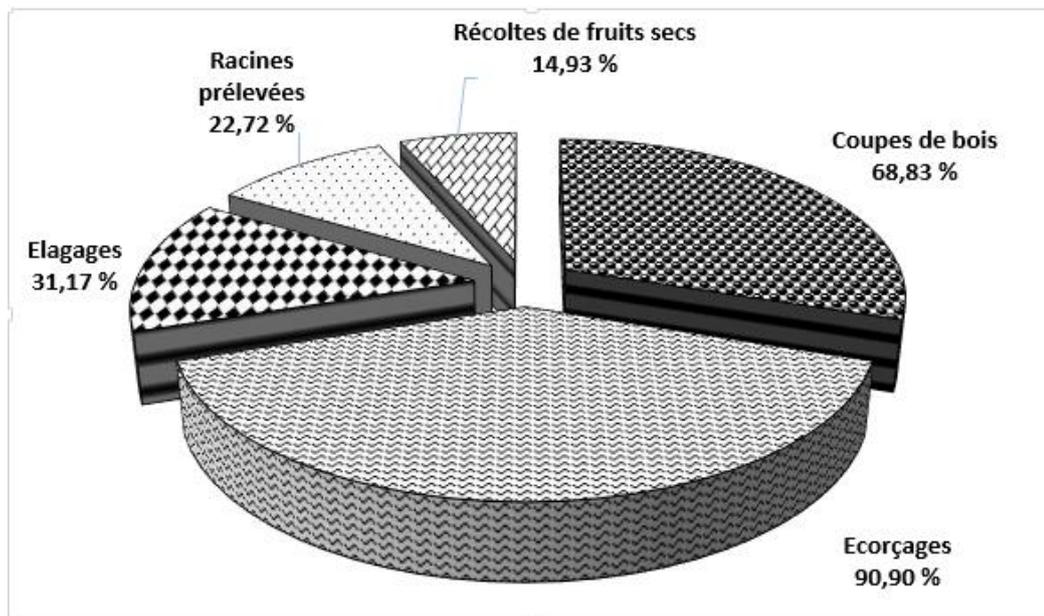


Figure 4. Fréquences relatives des formes d'exploitation de *Khaya* spp.

La proportion des pieds de *Khaya* écorcés selon les zones écologiques et selon les espèces du genre *Khaya* est variable. Dans la zone écologique II, les pieds de *K. senegalensis* sont plus écorcés (très écorcés = 27,17 % et peu écorcés = 16,92 %) que *K. grandifoliola* (peu écorcés = 0,44 %) alors *K. anthotheca* est absente dans cette zone écologique (Figure 5). Dans la zone écologique IV, les pieds de *K. grandifoliola* sont plus écorcés (très écorcés = 12,13 % et peu écorcés = 17,27 %) que ceux de *K. senegalensis* (très écorcés = 2,94 % et peu écorcés = 0,36 %) et de *K. anthotheca* (très écorcés = 0,73 %) (Figure 5). Dans les deux zones écologiques les pieds de *K. senegalensis* sont très écorcés.

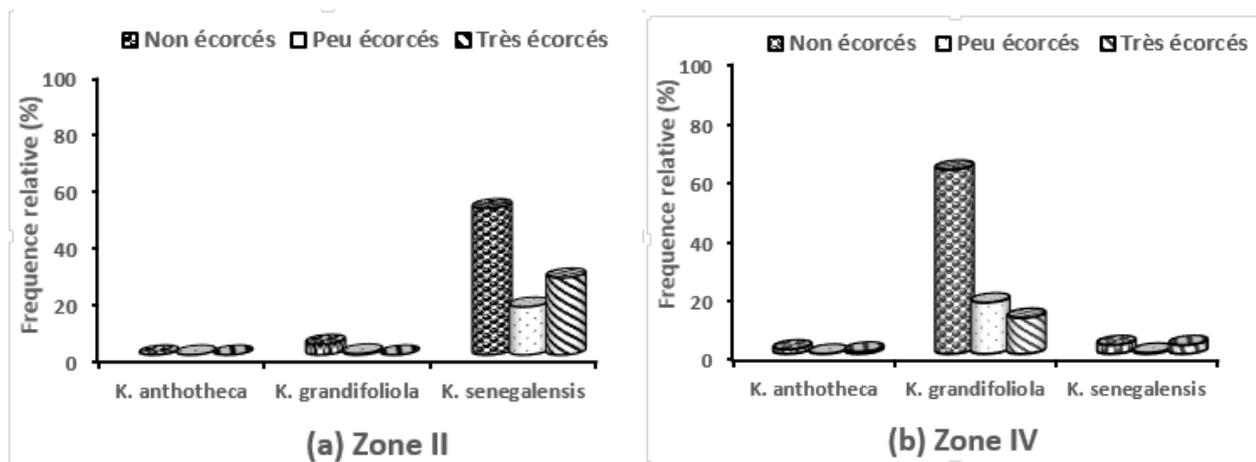


Figure 5. Fréquence relative des pieds de *Khaya* écorcés et non écorcés (a. Zone II et b. Zone IV)

Les écorçages superficiels, profonds jusqu’au cambium (bois) ont été observés selon la rareté des pieds de *Khaya* dans le milieu (Figure 6). Lorsqu’un pied de *Khaya* est proche des habitations, il est victime des écorçages répétés (Figure 8c).



Figure 6. Degrés d’écorçage des pieds de *Khaya* spp. (a. superficiel, b. cambium visible, c. écorçage répété)

Les écorçages ont des effets néfastes sur les pieds de *Khaya* et sur la qualité des bois d’œuvre. Ils provoquent les boursouffures des troncs d’arbre avec la déformation de la hauteur fût, les fissures des planches des bois de *Khaya*, la vulnérabilité des troncs d’arbre aux feux de végétation et la mort des pieds de *Khaya* (Figure 7).



Figure 7. Effets des écorçages (a. boursoufflure, b. tronc brûlé, c. fissure du bois, d. mort de l’arbre)

Etats sanitaires des pieds de Khaya spp.

La zone d’étude regorge plus de pieds de *Khaya* spp. en bon état d’exploitation (90,01 %) contre peu de pieds en mauvais état d’exploitation (9,43 %) et de rares pieds morts (0,55 %). La zone écologique II renferme plus de pieds en bon état (96,50 %) que la zone IV (78,70 %). Par contre il y a plus de pieds en mauvais état (20,15 %) et de pieds morts (1,14 %) dans la zone IV que dans la zone II (Figure 8).

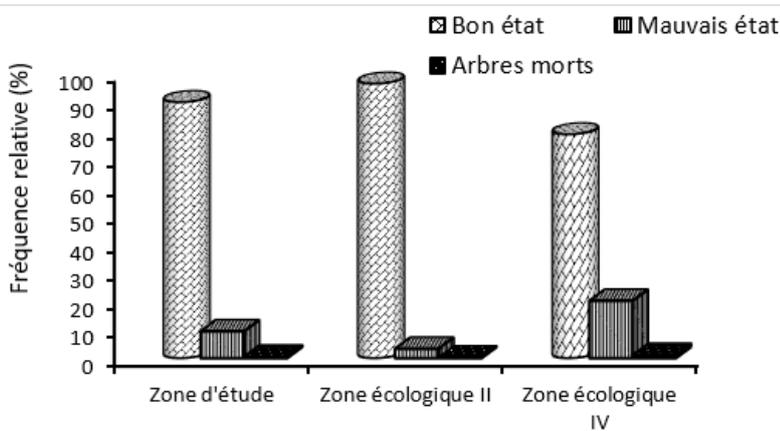


Figure 8. Etat de santé des pieds de *Khaya*

3.3. Stratégies de conservation des espèces du genre *Khaya*

Pour un reboisement intensif des espèces de *Khaya*, il faut des pépinières à base des semences de *Khaya*. Mais la durée de vie des graines de *Khaya* est très courte et leur conservation nécessite beaucoup de précaution. Pour ces raisons, il est nécessaire de connaître les zones de fortes présences des semenciers en vue de fournir aux pépiniéristes des semences de qualité. Cette étude a permis de localiser les zones de forte présence des semenciers de *Khaya* (*K. grandifoliola* et *K. senegalensis*). Les localités qui ont plus de 20 semenciers/ha de *Khaya* sont Binaparba (167 pieds/ha), Défalé (89 pieds/ha), Banaï (67 pieds/ha), Mewèdè (67 pieds/ha), Arima (56 pieds/ha), Kpaha (56 pieds/ha), Andjidè (44 pids/ha), Animadè (44 pids/ha), Bafilo (44 pids/ha), Kagnimbara (44 pids/ha), Kakpi (44 pids/ha), Bena-Ola (33 pieds/ha), Koukoudè (33 pieds/ha), Mô (33 pieds/ha), Sanda-Kagbanda (33 pieds/ha), Amou-Oblo (22 pids/ha), Anima (22 pids/ha), Massédéna (22 pids/ha), Tchitchira (22 pids/ha) (Tableau 2).

Tableau 2 : Répartition du nombre des semenciers par localités

Densité moyenne de semenciers (pieds/ha)	Espèces du genre <i>Khaya</i>	Localités	Préfectures	Régions	Zone écologique
167	<i>K. senegalensis</i>	Binaparba	Bassar	Kara	II
89	<i>K. senegalensis</i>	Défalé	Doufelgou	Kara	II
67	<i>K. senegalensis</i>	Banaï	Bassar	Kara	II
67	<i>K. senegalensis</i>	Mewèdè	Sotouboua	Centrale	II
56	<i>K. grandifoliola</i>	Arima	Akebou	Plateau	IV
56	<i>K. senegalensis</i>	Kpaha	Doufelgou	Kara	II
44	<i>K. senegalensis</i>	Andjidè	Doufelgou	Kara	II
44	<i>K. senegalensis</i>	Animadè	Doufelgou	Kara	II
44	<i>K. senegalensis</i>	Bafilo	Assoli	Kara	II
44	<i>K. senegalensis</i>	Kagnimbara	Plaine de Mô	Centrale	II
44	<i>K. grandifoliola</i>	Kakpi	Danyi	Plateau	IV
33	<i>K. grandifoliola</i>	Bena-Ola	Wawa	Plateau	IV
33	<i>K. senegalensis</i>	Koukoudè	Binah	Kara	II
33	<i>K. senegalensis</i>	Mô	Plaine de Mô	Centrale	II
33	<i>K. senegalensis</i>	Sanda Kagbanda	Bassar	Kara	II
22	<i>K. grandifoliola</i>	Amou-Oblo	Amou	Plateau	IV
22	<i>K. senegalensis</i>	Anima	Doufelgou	Kara	II
22	<i>K. senegalensis</i>	Massedena	Doufelgou	Kara	II
22	<i>K. senegalensis</i>	Tchitchira	Doufelgou	Kara	II
11	<i>K. grandifoliola</i>	Agbenohevi	Wawa	Plateau	IV
11	<i>K. senegalensis</i>	Apoudè	Tchaoudjo	Centrale	II
11	<i>K. senegalensis</i>	Azanadè	Tchaoudjo	Centrale	II
11	<i>K. senegalensis</i>	Daoudè	Assoli	Kara	II
11	<i>K. senegalensis</i>	Fazao	Sotouboua	Centrale	II
11	<i>K. senegalensis</i>	Gaoudè	Tchaoudjo	Centrale	II
11	<i>K. grandifoliola</i>	Kouma-Konda	Kloto	Plateau	IV
11	<i>K. grandifoliola</i>	Kpelé-zongo	Adeta	Plateau	IV
11	<i>K. grandifoliola</i>	N'Kengbé	Blitta	Centrale	IV
11	<i>K. grandifoliola</i>	N'Kougna	Wawa	Plateau	IV
11	<i>K. senegalensis</i>	Segbedai	Tchaoudjo	Centrale	II
11	<i>K. senegalensis</i>	Solongo	Sotouboua	Centrale	II

11	<i>K. senegalensis</i>	Sotouboua	Sotouboua	Centrale	II
11	<i>K. grandifoliola</i>	Tadjan	Blitta	Centrale	IV
11	<i>K. senegalensis</i>	Tchitchidè	Doufelgou	Kara	II

Dans la zone écologique II les localités de Binaparba (15 pieds/ha), de Défalé (15 pieds/ha) renferment plus les semenciers de *Khaya senegalensis* par points GPS par contre dans la zone écologique IV les localités d’Arima (10 pieds/ha) et de Kakpi (10 pieds/ha) renferment plus les semenciers de *Khaya grandifoliola* par points GPS (Figure 9). La plupart des localités riches en semenciers de *Khaya* sont des forêts sacrées et certains pieds sont vénérés comme dieux protecteurs des vivants et des morts.

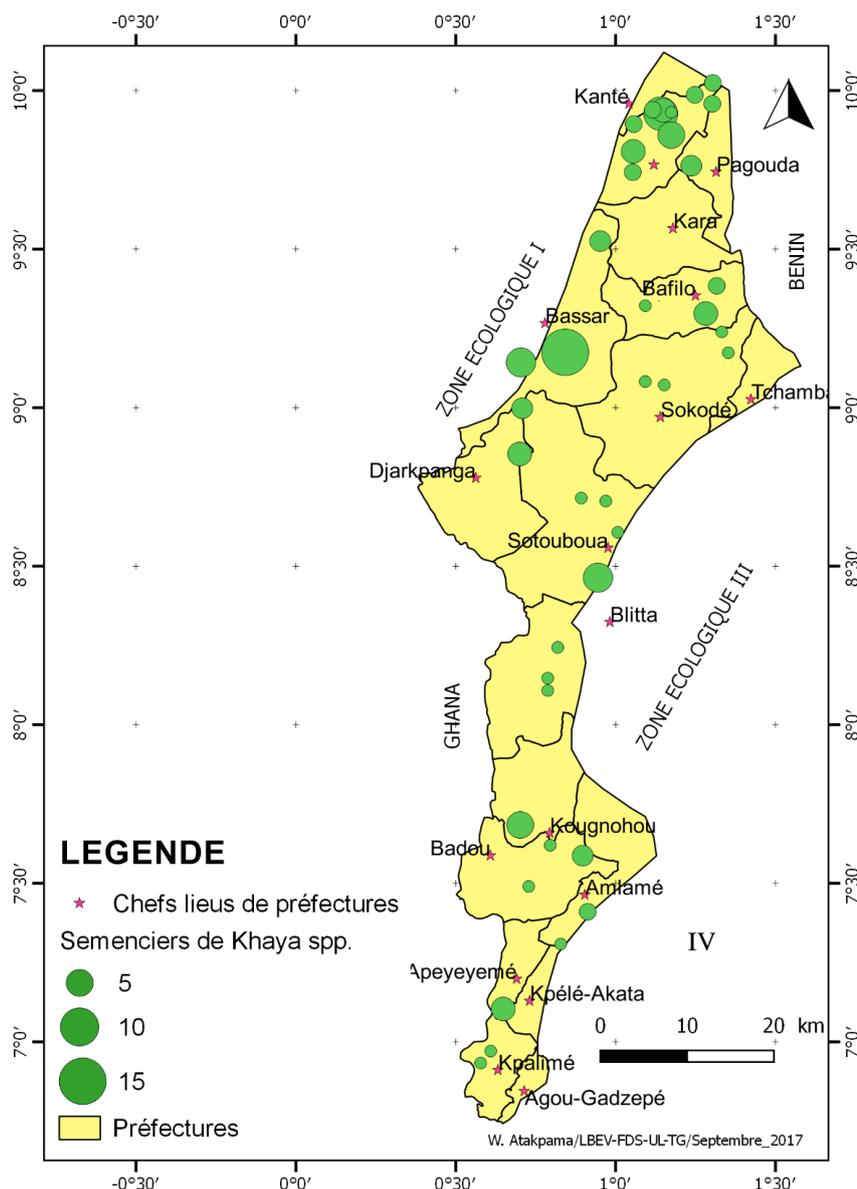


Figure 9. Distribution des nombres de pieds de semenciers de *Khaya* spp (pieds/ha) dans la zone d’étude

4. Discussion

4.1 Caractéristiques des pieds de *Khaya* dans la zone d'étude

Cette étude a permis d'analyser l'importance des pressions anthropiques, en particulier l'exploitation forestière sélective, sur les caractéristiques structurales des formations à *Khaya* sur la chaîne de l'Atacora au Togo. Les caractéristiques structurales sont des indicateurs majeurs pour mesurer l'évolution qualitative et quantitative des peuplements forestiers (Oosterhoorn & Kapelle, 2000 ; Adjonou et al., 2010). De plus les caractéristiques dendrométriques d'un peuplement ou d'un groupement sont un bon indicateur du type de pression qu'il subit ((Sinsin et al., 2004 ; Avocèvou-Ayisso et al., 2009 ; Samarou et al., 2022). En effet la zone IV a connu une forte exploitation des espèces à bois d'œuvre (Adjossou, 2009) dont celles de *Khaya* au début des années 1990 ce qui explique une faible densité des pieds de *Khaya* dans cette zone. La faible surface terrière dans la zone IV est due aux prélèvements des gros pieds de *Khaya* pour l'exploitation des bois d'œuvre. Les résultats dendrométriques obtenus par cette étude sont faibles par rapport à ceux obtenus au Bénin sur l'étude des problèmes de gestion des plantations de *Khaya senegalensis* qui trouve La densité de peuplement *K. senegalensis* variant de 50 à 210 tiges/ha, la surface terrière variant de 7,4 à 42,0 m²/ha et les diamètres moyens qui oscillent entre 24,4 et 68,5 cm (Sokpon & Ouinsavi, 2004).

La relation hauteur/diamètre constitue aussi un bon indicateur des conditions écologiques de croissance des espèces (Vanclay, 2009). Les relations obtenues permettent de prédire, les hauteurs de *Khaya* à partir des diamètres. Les légères différences des équations allométriques des deux zones écologiques peuvent être attribuées aux conditions stationnelles comme la position topographique, le substrat édaphique et l'humidité qui influent sur la croissance des pieds de *Khaya*.

4.2. Exploitation des espèces du genre *Khaya*

La distribution du nombre de pieds de *Khaya* coupés montre une forte exploitation des pieds de *Khaya* dans la zone II par rapport à la zone écologique IV. En effet la zone IV avait connu une surexploitation des espèces à bois d'œuvre dont celles de *Khaya* dans les années 1990 suite à l'avènement de la démocratie mal interprétée par certaines populations et accentuée par la mévente des produits de Cacao et de café obligeant les planteurs à couper les gros pieds de *Khaya* pour les bois d'œuvre qui sont exportés hors du Togo. Actuellement vu la rareté des arbres à bois d'œuvre dans la zone IV, on observe la migration des exploitants de bois notamment les scieurs dans la zone écologique II, ce qui entraîne une forte exploitation des pieds de *Khaya* dans cette zone. Les exploitants à bois d'œuvre recrutent les jeunes désœuvrés à qui ils donnent des machines à scier. Ces jeunes coupent les pieds de *Khaya* et des autres espèces végétales vendus à prix très dérisoire (500f à 1500f CFA) par les propriétaires des domaines forestiers (Adjonou *et al.*, 2010). Au Togo, l'exploitation forestière est basée sur le prélèvement sélectif de certaines espèces clés de bois d'œuvre, de bois de service et de bois énergie ((Segla et al., 2015) dont celle de *Khaya*. Les pratiques et techniques de coupe des arbres ne respectent aucune prescription sylvicole devant favoriser la régénération des espèces. La meilleure hauteur de coupe souhaitée est d'environ 10 cm au-dessus du sol pour favoriser la régénération des espèces (Duvall, 2008). Mais, dans le cadre de l'exploitation forestière au Togo, les coupes sont généralement réalisées à la tronçonneuse et par des opérateurs qui, pour la plupart du temps, sont des scieurs artisanaux ne disposant pas toujours d'une qualification suffisante pour pratiquer cette activité dans les normes requises. Cette forme d'exploitation induit d'énormes gaspillages de bois et entraîne une forte pression sur les ressources forestières qui est à l'origine des coupes illégales même dans les aires protégées (Oibt, 2008). Cette situation est aussi à l'origine de l'abattage d'espèces protégées, des coupes d'arbres n'ayant pas atteint le diamètre minimal d'exploitation, de la récupération illégale du bois saisi, du non-paiement des taxes d'exportation, de la falsification de permis et du non-respect du quota d'exportation.

4.3. Exploitation des espèces du genre *Khaya* Stratégies de conservation des espèces du genre *Khaya*

Pour un reboisement intensif des espèces de *Khaya*, il faut des pépinières à base des semences de graines de *Khaya*. Mais la durée de vie des graines de *Khaya* est très courte et leur conservation nécessite beaucoup de précaution (Nikiema & Pasternak, 2008). Pour ces raisons, il est nécessaire de connaître les zones de fortes présences des semenciers en vue de fournir aux pépiniéristes des semences de qualité. La plupart des localités riches en semenciers de graines de *Khaya* sont des forêts sacrées où certains pieds sont vénérés comme dieux protecteurs des vivants et des morts. Les populations vivant dans la zone II sont à majorité des cultivateurs et animistes qui conservent les arbres de *K. senegalensis* dans les champs surtout pour les usages médicaux (Issa, 2012) jusqu'à leur maturité. Les pieds de *Khaya* sont des arbres à feuillages permanents et vigoureux, raison pour laquelle ils sont conservés dans les forêts sacrées jusqu'à leur maturité.

5. Conclusion

La présente étude a permis de présenter la densité et l'ampleur de la surexploitation des espèces du genre *Khaya* sur la chaîne de l'Atakora au Togo. Les pieds de *Khaya* dont le dbh \geq 10 cm ont une densité de 29,67 pieds/ha avec une surface terrière de

13,36 m²/ha dans la zone II contre une densité de 27,91 pieds/ha avec une surface terrière de 5,96 m²/ha dans la zone IV. Il y a plus de pieds de *Khaya* coupés dans la zone écologique II avec un taux de coupe de 15,41 % par rapport à la zone IV où le taux de coupe est de 10,08 %. En dehors des coupes des bois, les autres pressions anthropiques (les écorçages répétés, les élagages, les prélèvements de racines et la récoltes des fruits) ont contribué à la réduction de la densité des pieds de *Khaya*. Ces formes d'exploitation n'ont pas les mêmes ampleurs sur les espèces de *Khaya*. Ainsi les écorçages (90,90 %) et les coupes de bois (68,83 %) sont plus fréquents que les autres formes d'exploitation. Des possibilités de restaurations des pieds de *Khaya* spp. existent dans la zone d'étude avec la forte présence des semenciers de *K. senegalensis* dans la zone écologique II et de *K. grandifoliola* dans la zone écologique IV. Les populations riveraines ont adopté aussi des stratégies pour la conservation des espèces de *Khaya* notamment leur préservation dans les champs, dans les forêts sacrées et leur reboisement le long des routes et dans les zones très déboisées. Il devient urgent d'adopter de façon effective des mesures de protection et de gestion durable des espèces du genre *Khaya* en vue de limiter la dégradation irréversible de leurs peuplements naturels et de ceux des espèces qui subissent le même sort, notamment par la mise en place de normes d'exploitabilité, respectant la réglementation en vigueur en matière d'exploitation des ressources forestières au Togo. Des bonnes méthodes sylvicoles telles que la méthode «Taungya», le mélange des plants de *Khaya* avec les autres espèces lors des campagnes de reboisement seront vulgarisées. En plus de l'intensification des reboisements, il serait indispensable d'améliorer les méthodes d'écorçage des pieds de *Khaya* spp. en vue de conserver la qualité des bois d'œuvre.

Remerciement

Les auteurs remercient les populations riveraines de la zone d'étude qui nous ont facilité la tâche lors de la collecte des données sur le terrain et tous ceux qui nous ont soutenus financièrement. Nous remercions aussi le Laboratoire de Botanique et Écologie Végétale (LBEV) de l'Université de Lomé (Togo) pour l'appui matériel et logistique.

Contribution des auteurs

Contribution des auteurs	
Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	ISSA Issifou
Gestion des données	ISSA Issifou
Analyse formelle	ISSA Issifou WALAKpérkouma
Acquisition du financement	ISSA Issifou
Enquête et investigation	ISSA Issifou
Méthodologie	ISSA Issifou
Gestion de projet	WALA Kpérkouma
Ressources	ISSA Issifou
Logiciels	ISSA Issifou
Supervision	KANDA Madjouma
Validation	AKPAGANA Koffi
Visualisation	BATAWILA Komlan
Écriture – Préparation	ISSA Issifou
Écriture – Révision	ISSA Issifou

Références

- Addra T, C , Fahem A, K, De Jong T, Mank T (1994) Atlas du développement régional du Togo. PNUD, DTCD, DGPD, DNCN, Lomé, Editogo/CARSEUC.
- Adjonou K, Ali N, Kokutse AD, Novigno SK, Kokou K (2010a) Étude de la dynamique des peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus* Poir.(Fabaceae) surexploités au Togo Bois et Forêts des Tropiques 306:45-55
- Adjonou K, Ali N, Kokutse AD, Segla KN, Kokou K (2010b) Étude de la dynamique des peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus* Poir. (Fabaceae) surexploités au Togo BFT 306:45-55
- Adjossou K (2009) Diversité, structure et dynamique de la végétation dans les fragments de forêts humides du Togo: les enjeux pour la conservation de la biodiversité. Th. Doct., Université de Lomé, Togo

- Adjossou K, Kokou K Forest flora of the sub-humid mountainous zone of Togo (West Africa). In: van der Burgt X, van der Maesen J, Onana J (eds) The 18th AETFAT Congress, Yaoundé, Cameroun, 26 February to 2 March 2007 2009. Royal Botanic Gardens, Kew, 615-624
- Akpagana K, Bouchet P (1994) Etat actuel des connaissances sur la flore et la végétation du Togo Acta botanica gallica 141:367-372 doi:10.1080/12538078.1994.10515170
- Atakpama W et al. (2012) Ethnobotanical knowledge of *Sterculia setigera* Del. in the Sudanian zone of Togo (West Africa) ISRN Botany 2012:8 p doi:https://dx.doi.org/10.5402/2012/723157
- Avocèvou-Ayisso C, Avohou TH, Oumorou M, Dossou G, Sinsin B (2011) Ethnobotany of *Pentadesma butyracea* in Benin: A quantitative approach Ethnobotany Research & Applications 9:151-166 doi:www.ethnobotanyjournal.org/vol9/i1547-3465-09-151.pdf
- Avocèvou-Ayisso C, Sinsin B, Adégbidi A, Dossou G, Van Damme P (2009) Sustainable use of non-timber forest products: Impact of fruit harvesting on *Pentadesma butyracea* regeneration and financial analysis of its products trade in Benin For Ecol Manag 257:1930-1938 doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2009.01.043>
- Bigma B, Woegan Y, A, Bawa A, Diwediga B, Koumantiga D, Wala K, Akpagana K, 2022. Ceintures vertes villageoises de la préfecture de l'Avé au Togo (Afrique de l'ouest): Diversité floristique, menaces et modes de gestion. *Rev. Écosystèmes Paysages*, 2(1): 42-54.
- Camara Y (1997) Effet du raccourcissement du temps de jachère sur la régénération de *Pterocarpus erinaceus* en Haute Casamance (Sénégal)
- DGSCN (2022) Recensement générale de la population et de l'habitat (du 23 octobre au 16 novembre 2022). Résultats définitifs. Togo: République Togolaise/Ministère de la Planification, du Développement et de la Coopération, 88 p.
- Dourma M et al. (2012) Typologie, caractéristiques structurales et dynamique des faciès forestiers fragiles à *Isoberlinia* spp. en vue de leur gestion au Togo Bois et forêts des tropiques 313:19-34
- FAO (2001) Evaluation des ressources forestières mondiales 2000. Rapport principal, Etude FAO Forêts 140, Rome, 466 P.
- Folega F, Ekoungoulou R, Wala K, Akpagana K (2022) Diversité structurale des ligneux en lien avec l'utilisation des terres en paysage du socle éburnéen au Togo Ann Rech For Algerie 12: 07-25 doi:https://www.asjp.cerist.dz/index.php/en/downArticle/592/12/1/182826
- Gaoue O, G., Ticktin T (2007) Patterns of harvesting foliage and bark from the multipurpose tree *Khaya senegalensis* in Benin: variation across ecological regions and its impacts on population structure Biological Conservation 137, 424-436
- Glèlè K, 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
- Issa I (2012) Structure, distribution et exploitation de *Khaya senegalensis* (desr.) A. Juss. (meliaceae) sur les monts Défalé (préfecture de Doufelgou). Univ. Lomé (Togo), 58 p.
- Issa I, Wala K, Dourma M, Atakpama W, Kanda M, Akpagana K (2018) Valeur ethnobotanique de l'espèce, *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss (meliaceae) auprès des populations riveraines de la chaîne de l'Atacora au Togo Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires 6: 64-72 doi:https://agrimaroc.org/index.php/Actes_IAVH2/article/view/512
- Kaïna A, Dourma M, Diwediga B, Folega F, Wala K, Akpagana K (2021) Analyse systémique des modèles de production de bois énergie dans la Région Centrale du Togo, Afrique de l'Ouest Afrique SCIENCE 19:151-161
- Kébenzikato AB et al. (2015) Connaissances ethnobotaniques du baobab (*Adansonia digitata* L.) au Togo Biotechnol Agron Soc Environ 19: 246-260
- Kombate B, Dourma M, Folega F, Woegan AY, Wala K, Akpagana K (2020) Diversité floristique et caractérisation structurale des formations boisées du domaine Soudano-Guinéen au Centre du Togo Afrique SCIENCE 17:29-43
- Kounétsron K, Seddoh F, K. (1978) Altération des roches basiques du Mont Agou au Togo. Paper presented at the Ile conf. Biennale ASOA-WASA,
- Lamouroux M (1969) Note explicative N 34 : Carte pédologique du Togo au 1/1.000.000. Paris, France: ORSTOM
- Loupe D, Koua M, Coulibaly A (1994) Tarifs de cubage pour *Pterocarpus erinaceus* Poir. en Forêt de Badéno (Nord Côte d'Ivoire). Abidjan, Côte d'Ivoire Idefor/Cirad-Forêt:30 p.
- Natta K, Adomou A, C. , Tchabi V, I. , Sogbegnon A, R. , Mensah G, A. , Sinsin B, A. (2011) Inventaire, typologie et structure des populations naturelles de *Pentadesma butyracea* (Clusiaceae) de la chaîne de l'Atacora au Nord-Ouest du Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin 70:10-24
- Nikiema A, Pasternak D (2008) *Khaya senegalensis* (Desr.) A.Juss. . In: PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale). 43-56.

- Oosterhoorn M, Kapelle M (2000) Vegetation structure and composition along an interior-edge-exterior gradient in a Costa Rican montane cloud forest. *Forest Ecology and Management* 3: 291-307
- Ouédraogo A, Thiombiano A, Hahn-Hadjali K, Guinko S (2006) Diagnostic de l'état de dégradation des peuplements de quatre espèces ligneuses en zone soudanienne du Burkina Faso *Sécheresse* 17: 485-491
- Petit S, Mallet B (2001) L'émondage d'arbres fourragers : détail d'une pratique pastorale. *Bois et Forêts des Tropiques*, 270: 35-45
- Samarou M, Atakpama W, Folega F, Dourma M, Wala K, Batawila K, Akpagana K, 2022. Caractérisation écologique et structurale des parcs à tamarinier (*Tamarindus indica* L., Fabaceae) dans la zone soudanienne du Togo (Afrique de l'Ouest). *Rev. Écosystèmes et Paysages*, 1: 109-125.
- Segla K N, Kokutse AD, Adjonou K, Langbour P, Chaix G, Guibal D, Kokou K (2015) Caractéristiques biophysiques du bois de *Pterocarpus erinaceus* (Poir.) en zones guinéenne et soudanienne au Togo *Bois & forêts des tropiques* 324: 51-64
- Sinsin B, O., Eyog Matig AE, Assogbadjo O, Gaoué T, Sinadouwirou T (2004) Dendrometrics characteristics as indicators of pressure of *Azelia africana* Sm. trees dynamics in different climatic zones of Benin *Biodiversity and Conservation*, 13: 1555-1570
- Sokpon N, Biaou SH, 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: 45-57
- Sokpon N, Ouinsavi C (2004) Gestion des plantations de *Khaya senegalensis* au Bénin *Bois et Forêts Des Tropiques* 279: 37-46 doi:<https://revues.cirad.fr/index.php/BFT/article/download/20247/20006>
- Sylvain J, P., Collar J, Aregba A, Godonou S (1986) Notice explicative de la carte géologique du Togo au 1/ 500 000 à Bur. Nat. Rech. Min. Lomé, Dir. Gén. Min. Géol.
- Taïrou M, S. (1995) Etude pétrographique et structurale d'un segment de la chaîne des Dahomeyides entre Sokodé et Bafilo (Région centrale). Université de Cocody, Côte d'Ivoire, 176 .
- Vanclay JK (2009) Trees diameter, height and stocking in even aged forest *Ann For Sci*, 66(702): 1-7