

Dynamique de l'approvisionnement en bois énergie et impacts sur les bassins de production dans la Commune Kozah 1, au Togo

Dynamics of fuelwood supply and impacts on production basins in the Kozah 1 Commune, Togo

Tsengle Hézouwè^{1,2*}, Kombate Bimare², Folega Fousséni², Kaina Ayéki², Dourma Marra², Batawila Komlan²

¹Centre d'Excellence Régional sur les Villes Durables en Afriques (CERVIDA-DOUNEDON), Université de Lomé (UL), 01 BP 1515, Lomé, Togo.

²Laboratoire de botanique et écologie végétale, Département de Botanique, Faculté des Sciences, Université de Lomé, Togo.

*Auteur correspondant : hezouwetsengle09@gmail.com

ORCDI des auteurs

Tsengle Hézouwè : <https://orcid.org/0009-0002-0483-7441>, Kombate Bimare : <https://orcid.org/0000-0002-1642-0451>, Folega Fousséni : <https://orcid.org/0000-0001-9097-3524>, Kaina Ayéki : <https://orcid.org/0009-0008-8686-2790>, Dourma Marra : <https://orcid.org/0000-0002-6864-9039>, Batawila Komlan : <https://orcid.org/0000-0003-2781-3063>

Comment citer l'article: Tsengle Hézouwè, Kombate Bimare, Folega Fousséni, Kaina Ayéki, Dourma Marra, Batawila Komlan (2025). Dynamique de l'approvisionnement en bois énergie et impacts sur les bassins de production dans la commune Kozah 1, au Togo. *Revue Écosystèmes et Paysages*, 5(1), 1-14, e-ISSN (Online) : 2790-3230

doi: <https://doi.org/10.59384/recopays.tg5131>

Reçu : 30 mars 2025

Accepté : 15 juin 2025

Publié : 30 juin 2025



Copyright: Published under a Creative Commons Attribution (CC-BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Résumé

L'utilisation intensive des ressources ligneuses pour les besoins énergétiques domestiques, notamment la cuisson, exerce une forte pression sur les écosystèmes forestiers, tant en milieu rural qu'urbain. Cette pression, exacerbée par les effets du changement climatique, entraîne une déforestation accélérée et une perte de biodiversité. La présente étude a pour objectif de contribuer à une gestion durable de la filière bois-énergie dans la Commune Kozah 1 au Togo. Plus spécifiquement, elle vise à caractériser la filière bois-énergie dans la Commune Kozah 1, ainsi qu'à évaluer les impacts environnementaux liés à la production de bois-énergie dans les zones d'approvisionnement. L'étude s'appuie sur des enquêtes réalisées auprès de 196 acteurs (31 commerçants, 153 consommateurs et 12 producteurs), ainsi que sur des inventaires floristiques et forestiers menés dans 51 placettes situées dans les bassins de production. L'utilisation d'un GPS a permis de cartographier ces bassins. Les résultats indiquent une consommation annuelle de charbon de bois estimée à 144 kg par habitant. Face à la raréfaction des ressources ligneuses locales, la commune étend sa zone de prélèvement à des localités voisines. La préférence pour le bois vert, plus rentable économiquement, accentue la pression sur les espèces forestières. Les espèces les plus exploitées sont *Terminalia laxiflora*, *Anogeissus leiocarpa*, *Pterocarpus erinaceus*, *Detarium microcarpum* et *Acacia polyacantha*. Ces espèces présentent une baisse significative de densité dans les bassins de production, ce qui compromet leur régénération naturelle et altère la structure et la composition des formations végétales. Pour garantir la durabilité de cette filière, l'étude suggère l'adoption des pratiques agroforestières, mieux adaptées au contexte écologique actuel et plus résilientes face au changement climatique. Ces pratiques représentent une alternative viable pour préserver les ressources ligneuses et maintenir les services écologiques associés.

Mots clés : Forêt, cuisson, bois énergie, dégradation de l'environnement, Kozah, Togo

Abstract

The intensive use of wood resources for domestic energy needs, particularly cooking, puts significant pressure on forest ecosystems in both rural and urban areas. This pressure, exacerbated by the effects of climate change, is leading to accelerated deforestation and loss of biodiversity. This study aims to contribute to sustainable management of the wood energy sector in the Kozah 1 Commune in Togo. More specifically, it aims to characterize the wood energy sector in the Kozah 1 Commune, as well as to assess the environmental impacts related to wood energy production in supply areas. The study is based on surveys conducted with 196 stakeholders (31 traders, 153 consumers and 12 producers), as well as on floristic and forest inventories conducted in 51 plots located in the production basins. The use of a GPS made it possible to map these basins. The results indicate annual charcoal consumption is estimated at 144 kg per inhabitant. Faced with the scarcity of local wood resources, the municipality is extending its harvesting area to neighboring localities. The preference for green wood, which is more economically profitable, increases the pressure on forest species. The most exploited species are *Terminalia laxiflora*, *Anogeissus leiocarpa*, *Pterocarpus erinaceus*, *Detarium microcarpum* and *Acacia polyacantha*. These species show a significant decline in density in production basins, which compromises their natural regeneration and alters the structure and composition of plant formations. To ensure the sustainability of this sector, the study suggests the adoption of agroforestry practices, better adapted to the current ecological context and more resilient to climate change. These practices represent a viable alternative for preserving wood resources and maintaining associated ecological services.

Keywords: Forest, cooking, fuelwood, environmental degradation, Kozah, Togo

1. Introduction

L'énergie est un élément indispensable pour le développement social et économique des peuples (Kaunda 2013). Toute activité nécessite l'utilisation de l'énergie notamment pour les besoins domestiques tels que la cuisson et le chauffage. Selon Kouadio (2019) et Bichat and Mathis (2013), l'énergie est l'une des clés pour assurer un développement économique et social, car elle est nécessaire à toute activité humaine et indispensable à la satisfaction des besoins quotidiens. Cependant, à l'échelle mondiale et plus particulièrement dans les zones urbaines, l'accès à l'énergie de cuisson dans les ménages devient de plus en plus difficile (Labussière and Nadaï 2015). Selon ces mêmes auteurs, les énergies fossiles deviennent de plus en plus coûteuses et rares. Les difficultés économiques et financières des sociétés associées à la pression démographique ne permettent pas aux populations urbaines d'assurer leur approvisionnement en énergie de cuisson. En conséquence, les populations se tournent massivement vers le bois énergie qui pourtant devrait être géré durablement pour contribuer à la protection de l'environnement.

En Afrique subsaharienne, le bois énergie rentre à plus de 80% dans la consommation des ménages (Kaoura 2018; Kouadio 2019). L'usage du bois énergie comme source d'énergie domestique s'explique non par choix, mais par nécessité économique et d'accessibilité. Le combustible ligneux reste le plus accessible et économiquement viable pour les ménages en milieu rural ou urbain. Il joue un rôle fondamental dans la vie des populations surtout les plus vulnérables. Il est devenu ainsi, une alternative énergétique dans les pays en voie de développement (Kaina et al. 2021; Kambale et al. 2016). Durant les dernières décennies, la demande en bois énergie dans les villes africaines a connu une augmentation considérable due à la croissance démographique rapide et au faible pouvoir d'achat (Segbefia 2019). Dans ce contexte, Dianka (2001) estime que si l'accès à l'énergie moderne devient de plus en plus difficile dans les villes africaines, les populations recourront massivement à la biomasse-énergie. Cette demande croissante n'est pas sans conséquence sur les ressources environnementales. Le rapport de la (FAO 2022), indique que l'Afrique a connu les déforestations les plus fortes sur la période 2000-2018 avec plus de 49 millions d'hectares de forêts soit 2,7 millions par an. L'approvisionnement en bois énergie à la ville est considéré comme l'une des causes importantes de la déforestation (MERF 2018).

Au Togo, à l'instar des pays d'Afrique subsaharienne, les villes connaissent une dynamique spatiale très importante (Marguerat 1993). Cette dynamique a des conséquences néfastes sur les écosystèmes naturels urbains ou périurbains. Les ressources en biomasse disponibles dans les zones urbaines sont devenues insuffisantes pour répondre à la demande des citoyens. De ce fait, les populations urbaines sont approvisionnées par les localités environnantes. Au Togo, 80% des produits ligneux (bois et charbon de bois) entrent dans la satisfaction des besoins énergétiques des populations urbaines (DGE 2009). Cette forte demande du bois énergie dans les villes du Togo, constitue une menace sur les écosystèmes forestiers (Kaina et al. 2023). Les surfaces forestières du Togo connaissent un recul important durant les 25 dernières années. Ainsi, le taux de déforestation est passé de 3,4 à 5,8% par an (Dansoip 2023). La perte du couvert végétal liée à l'approvisionnement en bois énergie au Togo se traduit par une importante dégradation de l'environnement et la perturbation des écosystèmes, l'épuisement des ressources naturelles, l'érosion des sols, la perte de la biodiversité, le réchauffement climatique, etc. (MERF 2011).

La Commune Kozah 1 dans la partie septentrionale du pays n'est pas épargnée par cette situation. L'usage du bois énergie est courant dans les ménages. Malgré les mesures énergétiques prises par les acteurs de la protection de l'environnement, la population locale exercerait une forte pression sur les ressources ligneuses à vocation bois énergie. Il convient alors d'interroger les conséquences écologiques de cette demande sur la vulnérabilité des écosystèmes, notamment dans les bassins de production forestiers.

Dans ce contexte, il est impératif de placer les combustibles ligneux (bois de feu et charbon de bois) au cœur des politiques de préservation de l'environnement. Cela implique une connaissance approfondie des zones d'approvisionnement, une identification des acteurs de la filière, et une réflexion sur l'utilisation rationnelle des ressources ligneuses disponibles (Kaina et al. 2020; Kouadio 2019). C'est dans cette perspective que s'inscrit la présente étude, intitulée : « Dynamique de l'approvisionnement en bois énergie et impacts sur les bassins de production dans la Commune Kozah 1, au Togo ». L'objectif est d'approfondir la compréhension du fonctionnement de la filière bois-énergie et d'évaluer les conséquences environnementales de l'approvisionnement sur les bassins de production.

2. Méthode

2.1 Milieu d'étude

La Commune Kozah 1 est située dans la région septentrionale du Togo, plus précisément dans la préfecture de la Kozah, dont elle constitue l'une des quatre subdivisions administratives. Elle s'étend entre les coordonnées géographiques 1°08'24" et 1°19'18" de longitude Est, et 9°29'24" et 9°42'00" de latitude Nord. La commune se trouve à une distance de plus de 400 kilomètres au nord de Lomé, la capitale du pays. Elle est limitée au Nord-Ouest par la Commune Kozah 2, au Nord-Est par celle de Binah 1, à l'Est par la Commune de Binah 2 et au Sud et à l'Ouest par la Commune Kozah 3. Elle est composée de quatre (04) cantons à savoir : Lama, Lassa, Soumdina et Landa (Figure 1). La commune s'étend sur une superficie de 214 Km². Elle jouit d'un climat tropical de type soudanien à deux saisons fortement influencées par la présence de hautes terres, notamment le massif Kabyè. Les précipitations annuelles moyennes se situent entre 738,28 mm et 1103,37 mm. La température annuelle moyenne de la zone d'étude est de 25,25°C. La végétation naturelle de Kozah 1 est essentiellement formée de savanes, mais aussi de forêts sèches et de parcs agroforestiers. Les forêts galeries occupent essentiellement les versants et sommets des montagnes et certaines collines difficiles à exploiter pour l'agriculture (PDC-KOZAH1 2023). La Commune Kozah 1 est traversée par une seule rivière appelée « rivière Kara » qui a des débits très variables au cours de l'année. En saison pluvieuse, ils peuvent atteindre 600 m³/s et en saison sèche ces débits sont très faibles, voire nuls. La zone d'étude compte actuellement une population de 193 625 habitants (INSEED 2022).

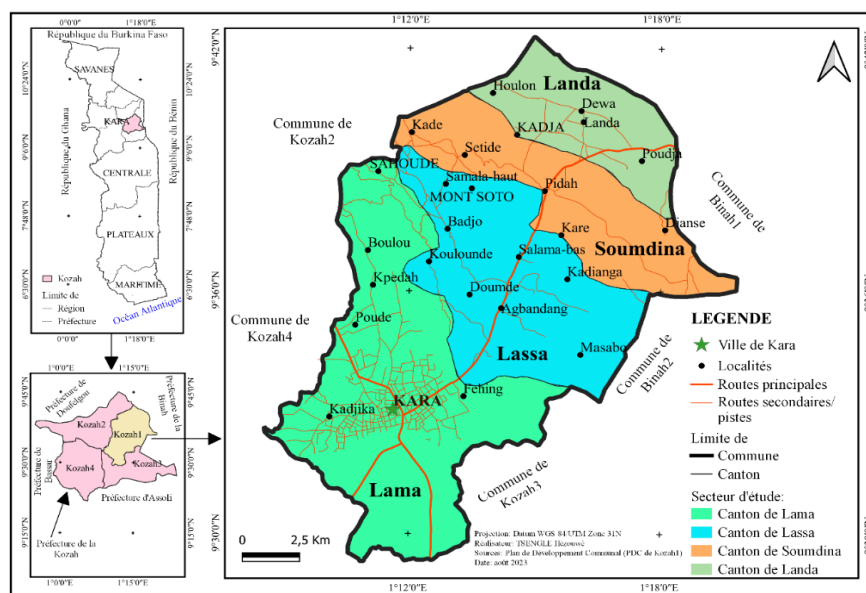


Figure 1. Localisation de la Commune de Kozah 1 dans la préfecture de la Kozah au Togo

2.2 Collecte des données

2.2.1 Enquêtes ethnobotaniques

Afin de mieux appréhender la filière bois-énergie dans la Commune Kozah 1, une collecte de données a été réalisée à travers des enquêtes ethnobotaniques et socio-économiques. L'échantillon enquêté se compose de 196 individus, répartis entre 31 commerçants, 153 consommateurs et 12 producteurs de bois-énergie. Les données ont été recueillies à l'aide de questionnaires structurés, élaborés et administrés via le logiciel Kobo Collect®. Ces questionnaires ont permis de collecter des informations clés telles que les zones d'approvisionnement en bois-énergie, les espèces ligneuses les plus utilisées, la fréquence de consommation, entre autres (Juhé-Beaulaton 2020).

La taille de l'échantillon a été déterminée à l'aide de la formule de Dagnelie (1998), afin d'assurer la représentativité statistique de l'échantillonnage. Une proportion estimée de 0,5 a été retenue par défaut, en l'absence de données précises sur la population cible. La population totale de référence est de 193 625 habitants (INSEED 2022), avec un niveau de confiance fixé à 1,96.

Les enquêtés ont été sélectionnés de manière aléatoire parmi les individus âgés de 20 ans et plus. En complément, la méthode d'échantillonnage « boule de neige » a été utilisée, en raison de l'absence de registre exhaustif des acteurs de la filière. Cette méthode consiste à identifier un premier répondant, qui oriente ensuite l'enquêteur vers d'autres acteurs. L'enquête est poursuivie jusqu'à saturation des informations, c'est-à-dire lorsque les réponses deviennent redondantes (Wilhelm, 2014).

2.2.2 Données dendrométriques

Les inventaires floristiques et forestiers ont été réalisés dans tous les bassins de production du bois énergie pour la Commune Kozah 1 pour évaluer les impacts liés à la production du bois énergie. Les relevés forestiers ont été installés dans la placette de 30 m x 30 m pour les savanes et les forêts et 50 m x 50 m pour les champs et les jachères. L'inventaire forestier a consisté à relever toutes les espèces ligneuses dont la circonférence à hauteur de poitrine (DBH) supérieure ou égale 30 cm en utilisant le ruban mètre dans 51 placettes en suivant les indices de production du bois énergie (meules du charbon de bois, souche, arbres fumés). Les paramètres dendrométriques comme circonférence, diamètre souche et hauteur totale ont été relevés (Dourma et al. 2009; Staub 2019).

2.2.3 Données cartographiques

L'approche cartographique a permis de localiser et de représenter spatialement les circuits d'approvisionnement ainsi que les zones de production du bois-énergie dans la Commune Kozah 1. Cette cartographie a été réalisée grâce au relevé des coordonnées géographiques à l'aide d'un GPS. Les données ainsi collectées ont permis de produire des cartes précises des zones de prélèvement et des itinéraires de distribution. Par ailleurs, les coordonnées des sites d'inventaire forestier ont également été enregistrées, facilitant la réalisation d'une carte des placettes d'inventaire et la visualisation de leur répartition au sein des bassins de production.

2.2.4. Analyse des données

Les informations recueillies à l'aide du logiciel Kobo Collect® au cours des enquêtes ont été exportées dans le tableur Microsoft Excel® 2021. Ce tableur a été utilisé pour calculer les taux d'informations et la construction des graphes pour des analyses. Par ailleurs, les taux de réponse par variable sont calculés selon la formule suivante utilisée par Panla (2020) :

$$F = \frac{ni}{N} * 100$$

Avec n_i , le nombre de personnes ayant fourni une réponse i et N , le nombre total des personnes enquêtées.

Les coordonnées géographiques des sites de production sont traitées à l'aide du logiciel ArcGIS 10.5® et QGIS 3.16®. Les données dendrométriques ont été saisies dans le tableur Excel sous forme d'une matrice « relevés x espèces » pour le traitement. Elles ont ensuite été soumises à des analyses multivariées, dont la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) de relevés selon la méthode de Ward à l'aide du logiciel Community Analysis Package® (CAP). Les paramètres dendrométriques tels que la densité de pieds à l'hectare (D), la hauteur moyenne (H_m), le diamètre moyen (D_m) et la surface terrière (G_i) et floristiques ont été calculés selon les formules suivantes (Nguemte et al. 2017).

Richesse spécifique S = nombre d'espèces	$Rs = S$
Densité de pieds/ha (D) Avec n , le nombre de pieds, s est la surface des relevés.	$D = \frac{n}{S} \times 0,001$
Diamètre moyen (D_m) Avec n , le nombre de pieds et d_i le diamètre de l'arbre i	$D_m = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2 \right)^{\frac{1}{2}}$
Hauteur moyenne de Lorey (HL) g_i et h_i sont respectivement la surface terrière et la hauteur de l'arbre i	$H = \frac{\sum_{i=1}^n g_i h_i}{\sum_{i=1}^n g_i}$
Surface terrière (G) des ligneux	$G = \frac{\pi}{4S} \sum_{i=1}^n d_i^2$

Avec d_i , le diamètre des arbres du groupe ; s , la surface du groupe (m^2).

Ces calculs ont permis de construire les histogrammes de la distribution des classes de diamètres et hauteurs à base du logiciel Minitab en suivant le coefficient de forme de Weibull pour l'analyse structurale démographique des formations des groupes étudiés afin d'évaluer les impacts liés à la production du bois énergie pour la Commune Kozah 1.

3. Résultats

3.1. Caractéristiques de la filière bois énergie dans la Commune Kozah 1

➤ Connaissance des bassins de production du bois énergie

L'analyse des données des enquêtes indique que 76 % des consommateurs interrogés déclarent connaître les bassins de production du bois-énergie, contre 24 % qui en sont non informés. Du côté des commerçants, cette proportion s'élève à 96 %, témoignant d'un niveau de connaissance particulièrement élevé au sein de ce groupe d'acteurs. Ce taux élevé de familiarité avec les zones d'approvisionnement a contribué à l'identification précise des principaux bassins de production du bois-énergie dans la Commune de Kozah 1.

➤ Localités à forte production du bois énergie

Les informations recueillies lors des enquêtes ont montré que la Commune Kozah 1 est plus consommatrice du bois énergie que productrice. Selon le nombre de citations des localités d'approvisionnement par les ménages, les commerçants et les agents de la protection de l'environnement (forestiers et ONG), 84% du bois énergie utilisée dans la commune viennent des communes environnantes. Seuls 16% du bois énergie sont produits dans la commune (Figure 2).

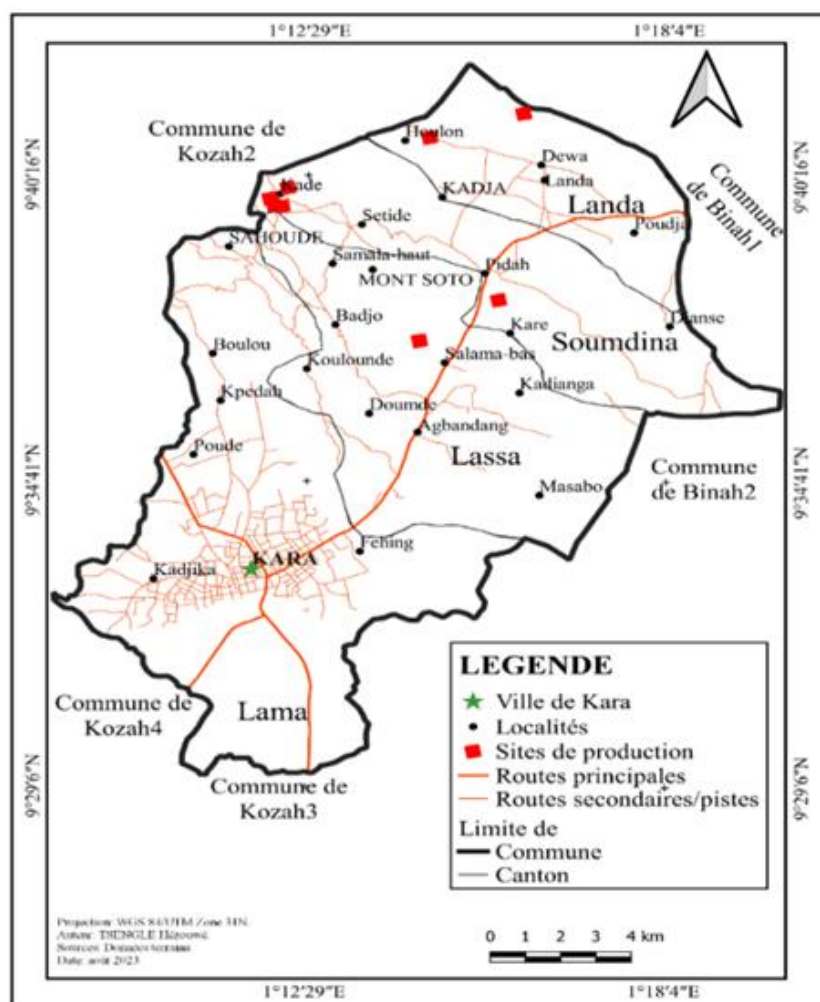


Figure 2. Répartition des sites de production du bois énergie dans la Commune Kozah 1

Les données recueillies lors des enquêtes ont permis de classer les localités d'approvisionnement du bois énergie à la Commune Kozah 1 selon le nombre de citations. Les résultats montrent que les localités à forte production du bois énergie pour la Commune Kozah 1 sont : Kétao, Nomon, Kpessidè, Sarakawa, Sanda Afohou. Les localités à très faible production du bois énergie sont Broukou, Abouda, Aléhérédè, Awandjélo et Nadouta (Figure 3).

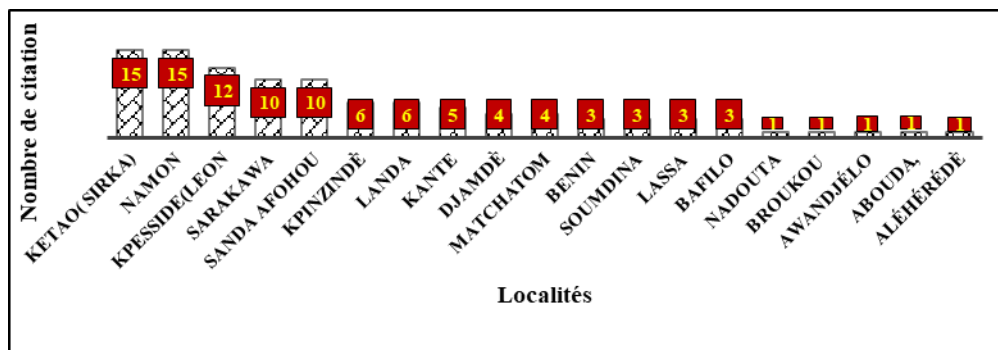


Figure 3. Nombre de citations des localités d'approvisionnement du bois énergie à la Commune Kozah 1

Le nombre de citations des localités d'approvisionnement ont permis d'analyser le flux du bois énergie dans la Commune Kozah 1 et les autres communes environnantes (Figure 4).

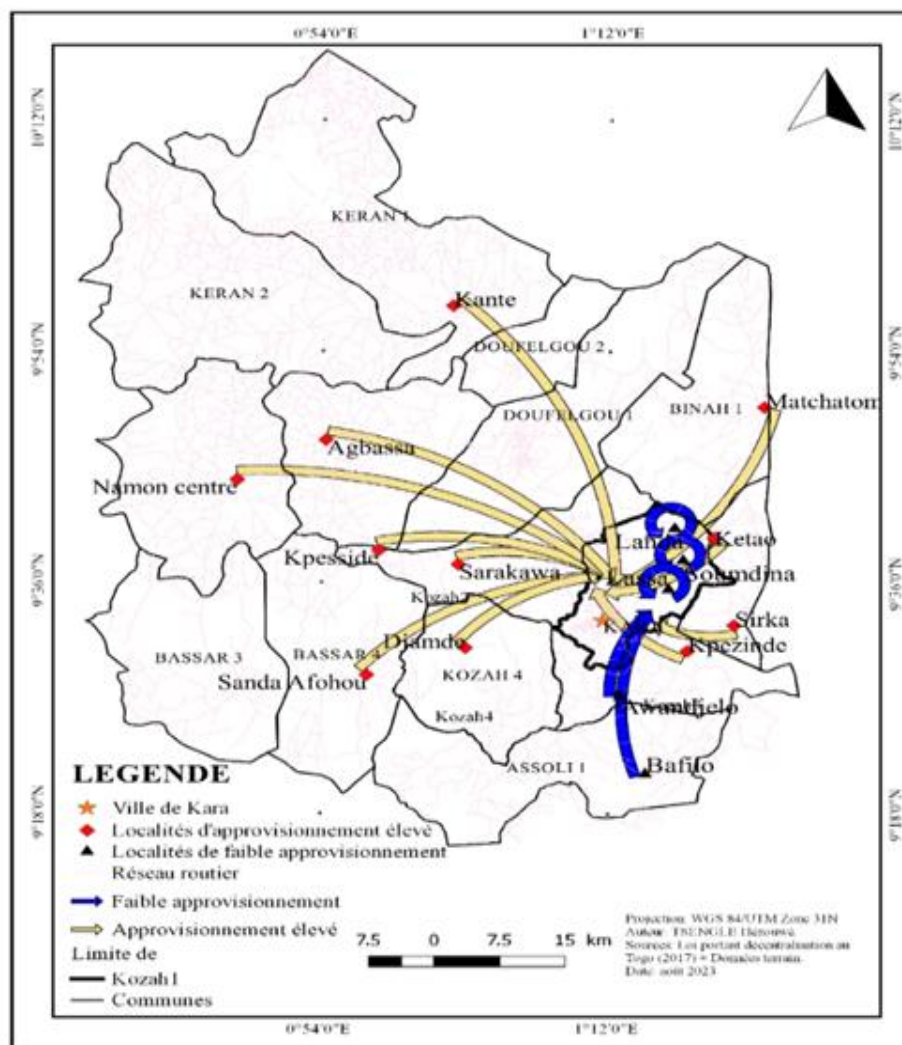


Figure 4. Itinéraires et sites de provenance du bois énergie d'approvisionnement de la Commune Kozah 1

➤ Consommation annuelle du charbon de bois par habitant dans la Commune Kozah 1

Les statistiques des résultats des enquêtes montrent que la consommation annuelle du charbon de bois par habitant est estimée à 144 kg soit 0,144 tonne (tableau 1). La consommation totale du charbon de bois annuel de la commune est estimée à 27882000 kg soit 27882 tonnes. La quantité de bois utilisée pour produire le charbon de bois pour la commune est estimée à 167292 tonnes par an.

Tableau 1. Quantité du charbon de bois consommée par an dans la Commune Kozah 1

Combustible	Quantité/hbts/an (kg)	Quantité/hbts/an (t)	Quantité totale/an (kg)	Quantité totale/an (t)	Quantité de bois utilisée/an (t)
Charbon de bois	144	0,144	27882000	27882	167292

➤ Combustibles utilisés dans les ménages et fréquences d'utilisation du bois énergie dans la Commune Kozah 1

L'une des raisons de la forte demande du bois énergie est le choix du combustible. Plus de 37% des ménages utilisent le charbon de bois, 24% utilisent le bois de feu et le charbon de bois, 25% utilisent le charbon de bois et le gaz butane, etc. (Figure 5).

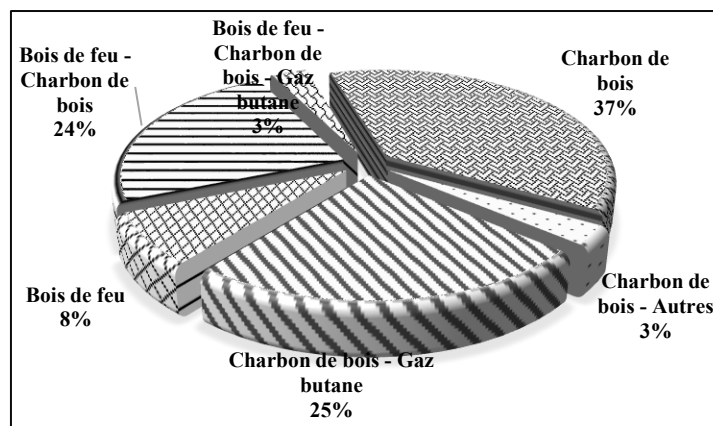


Figure 5. Répartition des combustibles utilisés dans la Commune Kozah 1

En ce qui concerne la fréquence d'utilisation quotidienne du bois énergie, 81% des ménages utilisent deux fois le bois de feu, 16 % des ménages utilisent trois fois le bois de feu et 3% des ménages utilisent plus de trois fois le bois de feu (Figure 6). Les résultats montrent également que 58% des ménages utilisent deux fois le charbon de bois dans la journée, 36% le font trois fois et 5% plus de trois fois (Figure 7).

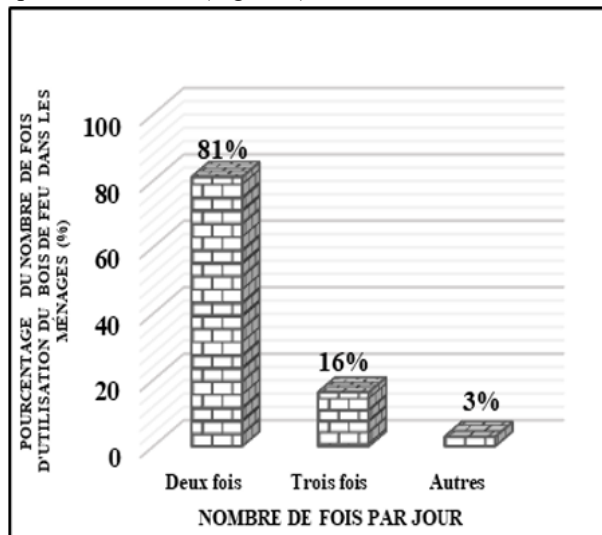


Figure 6. Fréquences d'utilisation du bois de feu par jour dans les ménages

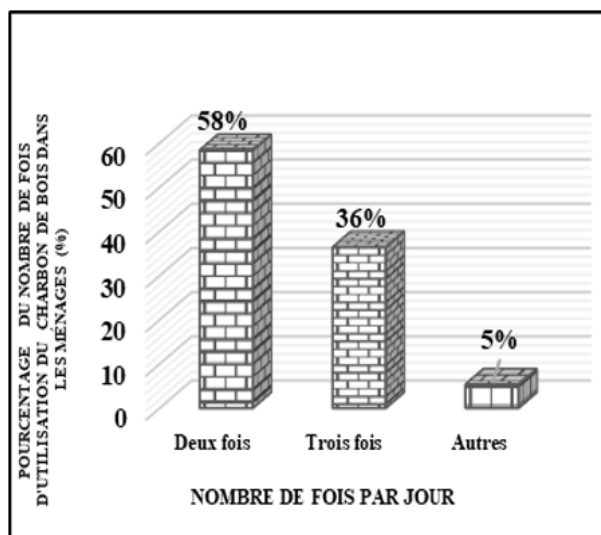


Figure 7. Fréquences d'utilisation du charbon de bois par jour dans les ménages

➤ Combustibles les plus utilisés et types de foyers utilisés dans les ménages

Le charbon de bois est plus utilisé (80%), suivi du bois de feu (14 %) et vient en troisième position le gaz butane (5%). Selon les résultats de l'enquête, l'utilisation des foyers améliorés reste encore très faible dans la Commune Kozah 1. Les résultats révèlent que 76% des ménages utilisent encore les foyers traditionnels peu améliorés fabriqués à base de l'argile par les bonnes dames et en acier par les soudeurs. Seuls 24 % des ménages utilisent les foyers améliorés communément appelés Asuto.

➤ Perceptions de la population sur la satisfaction et la continuité de l'usage du bois énergie

Les résultats des enquêtes ont montré que 75% des ménages ne trouvent pas de satisfaction dans l'utilisation du bois énergie en termes de qualité. Cela se traduit par la rareté des ligneux appropriés pour la production du bois énergie. En outre, 83% des ménages expriment l'accès difficile du bois énergie parfois. Malgré ces difficultés liées à l'accès du bois énergie, 92% des ménages souhaitent poursuivre l'utilisation du bois énergie pour des raisons économiques, car le coût du gaz butane est très élevé. Seuls 8% des ménages évoquent les difficultés liées à l'utilisation du bois énergie en l'occurrence la non-rapidité d'utilisation du combustible. Pour les producteurs, 75% ne sont pas prêts à abandonner la production du bois énergie, car elle constitue

leur source de revenus. Seuls 25% des producteurs décident d’abandonner l’activité pour des raisons pénibles et la rareté de la ligneuse à vocation bois énergie.

➤ **Type de bois utilisé pour la production du combustible ligneux et les lieux d’exploitation du bois énergie**
Selon les enquêtes, le bois vivant est plus exploité (67%) pour le bois énergie surtout dans la fabrication du charbon de bois. Pour la production du bois énergie, les producteurs exploitent du bois vivant et mort dans les formations végétales suivantes : champs et jachères (25%), formations naturelles (58%), plantations (17%).

➤ **Modes de prélèvement du bois énergie et gestion des sites de production**
La coupe anarchique ou mal organisée est le mode dominant du prélèvement du bois énergie. Ainsi, 67% des prélèvements se font de façon anarchique. Seuls 33% le font de façon sélective. Cela s’explique par le non-respect des règles de prélèvement des ressources ligneuses et l’insuffisance des actions des agents de la protection de l’environnement. Par exemple, les patrouilles organisées par les forestiers sont insuffisantes. Selon les données, le taux d’exploitation du bois énergie dans les plantations est faible, car les actions des producteurs et des consommateurs en matière du reboisement à vocation bois énergie est faible. Seuls 25% des producteurs mènent des actions de reboisement contre 75% qui ne mènent aucune action de reboisement. Au niveau des consommateurs, seuls 22% mènent des actions de reboisement contre 78% sans action de reboisement.

➤ **Espèces ligneuses à vocation bois énergie identifiées pour le reboisement**
Selon les enquêtes auprès des populations locales, les espèces ligneuses dans le tableau ci-dessous (Tableau 2) sont proposées pour des actions de reboisement à cause de leur pouvoir calorifique très élevé pour la cuisson.

Tableau 2. Liste des espèces identifiées pour les actions de reboisement à vocation bois énergie

NOMS VERNACULAIRE	Tangulou (kabyè)	Tém (kabyè)	Tchingli (kabyè)	Kolouwa (kabyè)	Kiri (kabyè)	Eucalyptus (kabyè)	Katandjila (kabyè)	Yrétéré (kabyè)	Tinkissémou (kabyè)	Sun (kabyè)	Djankolouwa (kabyè)
NOMS SCIENTIFIQUES	<i>Diospyros mespiliformis</i>	<i>Pterocarpus erinaceus</i>	<i>Burkea africana</i>	<i>Anogeissus leiocarpa</i>	<i>Azadirachta indica</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Detarium microcarpum</i>	<i>Pseudocedrela kotschyii</i>	<i>Crossopteryx febrifuga</i>	<i>Terminalia laxiflora</i>	<i>Bridelia ferruginea</i>
FAMILLE	Ebenaceae	Fabaceae	Fabaceae	Combretaceae	Meliaceae	Myrtaceae	Fabaceae	Meliaceae	Rubiaceae	Combretaceae	Phyllanthaceae

3.2 Impacts de la production du bois énergie sur les écosystèmes forestiers

➤ **Espèces ligneuses les plus exploitées dans les bassins de production du bois énergie pour la Commune Kozah 1**
De façon générale, les résultats des inventaires forestiers montrent que les espèces les plus exploitées dans les bassins de production du bois énergie sont : *Terminalia laxiflora* Engl (68%), *Anogeissus leiocarpa* (DC.) Guill. & Perr (47%), *Pterocarpus erinaceus* Poir (26%), *Detarium microcarpum* Guill. & Perr (23%), *Accacia polycantha* (21%). En revanche, les espèces comme *Vitellaria paradoxa* C.F.Gaertn (4%), *Senna siamea* (Lam.) H.S.Irwin & Barneby (11%), *Tectona grandis* (4%) sont faiblement exploitées pour des raisons agroforestières (Figure 8).

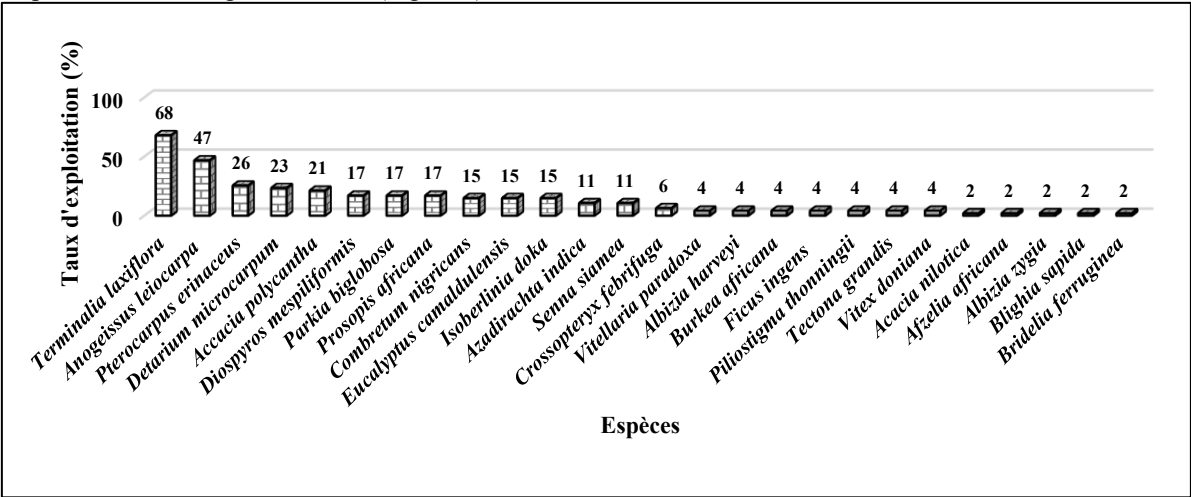


Figure 8. Taux d’exploitation des espèces dans les bassins de production du bois énergie

➤ **Typologie et caractérisation des groupes végétaux des bassins de production du bois énergie autour de la Commune Kozah 1**

La classification hiérarchique ascendante, des 51 relevés d'inventaire, réalisée à l'aide du logiciel CAP® (Community Analysis Package) à partir du modèle Ward a permis de discriminer trois (03) grands groupes de formations végétales dans les bassins d'approvisionnement étudiés au seuil de 23,5% de similarité. Le gradient d'anthropisation croissant (déterminant par la pertinence de la coupe du bois, le passage de feu de végétation, la présence des meules de fabrication de charbon de bois) et le gradient de conservation délibérée des espèces à vocation de bois énergie ou gradient de mode de gestion des parcelles (mise en défens, pratiques agroforestières, pratique de gestion de jachère, action de reboisement) sont les plus déterminants dans la répartition des relevés d'inventaires forestiers en fonction de leurs similitudes.

Du haut vers le bas du graphique les relevés d'inventaire forestier se répartissent suivant le degré d'anthropisation croissant des sites de production de bois énergie inventoriés. Cette répartition est faite contre le gradient de conservation délibérée des espèces à vocation de bois énergie. Il s'agit du haut vers le bas du graphique respectivement des groupes G1, G2 et G3 (Figure 9).

Le groupe G1 correspond aux relevés d'inventaires forestiers effectués dans des formations boisées plus ou moins fermées, moins anthropisées et généralement conservées. Ce sont des îlots de forêts sacrées denses sèches, de forêts claires, de savanes boisées, de savanes arborées et de forêts galeries). Le groupe G2 correspond aux formations boisées dégradées, ouvertes du fait de l'exploitation intensive des espèces ligneuses qui ont perdu leur statut forestier (savanes arbustives, savanes arborées). Le groupe G3 correspond aux formations anthropisées très ouvertes, mais avec une gestion efficace de conservation délibérée des espèces ligneuses (parcs agroforestiers, jachères, savanes boisées, jachères).

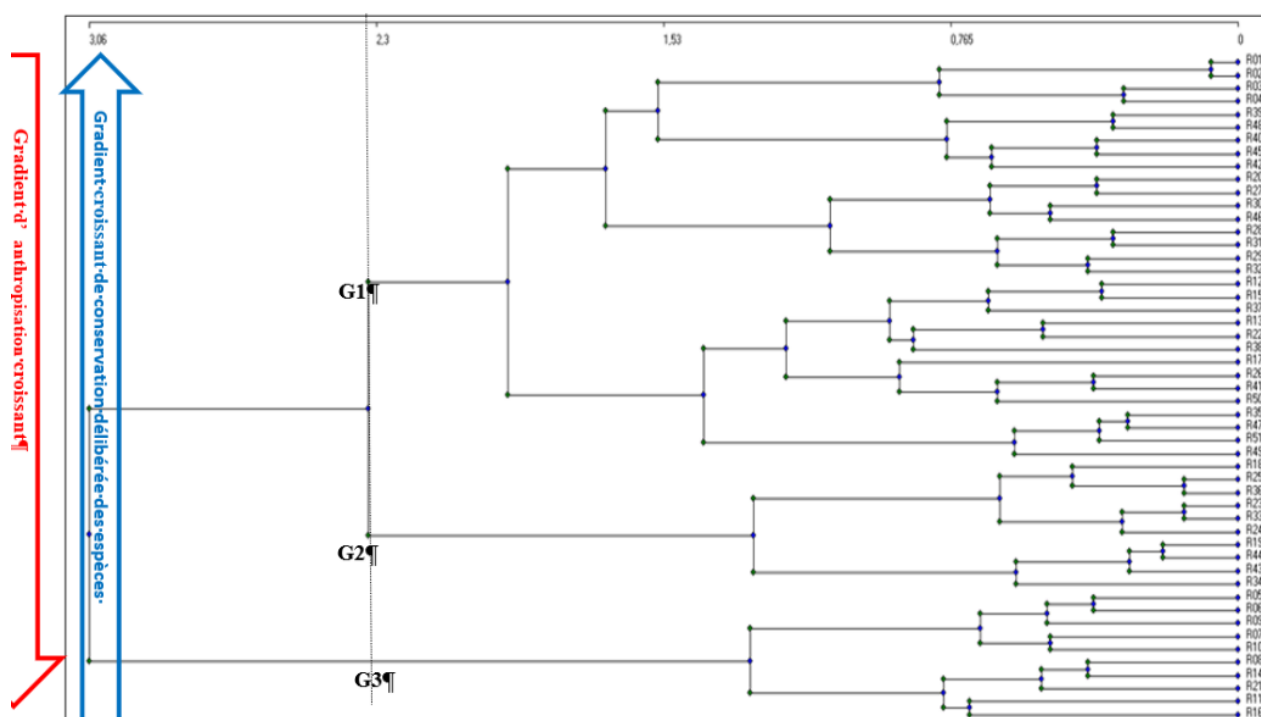


Figure 9. Dendrogramme de classification hiérarchique ascendante des relevés d'inventaire forestier sur la base de leur similarité floristique grâce méthode de Ward à l'aide du logiciel Community Analysis Package®

Source : Données de terrain, septembre 2023.

➤ Caractéristiques de la structure horizontale des groupes

Pour les groupes G1 et G3, c'est-à-dire figures 10a, 10b et 10c, la structure horizontale présente une structure en « L » avec le coefficient de forme de Weibull « c » ($c = 1$). Elle traduit ainsi, une forte représentativité des individus jeunes de diamètre de 10 à 20 cm. Par contre, on remarque une faible représentativité des tiges de diamètre 30 à 70 cm. La faible représentativité des tiges de diamètre 30 à 70 cm se traduit par le fait qu'elles sont plus exploitées pour le bois énergie. Pour le groupe G2 (Figure 10b), malgré une représentativité des individus jeunes de diamètre de 10 à 20 cm, ces derniers sont menacés, car ils ont une faible densité à l'hectare soit 25 pieds/ha.

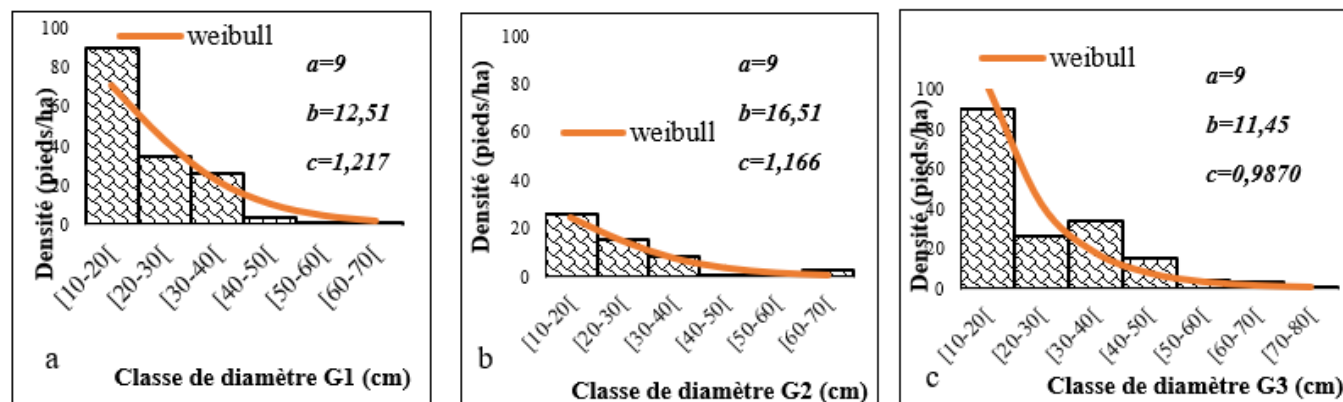


Figure 10. Distribution des tiges par classe de diamètre des groupes G1, G2 et G3 discriminés

➤ Caractéristiques de la structure verticale des groupes

La structure verticale des groupes G1, G2 et G3 présente une structure en « cloche » avec le coefficient de forme de Weibull « c » compris entre 2 et 3 ($2 < c < 3$). Elle traduit ainsi, une forte représentativité des individus jeunes de taille de 10 à 16 m (Figure 11a et c) tandis qu'observe une faible représentativité des individus de petite taille de 2 à 4 m, car la plupart de ces individus sont exploités pour le bois de feu. On observe une très faible représentativité des individus de grande taille de 18 à 30 m, car ils sont très exploités pour la production du bois énergie. Les formations du groupe G2 sont les plus exploitées (Figures 11b).

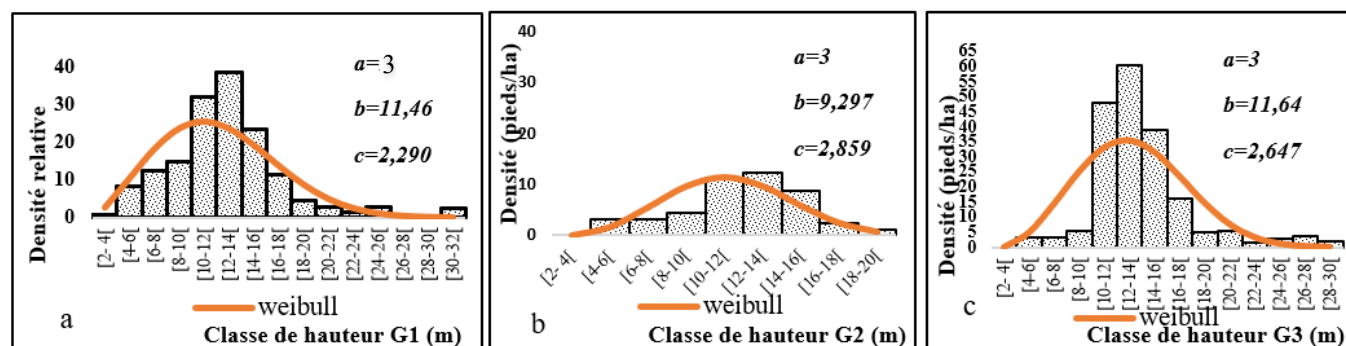


Figure 11. Distribution des tiges par classe de hauteur des groupes G1, G2 et G3

Source : Données de terrain, septembre 2022

4. Discussion

4.1. Caractérisation de la filière bois énergie dans la Commune Kozah 1 et les bassins de production

L'analyse des résultats des enquêtes a montré que la distribution des sites de production du bois énergie constitue un facteur inquiétant pour la gestion durable des bassins de production. Selon les enquêtes, 84% du bois énergie viennent d'autres communes environnantes. Seuls 16% du bois énergie sont produits dans la commune Kozah 1. Au total, 16 localités environnantes de la commune fournissent du bois énergie à la population pour sa consommation. La forte provenance du bois énergie des autres localités environnantes de la commune s'explique par la raréfaction de la ressource ligneuse à vocation bois énergie dans la commune. L'étude révèle qu'autrefois, l'approvisionnement du bois énergie se faisait aux environs de 5 km. En revanche, l'approvisionnement se fait à plus de 30 km voire 50 km aujourd'hui. Ce même constat a été effectué lors des travaux de Kaina et al. (2021) sur les bassins de production du bois énergie dans la région Centrale du Togo.

L'étude met également en évidence la vulnérabilité des ressources ligneuses destinées à la production de bois-énergie, en raison de la forte demande enregistrée dans la Commune de Kozah 1. Cette commune est l'une des grandes consommatrices du bois énergie en particulier le charbon de bois. Selon les statistiques des résultats des enquêtes, la consommation annuelle moyenne du charbon de bois par habitant est estimée à 144 kg soit 0,144 tonne. La consommation totale du charbon de bois annuel de la commune est estimée à 27882000 kg soit 27882 tonnes. Cette consommation du bois énergie s'explique par le faible niveau de

revenu de la population pour procurer les énergies fossiles de cuisson et les foyers plus améliorés. Ces résultats corroborent avec ceux de Segbefia (2019) portant sur le mode de consommation du bois énergie dans la ville de Lomé et ceux de Balomba et al. (2018) portant sur l'exploitation et la consommation du bois énergie dans la province de Kinshasa, du Kwango et du Kongo Centre. Par conséquent, la forte consommation du bois énergie constitue une menace à la biodiversité. Ces résultats ne corroborent pas ceux de Charpin et al. (2019) dans la capitale de Madagascar où la consommation annuelle moyenne du charbon de bois est de 104 kg par habitant. Cette différence pourrait être expliquée par la forte utilisation du combustible fossile et les foyers améliorés par la population à Antananarivo.

Selon les analyses des résultats, les modes d'exploitation du bois énergie dominant dans les bassins de production sont le mode indirect et direct ou les deux à la fois. Les 42% des producteurs pratiquent le mode indirect et direct, 42% des producteurs pratiquent le mode indirect et seuls 16% des producteurs pratiquent le mode direct. Le faible taux de production directe se traduit par la raréfaction des ressources ligneuses à vocation bois énergie dans leurs localités. Les populations n'ont plus de ressources sur leur terre. A cet effet, les producteurs étendent leurs aires de production sur d'autres localités environnantes. Par conséquent, on observe l'élargissement des aires de production du bois énergie (Kaina et al. 2018) et la réduction des puits de carbone comme Charpin et al. (2019), l'avaient relevé dans leurs études sur la caractérisation des filières bois-énergie et élaboration du schéma d'approvisionnement en bois-énergie de la région Analamanga, Madagascar.

Selon les enquêtes, le bois vert est plus exploité pour le bois énergie surtout dans la production du charbon de bois. Le bois vivant occupe 67% de la production contre 33% du bois mort. La forte utilisation du vert dans la production du charbon de bois s'explique par la recherche du rendement meilleur et la rareté du bois mort si ce n'est que dans les champs.

La gestion incontrôlée des ressources forestières dans les bassins de production du bois énergie pour la Commune Kozah 1 pourrait compromettre la pérennisation de filière. Les résultats de cette étude montrent que le taux de participation à la gestion durable des ressources à vocation bois énergie est faible. Seuls 25% des producteurs et 22% des consommateurs entreprennent des actions de reboisement. Plus 75% des producteurs et 78% des consommateurs ne posent aucune action de reboisement à vocation bois énergie. Le faible taux des actions du reboisement s'explique par des problèmes fonciers. La majorité des consommateurs et producteurs n'ont pas suffisamment de terres pour le reboisement. Comme autres raisons, les espèces locales à vocation bois énergie ne sont pas valorisées en matière de reboisement (Folega et al. 2023). La coupe anarchique est le mode dominant du prélèvement du bois énergie dans les bassins de production. Les 67% des prélèvements sont faits de façon anarchique. Seuls 33 % qui le font de façon sélective. Ces résultats sont similaires aux résultats de Kebyei et al. (2022) qui ont travaillé sur l'approvisionnement en bois énergie à N'Djamena où les résultats de leurs études montrent que les actions pour la pérennisation de la filière bois énergie est faible.

4.2. Impacts environnementaux liés à la production du bois énergie dans les bassins de production

De manière générale, l'analyse floristique de 51 relevés d'inventaire forestier des formations végétales des bassins de production du bois énergie pour la Commune Kozah 1 a permis de recenser 62 espèces ligneuses. Ces espèces sont réparties en vingt-quatre (24) familles. Le nombre d'espèces recensé est inférieur à celui recensé par Kaina et al. (2021) dans les bassins de production du bois énergie dans la région Centrale du Togo. La différence entre ces résultats pourrait être expliquée par le fait que les zones d'études et la méthodologie de recherches ne sont pas les mêmes (Folega et al. 2023).

Cette étude révèle que certaines espèces sont très vulnérables dans les bassins de production du bois énergie. Les espèces les plus exploitées dans les bassins de production du bois énergie sont *Terminalia laxiflora* (68%), *Anogeissus leiocarpa* (47%), *Pterocarpus erinaceus* (26%), *Detarium microcarpum* (23%), *Accacia polycantha* (21%). Ces résultats corroborent ceux des études de MERF (2017) au Togo sur les espèces les plus utilisées pour le bois énergie.

L'analyse structurale horizontale des groupes des formations végétales identifiés précédemment en suivant le coefficient de Weibull c ($c=1$), montre que les individus de diamètre de 10 à 20 cm sont plus représentatifs dans chaque groupe. Cependant, on remarque une faible représentativité des individus de diamètre de 30 à 50 cm dans les formations. Les individus de grand diamètre de 60 à 70 cm sont rares dans les formations végétales. La faible représentativité des individus de 30 à 70 cm de diamètre s'explique par le fait qu'ils sont plus exploités pour la production du bois énergie. Par conséquent, les individus jeunes dans les bassins de production du bois énergie sont menacés. Ces résultats corroborent à ceux de Sagbo (2000) dans son étude des caractéristiques dendrométriques des peuplements naturels à dominance *Isobertia spp* : Cas de la forêt classée de l'Ouémé supérieur au Bénin où il démontre que la surexploitation des individus adultes entraîne une conséquence négative sur les individus jeunes, car ces derniers sont exploités en cas de besoin.

Par rapport à l'analyse structurale verticale des formations en suivant le coefficient de Weibull c ($2 < c < 3$) de cette étude révèle que des individus jeunes de taille de 10 à 16 m sont plus représentatifs tandis qu'on observe une faible représentativité des individus de petite taille de 2 à 4 m, car ils sont exploités pour le bois de feu même en étant frais. On observe une très faible représentativité des individus de grande taille de 18 à 30 m, car ils sont très exploités pour la production du bois énergie. L'étude montre que

face à la forte demande du bois énergie dans la Commune Kozah 1, les espèces ligneuses à vocation bois énergie étant adulte ou jeune sont menacées dans les bassins de production. L'exploitation du bois énergie est la cause directe de la déforestation et de la dégradation des forêts. Cette observation est confirmée par Balomba et al. (2018) lors de leurs études sur l'approvisionnement du bois énergie pour les provinces de Kinshasa, du Kwango et du Congo Centre.

Conclusion

L'enquête ethnobotanique a permis d'identifier 16 localités de production du bois énergie pour la Commune de Kozah 1 qui se localisent environ 15 à 50 km de l'agglomération. L'éloignement de ses localités de production peut s'expliquer par l'épuisement des ressources ligneuses à vocation bois énergie dans la commune. Selon l'étude, la commune est une grande consommatrice du bois énergie que productrice. Seuls quelques points de productions ont été identifiés dans le canton de Lassa, Soumdina et Landa. Pour la consommation du bois énergie, en moyenne 144 kg de charbon de bois est consommé annuellement par habitant dans la commune. Cette forte consommation est liée au faible niveau des ménages, faible adoption des foyers améliorés, forte présence des petites unités de production (préparation de la boisson locale, de la motarde, la restauration, la boulangerie, la forge, etc.). La surexploitation et la mauvaise gestion des bassins de production entraînent des conséquences très inquiétantes sur la biodiversité et le climat. Pour une gestion durable de la filière bois énergie dans la Commune Kozah 1, il sera judicieux d'étudier les stratégies appropriées pour une bonne organisation de la filière.

Remerciements

Cette étude a bénéficié l'appui financier du Centre d'excellence régional sur les villes durables en Afrique (CERViDA-DOUNE-DON) dont les auteurs expriment toute leur reconnaissance. Merci aux évaluateurs pour leurs apports dans la perfection de cet article.

Contribution des auteurs

Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	Tsengle Hézouwè, Dourma Marra
Gestion des données	Tsengle Hézouwè
Analyse formelle	Tsengle Hézouwè
Acquisition du finance-	Tsengle Hézouwè
Enquête et investigation	Tsengle Hézouwè
Méthodologie	Tsengle Hézouwè, Kombate Bimare
Gestion de projet	Tsengle Hézouwè, Dourma Marra
Ressources	Tsengle Hézouwè
Logiciels	Tsengle Hézouwè, Kombate Bimare
Supervision	Dourma Marra, Batawila Komlan
Validation	Dourma Marra, Batawila Komlan
Visualisation	Tsengle Hézouwè, Kombate Bimare
Écriture – Préparation	Tsengle Hézouwè
Écriture – Révision	Tsengle Hézouwè, Kombate Bimare, Kaina Ayéki, Dourma Marra

Références

- Balomba PM, Nsakala HN, Bokombola PB (2018) Forêts, exploitation et consommation du bois-énergie en République Démocratique du Congo : cas de provinces de Kinshasa, du Kwango et du Kongo Central Tropicultura 36:553-564
doi:<https://popups.uliege.be/2295-8010/index.php?id=688&file=1>
- Bichat h, Mathis P (2013) La biomasse, énergie d'avenir ? . édition Quae edn.,

- Charpin M, Legeay D, Rabemanantsoa N, Richter F (2019) Caractérisation des filières bois-énergie et élaboration du schéma d'approvisionnement en bois-énergie de la région Analamanga, Madagascar Bois et Forêts des Tropiques 340:13-25 doi:<https://doi.org/10.19182/bft2019.340.a31704>
- Dansoip G (2023) Contribution de l'office de développement et d'exploitation des forêts (ODEF) dans l'amélioration des conditions de vie des populations riveraines des aires protégées au Togo : Cas de la forêt classée de Tchologo (préfecture de Blitta) Djiboul 2:248-267
- DGE (2009) Système d'information énergétique du Togo. Ministère de l'Energie et des Mines, Togo
- Dianka M (2001) L'approvisionnement en énergie traditionnelle et ses impacts dans les villes africaines vol 1960. Actes du Colloque Ville, énergie et environnement Beyrouth. Liban
- Dourma M et al. (2009) Régénération naturelle des peuplements à *Isoberlinia spp.* en zone soudanienne au Togo Acta botanica gallica 156:415-425 doi:<https://doi.org/10.1080/12538078.2009.10516167>
- FAO (2022) FRA 2020 Remote Sensing Survey vol 186. FAO, Rome, Italie
- Folega, F., Haliba, M., Folega, A. A., Ekougoulou, R., Wala, K., & Akpagana, K. (2022). Diversité structurale des ligneux en lien avec l'utilisation des terres du Socle Eburnéen au Togo. Annales de la Recherche Forestière en Algérie, 12(1), 7-25.
- Folega, F., Diwediga, B., Guuroh, R. T., Wala, K., & Akpagana, K. (2020). Riparian and stream forests carbon sequestration in the context of high anthropogenic disturbance in Togo. Moroccan Journal of Agricultural Sciences, 1(1).
- INSEED (2022) 5^e Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH-5) de Novembre 2022 : Distribution spatiale de la population résidente par sexe. Togo
- Juhé-Beaulaton D (2020) Les enquêtes ethnobotaniques de Germaine Dieterlen (1903-1999). Nouveau regard sur une ethnologue Revue d'ethnoécologie
- Kaina A, Dourma M, Diwediga B, Folega F, Wala K, Akpagana K (2020) Production du bois énergie dans la Région Centrale du Togo : Prix et quantités Rev Sc Env Univ, Lomé 18:56-72
- Kaina A, Dourma M, Folega F, Diwediga B, Kpérkouma W, Akpagana K (2021) Localisation des bassins de production de bois énergie et typologie des acteurs de la filière dans la région centrale du Togo Rev Ivoir Sci Technol 37:196-211
- Kaina A, Dourma M, Folega F, Diwediga B, Wala K, Akpagana K (2023) Caractérisation floristique et dendrométrique des modèles de production de bois énergie dans la région Centrale au Togo Revue Ecosystèmes et Paysages 3:1-16 doi:10.59384/recopays.tg3221
- Kaina A, Wala K, Koumantiga D, Folega F, Akpagana K (2018) Impact de l'exploitation du bois-énergie sur la végétation dans la préfecture de Tchoudjo au Togo Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou 1:69-88 doi:https://revuegeographieouaga.com/wp-content/uploads/2023/06/04_RGO_187_VF_ok.pdf
- Kambale J et al. (2016) La filière bois-énergie et dégradation des écosystèmes forestiers en milieu périurbain: Enjeux et incidence sur les riverains de l'île Mbiye à Kisangani (République Démocratique du Congo) International Journal of Innovation Scientific Research 21:51-60 doi:<http://www.ijisr.issr-journals.org/>
- Kaoura AH (2018) Bilan environnemental et social de la mise en oeuvre des activités du Projet de Gestion Intégrée des Ecosystèmes entre le Niger et le Nigeria de l'antenne du projet de Birni N'Konni dans la région de Tahoua au Niger. Mastorat, Université Catholique de Louvain
- Kaunda CS (2013) Situation énergétique, potentiel et statut d'application des systèmes hydroélectriques à petite échelle au Malawi Elsevier 26:1-19

- Kebyei N, Ngaryo FT, Mbaï-Asbe B, Doudjindingao A, Chahad AM (2022) Apports socioéconomiques des ligneux exploités au Sahel: cas du bassin d'approvisionnement en bois-énergie de N'Djaména au Tchad International Journal of Biological Chemical Sciences 16:1691-1704
- Kouadio A (2019) Approvisionnement en énergie domestique et problèmes environnementaux dans le District de Yamoussoukro en Côte d'Ivoire Espace Géographique et Société Marocaine:231-233
- Labussière O, Nadaï A (2015) L'énergie des sciences sociales. Nouvelle édition edn. Alliance Athena, Paris
- Marguerat Y (1993) Dynamique urbaine, jeunesse et histoire au Togo Collection 'Patrimoines:1-230
- MERF (2011) Priorités nationales pour le FEM-5. Togo
- MERF (2017) Étude approfondie sur le bois la dynamique de l'utilisation du bois énergie au Togo. MERF, Togo
- MERF (2018) Rapport sur le renforcement des capacités sur les indicateurs de durabilité du partenariat mondial pour la bio-énergie dans les pays de la CEDEAO : 24-25 octobre 2018 du ministre de l'Environnement et des Ressources Forestières du Togo. MERF, Lomé-Togo
- Nguemte PM, Wafo GVD, Djocgoue PF, Kengne Noumsi IM, Wanko Ngnien A (2017) Phytoremédiation de sols pollués par les hydrocarbures—évaluation des potentialités de six espèces végétales tropicales Revue des sciences de l'eau 30:13-19
- Panla (2020) Aire d'Abdoulaye et les formations boisées environnantes : diversité, régénération naturelle et écologie de Daniellia oliveri (Rolfe) Hutch. et Dalz. (Fabaceae). Mémoire de master, Université de Lomé
- PDC-KOZAH1 (2023) Plan de Développement Communal 2024-2028 de Kozah 1. Version provisoire.
- Sagbo P (2000) Etude des caractéristiques dendrométriques des peuplements naturels à dominance Isoberlinia spp: Cas de la forêt classée de l'Ouémé supérieur au Nord du Bénin. Mémoire d'Ingénieur Agronome, Université d'Abomey-Calavi
- Segbefia (2019) Mode de consommation du bois énergie comme stratégie d'atténuation aux changements climatiques : analyse du taux d'adoption et de l'efficacité énergétique des foyers améliorés au Togo. Thèse de doctorat Université de Lomé
- Staub L (2019) Les méthodes d'inventaire forestier.