

Besoins énergétiques et conservation des ressources forestières de la forêt communautaire d'Amavénou au Togo

Energy needs and forest resource conservation in Amavénou community forest, Togo

Fondoumi Mawuli Louis^{1,2*}, Atakpama Wouyo^{1,3}, Egbelou Hodabalo¹, Batawila Komlan¹

¹Laboratoire de botanique et écologie végétale, département de Botanique, Faculté des Sciences (FDS), Université de Lomé (UL), 1 BP 1515 Lomé 1, Togo

²Département de Foresterie Institut National de Formation Agricole (INFA) de Tové, BP 401 Kpalimé, Togo

³West Africa Plant Red List Authority (WAPRLA), IUCN Species Survival Commission, Rue Mauverney 28, 1196 Gland, Switzerland

*Auteur correspondant : fondoumimawulilouis@gmail.com

ORCDI des Auteurs:

Fondoumi Mawuli Louis : <https://orcid.org/0009-0006-4852-3582>, Atakpama Wouyo : <https://orcid.org/0000-0001-7041-918X>, Egbelou Hadabalo : <https://orcid.org/0009-0003-9252-525X>, Batawila Komlan : <https://orcid.org/0000-0003-2781-3063>

Comment citer l'article : Fondoumi Mawuli Louis, Atakpama Wouyo, Egbelou Hodabalo, Batawila Komlan (2025) Besoins énergétiques et conservation des ressources forestières de la forêt communautaire d'Amavénou au Togo, *Revue Ecosystèmes et Paysages*, 5(1):1-19pp, e-ISSN (Online): 2790-3230.

doi:
<https://doi.org/10.59384/recopays.tg5113>

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

Au Togo, la majorité de la population utilise au bois-énergie pour la cuisson des aliments et le chauffage, engendrant de fortes pressions sur les formations végétales. Cette étude est une contribution à la gestion durable de la forêt communautaire d'Amavénou (FCA), située dans le canton d'Amouzou Copé au Togo. Il s'agit de : (i) recenser les plantes utilisées comme source d'énergie de cuisson ; (ii) identifier les préférences et la disponibilité des plantes utilisées comme bois-énergie et (iii) quantifier la consommation du bois-énergie des ménages et la disponibilité des ressources au sein de la FCA. Les analyses se sont basées sur les données d'enquêtes semi-structurées par entretiens individuels sur l'usage du bois-énergie, les pesées de bois de feu en fonction des espèces au sein des ménages couplés aux observations de terrain et aux inventaires forestiers. Un total de 37 espèces de bois-énergie a été identifié au sein des ménages. Les espèces les plus appréciées sont le plus souvent les espèces spontanées : *Bridelia ferruginea*, *Anogeissus leiocarpa* et *Vitellaria paradoxa*. Par contre, les espèces les plus disponibles dans la FCA sont les plantes introduites : *Delonix regia*, *Tectona grandis*, *Senna siamea* et *Azadirachta indica*. La consommation moyenne de bois-énergie par ménage est de 14,67 kg/jour pour environ 3,12 kg/personne/jour. Le biovolume du bois disponible rapporté par les ménages est de 62,54 m³/ha soit 1375,92 m³ dans la FCA, représentant 71,57 % du biovolume total (1921,85 m³) et de la biomasse ligneuse. La promotion des alternatives au bois-énergie et la sylviculture des espèces indigènes s'avèrent nécessaires pour une gestion durable de la forêt.

Mots clés : Diversité, Bois-énergie, Forêt communautaire, Togo

Abstract

In Togo, the majority of the population uses wood energy for food cooking and heating, which puts pressure on forest ecosystems. This study is a contribution to the sustainable management of the Amavénou Community Forest (FCA), located in the canton of Amouzou Kopé in Togo. The aims are to: (i) identify the plants used as a source of cooking energy; (ii) identify the preferences and availability of plants used as fuelwood; and (iii) quantify household fuelwood consumption and resource availability in the FCA. Analyses were based on data from semi-structured individual interviews on fuelwood use and weighing of fuelwood by species in households, combined with field observations. A total of 37 firewood species were identified. The most preferred species are indigenous plants: *Bridelia ferruginea*, *Anogeissus leiocarpa*, and *Vitellaria paradoxa*. The most available species in the FCA are introduced species: *Delonix regia*, *Tectona grandis*, *Senna siamea* and *Azadirachta indica*. The forest inventory within the forest shows a biovolume of 62.54 m³/ha for fuelwood species, accounting for 71.57% of the total biovolume of woody species, 1921.85 m³. The average fuelwood consumption per household is 14.67 kg per day, or approximately 3.12 kg per person per day. Promoting alternatives to fuelwood and the cultivating native species are necessary for the sustainable management of the forest.

Keywords: Diversity, Wood energy, Community Forest, Togo

1. Introduction

Environ le tiers de la population mondiale dépend du bois de chauffe et du charbon de bois pour la cuisson et le chauffage (Kaina et al. 2018a). En Afrique, le bois énergie représente 70 % de l'énergie totale utilisée, d'après l'agence internationale de l'énergie (AIE) (Madon 2017). Il est estimé que la moitié du bois extrait des forêts dans le monde est utilisée sous forme de bois de feu et de charbon de bois (FAO 2017). Le bois-énergie occupe une place importante dans la satisfaction des besoins énergétiques des populations et génère d'importants revenus pour les populations rurales (Gazull 2009). C'est la source d'énergie la plus abordable, accessible et fiable pour les ménages tant en milieu rural qu'urbain (Gbesso et al. 2013; Kaina et al. 2021).

Au Togo, comme dans la plupart des pays en développement, le bois est la principale source d'énergie pour les ménages et les artisans, représentant plus de 86 % de la consommation d'énergie totale des populations (Kokou et al. 2009). Le rapport sur le bois-énergie en 2020 estime à 7 576 922 m³ la consommation annuelle de bois-énergie (MERF 2020). Selon MERF (2020), en considérant une constance dans les pratiques énergétiques des ménages jusqu'en 2030, la consommation nationale domestique s'établirait à 7 944 000 m³ de bois, dont 1 919 751 tonnes de bois de feu (2 742 502 m³) et 3 641 071 tonnes de charbon de bois équivalant à 5 201 532 m³ de bois. À l'horizon 2050, la consommation nationale totale atteindrait 14 285 000 m³ de bois, dont 3 938 380 tonnes de bois de feu (5 626 257 m³) et 606 141 tonnes de charbon de bois (équivalant à 8 659 157 m³ de bois).

Avec l'urbanisation et la croissance démographique, l'approvisionnement en bois-énergie est devenu un enjeu majeur sur l'étendue du territoire national. Cet enjeu se traduit par une pression accrue sur les ressources forestières, menaçant la durabilité des écosystèmes et la biodiversité. L'exploitation du bois, en particulier le bois-énergie est rapporté comme la seconde cause directe de la déforestation et de la dégradation des forêts au Togo après l'agriculture (Yawo 2019). Il est donc impératif de mener une gestion rationnelle des ressources afin de satisfaire les besoins des populations sans porter atteinte à l'environnement et de la biodiversité.

Depuis les années 2016, des initiatives ont été prises pour créer des forêts communautaires (FCs) au Togo afin d'assurer la gestion des ressources végétales. Cette gestion est assurée par des organisations fonctionnant selon un modèle associatif (Atakpama et al. 2023; Tsana and Bodo 2008), et facilite la participation des communautés locales à une gestion durable et équitable des ressources forestières (Atakpama et al. 2017). Afin de fournir des outils de décision pour une bonne gestion de ces formations végétales ligneuses, il est important d'avoir une meilleure connaissance des besoins en bois-énergie.

L'objectif général de la présente étude est de contribuer à la gestion durable de la forêt communautaire d'Amavénou (FCA) au Togo. Elle vise trois objectifs spécifiques : (i) recenser les plantes utilisées comme source d'énergie de cuisson ; (ii) identifier les préférences et la disponibilité des plantes utilisées comme bois-énergie et (iii) quantifier la consommation du bois-énergie

des ménages et la disponibilité des ressources au sein de la FCA.

2. Matériel et Méthode

2.1 Description du milieu d'étude

Située dans le sud-ouest de la région des Plateaux, préfecture d'Agou, canton d'Amouzoukopé, plus précisément dans le village d'Amavenou, la Forêt communautaire d'Amavenou (FCA) se trouve dans la zone écologique IV du Togo (Ern 1979). Elle est localisée entre 6°42'02'' et 6°42'04'' de latitude Nord et 0°47'08'' et 0°48'02'' de longitude Est (Figure 1). Sa superficie est de 22 ha. Le village d'Amavenou est limité au nord par le village Alikpodzi, au sud par le village Wudzralè, à l'est par le village Glékopé et à l'ouest par le village Tagbalakopé (Atakpama et al. 2017).

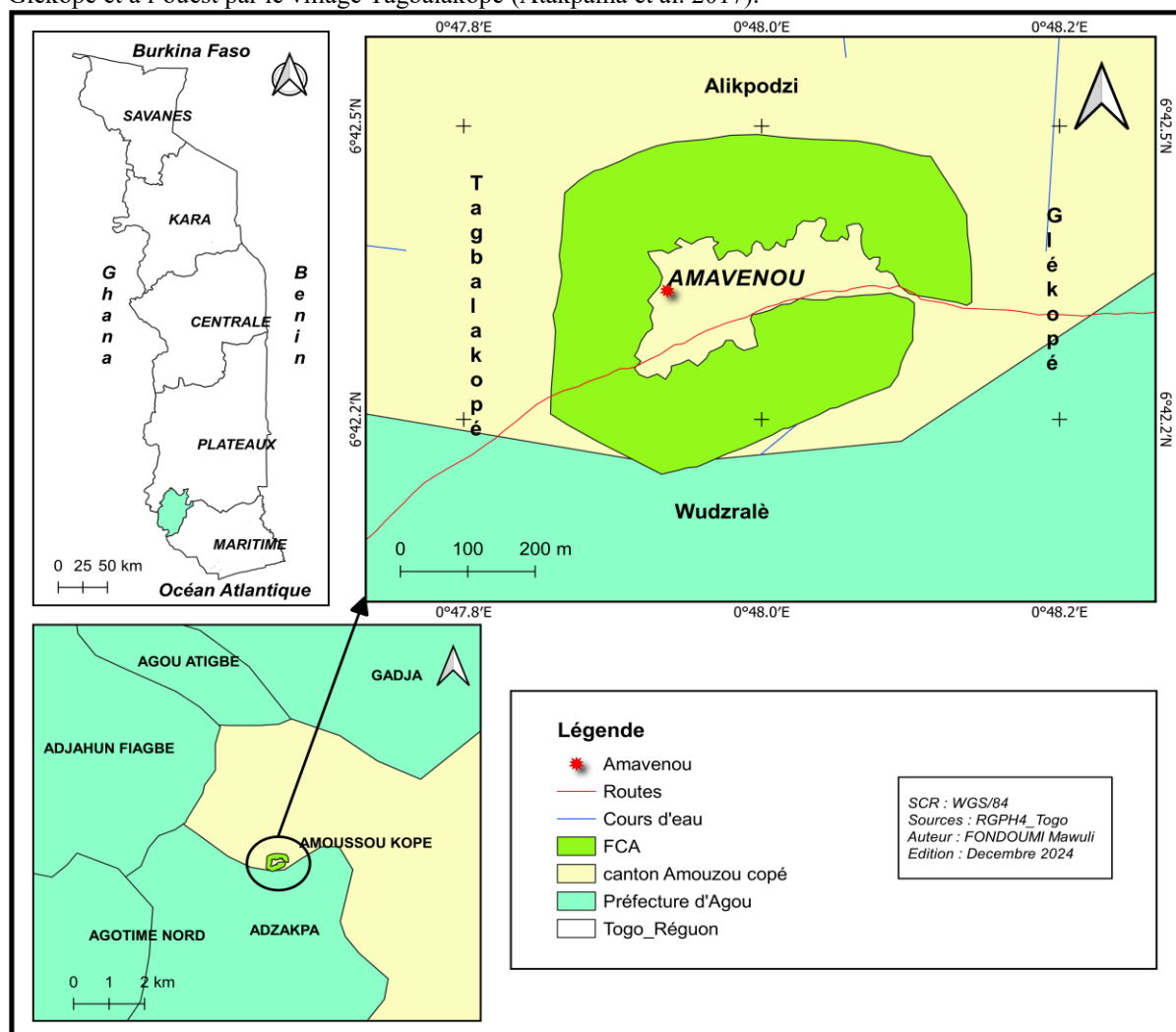


Figure 1. Localisation de la Forêt communautaire d'Amavenou dans la préfecture d'Agou au Togo

La localité d'Amavenou jouit d'un climat de type subéquatorial guinéen, marqué par l'alternance de quatre saisons de durées inégales : deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches. La grande saison des pluies s'étend d'avril à juillet, tandis que la petite saison pluvieuse se situe entre septembre et octobre.

La FCA est composée d'une mosaïque de végétation, dont les forêts denses, les forêts claires, les savanes boisées, les savanes arbustives, les savanes arborées, les champs, les jachères et les plantations. Les principales essences ligneuses rencontrées sont : *Delonix regia* (Boj. ex Hook.) Raf., *Senna siamea* (Lam.) H.S.Irwin & Barneby et *Tectona grandis* L.f. (Atakpama et al. 2017).

Les sols rencontrés dans la localité d'Amavenou sont presque identiques à celles de la préfecture d'Agou. Il s'agit des sols ferrugineux tropicaux lessivés, avec très peu de sols ferrallitiques (Lamoureux 1969). Les sols ferrallitiques sont moyennement concrétionnés et pauvres en éléments minéraux. Ils sont localisés sur le gneiss ou sur le micaschiste à muscovite. Vers le sud, on rencontre les sols hydromorphes, qui sont généralement et fortement influencés par la présence d'un excès d'eau sur une longue période de l'année.

La population d'Amavenou est estimée à 375 habitants selon le dernier recensement général (MDCM/INSEED 2022). Le village est constitué des Ewé qui sont les autochtones, ainsi que des Adja Ewé, des Kabyè, et des Akposso. Du point de vue religieux, le christianisme est la religion dominante. La quasi-totalité de la population vit de l'agriculture. L'exploitation des produits forestiers occupe également une place importante. Elle repose sur l'exploitation du bois de chauffe et la récolte des produits forestiers non ligneux (PFNL) (fruits, feuilles, miel, écorces, cure-dents, lianes...). La carbonisation constitue également une source de revenus pour la population (Figure 2).

2.3. Collecte des données

❖ Enquête ethnobotanique

Des enquêtes ethnobotaniques de types semi-structurées (Kaina et al. 2021) ont été réalisées auprès de 50 personnes dans 45 ménages (quasiment tous les ménages) de la localité d'Amavenou sur la diversité et l'usage du bois-énergie. La répartition par sexe donne des proportions de 74 % pour les femmes et 26 % pour les hommes. L'âge moyen des répondants est 42 ans. Les informations recherchées sont les différentes espèces utilisées comme sources d'énergie de cuisson, les formes d'usages, les raisons qui justifient le choix de ces espèces, le mode d'approvisionnement, le lieu d'approvisionnement, la disponibilité des espèces dans la FCA. Les espèces utilisées comme bois-énergie ont été recensées par ordre de préférence (du plus préféré au moins préféré) et classées dans l'ordre décroissant suivant le niveau de préférence auprès de chaque répondant.

❖ Quantification de la consommation de bois énergie des ménages

Des pesées de la biomasse de bois-énergie (Kaina et al. 2021) ont été réalisées au sein de 20 ménages de la localité d'Amavenou pendant une durée d'une semaine. On note en moyenne 6 individus par ménage avec un minimum et un maximum respectif de 1 et 11 individus. Elles ont consisté à mesurer quotidiennement la masse de bois consommée dans ces ménages. Les prises de masse ont été faites les matins avant l'utilisation et les soirs après l'utilisation. Les circonférences (inférieure et supérieure) et les longueurs des bois ont été mesurées à l'aide d'un mètre ruban. Les mesures de masses ont été faites à l'aide d'une balance électronique de portée maximale de 50 kg. Les espèces de bois-énergie disponibles au sein de chaque ménage ont été identifiées. Les différents aliments cuisinés ont été quotidiennement enregistrés dans chaque ménage durant la période de la collecte.

❖ Inventaires de la végétation

Les inventaires ont été réalisés dans les mêmes placettes que celles de l'étude précédente dans la FCA (Atakpama et al. 2017). Il s'agit d'un échantillonnage stratifié avec des placettes équidistantes de 50 m générées grâce à l'outil « Recherche » du logiciel QGIS. Le nombre de placettes est de 63, de type circulaire avec un rayon de 20 m pour l'inventaire forestier et de 4 m pour celui de la régénération. L'inventaire forestier a consisté à mesurer les individus d'arbre à hauteur de poitrine (1,30 m du sol) supérieure ou égale à 10 cm ($DHP \geq 10$ cm) (Kokou et al. 2023). Les paramètres mesurés sont : la circonférence au DHP (cm), la hauteur fût (m) et la hauteur totale (m). Les circonférences ont été mesurées à l'aide du mètre ruban et les hauteurs ont été estimées par cotation visuelle. Les souches d'arbre ont été dénombrées au sein de chaque placette (Kaina et al. 2018a). L'inventaire de la régénération a recensé les arbres ligneux à $DHP < 10$ cm (Folega et al. 2017). Ces jeunes arbres ont été considérés comme des régénérations potentielles, essentielles pour la pérennité de l'écosystème forestier (Dourma et al. 2009).

2.3. Traitements des données

❖ Évaluation de la diversité des espèces de bois-énergie

Toutes les espèces de bois-énergie recensées lors de l'enquête ont été saisies dans un tableur Microsoft Excel 2010. Ces espèces ont été classées en familles suivant la nomenclature phylogénétique consultable sur la plateforme africanplantdata-base.ch/en (Atakpama et al. 2023). Les types biologiques et les types phytogéographiques des espèces ont été recherchés sur la base des documents de références (Aké Assi 1984; Akoégninou et al. 2006; Brunel et al. 1984; Raunkiær 1934; White 1986).

❖ Évaluation des préférences et de la disponibilité du bois-énergie

La fréquence de citation (FRsp) des espèces a été calculée (Badjare et al. 2021).

$FRsp = \left(\frac{n}{N}\right) \times 100$; avec n = nombre de personnes ayant citées l'espèce et N = nombre total de répondants

Le niveau de préférence des espèces de bois-énergie a été évalué à partir des indices de préférence afin d'identifier les espèces les plus préférées en termes de bois-énergie. L'indice de préférence 4 (espèces très préférées) a été attribué aux 4 premières espèces recensées auprès de chaque enquêté suivant l'ordre de préférence. L'indice 3 (espèces préférées) pour les espèces citées à partir de 5^{ème} position à la 8^{ème} position suivant l'ordre de citation. Les espèces citées à partir de la 9^{ème} position à la 12^{ème} position ont été affectées à l'indice 2 correspondant aux espèces moyennement préférées. Pour celles citées au-delà de la 12^{ème} position, l'indice 1 (espèces peu préférées) a été attribué. Ensuite la moyenne des indices de chaque espèce a été calculée et classée dans l'ordre décroissant. La formule est la suivante :

$Imoy = \frac{\sum ni}{N}$; n = les indices attribués à l'espèce i ; N = nombre total de tous les indices de l'espèce.

Les espèces dont l'indice moyen est compris [4-3] ont été considérées comme les espèces très préférées (TP), celles dont l'indice moyen est compris entre [2-3] ont été mentionnées comme espèces préférées (P). Les espèces ayant un indice moyen compris entre [1-2] ont été retenues comme espèces moyennement préférées (MP) et les espèces dont l'indice moyen est compris entre [0-1] ont été considérées comme les espèces peu préférées.

Le volume total de bois consommé de chaque espèce par les ménages durant la période de prise de masse a été calculé afin d'avoir une idée sur les espèces les plus rapportées par les ménages. La formule est la suivante :

$Vsp = \sum Vi$; avec $Vi = \frac{Cm^2 \cdot l}{4\pi}$; Vi = volume du bois de l'espèce i, Cm = circonférence moyenne du bois, l = longueur du bois, $\pi = 3,14$.

Les espèces dont le volume rapporté est supérieur à 30000 cm³ ont été mentionnées comme les espèces les plus fortement utilisées dans les ménages. Celles dont le volume rapporté est compris entre 20000 et 30000 cm³ sont classées fortement utilisées. Les espèces dont le volume rapporté est compris entre 10000 et 20000 cm³ sont celles moyennement utilisées et les espèces dont le volume rapporté est inférieur à 10000 cm³ sont retenues comme espèces faiblement utilisées dans les ménages suite à leur indisponibilité ou pouvoir calorifique faible.

Les paramètres dendrométriques tels que le taux de régénération (Tr), la fréquence relative (Fr), la surface terrière (G), la densité relative (Dr), les dominances relatives (Dor) ont été calculées (Diwediga et al. 2012). Les formules sont suivantes :

$Tr = \frac{\text{nombre de régénération}}{\text{nombre total de pied}} \times 100$

$G = \frac{\pi}{4S} \sum 0,0001 di^2$; di = diamètre en m à 1,30 m du sol de l'arbre i ; S = aire de relevé en hectare.

$Fr = \frac{ni}{N} \times 100$; ni = nombre de relevés dans laquelle l'espèce i est présente ; N = nombre total des relevés.

$Dr = \frac{ni}{N} \times 100$; ni = nombre d'individus de l'espèce i, N = nombre total d'individus de toutes les espèces à l'hectare.

$Dor = \frac{gi}{Gt} \times 100$; gi = surface terrière totale des individus de l'espèce i et Gt = surface terrière totale de toutes les espèces.

Les indices de valeur d'importance IVI d'espèce et famille ont été déterminés pour confirmer la disponibilité ou non des espèces ligneuses exploitées comme bois-énergie. La formule est la suivante :

$IVI = Fr + Dr + Dor$, IVI = indice de valeur d'importance, Fr = fréquence relative, Dr = Densité relative et Dor = dominance relative.

Le taux de prélèvement (Txp) a été calculé (Kaina et al. 2018a) pour avoir une notion sur le prélèvement du bois dans la FCA. La formule est la suivante :

$Txp = \frac{Dv}{Dt} \times 100$; Dv = nombre de souches, Dt = densité totale.

Le biovolume (Bv) (cm³) des espèces ligneuses disponible dans la FCA a été calculé suivant la formule ci-dessous.

$Bv = [(D^2 \times \pi \times h)/4] \times 0,546 \times 1,28$; $\pi = 22/7$; 1,28 = facteur d'expansion racinaire ; 0,546 = facteur forme de l'arbre ; D = diamètre de l'arbre en cm ; h = hauteur de l'arbre en cm)

La biomasse totale (BT) (t/ha) des espèces ligneuses a été évaluée en ajoutant la biomasse aérienne à la biomasse souterraine

(Folega et al. 2020).

BT= BA + BS, avec BA = biomasse aérienne, BS= biomasse souterraine.

BA = $e^{(-2,187+0,916 \cdot \ln(\rho HD^2))}$; D = diamètre à hauteur de poitrine (m) ; ρ = densité spécifique du bois (t/m^3 séchée à 103°C) ; H = hauteur totale de l'arbre (m). Pour les espèces dont la densité spécifique n'est pas connue, la densité moyenne $\rho = 0,58 t/m^3$ a été attribuée (Chave et al. 2005).

BS = $e^{(-1,0587+0,8836 \cdot \ln(BA))}$

Le Stock de Carbone (SC) séquestré a été calculé (Folega et al. 2021) à partir de la formule suivante :

SC = BT x CF ; CF = le ratio de carbone par défaut de toutes espèces confondu (GIEC, 2006), égal à 0,47. BT= la biomasse totale

L'équivalent du stock de carbone en CO₂ (EqC) a été déduit. La relation est :

EqC = 3,67 x SC ; SC= stock de carbone ; 3,67= le potentiel de réchauffement global.

❖ Évaluation de la consommation du bois-énergie par les ménages

Les pesées de biomasse effectuées auprès des ménages d'Amavenou ont servi à déterminer la consommation moyenne journalière de bois-énergie par ménage et par habitant en termes de masse et de volume (Gérard and Elisha 2021).

$C_{moy/j} = \frac{\Sigma(M_{av}-M_{ap})i}{N \cdot j}$; M_{av} = masse avant consommation du ménage i ; M_{ap} = masse après consommation du ménage i. N = nombre total de ménages ; j = nombre de jours.

Ces valeurs ont été extrapolées pour ressortir la consommation moyenne mensuelle et annuelle du bois-énergie de la population. Ensuite, la consommation individuelle ($C_{m/per}$) au sein de chaque ménage a été déduite à partir de la consommation par ménage et de la taille du ménage.

$C_{m/per} = \frac{C_{mti}}{T_i}$; C_{mti} = consommation moyenne des ménages de la taille i ; T_i = taille i.

Le temps de cuisson a été utilisé pour déterminer la quantité du bois consommé par chaque aliment. Cette valeur est utilisée pour classer les aliments en fonction de la consommation du bois.

Une analyse de variance (Anova-One way) (Jayaraman 1999) suivant le test de Fisher a été réalisée à l'aide du logiciel Minitab 17. Ce test statistique permet de confirmer ou d'infirmer les différences de volume et de masse en fonction de la taille des ménages et de la nature de l'aliment cuisinée.

3. Résultats

3.1. Diversité de plantes utilisée comme source d'énergie

Au total, 37 espèces utilisées comme bois-énergie ont été recensées au sein des ménages de la localité d'Amavenou (Figure 3). Elles sont réparties en 35 genres et 15 familles. Les espèces les plus citées sont : *Bridelia ferruginea* Benth. (90 %), *Tectona grandis* L. f. (86 %), *Senna siamea* (Lam.) H.S.Irwin & Barneby (84 %) suivi de *Anogeissus leiocarpa* (DC.) Guill. & Perr. (74 %), *Azadirachta indica* A.Juss. (72 %) et *Vitellaria paradoxa* C.F.Gaertn. ssp. *Paradoxa* (72 %). Les espèces moyennement citées sont : *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. & Dalziel (64 %), *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth (58 %), *Pterocarpus erinaceus* Poir. (58 %) et *Terminalia glaucescens* Planch. ex Benth (54 %). Les autres espèces sont peu rapportées.

Parmi les espèces de bois-énergie recensées, 15 sont également utilisées dans la production du charbon de bois. Ce sont : *B. ferruginea*, *T. grandis*, *S. siamea*, *A. leiocarpa*, *A. indica*, *V. paradoxa*, *L. sericeus*, *P. erinaceus*, *T. glaucescens*, *Millettia thonningii* (Schumacher & Thonn.) Baker, *Holarrhena floribunda* (G.Don) Durand & Schinz, *Pericopsis laxiflora* (Benth. ex Baker) Meeuwen, *Margaritaria discoidea* (Baill.) Webster, *Acacia polyacantha* Willd. ssp. *campylacantha* (Hochst. ex A.Rich.) Brenan et *Acacia auriculiformis* A.Cunn. Ex Benth. Les espèces les plus appréciées pour la production du charbon de bois sont : *B. ferruginea* (86 %), *A. leiocarpa* (74 %), *V. paradoxa* (72 %), *P. erinaceus* (64 %), *A. indica* (60 %), *T. grandis* (54 %) et *S. siamea* (48 %).

La figure 4 présente la répartition des espèces rapportées en fonction des familles. La famille la plus diversifiée est celle des Fabaceae (15 espèces). Elle est suivie des Arecaceae et des Euphorbiaceae représentées chacune par 3 espèces. Les Anacardiaceae, Combretaceae, Meliaceae et Verbenaceae sont faiblement diversifiées et comprennent 2 espèces chacune. Les familles restantes ont une espèce chacune.

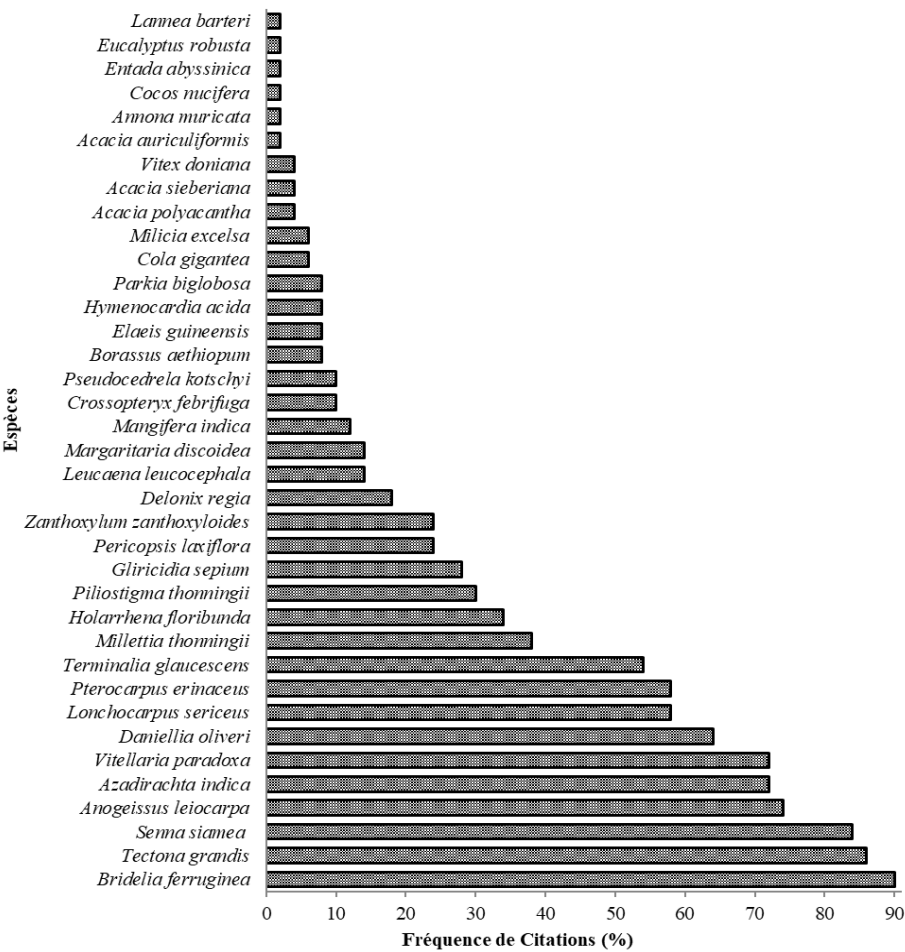


Figure 3 : Spectre des espèces utilisées comme bois-énergie par les ménages

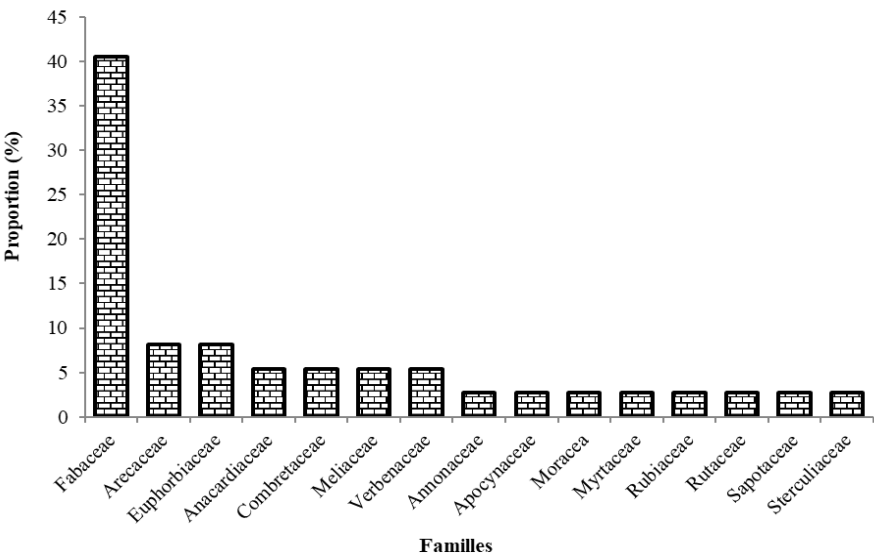


Figure 4 : Spectre des familles des espèces de bois-énergie

Suivant les types biologiques (Figure 5), les microphanérophytes (57 %) constituent les espèces les plus citées comme sources de bois-énergie dans les ménages. Elles sont secondées par les mésophanérophite (35 %). Les nanophanérophites et les lianes microphanérophytes sont très faiblement citées.

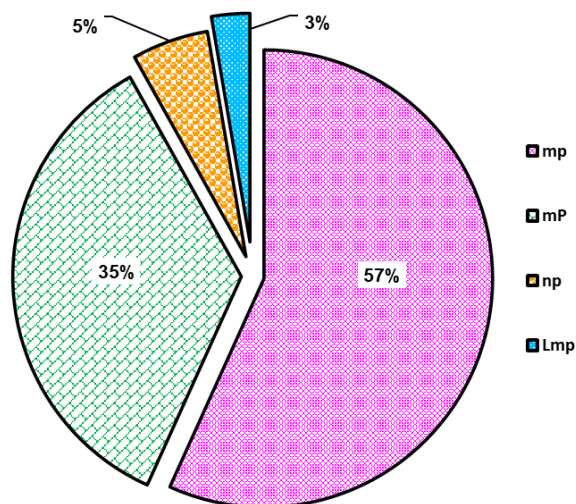


Figure 5. Spectre des types biologiques des espèces de bois-énergie

mP = mésophanérophite, mp = microphanérophyte, np = nanophanérophite (lorsque ces quatre initiales sont précédées de L, il s'agit de lianes)

Le spectre des types phytogéographiques (Figure 6) montre que les espèces de large distribution à la fois guinéo-congolaises/soudano-zambéziennes (49 %) constituent les espèces les plus citées. Elles sont suivies des espèces introduites (30 %). Les espèces guinéo-congolaises et celles soudano-zambéziennes sont faiblement citées.

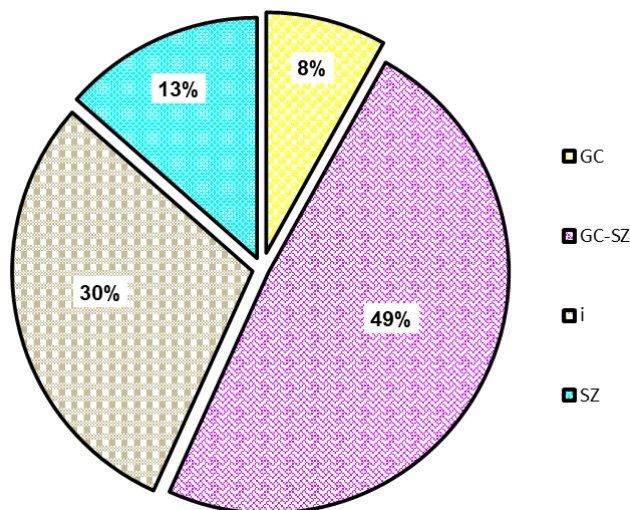


Figure 6 : Spectre de types phytogéographiques des espèces de bois énergie

GC = espèce connue dans la zone guinéo-congolaise, SZ = espèce connue dans la zone soudano-zambézienne, GC-SZ = espèce qu'on retrouve dans les deux zones, i = espèce introduite à des fins agricoles, sylvicoles ou horticoles

3.2. Préférence et disponibilité du bois-énergie

3.2.1 Préférences du bois-énergie par les ménages d'Amavenou

Les espèces préférées (P) occupent une proportion de 18,91 % des espèces recensées. Les espèces moyennement préférées (MP) en constituent 24,32 % tandis que 56,75 % des espèces sont peu préférées (PP). L'espèce la très préférée comme bois énergie est : *B. ferruginea* (TP). Elle est suivie des espèces préférées (P) qui sont : *A. leiocarpa*, *V. paradoxa*, *A. indica*, *P. erinaceus*, *T. grandis* et *S. siamea*. Les espèces moyennement préférées sont : *T. glaucescens*, *L. sericeus*, *D. oliveri*, *M. thonnin-gii*, *H. floribunda*, *L. barteri*, *P. thonnin-gii*, *Z. zanthoxyloides* et *Pericopsis laxiflora* (Benth. ex Baker) Meeuwen. Les autres

espèces sont peu préférées par les ménages (Figure 7).

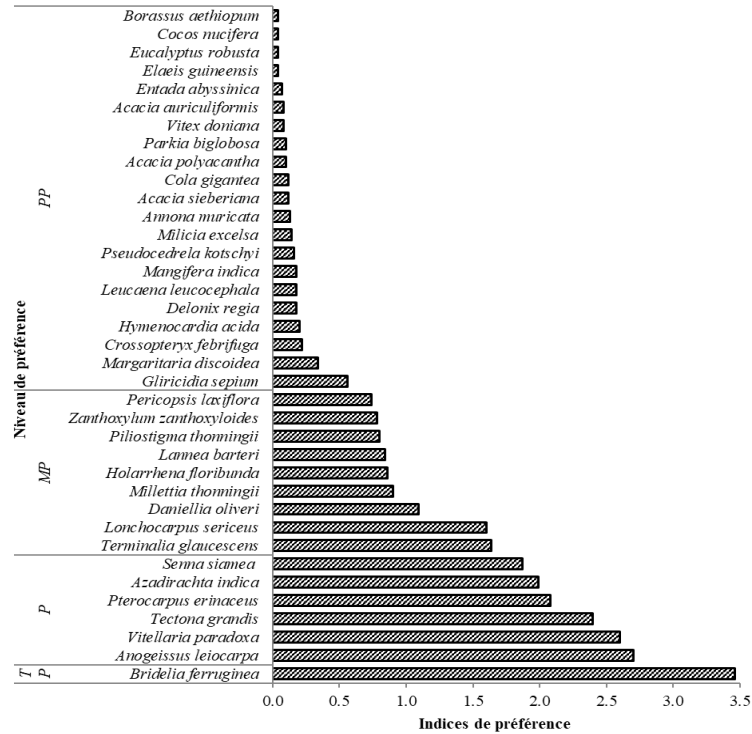


Figure 7. Spectre de préférence des espèces de bois-énergie par les ménages
TP = Très préférée, P = préférée, MP = moyennement préférée, PP = peu préférée

Parmi les espèces de bois-énergie recensées, 21 ont été identifiées au sein des ménages lors des prises des masses. L'espèce très fortement utilisée comme bois-énergie dans les ménages est *T. grandis* (TFU). Elle est suivie des espèces fortement utilisées (FU) : *A. indica*, *M. thonningii*, *S. siamea*, *T. glaucescens* et *L. sericeus*. Les espèces suivantes : *P. thonningii*, *D. oliviri*, *A. leiocarpa*, *G. sepium*, *H. floribunda*, *V. paradoxa*, *P. erinaceus*, *Z. zanthoxyloides* et *L. leucocephala* sont moyennement utilisées (MU) comme bois-énergie. Les autres espèces peu utilisées (PU) sont faiblement représentées (Figure 8).

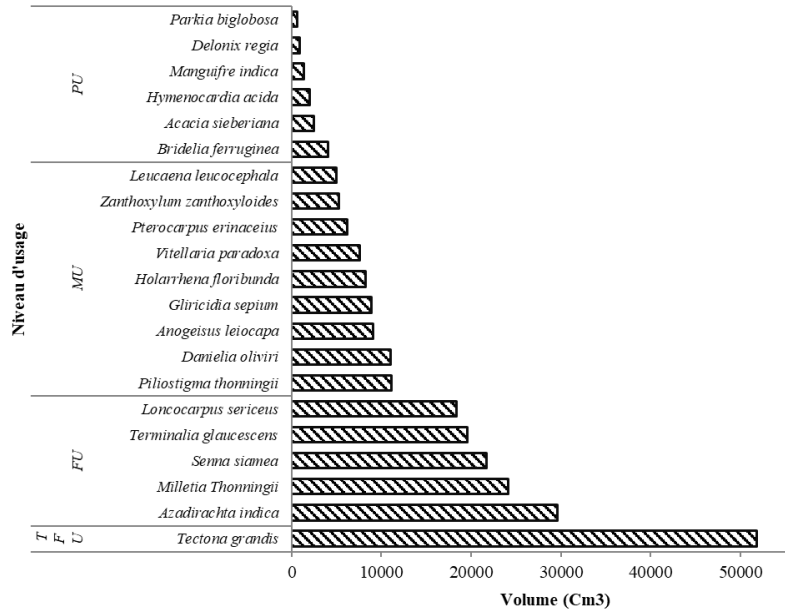


Figure 8. Spectre du niveau d'utilisation des espèces de bois-énergie
TFU= Très fortement utilisée, FU= Fortement utilisée, MU= Moyennement utilisée, PU= peu utilisée

3.2.2 Disponibilité des espèces du bois-énergie dans la FCA

Au total 54 espèces réparties en 47 genres et 19 familles constituent la ressource ligneuse potentielle de bois-énergie recensé dans la FCA. Parmi ces dernières, on retrouve 28 espèces de bois-énergie recensées au sein des ménages, soit 51,85 % des espèces recensées (Figure 11). Les espèces les plus représentées sont celles introduites : *Delonix regia* (Boj. ex Hook.) Raf. (24,92 %), *T. grandis* (23,02 %), *S. siamea* (16,51 %) et *A. indica* (11,08 %). Les espèces moyennement représentées sont : *M. thonningii* (4,43%) et *H. floribunda* (4,20%). La famille la plus représentée est celle des Fabaceae (51,36 %). Les Verbenaceae sont modérément représentés (22,47 %), suivies des Meliaceae (10,85 %). Les autres familles restantes sont peu et faiblement représentées (Figure 9).

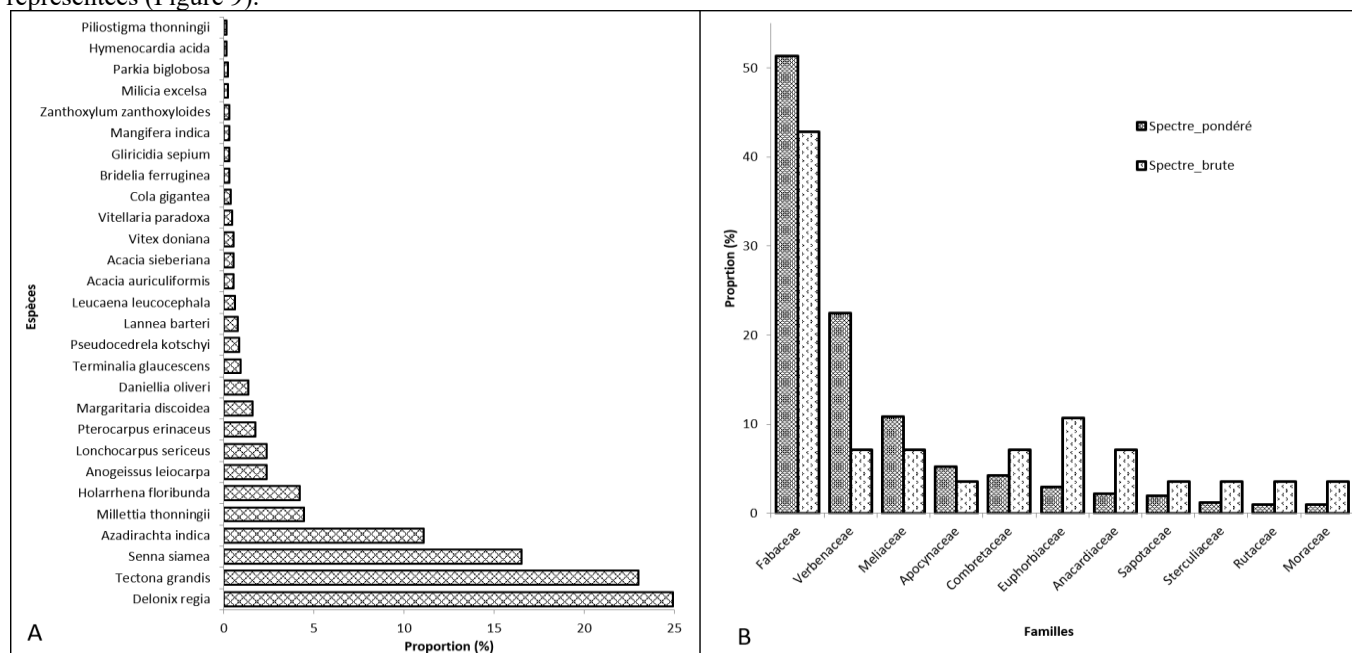


Figure 9. Fréquence relative des espèces (A) et spectres des familles des espèces de bois-énergies (B)

Suivant les types biologiques (Figure 10), on note une grande représentativité des microphanérophytes (66,09 %) suivis des mésophanérophites (33,59 %). C'est également les espèces les plus diversifiées. Les nanophanérophites (0,31 %) se distinguent par une présence extrêmement faible.

Le spectre phytogéographique relève une nette prédominance des espèces introduites (78,39 %). Elles sont suivies des espèces de large distribution à la fois guinéo-congolaise/soudano-zambézienne (9,08 %), les espèces guinéo-congolaise (6,97 %) et les espèces soudano zambézienne (5,56 %) qui affichent une faible représentativité (Figure 10).

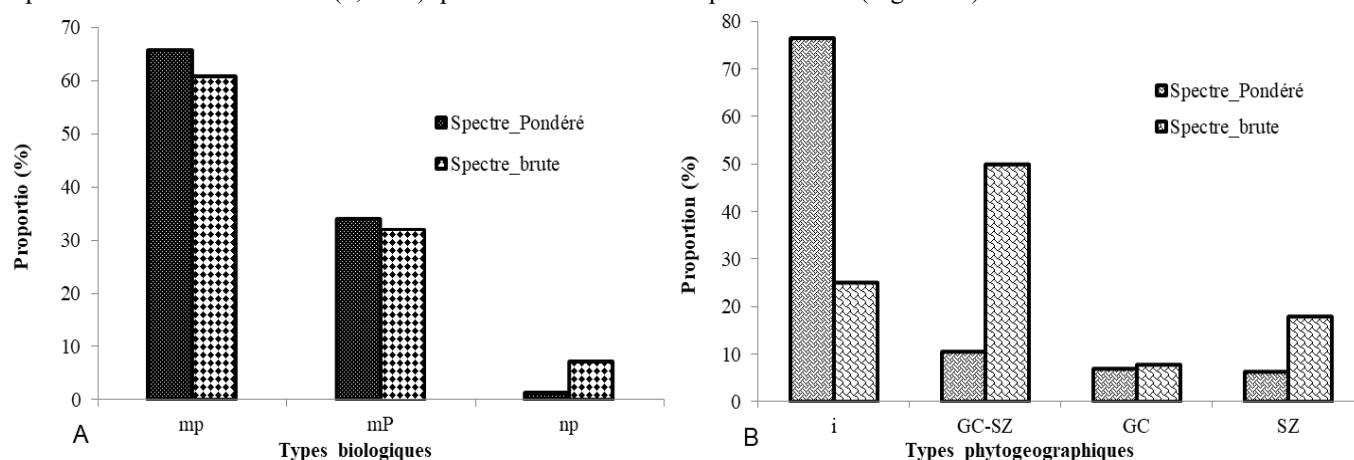


Figure 10. Spectre des types biologiques (A) et Spectre phytogéographique

mP = mésophanérophite, mp = microphanérophyte, np = nanophanérophite, GC = espèce connue dans la zone guinéo-congolaise, SZ = espèce connue dans la

zone soudano-zambézienne, GC-SZ = espèce qu'on retrouve dans les deux zones, I = espèce introduite à des fins agricoles, sylvicoles ou horticoles)

L'indice de valeur d'importance des espèces le plus élevée concerne *D. regia* (IVIsp= 98,43) suivi de *S. siamea* (IVIsp= 84,86), *A. indica* (IVIsp= 70,21) et *T. grandis* (IVIsp= 66,20). Ces valeurs indiquent que ces espèces sont les plus disponibles en termes de bois-énergie. Les autres espèces sont moyennement et peu disponibles (Tableau 1).

Tableau 1 : Indice de valeurs d'importance des espèces de bois-énergie de la FCA

Espèces	FR	DenR	DomR	IVIsp
<i>Delonix regia</i>	49,21	22,24	26,99	98,43
<i>Senna siamea</i>	52,38	14,73	17,75	84,86
<i>Azadirachta indica</i>	52,38	9,89	7,94	70,21
<i>Tectona grandis</i>	33,33	20,53	12,33	66,20
<i>Holarrhena floribunda</i>	44,44	3,75	2,23	50,42
<i>Millettia thonningii</i>	26,98	3,96	1,69	32,63
<i>Lonchocarpus sericeus</i>	26,98	2,11	0,97	30,07
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	15,87	2,11	1,88	19,87
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	15,87	1,64	1,15	18,66
<i>Daniellia oliveri</i>	15,87	1,23	0,79	17,89
<i>Terminalia glaucescens</i>	14,29	0,75	0,44	15,47
<i>Lannea barteri</i>	12,70	0,61	0,77	14,08
<i>Margaritaria discoidea</i>	11,11	1,43	0,64	13,18
<i>Cola gigantea</i>	6,35	0,27	0,78	7,40
<i>Pseudocedrela kotschy</i>	6,35	0,68	0,25	7,29
<i>Vitex doniana</i>	6,35	0,41	0,52	7,28
<i>Acacia sieberiana</i>	6,35	0,41	0,18	6,93
<i>Vitellaria paradoxa</i>	6,35	0,34	0,08	6,77
<i>Leucaena leucocephala</i>	4,76	0,48	0,27	5,51
<i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i>	4,76	0,20	0,08	5,05
<i>Bridelia ferruginea</i>	4,76	0,20	0,07	5,03
<i>Acacia auriculiformis</i>	3,17	0,41	0,70	4,29
<i>Milicia excelsa</i>	3,17	0,14	0,86	4,17
<i>Mangifera indica</i>	3,17	0,20	0,39	3,77
<i>Parkia biglobosa</i>	3,17	0,14	0,20	3,51
<i>Gliricidia sepium</i>	1,59	0,20	0,05	1,84
<i>Piliostigma thonningii</i>	1,59	0,07	0,02	1,68
<i>Hymenocardia acida</i>	1,59	0,07	0,01	1,67

Les indices de valeur d'importance montrent que les familles les plus représentées sont les Fabaceae (IVIF = 173,02). En seconde position se retrouvent, les Meliaceae (IVIF = 68,64) et les Verbenaceae (IVIF = 67,15). Les Apocynaceae et les Combretaceae sont peu représentées soit respectivement IVIF= 49,69 et IVIF = 38,05. Les autres familles sont faiblement représentées.

Tableau 2 : Indice de valeur d'importance des familles des espèces de bois-énergie de la FCA

Familles	FR	DenR	DomR	IVIF
Fabaceae	93,65	51,43	27,94	173,02
Meliaceae	53,97	10,57	4,10	68,64
Verbenaceae	39,68	21,01	6,45	67,15
Apocynaceae	44,44	4,09	1,15	49,69
Combretaceae	33,33	3,41	1,30	38,05
Moraceae	20,63	1,64	0,87	23,14
Euphorbiaceae	15,87	1,71	0,36	17,94
Anacardiaceae	14,29	0,82	0,58	15,69
Sterculiaceae	11,11	0,55	0,53	12,19
Sapotaceae	6,35	0,34	0,04	6,73
Rutaceae	4,76	0,20	0,04	5,01

3.2.3 Biovolume et biomasse de carbone de bois-énergie disponible (FCA)

Les ligneux à DHP ≥ 10 cm ont une surface terrière de 8,42 m²/ha avec un biovolume de 87,35 m³/ha soit 1921,85 m³ pour l'ensemble de la forêt. La biomasse totale des ligneux est estimée à 15,41 t/ha pour un stock de Carbone 7,24 t/ha soit (26,58 t.éqC/ha), 10,59 t/ha pour la biomasse aérienne et 4,82 t/ha pour la biomasse souterraine.

Les espèces de bois énergie occupent un biovolume de 62,54 m³/ha soit (71,57 % du biovolume total). Sur l'ensemble de la forêt, le biovolume des espèces de bois-énergie correspond à 1373,92 m³. La biomasse totale de ces espèces est estimée à 12,81 t/ha pour un stock de carbone estimé à 6,02 t/ha soit (22,11 t.éqC/ha) de CO₂. La biomasse aérienne des espèces de bois-énergie est évaluée de 8,73 t/ha et la biomasse souterraine est déduite à 4,08 t/ha. La figure 11 montre la quantité du biovolume en m³ et en t/ha des espèces de bois-énergie inventoriées dans la FCA.

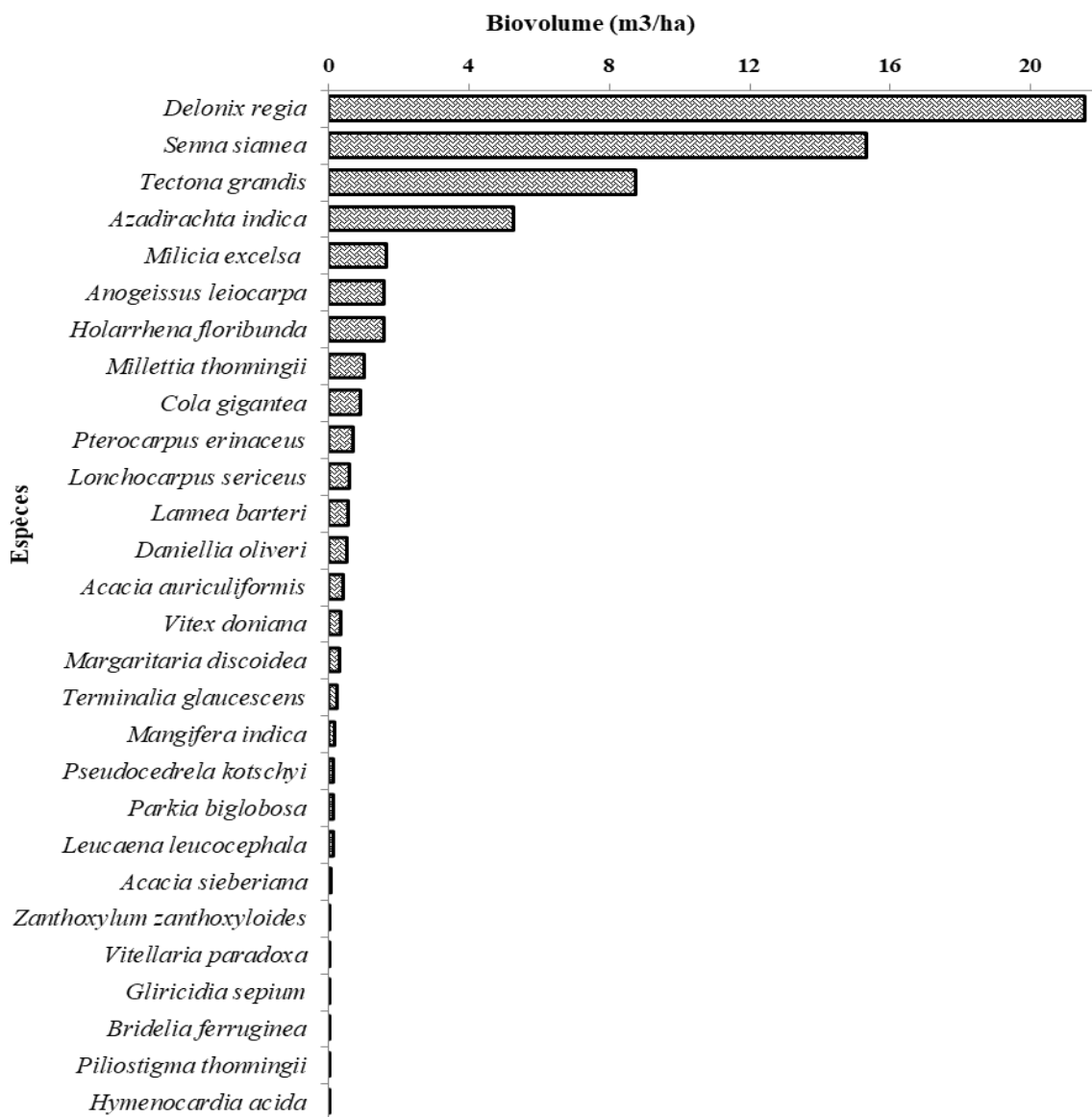


Figure 11. Biovolume en fonction des espèces

Dans l'ensemble, le taux de régénération est évalué à 28,91 % soit 22,17 % pour les francs pieds et 6,7 % pour rejets de souches. Le taux de prélèvement est globalement estimé à 15,68 %. Au total 38 espèces ont été identifiées dans le potentiel de la régénération de la FCA. 18 parmi ces espèces sont celles exploitées pour l'énergie de cuisson par les ménages et représentent 86,74% de régénération totale (taux de régénération évalué à 25,07 %). L'espèce de bois-énergie la plus représentée dans

la régénération est *D. regia* (7,54 %) suivi de *T. grandis* et *A. indica* soit 4,73 % chacune. Les espèces moyennement représentées sont : *S. siamea*, *L. sericeus*, *M. thonningii* et *D. oliviri*. Les autres espèces sont peu et faiblement représentées (Figure 12).

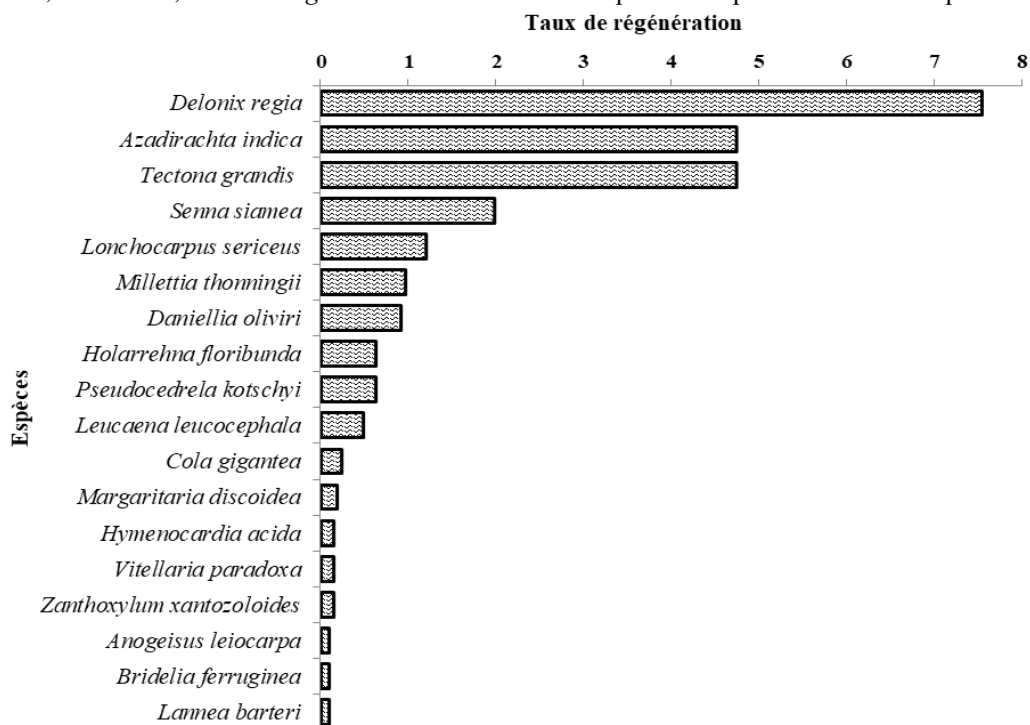


Figure 12. Spectre du taux de régénération des espèces de bois-énergie

3.3 Consommation en bois-énergie des ménages

La consommation moyenne journalière par ménage est de $14,67 \pm 3,53$ kg ($\approx 0,0155$ m³ de bois) avec le minimum de 4,03kg ($\approx 0,0043$ m³) et le maximum de 26,5kg ($\approx 0,0281$ m³). La consommation moyenne journalière par personne est évaluée à $3,12 \pm 2,07$ kg ($\approx 0,0033$ m³) avec 2,08 kg ($\approx 0,0022$ m³) pour le minimum et 5,54 kg ($\approx 0,0059$ m³) pour le maximum. Une personne consomme en moyenne 93,60 kg ($\approx 0,0993$ m³) de bois-énergie par mois. Annuellement, la consommation moyenne en énergie de cuisson par personne revient à 1,12 tonne, ce qui équivaut à 1,19 m³. Pour l'ensemble de la population d'Amavenou (population estimée à 375 habitants en 2022), les consommations du bois en énergie de cuisson s'élèvent à 421 200,15 kg/an, soit 421,20 tonnes qui correspondent à un volume de 447,09 m³ de bois par an.

La consommation journalière du bois-énergie évolue en fonction de la taille des ménages (Figure 13). L'analyse des variances suivant le test de Fisher vient confirmer cette hypothèse avec un P-value (0,0001) inférieur 0,05. La taille du ménage joue donc un rôle important dans la consommation du bois. La consommation la plus élevée s'observe auprès des classes de taille de ménages comprise entre 1-3 personnes avec une consommation moyenne journalière de $4,91 \pm 2,09$ kg soit 0,0052 m³ de bois. Elles sont secondées par les ménages comprenant entre 4-6 personnes avec une consommation moyenne journalière de $3,05 \pm 1,15$ kg équivalent à 0,0032 m³. La plus faible consommation s'observe auprès des classes de taille de ménage supérieur ou égale à 7 personnes avec une consommation moyenne journalière de $2,01 \pm 0,79$ kg. Ce qui correspond à un volume de 0,0021 m³. Au sein des classes de ménage de taille comprise entre 1-3 personnes, les consommations extrêmes sont comprises entre 8,27 kg et 8,75 kg.

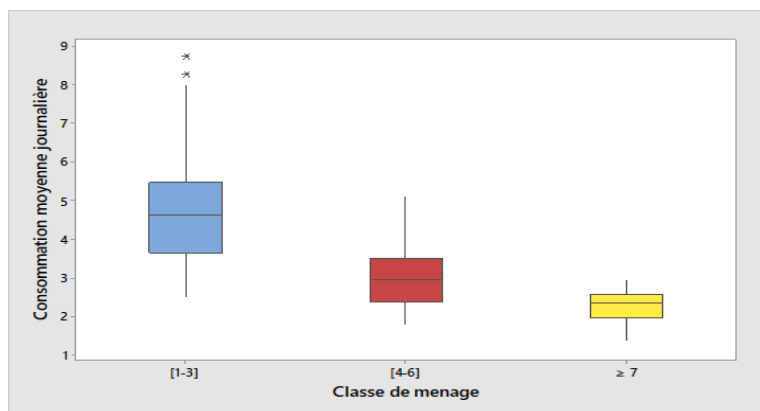


Figure 13. Variation de la consommation en fonction des tailles de ménages

L'aliment le plus consommé dans la localité d'Amavenou est la pâte (Figure 14). Elle est secondée par le chauffage d'eau qui est fréquemment pratiqué. Le riz et le fufou sont moins cuisinés suivis du niébé qui est faiblement cuisiné. Les autres aliments sont rarement préparés.

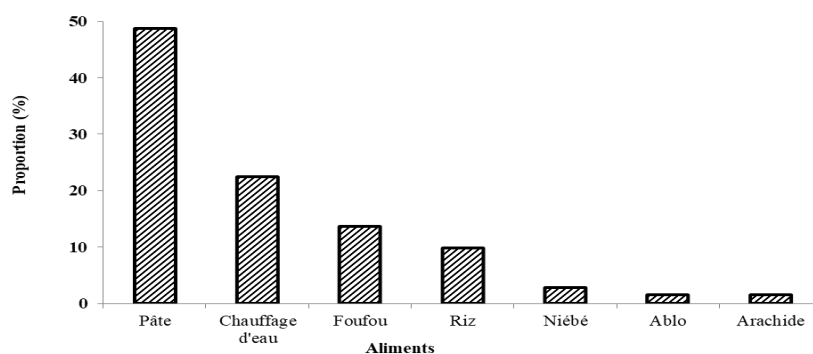


Figure 14. Préférence des aliments par les ménages

La consommation du bois-énergie évolue également en fonction du type d'aliment préparé. Le test de Fisher montre une différence significative de la consommation en fonction de la taille des ménages avec un P-value = 0,0001. En termes de consommation du bois, le niébé est le plus consommateur. Ensuite vient le fufou qui est suivi de pâte et du riz. Le chauffage d'aliment dépense moins le bois (Figure 15). Les autres aliments consomment peu de bois.

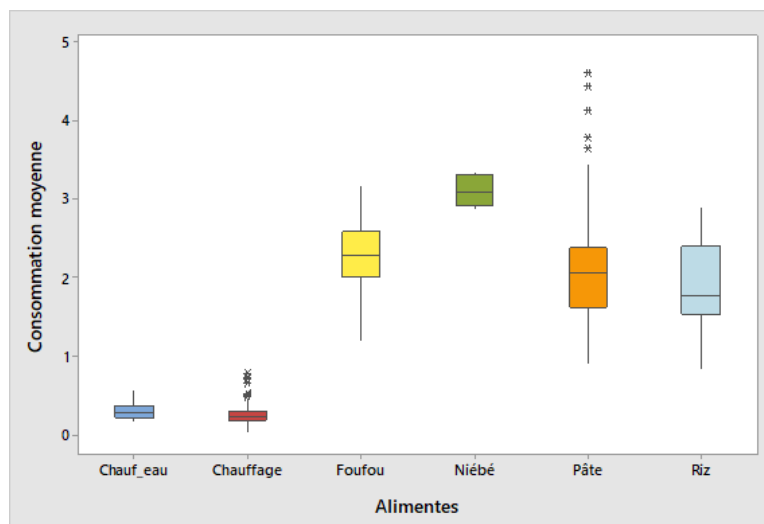


Figure 15. Variation de la consommation suivant les types d'aliments

4. Discussion

4.1. Diversité de plantes utilisées comme sources d'énergie

La diversité des espèces de bois-énergie retrouvées au cours de la présente étude (37 espèces) est un peu faible que celui recensé dans la même zone lors de la conception du plan simple de gestion de la FCA (Atakpama 2017), 40 espèces. Badjare et al. (2021) ont retrouvé une diversité plus importante dans les aires protégées Doungh-fosse aux lions (région des Savanes du Togo), 75 espèces ligneuses utilisées comme sources d'énergie de cuisson. Il en est de même pour la diversité des ligneux utilisés dans les savanes sèches du Nord-Togo, 57 espèces (Badjare et al. 2018). Les travaux de Traore et al. (2011) sur les perceptions, usages et vulnérabilité des ressources végétales ligneuses dans le sud-ouest du Burkina Faso ressortent 59 espèces utilisées à des fins de bois-énergie. Le nombre d'espèces recensées est plus important que celles recensées dans la préfecture de Tchaoudjo (34 espèces) (Kaina et al. 2018a), dans les mangroves d'Agonvè et terroirs connexes au Bénin (26 espèces) (Dossou et al. 2012) et dans la forêt communautaire Ando-Akpuivè (23 espèces) (Abi 2024). Cette différence significative pourrait s'expliquer par une disponibilité de la ressource utilisée pour des fins de bois-énergie dans chaque localité.

Les espèces les plus rapportées au cours de la présente étude ont été précédemment mentionnées dans le PSG de la FCA (Atakpama 2017). Ces citations peuvent s'expliquer par la préférence et l'accès facile de ces espèces pour le chauffage.

La famille des espèces de bois énergie la plus diversifiée est celle des Fabaceae. Ces résultats sont similaires à celles de Badjare et al. (2021) dans les aires protégées Doungh-fosse aux lions. Elles constituent les espèces les plus représentées dans la zone tropicale et par conséquent les plus accessibles aux ménages (Borozi et al. 2024).

Les espèces citées sont largement dominées par les microphanérophytes qui sont caractérisés par les espèces de large distribution à la fois guinéo-congolaise/soudano-zambézienne. Les mêmes résultats ont été précédemment remarqués dans la localité d'Ando-Akpuivè (Abi 2024), où les formations végétales sont dominées par des espèces guinéo-congolaises et soudano-zambéziennes. De même, dans le bassin du Zio, les formations végétales sont dominées par des espèces présentes à la fois dans les zones guinéo-congolaise et soudano-zambézienne (Seou et al. 2022). Ces constats reflètent la position géographique de ces régions, situées dans une zone de transition entre les domaines guinéo-congolais et soudano-zambézien, ce qui favorise une diversité floristique riche en microphanérophytes.

La diversité des espèces utilisées dans la production de charbon de bois est presque identique à celle recensée par Kaina et al. (2018a) dans la préfecture de Tchaoudjo. Cela pourrait s'expliquer par leurs qualités énergétiques telles que la durabilité, le pouvoir calorifique très élevé et une bonne capacité de production du charbon de bois. Des études menées dans diverses régions confirment que les espèces utilisées pour la production de charbon de bois sont souvent sélectionnées en fonction de leurs qualités énergétiques. C'est le cas de l'étude de Dro et al. (2021) réalisée dans le département de Daloa en Côte d'Ivoire.

4.2. Préférence et disponibilité du bois-énergie

Les espèces les plus préférées sont spontanées et celles ayant une bonne capacité calorifique. Ces préférences sont généralisées sur l'ensemble du territoire national, notamment dans la préfecture de Tchaoudjo, située dans la région centrale (Kaina et al. 2018b), ainsi que dans les savanes du nord du Togo (Badjare et al. 2018). Des préférences similaires pour les espèces spontanées à haute valeur calorifique ont également été observées au-delà des frontières nationales. C'est le cas de l'étude menée par Traore et al. (2011), ainsi que celle de Dao et al. (2020) au Burkina Faso. Les espèces spontanées sont les plus appréciées pour le chauffage, cependant leur sylviculture et leur multiplication ne sont pas organisées, ce qui exerce une pression accrue sur ces ressources et accentue leur vulnérabilité dans toutes ces régions. Dans le cadre de l'aménagement des forêts, une attention particulière devrait être accordée à ces espèces afin de préserver leur disponibilité, assurer une gestion durable des ressources en bois-énergie et limiter les risques de surexploitation.

Les espèces les plus rapportées comme bois-énergie sont des espèces introduites et les plus abondantes dans le voisinage immédiat. Ce résultat est comparable à celui trouvé au niveau de la forêt communautaire d'Ando-Akpuivè (Abi 2024). Par contre Badjare et al. (2021) ont rapporté un plus grand nombre d'espèces spontanées. Cela pourrait s'expliquer par la disponibilité de la ressource dans la végétation environnante.

Les espèces de bois-énergie les plus disponibles sont celles introduites. Ce sont des espèces à croissance rapide et ayant la capacité de s'adapter à divers types de sols. Ces espèces sont également les plus représentées dans la région Centrale au Togo. De même, une étude menée dans la région Maritime a mis en évidence la prédominance des espèces introduites dans les écosystèmes forestiers, reflétant une tendance similaire à celle observée dans la zone d'étude (Samarou et al. 2023). La forte représentation des espèces introduites dans ces zones pourrait offrir des avantages en termes de productivité et de satisfaction des besoins en bois-énergie. Cependant, elle pose également des questions sur la conservation de la biodiversité locale et la résilience des écosystèmes. L'introduction d'espèces exotiques peut entraîner des déséquilibres écologiques, notamment en compétition avec les espèces indigènes, affectant ainsi la structure et la fonction des écosystèmes forestiers.

Les espèces les plus représentées sont largement utilisées bien qu'elles soient moins appréciées tandis que les espèces les plus appréciées sont celles faiblement représentées et peu utilisées. Cette situation s'explique par le fait que les espèces autrefois préférées par les populations deviennent de plus en plus rares (Kaina et al. 2018a). Les ménages s'adaptent en consommant les espèces disponibles, même si elles ne correspondent pas à leurs préférences. Cela montre que l'utilisation du bois-énergie est avant tout déterminée par la disponibilité des ressources plutôt que par les choix des consommateurs.

Le taux de régénération de la FCA représente le double de celui de la FCAA (Abi 2024). Cela s'explique par une abondance des semis et de rejets dans la présente zone d'étude. Le nombre d'espèces identifiées dans la régénération (38 espèces) est plus élevé que celui identifié par Dourma et al. (2009) dans les forêts claires à *Isoberlinia* au Togo, 31 espèces. Cela pourrait s'expliquer par une diversité de ligneuse élevée dans la zone d'étude.

On note une disponibilité de bois-énergie au sein de la régénération potentielle de FCA. L'espèce la plus représentée dans la régénération, *Delonix regia* (7,54 %), est très faiblement rapportée par les ménages d'après les enquêtes. Cela constitue une pression pour les espèces les plus rapportées et appréciées pour le chauffage qui sont rares et inexistantes dans la régénération. La multiplication de ces espèces s'avère indispensable afin de maintenir un équilibre au sein de la diversité tout en contribuant à la satisfaction des besoins des populations en bois-énergie.

La surface terrière occupée par les ligneux dans la FCA est faible par rapport aux résultats de l'étude réalisée sur les îlots forestiers dans la préfecture de l'Avé (Bigma et al. 2022). Les zones forestières de l'Avé semblent bénéficier d'une meilleure conservation, possiblement en raison de pratiques de gestion durable ou de leur statut protégé. Le biovolume et la biomasse totale des ligneux sont nettement plus importants que ceux de l'étude précédente dans la même zone (Azo 2017). Cette augmentation du biovolume ressort une gestion efficace des ressources ligneuses de la FCA.

4.3. Consommation en bois-énergie des ménages

L'évolution de la consommation d'énergie de cuisson est fonction de la taille des ménages (Cline-Cole et al. 1990). La consommation est moins élevée lorsque le nombre de personnes par ménage est plus important. L'effet du groupe constitue l'élément capital de la faible consommation en énergie de cuisson au sein des ménages de grandes tailles. Gérard and Elisha (2021) soulignent les mêmes variations de la consommation du bois de feu au sein des ménages de la ville de Kasangani en RDC suite à l'évaluation des dépenses des ménages pour l'énergie de cuisson.

La quantité moyenne de bois quotidiennement consommé par personne dans la localité d'étude est $3,12 \pm 2,07$ kg. Cette valeur est plus importante que celle d'Ando-Akpuivé, $2,7 \pm 1,6$ kg (Abi 2024) et plus ou moins comparable à celle de la ville de Kasangani en RDC, 3,00 kg (Gérard and Elisha 2021). La consommation est évaluée à 1,25 kg/personne/jour à Maroua situé à l'extrême Nord du Cameroun (Madi et al. 2007). En 2017, la consommation moyenne journalière était estimée à environ 10 kg par individu dans la localité d'étude (Atakpama 2017). Les périodes froides d'avant pourraient avoir aussi un effet sur la consommation du bois, car les populations se servent du bois pour se chauffer en période froide (Gazull et al. 2019).

La consommation du bois-énergie varie significativement en fonction des aliments. Plus l'aliment met du temps pour cuire, plus il consomme du bois. Moins un ménage prépare des aliments énergivores, plus leur consommation en énergie de cuisson diminue (Gérard and Elisha 2021).

La consommation actuelle d'énergie de cuisson de la population d'Amavenou est évaluée à 421,20 tonnes soit $447,09 \text{ m}^3$ de bois par an. Le volume du bois disponible est estimé à $1921,70 \text{ m}^3$. Cette quantité de bois disponible correspond à la consommation du bois-énergie de la population sur une période de 5 ans. Cela indique un risque de surexploitation des ressources forestières si la consommation devait se baser uniquement sur les ressources disponibles dans la FCA. L'augmentation de la population, combiné à des besoins vitaux sans cesse croissants risque d'entraîner la raréfaction des ressources dans les espaces agricoles environnants, zone de prélèvement additionnelle du bois-énergie. Ceci pourrait entraîner une pression sur les ressources de la FCA. Ce phénomène entraînerait une dégradation et une déforestation significative des ressources végétales (Mazo et al. 2021). Ceci relève l'importance du développement des plantations de bois-énergie en se basant sur les préférences et le pouvoir calorifique des ressources de bois-énergie.

5. Conclusion

La présente étude a permis de recenser les plantes utilisées comme source d'énergie de cuisson, d'identifier les préférences et la disponibilité des plantes utilisées comme bois-énergie et de quantifier la consommation du bois-énergie des ménages et la disponibilité des ressources au niveau de la FCA. Elle a permis d'évaluer une diversité de 37 espèces utilisées comme bois-énergie dans la localité d'Amavenou. Les plantes spontanées sont les plus appréciées et les espèces introduites sont les plus utilisées par les ménages. Ces dernières sont les plus abondantes dans la FCA à l'issue de l'inventaire forestier mené dans le cadre de la présente étude. Le volume du bois-énergie disponible est de $62,54 \text{ m}^3/\text{ha}$. La consommation moyenne journalière

d'énergie de cuisson est de 14,67 kg/ménage soit 3,12 kg/personne. La consommation du bois-énergie est fonction de la taille du ménage et de la nature de l'aliment préparé. Pour une gestion durable de la FCA, il serait préférable d'encourager l'utilisation des foyers améliorés afin de réduire la consommation du bois-énergie. La mise en place de plantation d'espèces à croissance rapide avec un bon pouvoir calorifique notamment les espèces spontanées permettrait de réduire la pression sur les espèces indigènes rares.

Remerciement

Nos remerciements vont à la population d'Amavenou pour son apport dans la réussite de la collecte de données et au Laboratoire de Botanique et d'Écologie Végétale (LBEV). Notre gratitude également aux évaluateurs.

Contribution des auteurs

Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	Atakpama Wouyo
1.1.1. Gestion des données	Fondoumi Mawuli Louis, Atakpama Wouyo
1.1.2. Analyse formelle	1.1.3. Fondoumi Mawuli Louis; Egbelou Hodabalo, Atakpama Wouyo
1.1.4. Enquête et investigation	Fondoumi Mawuli Louis, Atakpama Wouyo
1.1.5. Méthodologie	Fondoumi Mawuli Louis, Atakpama Wouyo
1.1.6. Supervision et Validation	1.1.7. Atakpama Wouyo, Batawila Komlan
1.1.8. Écriture-Préparation	Fondoumi Mawuli Louis, Atakpama Wouyo
1.1.9. Écriture-Révision	Fondoumi Mawuli Louis, Atakpama Wouyo, Batawila Komlan

Références

- Abi E (2024) Évaluation du biovolume et de la consommation de bois énergie de la population de Ando-Akpuivé (FCAA), préfecture de l'Avé au Togo. Licence Professionnelle Agricole (LPA), Institut National de Formation Agricole de Tové, Kpalimé, Togo.
- Aké Assi L (1984) Flore de la Côte d'Ivoire : Etude descriptive et biogéographique avec quelques notes ethnobotaniques. Thèse de doctorat d'Etat, Faculté de Sciences et Techniques, Université de Cocody, Cote-d'Ivoire.
- Akoégninou A, van der Burg WJ, van der Maesen LJG, Adjakidjè V, Essou JP, Sinsin B, Yédomonhan H (2006) Flore Analytique du Bénin. Backhuys Publishers, Cotonou & Wageningen. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/281595>
- Atakpama W (2017) Plan simple de gestion simple de la forêt communautaire d'amavenou, canton d'Amoussoukope (préfecture de Agou, région des Plateaux du Togo), Agou, Togo.
- Atakpama W, Egbelou H, Kombate B, Biaou S, Batawila K, Akpagana K (2023) Diversité et structure des formations végétales de la forêt communautaire d'Alibi-1 au Togo Synthèse 29:06-20 <https://www.ajol.info/index.php/srst/article/view/264149/249326>
- Atakpama W, Folega F, Azo AK, Pereki H, Mensah K, Wala K, Akpagana K (2017) Cartographie, diversité et structure démographique de la forêt communautaire d'Amavenou dans la préfecture d'Agou au Togo Rev. Géog. Univ. Ouagadougou 2:59-82. https://revuegeographieouaga.com/wp-content/uploads/2023/07/04_RGO_183_ATAKPAMA_VF1.pdf
- Azo AK (2017) Cartographie, diversité et structure démographique de la forêt communautaire d'Amavenou (préfecture d'Agou). Diplôme de Technicien Supérieur Agricole (DTSA), Institut National de Formation Agricole (INFA) de Tové, Kpalimé, Togo.
- Badjaré B, Kokou K, Bigou-laré N, Koumantiga D, Akpakouma A, Adjayi MB, Abbey GA (2018) Étude ethnobotanique d'espèces ligneuses des savanes sèches au Nord-Togo: diversité, usages, importance et vulnérabilité BASE 22:152-171 <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=16690&file=1&pid=16487>
- Badjare B, Woegan YA, Folega F, Atakpama W, Wala K, Akpagana K (2021) Vulnérabilité des ressources ligneuses en lien avec les différentes formes d'usages au Togo : Cas du paysage des aires protégées Doungh-fosse aux lions (Région des Savanes) Rev. Agrobio.11:2552-2565 <https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/255/11/2/173028>

- Bigma B, Woegan YA, 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. Écosyst. Pays. 01:42-54 <https://lbev.hosting.indigoplus.net/wp-content/uploads/2022/08/Bigma-et-al21.2022.pdf>
- Borozi W, Atakpama W, Natta AK (2024) Connaissances endogènes d'usages et état de conservation de la flore ligneuse de la Réserve de Faune d'Alédjo (RFA) au Togo Rev. Écosyst. Pays. 4:1-17 doi:<https://doi.org/10.59384/recopays.tg4106>
- Brunel JF, Hiepko P, Scholz H (1984) Flore analytique du Togo : Phanerogames. GTZ, Eschborn. doi:<https://doi.org/10.2307/3776742>
- Chave J et al. (2005) Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests Oecologia 145:87-99 doi:<https://doi.org/10.1111/gcb.12629>
- Cline-Cole RA, Main HAC, Nichol JE (1990) On fuelwood consumption, population dynamics and deforestation in Africa. World Dev 18:513-527. doi:[https://doi.org/10.1016/0305-750X\(90\)90068-9](https://doi.org/10.1016/0305-750X(90)90068-9)
- Dao A, Coulibaly/Lingani P, Lamien N (2020) Préférences des femmes et pouvoir calorifique d'essences de bois d'énergie utilisées pour la caisson de la bière locale et du beurre de karité au Burkina Faso. J. Appl. Biosci. 156:16139-16146 doi:<https://doi.org/10.35759/JABs.156.7>
- Diwediga B, Hounkpe K, Wala K, Batawila K, Tatoni T, Akpagana K (2012) Agriculture de contre saison sur les berges de l'oti et ses affluents. African Crop Sci. J. 20:613-624. <https://www.ajol.info/index.php/acsj/article/view/81694/71843>
- Dossou M, Houessou G, Loughégnon O, Tenté A, Codjia J (2012) Etude ethnobotanique des ressources forestières ligneuses de la forêt marécageuse d'Agonvè et terroirs connexes au Bénin Tropicultura 30(1): 41-48.
- Dourma M, Wala K, Bellefontaine R, Batawila K, Guelly K-A, Akpagana K (2009) Comparaison de l'utilisation des ressources forestières et de la régénération entre deux types de forêts claires à *Isoberlinia* au Togo BFT 302:5-19. <https://revues.cirad.fr/index.php/BFT/article/view/20400/20159>
- Dro B, Coulibaly S, Moreto M, Coulibaly T, Salla M, Kone M (2021) Diversité des espèces végétales utilisées pour la fabrication du charbon de bois dans le Département de Daloa (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire) Agronomie Africaine 33:61-72. file:///C:/Users/Utilisateur/Downloads/ajol-file-journals_7_articles_224377_submission_proof_224377-73-547801-1-10-20220425.pdf, consulté le 18/06/2025
- Ern H (1979) Die Vegetation Togos, Gliederung, Gefährdung, Erhaltung Willdenowia:295-315 doi:<https://doi.org/10.2307/3995654>
- FAO (2017) La transition du secteur de charbon de bois : Promouvoir une chaîne de valeur du charbon de bois plus verte pour atténuer les effets du changement climatique et renforcer les moyens d'existence des populations locales. Rome, Italie
- Folega AA, Folega F, Woegan YA, Wala K, Akpagana K (2021) Dynamique des émissions de gaz à effet de serre liées au secteur foresterie et autres affectations des terres (FAT) dans le paysage du socle Eburnéen au Togo Rev Écosystèmes et Paysages 1:58-72 https://lbev-univlome.com/wp-content/uploads/2022/01/05-Folega-et-al.-dec_2021.pdf
- Folega F et al. (2017) Potentialités écologiques et socio-économiques de la forêt communautaire d'Agbedougbe (Région des Plateaux-Togo) J Rech Sci Univ Lomé (Togo) 19:31-50 <https://www.ajol.info/index.php/jrsul/article/view/163257>
- Folega F, Kombate B, Konate D, Kanda M, Wala K, Akpagana K (2020) Inventaire et séquestration de carbone de la végétation de l'emprise urbaine de la ville de Dapaong, Togo Revue Espace Géographique et Société Marocaine 41/42:273-280 <https://revues.imist.ma/index.php/EGSM/article/download/23515/12549>
- Gazull L (2009) Le bassin d'approvisionnement en bois-énergie de Bamako. Une approche par un modèle d'interaction spatiale. Grade de Docteur, Université de Paris VII
- Gazull L, Dubiez E, Peltier R (2019) Etat des lieux de l'approvisionnement en bois-énergie de la ville de Bangui (RCA). Quantification des flux et organisation des filières:1-49
- Gbesso FG, Akognongbe AJ, Tente BH (2013) Implications de l'utilisation des ligneux comme bois-énergie dans la commune d'Abomey Rev Ivoir Sci Technol 21&22:263-276 <http://www.revist.ci>
- Gérard I, Elisha M-D (2021) Rapport d'étude de la consommation de bois-énergie et des équipements de cuisson de la ville de Kisangani.
- Jayaraman K (1999) Manuel de statistique pour la recherche forestière. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Peechi, Thrissur, Kerala (Inde)
- Kaina A, Dourma M, Folega F, Diwediga B, Wala K, 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 <http://www.revist.ci>
- Kaina A, Wala K, Koumantiga D, Folega F, Akpagana K (2018a) Impact de l'exploitation du bois-énergie sur la végétation dans la préfecture de Tchaoudjo au Togo Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou 1:69-88

- Kaina A, Wala K, Koumantiga D, Folega F, Akpagana K (2018b) 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 7:69-88
https://revuegeographieouaga.com/wp-content/uploads/2023/06/04_RGO_187_VF_ok.pdf
- Kokou K, Nuto Y, Atsri H (2009) Impact of charcoal production on woody plant species in West Africa: A case study in Togo Sci Res Essays 4:881-893 <http://www.academicjournals.org/SRE/PDF/pdf2009/Sep/Kouami%20et%20al.pdf>
- Kokou KB et al. (2023) Dynamique et modélisation du stock de carbone de la Forêt Classée d'Amou-Mono au Togo Rev. Écosyst. Pays. 3:1-14 doi:<https://doi.org/10.59384/recopays.tg3211>
- Lamoureux M (1969) Note explicative N 34 : Carte pédologique du Togo au 1/1.000.000. ORSTOM, Paris, France
- Madi A, Huub P, Sali B (2007) La demande urbaine en bois énergie et la nécessité d'une gestion rationnelle des ressources naturelles : la cas de Maroua à L'extrême-Nord du Cameroun Actes du colloque, 27-31 mai 2002, Garoua, Cameroun
<https://hal.science/hal-00135467v1/document>
- Madon G (2017) Le bois, énergie de première nécessité en Afrique Afrique contemporaine 261262:201-222
- Mazo I, Arouna O, Imorou IT (2021) Affectation des terres et variabilité de la biomasse ligneuse au Nord-Bénin AJLP-GS 4 391-405 doi:<https://doi.org/10.48346/IMIST.PRSM/ajlp-gs.v4i3.22930>
- MDCM/INSEED (2022) Étude sur la consommation d'énergie dans les sous secteurs domestique et artisanal, de l'agriculture et des transports au Togo (ECE-DAAT).
- MERF (2020) Stratégie nationale de réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts (REDD+) 2020-2029 version finale. Lomé, Togo.
- Raunkjær C (1934) The life forms of plants and statistical plant geography. The life forms of plants and statistical plant geography. OXFORD.
- Samarou M, Lekeriba Nt, Atakpama W, Kanda K, Dourma M, Batawila K, Akpagana K (2023) Diversité et importance économique des plants forestiers utilisés dans la restauration des paysages dans la région Maritime au Togo Rev. Écosyst. Pays. 3:149-166 doi:<https://doi.org/10.59384/recopays2023-3-1>
- Seou E, Akame L, BoukpeSSI T (2022) Diversité floristique et caractéristiques structurales des groupements végétaux du bassin du Zio (Sud-Togo) Physio-Géo:83-98 doi:<https://doi.org/10.4000/physio-geo.13984>
- Traore L, Ouedraogo I, Ouedraogo A, Thiombiano A (2011) Perceptions, usages et vulnérabilité des ressources végétales ligneuses dans le Sud-Ouest du Burkina Faso IJCBS 5: 258-278 doi:<http://ajol.info/index.php/ijbcs>
- Tsana EJ, Bodo MaA (2008) Les forêts communautaires et le modèle entrepreneurial au Cameroun: État des lieux, défis et options pour la viabilité Durban, South Africa, Workshop on forest governance & decentralization in Africa, https://www.cifor-icraf.org/publications/pdf_files/events/documentations/durban/papers/Paper17TsanaEnamaandMinsouma.pdf
- White F (1986) La végétation de l'Afrique: mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique Unesco/AETFAT/UNSO vol 20. IRD Editions https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-06/24837.pdf
- Yawo K (2019) Contribution à la connaissance du commerce international de *Pterocarpus erinaceus* Poir (Fabaceae) au Togo, espèce végétale inscrite aux annexes de CITES. Master, Universidad Internacional de Andalucía