



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Identification des espèces de plantes autochtones utilisées pour la production de bois de chauffe dans la zone soudanienne nord du Mali

Ousmane KASSAMBARA^{1*}, Moussa SYLLA¹, Oumar SENOU¹, Moussa KAREMBE², Mamadou SARRA³ et Seydou SIDIBE⁴

¹Délégation du Programme Ressources Forestières, Centre Régional de Recherche Agronomique (CRRA) de Sotuba, Institut d'Economie Rurale (IER), BP: 262 Bamako, Mali.

²Laboratoire d'Ecologie Tropicale (LET), Faculté des Sciences et Techniques (FST), Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTTB), Bamako, Mali.

³Laboratoire Sol Eau Plante (LSEP), CRRA de Sotuba, IER, Bamako, Mali.

⁴Laboratoire de Nutrition Animale (LNA), CRRA de Sotuba, IER, Bamako, Mali.

*Auteur correspondant ; E-mail : ousmikass2@yahoo.fr

Received: 30-04-2022

Accepted: 19-10-2022

Published: 31-10-2022

RESUME

Dans la zone soudanienne nord du Mali, les ressources forestières ont une tendance régressive. Cette étude a été menée dans les communes rurales de Konodimini et de Massala (cercle de Ségou). Son objectif était d'identifier les espèces ligneuses autochtones les plus utilisées actuellement par les populations pour la production de bois de chauffe et d'évaluer le Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS) des trois espèces les plus citées. Pour ce faire, la méthode d'enquête individuelle a été utilisée. Puis, des échantillons de bois des trois espèces les plus citées ont été collectés dans trois villages afin d'évaluer leurs PCS à l'aide d'une bombe calorimétrique. La population d'étude utilise actuellement 34 espèces ligneuses à des fins de production de bois de chauffe. Ces espèces appartiennent à 20 genres et à 10 familles. Suivant les Fréquences relatives de citation (Frc), les trois espèces ligneuses les plus utilisées dans la zone d'étude pour la production de bois de chauffe sont *Combretum micranthum* (Frc=88,60%), *Combretum glutinosum* (Frc=86,84%) et *Piliostigma reticulatum* (Frc=83,33%). Les bois des trois espèces ont montré un excellent PCS dépassant 4000 kcal/kg en moyenne. Cependant, le PCS de *C. micranthum* était significativement élevé ($P=0,002$) que ceux des deux autres espèces. © 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Plantes autochtones, bois de chauffe, pouvoir calorifique, zone soudanienne nord, Mali.

Identification of native plant species used for the production of firewood in the northern Sudanian zone of Mali

ABSTRACT

In the northern sudanian zone of Mali, forest resources have a regressive trend. This study was conducted in the rural municipalities of Konodimini and Massala (prefecture of Segou). Its aim was to identify the native woody species most currently used by populations for the production of firewood and to assess the Gross Calorific Value (GCV) of the three most cited species. To do this, the individual survey method was

used. Then, wood samples of the three most cited species were collected in three villages in order to evaluate their GCV using a bomb calorimeter. The study population currently uses 34 woody species for the production of firewood. These species belong to 20 genera and 10 families. According to the relative frequencies of citation (Frc), the three ligneous species most used in the study area for the production of firewood are *Combretum micranthum* (Frc=88.60%), *Combretum glutinosum* (Frc=86.84 %) and *Piliostigma reticulatum* (Frc=83.33%). It was obtained that the woods of the three species have an excellent GCV exceeding 4000 kcal/kg on average. However, the GCV of *C. micranthum* was significantly higher (P=0.002) than those of the other two species.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Native plants, firewood, calorific value, northern sudanian zone, Mali.

INTRODUCTION

En zone soudano-sahélienne, les ressources forestières sont d'une importance capitale. L'exploitation des produits forestiers ligneux (bois) et non ligneux (fruits, fourrage, sève, gomme, miel, etc.) assure la subsistance de la quasi-totalité de la population (Bationo, 2002 ; Sanogo et al., 2013). A l'horizon 2030, en Afrique subsaharienne, le poids du bois-énergie devrait encore représenter environ 80% de la consommation énergétique des ménages (Gazull, 2009).

Au Mali, sur la période de 1994 à 1998, le secteur forestier a assuré la satisfaction de 93% des besoins en énergie domestique (Thomas et Samassekou, 2003). Déjà, entre 1984 et 1986, la production contrôlée de bois énergie avait été estimée à 4 680 869 stères de bois de chauffe et 649 279 quintaux de charbon de bois (Yossi et Kouyaté, 2001). La consommation de bois énergie n'a alors cessé d'augmenter. Selon Kouyaté (2005), en 1998, environ 7 677 000 m³ de bois-énergie ont été consommés. La part du bois de chauffe représentait 98,48% contre 1,52% pour le charbon de bois (Kouyaté, 2005). De nos jours, selon la Direction Nationale des Eaux et Forêts (DNEF, 2016), d'année en année, les recettes forestières sont en évolution croissante avec des proportions variables mettant en évidence l'accroissement de l'exploitation des ressources forestières. Dans les formations forestières des régions du sud du pays, en 2014 le prélèvement de bois à des fins énergétiques représentait un stock sur pied de

400 000 ha (DNEF, 2014). Dans le cercle de Ségou, en 2020, la part de l'exploitation contrôlée du bois de chauffe a été de l'ordre de 45,46% des recettes d'exploitation des ressources forestières et a occupé la première place des recettes forestières (Cantonement des Eaux et Forêts de Ségou, 2020).

En milieu rural, le bois couvre les besoins à 100% pour la cuisson des aliments, le chauffage en saison froide et l'artisanat (Tembiné, 2016). Il convient de signaler que la ressource «Bois-énergie» provient essentiellement des formations forestières naturelles, les plantations étant soit trop récentes, soit de superficies trop limitées pour approvisionner l'ensemble de la population (Kouyaté, 2005 ; Gazull, 2009). En outre, la demande croissante des grandes villes du Mali fait peser davantage de pression sur les ressources forestières, pouvant remettre en cause leur durabilité (Gazull, 2009).

Selon Bationo (2002), quelles que soient les raisons de l'exploitation forestière, elle reste un facteur orientant la dynamique de la végétation. Les espèces concernées par une plus grande exploitation, subissent toujours plus de pression que les autres. Cela pourrait entacher inexorablement l'équilibre de l'écosystème et de la reconstitution des populations végétales exploitées ou surexploitées et donc, du maintien de la trajectoire naturelle de la dynamique de la végétation (Bationo, 2002). Au Mali, il a été signalé que l'exploitation incontrôlée des formations végétales boisées semble entraîner la régression rapide, voire la disparition totale

de certaines espèces très utiles aux communautés (Sanogo et al., 2013). Parmi celles-ci, on peut citer les espèces qui sont particulièrement menacées à cause du pouvoir calorifique de leur bois (*Combretum glutinosum*, *Pterocarpus erinaceus*, *Pterocarpus lucens*, *Acacia nilotica*, etc.) et celles qui sont recherchées pour la qualité de leur charbon très apprécié en artisanat local à l'image de *Prosopis africana* et *Burkea africana* (DNEF, 2014).

D'une manière générale, les ressources ligneuses de la région de Ségou connaissent une tendance régressive. Cette tendance est marquée par une diminution globale de la diversité et des effectifs des espèces ligneuses. En outre, les peuplements d'arbres dans les parcs agroforestiers sont vieillissants. Le rythme actuel de renouvellement du capital ligneux est incapable de soutenir durablement les besoins d'une population en expansion en matière de bois énergie (Clinquart, 2010). Dans un contexte de changement climatique où la menace de disparition pèse sur les ressources végétales en zone soudanienne nord du Mali, la présente étude a été entreprise dans le cercle de Ségou dans le but d'identifier les espèces ligneuses les plus utilisées actuellement par les populations pour la production de bois de chauffe, puis d'évaluer le pouvoir calorifique du bois des trois espèces les plus citées par les exploitations familiales enquêtées.

MATERIEL ET METHODES

Description de la zone d'étude

La présente étude a été réalisée dans les terroirs villageois des communes rurales de Konodimini (6°25'22.08''W et 13°19'26.04''N) et de Massala (6°30'6.84''W et 13°16'54.84''N) localisées dans le cercle de Ségou (Figure 1). Elle se situe dans la zone climatique soudanienne Nord du Mali et dans la zone agroécologique de Moyen Bani-Niger (Projet Inventaire des Ressources Terrestres, 1986). En cette zone climatique la

pluviométrie annuelle est comprise entre 550 mm et 750 mm d'eau (PIRT, 1986).

Déroulement de l'enquête

L'identification des espèces les plus utilisées pour la production de bois de chauffe dans la zone d'étude a été faite en utilisant la méthode d'enquête individuelle. Elle a été adaptée à celles utilisées entre autres par Karembé et al. (2003) et Tembiné (2016). L'enquête a été réalisée entre les mois de novembre et décembre 2018 auprès des exploitations familiales (Unités de Production Agricole « UPA »). Pour y parvenir, il a été effectué un échantillonnage en grappes (N'Da, 2015). L'échantillonnage a été effectué sur la base des listes des villages et des familles (exploitations familiales) disponibles au niveau du chef-lieu de chaque commune. Ainsi, il a d'abord été tiré au hasard trois villages dans la commune de Massala et quatre villages dans la commune de Konodimini, cela compte tenu du nombre total de villages qui est plus élevé dans la deuxième commune. Par la suite, dans chaque village échantillonné, il a été tiré au hasard 30% des exploitations agricoles. Ces dernières constituent les unités de sondage. A l'issue de l'échantillonnage, sept villages ont été retenus pour l'enquête dans les deux communes rurales et le nombre total d'exploitations agricoles ayant fait l'objet de l'enquête a été de 114 dont 86 dans la commune rurale de Massala et 28 dans la commune rurale de Konodimini (Tableau 1).

Dans chaque village d'enquête, une réunion a été tenue avec les autorités (chef de village et ses conseillers) et les membres des exploitations familiales enquêtées. La réunion avait pour but de présenter les objectifs et la démarche méthodologique de l'étude aux acteurs locaux, mais aussi de les sensibiliser afin qu'ils participent activement à la mise en œuvre des activités. Les questionnaires ont été administrés aux exploitations agricoles échantillonnées, précisément à un membre (représentant) par exploitation. La désignation

du représentant à enquêter incombait aux membres de l'exploitation familiale échantillonnée en fonction de leur disponibilité. Les questions ont porté essentiellement sur les caractéristiques socioéconomiques des enquêtés et l'identification des espèces forestières autochtones utilisées pour la production de bois de chauffe sur leurs terroirs. En outre, chaque espèce de plante citée a été répertoriée dans une matrice (grille) et les différentes fonctions ou utilisations des parties de la plante ont été notées.

Evaluation du pouvoir calorifique supérieur des bois des trois espèces les plus citées

Des échantillons de bois des trois espèces autochtones les plus citées par les populations des deux communes ont été prélevés en janvier 2020 pour être analysés au Laboratoire de Nutrition Animale (LNA) de l'Institut d'Économie Rurale (IER) afin de déterminer le pouvoir calorifique. Dans les villages de Binkèbougou, Massala et Banamba, il a été prélevé trois échantillons de bois dont un par arbre adulte par espèce dans chacun des villages choisis. Les échantillons de bois ont été réduits en petits morceaux, séchés pendant un mois au soleil puis broyés avant d'être acheminés au laboratoire. Une fois au laboratoire, avant de procéder à l'analyse, les échantillons ont d'abord été séchés dans l'étuve (à 105°C pendant 2 heures). L'analyse du pouvoir calorifique supérieur (PCS) a été effectuée en faisant exploser l'échantillon de bois dans une bombe calorimétrique en présence d'oxygène (norme standardisé BS EN ISO 18125 : 2017). Pour ce faire, un creuset contenant 0,15 à 0,25 g d'échantillon séché à l'étuve a été introduit dans la bombe calorimétrique préalablement placée dans un calorimètre. Pour faciliter l'explosion, la bombe a été saturée d'oxygène jusqu'à 40 bar. Après explosion, la quantité d'énergie dégagée lors de la combustion de l'échantillon a été directement lue sur l'écran

du calorimètre en joule/gramme. La conversion du résultat obtenu en kcal/kg, a été effectuée en se référant au Système International (SI) d'unités. Selon le système SI, 1 calorie équivaut à 4,18 joules. Le résultat affiché par le calorimètre a donc été divisé par 4,18 pour avoir le PCS en kcal/kg.

Traitement et analyse des données

Traitement et analyse des données de l'enquête

Les données d'enquête ont été saisies sur le tableur Microsoft Office Excel 2016 et le calcul des Fréquences (absolue et relative) a été effectué avec le logiciel SPSS 21.

Pour chaque espèce citée pour la production de bois de chauffe, il a été calculé la Fréquence absolue de citation (Fac) et la Fréquence relative de citation (Frc) en pourcentage (Karembé et al., 2003 ; Tembiné, 2016). La Fréquence relative de citation peut prendre le nom de fréquence d'utilisation relative en fonction des auteurs (Kaina et al., 2018).

- La Fréquence absolue de citation (Fac) d'une espèce correspond au nombre total de personnes enquêtées ayant cité l'espèce.
- Fréquence relative de citation (Frc, %) d'une espèce correspond au nombre total de personnes enquêtées ayant cité l'espèce (Fac) divisé par le nombre total de personnes ayant été interrogées (N=114) multiplié par 100.

Analyse des données du pouvoir calorifique supérieur des bois

Les données ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) en utilisant le logiciel SPSS 21. En présence d'une différence significative, le test de comparaison multiple de Newman et Keuls a été utilisé pour comparer les moyennes des pouvoirs calorifiques au seuil de probabilité de 5%.

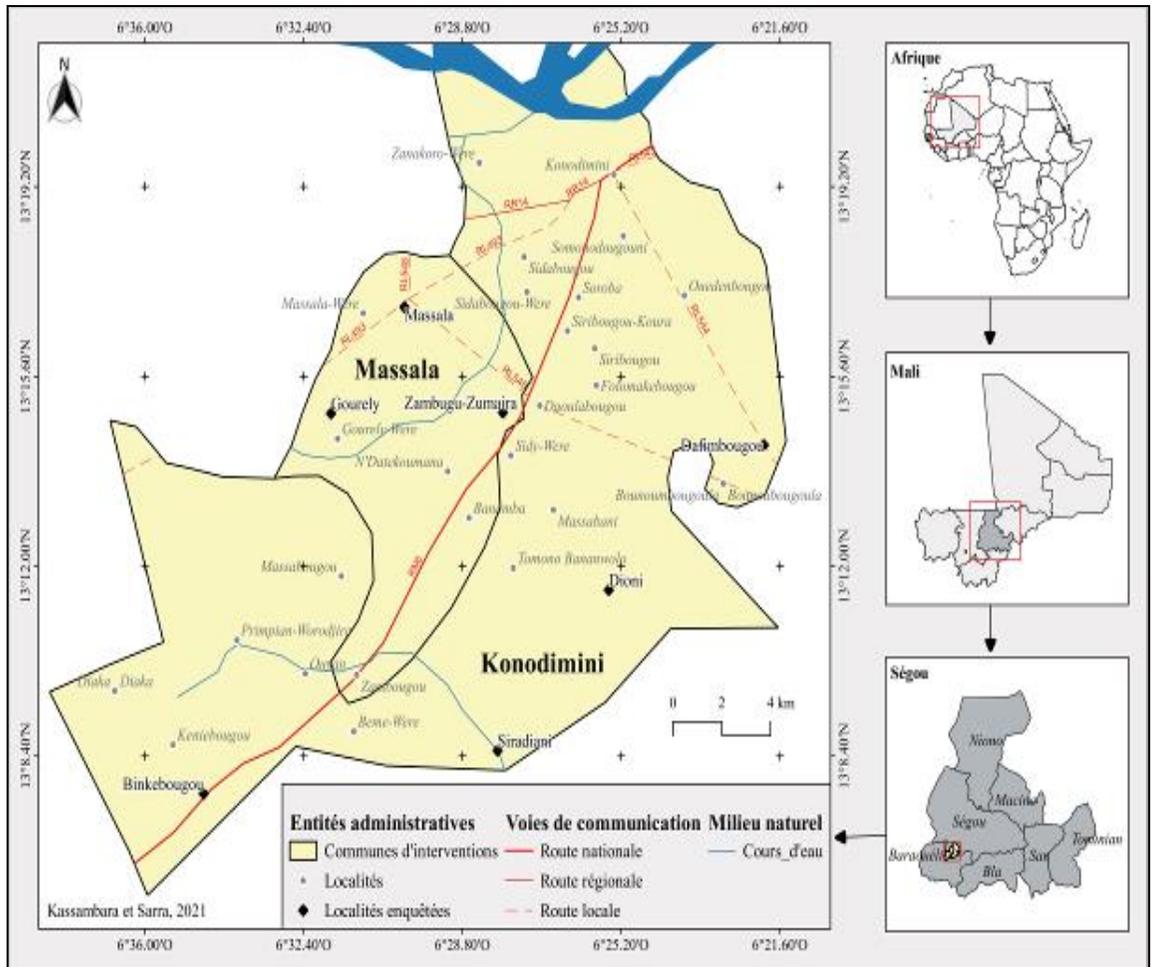


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude.

Tableau 1 : Villages d'enquête et nombre d'exploitations agricoles enquêtées par village.

Région administrative	Cercle	Communes rurales	Villages d'enquête	Nombre de UPA enquêtées
Ségou	Ségou	Massala	Massala	54
			Zambougou	16
			Gourély	16
		Konodimini	Binkébougou	6
			Dioni	7
		Siradiani	10	
		Dafimbougou	5	
Total		2	7	114

RESULTATS

Caractéristiques socioéconomiques des membres des exploitations familiales enquêtées

Sexe, âge et ethnie des enquêtés

Dans le Tableau 2 sont présentés les proportions d'hommes et de femmes enquêtées dans les deux communes ainsi que l'âge et la composition ethnique des enquêtés.

Dans la commune rurale de Konodimini, l'échantillon ayant fait l'objet d'enquête a comporté 25 hommes (89,29%) et 3 femmes (10,71%). L'âge moyen des personnes enquêtées a été de 59 ans. La plus âgée avait 100 ans et la plus jeune avait 28 ans. L'échantillon était composé à 96,43% de l'ethnie Bambara et 3,57% de Peulhs.

Dans la commune rurale de Massala, l'échantillon ayant fait l'objet d'enquête a comporté 75 hommes (87,21%) et 11 femmes (12,79%). L'âge moyen des personnes enquêtées a été de 57 ans. La plus âgée avait 100 ans et la plus jeune avait 21 ans. L'échantillon était composé de l'ethnie Bambara à 96,51% et de Somonos à 3,49%.

Taille des exploitations familiales enquêtées et Activités des enquêtés

Le Tableau 3 donne la situation de la taille des exploitations enquêtées et les activités menées par les membres enquêtés.

La taille de la famille a varié de 5 à 70 personnes avec une moyenne de 24 personnes par UPA dans la commune de Konodimini. Elle a varié de 5 à 120 personnes avec une moyenne de 25 personnes par UPA dans la commune de Massala. L'agriculture est l'activité principale des membres des exploitations familiales enquêtées dans les deux communes rurales. Entre autres, le commerce, l'élevage, le maraichage et la menuiserie constituent les activités secondaires que les enquêtés ont en commun dans les deux communes rurales.

Niveaux de scolarisation des exploitants enquêtés

Les niveaux de scolarisation des membres des exploitations enquêtées sont représentés sur les Figures 2 et 3.

Les membres des exploitations enquêtées sont majoritairement non scolarisés dans les deux communes notamment 67,86% des membres à Konodimini et 43,02% des membres à Massala. En outre, quelle que soit la commune rurale, la proportion des enquêtés non scolarisés a été suivie par la proportion des enquêtés scolarisés ayant le niveau d'enseignement fondamental premier cycle (10,71% à Konodimini et 30,23% à Massala). Enfin, dans les deux communes, les autres membres des exploitations enquêtées (moins de 30%) sont alphabétisés ou ont un niveau de scolarisation correspondant à l'enseignement fondamental franco-arabe, l'enseignement fondamental second cycle et le niveau secondaire.

Identification des espèces autochtones utilisées pour la production de bois de chauffe

A l'issue des enquêtes, 34 espèces ligneuses autochtones utilisées pour la production du bois de chauffe dont 30 espèces à Konodimini et 29 à Massala ont été identifiées. Ces espèces appartiennent à 10 familles et 25 genres botaniques. Les fréquences (absolue et relative) de citation des espèces sont présentées dans le Tableau 4. Les trois espèces ligneuses autochtones productrices de bois de chauffe les plus citées par les personnes enquêtées dans les différents villages ont été *Combretum micranthum* (88,60%), *Combretum glutinosum* (86,84%) et *Piliostigma reticulatum* (83,33%). Par ordre de citation décroissante, ces trois espèces ont été suivies entre autres par *Guiera senegalensis* (82,46%), *Vitellaria paradoxa* (81,58%), *Mitragyna inermis* (81,58%), *Pterocarpus erinaceus* (81,58%), *Acacia nilotica* (80,70%), *Terminalia macroptera* (79,82%), *Anogeissus leiocarpa* (79,82%), *Pterocarpus lucens* (79,82%), *Prosopis africana* (78,95%) et *Faidherbia albida* (78,07%).

Les familles botaniques ayant le plus grand nombre d'espèces citées sont les Fabaceae et Combretaceae avec respectivement 35,29% et 20,59% du nombre

d'espèces citées. Elles sont suivies par les familles des Anacardiaceae, Rubiaceae et Moraceae avec 8,82% du nombre d'espèces citées chacune. Les cinq autres familles restantes ne représentent que 17,65% de la flore ligneuse citée. Il s'agit des familles des Malvaceae (5,88%), Sapotaceae (2,94%), Rhamnaceae (2,94%), Ebenaceae (2,94%) et Zygophyllaceae (2,94%).

Quelques illustrations de points de vente et de stockage de bois de chauffe à base d'espèces des familles de Combretaceae et de Fabaceae sont présentées sur les Figures 4 et 5 (photographies prises dans le terroir villageois de Binkébougou en mars 2019).

Perception des populations sur d'autres usages des espèces ligneuses citées pour la production de bois de chauffe sur leurs terroirs

Il apparaît que la flore ligneuse productrice de bois de chauffe citée par les membres des exploitations agricoles des deux communes est constituée d'espèces à usages multiples et variés. En plus de leur utilisation pour la production de bois énergie (bois de chauffe et charbon de bois), les espèces ligneuses citées sont également utilisées par la population dans l'alimentation (humaine et animale), dans la pharmacopée (humaine et animale), dans la construction (bois de service), dans l'artisanat (bois d'œuvre, teinture) et comme ombrage.

Usages des espèces ligneuses citées dans la pharmacopée traditionnelle

Il ressort que la totalité des 34 espèces citées sont utilisées dans la pharmacopée humaine, au moins une de leurs parties est utilisée (feuilles, fruits et graines, racines ou guis). Sur la Figure 6 sont présentées les proportions d'utilisation des parties des plantes citées. Par ordre décroissant, les espèces dont les parties sont les plus utilisées dans la pharmacopée humaine sont : *Vitellaria paradoxa*, *Tamarindus indica*, *Parkia biglobosa*, *Faidherbia albida*, *Balanites aegyptiaca*, *Mitragyna inermis*, *Guiera senegalensis*, *Acacia nilotica*, *Anogeissus leiocarpa*, *Ziziphus mauritiana*, *Piliostigma*

reticulatum, *Cassia sieberiana*, *Combretum micranthum*, *Prosopis africana*, *Ficus gnaphalocarpa*, *Entada africana*.

Par rapport à la pharmacopée animale, seulement 41,18% des espèces citées (14 espèces) sont utilisées par la population enquêtée. Les parties de ces espèces utilisées se résument aux feuilles, écorces, fruits et graines, fleurs et guis (Figure 7). Ces espèces sont par ordre décroissant de citation : *Balanites aegyptiaca*, *Tamarindus indica*, *Guiera senegalensis*, *Faidherbia albida*, *Vitellaria paradoxa*, *Piliostigma reticulatum*, *Bombax costatum*, *Mitragyna inermis*, *Pterocarpus lucens*, *Parkia biglobosa*, *Acacia pennata*, *Feretia apodanthera*, *Lannea acida* et *Crossopteryx febrifuga*.

Usages des espèces ligneuses citées dans l'alimentation humaine et animale

Dans la zone d'étude, certaines des espèces citées pour la production de bois de chauffe sont aussi utilisées dans l'alimentation humaine. Les espèces concernées représentent environ 44% de la flore ligneuse citée. Il s'agit entre autres de *Tamarindus indica*, *Vitellaria paradoxa*, *Ziziphus mauritiana*, *Parkia biglobosa*, *Balanites aegyptiaca*, *Diospyros mespiliiformis*, *Lannea microcarpa*, *Sclerocarya birrea*, *Lannea acida*, *Ficus gnaphalocarpa*, *Bombax costatum*, *Piliostigma reticulatum*, *Acacia nilotica* et de *Combretum micranthum*. Les parties de ces plantes les plus utilisées par ordre de citation sont les fruits et graines, les feuilles puis les fleurs (Figure 8). La gomme de *Sterculia setigera* est également utilisée dans l'alimentation humaine.

En outre, la totalité des espèces citées est aussi utilisée dans l'alimentation animale en fonction de leur disponibilité durant les différentes saisons de l'année. Les différentes parties des plantes utilisées dans l'alimentation animale sont les feuilles, les fruits et graines ainsi que les fleurs (Figure 9). Par ordre de citation décroissant les quinze espèces dont les parties sont les plus utilisées dans l'alimentation animale étaient : *Vitellaria paradoxa*, *Faidherbia albida*, *Ziziphus mauritiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Tamarindus*

indica, *Ficus gnaphalocarpa*, *Acacia nilotica*, *Sclerocarya birrea*, *Piliostigma reticulatum*, *Parkia biglobosa*, *Pterocarpus lucens*, *Lannea microcarpa*, *Terminalia macroptera*, *Pterocarpus erinaceus*, et *Terminalia avicennioides*.

Usages des espèces ligneuses citées dans la construction (bois de service)

Plus de 90% des espèces productrices de bois de chauffe citées sont aussi utilisées comme bois de service. Les seules n'ayant pas été citées comme étant des espèces utilisées pour la production de bois de service ont été : *Sterculia setigera* et *Ficus iteophylla*. Par ordre de citation décroissant les quinze espèces les plus utilisées étaient : *Pterocarpus lucens*, *Pterocarpus erinaceus*, *Terminalia macroptera*, *Anogeissus leiocarpa*, *Prosopis africana*, *Vitellaria paradoxa*, *Terminalia avicennioides*, *Faidherbia albida*, *Diospyros mespiliformis*, *Balanites aegyptiaca*, *Mitragyna inermis*, *Ziziphus mauritiana*, *Entada africana*, *Acacia nilotica* et *Tamarindus indica*.

Usages des espèces ligneuses citées dans l'artisanat (bois d'œuvre et teinture)

Environ 60% des espèces ligneuses citées pour la production de bois de chauffe sont également utilisées pour la production de bois d'œuvre (catégorie de bois utilisé dans la confection des ustensiles de cuisine ou des œuvres d'art et le bois de menuiserie). En effet, les principales espèces utilisées comme bois d'œuvre étaient *Pterocarpus erinaceus*, *Pterocarpus lucens*, *Prosopis africana*, *Terminalia macroptera*, *Anogeissus leiocarpa*, *Vitellaria paradoxa*, *Terminalia avicennioides*, *Diospyros mespiliformis*, *Entada africana*, *Bombax costatum*, *Mitragyna inermis*, *Faidherbia albida*, *Cassia sieberiana*, *Sclerocarya birrea*, *Lannea acida*, *Ficus gnaphalocarpa*, *Tamarindus indica*, *Acacia nilotica*, *Lannea microcarpa* et *Parkia biglobosa*.

En ce qui concerne la teinture traditionnelle, environ 38,23% des 34 espèces ligneuses citées (soit 13 espèces) sont utilisées

à des fins de teinture dans les communes rurales de Konodimini et de Massala. Il s'agit de *Lannea microcarpa*, *Vitellaria paradoxa*, *Combretum glutinosum*, *Anogeissus leiocarpa*, *Lannea acida*, *Terminalia macroptera*, *Pterocarpus lucens*, *Pterocarpus erinaceus*, *Terminalia avicennioides*, *Sclerocarya birrea*, *Ziziphus mauritiana*, *Piliostigma reticulatum* et *Bombax costatum*.

Usages des espèces ligneuses citées à des fins d'ombrage

Parmi la flore ligneuse citée environ 20,58% des espèces sont utilisées comme ombrage par les enquêtés. Il s'agit de *Vitellaria paradoxa*, *Faidherbia albida*, *Pterocarpus erinaceus*, *Tamarindus indica*, *Balanites aegyptiaca*, *Diospyros mespiliformis* et *Bombax costatum*. Selon les enquêtés, les espèces autochtones sont particulièrement épargnées dans les champs pour servir d'ombrage compte tenu de la diminution des arbres adultes dans les champs.

Evaluation du pouvoir calorifique des trois espèces les plus citées pour la production de bois de chauffe dans les communes rurales de Konodimini et de Massala

Les valeurs moyennes des Pouvoirs Calorifiques Supérieurs (PCS) des trois espèces et leurs variabilités sont consignées dans le Tableau 5.

L'analyse de variance a mis en évidence l'existence d'une différence hautement significative entre les pouvoirs calorifiques des trois espèces ($P=0,002$). Le test de comparaison multiple de Newman et Keuls a permis de révéler deux groupes de moyennes (a et b) statistiquement distincts (Tableau 5). Le bois issu de *C. micranthum* a le meilleur pouvoir calorifique (4409,22 kcal/kg) et constitue le groupe de moyenne (a). Les bois de *C. glutinosum* et *P. reticulatum* ont respectivement des pouvoirs calorifiques de l'ordre de 4153,06 kcal/kg et 4012,75 kcal/kg qui sont statistiquement identiques (groupe de moyenne b).

Tableau 2 : Sexe, âge et ethnie des répondants.

Variables		C.r. Konodimini	C.r. Massala
Sexe	Homme	89,29%	87,21%
	Femme	10,71%	12,79%
Âge	Moyen	59 ans	57 ans
	Minimum	28 ans	21 ans
	Maximum	100 ans	100 ans
Ethnie	Bambara	96,43%	96,51 %
	Peulh	3,57%	Néant
	Somonos	Néant	3,49%

C.r.= Commune rurale.

Tableau 3 : Taille des exploitations et activités des exploitants enquêtés.

Variables		C.r. Konodimini	C.r. Massala
Taille des exploitations	Moyenne	24 personnes	25 personnes
	Minimale	5 personnes	5 personnes
	Maximale	70 personnes	120 personnes
Activités des exploitants	Principale	Agriculture	Agriculture
	Secondaires	Commerce, Elevage, Maraichage, Menuiserie et Maçonnerie	Maraîchage, Elevage, Commerce, Pêche, Menuiserie, Exploitation et vente de bois, Tradithérapie et Métiers de forgeron, de tailleur, de cordonnier et de tisserand

C.r. = Commune rurale.

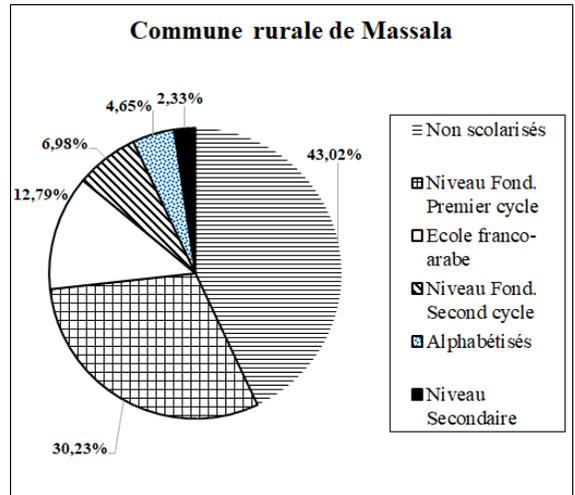
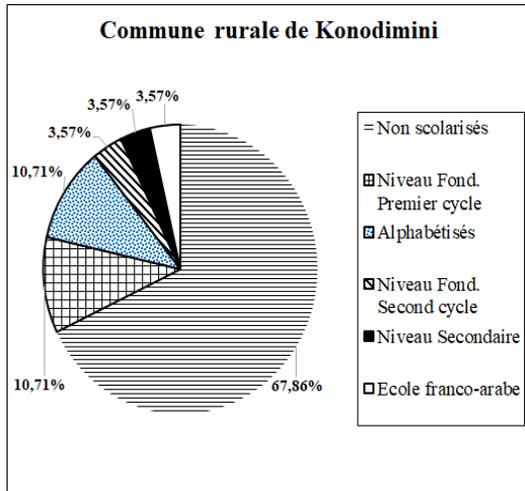


Figure 2 : Niveaux de scolarisation des enquêtés dans la commune de Konodimini.

Figure 3 : Niveaux de scolarisation des enquêtés dans la commune de Massala.

Tableau 4 : Fréquences de citation des espèces utilisées pour la production de bois de chauffe dans les communes rurales de Massala et Konodimini dans le cercle de Ségou.

Espèces	Familles (APG IV)	Fac dans la Commune de Konodimini (Effectif N ₁ =28)	Fac dans la Commune de Massala (Effectif N ₂ =86)	Fac totale (Effectif N=114)	Frc (%) = [Fac/N] 100 avec N=114
<i>Combretum micranthum</i>	Combretaceae	26	75	101	88,60
<i>Combretum glutinosum</i>	Combretaceae	25	74	99	86,84
<i>Piliostigma reticulatum</i>	Fabaceae	22	73	95	83,33
<i>Guiera senegalensis</i>	Combretaceae	20	74	94	82,46
<i>Vitellaria paradoxa</i>	Sapotaceae	20	73	93	81,58
<i>Mitragyna inermis</i>	Rubiaceae	21	72	93	81,58
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Fabaceae	22	71	93	81,58
<i>Acacia nilotica</i>	Fabaceae	20	72	92	80,70
<i>Terminalia macroptera</i>	Combretaceae	19	72	91	79,82
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	Combretaceae	21	70	91	79,82
<i>Pterocarpus lucens</i>	Fabaceae	22	69	91	79,82
<i>Prosopis africana</i>	Fabaceae	23	67	90	78,95
<i>Faidherbia albida</i>	Fabaceae	20	69	89	78,07
<i>Terminalia avicennoides</i>	Combretaceae	17	72	89	78,07
<i>Parkia biglobosa</i>	Fabaceae	17	71	88	77,19
<i>Tamarindus indica</i>	Fabaceae	19	66	85	74,56
<i>Lannea microcarpa</i>	Anacardiaceae	17	64	81	71,05
<i>Ficus gnaphalocarpa</i>	Moraceae	12	68	80	70,18
<i>Acacia seyal</i>	Fabaceae	14	66	80	70,18
<i>Sclerocarya birrea</i>	Anacardiaceae	18	61	79	69,30
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Zygophyllaceae	19	60	79	69,30
<i>Ziziphus mauritiana</i>	Rhamnaceae	15	60	75	65,79
<i>Cassia sieberiana</i>	Fabaceae	0	69	69	60,53
<i>Diospyros mespiliformis</i>	Ebenaceae	14	53	67	58,77
<i>Entada africana</i>	Fabaceae	0	66	66	57,89
<i>Feretia apodanthera</i>	Rubiaceae	0	63	63	55,26
<i>Lannea acida</i>	Anacardiaceae	14	49	63	55,26
<i>Ficus platyphylla</i>	Moraceae	0	46	46	40,35
<i>Acacia pennata</i>	Fabaceae	8	26	34	29,82
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	Rubiaceae	9	0	9	7,89
<i>Bombax costatum</i>	Malvaceae	6	0	6	5,26
<i>Ficus iteophylla</i>	Moraceae	6	0	6	5,26
<i>Sterculia setigera</i>	Malvaceae	4	0	4	3,51
<i>Pteleopsis suberosa</i>	Combretaceae	1	0	1	0,88

Fac = Fréquence absolue de citation ; Frc = Fréquence relative de citation ; APG IV = 4^{ème} classification phylogénétique des angiospermes (APG, 2016).



Figure 4 : Bois de chauffe en vrac en vente dans le village de Binkèbougou.



Figure 5 : Bois de chauffe stocké dans un champ après les récoltes à Binkèbougou.

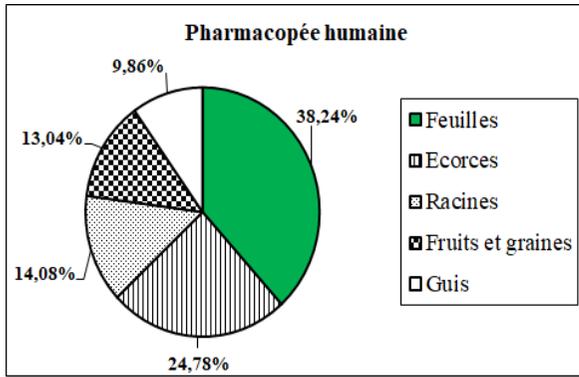


Figure 6 : Proportion d'utilisation des parties des plantes dans la pharmacopée traditionnelle humaine.

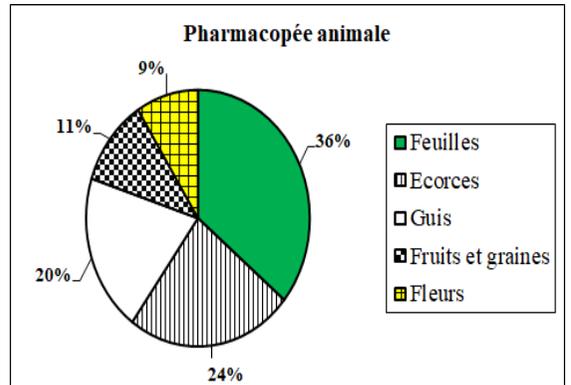


Figure 7 : Proportion d'utilisation des parties des plantes dans la pharmacopée traditionnelle animale.

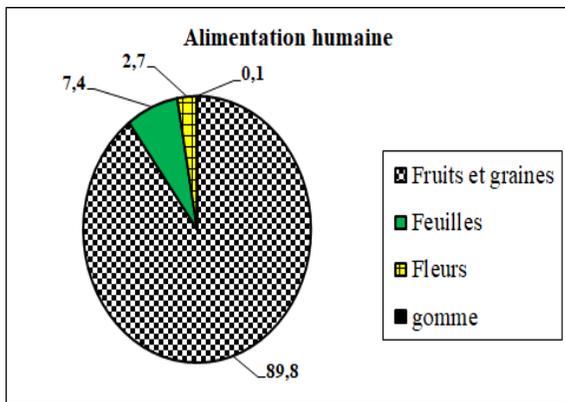


Figure 8 : Proportion d'utilisation des parties des plantes dans l'alimentation humaine.

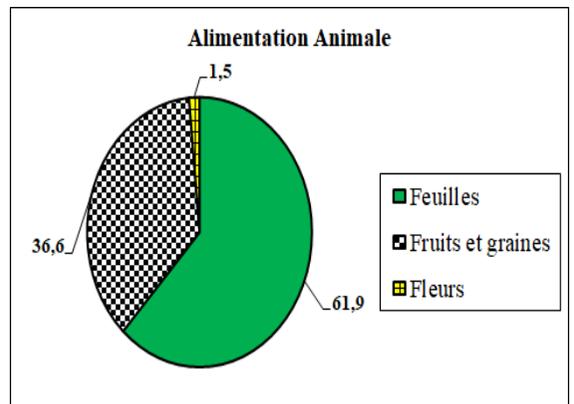


Figure 9 : Proportion d'utilisation des parties des plantes dans l'alimentation animale.

Tableau 5 : Pouvoirs Calorifiques Supérieurs des bois de *Combretum micranthum*, *Combretum glutinosum* et *Piliostigma reticulatum*.

Espèces	Effectif	Pouvoir Calorifique (PCS) moyen (kcal/kg)	Ecart-type	Coefficient de variation (%)
<i>Combretum micranthum</i>	3	4409,22 ^a	72,56	1,65
<i>Combretum glutinosum</i>	3	4153,06 ^b	59,99	1,44
<i>Piliostigma reticulatum</i>	3	4012,75 ^b	87,58	2,18
Total	9	4191,68	185,59	4,43

Les pouvoirs calorifiques moyens accompagnés d'une même lettre sont statistiquement identiques au seuil de 5%.

DISCUSSION

Les caractéristiques socioéconomiques des enquêtés dans les deux communes sont similaires et reflètent les caractéristiques démographiques décrites dans leurs PDESC (Programme de Développement Economique, Social et Culturel) et monographies. Les espèces citées par les populations pour la production de bois de chauffe montrent bien qu'elles ont une idée de l'utilisation des ressources de leurs terroirs. Cela rejoint Cuny (2003) D'après qui « avec beaucoup de temps et de patience, on peut parvenir à connaître en profondeur les perceptions des paysan(ne)s sur les ressources forestières de leurs terroirs. A partir de leurs connaissances précises de l'écosystème dans lequel ils vivent, et surtout sur la base des potentialités et des contraintes de la mise en valeur de ces ressources, il est possible de définir des typologies d'acteurs locaux et de dégager les grandes lignes d'une future gestion des forêts communautaires ».

En effet, les 34 espèces citées par les enquêtés se retrouvent pour la plupart (à plus de 62%) sur la liste de la richesse floristique dressée par Coulibaly (2019) dans le cadre d'une étude sur la flore ligneuse des formations du terroir villageois de Binkèbougou (Commune de Konodimini). De plus, environ 90% des espèces citées par les membres des exploitations familiales ont été répertoriées par Arbonier (2000) comme source de bois énergie. Le nombre élevé

d'espèces citées appartenant aux familles de Fabaceae et de Combretaceae pourrait s'expliquer par la dominance des plantes de ces deux familles dans la flore ligneuse du Mali comme l'ont souligné entre autres Karembé et al. (2003), Tembiné (2016) et Coulibaly (2019) respectivement sur les terroirs de Konobougou, Banamba et de Binkèbougou.

En fonction des fréquences de citation, les premières places occupées par les espèces de la famille des combretaceae comme espèces productrices de bois de chauffe s'accordent avec les observations et résultats d'autres études et ouvrages (Thiombiano et al., 2003 ; Bognounou et al., 2010 ; Amani et al., 2015 ; Madjimbe et al., 2018). Ces auteurs ont non seulement signalé l'abondance des espèces de la famille des combretaceae mais aussi leurs utilisations comme bois énergie en Afrique subsaharienne.

Quant à la fréquence de citation obtenue pour *P. reticulatum* dans cette étude, elle est révélatrice à plus d'un titre mais pas étonnante car l'utilisation de l'espèce à des fins de production de bois de chauffe a déjà été signalée ailleurs notamment au Tchad (Madjimbe et al., 2018). Cependant, bien qu'ayant un excellent pouvoir calorifique (Arbonier, 2000 ; Madjimbe et al., 2018), l'espèce était très peu utilisée au Mali comme bois de chauffe. Cette situation met donc en évidence le changement de paradigme dans

l'utilisation des ressources pouvant résulter de la concomitance de deux situations : la disponibilité des ressources classiquement peu prisées et la rareté des ressources de premiers choix sur les terroirs villageois. Plusieurs études dans le cercle de Ségou ont déjà tiré la sonnette d'alarme par rapport à la dynamique de la végétation. En effet, dans la zone de Tiby (commune rurale de Dioro, cercle de Ségou), il a été signalé par Clinquart (2010) que les acteurs locaux ont remarqué la diminution des ressources ligneuses de façon générale exceptées pour certaines espèces autochtones telles que *P. reticulatum* et *Faidherbia albida* échappant à cette tendance de raréfaction. En outre, Nouvellet et al. (2003) ont trouvé que dans les jachères de la commune rurale de Cinzana (cercle de Ségou), *P. reticulatum* et *C. glutinosum* font partie des arbres/arbustes les plus abondants. Face à la rareté et à la disparition de certaines ressources, les populations finiront par utiliser le peu de ressource qui reste disponible, quitte à utiliser les ressources de second choix ou à braver les interdits. C'est d'ailleurs le cas de quatre espèces intégralement protégées au Mali (*Vitellaria paradoxa*, *Faidherbia albida*, *Parkia biglobosa* et *Tamarindus indica*) qui ont été citées par les enquêtés parmi les espèces utilisées pour la production de bois de chauffe. Ces espèces sembleraient être exploitées pour deux raisons principales : leur pouvoir calorique et/ou leur quasi présence dans les parcs agroforestiers (facilité d'accès). Il est à noter qu'actuellement, les parcs des terroirs villageois des communes de Konodimini et de Massala sont essentiellement dominés par *Vitellaria paradoxa* et *Faidherbia albida*. Il s'agit donc d'une utilisation de dernier recours qui pourrait devenir chronique. En effet, il a été signalé dans certaines zones du Mali qu'avec le développement des cultures de rente et le niveau d'équipement des producteurs, l'élagage du karité (*Vitellaria paradoxa*), jadis pratiqué pour pallier les contraintes liées à la

densité et à l'ombrage est de plus en plus remplacé par l'élimination physique par abattage ou écorçage des karités surtout improductifs et ayant un houppier de grande dimension (Senou, 2000). Selon Bitchibaly et al. (2000), cette élimination concerne prioritairement les karités du parc les moins performants du point de vue production fruitière et ceux, atteints de traumatisme d'origines diverses. Par ailleurs, au Burkina Faso, Ouoba et al. (2020) ont décrit une situation similaire où malgré le statut d'espèce protégée, le karité continue d'être exploité pour son bois, et ses peuplements souffrent de l'empiétement croissant des exploitations agricoles. De même, au Togo, l'utilisation de *Vitellaria paradoxa* pour la production de charbon de bois a été également signalée par Kaina et al. (2018). Enfin, la même contrainte de rareté de ligneux à bon pouvoir calorifique pourrait justifier la présence parmi les espèces citées par les enquêtés, entre autres de *Sterculia setigera* (Frc=3,51%) et de *Bombax costatum* (Frc=5,26%), deux espèces réputées comme ayant des bois légers et tendres (Arbonier, 2000).

Les multiples usages dont les espèces citées pour la production de bois de chauffe dans la zone d'étude font objet confirmer les résultats d'autres études (Diarra et al., 2016 ; Diatta et al., 2016 ; Sagna et al., 2019) qui ont longuement abordé l'usage des plantes dans différents domaines (pharmacopée, alimentation, énergie, artisanat etc.). Par ailleurs les proportions d'usages des parties des plantes dans l'alimentation humaine sont conformes à celles obtenues par Diarra et al. (2016) au Mali.

Par rapport aux trois espèces les plus citées (*Combretum micranthum*, *Combretum glutinosum* et *Piliostigma reticulatum*), nos résultats sur l'évaluation du Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS) de leurs bois montrent que l'espèce *P. reticulatum* peut bien être utilisée au même titre que *C. micranthum* et *C. glutinosum* pour la

production de bois de chauffe. En effet, le PCS moyen obtenu dans cette étude pour le bois de chacune des trois espèces est supérieur à 4000 kcal/kg. Or, il a été signalé par Van Loo et Koppejan (2008), que le PCS des biocombustibles dont le bois varie généralement entre 4000 et 5300 kcal/kg. Le PCS des bois de ces trois espèces peut donc être jugé comme satisfaisant. De plus, tout comme dans notre étude, Montes et al. (2012) ont obtenu avec les bois de *C. glutinosum* et *P. reticulatum* prélevés dans différentes régions du Mali, des valeurs moyennes de PCS qui étaient statistiquement identiques. Cependant, ces valeurs moyennes de PCS (4564,59 et 4552,63 kcal/kg) étaient plus élevées que celles obtenues dans notre étude pour les deux espèces. Toutes fois, Montes et al. (2012) ont également remarqué pour la plupart des espèces étudiées une variation du PCS en fonction d'une part des régions de prélèvement et d'autre part de l'interaction des espèces avec les régions de prélèvement. En comparaison avec d'autres espèces de savane, Montes et al. (2010) ont obtenu des valeurs de PCS de l'ordre de 4729 kcal/kg chez *Prosopis africana* et de 4634 kcal/kg chez *Balanites aegyptiaca*. Des valeurs de PCS qui sont plus élevées que celles obtenues dans notre étude chez les trois espèces les plus citées pour la production de bois de chauffe dans les communes de Massala et de Konodimini. Outre cela, dans une récente étude sur huit espèces tropicales provenant d'Angola, il a été obtenu des valeurs de PCS variant entre 4528 et 5072 kcal/kg respectivement chez *Swietenia mahagoni* et *Guaiacum sanctum* (Lunguleasa et al., 2020). Ce qui laisse paraître que les bois de ces espèces ont un PCS plus élevé comparativement aux bois des trois espèces les plus citées dans notre zone d'étude. Cependant, dans une autre étude menée au Portugal sur les bois de 17 espèces provenant des pays tempérés, Telmo et Lousada (2011) ont obtenu des PCS compris entre 4231,1 et

4978,34 kcal/kg respectivement chez *Eucalyptus globulus* et *Bowdichia nitida*. Au moins sept des dix-sept espèces tempérées (*Eucalyptus globulus*, *Prunus avium*, *Salix babilonica*, *Acer pseudoplatanus*, *Quercus robur*, *Castanea sativa*, *Populus euro-america*) ont des PCS semblables à ceux des trois espèces autochtones les plus citées par la population enquêtée.

Conclusion

Dans les communes rurales de Konodimini et de Massala (cercle de Ségou), les Fabaceae et les Combretaceae sont les familles botaniques les plus utilisées actuellement pour la production de bois de chauffe à cause de leur dominance dans les terroirs villageois. Les trois espèces ligneuses les plus citées par les enquêtés pour la production de bois de chauffe ont été *Combretum micranthum*, *Combretum glutinosum* et *Piliostigma reticulatum*. L'analyse du Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS) des bois de ces trois espèces a démontré que leurs bois ont un excellent pouvoir calorifique. En général, les ressources ligneuses des terroirs villageois ont des usages multiples et variés. L'usage d'une ressource ligneuse à des fins de production de bois de chauffe dépend surtout de sa disponibilité sur le terroir. Enfin, dans certains villages, il a été constaté à partir de l'étude que certaines espèces sont utilisées par manque d'alternatives. C'est le cas de *Vitellaria paradoxa*, une espèce intégralement protégée au Mali et de surcroît à très haute valeur économique pour la population enquêtée.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts lié à cet article.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

OK, OS et MK ont conçu l'étude. OK, MoS et OS ont collecté les données. OK a traité les données et a rédigé la première

version du manuscrit. OK et MaS ont élaboré la carte de la zone d'étude. OS, MK, SS, MoS et MaS ont fait une lecture critique du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les autorités communales et villageoises ainsi que la population de la zone d'étude. Ils remercient également le projet Adaptation de l'Agriculture et l'Elevage au Changement Climatique (ACC)-Phase 2 notamment sa composante 4 « Protection des berges et gestion des ressources naturelles » pour le financement des activités de terrain.

REFERENCES

- Amani A, Inoussa MM, Dan Guimbo I, Mahamane A, Saadou M, Lykke AM. 2015. Germination et croissance de quatre espèces de Combretaceae en pépinière. *Tropicultura*, **33**(2): 135–145.
- APG (Angiosperm Phylogeny Group). 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants : APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, **181**: 1-20. DOI: 10.1111/boj.12385
- Arbonier M. 2000. *Arbres, Arbustes et Lianes des Zones Sèches d'Afrique de l'Ouest*. CIRAD/MNHN/UICN : France.
- Bationo BA. 2002. Régénération naturelle et fonctionnement de cinq espèces ligneuses de la forêt classée du Nazinon (Burkina Faso) : *Detarium microcarpum* Guill. et Perr., *Azelia africana*, *Isobertinia doka* Caib. et Stapf., *Piliostigma thonningii* (Seb.) Miln. Redh. et *Terminalia avicennioides* Guill. et Perr. Thèse de Doctorat, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 219 p.
- Bitchibaly K, Senou O, Bengaly M. 2000. Critères paysans d'identification des karités performants en zone Mali-Sud. Rapport de recherche, Institut d'Economie Rurale (IER), CRRA de Sikasso-PRF/ESP/GRN, Mali, 11p.
- Bognounou F, Tigabu M, Savadogo P, Thiombiano A, Boussim IJ, Oden PC, Guinko S. 2010. Regeneration of five Combretaceae species along a latitudinal gradient in Sahelo-Sudanian zone of Burkina Faso. *Annals of Forest Science*, **67**(3): 306-310. DOI: 10.1051/forest/2009119.
- BS/EN/ISO 18125. 2017. *Solid Biofuels - Determination of Calorific Value, European Standard (EN/ISO 18125: 2017)*. British Standards Institution (BSI): United Kingdom.
- Cantonement des Eaux et Forêts de Ségou (CEFS). 2020. Rapport annuel d'activités 2020 du CEFS, Ségou, Mali, 40 p.
- Clinquart P. 2010. Représentations et usages des espèces ligneuses : une approche par les traits fonctionnels pour une ingénierie des systèmes agroforestiers en zones arides et semi-arides - Cas des parcs agroforestiers de la zone de Tiby au Mali. Mémoire de fin de fin d'études pour obtenir le diplôme d'Ingénieur en Agriculture, Ecole d'ingénieurs de Purpan, Toulouse, France, 211p.
- Coulibaly F. 2019. Effet de la mise en défens sur l'évolution de la végétation ligneuse des formations forestières en zone soudanienne du Mali : Cas de la forêt classée de Diaka (village de Binkébougou/Région de Ségou). Mémoire de fin de Cycle présenté pour l'obtention du diplôme d'ingénieur des Eaux et Forêts, IPR/IFRA, Katibougou, Mali, 63p.
- Cuny P. 2003. Connaître les perceptions des gens pour une foresterie adaptative. XIII^e Congrès Forestier mondial. <https://www.fao.org/3/XII/0066-A2.htm> [Consulté 31 août 2021].
- Diarra N, Togola A, Denou A, Willcox M, Daou C, Diallo D. 2016. Etude

- ethnobotanique des plantes alimentaires utilisées en période de soudure dans les régions Sud du Mali. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(1): 184-197. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i1.14>
- Diatta AA, Ndour N, Manga A, Sambou B, Faye CS, Diatta L, Goudiaby A, Mbow C, Dieng SD. 2016. Services écosystémiques du parc agroforestier à *Cordyla pinnata* (Lepr. ex A. Rich.) Milne-Redh. dans le Sud du Bassin Arachidier (Sénégal). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(6): 2511-2525. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i6.9>
- DNEF (Direction Nationale des Eaux et Forêts). 2014. Stratégie Nationale et Plan d'Actions pour la diversité biologique, Mali. Direction Nationale des Eaux et Forêts du Mali, Bamako, 155p.
- DNEF (Direction Nationale des Eaux et Forêts). 2016. Rapport annuel d'activités 2015. Direction Nationale des Eaux et Forêts du Mali, Bamako, 72p.
- Gazull L. 2009. Le bassin d'approvisionnement en bois-énergie de Bamako : une approche par un modèle d'interaction spatiale. Thèse de Doctorat, Université Paris-Diderot-Paris VII, France, 402 p.
- 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 Tchaoudjo au Togo. *Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou*, **1**(7): 69-88.
- Karembé M, Yossi H, Ballo M, Coulibaly M, Sangare H, Diakite S. 2003. Perception paysanne sur l'utilisation des espèces ligneuses de jachères en zone soudanienne sud du Mali : cas de la commune rurale de konobougou. Projet FED, phase I « recherche sur l'amélioration et la gestion de la jachère en Afrique de l'Ouest », Institut d'Economie Rurale (IER), Bamako, Mali, 15 p.
- Kouyaté AM. 2005. Aspects ethnobotaniques et étude de la variabilité morphologique, biochimique et phénologique de *Detarium microcarpum* Guill. et Perr. au Mali. Thèse de Doctorat, Université de Ghent, 207 p.
- Lunguleasa A, Spirchez C, Zeleniuc O. 2020. Evaluation of the calorific values of wastes from some tropical wood species. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, **22**(3): 269-280. DOI: 10.4067/S0718-221X2020005000302
- Madjimbe G, Goalbaye T, Belem MO, Ngarikla B. 2018. Evaluation des ressources ligneuses et leur exploitation comme bois de chauffe et de service dans le Département de Barh-kôh au sud du Tchad. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(6): 2856-2870. DOI: 10.4314/ijbcs.v12i6.30
- Montes CS, da Silva DA, Garcia RA, de Muniz GIB, Weber JC. 2011. Calorific value of *Prosopis africana* and *Balanites aegyptiaca* wood : Relationships with tree growth, wood density and rainfall gradients in the West African Sahel. *Biomass and Bioenergy*, **35**(1): 346-353. DOI: 10.1016/j.biombioe.2010.08.058
- Montes CS, Weber JC, Silva DA, Andrade C, Muñoz GIB, Garcia RA, Kalinganire A. 2012. Effects of region, soil, land use, and terrain type on fuelwood properties of five tree/shrub species in the Sahelian and Sudanian ecozones of Mali. *Annals of Forest Science*, **69**(6): 747-756. DOI: 10.1007/s13595-012-0195-2
- N'Da P. 2015. *Recherche et Méthodologie en Sciences Sociales et Humaines : Réussir sa Thèse, son Mémoire de Master ou Professionnel et son Article*. Harmattan : Paris-France.
- Nouvellet Y, Sylla ML, Kassambara A. 2003. La production de bois d'énergie dans les jachères au Mali. *Bois et Forêts des Tropiques*, **276**(2): 5-15.
- Ouoba YH, Bastide B, Coulibaly-Lingani P,

- Kaboré SA, Yaméogo-Gaméné SC, Belem B, Ganaba S, Ouoba P, Boussim JI. 2020. Régénération assistée du karité (*Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn.) dans les parcs agroforestiers au Burkina Faso. *European Scientific Journal*, **16**(40): 23-48. DOI : 10.19044/esj.2020.v16n40p23
- PIRT. 1986. Zonage agro-écologique du Mali. Projet Inventaire des Ressources Terrestres « PIRT », CCE/USAID, 151 p.
- Sagna B, Ngom D, Diedhiou MAA, Camara B, Goudiaby M, Mane AS, Coq YL. 2019. Importance socioéconomique des parcs agroforestiers à *Elaeis guineensis* Jacq. dans la région de Cacheu (Guinée-Bissau). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(7): 3289-3306. DOI: 10.4314/ijbcs.v13i7.25
- Sanogo S, Sacandé M, Van Damme P, NDiaye I. 2013. Caractérisation, germination et conservation des graines de *Carapa procera* DC. (*Meliaceae*), une espèce utile en santé humaine et animale. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **17**(2): 321-331.
- Senou O. 2000. Les peuplements de karité (*Vitellaria paradoxa* Gaert) dans le cercle de Koutiala, au Sud du Mali : répartition, structure et parasitisme par les *Tapinanthus*. Mémoire de DEA, Université de Ouagadougou, Faculté des Sciences et Techniques, Burkina Faso, 85 p.
- Telmo C, Lousada J. 2011. Heating values of wood pellets from different species. *Biomass and Bioenergy*, **35**(7): 2634-2639. DOI: 10.1016/j.biombioe.2011.02.043
- Tembiné I. 2016. Perception des populations sur l'utilisation des espèces végétales pour l'alimentation des hommes et des animaux et pour la production du bois dans le terroir de Sirani et Kiban dans le cercle de Banamba. Mémoire de fin de Cycle présenté pour l'obtention du diplôme d'ingénieur des Eaux et Forêts, IPR/IFRA, Katibougou, Mali, 86 p.
- Thiombiano A, Wittig R, Guinko S. 2003. Conditions de la multiplication sexuée chez des Combretaceae du Burkina Faso. *Revue d'Ecologie*, **58**: 361-379. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03530080>
- Thomas I, Samassekou S. 2003. Rôle des plantations forestières et des arbres hors forêt dans l'aménagement forestier durable en République du Mali. Rapport par pays. Documents de travail sur les forêts et les Arbres Plantés, FAO, Rome, 75 p.
- Van Loo S, Koppejan J. 2008. *The Handbook of Biomass Combustion and Co-Firing* (1st edn). Earthscan : London-United Kingdom.
- Yossi H, Kouyaté AM. 2001. Les arbres hors forêts : le cas du Mali. In *Les Arbres Hors Forêt : Vers une Meilleure Prise en Compte*, Bellefontaine R, Petit S, Pain-Orcet M, Deleporte P, Bertault J-G (ed). FAO : Rome ; 171-177.