

Perception Endogène et Evaluation Economique des Services Ecosystémiques Forestiers en Zones Soudanienne et Soudano-Sahélienne au Burkina Faso

Alexis Sompoudou

Institut du Développement Rural
Université Nazi Boni, Bobo Dioulasso, Burkina Faso

Bétéo Zongo

Frank Coulibaly

Institut des Sciences de l'Environnement et du développement Rural
Université de Dédougou, Burkina Faso

Patrice Toé

Hassan Bismarck Nacro

Institut du Développement Rural
Université Nazi Boni, Bobo Dioulasso, Burkina Faso

Doi: [10.19044/esipreprint.11.2023.p321](https://doi.org/10.19044/esipreprint.11.2023.p321)

Approved: 07 November 2023
Posted: 09 November 2023

Copyright 2023 Author(s)
Under Creative Commons CC-BY 4.0
OPEN ACCESS

Cite As:

Sompoudou A., Zongo B., Coulibaly F., Toé P. & Nacro H.B. (2023). *Perception Endogène et Evaluation Economique des Services Ecosystémiques Forestiers en Zones Soudanienne et Soudano-Sahélienne au Burkina Faso*. ESI Preprints.
<https://doi.org/10.19044/esipreprint.11.2023.p321>

Resume

Dans les pays du Sahel, les écosystèmes forestiers sont menacés et la connaissance de l'état de leurs services demeure une question de recherche à explorer en fonction des zones climatiques. Cette étude vise à analyser les services écosystémiques forestiers dans les communes de Nobéré (zone soudanienne) et Lâ-Toden (zone soudano-sahélienne) au Burkina Faso. Spécifiquement, il s'agit d'appréhender les perceptions endogènes et de déterminer la valeur économique des services écosystémiques forestiers dans la zone de l'étude. La démarche adoptée a consisté à conduire des enquêtes auprès de 298 exploitants et traiter les données en appliquant les principes de l'approche d'évaluation des écosystèmes pour le millénaire. Les exploitants perçoivent 29 services écosystémiques fournis par les forêts aménagées et 31 espèces ligneuses ont été citées comme étant fréquemment exploitées dans la

zone de l'étude. Les services écosystémiques les plus cités à Nobéré sont le maintien de la fertilité du sol (91,9%), refuge d'espèces végétales (89,9%), produits forestiers non ligneux (89,2%). A Lâ-Toden, ce sont la protection des sols contre l'érosion (56%), beauté du paysage (56%), purification de l'air (56%). Les espèces préférées sont *Vitellaria paradoxa* à Nobéré puis *Vitellaria paradoxa* et *Lannea microcarpa* à Lâ-Toden. La valeur économique des services d'approvisionnement à Nobéré et Lâ-Toden est estimée respectivement à 326 061 793,9 FCFA et 136 629 986,4 FCFA. Ainsi la gestion durable des écosystèmes et leurs services écosystémiques s'imposent comme une priorité de l'heure pour le bien-être des populations locales.

Mots-clés: Agroécosystème, changement climatique, forêts, services écosystémiques, valeur économique

Economic Valuation and Endogenous Perception of Forest Ecosystem Services in Soudano-sahelian and Soudanian Zones of Burkina Faso

Alexis Sompougou

Institut du Développement Rural
Université Nazi Boni, Bobo Dioulasso, Burkina Faso

Bétéo Zongo

Frank Coulibaly

Institut des Sciences de l'Environnement et du développement Rural
Université de Dédougou, Burkina Faso

Patrice Toé

Hassan Bismarck Nacro

Institut du Développement Rural
Université Nazi Boni, Bobo Dioulasso, Burkina Faso

Abstract

In Sahel's countries, forest ecosystems are threatened and knowledge of the state of their services remains a research question to be explored according to climatic zones. This study aims to analyze forest ecosystem services in the communes of Nobéré (Sudanian zone) and Lâ-Toden (Sudano-Sahelian zone) in Burkina Faso. Specifically, it involves understanding endogenous perceptions and determining the economic value of forest ecosystem services in the study area. The approach adopted consisted of conducting surveys with 298 operators and processing the data

by applying the principles of the approach to assessing ecosystems for the millennium. Operators perceive 29 ecosystem services provided by managed forests and 31 plant species were cited as being frequently exploited in the study area. The most cited ecosystem services in Nobéré are the maintenance of soil fertility (91.9%), refuge of plant species (89.9%), and non-timber forest products (89.2%). In Lâ-Toden, these are soil protection against erosion (56%), beauty of the landscape (56%), and air purification (56%). The preferred species are *Vitellaria paradoxa* at Nobéré then *Vitellaria paradoxa* and *Lannea microcarpa* at Lâ-Toden. The economic value of supply services in Nobéré and Lâ-Toden is estimated at 326,061,793.9 FCFA and 136,629,986.4 FCFA respectively. Thus, the sustainable management of ecosystems and their ecosystem services is a current priority for the well-being of local populations

Keywords: Agroecosystem, climate change, ecosystem services, economic value, forests

Introduction

Les écosystèmes fournissent des avantages social et écologique tels que l'alimentation, l'eau, le bois, les fibres, la régulation du climat, des inondations, des maladies et des déchets ,les valeurs récréatives et esthétiques, les bénéfices spirituels et la formation des sols. Ces biens et services tirés des écosystèmes sont appelés services écosystémiques et repartit par le Millennium Ecosystem Assessment (2005) en quatre groupes : approvisionnement, régulation, support et culturel (Sambou et *al.*, 2018 ; Ouédraogo et *al.*, 2020). Les services écosystémiques sont les bénéfices résultant des fonctions de l'écosystème, depuis le bois de construction et la nourriture jusqu'à la régulation des ressources en eau et du climat (Daly-Hassen, 2017). Ce sont des biens matériels et immatériels que les écosystèmes fournissent aux Hommes (Ouédraogo et *al.*, 2020).

Les services écosystémiques sont liés directement ou indirectement au bien-être humain. Les services directs sont représentés par la fourniture d'une vaste gamme de produits (produits forestiers ligneux et non ligneux) destinés à l'alimentation humaine et/ou animale, à l'énergie et à la construction. Les services indirects sont en grande partie des fonctions écologiques qui soutiennent la production alimentaire à savoir l'eau potable, les éléments nutritifs, et une qualité de vie améliorée (MEA 2005). Ils permettent de valoriser les écosystèmes à travers leur contribution dans la vie socioéconomique des populations (Walter et al., 2015).

Les services écosystémiques proviennent aussi des agroécosystèmes qui sont des écosystèmes modifiés et gérés par l'Homme (Rebulard, 2020). L'exploitant des agroécosystèmes diversifie sa production tout en bénéficiant

des services écologiques (Neyton et al., 2018 ; Rebulard, 2020). Cependant, les services écosystémiques sont des biens publics exposés à une exploitation anarchique (Mutuga, 2016). La durabilité des services écosystémiques et des écosystèmes pourvoyeurs est menacée non seulement par la surexploitation mais aussi par le changement climatique. Ainsi, attribuer une valeur économique aux services écosystémiques pourrait amener l'Homme à bien gérer les écosystèmes et leurs services afin d'assurer leur durabilités (Berthet, 2016). De nombreux travaux scientifiques ont évalué les services écosystèmes forestiers (Sambou et al., 2018 ; Ouédraogo et al., 2020). Toutefois, ces travaux ont peu abordé les services écosystémiques forestiers de plusieurs zones agro-climatiques à la fois. Les travaux de recherches n'ont concerné que les services écosystémiques forestiers d'une zone agro-climatique (Traoré et al., 2011 ; Bene et Fournier, 2015 ; Daly-Hassen, 2017 ; Ilou et al., 2019). L'analyse comparative des services écosystémiques forestiers en fonction des zones climatiques demeurent une question de recherche à explorer dans les pays du Sahel, en particulier au Burkina Faso.

L'objectif principal de cette étude est de déterminer la valeur économique des services écosystémiques fournis par les forêts aménagées de Nobéré et Lâ-Toden localisées respectivement dans les zones, soudanienne et soudano-sahélienne du Burkina Faso. Spécifiquement, il s'agit d'analyser la perception des communautés locales sur les services écosystémiques forestiers et évaluer leurs valeurs économiques. L'article est structuré en cinq parties à savoir l'introduction, la méthodologie, les résultats suivis de la discussion et la conclusion.

Matériels et méthodes

Zone d'étude

L'étude a été conduite dans les Communes de Nobéré et Lâ-Toden (Figure 1). Le choix de ces communes est basé sur leur divergence climatique et leur appartenance aux zones d'intervention du projet de gouvernance locale des ressources forestières (WEOOG-PAANI) mis en œuvre par l'ONG Tree Aid.

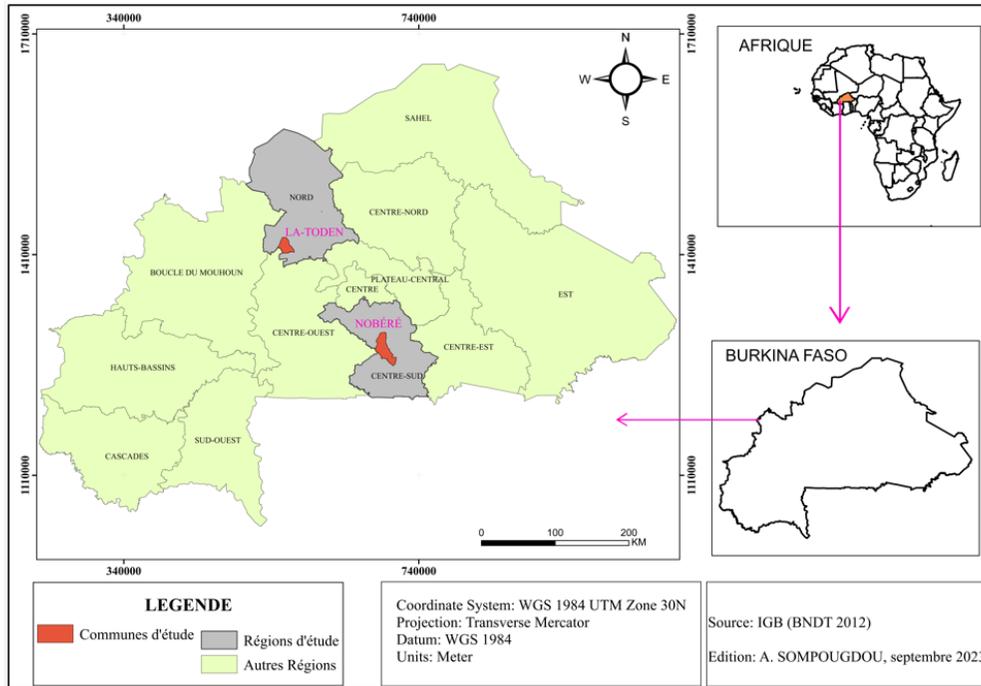


Figure 1. Localisation des zones d'étude

La Commune de Nobéré est située dans la région du Centre-Sud, dans la province du Zoundwéogo et localisée entre la latitude $11^{\circ} 25'$ et $11^{\circ} 45'$ Nord et la longitude $1^{\circ} 20'$ et $1^{\circ} 84'$ Ouest. Elle couvre une superficie de 523 km^2 , incluant une partie du Parc national Kaboré Tambi (PNKT) (Guiatin, 2015). Elle appartient à la zone nord soudanienne avec une pluviométrie annuelle oscillant entre 700 et 1000 mm avec des températures moyennes annuelles variant entre 29°C et 38°C (Dipama, 2010 ; Ouédraogo, 2010). Les formations végétales rencontrées dans la Commune de Nobéré sont du types forêts claires, savanes arborées, savanes arbustives, savanes boisées ainsi que des fourrées. La strate herbacée est actuellement dominée par *Andropogon gayanus*. Par contre la strate ligneuse est dominée entre autres par *Vitellaria paradoxa* C.F.Gaertn et *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss. (Ouédraogo, 2010). Le Parc national Tambi Kaboré (PNKT) constitue un potentiel ligneux très important, il occupe environ 5100 ha de superficie boisée de la Commune (Ouédraogo, 2010). Nobéré compte 28 villages avec une population de 39492 habitants, dont 52,7% de femmes, qui mènent principalement l'agriculture, l'élevage, le maraîchage et le commerce (INSD, 2022)

La Commune de Lâ-Toden est situé dans la région du Nord, dans la province du Passoré et localisée entre la latitude $12^{\circ} 51'$ Nord et la longitude $9^{\circ} 29'$ Ouest. Elle couvre une superficie de $276,7 \text{ km}^2$ et appartient à la zone

soudano-sahélienne avec une pluviométrie comprise entre 600 et 700 mm et des températures comprises entre 30°C et 45°C (Dipama, 2010). Le type de formation végétale dominant est la savane arborée à arbustive avec comme principales espèces rencontrées *Vitellaria paradoxa* C.F.Gaertn., *Anogeissus leiocarpa* (DC.) Guill. & Per, *Combretum micranthum* G. Don et *Lannea microcarpa* Engelm. & K.Krause. La commune compte 16 villages, avec une population estimée à 39128 habitants dont 54,6% de femmes qui ont pour l'agriculture avec l'élevage comme principales activités économiques et premières sources de revenus (INSD, 2022). Parallèlement, ces populations mènent quelques activités commerciales et exploitent les produits forestiers non ligneux (PFNL) qui constituent à la fois des compléments alimentaires et des sources de revenus.

Collecte des données

Les villages impliqués dans l'exploitation des forêts aménagées de Nobéré et de Lâ-Toden ont fait l'objet d'une enquête ethnobotanique afin d'identifier les services écosystémiques et les espèces utilisées. L'enquête a concerné 12 villages à Nobéré et 10 villages à Lâ-Toden. La taille de l'échantillon a été estimée selon la formule de Rea et *al.* (1997) :

$$N = \frac{tp^2 \times P(1-P) \times N}{tp^2 \times P(1-P) + (N-1) \times y^2} \quad (1)$$

Avec n : taille de l'échantillon, N : taille de la population cible, P : proportion attendue d'une réponse de la population (fixée à 0,5 par défaut), tp : intervalle de confiance d'échantillonnage (1,96), y : marge d'erreur d'échantillonnage (8 %).

Au total, 148 personnes à Nobéré et 150 personnes à Lâ-Toden réparties entre les villages impliqués dans l'exploitation des forêts ont été enquêtées.

Le questionnaire a été conçu avec l'outil kobotoolbox puis téléchargé sur une tablette grâce au logiciel KoboCollect version Android pour la collecte de données de terrain. Le questionnaire a été administré de façon individuelle à travers des entretiens semi-structurés avec l'aide d'un guide-interprète. Il a porté sur les caractéristiques sociodémographiques des enquêtés (nom et prénom, sexe, profession, situation matrimoniale, origine, niveau d'instruction, activité principale, etc.), les différents services rendus par la forêt et les essences forestières utilisées. Les services d'approvisionnement ont fait l'objet d'une enquête de marché afin de déterminer leurs valeurs économiques. Les informations collectées sont les quantités de produit exploité et les prix unitaires.

Des inventaires floristiques ont été réalisés dans des placettes de 900 m² (30 m × 30 m) (Thiombiano *et al.*, 2016). Les paramètres

dendrométriques ont été relevés de façon systématique dans 31 placettes à Nobéré et 44 placettes à Lâ-Toden sur toutes les surfaces forestières. Un ruban de 50 m et des jalons ont été utilisés pour mesurer et repérer les placettes, un ruban pi pour mesurer le diamètre des arbres et les données collectées ont été consignées dans des fiches d'inventaire forestier qui comportaient des données sur les caractéristiques stationnelles de la placette (relief dominant, position topographique, type de sol, traces d'activités anthropiques) et les ligneux adultes (circonférence du tronc à hauteur de poitrine $\geq 15,7$ cm ou diamètre ≥ 5 cm mesuré à 1,3 m au-dessus du sol, la hauteur, et l'état sanitaire). Les données collectées ont permis de confronter les réponses des informateurs aux données de terrain à travers la richesse spécifique et l'indice de rareté des espèces.

Analyse des données

Les paramètres suivants ont été calculés :

- la richesse spécifique (famille, genre et espèce) a été déterminée à partir de la liste floristique obtenue à partir des relevés effectués dans les forêts aménagées. C'est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné.
- la densité est le nombre d'individus par unité de surface. Elle s'exprime en nombre d'individus/ha.

$$\text{Densité} = \frac{\text{Nombre total d'arbres de la placette}}{\text{Superficie de la placette (exprimée en hectare)}} \quad (1)$$

- la fréquence des espèces

$$\text{Fréquence} = \frac{\text{Nombre de relevés dans lesquels l'espèce est présente}}{\text{Nombre total de relevés}} \quad (2)$$

- l'indice de diversité de Shannon (H)

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad (3)$$

Avec S = nombre total des espèces (richesse) et p_i = est l'abondance relative de l' i ème espèce dans une placette.

- l'indice d'équitabilité de Pielou (EH)

$$EH = \frac{H}{\ln S} \quad (4)$$

Avec H = indice de Shannon et S = nombre total des espèces (richesse)

La densité et de la fréquence ont fait l'objet d'une analyse de variance (ANOVA) au seuil de 5 % avec comme facteur commune (Nobéré et Lâ-Toden). Un test d'indépendance des variables Khi-deux au seuil de 5

% a été appliqué aux activités anthropiques (traces d'activités agricoles, traces de pâturage, traces de coupe récente de bois et traces de passage de feu). Ces différents tests statistiques ont été réalisés avec le logiciel SPSS Statistics 20.

Les services écosystémiques cités par les populations locales ont été rangés en catégories suivant le modèle de Millenium Ecosystem Assessment (2005). L'importance des espèces citées par les populations a été déterminée à partir du calcul de la valeur d'usage (VU) qui est un indice utilisé pour évaluer l'importance d'une plante dans une communauté (Houéhanou *et al.*, 2016). La fréquence de citation des services écosystémiques et des espèces citées a été calculée par la formule suivante :

$$FR = \frac{NC}{N} \quad (6)$$

Avec FR : Fréquence relative de citations, NC : Nombre de citations et N : nombre total d'informateurs interviewés.

La valeur d'usage a été calculé selon la formule de Phillips et Gentry (1993).

$$VU = \sum_{i=1}^{In} \frac{U_i}{N} \quad (7)$$

Avec VU : Valeur d'usage, U_i : nombre d'usages mentionnés par un informateur, N : nombre total d'informateurs interviewés.

La valeur économique des services d'approvisionnement a été déterminée en faisant la somme des valeurs économiques de chaque type de service d'approvisionnement (Tableau 1). La valeur économique de chaque type de service est calculée à partir de la méthode de prix de marché en multipliant les quantités par les prix et par le nombre d'acteurs (Somda et Awaïss, 2013). La valeur ainsi obtenue est qualifiée de valeur d'usage direc

Tableau 1. Evaluation économique des services d'approvisionnement

Indicateur	Mode de calcul	Signification des variables	Produits
Valeur de PFNL (V1)	$V1 = \sum_{i=1}^n Q_i \times N_i \times P_i$	Q_i = production moyenne d'un produit ; N_i = nombre d'exploitants d'un produit ; P_i = prix sur le marché d'un produit ; n = nombre de produit	Fruit, feuille, fleur, écorce, amande, miel.
Valeur des produits agricole (V2)	$V2 = \sum_{i=1}^n Q_i \times N_i \times P_i$	Q_i = production moyenne d'un produit ; N_i = nombre d'exploitants d'un produit ; P_i = prix sur le marché d'un produit ; n = nombre de produit	Maïs, sorgho, petit mil, niébé, ...

Valeur des produits d'élevage (V3)	$V3 = \sum_{i=1}^n Q_i \times N_i \times P_i$	Q_i = production moyenne d'un produit ; N_i = nombre d'exploitants d'un produit ; P_i = prix sur le marché d'un produit ; n = nombre de produit	Bovin, ovin, caprin, volaille, ...
Valeur économique	$VA = \sum_{i=1}^n V_i$	V_i = valeur d'un type de service d'approvisionnement	PFNL, produits agricole, produits d'élevage.

Résultats

Caractérisation des forêts

Le tableau 2 présente la répartition des espèces ainsi que les indices Shannon et Piélou par Commune. Au total 42 espèces réparties en 37 genres et 19 familles ont été recensées dans la forêt aménagée de Nobéré puis 38 espèces réparties en 32 genres et 16 familles dans la forêt aménagée de Lâ-Toden. L'indice de diversité de Shannon est de 2,8 à Nobéré et 2,6 à Lâ-Toden ; celui d'équitabilité de Piélou est de 0,8 à Nobéré et de 0,8 à Lâ-Toden. Dans ces deux communes, l'indice de diversité est $2,5 \leq H < 4$, ce qui signifie une diversité moyenne des espèces ligneuses. Quant à EH, il a la même valeur dans les deux communes (0,8) et tend vers 1. Ce qui montre une répartition régulière des individus entre les espèces.

Tableau 2. Richesse floristique des forêts aménagées

Communes	Espèces	Genres	Familles	Indice de diversité de Shannon	Indice d'équitabilité de Piélou
Nobéré	42	37	19	2,8	0,8
Lâ-Toden	38	32	16	2,6	0,8

Les principales espèces les plus fréquentes à Nobéré sont *Anogeissus leiocarpa* (71,0 %), *Balanites aegyptiaca* (54,8 %), *Senegalia gourmaensis* (51,6 %) et *Vitellaria paradoxa* (48,4 %). A Lâ-Toden, ce sont *Lannea microcarpa* (40,9 %), *Vitellaria paradoxa* (29,5 %), *Senegalia macrostachya* (25,0 %), *Diospyros mespiliformis* (22,7 %) et *Sclerocarya birrea* (13,6 %) qui sont les espèces les plus rencontrées (Figure 4). Les résultats montrent que certaines espèces sont présentes à Nobéré mais absentes à Lâ-Toden et vice versa. La plupart des espèces présentes dans les deux Communes sont plus fréquentes à Nobéré qu'à Lâ-Toden. L'analyse de la variance des fréquences des espèces montre qu'il n'y a pas de différence significative

entre les Communes ($p = 0,132$). Les fréquences moyennes sont 15,8 % à Nobéré et 9,5 % à Lâ-Toden.

La densité moyenne des ligneux dans les Communes de Nobéré et de Lâ-Toden sont respectivement 255,2 ind/ha et 45,2 ind/ha. L'analyse de la variance indique qu'il y a une différence significative entre les Communes ($p = 0,000$).

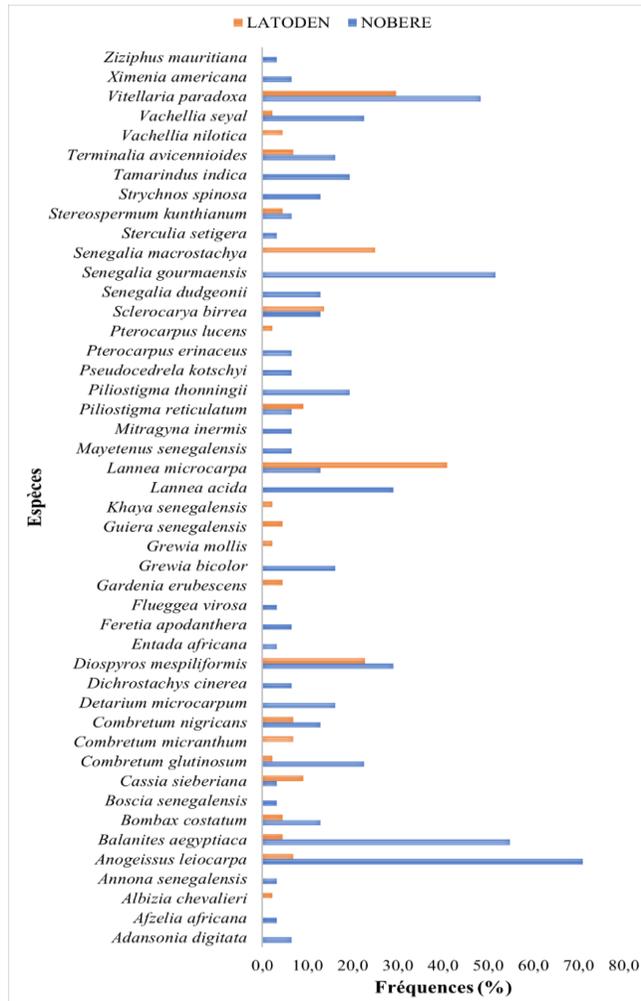


Figure 4. Fréquence des espèces dans les commune

Les résultats sur le niveau des activités anthropiques dans les forêts des deux communes (Figure 5 et 6) montrent qu'il n'y a pas de traces de passage de feu aussi bien à Nobéré qu'à Lâ-Toden (100,0 %). Pour les activités agricoles, il n'y a pas de traces à Nobéré (67,7 %) mais beaucoup à Lâ-Toden (54,5 %). Il y a peu de traces de coupe de bois à Nobéré (38,7 %) mais beaucoup à Lâ-Toden (65,9 %). A Nobéré (61,3 %) il y a beaucoup de traces de pâturage à mais pas de traces à Lâ-Toden (63,6 %).

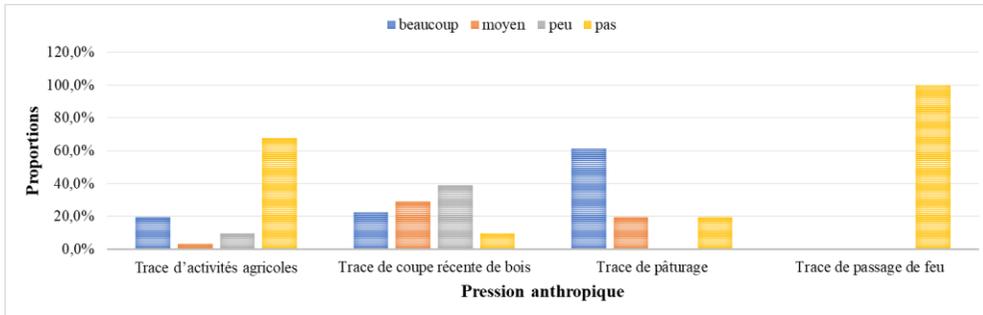


Figure 5. Activités anthropiques dans la forêt aménagée de Nobéré

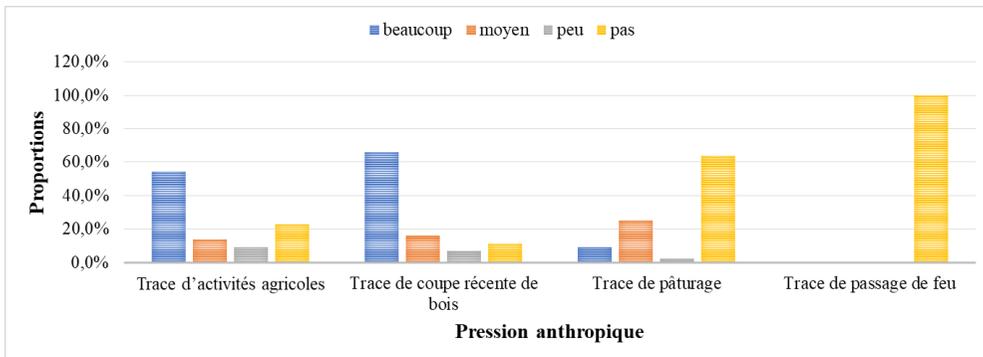


Figure 6.2 Activités anthropiques dans les forêts aménagées de Lâ-Toden

Les résultats du test statistique Khi-deux à Nobéré montrent que les activités agricoles et de pâturage sont indépendantes de façon très significative ($p = 0,000$) avec une proportion élevée de pâturage lorsqu'il n'y a pas d'activités agricoles. La proportion élevée d'activités agricoles est sur des placettes où il y a eu coupe de bois. Selon le test Khi-deux, ces deux activités sont liées mais pas de façon significative ($p = 0,209$). La proportion de traces de pâturage montre qu'elle est plus élevée sur des placettes où il n'y a pas de coupe de bois et que ces deux activités ne sont donc pas liées. Ce résultat n'est pas statistiquement significatif ($p = 0,372$).

Tableau 3. Résultats du test d'indépendance Khi-deux des différentes pressions anthropiques à Nobéré

Pressions anthropiques	Traces d'activité agricoles	Traces de coupe de bois	Traces de pâturage
Traces d'activité agricole	-	Dépendantes	Indépendantes
Traces de coupe de bois	Dépendantes	-	Indépendantes
Traces de pâturage	Indépendantes	Indépendantes	-

A Lâ-Toden, le test statistique Khi-deux présente des résultats similaires à ceux de Nobéré (Tableau 4). La proportion de traces de pâturage est plus élevée sur des placettes où il n'y a pas d'activités agricoles. Les deux activités sont donc significativement indépendantes ($p = 0,012$). Les activités agricoles et de coupe de bois sont liées. Ce lien est très significatif ($p = 0,000$) avec des proportions d'activités agricoles importantes en présence de traces de coupe de bois sur les placettes. L'analyse du test Khi-deux montre qu'il n'y a pas de lien significatif entre les activités de coupe de bois et les traces de pâturage ($p = 0,858$). Les proportions sont élevées au niveau du pâturage quand il n'y a pas de traces de coupe du bois sur les placettes.

Tableau 4. Résultats du test d'indépendance Khi-deux des différentes pressions anthropiques à Lâ-Toden

Pressions anthropiques	Traces d'activité agricole	Traces de coupe de bois	Traces de pâturage
Traces d'activité agricole	-	Dépendantes	Indépendantes
Traces de coupe de bois	Dépendantes	-	Indépendantes
Traces de pâturage	Indépendantes	Indépendantes	-

Perception des services écosystémiques

Au total, 29 services écosystémiques ont été identifiés par les personnes enquêtées dans les Communes de Nobéré et de Lâ-Toden, répartis en quatre catégories (Tableau 5). La catégorie de service de production (41,2%) est plus citée à Nobéré, suivie des services de régulation (31,3%). A Lâ-Toden, ce sont les services de régulation et culturels qui sont les plus cités avec respectivement 39,5% et 22,4% de citation. La perception des services écosystémiques diffère d'une Commune à l'autre.

Tableau 5. Fréquences relatives de citation des types de services écosystémiques

Services écosystémiques	Nobéré (%)	Lâ-toden (%)
Services de production		
PFNL (fruit, feuille, fleur, écorce, ...)	89,2	55,3
Eau de boisson (cours d'eau)	37,2	3,3
Production agricole	19,6	12,0
Production animale	42,6	1,3
Bois (bois de chauffe, bois de construction, bois artisanat)	72,3	2,7
Plantes médicinales	70,9	12,7
Pâturage d'animaux domestiques	60,8	6,7
Viande sauvage	13,5	1,3
Poissons	18,9	0,0
Miel	29,1	28,0
Semences d'espèces végétales	34,5	21,3
Paille	81,1	5,3

Services écosystémiques	Nobéré (%)	Lâ-toden (%)
Fibres	35,8	7,3
Matériaux de construction (sable, graviers...)	26,4	1,3
Termites (alimentation de la volaille)	0,0	1,3
Services culturels		
Religion (sacrifices)	14,9	7,3
Espaces éducatifs (connaissance de la faune)	33,1	28,0
Espace de repos et de loisir	19,6	48,7
Touristique (vision de la faune)	16,9	47,3
Beauté du paysage	85,1	56,0
Services de régulation		
Purification de l'eau	67,6	52,7
Purification de l'air (air frais)	83,1	56,0
Régulation climatique (augmentation de la pluviométrie, lutte contre les vents)	79,1	54,0
Protection des sols contre l'érosion	88,5	56,0
Maintien de la fertilité du sol	91,9	55,3
Protection des cultures contre les ravageurs (lutte contre les maladies)	70,3	56,0
Services de support		
Refuge d'espèces végétales	89,9	55,3
Habitat de la faune (refuge d'espèces animales)	77,0	48,7
Formation des sols	85,1	54,0

Usage des espèces forestières

Au total, 31 espèces ont été citées par les populations locales dans les Communes de Nobéré et de Lâ-Toden réparties en 31 genres et 18 familles. Parmi ces espèces, 16 sont identiques aux deux Communes. Cette richesse floristique représente 46,3 % des espèces inventoriées dans les forêts aménagées de Nobéré et de Lâ-Toden. 24 % des espèces citées ne figurent pas parmi les espèces inventoriées et 53,7 % des espèces inventoriées n'ont pas été citées par les populations. (Tableau 6). Quant au nombre d'espèces mentionnées par Commune, les résultats indiquent que le nombre d'espèces citées à Lâ-Toden (25 espèces) est supérieur à celui de Nobéré (22 espèces) avec, cependant, le même nombre de familles.

Tableau 6. Répartition des espèces citées par Commune

Commune	Espèces	Genres	Familles
Nobéré	22	22	14
Lâ-Toden	25	25	14

La valeur d'usage exprime l'importance des espèces pour les populations. Les espèces les plus appréciées à Nobéré sont *Vitellaria*

paradoxa, *Detarium microcarpum*, *Parkia biglobosa*, *Tamarindus indica* avec une valeur d'usage comprise entre 1,8 et 0,5. En plus de *Vitellaria paradoxa* (3,5) et *Parkia biglobosa* (0,8) qui sont aussi appréciées à Lâ-Toden, *Lannea microcarpa* (2,1) est également beaucoup utilisé (Tableau 7). Ces espèces sont citées dans plusieurs catégories d'usage telles que l'alimentation, la médecine, le fourrage, bois d'artisanat, bois de chauffe, bois de construction, fabrication de savons. Le nombre d'usages varie d'une espèce à l'autre. Les espèces ayant un nombre d'usages élevé à Nobéré sont *Detarium microcarpum* et *Vitellaria paradoxa*. A Lâ-Toden, ce sont *Vitellaria paradoxa* (6), *Lannea microcarpa* (5), *Balanites aegyptiaca* (5) et *Sclerocarya birrea* (5) qui possèdent un domaine d'utilisation élevé. Les usages de chacune de ces espèces sont rapportés au moins 25 fois. Ainsi, les espèces n'ont pas le même mode d'utilisation ni la même valeur pour les communautés de Nobéré et de Lâ-Toden

Tableau 7. Valeur d'usage des espèces utilisées

Espèces citées	Nobéré			Lâ-Toden		
	NU	NUR	VU	NU	NUR	VU
<i>Adansonia digitata</i>	2,0	29,0	0,2	2,0	18,0	0,1
<i>Azadirachta indica</i>	2,0	28,0	0,2	–	–	–
<i>Annona senegalensis</i>	–	–	–	2,0	2,0	0,0
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	2,0	5,0	0,0	3,0	3,0	0,0
<i>Azadirachta indica</i>	–	–	–	4,0	63,0	0,4
<i>Balanites aegyptiaca</i>	2,0	8,0	0,1	5,0	39,0	0,3
<i>Bombax costatum</i>	4,0	39,0	0,3	4,0	21,0	0,1
<i>Cassia sieberiana</i>	1,0	1,0	0,0	2,0	2,0	0,0
<i>Ceiba pentandra</i>	2,0	2,0	0,0	–	–	–
<i>Detarium microcarpum</i>	5,0	95,0	0,6	3,0	13,0	0,1
<i>Diospyros mespiliformis</i>	1,0	2,0	0,0	3,0	13,0	0,1
<i>Faidherbia albida</i>	2,0	2,0	0,0	3,0	9,0	0,1
<i>Ficus sycomorus</i>	2,0	2,0	0,0	–	–	–
<i>Gardenia erubescens</i>	–	–	–	4,0	11,0	0,1
<i>Guiera senegalensis</i>	–	–	–	1,0	1,0	0,0
<i>Khaya senegalensis</i>	–	–	–	1,0	1,0	0,0
<i>Lannea microcarpa</i>	3,0	39,0	0,3	5,0	316,0	2,1
<i>Parkia biglobosa</i>	3,0	85,0	0,6	4,0	122,0	0,8
<i>Piliostigma reticulatum</i>	3,0	3,0	0,0	–	–	–
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	–	–	–	3,0	3,0	0,0
<i>Saba senegalensis</i>	2,0	41,0	0,3	3,0	23,0	0,2
<i>Sclerocarya birrea</i>	–	–	–	5,0	11,0	0,1
<i>Securidaca longipedunculata</i>	4,0	3,0	0,0	2,0	6,0	0,0
<i>Senegalia macrostachya</i>	–	–	–	4,0	32,0	0,2
<i>Strychnos spinosa</i>	2,0	6,0	0,0	–	–	–

<i>Tamarindus indica</i>	3,0	77,0	0,5	4,0	32,0	0,2
<i>Vachellia nilotica</i>	1,0	1,0	0,0	3,0	3,0	0,0
<i>Vitellaria paradoxa</i>	5,0	260,0	1,8	6,0	527,0	3,5
<i>Vitex doniana</i>	2,0	2,0	0,0	–	–	–
<i>Ximenia americana</i>	2,0	2,0	0,0	4,0	29,0	0,2
<i>Ziziphus mauritiana</i>	–	–	–	3,0	13,0	0,1

NU : nombre d'usage ; NUR : nombre d'usage rapporté ; VU : valeur d'usage

Valeur économique des services écosystémiques

Les agroécosystèmes exploités par les populations de Nobéré et de Lâ-Toden fournissent différents services d'approvisionnement tels que les produits forestiers non ligneux (PFNL), du bois, des produits agricoles et d'élevage. La valeur économique des produits dont les quantités ont pu être estimées par les enquêtés a été calculée (Tableau 8).

Tableau 8. Valeur économique des services d'approvisionnement de Nobéré et Lâ-Toden

Services écosystémiques	Valeurs (FCFA)	
	Nobéré	Lâ-Todin
<i>Azalia africana</i>	34800	
<i>Adansonia digitata</i>	45750	66000
<i>Azadirachta indica</i>		44766,66667
<i>Balanites aegyptiaca</i>		3025
<i>Bombax costatum</i>	100066,6667	74250
<i>Detarium microcarpum</i>	113110,7143	
Production <i>Lannea microcarpa</i>	5250	40333,33333
PFNL <i>Parkia biglobosa</i>	357410,2564	218196,9697
<i>Saba senegalensis</i>	94937,5	23000
<i>Tamarindus indica</i>	289763,5417	204141,6667
<i>Ziziphus mauritiana</i>		4500
<i>Vitellaria paradoxa</i>	1275423,81	1460190,476
Miel	1053571,429	221850
Valeur	3370083,917	2360254,113
Oseille		3000
Pois de terre		2168328,646
Aubergines	303125	
Soja	575000	
Sésame	1006725	
Production Riz	939656,25	660000
agricole Sorgho	11004285,38	14624170,6
Petit mil	720000	10866874,13
Niébé (haricot)	1572352,941	9277838,69
Maïs	20671363,64	5740008,673
Arachide	2612194,196	3210878,049
Coton	23582524,14	
Valeur	62987226,55	46551098,78
Production Chevaux		500000
animale Porcs	990000	1755000

Pintades	1776387,097	874666,6667
Pigeons	28000	
Canards	14000	
Volailles (Poulets)	6595131,356	4365677,215
Ovins (moutons)	18401500	10653820,75
Caprins (chèvres)	10312714,29	12934000
Bovins (bœufs)	206821494,3	44707500
Asines (ânes)	14765256,41	11923704,55
Valeur	259704483,4	87714369,18
Valeur économique	326.061793,87	136 625 722,08

De façon générale, la valeur de la production de Nobéré (326 061 793,9 FCFA) est largement supérieure à celle de Lâ-Toden (136 629 986,4 FCFA). Dans chaque Commune, la production d'élevage est plus importante avec 259 704 483,4 FCFA à Nobéré et 87 714 369,2 FCFA à Lâ-Toden suivi de la production agricole avec 62 987 226,6 FCFA à Nobéré et 46 778 438,1 FCFA à Lâ-Toden et la production de PFNL avec 3 370 083,9 FCFA à Nobéré et 2 137 179,1 FCFA à Lâ-Toden. L'exploitation des services d'approvisionnement des agroécosystèmes constitue une source de revenu et joue un rôle dans la vie socioéconomique.

Discussion

Les espèces qui interviennent dans le service d'approvisionnement sont exploitées dans les forêts, dans les parcs agroforestiers, dans les plantations autour des concessions. L'analyse de la composition floristique citée et inventoriée, montre que les forêts aménagées de Nobéré et Lâ-Toden constituent un potentiel ligneux fournisseur des produits forestiers aux populations locales avec une diversité moyenne des espèces ligneuses et une répartition régulière des individus entre ces espèces (Ouédraogo et al., 2020). Ce constat montre également que les communautés ont une bonne connaissance des ressources forestières de leur zone. Cependant certaines espèces beaucoup utilisées n'apparaissent dans l'inventaire forestier mais ont été perçues autour des concessions pendant l'enquête, ce qui justifie leur citation par les populations. Parmi ces espèces figurent *Azadirachta indica*, *Faidherbia albida* et *Parkia biglobosa*. L'espèce *Parkia biglobosa* est prisée car selon les enquêtés qui l'ont mentionnée, un de ses produits dérivés, le "soumbala", fabriqué à partir de ses graines, est utilisé au quotidien dans l'alimentation (Dabiré et al., 2020).

Compte tenu de l'intensité de prélèvement des organes des espèces forestières pour divers usages, ces espèces sont vulnérables, ce qui menacerait donc leur pérennité (Ouattara et al., 2021). Les populations locales perçoivent déjà cette menace, car elles mentionnent la rareté de certaines espèces, l'existence de certaines actions anthropiques (traces

d'activité agricole, de coupe de bois et de pâturage) et l'absence des feux de brousse dans ces forêts aménagées (Ouattara *et al.*, 2021). En effet, une faible citation soutient la rareté de certaines espèces. Comparativement à l'indice de rareté calculé, *Adansonia digitata*, *Detarium microcarpum*, *Tamarindus indica* citées à Nobéré et *Anogeissus leiocarpa*, *Bombax costatum* à Lâ-Toden sont rares (RI > 80%). Aussi, parmi les espèces perçues comme rares par les populations de Nobéré et Lâ-Toden, plusieurs n'apparaissent pas dans la composition floristique des forêts. Il y a donc une concordance entre la perception des populations et les constats faits sur le terrain sur la disponibilité des espèces. Ce constat est rapporté par Cissé *et al.* (2018) et prouve que les populations locales ont une bonne connaissance de leur végétation.

Certaines espèces tels que *Vitellaria paradoxa* et *Senegalia gourmaensis* sont citée à Nobéré comme étant des espèces rare (faible citation), alors que leur indice de rareté montre qu'elles sont fréquentes. Il en est de même pour *Lannea microcarpa* et *Senegalia macrostachya* à Lâ-Toden. Cette contradiction peut s'expliquer par l'importance socioéconomique de ces espèces pour les populations locales qui influence leur perception (Guigma *et al.*, 2014). Ce point de vue est partagé par Yaovi *et al.* (2021) qui soutiennent que les populations affirment que ces espèces sont rares parce qu'elles ont une grande valeur, alors qu'en réalité, elles sont fréquentes ou moyennement fréquentes. Mais selon ces auteurs, cela ne remet pas en cause la perception locale comme un très bon indice dans l'appréciation de l'état de la végétation ; ce qui justifie d'ailleurs son utilisation dans plusieurs études (Traoré *et al.*, 2011 ; Ouoba *et al.*, 2014 ; Traoré *et al.*, 2019 ; Ouedraogo *et al.*, 2020 ; Ouattara *et al.*, 2021).

Quant aux causes de la rareté des espèces, les populations ont cité l'absence ou l'échec des reboisements, la pauvreté des sols, les feux de brousse, la mort des vieux individus à la suite de l'attaque des parasites (termites, champignons). Il y en a qui ont même évoqué la disparition naturelle des espèces et la peur de planter concernant l'espèce *Adansonia digitata*. En effet, selon un préjugé, la personne qui plante l'espèce mourra avant sa fructification. Aussi, l'absence de *Parkia biglobosa* dans la forêt a été justifiée selon certains enquêtés par le fait que l'espèce "n'aime" pas vivre isolée dans la forêt mais plutôt au milieu des habitations. Si les populations reconnaissent la dégradation des ressources végétales, les raisons ne sont pas toujours bien perçues par ces dernières, selon Traoré *et al.* (2011). Les causes souvent citées dans la zone soudano-sahélienne sont le déficit pluviométrique et la surexploitation (Hahn-Hadjali et Thiombiano, Traoré *et al.*, 2019 ; Ouattara *et al.*, 2021)

Les services rendus par les forêts aménagées de Nobéré et de Lâ-Toden ont été recensés auprès des populations. Les populations de Nobéré et

de Lâ-Toden ont mentionné une diversité de services fournis par les forêts aménagées, regroupés dans les catégories de services du MEA (2005). Elles ont une conception locale et paysanne des services écosystémiques qui correspondent assez bien aux catégories du MEA (Bene et Fournier, 2015 ; Sambou *et al.*, 2018 ; Ouédraogo *et al.*, 2020).

La catégorie de services de production composée de PFNL pour l'alimentation, de bois (bois de chauffe, bois de construction, bois d'artisanat), de plantes médicinales est la plus perçue à Nobéré. Ces services interviennent dans la satisfaction des besoins de l'Homme et sont fondamentaux pour les populations locales (Ouédraogo *et al.*, 2020). Pour Bene et Fournier (2015), la contribution des écosystèmes dans l'équilibre socioéconomique des populations locales n'est plus à démontrer. À Lâ-Toden, certains villages impliqués dans la gestion sont très éloignés de la forêt et préfèrent exploiter les produits forestiers dans leurs champs ou près de leurs concessions. Aussi, une partie de la forêt de Lâ-Toden est interdite d'accès sauf aux membres du comité de gestion. Cela, pour préserver la forêt et éviter une mauvaise exploitation ou une surexploitation des ressources (prélèvement de PFNL non mûr, de bois frais, les feux de brousse). A Nobéré, il n'y a pas cette interdiction, ce qui explique la citation élevée des services d'approvisionnement. Cependant, les services de régulation représentent la catégorie la plus perçue à Lâ-Toden. Cette catégorie vient après les services de production à Nobéré et les différents services ont été cités avec la même tendance. En effet, la présence de la forêt atténue l'effet des vents violents et des tempêtes, séquestre le carbone, ce qui purifie l'air et crée un microclimat aux alentours des forêts (Bene et Fournier, 2015). Selon Ouédraogo *et al.* (2020), cela correspond aux services de purification de l'air et d'amélioration de la vie mentionnés par les populations locales. Ainsi, les populations locales ont une bonne perception de la contribution des forêts dans la lutte contre le changement climatique, la dégradation des sols et contre les ravageurs des cultures, au regard des fréquences de citations du service de régulation dans les Communes de Nobéré et de Lâ-Toden. Cela est corroboré par Cissé *et al.* (2018). La population de Lâ-Toden a aussi beaucoup cité les services culturels. Le service religieux (sacrifices) a été mentionné avec une faible citation par certains enquêtés. En effet, une partie de la zone forestière est effectivement un site dédié au sacrifice mais elle ne se trouve pas dans la forêt aménagée.

Parmi les espèces utilisées, *Vitellaria paradoxa* est la plus citée dans les deux Communes. Cela prouve l'importance socioéconomique de l'espèce. Elle intervient dans plusieurs domaines et est une source de revenu pour les communautés (Ouédraogo *et al.*, 2020). Une enquêtée a signifié qu'un Projet leur donnait de l'argent pour leurs besoins en début de saison pluvieuse, en contrepartie de la collecte des amandes de charité, et leur donne

plus si leur stock dépasse la somme reçue. *Lannea microcarpa* est la deuxième espèce la plus citée à Lâ-Toden. Elle possède aussi beaucoup d'usages dans la communauté et est collectée puis séchée et utilisée plus tard pour la fabrication de jus de raisin ou comme agent sucrant de bouillie de céréales. Dossou *et al.* (2016) estime que c'est une espèce très importante en période de soudure pour les populations sahéliennes qu'il conviendrait de valoriser. Au-delà de ces espèces très prisées par les populations de Nobéré et de Lâ-Toden, l'importance de la valeur d'usage des espèces forestières a montré que plusieurs espèces interviennent dans le domaine d'alimentation et les organes les plus utilisés sont les fruits, suivis des feuilles (Traoré *et al.*, 2011 ; Ouattara *et al.*, 2021).

Dans le domaine de la médecine, tous les enquêtés sont unanimes sur le fait que toutes les plantes soignent, mais l'on peut ignorer l'usage thérapeutique de certaines. Ce constat est rapporté par les populations du sud-ouest du Burkina Faso (Traoré *et al.*, 2011 ; Kaboré *et al.*, 2014). Selon elles, l'usage thérapeutique des plantes dépend des incantations que l'on prononce. Par ailleurs, les populations de Nobéré ont mentionné *Detarium microcarpum* comme étant un remède de la méningite. L'utilisation de *Detarium microcarpum* dans cette catégorie d'usage est également mentionnée par certains enquêtés de Lâ-Toden mais faiblement. L'espèce est aussi utilisée dans l'alimentation et c'est d'ailleurs la consommation du fruit qui soignerait cette pathologie (méningite), selon les enquêtés. Ce que confirme Dogara (2022)

L'importance socioéconomique des espèces mentionnées par les populations locales montre qu'elles possèdent une valeur d'usage dans les Communes de Nobéré et de Lâ-Toden. Ces espèces forestières sont appréciées dans diverses régions de la zone soudanienne et jouent un rôle central dans la satisfaction des besoins alimentaires et commerciaux des populations locales (Traoré *et al.*, 2019 ; Ouattara *et al.*, 2021). Selon Ouédraogo *et al.* (2020), ces espèces ont une valeur d'usage élevée parce qu'elles ont plusieurs parties exploitées pour de nombreux usages.

L'évaluation des services d'approvisionnement a montré que la valeur économique des services d'approvisionnement à Nobéré dépasse celle de Lâ-Toden. Cet écart peut s'expliquer par la diversité des productions agro-sylvo-pastorales mais aussi par la différence des conditions climatiques, qui influencent la production. La valeur des productions dépend donc des variabilités climatiques (Ouédraogo, 2012). Aussi la densité des espèces ligneuses adultes pourvoyeuses de PFNL est plus importante à Nobéré, comparativement à Lâ-Toden qui est dominée par la régénération. Le coton est également cultivé à Nobéré mais pas à Lâ-Toden, compte tenu de la faible pluviométrie défavorable à cette culture dans cette zone. Cette spéculation a une part élevée dans la valeur de de production agricole de

Nobéré. Dans les deux Communes, la valeur des produits d'élevage est plus importante que les autres produits (agricole et PFNL), compte tenu de la valeur marchande élevée des animaux d'élevage. Cette valeur est plus élevée à Nobéré, dû à la taille des troupeaux de la population. La variation des rendements agricoles, de la production animale et des produits forestiers non ligneux sont les conséquences du changement climatique qui ont des répercussions sur leur valeur économique (Dayamba *et al.*, 2019).

Toutefois, des études ont montré la contribution des services écosystémiques, notamment, les services d'approvisionnement dans la satisfaction des besoins des ménages (Ilou *et al.*, 2019 ; Ouédraogo *et al.*, 2020 ; Ouattara *et al.*, 2021 ; Yaovi *et al.*, 2021). Ces besoins incluent l'alimentation, la génération des revenus par le commerce des produits agrosylvo-pastoraux et autres besoins. Toutefois, dans cette étude, la première destination de la production dans les Communes est l'autoconsommation mais en cas de problème financier, une partie de la production est vendue pour résoudre ce problème. Seulement quelques producteurs, en plus de l'autoconsommation, produisent pour la commercialisation.

Conclusion

Cette étude a montré que les massifs forestiers de Nobéré (zone soudanienne) et Lâ-Toden (zone soudano-sahélienne) possèdent une diversité floristique et fournissent plusieurs services perçus par les populations. Ces services sont regroupés en services de production, services de régulation, services culturels et services de support. Les services de production sont les plus perçus à Nobéré et les services de régulation sont les plus mentionnés à Lâ-Toden. Les populations locales perçoivent donc la contribution des forêts dans la satisfaction de leurs besoins fondamentaux, l'amélioration des rendements et dans la lutte contre le changement climatique. De nombreuses espèces ont été mentionnées par les populations de Nobéré et Lâ-Toden intervenant dans plusieurs domaines tels que l'alimentation, la médecine, l'artisanat, le chauffage, la construction et la fabrication de savons. Ces espèces proviennent des forêts aménagées, des parcs agroforestiers et des plantations. Elles jouent un rôle central dans la satisfaction des besoins alimentaires et commerciaux des populations locales. Les espèces préférées sont vulnérables, compte tenu de l'intensité de prélèvement des organes et du changement climatique. Leur pérennité est doublement menacée. Cette menace est perçue par les populations locales mais les raisons ne sont pas évidentes. Ces espèces méritent une attention particulière de la part des agents de développement et leurs exploitants doivent être sensibilisés sur la nécessité de réduire la surexploitation. Les PFNL, en plus des produits agricoles et d'élevage, contribuent à l'alimentation, à la santé et procurent des revenus qui satisfont les besoins des

populations locales. Ils améliorent leurs conditions d'existence. Les populations locales tirent de nombreux avantages sociaux et économiques des forêts. Si elles ne veulent pas voir disparaître ces avantages, elles doivent préserver les forêts.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Abdulrahman M. D., 2022. Biological Activity and Chemical Composition of *Detarium microcarpum* Guill. And Peer- A Systematic Review. *Advances in Pharmacological and Pharmaceutical Sciences*, 2022: 1- 24.
2. Bene A. et Fournier A., 2015. Réflexion sur la notion de services écologiques : étude de cas à Kotoudéni (Burkina Faso). *VertigoO*, 15(3).
3. Berthet E., 2016. Agroécosystèmes innovants : des stocks à préserver aux fonds à concevoir. *Vie et Sciences de l'Entreprise*, ANDESE, 2015, 199, pp.33-48.
4. Cissé M., Bationo B. A., Traoré S., Boussim I. J. 2018. Perception d'espèces agroforestières et de leurs services écosystémiques par trois groupes ethniques du bassin versant de Boura, zone soudanienne du Burkina Faso. *Bois et Forêts des Tropiques*, 338 : 29-42. Doi : <https://doi.org/10.19182/bft2018.338.a3168>
5. Dabiré, Y., Mogmenga, I., Somda, M. K., Ugwuanyi, J. O., Ezeogu, L. I., Dicko, M. H., & Traoré, A. S. 2020. Production technique, safety and quality of soumbala, a local food condiment sold and consumed in Burkina Faso. *African Journal of Food Science*, 14(2), 38-52. <https://doi.org/10.5897/AJFS2019.1891>
6. Daly-Hassen H., 2017. Valeurs économiques des services écosystémiques du Parc National de l'Ichkeul, Tunisie. Gland, Suisse et Malaga, Espagne : UICN. 104pp.
7. Dayamba S. D., D'haen S., Coulibaly O. J. D. et Korahiré J. A., 2019. Étude de la vulnérabilité des systèmes de production agro-sylvo-pastoraux face aux changements climatiques dans les provinces du Houet et du Tuy au Burkina Faso. Report produced under the project "Projet d'Appui Scientifique aux processus de Plans

- Nationaux d'Adaptation dans les pays francophones les moins avancés d'Afrique subsaharienne", Climate Analytics gGmbH, Berlin. 50p.
8. Dipama J.M., 2010. Le climat ; in Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'Ouest - Burkina Faso ; pp 122 - 124
 9. Djibo E. S., Sitou L., Assoumane Y. A., Zoubeirou A. M. et Moussa D., 2016. Association de cultures Acacia senegal-céréales : outil de résilience aux changements climatiques au Niger. *Int. J. Pure App. Biosci.* 4 (1) : 296-309.
 10. FAO, 2016. Renforcer la résilience face aux changements climatiques. La voie à suivre pour répondre aux effets des événements climatiques extrêmes sur l'agriculture. www.fao.org/climate-change. 16p.
 11. Géhu, J.M. and Géhu, J., 1980. Essai d'objectivation de l'évaluation biologique des milieux naturels. Exemples littoraux. In: Géhu, J.M., Ed., Séminaire de phytosociologie appliquée, Amicale francophone de phytosociologie, 75-94.
 12. Guiatin E., 2015. Options de fertilisation pour la production durable de mil et de sorgho dans les parcs agroforestiers du Centre-Sud, Burkina Faso. Mémoire de fin de cycle en agronomie. Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 54p.
 13. Guigma Y, Zerbo P, Ouédraogo A, Millogo-rasolodimby J. The use of wild plants as food in three adjoining villages in Southern Burkina Faso. *J Nutr Ecol Food Res.* 2014. 2:1–11.
 14. Hahn-Hadjali K. et Thiombiano A., 2000. Perception des espèces en voie de disparition en milieu gourmantche (est du burkina faso). *Berichte des Sonderforschungsbereichs 268, Band 14, Frankfurt a.M:* 285-297.
 15. Houéhanou D.T., Assogbadjo A. K, Chadare F. J., Zanzo S. et Sinsin B., 2016. Approches méthodologiques synthétisées des études d'ethnobotanique quantitative en milieu tropical. Spécial Projet Undesert-UE. *Annales des Sciences Agronomiques* 20 : 187-205.
 16. Ilou B. S. L, Imorou I. T., Vigninou T. et Thoma O., 2019. Caractérisation des Services Ecosystémiques dans la Réserve de Biosphère Transfrontalière du W (RBTW) au Nord-Benin. *European Scientific Journal* édition, 15: 1857 – 7881
 17. INSD, 2022. Cinquième Recensement Général de la Population et de l'Habitation du Burkina Faso. Synthèse des résultats définitifs, INSD, 131p.
 18. Kaboré S.A., Hien M., Ouédraogo D., Diallo T.E.R., Hahn K., et Nacro H.B. 2014. Use of ecosystem services and induced effect in

- human pressure an the species in Southwestren Region of Burkina Faso. *Ethnobotany Research and Applications* 12 : 561-570
19. Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Island Press, Washington, oc. 155 p.
 20. Mutuga B., B. 2016. Dégradation des agroécosystèmes d'exploitation familiale : menace et défi des générations au Sud Kivu. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 17: 43-56
 21. Neyton S., Abbady D. et Sarthou J. P., 2018. Agroécosystème : Définition. *Dictionnaire d'agroécologie*.
<https://dicoagroecologie.fr/encyclopedie/agroecosysteme/>
 22. Ouattara B., Sanou L., Koala J. et Hien M., 2021. Utilisations locales et vulnérabilité des espèces ligneuses dans les forêts classées de Oualou et de Tissé au Burkina Faso, Afrique de l'Ouest. *Afrique SCIENCE* 19(3) 63 ; - 77
 23. Ouédraogo D., 2010. Perception et adaptation des éleveurs pasteurs au changement climatique en zones sahélienne, nord et sud soudanienne du Burkina Faso. *Mémoire de fin de cycle en élevage*. Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 55p
 24. Ouédraogo I., Sambaré O., Savadogo S. et Thiombiano A., 2020. Perceptions locales des services écosystémiques des aires protégées à l'Est du Burkina Faso. *Ethnobotany Research & Applications*.
 25. Ouédraogo I., Sambare O., Traore L. et Thiombiano A., 2020. Usages et vulnérabilité des espèces ligneuses préférées des populations riveraines de deux aires protégées à l'Est du Burkina Faso, Afrique de l'Ouest. *Afrique SCIENCE* 17(2) 128 – 141
 26. Ouédraogo M., 2012. Impact des changements climatiques sur les revenus agricoles au Burkina Faso. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 106 (1) : 3 – 21.
 27. Pedrono M., Locatelli B., Driss Ezzine de Blas, Pesche D., Morand S. et Binot A., 2015. *Les services écosystémiques face au changement climatique*, In : Torquebiau Emmanuel (ed.). *Changement climatique et agricultures du monde*. Versailles : Ed. Quae, p. 236-245 (Agricultures et défis du monde).
 28. Phillips O. et Gentry A. H., 1993. The useful plants of Tambopata, Peru: II. Additional hypothesis testing in quantitative ethnobotany. *Econ Bot* 47:33–43.
 29. Rea L. M., 1997. Calcul de la taille d'un échantillon pour une enquête. *Fiches techniques et méthodologiques*, fiche n°4. 4p
 30. Rebulard S., 2020. Structure et fonctionnement des agroécosystèmes. <https://planet-vie.ens.fr/thematiques/ecologie/production-agricole-agrosystemes/structure-et-fonctionnement-des-agrosystemes>.

31. Sambou A., Camara B., Goudiaby A. O. K., Coly A. et Badji A., 2018. Perception des populations locales sur les services écosystémiques de la forêt classée et aménagée de Kalounayes (Sénégal). *Revue Francophone du Développement Durable* : 69-86.
32. Thiombiano A., Glele Kakai R., Bayen P., Boussim J. I. et Mahamane A., 2016. Méthodes et dispositifs d'inventaires forestiers en Afrique de l'Ouest : état des lieux et propositions pour une harmonisation. *Annales des Sciences Agronomiques 20 - spécial Projet Undesert-UE* : 15-31.
33. Thiombiano D. N. E, Lamien N., Dibong S. D. et Boussim I. J., 2010. Etat des peuplements des espèces ligneuses de soudure des communes rurales de Pobé-Mengao et de Nobéré (Burkina Faso). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 9(1): 1104- 1116.
34. Traoré G. H., Sanou L. et Koala J., 2019. Diversité d'utilisations et de connaissances des espèces locales préférées dans le corridor forestier de la Boucle du Mouhoun, Burkina Faso. *Science et technique*, 38 (1) :126-138.
35. Traoré L., Ouedraogo I., Ouedraogo A. et Thiombiano A., 2011. Perceptions, usages et vulnérabilité des ressources végétales ligneuses dans le Sud-Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5(1): 258-278.
36. Walter C., Bispo A., Chenu C., Langlais A. et Schwartz C., 2015. Les services écosystémiques des sols : du concept à sa valorisation. halshs-01137484. *Cahiers Demeter*, pp.53-68.
37. Yaovi C. R., Hien M., Kabore S. A., Sehoubo Y. J. et Somda I., 2021. Utilisation et vulnérabilité des espèces végétales et stratégies d'adaptation des populations riveraines de la Forêt Classée du Kou (Burkina Faso). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 15(3) : 1140-1157.