

Contribution des espèces agroforestières à la production alimentaire des ménages en Afrique de l'Ouest : revue systématique et hiérarchisation

Marina Christiane ZOMBOUDRE^{1*}
Edmond HIEN²

Résumé

Cette étude vise à identifier et classer les espèces agroforestières les plus pertinentes pour renforcer la production agricole et alimentaire en Afrique de l'Ouest. Une méta-analyse a été menée selon plusieurs critères : diversité des espèces ligneuses, valeur d'usage, préférences locales et résultats agronomiques sur sols ferrugineux tropicaux sableux et argileux. Les résultats révèlent une classification complexe liée aux disparités régionales. Certaines espèces à forte valeur d'usage (>5) comme *Vitellaria paradoxa* C.F.Gaertn., *Parkia biglobosa* (Jacq.) R.Br. ex G.Don, *Adansonia digitata* L. et *Elaeis guineensis* Jacq. Jacq sont essentielles à l'alimentation locale, mais leur impact direct sur les rendements agricoles reste limité. À l'inverse, des espèces à valeur d'usage plus faible (<5) telles que *Faidherbia albida* (Delile) A.Chev., *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst. et *Guiera senegalensis* J.F.Gmel. se distinguent par leur capacité à améliorer la fertilité des sols et les rendements, notamment du mil. *V. paradoxa*. se démarque par son usage alimentaire et son enrichissement du sol en C,N, P, K , indépendamment de leur texture. Toutefois, son houppier peut réduire les rendements en grains de certaines cultures (maïs, coton), tout en augmentant la production de paille utile pour le fourrage et la couverture du sol. *F. albida* et *P. reticulatum*. apportent des bénéfices spécifiques en fertilisation biologique et en optimisation des rendements surtout celui du mil. Ces résultats encouragent l'intégration de *V. paradoxa*. dans des systèmes agroforestiers multifonctionnels et résilients, adaptés aux contextes locaux, favorisant ainsi l'innovation et la résilience des communautés.

Mots clés : Espèces agroforestières prioritaires, Production alimentaire, Valeur d'usage, fertilité du sol.

¹ Laboratoire Sol, Matériaux et Environnement, Université Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021 Ouagadougou, Burkina Faso

² LMI-IESOL, Centre de Recherche de Bel Air, Dakar, Sénégal

*Auteur correspondant : Marina Christiane ZOMBOUDRE,
rinzom2@gmail.com. ID ORCID : <https://orcid.org/0009-0005-8618-9055>.

Contribution of agroforestry species to household food production in West Africa : systematic review and prioritization

Abstract

This study aims to identify and classify the most relevant agroforestry species for strengthening agricultural and food production in West Africa. A meta-analysis was conducted based on several criteria: diversity of woody species, use value, local preferences and agronomic results on sandy and clayey tropical ferruginous soils. The results reveal a complex classification linked to regional disparities. Some species with high use value (>5) such as *Vitellaria paradoxa* C.F.Gaertn., *Parkia biglobosa* (Jacq.) R.Br. ex G.Don, *Adansonia digitata* L. and *Elaeis guineensis* Jacq. Jacq are essential to the local diet, but their direct impact on agricultural yields remains limited. Conversely, species with lower use value (<5) such as *Faidherbia albida* (Delile) A.Chev., *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst. and *Guiera senegalensis* J.F.Gmel. are distinguished by their ability to improve soil fertility and yields, particularly for millet. *V. paradoxa* stands out for its food use and its enrichment of the soil with C, N, P and K, regardless of soil texture. However, its canopy can reduce grain yields in certain crops (maize, cotton), while increasing the production of straw useful for fodder and ground cover. *F. albida* and *P. reticulatum* provide specific benefits in terms of organic fertilisation and yield optimisation, especially for millet. These results encourage the integration of *V. paradoxa* into multifunctional and resilient agroforestry systems adapted to local contexts, thereby promoting innovation and community resilience.

Keywords: Priority agroforestry species, Food production, Use value, Soil fertility.

Introduction

L'agriculture en Afrique de l'Ouest contribue à 30% du PIB régional et plus de 55% de la population rurale y tirent l'essentiel de ses ressources (CEDEAO, 2023). Elle est essentiellement de type familial, pluvial et est pratiquée sur des structures de production dont la taille est comprise entre 05 et 10 ha, TOULMIN et GUEYE (2003). La production agricole est dominée par les cultures vivrières de base, telles que le mil, le sorgho et le riz, généralement destinées à l'autoconsommation.

Le secteur agricole de l'Afrique de l'Ouest est particulièrement vulnérable à des chocs exogènes tels que les maladies des cultures, l'infestation de ravageurs, les conflits et les fluctuations des prix. Plusieurs facteurs expliquent ces caractéristiques. La zone Ouest africaine est confrontée à des précipitations irrégulières et des températures élevées souvent durant de longues périodes, ce qui compromet la croissance des cultures. On a aussi la pauvreté des sols liée à la nature du substratum géologique (essentiellement granitoïdes

acides), à la pratique d'une agriculture minière, au faible taux de matières organiques, à l'érosion des sols, et à la salinisation. Les pratiques inappropriées contribuent à détruire la biodiversité qui joue un rôle essentiel dans la fertilité du sol (FAO *et al.*, 2020). La pression démographique et sa mauvaise gestion contribuent à appauvrir les sols, à diminuer les surfaces cultivables de façon drastique et à modifier le contexte socio-économique (KIDRON *et al.*, 2010; YAMEOGO *et al.*, 2005). En effet, avec la croissance démographique, la pratique de la jachère est devenue illusoire depuis des décennies à cause de l'incertitude foncière ce qui a pour conséquence la dégradation des sols.

Selon le Fonds d'Investissement pour le Développement Agricole (FIDA, 2020), cette agriculture demeure, le principal moyen de lutte contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté, aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain (HALL *et al.*, 2017). Avec une population qui pourrait atteindre 2 milliards d'habitants d'ici 2050 la production agricole devra alors avoir augmenté de 70% pour être en mesure de nourrir cette population. L'une des pratiques agricoles pouvant contribuer à atteindre cet objectif est l'agroforesterie (MBOW *et al.*, 2014).

En Afrique de l'Ouest, les arbres sont intégrés dans les systèmes de cultures (BOFFA, 2000). Ce système d'utilisation des terres est appelé « parcs agroforestiers ». Les parcs agroforestiers sont des systèmes agricoles multifonctionnels communs à l'ensemble des zones soudaniennes et soudano-sahéliennes d'Afrique de l'Ouest (PELISSIER, 1980; MARANZ, 2009). Ces parcs agroforestiers fournissent divers biens et services important pour la population et pour les animaux et constitue une importante source de revenu pour les ménages (FANE *et al.*, 2024) . L'agroforesterie a fait l'objet de nombreuses définitions. Entre 1977 et 1996, plusieurs auteurs ont fait part de quelques définitions de l'agroforesterie (ALEXANDRE, 2002). Il s'agit des auteurs comme ALEXANDRE, 1983 ; BAUMER, 1987 ; NAIR, 1989 ; SOMARRIBA, 1992 ; ANDERSON et SINCLAIR, 1993 ; LEAKEY, 1996. Toutes ces définitions ont en commun le fait que l'agroforesterie soit un système qui regroupe l'arbre, la culture et/ou les animaux. Elles lui attribuent toutes le rôle écologique de diversification et de maintien de la production agricole.

Les parcs agroforestiers fournissent différents services d'approvisionnement, de régulation, de soutien et culturels. Ces services sont appelés services écosystémiques. C'est pourquoi, leur

protection, leur intensification apparaît de plus en plus comme une option prometteuse d'agriculture pouvant contribuer à une sécurité alimentaire durable (FAO, 2013; GUPTA, 2020) car ils accroissent la productivité des exploitations tout en diversifiant leurs productions. En effet, les produits forestiers ligneux et non ligneux contribuent au commerce local et régional et au bien-être des populations (BERGERET *et al.*, 1990 ; LEAKEY *et al.*, 1997 ; SCHRECKENBERG *et al.*, 2002 ; KUHLMAN *et al.*, 2010). De plus, ils impactent les ressources du sol par un effet « îlot de fertilité » (JOSE, 2009) susceptible d'augmenter les rendements des cultures associées. Le couvert ligneux contribue enfin à tamponner les paramètres météorologiques (températures, précipitations, sécheresses), lesquels ont tendance à devenir extrêmes avec le changement climatique. Il contribue également à protéger les cultures annuelles contre certaines maladies. En outre, en séquestrant le CO_2 , le couvert ligneux permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre, provenant des systèmes agricoles. Ce qui contribue à diminuer les phénomènes extrêmes du changement climatique. L'intérêt de cette étude est de faire une synthèse sur la contribution des parcs agroforestiers à la production alimentaire de la zone ouest africaine. Plus spécifiquement, il s'agit d'appréhender les essences agroforestières qui contribuent réellement à l'augmentation et à la diversification de la production agricole et alimentaire et de les hiérarchiser en fonction de l'importance de leur contribution. Pour cela, l'étude s'intéresse à trois aspects de cette contribution : (i) l'utilisation des produits de l'arbre (fruits, feuilles, écorces, racines) (ii) les impacts des arbres sur la fertilité chimique du sol et (iii) sur le rendement des cultures associées.

I. Méthodologie

I.1. Collecte des données

Les données du méta analyse ont été réunies à partir des publications d'articles et de rapports. La recherche a été effectuée sur la base des mots ou groupe de mots clés en langue française et traduit en langue anglaise.

Pour identifier et hiérarchiser les espèces agroforestières les plus utilisées dans les parcs agroforestiers par les populations de la zone ouest africaine, les termes de recherche suivants ont été utilisé : Parcs agroforestiers, étude ethnobotanique, production alimentaire, agroforesterie, Produits forestiers Non ligneux et Ligneux, Valeur d'usage, contribution, impact, Afrique de l'ouest.

Pour évaluer les impacts des espèces agroforestières couramment rencontrées, sur la fertilité du sol et le rendement des cultures annuelles associées, les termes de recherche qui ont été utilisés sont : nom de l'espèce agroforestière identifiée, impact sur le rendement de cultures annuelles, sol, fertilité du sol, Afrique de l'Ouest.

Les critères de sélections des publications ont été :

- 1) les données provenant des pays de l'Afrique de l'Ouest ;
- 2) les articles faisant ressortir les résultats des études sur la diversité, les valeurs d'usage des ligneux, et la préférence alimentaire des populations de la zone étudiée ;
- 3) Les cultures annuelles sélectionnées sont principalement des céréales, parmi lesquelles le sorgho, le mil et le maïs sont les plus répandues.
- 4) Les prélèvements de la couche 0–10 cm du sol ont été réalisés pour évaluer l'amélioration quantitative des nutriments (azote, phosphore et potassium) apportée par la présence de l'arbre et/ou de l'arbuste. Cette profondeur a été retenue car elle correspond à la zone rhizosphérique où se concentre l'essentiel de l'activité biologique. Les échantillons de sol analysés proviennent des études portant sur les effets des espèces agroforestières sur la dynamique des nutriments. Afin de mieux apprécier cette influence, les prélèvements ont été effectués à deux niveaux distincts : sous houppier, c'est-à-dire directement sous la canopée de l'arbre, et hors houppier, en dehors de la zone d'ombrage. Cette distinction permet de comparer l'impact différencié de la présence de l'arbre sur la fertilité du sol.
- 5) les rendements des cultures annuelles associées sous le couvert et hors du couvert des arbres les plus rencontrés dans la zone Ouest africaine.
- 6) dans le cas des arbustes, la distance la moins élevée entre la culture et l'arbuste a été prise en compte afin d'évaluer l'effet de l'arbuste sur le rendement de ladite culture.

Les articles ont été collectés sur les bases de données bibliographique telles que Web of Science, Science Direct, IRD Horizon, Google Scholar, AJOL et ICRAF.

I.2. Analyse des données

La contribution directe des espèces agroforestières à la production agricole a été analysée en tenant compte des critères énumérés plus haut. Pour identifier les arbres qui contribuent le plus à l’approvisionnement des ménages et les hiérarchiser, les valeurs d’usage et les fréquences de citations ont été classées par pays. A défaut de données sur les fréquences de citations et de valeurs d’usage, les préférences énumérées et classées dans le document par les populations ont été considérées. Dans ce cas, les trois premières espèces sont retenues.

Quant à la contribution de l’arbre et/ou de l’arbuste à l’amélioration de la fertilité du sol, l’effet a été estimé en pourcentage de variation des variables (teneur en nutriments du sol et rendement de la culture associée) sous le couvert des arbres par rapport à sa valeur hors du couvert des arbres.

Afin d’identifier les publications pertinentes pour cette revue, nous avons mené une recherche bibliographique. Après une première sélection basée sur les métadonnées (titres, résumés, mots-clés), nous avons procédé à une évaluation en quatre étapes, selon la méthode de HOUNDONUGBO *et al.*, 2020, afin de garantir la qualité et la pertinence des articles sélectionnés. Cette méthodologie rigoureuse a permis de constituer une base de quarante-neuf (49) publications, dans lesquelles ont été extraites les informations essentielles (journal, titre, mots-clés, etc.) pour une analyse approfondie.

II. Résultats

II.1. Contribution directe des espèces agroforestières à la production agricole

Dans la littérature, la contribution directe des parcs agroforestiers à la production agricole est abordée par les services d’approvisionnement qui peuvent être de nature alimentaire, pharmaceutique, énergétique et matérielle. Ces différents services sont classés par ordre d’importance selon les préférences et les valeurs d’usage que leur confèrent les populations des zones étudiées. De ces faits, les contributions directes des espèces agroforestières varient en nature d’un pays à l’autre, et même d’une région à une autre à l’intérieur d’un même pays.

II.2. Espèces privilégiées dans les parcs agroforestiers qui participent à l'approvisionnement des foyers de la région ouest-africaine.

L'analyse de données montre qu'en Afrique de l'Ouest, les espèces agroforestières dont la fréquence de citation de la population en termes de services d'approvisionnement est supérieure à 60% sont *V. paradoxa.*, *P.biglobosa*, *A. digitata.*, *Tamarindus indica* L., *Balanites aegyptiaca* (L.) Delile L. *microcarpa*, *Ziziphus mauritiana* Lam., *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex A.DC., *E. guineensis* Jacq., *F. albida*, *Irvingia gabonensis* (Aubry-LeComte ex O'Rorke) Baill., *Cola cordifolia* (Cav.) R.Br., *Borassus akeassii* Bayton, Ouédr. & Guinko *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Pterocarpus erinaceus* Poir., *Azadirachta indica* A.Juss.» (BADJARÉ *et al.*, 2018; BELEM *et al.*, 2008; NGOM *et al.*, 2014; YAOVI *et al.*, 2021). Ces espèces fournissent principalement des fruits, des graines et des feuilles et font l'objet de commercialisation dans les différentes régions ouest africaine (BOFFA, 2000; THIOMBIANO *et al.*, 2012; YAOVI *et al.*, 2021; KEBYEI *et al.*, 2022). Parmi ces espèces citées ci-dessus, celles dont la valeur d'usage peut souvent être supérieure à 10 sont *E. guineensis*, et *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. (AGBO *et al.*, 2017; HADONOU-YOVO *et al.*, 2019). Pour une valeur d'usage comprise entre 5 et 10, on retrouve *V. paradoxa.*, *P.biglobosa*, *A. digitata.*, *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss., *Prosopis africana* (Guill. & Perr.) Taub. et *I. gabonensis.*, *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex A.DC., (BADJARE *et al.*, 2018; BELEM *et al.*, 2008). *F. albida.*, *B. aegyptiaca*, *Lannea microcarpa* Engl. & K.Krause., quant à elles ont une valeur d'usage de moins de 5.

Au Burkina Faso, surtout pendant les périodes de soudure, les populations se tournent vers les fruits, les graines et les feuilles de ces espèces ligneuses (THIOMBIANO *et al.*, 2010). Les espèces agroforestières retenues qui présentent les valeurs les plus élevées en termes de fréquence de citation, de valeur d'usage et de rang d'utilisation sont *V. paradoxa.*, *P. biglobosa.*, *A. digitata.*, *Tamarindus indica*, *B. aegyptiaca* et *Boscia senegalensis*, *K. senegalensis*. *L. microcarpa*, *S. senegalensis*. (BELEM *et al.*, 2008; EDWIGE *et al.*, 2012; DAO *et al.*, 2020; SANOU, 2021). Elles sont très intéressantes pour l'alimentation et la pharmacopée (DIATTA *et al.*, 2020; KEBYEI *et al.*, 2022). Par exemple, *P. biglobosa* est apprécié pour son goût agréable et parfumé et est très important pendant la période de soudure (THIOMBIANO *et al.*, 2012); *V. paradoxa.* pour son beurre fortement

utilisé dans l'industrie alimentaire et dans la cosmétique (ALAIN *et al.*, 2022), *A. digitata* pour ces feuilles fraîches et sèches, *T. indica* pour son fruit sec, *B. aegyptiaca* pour son fruit sec et ces feuilles qui sont très utilisées en période de soudure (FAYE *et al.*, 2010; EDWIGE *et al.*, 2012)

En dehors de ces espèces ligneuses citées plus haut, il y a aussi certaines qui ont un grand intérêt dans l'alimentation, dont la préférence varie selon la localité, les connaissances des populations. Par exemple, dans le Nord du Burkina Faso, *B. senegalensis* est apprécié pour ses graines et *L. hastata* pour ses fruits et ses feuilles (THIOMBIANO *et al.*, 2012). Dans la région du Centre Sud, *Azelia africana* (Sm.) est l'une des espèces forestières les plus appréciées pour l'alimentation. Au Sud-Ouest, *Saba senegalensis* (A. DC.) Pichon et *Annona senegalensis* Pers font partie des espèces les plus appréciées pour l'alimentation. (THIOMBIANO *et al.*, 2012).

Au Sénégal, dans les régions de Saint Louis, Matam et Louga, nous avons *Acacia senegal* (L.) Willd. et *Sterculia setigera* Delile, (NGOM *et al.*, 2014). Leurs fruits et leurs feuilles qui sont les plus utilisés car ils améliorent l'état nutritif des populations (LYKKE *et al.*, 2004). Toujours au Sénégal, dans la communauté rurale de Khossanto, (DIENG *et al.*, 2016) ont montré que *Cordyla pinnata* (Lepr. ex A.Rich.) Milne-Redh. est l'espèce forestière qui est la plus utilisée pour les besoins alimentaires de la population.

Au Niger, en 2016, le Ministère de l'Environnement, de la Salubrité Urbaine et du Développement Durable, dans un rapport sur les produits forestiers non ligneux mentionnait les espèces forestières retrouvées couramment dans le régime alimentaire des populations. Il mentionnait les feuilles de *Moringa oleifera* Lam., des fruits (noix) du palmier doum, des noix et de la racine du jeune plant miritchi du rônier, de *Sclerocarya birrea*, du *B. senegalensis*, du *Neocarya macrophylla* (Sabine) Prance. Ces contributions ont été également énumérées par (DRAME et BERTI, 2008; BALLA *et al.*, 2008; IRO *et al.*, 2012) respectivement dans le parc de la région de Maradi, au Centre- Sud du Niger.

Des auteurs, comme (NAMBIMA *et al.*, 2023; SOUMAORO *et al.*, 2023; SOUMANA *et al.*, 2024) ont mené des études sur l'identification des espèces forestières les plus appréciées pour le fourrage. Selon ces auteurs, dans les zones d'Afrique de l'Ouest, les populations ont tendance à privilégier les arbres et arbustes pour le fourrage.

L'appréciation des espèces varie d'une région à l'autre et selon les connaissances des populations qui les utilisent. Au Sénégal, (NGOM *et al.*, 2014) ainsi que (GNING *et al.*, 2013)) ont identifié des espèces telles que *Grewia bicolor*, *Pterocarpus lucens* Lepr. ex Guill. & Perr., *P. erinaceus*, *Cordyla pinnata* (Lepr. ex A.Rich.) Milne-Redh. et *Acacia seyal*. Ces espèces fournissent un complément nutritif au bétail (BOUTRAIS, 2001). En plus de celles-ci, d'autres espèces ligneuses, comme *Afzelia africana* Sm. ex Pers., *K. senegalensis.*, *F. albida*, *Ficus capensis* Thunb., *Z. mauritian.* et *Sterculia setigera* Delile, sont également très appréciées dans certaines régions, comme Kaffrine au Sénégal (DIONE *et al.*, 2020). En Côte d'Ivoire, dans la région de Poro, (SILUE *et al.*, 2014) ont également montré que ces espèces ligneuses sont très appréciées. Au Niger, *F. albida* et *Acacia raddiana* Savi sont les plus prisés dans la région de Maradi. Au Burkina Faso, les familles d'arbres intéressantes pour le fourrage, selon les populations du Nando (ex Nord-Ouest), du Bankui (ex Boucle du Mouhoun) et du Kuilsé (ex Centre-Nord), sont principalement les Fabacées, les Combretacées et les Anacardiées (TRAORE *et al.*, 2011; SANOU, 2021) Parmi ces arbres, les ruminants semblent particulièrement apprécier *F. albida*, *B. aegyptiaca*, *P. reticulatum*, *L. microcarpa*, *Sclerocarya birrea* (A.Rich.) Hochst., *Acacia seyal* Delile, *K. senegalensis.*, *P. erinaceus* et *Bombax costatum* Pellegr. & Vuill.

Parmi les services d'approvisionnement des ligneux, on retrouve celui de bois de construction et de chauffe. En général, les ligneux les plus prisés dans cette catégorie de service sont les espèces du genre *Acacias*, *A. indica*, *Anogeissus leiocarpa* (DC.) Guill. & Perr., *B. aegyptiaca*, *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., et *P. africana*, *P. erinaceus*, *Combretum collinum* Fresen, *Hymenocardia acida* Tul (TRAORE *et al.*, 2011; DAO *et al.*, 2020; KEBYEI *et al.*, 2022). Quelques études montrent un intérêt notamment pour la *Burkea africana* Hook., *D. microcarpum* et *V. paradoxa* (DAO *et al.*, 2020). Les préférences de ces espèces s'expliquent par le fait qu'elles brûlent bien et lentement, produisent moins de fumé et plus de charbon de bois (GNING *et al.*, 2013; DAO *et al.*, 2020)).

L'espèce *A. indica* présente un fort intérêt en agroforesterie grâce à son bois, dense et durable, naturellement résistant aux attaques d'insectes et de champignons. Ses qualités mécaniques et sa facilité de séchage en font un matériau de choix pour la construction d'outils agricoles, de clôtures, de bâtiments d'élevage ou encore de systèmes de drainage (BATIONO *et al.*, 2004))

II.3. Variation de la production des espèces agroforestières

Les données sur les quantités des produits des arbres sont très rares et concernent surtout ceux dont les produits ont un intérêt économique à l'exportation et sur les marchés locaux et nationaux. Les données concernent quelques villages et/ou régions des pays ouest africains. Plusieurs raisons permettent d'expliquer cette situation. D'abord, les produits directs des arbres sont collectés et destinés à l'autoconsommation des ménages (SOUMANA *et al.*, 2024). Ensuite, leurs chaînes de valeur sont informelles (LAMIEN *et al.*, 2008). Pourtant, la FAO, en 2021, soulignait que les produits directs des arbres constituent une grande source alimentaire des populations rurales ouest africaines. La contribution des essences agroforestières par l'utilisation de leurs produits directs est donc primordiale mais reste très peu quantifiée. En dehors de *V. paradoxa*, à cause de la valeur économique internationale de ces amandes, les données sur les productions utilisées des autres essences agroforestières existent peu dans la littérature pour faire l'objet d'une comparaison en termes du niveau de contribution à la production agricole par pays.

Les quantités d'amandes de *V. paradoxa* exportées varient suivant le pays producteur (Figure 1), avec en tête le Nigéria, suivi du Mali, du Burkina Faso.

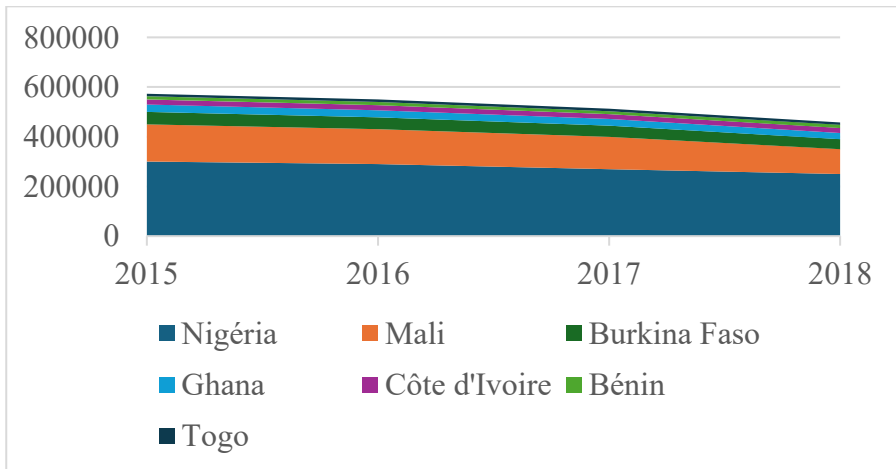


Figure 1 : Production de la noix de *V. paradoxa* de différents pays africains en milliers de tonnes sur la période de 2015 à 2018

Source : (FAO, 2019)

La production de *V. paradoxa* varie d'une année à l'autre, et les rendements diffèrent également d'un arbre à l'autre, rendant difficile

l'estimation de chiffres moyens de production par arbre. Certains arbres peuvent produire jusqu'à 800 fruits, avec un poids moyen de 26,4 g par fruit (OUEDRAOGO, 2004). Selon (NOMBRE *et al.*, 2023), lorsque *V. paradoxa* est exposé aux feux de brousse, il ne produit pas des fruits qu'à partir de 30 à 50 ans. Cependant, lorsque l'arbre bénéficie de mesures de protection et d'un entretien approprié, la fructification peut intervenir entre 17 et 20 ans, voire parfois avant 10 ans (BAYALA, 2002). Les peuplements les plus denses et productifs se trouvent généralement autour des villages, dans les champs cultivés.

P. biglobosa commence à produire entre 8 et 10 ans (GUTIERREZ et JUHE-BEULATON, 2002; ZANKLAN *et al.*, 2007; MBAYE *et al.*, 2014). La production est généralement plus élevée sur les terrains cultivés que dans les jachères. Certains arbres sont particulièrement bons producteurs, avec des rendements supérieurs à la moyenne. Les rendements varient d'une année à l'autre et peuvent atteindre entre 25 et 100 kg de gousses par arbre, composées de 43% d'exocarpe, 39% de pulpe et 18% de graines. Au Burkina Faso, la production de graine de *P. biglobosa* atteignait 392 tonnes (INSD, 2022). La production de graine de *T. indica* est de 76000 tonnes (INSD, 2022). A l'échelle régionale, toujours au Burkina, et plus précisément dans la région du Sahel, la production d'amandes de *B. aegyptiaca* a été estimée à 8000t pour une densité d'arbre de 8 arbres à l'hectare (avec 14 cm de diamètre) (LAMIEN *et al.*, 2008; INSD, 2022) Il existe également des données pour quelques villages de certains pays, c'est le cas du Niger, précisément dans les villages de la région de Tillabéry (Kobio, Tamou Kaina) où la production d'amande de *B. aegyptiaca* est estimée à 2 tonnes (ABASSE *et al.*, 2011).

II.4. Contribution indirecte des parcs agroforestiers à la production agricole

II.4.1. Impact des parcs agroforestiers arborés et arbustifs sur le sol

Dans les sols ferrugineux à tendance argileuse (Tableau I), les teneurs en azote (N), phosphore (P) et potassium (K) sous et hors houppier de différentes espèces agroforestières se présentent de la façon suivante :

- Azote total (Nt)

Les teneurs en azote du sol varient selon la couverture végétale. Sous *Vitellaria paradoxa*, elles passent de 0,11 à 0,18 g/kg, soit une augmentation de 71 %, ce qui en fait l'espèce la plus influente. Guiera

senegalensis arrive en seconde position avec une hausse de 42 %, traduisant un effet positif notable, bien que moins marqué. Enfin, *Piliostigma reticulatum* n’entraîne qu’une faible amélioration, limitée à 13 %.

- Phosphore assimilable (Pass.)

Des gains de P sont observés sous toutes les espèces. *V. paradoxa* entraîne une hausse de 22 % (de 10,43 à 12,72 mg/kg) ; *G. senegalensis* suit avec une augmentation de 15 %. *P. reticulatum* enregistre la plus faible augmentation (+6 %), indiquant un rôle moindre mais non négligeable dans le recyclage de P.

- Potassium échangeable (Kéch)

La variation des teneurs en Kéch (hors houppier et sous houppier) est particulièrement importante sous *V. paradoxa* avec une augmentation importante de 569 % (de 34,75 à 232,61 g/kg). *G. senegalensis* et *P. reticulatum* présentent des hausses similaires (+34 % et +31 %, respectivement), confirmant leur potentiel complémentaire dans l’amélioration du statut de K.

- Carbone organique (Corg)

Avec *V. paradoxa*, les teneurs en C passent de 1,84 à 2,92 g/kg (+58 %). Cela reflète une forte accumulation de matière organique (MO) sous houppier, ce qui est cohérent avec son feuillage dense et son enracinement profond. En revanche, *G. senegalensis* affiche le gain le plus important en valeur relative (+176 %), soulignant sa capacité à enrichir rapidement le sol en C, possiblement via une biomasse facilement décomposable. En revanche, *P. reticulatum* arrive en dernière position avec une amélioration de 44 %, ce qui reste néanmoins indicatif d’une contribution positive à la matière organique du sol.

Tableau I : Effets de quelques espèces agroforestières sur les propriétés chimiques du sol sur des sols ferrugineux à tendance argileuse

Espèce agroforestière	N(g/kg)		P(mg/kg)		K(Cmol(+)/kg)		C(g/kg)	
	HH	SH	HH	SH	HH	SH	HH	SH

<i>V. paradoxa.</i>	0,11	0,18	10,43	12,72	34,75	232,61	1,84	2,92
<i>P. reticulatum.</i>	0,03	0,04	87	92	900	1181	0,39	0,56
<i>G. senegalensis</i>	0,04	0,05	87	100	900	1207	0,17	0,47

HH : Hors Houppier ; SH : Sous Houppier

Dans les sols ferrugineux à tendance sableuse, l'influence du houppier sur la concentration des nutriments varie considérablement entre ces espèces.

- Azote total (Nt)

L'enrichissement en N sous couvert arboré varie considérablement selon l'espèce. *V. paradoxa* présente l'effet le plus marqué, avec une augmentation de 0,27 g/kg (+46,6 %). Elle est suivie par *F. albida*, qui enregistre une hausse de 0,13 g/kg (+27,1 %), puis par *P. reticulatum*, avec +0,10 g/kg. En revanche, *B. aegyptiaca* ne montre aucune variation. Ainsi, le classement décroissant des espèces en fonction de leur impact sur l'enrichissement du sol en N est le suivant : *V. paradoxa*, *F. albida*, *P. reticulatum*, *D. mespiliformis*, *G. senegalensis* et *B. aegyptiaca*.

- Phosphore assimilable (Pass)

Les teneurs en P assimilable hors *versus* sous houppier varient selon les espèces agroforestières étudiées. *B. aegyptiaca* présente l'augmentation la plus importante (de +112%). *F. albida* présente une élévation de +25 mg/kg, soit +15 %. De son côté, *G. senegalensis* génère un gain modéré (+3,84 mg/kg ; +7,8 %). À l'inverse, *V. paradoxa* induit une légère diminution de la teneur en phosphore assimilable. Le classement des espèces par ordre décroissant d'impact sur le P assimilable se décline comme suit : *B. aegyptiaca*, *F. albida*, *G. senegalensis*, *P. reticulatum*, *V. paradoxa*, *D. mespiliformis*..

- Potassium échangeable (Kéch)

Les variations des teneurs en K échangeable révèlent des effets opposés. *P. biglobosa* affiche la plus forte augmentation (+20,47 Cmol(+)/kg). *V. paradoxa* suit de près (+14,87). À l'inverse, *P. reticulatum* montre une réduction du K (-18,5%). Le classement décroissant est donc le suivant: *P. biglobosa*, *V. paradoxa*, *D. mespiliformis*, *B. aegyptiaca*, *F. albida*, *G. senegalensis*, *P. reticulatum*..

- Carbone organique (Corg)

Les teneurs en C organique sont fortement influencées par certaines espèces. *F. albida* affiche la meilleure performance (+4,60 g/Kg, +39,6 %), suivi par *P. reticulatum*. (+2,95 g/kg, +74,9 %). *V. paradoxa.*, bien que moins important (+13,8 %), contribue également au stock de C. *B. aegyptiaca* reste marginale (+0,04 g/kg). En résumé, *F. albida* arrive en première position, suivi de *P. reticulatum.*, puis *V. paradoxa.* Viennent ensuite *G. senegalensis*, *D. mespiliformis*, *P. biglobosa* et enfin *B. aegyptiaca*.

Tableau II : Effets de quelques espèces agroforestières sur les propriétés chimiques du sol dans des sols ferrugineux à tendance sableuse

Espèce agroforestière	N(g/kg)		P(mg/kg)		K(Cmol(+)/kg)		C(g/kg)	
	HH	SH	HH	SH	HH	SH	HH	SH
<i>V.paradoxa.</i>	0,58	0,85	119,14	126,61	309,86	324,73	9,66	10,99
<i>P.reticulatum</i>	0,27	0,37	15,92	17,28	188,50	170,00	3,94	6,89
<i>G.senegalensis</i>	0,10	0,11	48,99	52,83	0,14	0,15	3,99	4,52
<i>P.biglobosa</i>	0,23	0,26	5,54	5,07	195,20	215,67	2,85	3,40
<i>B.aegyptiaca</i>	0,03	0,03	6,23	13,18	46,47	55,80	0,28	0,32
<i>D.mespiliformis</i>	0,06	0,08	7,84	7,88	129,20	140,60	0,61	0,80
<i>F.albida</i>	0,48	0,61	167	192	0,30	0,50	11,60	16,20

HH : Hors Houppier ; SH : Sous Houppier

II.4.2. Influence des espèces agroforestières sur les rendements grain et paille des cultures associées

Sur des sols ferrugineux à tendance sableuse, l'influence des espèces agroforestières sur le rendement grain et paille des cultures associées révèle des dynamiques spécifiques :

Maïs : L'association à *V. paradoxa.* a un impact négatif notable sur le rendement grain et paille du maïs, qui diminue significativement sous son houppier. Associé à *F. albida*, on note un effet positif sur le rendement grain.

Arachide : La présence de *F. albida* se traduit par une baisse du rendement grain et une légère augmentation du rendement paille de l'arachide cultivée sous son couvert. *P. reticulatum* tend à avoir un effet favorable sur le rendement grain de l'arachide.

Mil : *P. reticulatum*. et *F. albida* induisent une hausse du rendement grain du mil. Concernant la production de paille du mil, l'effet est négatif sous le houppiers d'*A. digitata*, et *V. paradoxa* et *P. biglobosa*

Sorgho : *D. mespiliformis*., *B. aegyptiaca* et *P. reticulatum*. ont une influence négative sur le rendement grain.

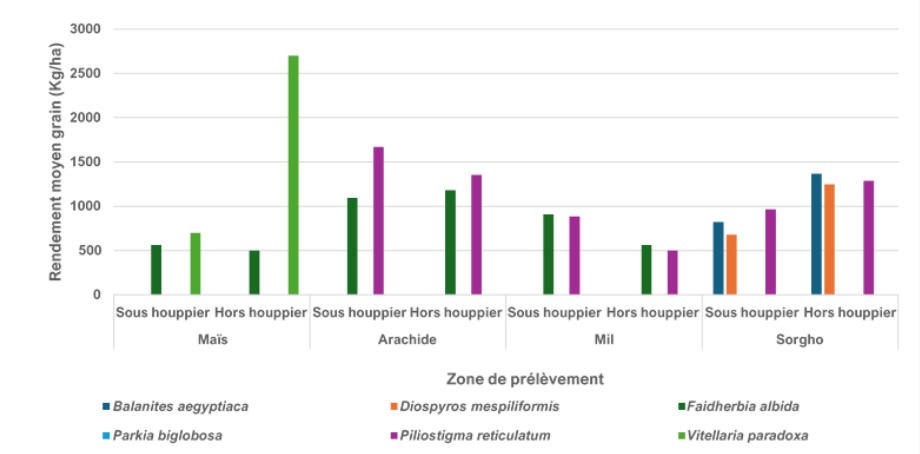


Figure2 : Effet de quelques espèces agroforestières sur le rendement grain de quelques cultures associées sur les sols ferrugineux à tendance sableuse.

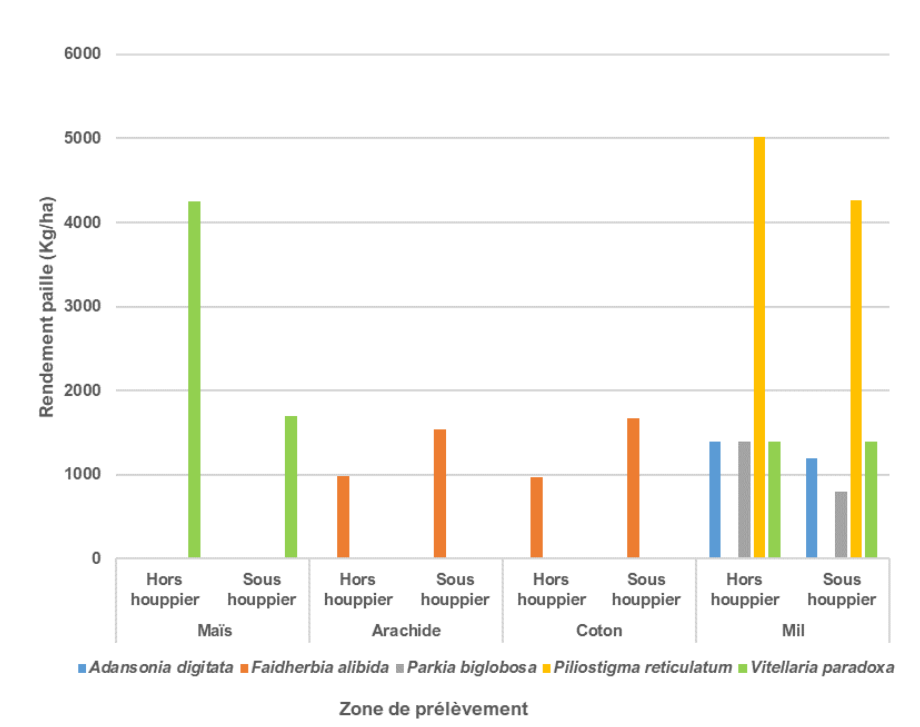


Figure 3: Effet de quelques espèces agroforestières sur le rendement paille de quelques cultures associées sur les sols ferrugineux à tendance sableuse

Sur des sols ferrugineux à tendance argileuse, l'influence des espèces agroforestières sur le rendement grain et paille des cultures associées se manifeste de manière spécifique :

Maïs : Sous *F. albida* le rendement grain du maïs est légèrement plus élevé. Concernant sa paille, le maïs cultivé hors houppier, principalement associé au *V. paradoxa*, présente un rendement plus élevé. Sous houppier, le rendement paille du maïs est généralement plus faible.

Arachide : *P. reticulatum*. favorise significativement le rendement grain de l'arachide lorsqu'elle est cultivée sous le houppier. L'effet contraire est observé lorsque cette culture est associée au *F. albida*.

Coton : *V. paradoxa*. a un impact négatif important sur le rendement des graines de coton cultivé sous son houppier.

Mil : L'effet des espèces agroforestières sur le rendement grain du mil est variable. *G. senegalensis*, *P. reticulatum*., *F. albida*, *A. senegalensis*, *B. aegyptiaca* et *P. biglobosa* sont bénéfiques, tandis que *V. paradoxa*. a un effet négatif.

Sorgho : *V. paradoxa*. et *P. reticulatum*. diminuent significativement le rendement grain du sorgho sous leur houppier. Concernant la paille du sorgho, le rendement hors houppier est relativement faible. Sous houppier, de *B. aegyptiaca*, *D. mespiliformis*., *P. paradoxa*, *P. reticulatum*., et *A. digitata*. *V. paradoxa*. favorise une production de paille nettement supérieure.

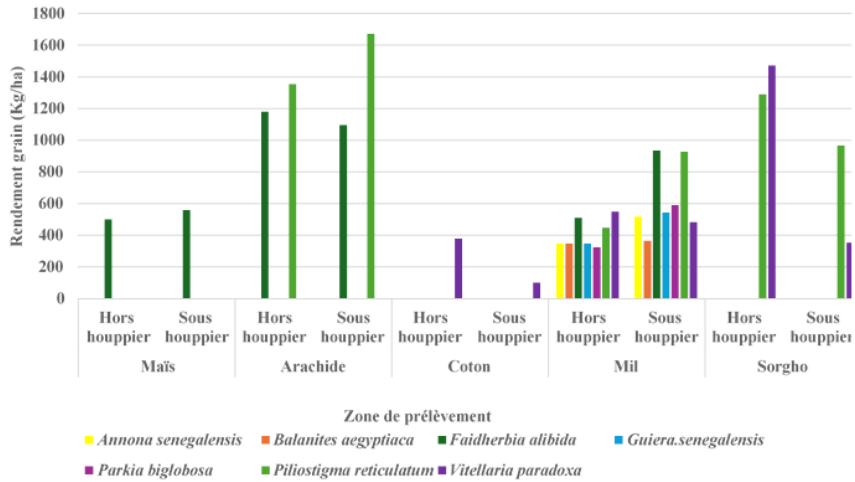


Figure 4: Effet d'espèces agroforestières sur le rendement grain de cultures associées sur les sols ferrugineux à tendance argileuse

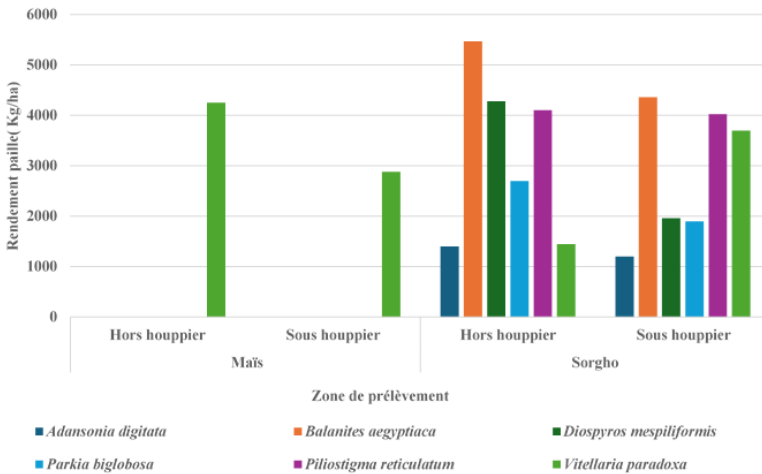


Figure 5: Effet d'espèces agroforestières sur le rendements paille de cultures associées sur les sols ferrugineux à tendance argileuse

III. Discussion

III.1. Contribution directe des espèces agroforestières

Cette étude met en lumière l'importance d'un ensemble diversifié d'espèces agroforestières dans l'approvisionnement alimentaire des

ménages en Afrique de l'Ouest. Elle révèle une prédominance des contributions directes à travers la fourniture de fruits, graines et feuilles d'espèces telles que *V. paradoxa.*, et *A. digitata* , qui sont fréquemment citées par les populations (BELEM *et al.*, 2008 ; YAOVI *et al.*, 2021). Cette fréquence de citation, dépassant 60% pour ces espèces ; elle souligne leur rôle dans les pratiques alimentaires et potentiellement dans la sécurité nutritionnelle des ménages à travers la région. On note que ces espèces ont toujours une valeur d'usage comprise entre 5 et 10. Ce sont notamment les espèces citées dominantes dans les parcs agroforestiers à savoir *P. biglobosa*, *V. paradoxa.*, *A. digitata* , *F. albida.*(BOFFA et NATIONS, 1999). Au côté de celles-ci on retrouve *B. aegyptiaca*, *G. senegalensis*, *S. birrea*. *P. reticulatum.*, *E. guineensis*. La valeur d'usage accordée aux différentes espèces agroforestières abordées par les différentes études varie en fonction de plusieurs facteurs. Ce sont entre autres la vie de l'enquêté, (OUATTARA *et al.*, 2021), la connaissance minimale de l'espèce (BADJARE *et al.*, 2018) , la disponibilité de l'espèce et sa capacité à répondre aux différents besoins de la population dans les différentes catégories d'usage (OUATTARA *et al.*, 2021a), les croyances, le droit et les coutumes d'une société donnée (SAMAKE *et al.*, 2023). Il est important de noter que les espèces favorisées par les communautés d'Afrique de l'Ouest sont celles qui répondent en premier lieu à leurs besoins alimentaires, et en second lieu à leurs besoins pharmaceutiques. En effet, plusieurs études mentionnant les fréquences de citation sur les usages des espèces agroforestières, montraient cette tendance.

III.2. Contribution indirecte des espèces agroforestières à la production alimentaire des populations

L'analyse croisée des données issues des sols ferrugineux à tendance argileuse et sableuse révèle à la fois des similarités notables et des divergences marquées dans l'influence des espèces agroforestières sur les éléments nutritifs du sol.

Similarités fonctionnelles entre les contextes pédologiques : Quel que soit le type de sol, les espèces étudiées exercent un effet globalement positif sur les propriétés chimiques du sol sous leur houppier. Cette amélioration est systématique pour les quatre paramètres clés (N, P, K, C), bien que son intensité varie selon la nature du sol et l'espèce considérée. *V. paradoxa.* se distingue ainsi comme une espèce polyvalente : elle domine l'enrichissement en azote et potassium dans les deux contextes, ce qui confirme son rôle clé dans la valorisation de

la fertilité naturelle. À l'inverse, *P. reticulatum*. reste modérément efficace sur tous les paramètres, suggérant un effet d'appoint utile dans des systèmes à diversité fonctionnelle. Enfin, *G. senegalensis* montre dans les deux types de texture un effet structurant sur l'azote et le carbone, bien que dans une moindre mesure.

Les contrastes entre les deux milieux édaphiques apparaissent clairement au niveau de l'intensité des gains et du classement des espèces par nutriment. Sur sols argileux, les enrichissements sont plus marqués pour l'azote et le potassium, du fait d'une meilleure rétention des cations et d'une stabilisation accrue de la matière organique. *V. paradoxa*. y montre un rendement édaphique particulièrement élevé (+569 % de K).

Les hausses en N sont généralement plus marquées en sol argileux (ex. +71 % sous *V. paradoxa*.) par rapport au sol sableux (+46,6 %) en raison de la meilleure capacité de rétention et de complexation de l'argile (RECOUS *et al.*, 2015).

Des espèces peu performantes en sol argileux (*B. aegyptiaca*) affichent des augmentations spectaculaires en P.

Le potassium échangeable est beaucoup mieux retenu en sol argileux, notamment sous *V. paradoxa*. (+569 %), alors qu'en sol sableux, les enrichissements sont plus modérés, voire négatifs (cas de *Piliostigma reticulatum*).

Effet sur le carbone du sol

Les teneurs en C sont souvent plus élevées en sol argileux (grâce à la stabilisation dans les complexes argilo-humiques (Feller and Chenu, 2012). L'augmentation relative est plus forte en sol sableux, en particulier sous *F. albida*(BA *et al.*, 2024) et *P. reticulatum*(GNISSIEN *et al.*, 2023).

V. paradoxa. se confirme comme une espèce polyvalente pour la restauration des sols, particulièrement efficace pour améliorer les niveaux de N et K et bien adaptée aux sols argileux comme sableux. *F. albida*, bien que peu présente dans les données sur sol argileux, révèle en sol sableux un fort potentiel d'amélioration en P et C, *G. senegalensis* se distingue par un rôle particulier dans l'accumulation de carbone et une libération modérée de phosphore, surtout en sol argileux. Enfin, *P. reticulatum*., présente une performance réduite pour le K dans les sols sableux.

Sur sols sableux, l'effet de certaines espèces comme *F. albida* ou *B. aegyptiaca* est amplifié, notamment pour le phosphore et le carbone, reflétant une dynamique de minéralisation plus rapide.

L'analyse comparative des espèces agroforestières sur des sols ferrugineux à tendance argileuse et à tendance sableuse révèle des dynamiques contrastées en matière d'enrichissement du sol. Les résultats obtenus mettent en évidence *V. paradoxa.*, qui se démarque par sa capacité à améliorer simultanément les teneurs en N, P, K et C, sur les sols, qu'ils soient sableux ou argileux.

Sur les sols à tendance argileuse, *V. paradoxa.* induit une augmentation marquée de N, P, K et C, confirmant son efficacité dans la restitution des nutriments. Ces effets peuvent s'expliquer par la qualité et la quantité de sa litière, sa capacité de recyclage par voie microbienne et son enracinement profond (Traoré *et al.*, 2004)). Sur les sols sableux, *V. paradoxa.* conserve des performances élevées, avec notamment une hausse de l'azote total (+46,6 %) et du potassium (+14,87), ce qui démontre sa flexibilité écologique.

À côté de cette espèce, plusieurs autres montrent des contributions spécifiques selon les paramètres et le type de sol.

F. albida, grâce à sa capacité à fixer l'azote atmosphérique (ZOMBOUDRE *et al.*, 2005) et à restituer efficacement le phosphore, joue un rôle important sur les sols ferrugineux à tendance sableuse. Elle affiche également la plus forte augmentation en carbone organique (+4,60 g/kg), confirmant son potentiel pour la séquestration du carbone (DIANDA *et al.*, 2009).

P. biglobosa montre une performance remarquable en restitution potassique sur sols ferrugineux à tendance sableuse, en lien avec la décomposition active de sa biomasse organique (BAYALA *et al.*, 2002), bien qu'elle semble avoir un effet neutre ou négatif sur le phosphore. En effet, la litière de *P. biglobosa* est relativement riche en composés récalcitrants comme la lignine et les polyphénols. Ces substances ralentissent la décomposition et peuvent complexer le phosphore, le rendant moins disponible pour les plantes (BASSENE *et al.*, 2023).

P. reticulatum. présente une contribution modérée mais constante, notamment en matière de carbone organique (+2,95 g/kg sur sol à tendance sableuse ; +44 % sur sol à tendance argileuse). Son rôle complémentaire dans les systèmes multi-strates agroforestiers est

renforcé par ses effets sur la structure du sol et la capacité de rétention en eau (YELEMOU *et al.*, 2021).

G. senegalensis se distingue par sa capacité à augmenter fortement le carbone organique en valeur relative sur sol à tendance argileuse (+176 %), avec une dynamique de décomposition rapide (ALLIES *et al.*, 2019; TYANO et YELEMOU, 2021), bien qu'elle soit moins performante sur les autres nutriments.

Enfin, *B. aegyptiaca* et *D. mespiliformis.*, bien qu'affichant des effets modestes ou négatifs sur certains nutriments, contribuent à l'amélioration globale de la fertilité biologique par leur interaction avec la faune et leur présence dans les jachères naturelles (KAFANDO *et al.*, 2023).

Ainsi, les propriétés du sol sont un facteur clé dans la planification agroforestière.

Du côté des rendements grain et paille des cultures associées, *P. reticulatum.* se distingue par son influence globalement favorable sur le rendement en grain et, dans certains cas, sur la production de paille. Sur sols ferrugineux à tendance sableuse, cette espèce améliore sensiblement le rendement grain de l'arachide et du mil. Sur sols ferrugineux à tendance argileuse, son effet est également notable, notamment sur le rendement grain de l'arachide, du mil et la production de paille du sorgho. Ce double impact, à la fois sur le rendement et en biomasse, positionne *P. reticulatum.* comme un levier stratégique dans l'optimisation des systèmes agroforestiers en zone soudano-sahélienne.

D'autres espèces présentent des effets plus contrastés. Par exemple, *V. paradoxa.*, bien que dominant en paysage agroforestier, montre des effets négatifs significatifs sur les rendements grain de cultures comme le maïs et le coton, particulièrement sous houppier. Néanmoins, elle favorise une production élevée de paille de sorgho en sol argileux, ce qui pourrait présenter un intérêt agronomique pour des usages liés à la production fourragère ou à la couverture végétale.

De manière plus ponctuelle, *F. albida* montre une certaine plasticité fonctionnelle. Son impact sur le rendement grain varie selon les cultures et les types de sol. Elle contribue positivement au rendement tige du coton en sols sableux et au rendement grain du mil en sols argileux. Quant à *V. paradoxa*, *D. mespiliformis* et *A. digitata*, leurs effets sont davantage liés à des interactions spécifiques et montrent des

contributions partielles qui mériteraient des investigations complémentaires.

En somme, *P. reticulatum*. apparaît comme une espèce pivot dans le cadre de l'agroforesterie améliorée, en raison de sa capacité à renforcer durablement les rendements tout en s'adaptant aux contraintes pédologiques.

Ces résultats renforcent l'intérêt de promouvoir des associations culturales tenant compte non seulement du couvert végétal, mais aussi de la nature du sol et des besoins spécifiques des cultures.

Certains facteurs permettent d'expliquer ces résultats. En 2009, ZOMBOUDRE, a conduit des travaux sur la capacité de production et la composition chimique des litières du *F. albida* et *V. paradoxa*. Ces résultats montrent que *V. paradoxa* produit plus de litière que *F. albida*. La litière du *F. albida* contient plus d'azote, de phosphore, de potassium que *V. paradoxa*., excepté pour le carbone qui est plus élevé sous le houppier du *V. paradoxa*. Aussi, la litière du *V. paradoxa*. se décompose plus lentement que celle de *F. albida*. Cela montre aussi que des deux espèces, *V. paradoxa*. est plus adapté pour la protection des propriétés physiques du sol et que *F. albida* est plus adapté pour enrichir le sol. Cet enrichissement du sol est d'ailleurs plus important en début de saison de pluie (MAÏ et al., 1999a) et lorsque la litière du *F. albida* est associée à la fumure organique (CAMARA et al., 2023). En condition de faible densité (4 arbres/ha), *F. albida*, grâce à ces racines, a la capacité de rechercher le phosphate assimilable lointain vers la surface la plus proche de son tronc (MAÏ et al., 1999b).

Les espèces arborées comme *V. paradoxa*., *A. leiocarpus*, *C. micranthum*, *L. microcarpa* et *D. mespiliformis*. sont reconnues pour améliorer les performances agronomiques des cultures annuelles grâce à leur litière (BAMBARA et al., 2019). Dans cette catégorie, *A. indica* contribue aussi à fertiliser le sol. Sa litière a une influence positive sur l'azote et le carbone (DIALLO et al. 2008). En effet, les analyses de la litière montrent que celle-ci contient 442,6 mg/g de carbone et 13 mg/g d'azote.

L'une des particularités de l'association des arbres aux cultures, est de contribuer à diminuer la prolifération des maladies des cultures en servant d'habitats favorables aux responsables de ces maladies (THIAW et al., 2017). C'est le cas de la mineuse du millet qui diminue avec la diversité du paysage et l'abondance des parcelles d'arbre (SOTI

et al., 2019 ; THIAW et al., 2019). En effet, les résultats de ces études indiquent une corrélation positive entre l'index du service biologique et la présence de l'espèce *F. albida*. De plus, le taux de parasitisme des œufs est associé à la présence d'*A. leiocarpus*, tandis que l'incidence des prédateurs d'œufs est liée à *A. indica*. Il a été prouvé que l'usage des graines de *A. indica* dans l'amendement du sol, permet d'améliorer l'efficacité des engrais azotés en réduisant la nitrification, rendant ainsi disponible l'azote pour les plantes. En plus, ces graines ont des propriétés insecticides et fongicides (ORWA et al., 2009). En outre, les feuilles et les brindilles tendres d'*A. indica* constituent des paillis et des engrais verts appropriés. Le feuillage persistant d'*A. indica* protège le sol contre les effets négatifs de l'érosion éolienne et hydrique tout au long de l'année (MUHAMMAD et al., 2021). Son système racinaire profond contribue à améliorer la structure des sols et à favoriser l'infiltration de l'eau. Des recherches portées sur *P. reticulatum*, ont montré que cet arbuste offre de nombreux avantages agronomiques. Il améliore la fertilité des sols, augmente la résilience des cultures face à la sécheresse et favorise la biodiversité. En somme, il constitue un atout majeur pour les systèmes de production agricole durables (KIZITO et al., 2012 ; DIEDHIOU et al., 2009).

Les parcs agroforestiers contribuent à améliorer la fertilité du sol en disponibilisant la matière organique dans le sol. Les études de TRAORE et al. (2004) et DIMOBE et BAYALA (2023) soulignent l'importance du *V. paradoxa*, dans la séquestration du carbone. Ces arbres stockent d'importantes quantités de carbone, tant dans leurs parties aériennes que dans leurs racines, et améliorent la fertilité des sols (TRAORE et al. 2004). DIMOBE et BAYALA (2023) ont quant à eux quantifié la biomasse aérienne du karité et confirmé son rôle crucial dans le stockage du carbone. Les résultats et *V. paradoxa*, séquestre significativement plus de carbone que d'autres espèces comme *P. biglobosa*, *A. digitata*, *B. aegyptiaca*. (DIMOBE et al. 2018 ; ADAMOUE et al. 2020).

Conclusion

Ce travail met en lumière la contribution significative des parcs agroforestiers à la production alimentaire en Afrique de l'Ouest, confirmant leur rôle multifacette dans la sécurité alimentaire régionale. L'étude révèle que cette contribution s'articule autour de trois axes majeurs. Premièrement, l'utilisation directe des produits des espèces agroforestières, notamment les fruits, graines et feuilles d'essences

emblématiques comme *V. paradoxa.*, *P. biglobosa* et *A. digitata* , est profondément ancrée dans les pratiques alimentaires des populations et constitue une source alimentaire directe essentielle. Deuxièmement, l'impact des arbres sur la fertilité du sol est indéniable, bien que spécifique aux espèces et aux types de sols. A l'instar de *F. albida*, certaines essences, telles que *P. reticulatum.*, *G. senegalensis*, enrichissent le sol en nutriments clés, tandis que d'autres, comme *V. paradoxa.*, contribuent davantage à la protection physique et à la séquestration du carbone. Enfin, l'intégration d'espèces agroforestières influence le rendement des cultures associées de manière variable. Des espèces comme *F. albida* et *P. reticulatum.* montrent nettement un potentiel d'amélioration du rendement grain, tandis que d'autres peuvent avoir des effets contrastés.

Bien que la hiérarchisation précise de l'importance de chaque essence en fonction de sa contribution globale nécessite des analyses plus approfondies, cette étude met en évidence un ensemble d'espèces clés dont l'impact direct sur l'alimentation et indirect sur la fertilité et le rendement est significatif. Les espèces les plus fréquemment citées pour leur usage direct (*V. paradoxa.*, *P. biglobosa* *A. digitata* , *E. guineensis*) se distinguent comme piliers de l'alimentation locale. Concernant l'amélioration de la fertilité et du rendement, *F. albida*, *P. reticulatum.*, et *G. senegalensis* apparaissent comme des espèces particulièrement prometteuses. En définitive, cette synthèse souligne la nécessité d'adopter une approche agroforestière contextualisée, tenant compte des spécificités écologiques locales et des connaissances traditionnelles, afin de maximiser la contribution des parcs agroforestiers à la production alimentaire durable en Afrique de l'Ouest.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs sincères remerciements au projet « Rôles de l'agroforesterie dans l'intensification durable des petites exploitations agricoles et la sécurité alimentaire des sociétés en Afrique de l'Ouest » (RAMSES), financé par le groupe de financeurs Leap-Agri.

Conflit d'intérêt

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt en lien avec cette étude

Contribution des auteurs

ZMC a fait la recherche bibliographique, proposé la démarche d'analyse, réalisé toutes les analyses et les interprétations et rédigé le manuscrit ; **HE** a supervisé la démarche d'analyse de données, aidé à interpréter les résultats, a contribué à la rédaction du manuscrit.

Références bibliographiques

- ABASSE, T., WEBER, J.C., KATKORE, B., BOUREIMA, M., LARWANOU, M., KALINGANIRE, A., 2011. Morphological variation in *Balanites aegyptiaca* fruits and seeds within and among parkland agroforests in eastern Niger. *Agrofor. Syst.* 81, 57–66.
- AGBO, I.R., MISSIHOUN, A.A., VIHOTOGBE, R., ASSOGBADJO, E.A., AHANHANZO, C., AGBANGLA, C., 2017. Impacts des usages traditionnels sur la vulnérabilité de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr.(Caesalpiniaceae) dans le district phytogéographique Zou au Bénin (en Afrique de l'Ouest). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11, 730–742.
- ALAIN, K.Y., CHRISTIAN, K.T.R., EMMANUEL, B.O.D., AVLESSI, F., DAHOUEON-AHOUSI, E., SOHOUNHLOUE, D., ALAIN, K.Y., CHRISTIAN, K.T.R., EMMANUEL, B.O.D., AVLESSI, F., DAHOUEON-AHOUSI, E., SOHOUNHLOUE, D., 2022. Valorization of *Vitellaria paradoxa* butter in cosmetics and agrifood in Africa. *GSC Adv. Res. Rev.* 10, 096–104. <https://doi.org/10.30574/gscarr.2022.10.1.0264>
- ALEXANDRE, D.-Y., 2002. Initiation à l'agroforesterie en zone sahéenne : les arbres des champs du Plateau Central au Burkina Faso, https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers12-10/010028958.pdf.
- ALLIES, A., VELLUET, C., MAÏNASSARA, I., OÏ, M., CHAZARIN, J., 2019. Contribution des arbustes au fonctionnement hydrique et carboné des parcs agroforestiers à *Guiera senegalensis* JF Gmel: observations et modélisation. *EN ZONE Trop.* 199.
- BA, S., ROUPSARD, O., AGBOHESSOU, Y.F., GAGLO, E., DIEDHIOU, M., DIONGUE, D.M., BOUVERY, F., CHAPUIS-LARDY, L., TAGESSON, T., SAMBOU, B., 2024. Suivi des échanges de dioxyde de carbone (CO₂) entre le sol, les plantes et l'atmosphère à l'aide de chambres automatiques

au sol dans un système agroforestier dominé par *Faidherbia albida*: modélisation des flux de la respiration et de la photosynthèse du système sol-arachide, variabilité saisonnière et bilan annuel. Presented at the Conférence Intensification Durable (CID 2024), ISRA, pp. 1-p.

BADJARÉ, B., KOKOU, K., BIGOU-LARÉ, N., KOUMANTIGA, D., AKPAKOUMA, A., ADJAYI, M.B., ABBEY, G.A., 2018A. Étude ethnobotanique d'espèces ligneuses des savanes sèches au Nord-Togo: diversité, usages, importance et vulnérabilité. Base.

BADJARE, B., KOKOU, K., BIGOU-LARE, N., KOUMANTIGA, D., AKPAKOUMA, A., BETIDE ADJAYI, M., ABBEVI ABBEY, G., 2018B. Étude ethnobotanique d'espèces ligneuses des savanes sèches au Nord-Togo : diversité, usages, importance et vulnérabilité. BASE. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.16487>

BALLA, A., BARAGE, M., LARWANOU, M., 2008. Le savoir-faire endogène dans la valorisation alimentaire des fruits du pommier du Cayor (*Neocarya macrophylla*) au Niger.

BASSENE, J., DIEDHIOU, S., DIATTA, Y., GOUDIABY, A.O.K., SAGNA, Y.P., SOW, M., CAMARA, B., MBAYE, P.N., SOW, A., FALL, S., 2023. Décomposition et effet de la litière de *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. Ex G. Don. sur la croissance et le rendement du riz en Basse Casamance, Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 17, 879–898.

BATIONO, B.A., YELEMOU, B., OUEDRAOGO, S.J., 2004. Le neem (*Azadirachta indica* A. Juss.), une espèce exotique adoptée par les paysans du centre-ouest du Burkina Faso. *BOIS FORETS Trop.* 282, 5–10.

BAYALA, J., 2002. Tree crown pruning as a management tool to enhance the productivity of parklands in West Africa. Bangor University (United Kingdom).

BAYALA, J., TEKLEHAIMANOT, Z., OUEDRAOGO, S., 2002. Millet production under pruned tree crowns in a parkland system in Burkina Faso. *Agrofor. Syst.* 54, 203–214.

BELEM, B., OLSEN, C.S., THEILADE, I., BELLEFONTAINE, R., GUINKO, S., LYKKE, A.M., DIALLO, A., BOUSSIM, J.I.,

2008. Identification des arbres hors forêt préférés des populations du Sanmatenga (Burkina Faso). *Bois Forêts Trop.* 298, 53–60.
- BOFFA, J.-M., 2000. Les parcs agroforestiers en Afrique subsaharienne. Food & Agriculture Org.
- BOFFA, J.-M., NATIONS, F. and A.O. of the U., 1999. Agroforestry Parklands in Sub-Saharan Africa. Food & Agriculture Org.
- BOUTRAIS, J., 2001. Du pasteur au boucher: le commerce du bétail en Afrique de l’Ouest et du Centre. *Autrepart* 19, 49–70.
- BRIGHT, M.B., DIEDHIOU, I., BAYALA, R., ASSIGBETSE, K., CHAPUIS-LARDY, L., NDOUR, Y., DICK, R.P., 2017. Long-term *Piliostigma reticulatum* intercropping in the Sahel: crop productivity, carbon sequestration, nutrient cycling, and soil quality. *Agric. Ecosyst. Environ.* 242, 9–22.
- CEDEAO, 2023. L’agriculture et l’alimentation en Afrique de l’Ouest. [WWW Document]. URL https://www.araa.org/sites/default/files/2023/06/Livre%20Agriculture%20et%20alimentation%20en%20Afrique%20de%20l%27Ouest.pdf?utm_source=copilot.com (accessed 1.13.26).
- DANIABLA, N., EDWIGE, T., NIEYIDOUBA, L., DIDIER, S., DIBONG, I., JOSEPH, B., BASSIROU, B., 2012. Le rôle des espèces ligneuses dans la gestion de la soudure alimentaire au Burkina Faso.
- DAO, A., COULIBALY-LINGANI, P., LAMIEN, N., 2020. Préférences des femmes et pouvoir calorifique d’essences de bois d’énergie utilisées pour la cuisson de la bière locale et du beurre de karité au Burkina Faso. *J. Appl. Biosci.* 156, 16139–16146.
- DAO, A., COULIBALY-LINGANI, P., LAMIEN, N., 2020. Préférences des femmes et pouvoir calorifique d’essences de bois d’énergie utilisées pour la cuisson de la bière locale et du beurre de karité au Burkina Faso. *J. Appl. Biosci.* 156, 16139–16146.
- DIANDA, M., SANON, B.K., DIALLO, O.B., ASIMI, S., 2009. Early assessment of genotypic variation in growth and nitrogen

- fixation in *Faidherbia albida*/rhizobium symbiosis. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 3. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v3i4.47160>
- DIATTA, É.A., DIENG, S.D., NIANG-DIOP, F., GOUDIABY, A., SAMBOU, B., 2020. Importance socio-économique de *Parkia biglobosa* (Jacq) R. Br. Ex G. Don (nééré) dans le système agroforestier en Basse Casamance, Sénégal. *Afr. Sci.* 17, 1–17.
- DIENG, S.D., DIOP, M., GOUDIABY, A., NIANG-DIOP, F., FAYE, L.C., GUIRO, I., SAMBOU, S., LYKKE, A.M., SAMBOU, B., 2016. Caractérisation des services écosystémiques fournis par *Cordyla pinnata* dans la périphérie de la Forêt classée de Patako au Sénégal. *Vertigo - Rev. Électronique En Sci. Environ.* <https://doi.org/10.4000/vertigo.17634>
- DIONE, A., SARR, O., NGOM, S., DIALLO, A., GUISSÉ, A., 2020. Perceptions pastorales des ligneux fourragers par les agropasteurs et les transhumants au centre du Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 14, 772–787. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i3.11>
- DRAME YAYE, A., BERTI, F., 2008. Les enjeux socio-économiques autour de l'agroforesterie villageoise à Aguié (Niger). *Tropicicultura* 26.
- EDWIGE, D.N., LAMIEN, N., DIBONG, D.S., BOUSSIM, I.J., BELEM, B., 2012. Le rôle des espèces ligneuses dans la gestion de la soudure alimentaire au Burkina Faso. *Sci. Chang. Planétaires Sècheresse* 23, 86–93.
- FANE, S., AGBOTUI, D.K., GRAEFE, S., SANOU, L., SANOGO, S., BUERKERT, A., 2024. Adoption of agroforestry systems by smallholders' farmers in the Sudano-Sahelian zones of Mali and Burkina Faso, West Africa. *Agrofor. Syst.* 98, 2385–2396. <https://doi.org/10.1007/s10457-024-01020-8>
- FAO, 2019. Brazil nuts | Statistics | Non-wood forest products | Food and Agriculture Organization of the United Nations [WWW Document]. [NonWoodForestProducts](https://www.fao.org/forestry/nwfp/statistics/shear-tree/en). URL <https://www.fao.org/forestry/nwfp/statistics/shear-tree/en> (accessed 6.17.25).
- FAO, 2013. Agroforestry, food and nutritional security. World Agroforestry Centre (ICRAF). <https://doi.org/10.5716/WP13054.PDF>

- FAO, Initiative, G.S.B., Biological, S. of the C. of, Commission, E., Soils, I.T.P. on, 2020. State of knowledge of soil biodiversity - Status, challenges and potentialities: Report 2020. Food & Agriculture Org.
- FAYE, M.D., WEBER ,JOHN C., MOUNKORO ,BAYO, AND DAKOUO, J.-M., 2010. Contribution of parkland trees to farmers' livelihoods: a case study from Mali. *Dev. Pract.* 20, 428–434. <https://doi.org/10.1080/09614521003710013>
- FELLER, C., CHENU, C., 2012. Les inter-actions bio-organo-argileuses et la stabilisation du carbone dans les sols. *Etude Gest. Sols* 19, 235–248.
- FIDA, 2020. FIDA Rapport annuel [WWW Document]. URL https://www.ifad.org/documents/38714170/43433979/ar2020_f.pdf?utm_source=copilot.com (accessed 1.13.26).
- GNING, O.N., SARR, O., GUEYE, M., AKPO, L.E., NDIAYE, P.M., 2013. Valeur socio-économique de l'arbre en milieu malinké (Khossanto, Sénégal). *J. Appl. Biosci.* 70, 5617–5631.
- GNISSIEN, M., COULIBALY, K., BARRO, M., DOUZET, J.-M., COURNAC, L., CICEK, H., NACRO, H.B., 2023. Effets longue-durée de différentes densités de *Piliostigma reticulatum* (DC) Hochst sur le stockage et la dynamique du carbone et de l'eau dans un Plinthosol épipétri que en zone nord-soudanienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 17, 1220–1236.
- GUPTA, V.P., 2020. Role of agroforestry in soil conservation and soil health management: A review.
- GUTIERREZ, M.-L., JUHE-BEAULATON, D., 2002. Histoire du parc à néré sur le plateau d'Abomey (Bénin). De sa conservation pour la production et la commercialisation d'un condiment, l'afitin. *Cah. D'Outre-Mer Rev. Géographie Bordx.* 55, 453–474.
- HADONOU-YOVO, A.G., HOUSSOU, L.G., LOUGBEGNON, T.O., ADEBI, Y., SINASSON, G.K.S., SEMEVO, D.F., LANGE, U., BOKO, M., 2019. Diversité et formes d'utilisation des espèces ligneuses de la Réserve de biosphère du Mono (Bénin). *VertigO- Rev. Électronique En Sci. Environ.* 19.
- HALL, C., DAWSON ,T. P., MACDIARMID ,J. I., MATTHEWS ,R.B., AND SMITH, P., 2017. The impact of population growth

- and climate change on food security in Africa: looking ahead to 2050. *Int. J. Agric. Sustain.* 15, 124–135. <https://doi.org/10.1080/14735903.2017.1293929>
- INSD, 2022. Data - Burkina Faso Open Data [WWW Document]. Knoema. URL <https://burkinafaso.opendataforafrica.org//data/> (accessed 6.17.25).
- IRO, D.G., MAHAMANE, L., ALI, M., JEAN-MARIE, A.K., 2012. Production fruitière de *Neocarya macrophylla* (Sabine) Prance, espèce ligneuse alimentaire du Niger.
- JOSE, S., 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agrofor. Syst.* 76, 1–10. <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9229-7>
- KAFANDO, W.A.C., ZOMBOUDRE, G., KABORE, R., BOURGOU, T., HIEN, M., 2023. Biodiversité et distribution des peuplements ligneux issus de la Régénération Naturelle Assistée (RNA) dans les agroécosystèmes de la zone Soudanosahélienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 17, 907–919. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v17i3.12>
- KEBYEI, N., NGARYO, F.T., MBAÏ-ASBE, B., DOUDJINDINGAO, A., CHAHAD, A.M., 2022. Apports socioéconomiques des ligneux exploités au Sahel: cas du bassin d’approvisionnement en bois-énergie de N’Djaména au Tchad: Socio-economic contributions of exploited timber in the Sahel: case of supply basin of wood-energy of N’Djamena in Chad. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 16, 1691–1704.
- KIDRON, G.J., KARNIELI, A., BENENSON, I., 2010. Degradation of soil fertility following cycles of cotton–cereal cultivation in Mali, West Africa: A first approximation to the problem. *Soil Tillage Res.* 106, 254–262.
- LAMIEN, N., SOME, A.N.A.N., OUÉDRAOGO, J.S., ILBOUDO, B., OUÉDRAOGO, C., SOMDA, I., 2008. Potentiel productif de quelques essences fruitières locales au Burkina Faso. *Sci. Nat. Appliquées* 30, 61–73.
- LYKKE, A.M., KRISTENSEN, M.K., GANABA, S., 2004. Valuation of local use and dynamics of 56 woody species in the Sahel. *Biodivers. Conserv.* 13, 1961–1990. <https://doi.org/10.1023/B:BIOC.0000035876.39587.1a>

- MARANZ, S., 2009. Tree mortality in the African Sahel indicates an anthropogenic ecosystem displaced by climate change. *J. Biogeogr.* 36, 1181–1193. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2008.02081.x>
- MBAYE, T., NDIAYE, A., NGOM, D., CISSÉ, M., GNING, F., 2014. Facteurs déterminants de la fructification des parcs à baobab (*Adansonia digitata* L.) en Moyenne et Haute Casamance. *J. Anim. Plant Sci.* 22, 3446–3454.
- MBOW, C., VAN NOORDWIJK, M., LUEDELING, E., NEUFELDT, H., MINANG, P.A., KOWERO, G., 2014. Agroforestry solutions to address food security and climate change challenges in Africa. *Curr. Opin. Environ. Sustain.*, Sustainability challenges 6, 61–67. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.10.014>
- NAMBIMA, A., HOUEHANOU, T., GOUWAKINNOU, G., BIAOU, H., 2023. Parcs agroforestiers traditionnels en Afrique de l'Ouest: Analyse bibliographique sur leur contribution à l'amélioration de la fertilité des sols et à l'atténuation des effets du changement climatique. *Bull. Rech. Agron. Bénin BRAB* Juin 33.
- NGOM, D., CHARAHABIL, M.M., SARR, O., BAKHOUM, A., AKPO, L.E., 2014. Perceptions communautaires sur les services écosystémiques d'approvisionnement fournis par le peuplement ligneux de la Réserve de Biosphère du Ferlo (Sénégal). *VertigO- Rev. Électronique En Sci. Environ.* 14.
- NOMBRE, I., KANAZOE, I.W., NASARE, L.I., NANA, A., BOUSSIM, J.I., 2023. Shea parklands pollination in Burkina Faso, some techniques to improve the production. *Open J. Ecol.* 13, 597–605.
- OUATTARA, B., SANOU, L., KOALA, J., 2021. Utilisations locales et vulnérabilité des espèces ligneuses dans les forêts classées de Oualou et de Tissé au Burkina Faso, Afrique de l'Ouest 19, 63–77.
- OUATTARA, B., SANOU, L., KOALA, J., 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. *Afr. Sci.* 19, 63–77.

- OUEDRAOGO, S.J., 2004. Productivité fruitière du karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn. C. F., Sapotaceae) dans les parcs agroforestiers traditionnels au Burkina Faso. *Fruits*. <https://doi.org/10.1051/FRUITS:2005004>
- PELISSIER, P., 1980. L'ARBRE EN AFRIQUE TROPICALE.
- RECOUS, S., CHABBI, A., VERTES, F., THIEBEAU, P., CHENU, C., 2015. Fertilité des sols et minéralisation de l'azote: sous l'influence des pratiques culturales, quels processus et interactions sont impliqués? *Fourrages* 189–196.
- SAMAKE, A., SAMAKE, S., SISSOKO, S., KEÏTA, B., DEMBELE, P., COULIBALY, D., DIAWARA, M.O., KAREMBE, M., 2023. Usage Ethnobotanique De Trois Espèces Ligneuses En Zone Soudano-Sahélienne Du Mali (Kolokani). *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* 17, Issue 10 Ser. I.
- SANOU, L., 2021. Utilisations locales et vulnérabilité des espèces ligneuses dans les forêts classées de Oualou et de Tissé au Burkina Faso, Afrique de l'Ouest. *Afr. Sci.* <https://doi.org/10.1684/SEC.2012.0341>
- SILUE, N., FOFANA, J., SILUE, S., DIARRASSOUBA, N., KOUASSI, A., KOUAKOU, K., 2014. Identification des espèces ligneuses utilisées dans l'alimentation des bovins dans la région du poro (nord de la côte d'ivoire). *Agron. Afr.* 26, 217–229.
- SOUMANA, I., BIGA, I., MAHAMANE, A., 2024. Potentiel fourrager des arbres et arbustes en Afrique de l'Ouest: Synthèse bibliographique. *Int. J. Innov. Appl. Stud.* 42, 113–130.
- SOUMAORO, G.P., MONEMOU, P., SOROPOGUI, Z., KPOGHOMOU, I., BERETE, A.W., MAGASSOUBA, D., 2023. Identification des espèces fourragères consommées par les animaux d'élevage dans la Sous-Préfecture de Bossou, République de Guinée. *Rev Ivoir Sci Technol* 41, 51–65.
- THIOMBIANO, D., LAMIEN, N., DIBONG, S., BOUSSIM, I., 2010. Etat des peuplements des espèces ligneuses de soudure des communes rurales de Pobé-Mengao et de Nobéré (Burkina Faso). *J. Anim. Plant Sci.* 9, 1104–1116.

- THIOMBIANO, D.N.E., LAMIEN, N., DIBONG, D.S., BOUSSIM, I.J., BELEM, B., 2012. The role of woody species in managing food shortage in Burkina Faso. *Sécheresse* 23, 86–93. <https://doi.org/10.1684/sec.2012.0341>
- TOULMIN, C., GUEYE, B., 2003. Transformations de l'agriculture ouest-Africaine et rôle des exploitations familiales. International Institute for Environment and Development, Drylands Programme.
- TRAORE, K., OLIVER, R., GIGOU, J., GANRY, F., 2004. Les karités (*Vitellaria paradoxa*) améliorent la matière organique et la fertilité du sol à trois niveaux de la toposéquence au Mali sud. IRD.
- TRAORE, L., OUEDRAOGO, I., OUEDRAOGO, A., THIOMBIANO, A., 2011. Perceptions, usages et vulnérabilité des ressources végétales ligneuses dans le Sud-Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 5.
- TYANO, A., YELEMOU, B., 2021. Evaluation du stock de carbone aérien de *Guiera senegalensis* JF Gmel en zone nord soudanienne du Burkina Faso. *Sci. Nat. Appliquées* 40, 148–151.
- YAMEOGO, G., YELEMOU, B., TRAORE, D., 2005. Pratique et perception paysannes dans la création de parc agroforestier dans le terroir de Vipalogo (Burkina Faso). BASE.
- YAOVI, C., HIEN, M., KABORE, S., SEHOUBO, Y., 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, 1140–1157.
- YELEMOU, B., TYANO, A., TIENDREBEOGO, M., 2021. Dynamique de la germination et du développement des plants de *Piliostigma reticulatum* sous différents apports d'origine organique et minérale. *Int. J. Innov. Appl. Stud.* 34, 896–905.
- ZANKLAN, A., AHOANGONOU, S., THIAM, M., BATCHO, M., 2007. Étude de la dynamique et de l'évolution des peuplements de *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth. (Mimosacées) au Bénin. *Webbia* 62, 97–107.

ZOMBOUDRE, G., ZOMBRE, G., GUINKO, S., MACAULEY, H.R., 2005. Réponse physiologique et productivité des cultures dans un système agroforestier traditionnel: cas du maïs (*Zea mays* L.) associé au karité (*Vitellaria paradoxa* Gaertn.) dans la zone est du Burkina Faso. BASE.