

Corrélation entre les paramètres dendrométriques et la productivité fruitière du néré, *Parkia biglobosa* (Jacq.) R.Br dans la zone soudanienne au Togo

E. Padakale⁽¹⁾, W. Atakpama^{*(1,2)}, M. Samarou^(1,3), K. Wala⁽¹⁾, M. Dourma⁽¹⁾, A.K. Guelly⁽¹⁾, K. Akpagana⁽¹⁾

¹ Laboratoire de Botanique et Écologie Végétale (LBEV), Department de Botanique, Faculté des Sciences (FDS), Université de Lomé (UL), 01 BP 1515, Lomé 1, Togo

² West Africa Plant Red List Authority (WAPRLA), IUCN Species Survival Commission, Rue Mauverney 28, 1196 Gland, Switzerland

³ Ministère de l'Environnement et des Ressources Forestière, Togo

*Auteur de correspondance : wouyoatakpama@gmail.com

Reçu : 27 avril 2025

Révisé : 18 juillet 2025

Accepté : 24 août 2025

Résumé : Les arbres producteurs de produits forestiers non ligneux (PFNL) jouent un rôle crucial dans l'amélioration des revenus des populations rurales en Afrique subsaharienne. Parmi eux, *Parkia biglobosa* (néré) constitue une espèce autochtone de grande valeur socio-économique. L'étude de la productivité fruitière des arbres autochtones est nécessaire pour mieux connaître leur potentialité en vue d'une gestion durable. Cette étude, conduite dans la zone soudanienne du Togo, a pour objectif d'évaluer la productivité fruitière annuelle du néré et d'analyser la relation entre cette productivité et certaines caractéristiques dendrométriques des arbres. Pour ce faire, des mensurations ont été menées sur un échantillon de 15 arbres matures. Le comptage systématique des fruits récoltés à maturité a permis de quantifier la production annuelle. La biomasse des principales composantes du fruit (valves, pulpe, graines) a été mesurée par arbre. Parallèlement, des mesures dendrométriques (diamètre à hauteur de poitrine, hauteur totale, volume du houppier) ont été effectuées pour établir les corrélations avec la production fruitière. Les résultats ont montré une production moyenne de 14 877 fruits par arbre. Les masses moyennes par arbre étaient de 76,86 kg pour les valves, 49,2 kg pour la pulpe, et 43,75 kg pour les graines. Une corrélation significative a été observée entre le volume du houppier et le nombre de fruits produits, suggérant que cette variable est un bon indicateur de la productivité de l'espèce. Ces résultats fournissent des données de base utiles à la valorisation durable de *Parkia biglobosa* dans les programmes de gestion des PFNL.

Mots clés : Espèce agroforestière, Biomasse fruitière, Corrélation allométrique, Gestion durable, Togo.

Summary : Trees that provide non-timber forest products (NTFPs) play a vital role in improving the livelihoods of rural populations in sub-Saharan Africa. Among these, *Parkia biglobosa* (African locust bean) is a native species of significant socio-economic value. This study, conducted in the Sudanian zone of Togo, aims to assess the annual fruit productivity of *P. biglobosa* and to analyze the relationship between fruit production and specific dendrometric characteristics of the trees. To achieve this, observations were carried out on a sample of mature trees. Systematic counting of mature fruits was conducted to estimate annual yield. The biomass of the main fruit components (valves, pulp, and seeds) was measured per tree. In addition, dendrometric parameters (diameter at breast height, total height, and crown volume) were recorded to determine correlations with fruit production. Results revealed an average production of 14,877 fruits per tree. The average biomass per tree was 76.86 kg for valves, 49.2 kg for pulp, and 43.75 kg for seeds. A significant correlation was observed between crown volume and the number of fruits produced; indicating that crown volume is a reliable predictor of productivity in this species. These findings provide valuable baseline data to support the sustainable valorization of *Parkia biglobosa* in NTFP development and management programs.

Key words : Agroforestry species, Fruit biomass, Allometric correlation, Sustainable management, Togo.

INTRODUCTION

Les parcs agroforestiers renferment d'innombrables plantes alimentaires d'intérêt pour les populations rurales en Afrique subsaharienne (Boffa, 2000). Ces plantes interviennent dans l'alimentation, la pharmacopée, la cosmétique et à l'économie des ménages (Assogbadjo et Loo, 2011 ; Goudégnon *et al.*, 2017 ; Samarou *et al.*, 2022 ; Zon *et al.*, 2022). La valeur culturelle des espèces agroforestières ressort dans plusieurs études ethnobotaniques. À travers les feuilles, les bois et les produits forestiers issus de ces plantes, elles contribuent à la

fertilisation des sols et au cycle du carbone, par conséquent à la réduction de la dégradation des terres et à la résilience du changement climatique (Takimoto *et al.*, 2008 ; Thorlakson et Neufeldt, 2012 ; Folega *et al.*, 2019 ; Awazi *et al.*, 2022 ; Wendu et Zerfu, 2023). C'est également une forme de conservation de la diversité biologique des ressources forestières (Aleza *et al.*, 2015 ; Udawatta *et al.*, 2021) face à la régression continue des écosystèmes forestiers (FAO, 2020 ; Kombate *et al.*, 2022). Parmi les espèces d'intérêt conservées en Afrique de l'Ouest, on distingue le néré, *Parkia biglobosa* (Jack.) R. Br.

Le néré (*Parkia biglobosa* (Jack.) R. Br.) est l'une des espèces les plus communes des parcs agroforestiers des savanes ouest-africaines (Boffa, 2000 ; Lamien *et al.*, 2011). Cette plante joue plusieurs fonctions notamment alimentaires, médicinales, agroforestières, culturelles et écologiques tout en améliorant la fertilité des sols et le microclimat (Bayala *et al.*, 2005 ; Padakale *et al.*, 2018 ; Musara *et al.*, 2020). Les fruits, les valves, la pulpe, les graines et leurs produits dérivés sont vendus dans tous les marchés locaux (Wala *et al.*, 2005 ; Azokpota *et al.*, 2006 ; Koura *et al.*, 2011 ; Lamien *et al.*, 2011). Cette activité constitue une source de revenus pour les populations rurales en particulier les femmes (Muhammad et Amusa, 2003).

Au Togo, surtout dans la zone soudanienne, *P. biglobosa* représente une source importante de produits forestiers non ligneux très prisés par les populations locales (Wala *et al.*, 2005 ; Padakale *et al.*, 2018). Toutes les parties d'organes de l'espèce sont utilisées. Les parties les plus prisées et vendues sur les marchés locaux sont la pulpe, les graines, mais aussi les fruits entiers (Padakale, 2015). Les études réalisées sur l'espèce dans le pays se sont surtout axées sur la structure démographique des peuplements de l'espèce ou ses usages (Wala *et al.*, 2005 ; Padakale

et al., 2015 ; Padakale *et al.*, 2018) ou à ses propriétés pharmacologiques (Ognatan *et al.*, 2011 ; Adi *et al.*, 2013). Dans le cadre d'une production et de la gestion durable du néré, il est opportun de fournir aux pouvoirs publics et aux organismes d'aide au développement, des données fiables sur la capacité de production et les paramètres biométriques pouvant influencer sur la productivité. Ces données permettent de définir des programmes de valorisation et de contribuer efficacement à l'amélioration des conditions de vie des populations locales.

La présente étude compte contribuer à la gestion durable et à la valorisation du néré au Togo. Elle s'est proposé d'évaluer la production annuelle du néré dans la zone soudanienne au Togo. Plus spécifiquement, il s'agit de : (i) évaluer la production annuelle en graines, en pulpe et en valves par les arbres de *P. biglobosa* et (ii) analyser les variations de ces productions en fonction des paramètres dendrométriques des arbres.

MATERIEL ET METHODES

1. Description de la zone d'étude

La présente étude a été réalisée à Toaga dans la zone écologique I du Togo qui est couverte par une partie de la région de la Kara et toute la région des Savanes (Figure 1). Le climat est

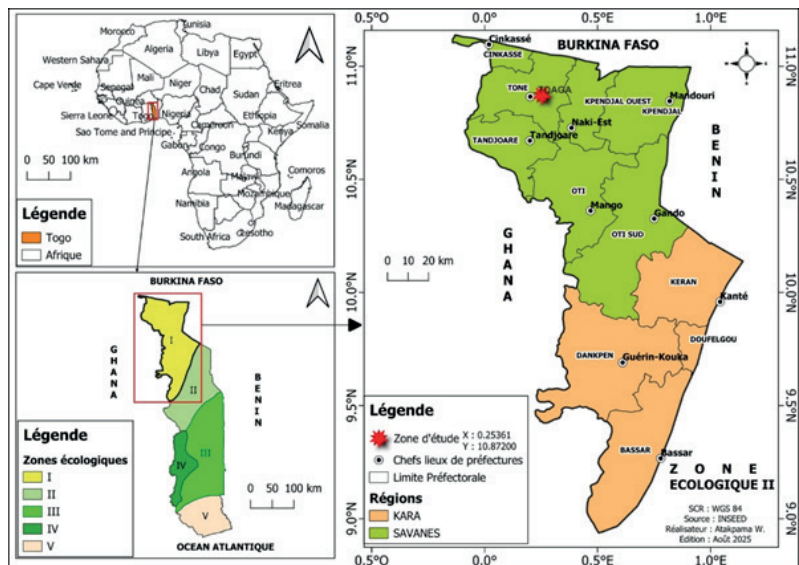


Figure 1. Localisation de la zone d'étude.

tropical de type soudanien à deux (2) saisons avec une longue saison sèche marquée par la précocité de l'harmattan. Les précipitations concentrées entre mai et octobre varient entre 1000 et 1300 mm par an. Les températures varient entre 18 et 19 °C (novembre-janvier) et entre 38 et 41 °C (mars-avril). L'agriculture est la principale activité des populations. En dehors de l'agriculture, les populations exercent d'autres activités socioéconomiques comme l'élevage, la pêche le commerce et la chasse. La dépendance directe de l'agriculture et de l'élevage aux précipitations et à la température rend vulnérable le secteur agropastoral.

La zone écologique I ou zone des plaines du Nord est la zone des savanes

soudaniennes sèches. On retrouve de vastes parcs agroforestiers à dominance de *Parkia biglobosa* (Jacq.) R.Br. et *Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn (ANCR-GEM, 2007 ; Padakale *et al.*, 2015). On distingue également les parcs à rôniers, à baobab, à tamarinier, ... (Folega *et al.*, 2019 ; Atakpama *et al.*, 2022a ; Samarou *et al.*, 2023). Au sein de ces parcs agroforestiers, souvent à côté des habitations se retrouve une panoplie de bosquets sacrés, forme de protection endogène de la biodiversité (Atakpama *et al.*, 2021 ; Atakpama *et al.*, 2022b). Les produits issus de ces parcs agroforestiers participent à l'amélioration des conditions socio-économiques des populations résidentes (Kebenzikato *et al.*, 2023b ; Samarou

et al., 2023). On distingue également des aires protégées fortement dégradées (Folega *et al.*, 2014 ; Polo-Akpisso *et al.*, 2018 ; Badjare *et al.*, 2021 ; Atakpama *et al.*, 2023) et quelques forêts communautaires récemment mis en place (Atakpama *et al.*, 2022c ; Ehlui *et al.*, 2024a ; Ehlui *et al.*, 2024b).

La localité de Toaga, lieu principal de l'étude, est située à l'est de Dapaong, chef-lieu de la préfecture de Tone et de la région des Savanes (Figure 1). Les conditions climatiques y sont identiques à celles de la zone écologique I. Il s'agit d'une localité essentiellement agricole. Les produits agricoles et d'élevage sont en partie vendus directement sur place. Une autre partie est acheminée vers le marché régional de Dapaong. Les cultures agroforestières dominantes sont celles du néré et du rônier.

2. Collecte des données

Le présent échantillonnage a porté sur 15 arbres sélectionnés de manière aléatoire dans les champs du village de Toaga. Les arbres choisis sont ceux qui portent des fruits dont la récolte n'a pas encore commencé. Ces pieds avaient été choisis au préalable, après que les propriétaires ont donné leur approbation pour que l'étude soit réalisée. Sur chaque arbre les caractéristiques dendrométriques ont été mesurées. Il s'agit de la hauteur du fut, de la hauteur

totale, du diamètre à hauteur de poitrine (DHP) et les diamètres du houppier dans les deux (2) directions est-ouest et nord-sud. La hauteur totale a été mesurée à l'aide du clinomètre de Sunto. Le DHP et la hauteur du fut ont été mesurés respectivement à l'aide du compact forestier et d'une perche télescopique. Les diamètres des houppiers suivant la direction est-ouest et nord-sud ont été relevés à l'aide d'un penta décimètre posé sur le sol en estimant la projection de la couverture du houppier. Sur chaque arbre considéré, tous les fruits ont été systématiquement récoltés et comptés (Figure 2). Les fruits ont été récoltés au stade fruits mûrs et secs.

Pour l'évaluation des autres sous-produits issus des fruits, notamment les masses de graines, de pulpe et de valves, quatre (4) échantillons de 100 fruits, soit un total de 400 fruits par arbre, ont été prélevés aléatoirement. Les masses de chaque lot de 100 fruits ont été mesurées à l'aide d'une balance de précision. Ensuite, les gousses ont été ouvertes, et les valves séparées et pesées. La pulpe a été extraite manuellement en lavant les graines à l'eau du robinet. Ces dernières ont ensuite été séchées au soleil avant d'être pesées.

3. Analyse des données

La masse de la pulpe a été déterminée par différence entre la masse des fruits



Figure 2. Séance de comptage des fruits.

entiers et la somme des masses des graines et des valves. Les masses moyennes d'un fruit, de la pulpe, des valves et des graines ont été calculées pour chaque arbre. La production annuelle de chaque arbre a ensuite été estimée en multipliant ces masses moyennes par le nombre total de fruits récoltés. Dans le milieu d'étude, le « bol » constitue l'unité de mesure et de vente des produits agricoles, notamment les céréales. Sur la base de la masse des graines, une estimation du nombre de bols de graines produits par arbre de néré a été réalisée.

Les diamètres du houppier dans les deux (2) directions est-ouest et nord-sud ont permis de calculer le diamètre moyen (d). En considérant (h) la hauteur du houppier, le volume du houppier

est donné par la relation suivante. La

$$V = \left(\frac{1}{12}\right) * \pi d^3$$

hauteur du houppier étant sensiblement égale à la moitié du diamètre du houppier, le volume du houppier a été assimilé à celui d'une demi-sphère. Ces calculs ont été réalisés à l'aide du tableur Microsoft Excel© (Kebenzikato *et al.*, 2023a)

Une analyse de la variance à un facteur (ANOVA) a été conduite sous R version 4.3.3 afin d'évaluer les différences de production fruitière totale entre les classes de diamètre à hauteur de poitrine (DHP), classées en trois catégories : petite, moyenne et grande. La même méthode a été appliquée pour analyser la variation de

la production fruitière en fonction des classes de hauteur totale et de volume du houppier. Par ailleurs, une analyse de corrélation de Pearson a été effectuée pour explorer les relations entre les variables dendrométriques continues (DHP, hauteur, volume du houppier) et la production fruitière. Les coefficients de corrélation ont été calculés avec la fonction cor() et leur signification statistique vérifiée à l’aide de cor.test(). La visualisation de la matrice de corrélation a été réalisée à l’aide du package corrplot, qui représente graphiquement l’intensité et le signe des corrélations à travers des cercles ou des dégradés de couleur. Pour compléter l’analyse, des diagrammes en boîte (boxplots) ont été générés à partir d’une fonction personnalisée make_boxplot() pour illustrer la distribution de la production fruitière selon les classes de DHP (box_diam), de hauteur (box_haut) et de volume du houppier (box_vol). L’ensemble des traitements statistiques et graphiques a été réalisé en mobilisant les packages

ggplot2 pour la visualisation, stats pour les fonctions de base (ANOVA et corrélations), ainsi que emmeans pour l’estimation des moyennes marginales.

RESULTATS

1. Production des fruits par arbre de néré

Le nombre total de fruits par arbre variait entre 3 869 et 24 137, avec une moyenne de $14\,877 \pm 6\,298$ fruits. La masse totale des fruits par arbre s’étendait de 44,17 kg à 275,50 kg, pour une moyenne de $169,80 \pm 71,90$ kg. La répartition des masses des sous-produits par arbre montre que la masse des valves variait de 19,99 à 124,71 kg (moyenne : $76,86 \pm 32,54$ kg), celle de la pulpe de 12,80 à 79,83 kg (moyenne : $49,20 \pm 20,83$ kg), et celle des graines de 11,38 à 70,98 kg (moyenne : $43,75 \pm 18,52$ kg). Enfin, la production de graines exprimée en unités locales de mesure correspond à une moyenne de 14,58 bols par arbre (Tableau I).

Tableau I. Variation de la production fruitière et des masses des sous-produits du néré

	Minimum	Maximum	Moyenne et écart-type
Nombre total de fruits	3 869	24 137	$14\,877 \pm 6298$
Masse en fruits (kg)	44,17	275,50	$169,80 \pm 71,90$
Masse valves (kg)	19,99	124,71	$76,86 \pm 32,54$
Masse en pulpe (kg)	12,8	79,83	$49,2 \pm 20,83$
Masse graines (kg)	11,38	70,98	$43,75 \pm 18,52$

Le comptage systématique des fruits par arbre de néré a permis de mesurer la masse correspondante des sous-produits (valves, pulpe et graines). Une augmentation du nombre de fruits s'accompagne d'une augmentation de la masse totale des sous-produits (Figure 3).

2. Corrélation entre productivité et paramètres dendrométriques

La distribution du nombre total de fruits par arbre a été analysée en fonction de trois classes biométriques distinctes : diamètre à hauteur de poitrine (DHP), hauteur totale, et volume du houppier (Figure 4). Les résultats sont présentés sous forme de boxplots, illustrant la

médiane, les quartiles, les valeurs extrêmes et les éventuelles observations aberrantes.

Figure 4a montre la répartition du nombre de fruits selon trois classes de diamètre : petit (0,41-0,63 m), moyen (0,63-0,88 m) et grand (0,88-1,10 m). La productivité fruitière varie entre ces classes, avec une tendance plus élevée chez les arbres de diamètre moyen. Toutefois, l'analyse de variance (ANOVA) indique que cette différence n'est pas statistiquement significative ($F = 0,641$; $p = 0,544$).

La variation du nombre total de fruits en fonction des classes de hauteur est illustrée par la figure 4b : basse (7,95-11,96 m), moyenne (11,96-17,67 m) et haute (17,67-18,82 m). On observe

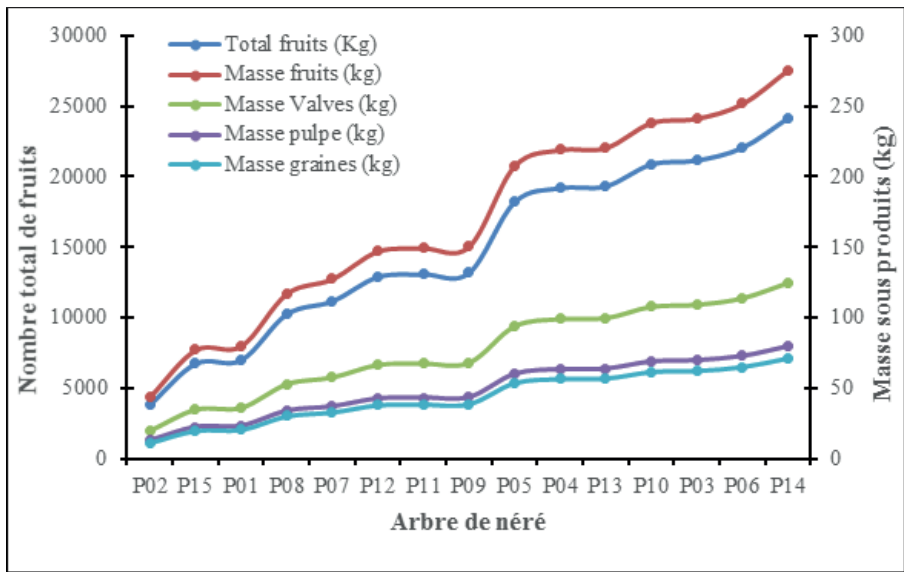


Figure 3. Relation entre le nombre de fruits et la masse totale des sous-produits par arbre de néré.

une augmentation progressive de la production fruitière avec la hauteur des arbres. La corrélation de Pearson entre ces deux variables est significative ($r = 0,65$, $p < 0,05$).

La distribution des fruits selon trois classes de volume de houppier (Figure 4c) montre que le nombre total de fruits augmente avec le volume de ce dernier. Une différence significative est détectée entre les classes de petits et de grands volumes (test post-hoc, $p < 0,05$).

L'analyse de corrélation de Pearson a mis en évidence des relations linéaires significatives entre les variables morphologiques des arbres et les composantes de la production fruitière (Figure 5). Tous les coefficients de

corrélation étaient positifs, avec des valeurs comprises entre 0,65 et 1,00.

Les corrélations les plus fortes ($r = 1,00$) ont été observées entre les masses des différentes composantes du fruit (valves, pulpe, graines) et le nombre de bols de graines produits. Le nombre total de fruits présentait des corrélations modérées à élevées avec les paramètres dendrométriques, allant de 0,65 à 0,89 selon la variable considérée (diamètre, hauteur, volume du houppier).

Plus précisément, la corrélation entre le volume du houppier et le diamètre moyen était de 0,70, tandis que celle entre le volume du houppier et la hauteur totale atteignait 0,83. De plus, le nombre total de fruits était

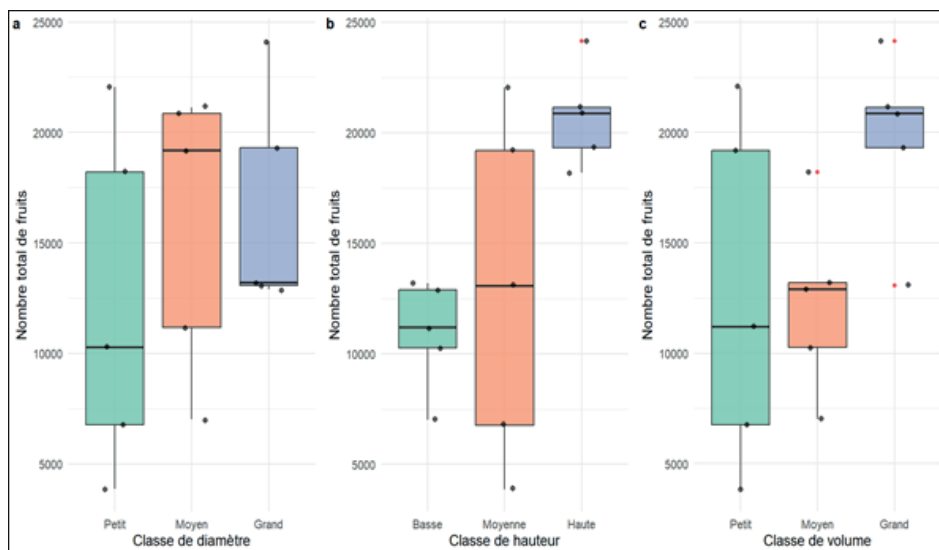


Figure 4. Nombre de fruits de néré en fonction du diamètre, de la hauteur et du volume de houppier.

Classes de diamètre : Petit : 0,41 m – 0,63 m ; Moyen : 0,63 m – 0,88 m ; Grand : 0,88 m – 1,10 m

Classe de hauteur : Basse : 7,95 m – 11,96 m ; Moyenne : 11,96 m – 17,67 m ; Haute : 17,67 – 18,82

Classe de volume : Petit : 456,47 m³ – 774,07 m³ ; Moyen : 774,07 m³ – 1986,81 m³ ; Grand : 1986,81 m³ – 3351,54 m³

significativement corrélé à la hauteur totale ($r = 0,65$) ainsi qu'au volume du houppier ($r = 0,65$). Ces résultats indiquent que la production annuelle de fruits par arbre est davantage liée au volume du houppier et à la hauteur qu'au diamètre. Les coefficients de corrélation sont représentés sous forme de matrice colorée (heatmap) dans la **Figure 5**, avec un dégradé allant du bleu (corrélations négatives) au rouge (corrélations positives), sur une échelle de -1 à 1.

Discussion

Dans cette étude, la masse en fruits varie de 44,17 kg à 275,5 kg par arbre. Ces valeurs sont supérieures à celle rapportée dans Prota database qui est de 25 à 130 kg/arbre selon l'année et le site. La productivité du néré est évaluée en moyenne à 110 kg dans la zone soudanienne au Bénin (Dotchamou *et al.*, 2018). La productivité évaluée dans la présente étude paraît très largement plus importante que celle rapportée

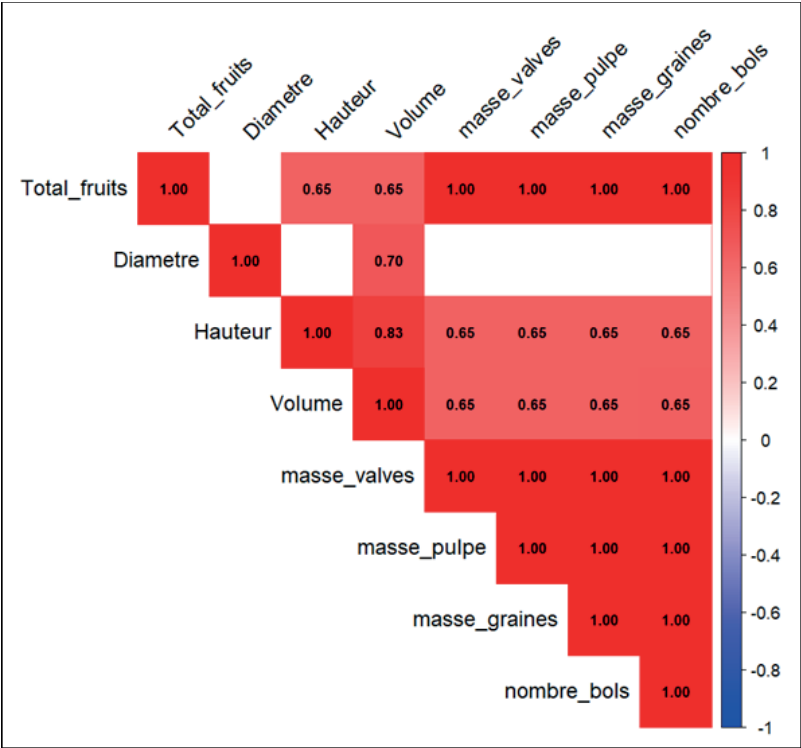


Figure 5. Matrice de corrélation de Pearson entre les variables dendrométriques et les composantes de la production fruitière du néré

au Burkina Faso (Kelly *et al.*, 2022). Les différences peuvent être dues aux méthodes d'évaluation qui diffèrent d'une zone à l'autre. Dans le cadre de la présente étude, tous les fruits ont été comptés au lieu de l'estimation. Bien que l'estimation de la productivité à partir de la cueillette de tous les fruits d'un arbre semble fastidieuse, elle demeure par conséquent la méthode la plus fiable permettant de réduire les incertitudes liées à l'extrapolation comme cela est souvent réalisé dans la majorité des études de l'estimation de la productivité des plantes agroforestières (Dotchamou *et al.*, 2018 ; Kelly *et al.*, 2022 ; Kebenzikato *et al.*, 2023a).

La corrélation entre le volume du houppier et la production en fruits (0,65) montre que la production en fruits peut être liée à d'autres facteurs comme la fertilité du sol ou le mode de gestion des arbres. Dans le milieu d'étude, les vieux individus de nérés sont parfois élagués pour favoriser l'apparition de nouvelles branches, ce qui réduit le volume du houppier. Ces résultats sont proches de ceux de Lamien *et al.* (2004) au Burkina Faso sur *V. paradoxa* qui n'ont pas trouvé de relation entre la production en fruits et le diamètre ou la hauteur de l'arbre, mais une relation entre la production en fruit et le diamètre du houppier. Des résultats similaires ont été aussi rapportés par d'autres études sur la productivité en fruits de *V. paradoxa*

(Miller et Dietz, 2004 ; Kimondo *et al.*, 2011). Selon Byakagaba *et al.* (2012), il existe une corrélation entre le diamètre de l'arbre, la hauteur de l'arbre, le diamètre du houppier et la production en fruit. Selon Guira et Zongo (2002) sur *V. paradoxa*, les arbres bons producteurs sont de petite taille. L'augmentation de la production fruitière en fonction de l'augmentation du diamètre des arbres est également démontré au niveau du baobab au Togo, au Bénin et en Afrique du Sud (Assogbadjo *et al.*, 2006 ; Venter et Witkowski, 2011 ; Kebenzikato *et al.*, 2023a). Cependant, ces dernières études rapportent une stabilisation voire une régression de la production lorsque le diamètre devient très important avec des différences significatives.

La présente étude est réalisée dans une zone où les différents arbres sont globalement influencés par les mêmes conditions écologiques notamment la pluviométrie, la température, le sol et l'altitude. Les seules différences demeurent donc les paramètres dendrométriques. Elle ne ressort donc pas l'impact des variabilités climatique, pédologique et du mode gestion des arbres sur la productivité. Cependant elle a le mérite d'être plus précise quant à l'évaluation de la productivité des fruits. Néanmoins, la prise en compte des paramètres climatiques et pédologiques demeure assez importante dans la mise en œuvre de programme

de gestion et de valorisation des plantes. Venter et Witkowski (2011), montrent que le mode de gestion impacte considérablement la production fruitière, les individus se retrouvant dans les zones anthropisées étant plus productifs. C'est ce qui justifie la grande variabilité de production au niveau des arbres de plus grands diamètres. La coupe des branches favorise la repousse de jeunes tiges plus productives. Des études réalisées sur le néré au Bénin et au Burkina Faso montrent que la productivité varie en fonction des zones climatiques et des modes de gestion des arbres (Dotchamou *et al.*, 2018 ; Kelly *et al.*, 2022).

CONCLUSION

La présente étude réalisée dans la zone soudanienne du Togo s'est focalisée sur l'influence des paramètres dendrométriques sur la productivité en fruits du néré. Elle s'est basée sur l'évaluation systématique de la production au lieu de l'extrapolation à partir des échantillons de prélèvement. Elle a démontré que la productivité augmente linéairement avec le volume du houppier. Cependant le diamètre des arbres influence peu la productivité en fruits. La connaissance de la productivité en fruit reste cruciale pour une meilleure estimation de la valeur économique des arbres. Bien que la

méthode d'estimation reste plus précise, elle exige plus de temps. Des études complémentaires prenant en compte la variabilité climatique, pédologique et les modes de gestion s'avèrent nécessaires en vue de mieux cadrer les politiques de valorisation de cette espèce au Togo.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'Organisation Internationale des Bois Tropicaux (OIBT) et la Fondation Internationale pour la Science (FIS) pour le soutien financier et matériel. Toute la gratitude aux évaluateurs pour leurs contributions à l'amélioration de l'article.

REFERENCES

- Adi K., Metowogo K., Eklugadegbeku K., Lamboni C., Napokoura G., Aklikokou A.K. et Gbeassor M. 2013.** Fermented seed of *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth (African Mustard) diet prevents myocardial infarction in rat. *Pakistan J. Nut.* Vol. 12 (4): 322-328. <http://pjbs.org/pjnonline/fin2619.pdf>
- Aleza K., Villamor G.B., Wala K., Dourma M., Atakpama W., Batawila K. et Akpagana K. 2015.** Woody species diversity of *Vitellaria paradoxa* CF Gaertn traditional agroforests under different land management regimes in

Atacora district (Benin, West Africa). *IJBC*. Vol. 7 (4): 245-253. <https://doi.org/10.5897/IJBC2015.0828>

ANCR-GEM 2007. *Bilan de la mise en œuvre des Accords Multilatéraux sur l'Environnement (AME) au Togo et identification des besoins de capacités à renforcer : Thématique Diversité biologique.* Projet ANCR-GEM-TOGO.

Assogbadjo A.E., Kyndt T., Sinsin B., Gheysen G. et Van Damme P. 2006. Patterns of genetic and morphometric diversity in baobab (*Adansonia digitata*) populations across different climatic zones of Benin (West Africa). *Ann. Bot.* Vol. 97 (5): 819-830. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl043>

Assogbadjo A.E. et Loo J. 2011. *Adansonia digitata*, African baobab Conservation et utilisation durable des ressources génétiques des espèces ligneuses alimentaires prioritaires de l'Afrique subsaharienne. p 12. Biodiversity International, Italy, Rome.

Atakpama W., Atoemne K., Egbelou H., Padakale E., Batawila K. et Akpagana K. 2022a. Distribution et démographie des parcs à rôniers dans la Région des Savanes du Togo. *AJLP-GS*. Vol. 5 (2): 290-302. <https://doi.org/10.48346/IMIST.PRSM/ajlp-gs.v5i2.28341>

Atakpama W., Badjare B., Aladji E.Y.K., Batawila K. et Akpagana K. 2023. Dégradation alarmante des ressources forestières de la Forêt Classée de la Fosse de Doungh au Togo. *AJLP-GS*. Vol. 6 (3): 485-503. <https://revues.imist.ma/index.php/AJLP-GS/article/view/39046>

Atakpama W., Badjare B., Woegan Y.A., Amouzou F.K.G., Kpadjao M.-E. et Akpagana K. 2022b. Ecologie des bosquets sacrés de la préfecture de Tone dans la Région des Savanes au Togo. *EGSM*. Vol. 1 (56): 47-69. <https://doi.org/10.34874/IMIST.PRSM/EGSM/30079>

Atakpama W., Egbelou H., Folega F., Afo C., Batawila K. et Akpagana K. 2022c. Diversité floristique des forêts communautaires de la préfecture de Dankpen au Togo. *RMSAV*. Vol. 10 (4): 548-557. https://agrimaroc.org/index.php/Actes_IAPH2/article/view/1222/1675

Atakpama W., Folega F., Kpadjao M.-E., Amouzou F.K.G., Ahouadjinou E.B.O., Woegan Y.A. et Akpagana K. 2021. Problématique de gestion durable de la biodiversité des bosquets sacrés de la Région des Savanes au Togo. *Synthèse*. Vol. 27 (1): 22-32. <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/173024>

Awazi N.P., Temgoua L.F., Tientcheu-Avana M.-L. et Tchamba M.N. 2022. Reducing vulnerability to climate change through agroforestry: case study of small-scale farmers in the Northwest Region of Cameroon. *Forestist*. Vol.: 1-10. <https://doi.org/10.5152/forestist.2022.22031>

Azokpota P., Hounhouigan D. et Nago M. 2006. Microbiological and chemical changes during the fermentation of African locust bean (*Parkia biglobosa*) to produce afitin, iru and sonru, three traditional condiments produced in Benin. *Int. J. Food Microbio.* Vol. 107: 304-309. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2005.10.026>

Badjare B., Woegan Y.A., Folega F., Atakpama W., Wala K. et Akpagana K. 2021. Vulnérabilité des ressources ligneuses en lien avec les différentes formes d'usages au Togo : Cas du paysage des aires protégées Doungh-fosse aux lions (Région des Savanes). *Agrobio.* Vol. 11 (2): 2552-2565. <https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/255/11/2/173028>

Bayala J., Mando A., Teklehaimanot Z. et Ouedraogo S. 2005. Nutrient release from decomposing leaf mulches of karité (*Vitellaria paradoxa*) and néré (*Parkia biglobosa*) under semi-arid conditions in Burkina Faso, West

Africa. *Soil Biol. Biochem.* Vol. 37 (3): 533-539. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2004.08.015>

Boffa J.-M. 2000. Les parcs agroforestiers en Afrique subsaharienne: clés de la conservation et d'une gestion durable. *Unasylva*. Vol. 34 (200) : 11-17.

Byakagaba P., Eilu G., Okullo J.B.L., N. M.E. et Tumwebaze S.B., 2012. Shea Butter Tree (*Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertn.) Fruit Yield in Relation to Dendrometric Traits and Land-Use in Uganda. *Research Journal of Applied Sciences*. Vol. 7 (2): 92-99. <http://dx.doi.org/10.3923/rjasci.2012.92.99>

Dotchamou T.O.F., Atindogbe G., Houmenou C. et Fonton N.H. 2018. Modélisation de la productivité fruitière de *Parkia biglobosa* en zone soudanienne et zone soudano-guinéenne du Bénin. *Afrique SCIENCE*. Vol. 14 (3): 399-410.

Ehlui K.S., Anthony-Krueger K., Kola E., Atakpama W., Bah A., Von Wehrden H. et Boukpassi T. 2024a. Mapping and Floristic Diversity of the Nakpadjouak Community Forest, Tami Canton, Togo (West Africa). *Nat. Res.* Vol. 15 (4): 83-105. <https://doi.org/10.4236/nr.2024.154007>

Ehlui K.S., Bah A., Atakpama W., von Wehrden H., Anthony-Krueger K., Kola E. et Boukpepsi T. 2024b. Dynamic and Floristic Structure of Kouampante Community Forest (Savannahs' Region, Togo). *Int. J. Agr. Sci. & Tech.* Vol. 4 (1): 27-42. <https://doi.org/10.51483/IJAGST.4.1.2024.27-42>

FAO 2020. Évaluation des ressources forestières mondiales 2020 : Principaux résultats.

Folega F., Atakpama W., Kanda M., Wala K., Batawila K. et Akpagana K. 2019. Agroforestry parklands and carbon sequestration in tropical Sudanese region of Togo. *RMSAV.* Vol. 7 (4): 563-570. https://agromaroc.com/index.php/Actes_IAVH2/article/view/745/939

Folega F., Zhang C.-y., Zhao X.-h., Wala K., Batawila K., Huang H.-g., Dourma M. et Akpagana K. 2014. Satellite monitoring of land-use and land-cover changes in northern Togo protected areas. *J. For. Res.* Vol. 25 (2): 385-392. <https://doi.org/10.1007/s11676-014-0466-x>

Goudégnon E.O.A., Vodouhê F.G., Gouwakinnou G.N., Salako V.K. et Oumorou M. 2017. Ethnic and generational differences in traditional knowledge and cultural importance of

Lannea microcarpa Engl. & K. Krause in Benin's Sudanian savannah. *BFT.* Vol. 334: 49-59.

Guira M. et Zongo J.D. 2002. Évaluation de la production d'une population de karité, *Vitellaria paradoxa* (Gaertn. f) (Sapotaceae) au Burkina Faso. *Bull. Rech. Agro. Bénin.* Vol. 38: 16-25.

Kebenzikato A.B., Atakpama W., Samarou M., Dimobe K., Pereki H., Kanda M., Wala K. et Batawila K. 2023a. Production fruitière du baobab (*Adansonia digitata* L.) en zone soudanienne du Togo. *Rev. Écosyst. Pays.* Vol. 3 (2): 1-15. <https://doi.org/10.59384/recopays.tg3209>

Kebenzikato A.B., Atakpama W., Samarou M., Kperkouma W., Batawila K. et Akpagana K. 2023b. Importance socio-économique du baobab (*Adansonia digitata*) au Togo. *RMSAV.* Vol. 11 (3): 294-302. <https://10.5281/ZENODO.8278018>

Kelly B.A., Kouyaté A.M. et Dembélé S.G. 2022. Effect of climatic zone and land use practices on pod, seed and pulp yield of *Parkia biglobosa* in Southern Mali. *International J. Sci. Res. Upd.* Vol. 4 (01): 312-321. <https://doi.org/10.53430/ijrsru.2022.4.1.0138>

Kimondo J.M., Okia C.A., Abohassan R.A.A., Mulatya J., Teklehaimanot Z. et Agea J.G. 2011. Estimating fruit yield from *Vitex payos* (Lour) Merr. In semi-arid Eastern province of Kenya: application of allometric equations. *Res. J. Appl. Sci.* Vol. 6 (3): 153-162. <http://hdl.handle.net/10570/1327>

Kombate A., Folega F., Atakpama W., Dourma M., Wala K. et Goïta K. 2022. Characterization of Land-Cover Changes and Forest-Cover Dynamics in Togo between 1985 and 2020 from Landsat Images Using Google Earth Engine. *Land.* Vol. 11 (11): 1889. <https://doi.org/10.3390/land11111889>

Koura K., Ganglo J.C., Assogbadjo A.E. et Agbangla C. 2011. Ethnic differences in use values and use patterns of *Parkia biglobosa* in Northern Benin. *J. Ethnobiol. Ethnomed.* Vol. 7 (7): 1-12. <https://doi.org/10.1186/1746-4269-7-42>

Lamien N., Ekué M., Ouedraogo M. et Loo J. 2011. *Parkia biglobosa*, african locust bean Conservation and sustainable use of genetic resources of priority food tree species in Sub-Saharan Africa No. n° 07. p 01-08. Biovers. Int., Rome, Italy.

Lamien N., Ouédraogo S.J., Diallo O.B. et Guinko S. 2004. Productivité fruitière du karité (*Vitellaria paradoxa*

Gaertn. CF, Sapotaceae) dans les parcs agroforestiers traditionnels au Burkina Faso. *Fruits.* Vol. 59 (06): 423-429. <https://doi.org/10.1051/fruits:2005004>

Miller K.E. et Dietz J.M. 2004. Fruit yield, not DBH or fruit crown volume, correlates with time spent feeding on fruits by wild *Leontopithecus rosalia*. *Int. J. Prim.* Vol. 25 (1): 27-39. <https://doi.org/10.1023/B:IJOP.0000014643.20674.97>

Muhammad S. et Amusa N.A. 2003. Distribution and socio-économique of two leguminous tree species. *Global Journal of Agricultural Sciences.* Vol. 2 (2): 122-126. <https://scispace.com/pdf/distribution-and-socio-economics-of-two-leguminous-tree-1jvyqcfga3.pdf>

Musara C., Aladejana E.B., Mudyiwa S.M. et Karavina C. 2020. *Parkia biglobosa* (Mimosaceae): Botany, Uses, Phytochemical Properties and Pharmacological Potential. *J. Pharm. Nut. Sci.* Vol. 10: 101-115. <https://www.academia.edu/download/106073741/1823.pdf>

Ognatan K., Adi K., Lamboni C., Damorou J., Aklikokou K., Gbeassor M. et Guillard J. 2011. Effect of Dietary Intake of Fermented Seeds of *Parkia biglobosa* (Jacq) Benth (African Locust Bean) on Hypertension in Bogou

and Goumou-kope Areas of Togo. *Trop. J. Pharm. Res.* Vol. 10 (5): 603-609. <http://dx.doi.org/10.4314/tjpr.v10i5.9>

Padakale E. 2015. *Distribution, structure et aspects socioéconomiques des parcs agroforestiers a Parkia biglobosa (Jacq.) R. Br. (Fabaceae) dans la zone soudanienne au Togo.* Univ. Lomé, Togo.

Padakale E., Atakpama W., Dourma M., Dimobe K., Wala K., Guelly A.K. et Akpagana K. 2015. Woody species diversity and structure of *Parkia biglobosa* Jacq. Dong parklands in the sudanian zone of Togo (West Africa). *ARRB.* Vol. 6 (2): 103-114. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2015/14105>

Padakale E., Dourma M., Atakpama W., Wala K., Guelly K.A. et Akpagana K. 2018. *Parkia biglobosa* jacq. Dong: une espèce agroforestière à usages multiples dans la zone soudanienne au Togo. *RAMReS-Sci. Hum.* Vol. 10 (1): 403-421.

Polo-Akpisso A., Folega F., Souleman O., Atakpama W., Coulibaly M., Wala K., Röder A., Akpagana K. et Yao T. 2018. Habitat biophysical and spatial patterns assessment within Oti-Keran-Mandouri protected area network in Togo. *IJBC.* Vol. 10 (5): 214-229. <https://doi.org/10.5897/IJBC2017.1139>

Samarou M., Atakpama W., Batawila K. et Akpagana K. 2022. Etat de connaissance sur la tamarinier (*Tamarindus indica* L.) (Fabaceae). *Agron. Afri.* Vol. 34 (2): 313-323.

Samarou M., Lekeriba N.t., Atakpama W., Kanda M., Dourma M., Batawila K. et Akpagana K. 2023. Diversité et importance économique des plants forestiers utilisés dans la restauration des paysages dans la région Maritime au Togo. *Rev. Écosyst. Pays.* Vol. 03 (1): 149-166. <https://doi.org/10.59384/recopays2023-3-1>

Takimoto A., Nair P.K.R. et Nair V.D. 2008. Carbon stock and sequestration potential of traditional and improved agroforestry systems in the West African Sahel. *Agri. Ecosyst. Envi.* Vol. 125 (1–4): 159-166. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.12.010>

Thorlakson T. et Neufeldt H. 2012. Reducing subsistence farmers' vulnerability to climate change: evaluating the potential contributions of agroforestry in western Kenya. *Agriculture & Food Security.* Vol. 1 (1): 1. <https://doi.org/10.1186/2048-7010-1-15>

Udawatta R.P., Rankoth L.M. et Jose S. 2021. Agroforestry for Biodiversity Conservation. In: Udawatta R.P. et Jose

S. (eds.) *Agroforestry and Ecosystem Services*. p 245-274. Springer International Publishing, Cham.

Venter S.M. et Witkowski E.T. 2011. Baobab (*Adansonia digitata* L.) fruit production in communal and conservation land-use types in Southern Africa. *Forest ecology and management*. Vol. 261 (3): 630-639. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.11.017>

Wala K., Sinsin B., Guelly K.A., Kokou K. et Akpagana K. 2005. Typologie et structure des parcs agroforestiers dans la préfecture de Doufelgou (Togo). *Sécheresse*. Vol. 16 (3): 209 - 216. https://www.jle.com/fr/revues/sec/e-docs/typologie_et_structure_des_parcs_agroforestiers_dans_la_prefecture_de_doufelgou_togo_266540/article.phtml?tab=download&pj_key=doc_attach_2236

Wendu K.G. et Zerfu D.W. 2023. The Role of Agroforestry system in reducing Farmers' Exposure to Climate Change. *J. Sel. And. Bio*. Vol. 11 (2): 186-197. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9507388.pdf>

Zon A.O., Tiétiambou F.R.S., Kabré B., Kouassi K.E. et Ouédraogo A. 2022. Assessment of the conservation status of *Borassus akeassii* Bayt., Ouédr. & Guinko in Western Burkina Faso through local communities perceptions and the species stands structure. *Glob. Ecol. Cons*. Vol. 39: e02284. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02284>