

Production fruitière du baobab (*Adansonia digitata* L.) en zone soudanienne du Togo

Fruit production of baobab (*Adansonia digitata* L.) in the Sudanian zone of Togo

Kebezikato Adjéya Banilé, Atakpama Wouyo^{1,2,*}, Samarou Moussa^{1,3}, Dimobe Kangbéni^{1,4,5}, Pereki Hodabalo¹, Kanda Madjouma¹, Wala Kperkouma⁴, Batawila Komlan¹

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

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

³Ministère de l'Environnement et des Ressources forestières, 590, Av. Sarakawa, BP 4825 Lomé, Togo

⁴Département des Eaux, Forêts et Environnement, Institut des Sciences de l'Environnement et du développement Rural (ISEDR), Université de Dédougou, BP 176 Dédougou, Burkina Faso

⁵Laboratoire de Biologie et Écologie Végétales, UFR-SVT, Université Joseph Ki-Zerbo, 03 BP 7023 Ouagadougou, Burkina Faso

*Auteur correspondant : kebyvette@yahoo.fr

Comment citer l'article : Kebezikato Adjéya Banilé, Atakpama Wouyo, Samarou Moussa, Dimobe Kangbéni, Pereki Hodabalo, Kanda Madjouma, Wala Kperkouma, Batawila Komlan (2023). Productivité fruitière du baobab (*Adansonia digitata* L.) en zone soudanienne du Togo. *Rev Ecosystèmes et Paysages (Togo)*, 3(2): 1-15, e-ISSN (Online) : 2790-3230
DOI : <https://doi.org/10.59384/recopays.tg3209>

Reçu : 1 octobre 2023

Accepté : 15 décembre 2023

Publié : 30 décembre 2023



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Résumé

La connaissance de la production des arbres des fruitiers autochtones est importante pour prédire plus efficacement leurs rendements et anticiper les fluctuations des prix sur le marché. La présente étude réalisée dans la zone soudanienne du Togo a évalué la production fruitière du baobab (*Adansonia digitata* L.), une espèce agroforestière d'une grande importance socio-économique en Afrique tropicale. L'évaluation de la productivité a pris en compte : (i) la variation morphologique des fruits ; (ii) la biomasse des différents sous-produits (pulpe, graine, amande, fibre, tégument de graines et péricarpe) de fruit et (iii) la variabilité des biomasses en fonction des morphotypes, des paramètres dendrométriques de l'arbre et du mode de gestion de l'espèce. Il existe une grande variété de formes de fruits, regroupées en deux formes fondamentales : la forme ellipsoïdale et la forme sphérique. La production de fruits du baobab dépend du diamètre du tronc. Les individus de diamètre compris entre 45 et 100 cm sont les plus productifs ($4\,863 \pm 1\,370$ fruits/arbre) tandis que les individus de diamètre compris entre 100 et 150 cm sont les moins productifs ($2\,399 \pm 1\,425$ fruits/arbre). En revanche, le poids moyen des fruits augmente en fonction du diamètre du pied. La production des fruits est augmentée proportionnellement avec le volume de houppier. La quantité de biomasse des sous-produits des fruits (pulpe et graines) dépend du diamètre du tronc. Les individus qui subissent une forte pression anthropique ont une faible productivité. Les résultats de cette étude peuvent être exploités dans la prédiction de la productivité du baobab.

Mots clés

PFNL, baobab, biomasse, dendrométrie, morphotypes.

Abstract

Understanding fruit productivity is crucial to more accurately predicting fruit yields and anticipating market price fluctuations. The present study was carried out in the Sudanese zone of Togo, evaluating the fruit productivity of the baobab tree (*Adansonia digitata* L.), an agroforestry species of high socio-economic value in tropical Africa. The assessment of productivity encompassed: (i) fruit morphological variation; (ii) biomass of various fruit by-products (pulp, seeds, kernel, fiber, seed coat, and pericarp); and (iii) biomass variability in relation to morphotypes, tree dendrometric parameters, and management type of the species. The study identified a wide variety of fruit shapes, mainly categorized into ellipsoidal and spherical types. The potential fruit productivity of baobab trees is influenced by stem diameter. It was found that baobab trees with a stem diameter ranging from 45 to 100 cm were the most productive, yielding an average of $4,863 \pm 1,370$ fruits per tree, in contrast to those with diameters between 100 and 150 cm, which were less productive, averaging $2,399 \pm 1,425$ fruits per tree. Furthermore, the average weight of the fruits increased with tree diameter, and fruit production was positively correlated with canopy volume. The biomass of fruit by-products, such as pulp and seeds, also varied with the tree's diameter. Trees under high anthropogenic pressure showed reduced productivity. These findings offer valuable insights for predicting the productivity of baobab trees, particularly under varying anthropogenic pressures.

Keywords

NTFPs, baobab, fruits yield, dendrometry, morphotypes.

1. Introduction

En Afrique, les produits forestiers non ligneux (PFNL) contribuent de manière importante à l'amélioration de revenus et au bien-être des populations, surtout en milieu rural. Ils sont utilisés dans différents domaines : construction, fourrage, alimentation, médecine, etc. (Atato et al. 2012; Fandohan et al. 2010; Heubach et al. 2011; Lykke et al. 2004; Paré et al. 2010; Samarou et al. 2021; Schumann et al. 2010). Particulièrement en Afrique de l'Ouest et Centrale, les fruits indigènes sont une composante importante pour la ration alimentaire locale (Atato et al. 2011; Tchatat and Ndoye 2006). Les lois forestières dans la plupart des pays africains autorisent la récolte des produits forestiers non ligneux (PFNLs). Cependant, les administrations forestières de ces pays ne disposent pas de données suffisantes sur l'impact de l'exploitation des PFNLs sur la capacité de régénération des espèces pourvoyeuses des PFNLs. Les données sont encore rares et méconnues pour de nombreuses espèces fruitières couramment utilisées (Boffa 2000) comme le baobab (*Adansonia digitata* L.).

Les fruits du baobab, organe très utilisé et commercialisé sont extrêmement riches en vitamines A et C, en protéines et en calcium (Diop et al. 2006; Sacande et al. 2006; Sidibé et al. 2002; Soloviev et al. 2004). La pulpe constitue la partie du baobab qui a plus de valeur économique sur le marché international (Chadare et al. 2008; De Smedt et al. 2011), suscitant un intérêt croissant et offrant ainsi des opportunités de générer des revenus aux producteurs africains, mais aussi une pression sans précédente sur l'espèce (IPCC 2007). Elle est riche en vitamines B1, B2, B3, en calcium (deux fois plus que dans le lait), en phosphore et surtout en vitamine C (2500 à 3000 mg/kg, soit six fois supérieure à celle contenue dans une orange) (Afolabi and Popoola 2005; Diop et al. 2006; Obizoba and Amaechi 1993; Osman 2004). À Madagascar, elle est très connue pour ses vertus antirides dans la cosmétique à base de plantes. Dans certaines parties d'Afrique, la pulpe de baobab est brûlée pour fumiger les insectes qui parasitent le bétail domestique (Losi et al. 2003). La fabrication de plusieurs produits à base de la pulpe de baobab se multiplie et ces produits commencent par trouver des débouchés bien au-delà de l'Afrique (Packard et al. 2011). Annuellement, d'importantes quantités de pulpe brute et de graines de baobab sont respectivement transformées en poudre et huile exportées par des industries agroalimentaires comme « Baobab Fruit Company » et « Bioessence » (Sanogo et al. 2015). Les fibres qui relient les graines pulpées entre elles à l'intérieur du fruit sont exploitées à des fins domestiques (allume-feu ou éponge), les téguments des graines étant associés aux bois de feu (Kébenzikato et al. 2015). De par ses usages multiformes, *A. digitata* est identifié comme une espèce spontanée importante à conserver, à domestiquer et à valoriser en Afrique (Assogbadjo and Loo 2011; Gebauer et al. 2002; Ræbild et al. 2012; Sanchez et al. 2011).

En dépit du rôle capital joué par les PFNLs du baobab, l'espèce subit une importante pression dans son environnement naturel à cause de la surexploitation des peuplements naturels et de la réduction de la pluviométrie (Gebauer et al. 2002; Kouyaté et al. 2011). Au Togo, les données susceptibles de constituer un outil d'aide à la décision et à la gestion durable du baobab restent

fragmentaires. Les rares études se sont focalisées sur la structure et les usages du baobab (Dourma et al. 2018; Kébenzikato et al. 2015; Kebezikato et al. 2014). Pourtant, l'usage des sous-produits de l'espèce gagne de nos jours toute la population togolaise et génère des revenus non négligeables aux ménages. Dans ce contexte, une meilleure connaissance de la productivité fruitière permettrait de comprendre les facteurs qui la régissent pour une gestion adéquate et une valorisation de cette espèce (Mbaye et al. 2014) et de contribuer à l'amélioration des conditions de vie des populations.

L'étude sur la productivité en fruits et de ses sous-produits se justifie surtout par la nécessité de disposer des modèles performants d'estimation de la biomasse fruitière de cette espèce, étape indispensable à sa sauvegarde et à sa valorisation. La présente étude vise spécifiquement à : (i) déterminer la productivité fruitière, (ii) analyser la variation morphologique des fruits ; (iii) évaluer la biomasse des différents sous-produits (pulpe, amande, fibre, graines, tégument de graines et péricarpe) de fruit de *A. digitata*.

2. Matériel et Méthode

2.1 Description du Togo

La présente étude a été réalisée dans la zone soudanienne du Togo constituée par les zones écologiques I et II (Figure 1). La zone I ou zone des plaines du Nord est la zone des savanes soudanaises sèches à Combretaceae et à épineux. On distingue de vastes parcs agroforestiers à dominance de *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth., *Adansonia digitata* L., *Borassus* spp., *Lannea microcarpa*, *Tamarindus indica* L. et *Vitellaria paradoxa* C. F. Gaetner (Atakpama et al. 2022; Folega et al. 2019; Padakale et al. 2015; Samarou et al. 2022). Les précipitations concentrées entre mai et octobre varient entre 800 et 1100 mm par an. La saison sèche est marquée par l'harmattan (vent sec et chaud qui souffle du nord-est vers le Sud-Ouest). Les températures varient entre 18 et 19°C (novembre-janvier) et entre 38 et 41°C (mars-avril) avec une moyenne annuelle de 27°C. La zone II ou zone des montagnes du Nord, est composée de forêts denses sèches, de forêts claires à *Isobertia* spp et de savanes arborées (Dourma et al. 2009; Wala et al. 2012) avec d'importants parcs à *P. biglobosa* et à *V. paradoxa* (Padakale et al. 2015). Elle est soumise à deux saisons : une saison pluvieuse d'avril à octobre et une saison sèche qui va de novembre à mars. La moyenne pluviométrique annuelle est voisine de 1300 mm avec un maximum en août-septembre.

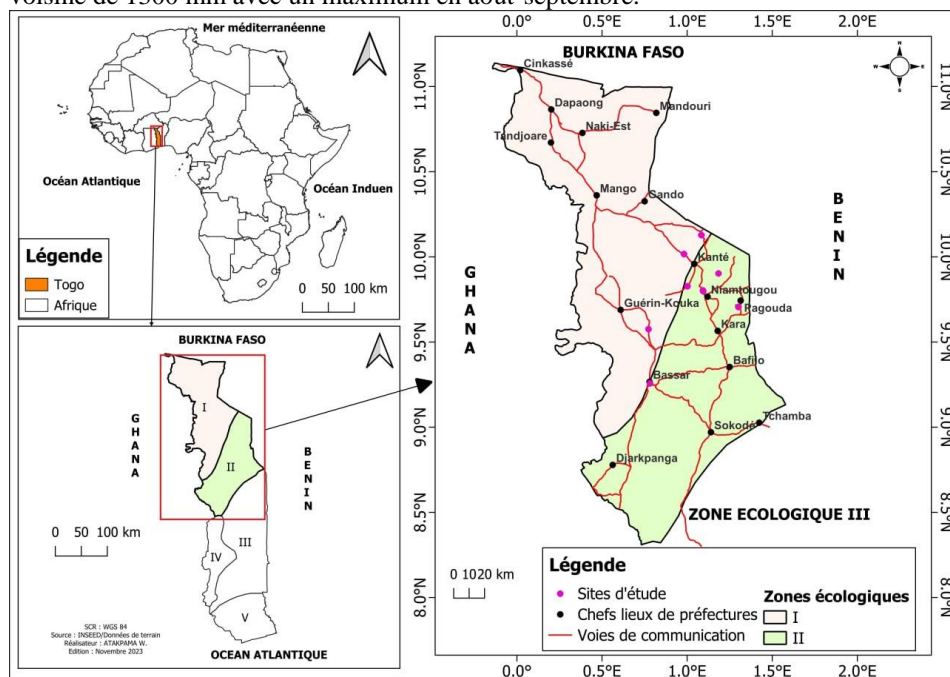


Figure 1. Localisation des sites de collecte des données

2.2. Collecte des données

Les données ont été collectées sur un échantillon de 20 pieds de baobab retenus suite à des accords préalables avec les propriétaires des agrosystèmes. Sur chacun de ces individus, le nombre total de fruits à l'intérieur d'un cadre carré (1 m x 1m) et dans une profondeur de 1 m est compté suivant les orientations est, ouest, sud, nord et au centre du houppier. Deux (2) fruits ont été cueillis suivant chaque orientation, totalisant ainsi 10 fruits par arbre pour l'évaluation de la biomasse (fruits et ses sous-produits). Pour chacun des arbres concernés, les paramètres dendrométriques ont été notés (Sanogo et al. 2015). Il s'agit de : la hauteur totale, le diamètre à hauteur de poitrine (DHP), la hauteur du houppier, les diamètres du houppier d'orientation est-ouest et nord-

sud. Chaque fruit a fait l'objet de mensurations (longueur et circonférence) à l'aide d'un dispositif gradué confectionné (Figure 2a) et d'un mètre ruban (Figure 2b).

Afin de déterminer la biomasse des sous-produits des fruits (péricarpe, graines, pulpe, amandes et fibres), chaque fruit a été cassé et vidé de son contenu. Le péricarpe (cabosse vide) est pesé. Le contenu (ensemble graines enrobées de pulpe et de fibres) est ensuite lavé pour recueillir les graines et les fibres qui sont séchées, puis pesées à l'aide d'une balance de portée maximale égale à $1200 \pm 0,1$ g (PK-1201 ; DENVER Instrument). Le poids de la pulpe est déterminé en faisant la différence entre le poids du fruit entier et celui de la somme des sous-produits du fruit sans la pulpe (péricarpe, graines et fibres). L'ensemble des étapes pour la détermination de la biomasse des fruits et de ses sous-produits est contenu dans la figure 3. Les graines séchées, pesées, emballées dans un filet en plastique et étiquetées ont été bouillies pour extraire les amandes qui à leur tour sont également séchées (Figure 4) puis pesées (Figure 3.a).

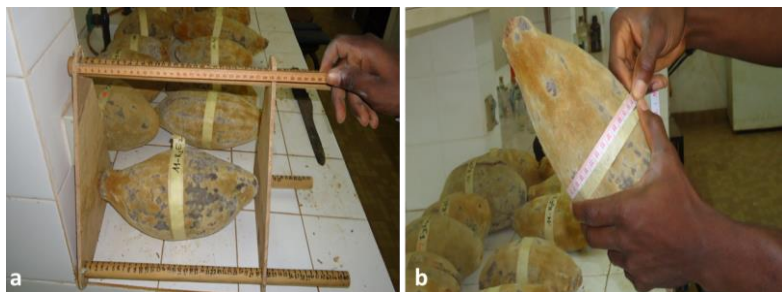


Figure 2. Dispositif gradué (a) et le mètre ruban (b) pour la mensuration des fruits de baobab.



Figure 3. Processus de détermination de poids des sous-produits des fruits de baobab

a- pesée des fruits ; b- cabosse de fruit vidée de tout son contenu (graines pulpées et fibres) ; c- graines débarrassées de la pulpe et de fibres séchées ; d- fibres séchées en pesée



Figure 4. Processus de détermination de poids des amandes de baobab
 a. graines emballées avec étiquettes des fruits pour être bouillies ; b- graines déjà bouillies ; c- graines bouillies en décortication ;
 d- amandes (séchées qui seront pesées) extraites des graines bouillies

2.3. Analyse des données

Le volume du houppier des pieds de baobab a été déterminé en se basant sur la forme du houppier. Deux (2) formes ont été retenues : la forme demi-sphère (9 pieds) et la forme conique (11 pieds) suite à l'analyse préalable des différentes dimensions mesurées.

Volume du houppier de forme demi-sphérique : $Vh = \frac{2\pi Rm}{3}$

Volume du houppier de forme conique : $Vh = \frac{\pi Rm h}{3}$, avec Vh = volume du houppier ; Rm = rayon moyen du houppier ; h = hauteur du houppier.

Le nombre moyen de fruits (N_{fm}) par m^3 a été calculé en faisant la moyenne du nombre de fruits comptés dans les carrés suivant les orientations est, ouest, sud, nord et Centre. Le nombre de fruits par arbre (N_{farb}) correspond au produit de N_{fm} et Vh ($N_{farb} = N_{fm} \times Vh$). Les autres paramètres ont été déterminés en appliquant les formules ci-après :

- Biomasse en fruits par arbre : $B_{fr} = N_{farb} \times M_{fr}$, avec M_{fr} = masse moyenne d'un fruit ;
- Biomasse en graine par arbre : $B_{gr} = N_{farb} \times M_{gr}$, avec M_{gr} = masse moyenne de graines par fruit ;
- Biomasse en amande : $B_{am} = N_{farb} \times M_{am}$, avec M_{am} = masse moyenne d'amandes par fruit ;
- Biomasse en péricarpe : $B_{pér} = N_{farb} \times M_{pér}$, avec $M_{pér}$ = masse moyenne de péricarpes par fruit ;
- Biomasse en fibre : $B_{fibre} = N_{farb} \times M_{fibre}$, avec M_{fibre} = masse moyenne de fibre par fruit ;
- Biomasse en pulpe : $B_{pulpe} = N_{farb} \times [M_{gr} - (M_{gr} + M_{pér} + M_{fibre})]$.

Les individus échantillonnés ont été subdivisés en trois (3) classes de diamètres : [45 à 100[cm ; [100 à 150[cm et ≥ 150 cm. Suivant ces classes de diamètres, des analyses de productivité en fruits et ses sous-produits ont été effectués afin de déterminer la corrélation entre le diamètre et la productivité en fruits et de ses sous-produits. Ensuite, des analyses de corrélation entre le diamètre et la hauteur totale de même que le volume du houppier ont été effectuées. Le degré de significativité des résultats a été déterminé à partir des analyses statistiques (ANOVA One-way).

Trois (3) classes de volumes du houppier ont été définies : la classe I de volume compris entre 70 et 280 m³ ; la classe II de volume compris entre 280 et 490 m³ et la classe III de volume ≥ 490 m³ et soumises aux analyses statistiques multi variées de Fisher (ANOVA One- Way).

La biomasse des sous-produits en graines et en pulpe en fonction des dimensions des fruits, des classes de longueur et de circonférence ont été définies et soumises aux analyses statistiques multivariées de Fisher (ANOVA One-way). Trois classes de longueur ont été définies : la classe 1 de longueur comprise entre 14 et 20 cm ; la Classe 2 de longueur 20 à 26 cm et la classe 3 dont les longueurs sont supérieures ou égales à 26 cm (≥ 26 cm). Quatre classes de circonférence ont été établies : la classe 1 de circonférence comprise entre 21 et 26 cm ; la classe 2 de circonférence 26 à 31 cm ; la classe 3 de circonférence 31 à 36 cm et la classe 4 de circonférence supérieure ou égale à 36 cm.

3. Résultats

3.1. Productivité fruitière de *A. digitata*

❖ Nombre moyen de fruits par arbre

La production en fruits est de $3\,224 \pm 1\,715$ fruits/pieds. La masse moyenne des fruits produits est estimée à $1\,158 \pm 749$ kg/pieds avec une masse moyenne par fruit de 356 ± 151 g. Les individus de baobab qui ont produit le nombre important de fruits sont ceux qui ont présenté la biomasse en fruits la plus importante avec une forte corrélation $R^2 = 0,751$ (Figure 5). La tendance reste identique concernant la biomasse en graines, amandes, pulpe, péricarpe, fibres et téguments de graines.

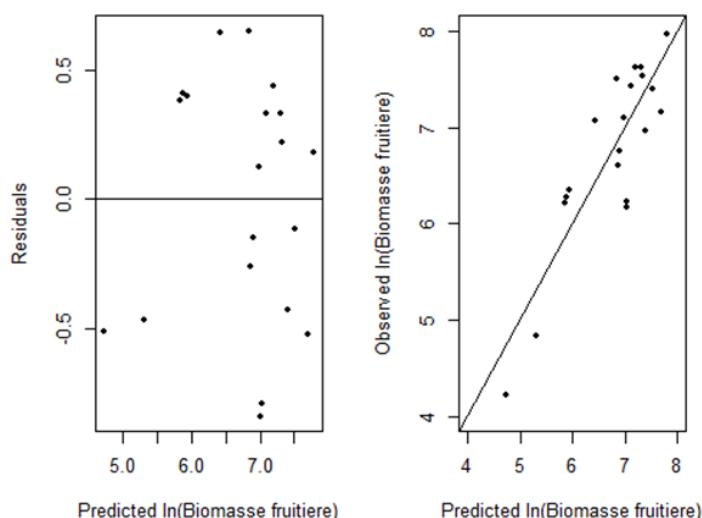


Figure 5. Corrélation entre le nombre de fruits et la biomasse fruitière par pied

❖ Morphotype des fruits de *A. digitata*

On peut trouver différentes formes de cabosses de baobab. Ces formes peuvent être groupées en deux formes fondamentales au sein desquelles il y a une variabilité significative de formes : la forme allongée à tendance ellipsoïdale (Figure 6a et b) et la forme arrondie à tendance sphérique (Figure 6c et d).

La morphologie des fruits varie en fonction de leurs dimensions (longueur et circonférence). Il existe des fruits à longueur moyenne et à circonférence petite, moyenne et grande et de fruits de longueur petite et à circonférence petite, moyenne et grande. Les dimensions des cabosses varient de 14,95 à 29,96 cm pour une moyenne de 22,21 cm. La largeur varie de 7,20 à 13,53 cm avec une moyenne de 10,14 cm. Les fruits de longueurs 20 à 26 cm sont les plus représentés (55 %).



Figure 6. Quelques images de fruits de baobab de forme allongée à tendance ellipsoïdale (a et b) et de forme arrondie à tendance sphérique (c et d)

❖ **Biomasse des sous-produits de fruits de *A. digitata***

La biomasse en fruits et sous-produits de fruits est fonction du nombre de fruits produits par arbre et du poids moyen du fruit (Tableau 1). La productivité est en moyenne $3\,224 \pm 171$ de fruits/pied pour une masse moyenne de $1\,158 \pm 749$ kg/pied. Les biomasses des sous-produits : péricarpe, pulpe, graine, amande et fibre par pied et par fruit sont présentés dans les tableaux 1 et 2.

Le poids moyen d’une graine est de 0,38 g et le nombre moyen de graines par fruit se compte à 368. Le poids moyen en amande le plus élevée est de 78,78 g, le moins élevé est de 15,44 g. Le poids moyen d’une amande est de 0,12 gramme. Le péricarpe le plus lourd pèse 217,75 g, le moins lourd est égal à 67,34 g. La quantité moyenne de fibre d’un fruit est de 8,36 g (Tableau 1).

Tableau 1. Biomasse d’un fruit et de ses sous-produits

Sous-produits	Masse mini-male (g)	Masse maximale	Masse moyenne (g) ± écart-type
Fruit	150,04	623,83	$356,14 \pm 130,36$
Amande	15,44	78,78	$40,54 \pm 18,21$
Fibre	2,50	16,33	$8,36 \pm 2,78$
Graine	48,04	314,68	$139,66 \pm 67,68$
Péricarpe	67,34	217,75	$126,52 \pm 39,98$
Pulpe	27,37	128,41	$81,6 \pm 27,24$

Il existe une relation de proportionnalité entre le poids du fruit et celui de ses sous-produits (péricarpe, graines, pulpe, fibre et amandes). Lorsque le fruit est gros (volumineux), les proportions occupées par ses sous-produits sont également importantes. Pour tous les fruits, les sous-produits les plus importants sont les graines, le péricarpe et la pulpe avec des proportions moyennes respectivement de 39,21 % ; 35,53 % et 22,91 %. Les fibres représentent la partie la moins importante (2,35 %) du poids des fruits, tandis que les amandes, extraites des graines ne représentent qu’environ le tiers (29,03 %) du poids des graines (Tableau 1).

Tableau 2. Biomasse en fruits et sous-produits de fruits

Nombre de fruits par arbre	Masse en fruit (kg)	Masse en péricarpe (kg)	Masse en fibre (kg)	Masse en graine (kg)	Masse en amande (kg)	Masse en pulpe (kg)
3224 ± 171	1158 ± 749	396 ± 222	28 ± 21	456 ± 343	131 ± 94	278 ± 197

3.2. Variabilité de la biomasse des fruits et sous-produits de fruits

L’analyse des données montre qu’il n’y a pas de différence significative entre la longueur du fruit et le poids des graines ($p = 0,992$) et de la pulpe ($p = 0,796$). Il n’y a donc pas de corrélation entre la longueur du fruit et le poids de ses sous-produits. Par contre, il existe une corrélation positive entre la circonférence du fruit et la masse de ses sous-produits. Plus la circonférence du fruit est grande, plus les masses de ses sous-produits (les graines et la pulpe) sont aussi élevées.

La masse moyenne des graines par fruit des trois (3) classes de longueur : longueur des fruits comprise entre 14 et 20 cm, longueur 20 à 26 cm et longueurs ≥ 26 cm sont voisines, soit respectivement $137,21 \pm 54,86$; $138,96 \pm 74,88$ et $144,07 \pm 130,55$. Le poids moyen en pulpe pour les classes de longueur est également moyen et égal respectivement à $87,29 \pm 29,61$; $81,22 \pm 27,27$ et $73,11 \pm 42,81$ pour les classes 1, 2 et 3.

La masse moyenne en graines varie avec les circonférences. Plus la circonférence est petite, plus la masse moyenne en graines est basse et plus la circonférence est élevée, plus la masse des graines est grande. Ces moyennes sont égales à $50,29 \pm 12,39$ g pour les fruits de circonférence comprise entre 21 et 26 cm ; $102,77 \pm 69,35$ g pour les circonférences de 26 à 31 cm ; $152,63 \pm 30,96$ g les circonférences de 31 à 36 cm et $231,69 \pm 56,28$ g pour les fruits de circonférences ≥ 36 cm.

La masse moyenne de la pulpe varie également avec le diamètre du fruit. Ces moyennes sont égales à $46,57 \pm 15,23$ g ; $57,59 \pm 10,05$ g ; $95,38 \pm 12,33$ g et $115,16 \pm 10,87$ g respectivement pour les classes de circonférence de [6 - 8[cm ; [8 - 10[cm ; [10 - 12[cm et ≥ 36 cm. L'analyse statistique montre qu'il existe une forte corrélation entre la circonférence des fruits et leurs poids en graines ($R^2 = 0,758$) et en pulpe ($R^2 = 0,818$) (Figures 7). Plus la circonférence du fruit est grande, plus le poids de ses sous-produits (graines et pulpe) est aussi élevé.

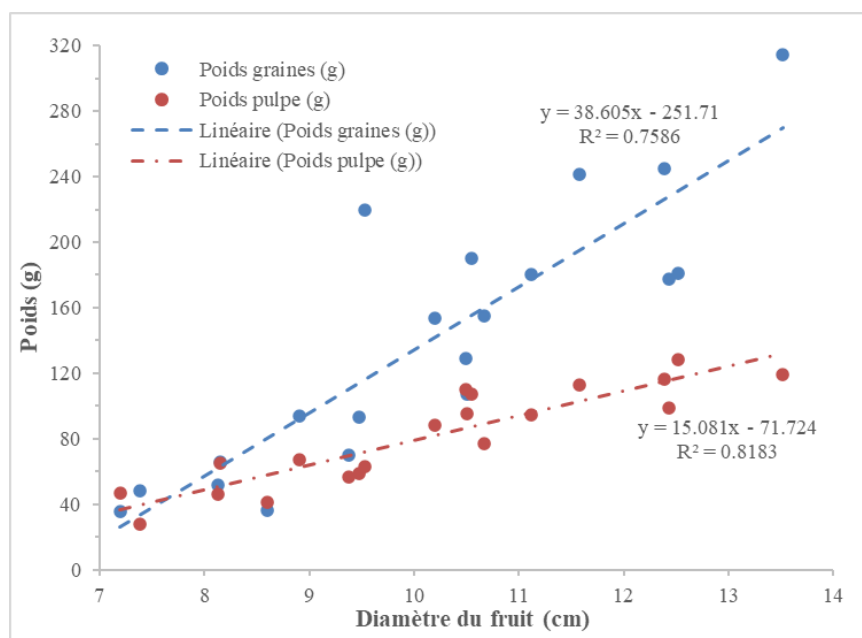


Figure 7 : Corrélation entre le diamètre du fruit du baobab et le poids des graines et de la pulpe.

3.3. Variation de la productivité en fonction des paramètres dendrométrique

Les analyses statistiques des données sur le diamètre des pieds et la productivité en fruits montrent qu'il existe une différence significative entre le diamètre du tronc et la productivité en fruits du baobab ($p = 0,010$). Les individus de diamètre compris entre 45 et 100 cm se révèlent les plus productifs avec en moyenne $4\,863 \pm 1\,370$ fruits/arbre. Les pieds de diamètre compris entre 100 et 150 cm et ≥ 150 cm sont les moins productifs avec des moyennes respectives de $2\,399 \pm 1\,425$ et $2\,830 \pm 1\,245$ fruits/arbre. Par contre la masse moyenne de fruits la plus élevée se retrouve au niveau des individus de diamètre ≥ 150 cm ($447,3 \pm 154$ g), suivie des pieds de diamètre compris entre 100 et 150 cm ($361,4 \pm 163,5$ g). Les individus de faibles diamètres ont des fruits de masses moins importantes ($286,5 \pm 108,4$ g) avec une faible corrélation $R^2 = 0,151$ (Figure 8). Il ressort des tests statistiques qu'il n'existe pas de différence significative entre les 3 classes de diamètres et le poids moyen des fruits ($p = 0,265$).

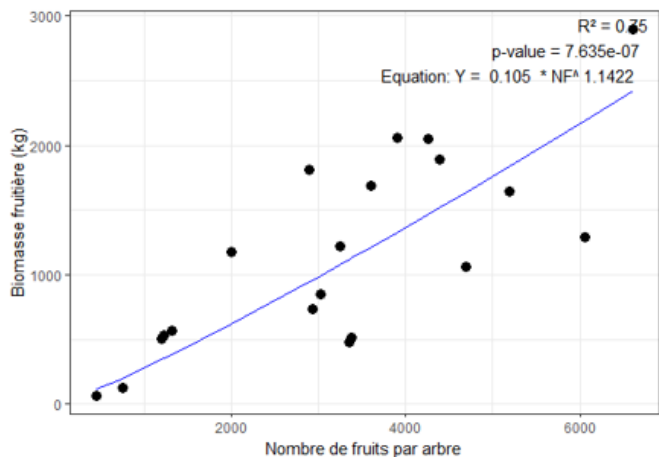


Figure 8. Relation entre le nombre de fruits et la biomasse par pied

La production des fruits augmente lorsque le volume du houppier est important (Figure 9). Les individus de baobab de volume du houppier $\geq 490 \text{ m}^3$ (classe III) sont ceux qui ont produit plus de fruits. La moyenne de production des fruits est de $5\,635 \pm 860$. Les individus de volume du houppier compris entre 280 et 490 m^3 (classe II) ont produit en moyenne $3\,364 \pm 679$ fruits et ceux de volume du houppier compris entre 70 et 280 m^3 (classe I) ont produit 987 ± 370 fruits. La classe I de volume du houppier des individus compris entre 70 et 280 m^3 sont ceux qui ont produit moins de fruits, en moyenne $1\,330 \pm 1\,168$. Les classes II et III aux grands volumes du houppier sont celles qui ont produit plus de fruits : $3\,364 \pm 678,6$ et $5\,635 \pm 859,9$ respectivement pour les classes II et III. Il existe donc une variation significative de productivité en fruits entre les trois classes de volume du houppier ($p = 0,000$) avec une corrélation très élevée $R^2 = 0,904$ (Figure 9).

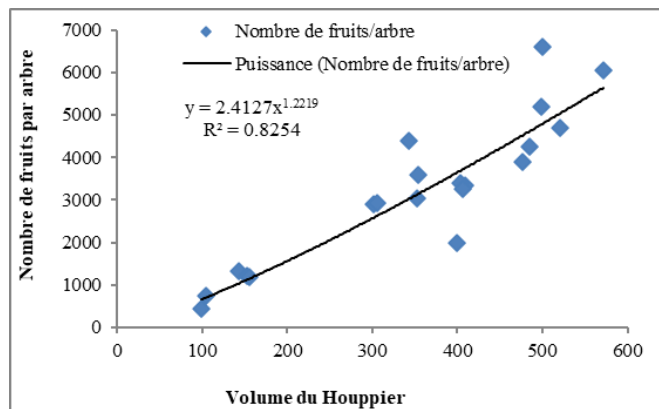


Figure 9. Corrélation entre volume du houppier et productivité en fruits de *A. digitata*

3.4. Variation de la productivité en fruits en fonction des zones écologiques et du mode de gestion

Il existe une variation significative de production de fruits suivant des zones écologiques ($p = 0,001$) (Figure 10). La productivité moyenne en fruits dans la zone écologique I ($4\,778 \pm 1\,251$) est plus importante que la zone II ($2\,388 \pm 1\,307$). Cette différence de productivité entre les zones s'observe au niveau du nombre moyen de fruits et la masse moyenne totale en fruits. La masse est de $1\,809 \pm 2\,441 \text{ kg}$ dans la zone I alors qu'elle est de $806 \pm 156 \text{ kg}$ dans la zone II. Cependant, il n'y a pas de différence significative de la masse individuelle de fruits entre les deux zones ($p = 0,636$). La masse moyenne des fruits de la zone I et la zone II est de $384 \pm 115 \text{ g}$ et $351 \pm 174 \text{ g}$ respectivement.

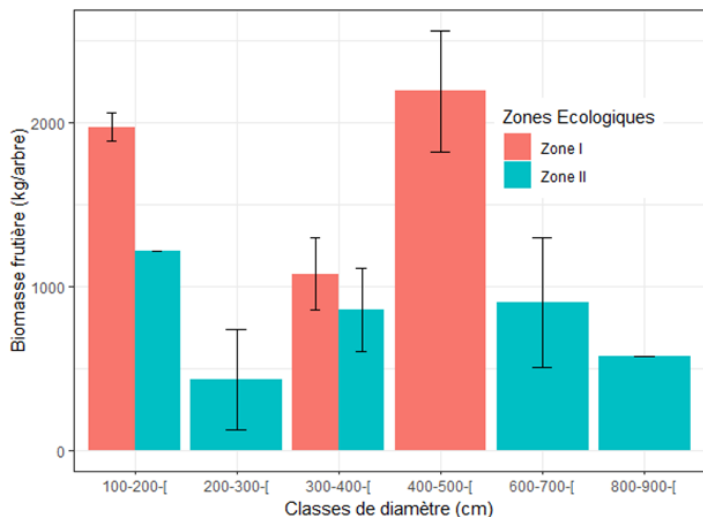


Figure 10. Production fruitière de *Adansonia digitata* en fonction des classes de diamètre des arbres (moyenne ± écart type)

La tradition a un impact sur la gestion et la productivité en fruits de l’espèce. Les individus sacrés qui ne font pas objet de récolte de feuilles, d’écorces, de racines sont ceux qui produisent des fruits dont le poids est important. Le grand nombre de fruits, les plus volumineux, à grande circonférence proviennent des individus sacrés. Les individus sacrés produisent des fruits à volume moyen ou grand (Figure 11.a). Ces individus sacrés sont généralement les mieux conservés et de diamètre plus élevé. Le pied de baobab dont la circonférence du tronc (à hauteur de la poitrine) mesure 15 m est un individu sacré. L’interdiction de récolte de feuilles et de fruits sur les pieds sacrés est respectée. Toute personne qui violerait l’interdiction pourrait être victime d’un malheur. Pour apaisement aux esprits des mannes, il arrive que la victime offre en sacrifice une volaille (poule, coq, pintade) ou un mammifère (mouton, chèvre, bœuf) à l’individu sacré.

Ceux qui subissent la pression anthropique (récolte excessive des feuilles, récolte répétée de l’écorce et de racines, feu de végétation, pâturage) sont ceux dont la productivité en fruits est faible ou nulle (Figure 10.b et c.1). Par contre, les individus non traumatisés produisent un grand nombre de fruits (Figure 11.a et c.2).

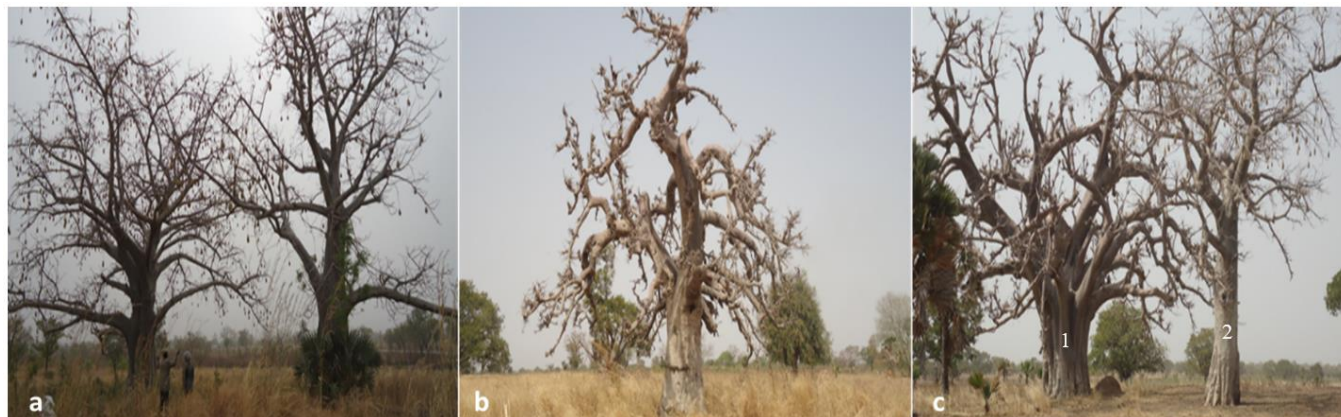


Figure 11. Impact de la gestion sur la ressource : pieds de baobab traumatisé ne portant pas de fruits (b et c.1), et pieds non traumatisés portant des fruits (a et c.2)

Les feuilles sont généralement cueillies directement sur l’arbre ou cueillies sur les branches coupées. L’écorce est directement prélevée sur le tronc des arbres ou des racines coupées puis écorcées. Ainsi, 37,35 % des organes (particulièrement les feuilles) sont cueillis. La coupe concerne les racines pour 26,88 % des cas et 0,99 % des cas pour les feuilles, soit un total de 27,87 % de coupe.

4. Discussion

L'approche quantitative utilisée a permis de déterminer la productivité fruitière du baobab dans la zone soudanienne du pays. Elle a aussi permis d'établir la relation entre la productivité en biomasse de fruits et de ses sous-produits et les paramètres dendrométriques de l'arbre (diamètre du tronc et volume du houppier) de même que les dimensions (longueur et largeur) de fruits. Une approche quantitative similaire réalisée sur le baobab au Sénégal a aussi mis en évidence une relation entre les paramètres allométriques de cette espèce et ses caractères de productivité (Sanogo et al. 2015). La biomasse en fruits par arbre est fonction du nombre de fruits et du poids moyen des fruits par arbre. Les individus de baobab avec le grand nombre de fruits sont ceux dont la biomasse en fruit est la plus élevée. Ces résultats sont similaires à ceux de Kouyaté et al. (2011) qui ont trouvé que l'un des descripteurs morphologiques discriminants pour le baobab est la longueur et la largeur des fruits. Des études réalisées au Bénin ont démontré une corrélation entre la forme des cabosses, les zones climatiques et le nombre de cabosses sur un individu de baobab et les quantités de pulpe, de graines et d'amandes (Assogbadjo et al. 2005a). La différence de productivité en fruits entre les deux zones serait probablement due aux variables du milieu (Assogbadjo et al., 2005a), la zone écologique I étant plus sèche et plus savanicole que la zone écologique II. Cette différence de productivité en fruits de *A. digitata* selon les zones écologiques a été soulignée par les travaux de Sanogo et al. (2015).

Les masses des sous-produits de fruit sont fonction du poids du fruit lui-même. Ces résultats sont comparables à ceux de Assogbadjo et al. (2005b) qui montrent les relations entre les diverses variables de production à savoir, le poids de pulpe-graines, le poids des graines, le poids en amande et le nombre de graines en fonction du poids total de la cabosse. Ils ont abouti à la conclusion qu'à partir du poids total d'une cabosse, il est possible de prédire avec des précisions diverses le poids moyen des sous-produits issus des fruits du baobab.

La présente étude montre que la productivité en fruit diminue lorsque les individus vieillissent. Par contre la masse des fruits croît avec le diamètre. Cette corrélation a été également établie au Sénégal par Sanogo et al. (2015) qui ont conclu que les arbres bons producteurs sont de gros diamètre. Par contre, ces résultats sont contraires à ceux de Venter et Witkowski (Venter and Witkowski 2011) en Afrique du Sud où ils ont trouvé que les individus adultes de baobab produisent 8 fois plus de fruits que les jeunes individus. Selon une étude au Bénin, les individus adultes produisent plus de fruits de poids moyens (44 %) que ceux de petits poids (32 %) (Assogbadjo et al. (2005b). Ces derniers auteurs ont montré également que les variables de production ne sont pas toujours liées aux paramètres dendrométriques notamment le diamètre du tronc.

Les variables de production ne sont pas toujours liées aux paramètres dendrométriques, notamment le diamètre du tronc. Il existe des différences significatives de niveau de production des fruits au sein de la même classe de diamètre du tronc. Une observation similaire faite au Bénin (Assogbadjo et al. 2005a) montre que les individus de baobabs d'une même classe de diamètre peuvent produire des quantités significativement différentes de pulpe, d'amandes et de graines. De même les individus de différentes classes de diamètres peuvent produire des quantités non significativement différentes de pulpe, d'amandes et de graines (Assogbadjo et al. 2005a). Assogbadjo et al. (2005b) ont montré que la production en pulpe, en graines et en amandes de même que ses caractéristiques dendrométriques varient considérablement au sein d'une même zone, mais aussi d'une zone à une autre. Ces variations entre la production et les caractéristiques morphologiques des pieds de baobab seraient liées aux facteurs du milieu notamment les variables climatiques (pluie, humidité relative, évapotranspiration, température), les caractéristiques du sol (pourcentage de divers éléments, texture) et les activités anthropogéniques.

Les résultats montrent une croissance exponentielle de production des fruits en fonction du volume du houppier. Ces observations sont similaires à celles de Venter et Witkowski (Venter and Witkowski 2011) qui ont conclu que la production des fruits de baobab est fonction de la taille de l'arbre, du diamètre et du volume du houppier. L'étude de (Killmann et al. 2004) au Kenya, montre que le diamètre du tronc et le volume du houppier ne peuvent pas être considérés comme indicateurs de la production des fruits, car la production de fruits varie extrêmement. Ainsi Killmann et al. (2004), suggèrent que le comptage systématique des fruits ou la sélection des branches au hasard pour faire objet de comptage est la méthode la plus précise et la plus efficace pour évaluer la production de fruits de baobab.

Le poids des graines et de la pulpe des fruits varie en fonction du diamètre ou de la circonférence de ces derniers. Par contre, il n'y a pas de relation entre la longueur des fruits et le poids en graines et en pulpe. Au Bénin, Assogbadjo et al. (2008) ont prouvé que plus le fruit est large (grand diamètre ou grande circonférence), plus les graines et la pulpe sont nombreuses. Aussi, ont-ils montré les relations entre les variables métriques (longueur et largeur de fruit) et le poids total de la cabosse. Ils ont trouvé des coefficients de détermination globalement plus faibles de 0,41 pour la relation entre la longueur de cabosse et son poids total, et de 0,65 pour celle entre la largeur de la cabosse et son poids total et ont néanmoins obtenue à l'existence de corrélations significatives entre ces variables.

Les dimensions des cabosses de baobab dans la zone d'étude sont comparables avec celles indiquées pour les cabosses récoltées dans plusieurs autres pays africains (Wickens 1982) où la longueur varie de 7,5 à 54 cm et la largeur de 7,5 à 20 cm. En revanche, les péricarpes des cabosses au Bénin sont largement moins épais (0,4 à 0,5 cm) que ceux rapportés ailleurs en Afrique (0,8 à 1 cm) (Sidibé et al. 2002; Wickens 1982). Au Mali, Kouyaté et al. (2011) ont trouvé que la longueur des fruits varie entre 14,02 et 26,89 cm avec une moyenne de 20,89 cm et la largeur entre 7 et 9 cm. Ces résultats sont un peu en deçà de ceux trouvés dans la

présente étude, surtout pour la largeur maximale qui ne dépasse pas 9 cm contre celle trouvée au Togo qui est de 13,53 cm. Les poids moyens des fruits, des graines et de la pulpe par fruit au Mali sont largement inférieurs à ceux trouvés au Togo. Les différentes formes de fruits de baobab ont été déterminées par plusieurs auteurs (Assogbadjo et al. 2005b; Gebauer et al. 2002; Sidibé et al. 2002). Au Bénin, ces différences de forme sont fortement prononcées à tel point que la population les utilise, en plus d'autres caractéristiques morphologiques pour déterminer les différents types de baobabs (Assogbadjo et al. 2008). Douze (12) différentes formes ont été déterminées au Soudan (Gurashi and Kordofani, 2014), quatre au Bénin. La différence de forme des fruits de baobab serait alors due à la diversité génétique.

Les pieds de baobab pour lesquels les feuilles, l'écorce et les racines sont excessivement récoltés, ne produisent pas du tout de fruits ou en produisent, mais de petits fruits et en petites quantités. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés dans les études antérieures au Bénin (Assogbadjo and Loo 2011). Une absence de floraison et de fructification a été constatée sur les individus de baobab dont les feuilles sont fréquemment récoltées. Bationo et al. (2010) quant à eux ont trouvé que les sujets de baobab fréquemment émondés au Burkina Faso ne fructifient pas. Phat et al. (2004) au Sénégal ont confirmé ces résultats en trouvant que toute branche totalement élaguée peut ne pas produire de fruits dans les 8-10 ans qui suivent l'élagage. De même, les individus qui sont traumatisés par les feux de végétation ne fructifient plus. Par contre, les sujets qui font objet de protection dans les jardins de case ou dans les champs de village ou qui sont des individus sacrés sont ceux qui produisent suffisamment de fruits (Koura et al. 2014). Venter et Witkowski (Venter and Witkowski 2011) ont trouvé le même résultat en Afrique du Sud où ils ont montré que la production des fruits est plus importante dans les villages et dans les champs. Ils ont également montré que les individus qui sont sujets de prédation des babouins ou qui ont poussé sur des sols rocailleux perdent 85 % de leurs fruits qui n'arrivent pas à maturité. Des résultats similaires avaient été déjà trouvés au paravent par (Killmann et al. 2004) au Kenya, où les individus de baobab broutés par les éléphants produisaient peu de fruits. De même, Kunz and Linsenmair (2007) ont montré que les sujets de baobab qui font objet de prédation des éléphants et des babouins, sont sujets de réduction de la production en fruits de 58 à 85 %. L'impact négatif de la prédation sur la production des fruits de baobab a été également prouvé à travers d'autres études en Afrique (Edkins et al. 2008; Kunz and Linsenmair 2007; Pochron 2005; Watson 2007).

5. Conclusion

La présente étude a évalué la biomasse en fruits et de ses sous-produits de même que l'impact de leurs exploitations sur la productivité fruitière dans les parcs à baobab dans la zone soudanienne du Togo. Elle a souligné des relations de cause à effet entre la fructification et les paramètres dendrométriques et la pression anthropique. La circonférence influence également la biomasse des sous-produits des fruits, que ce soit la pulpe ou les graines. Deux formes principales sont identifiées : la forme elliptique et la forme sphérique. Les individus voient leur capacité productive diminuer sous l'effet de la pression anthropique. La prise en compte des résultats de cette étude pourrait contribuer à la prédiction quantitative de la productivité et la mise en place d'un programme de gestion des parcs à baobab au Togo.

Remerciement

Les auteurs remercient les propriétaires des pieds de baobab qui ont accepté la collecte des données au niveau de leurs pieds.

Contribution des auteurs

Contribution des auteurs	
Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	Kebezikato Adjéya Banilélé
Gestion des données	Kebezikato Adjéya Banilélé, Atakpama Wouyo
Analyse formelle	Kebezikato Adjéya Banilélé, Atakpama Wouyo, Dimobe Kangbéni
Acquisition du financement	RAS
Enquête et investigation	Kebezikato Adjéya Banilélé, Dimobe Kangbéni, Pereki Hodabalo
Méthodologie	Kebezikato Adjéya Banilélé, Atakpama Wouyo, Dimobe Kangbéni, Wala Kerkouma
Gestion de projet	Kebezikato Adjéya Banilélé, Wala Kerkouma
Ressources	Kebezikato Adjéya Banilélé
Logiciels	Kebezikato Adjéya Banilélé, Dimobe Kangbéni, Pereki Hodabalo
Supervision	Wala Kerkouma, Batawila Komlan

Validation	Wala Kerkouma
Visualisation	Kebezikato Adjéya Banilélé, Atakpama Wouyo, Dimobe Kangbéni
Écriture – Préparation	Kebezikato Adjéya Banilélé, Atakpama Wouyo, Dimobe Kangbéni
Écriture – Révision	Kebezikato Adjéya Banilélé, Atakpama Wouyo, Samarou Moussa, Dimobe Kangbéni, Pereki Hodabalo, Kanda Madjouma, Wala Kperkouma, Batawila Komlan

Références

- Afolabi O, Popoola T (2005) The effects of baobab pulp powder on the micro flora involved in tempe fermentation Eur. Food Res. Tech. 220:187-190 doi:<https://doi.org/10.1007/s00217-004-0998-y>
- Assogbadjo AE, Kakaï RG, Chadare F, Thomson L, Kyndt T, Sinsin B, Van Damme P (2008) Folk classification, perception, and preferences of baobab products in West Africa: consequences for species conservation and improvement Eco. Bot. 62:74-84 <https://tropicallab.ugent.be/achillefolkcl.pdf> consulté le 07/12/2023
- Assogbadjo AE, Loo J (2011) *Adansonia digitata*, African baobab. Biodiversity International, Italy, Rome <https://core.ac.uk/download/pdf/71401024.pdf> consulté le 25/12/2023
- Assogbadjo AE, Sinsin B, Codjia JTC, Van Damme P (2005a) Ecological diversity and pulp, seed and kernel production of the baobab (*Adansonia digitata*) in Benin Bel. J. Bot.:47-56 <https://www.academia.edu/download/81060323/articles-scientifiques.pdf> consulté le 07/12/2023
- Assogbadjo AE, Sinsin B, Van Damme P (2005b) Caractères morphologiques et production des capsules de baobab (*Adansonia digitata* L.) au Bénin Fruits 60:327-340 <https://doi.org/10.1051/fruits:2005039>
- Atakpama W, Atoemne K, Egbelou H, Padakale E, Batawila K, Akpagana K (2022) Distribution et démographie des parcs à rôniers dans la Région des Savanes du Togo African Journal on Land Policy and Geospatial Sciences 5:290-302 doi:<https://doi.org/10.48346/IMIST.PRSM/ajlp-gs.v5i2.28341>
- Atato A, Wala K, Batawila K, Lamien N, Akpagana K (2011) Edible Wild Fruit Highly Consumed during Food Shortage Period in Togo: State of Knowledge and Conservation Status J. Life Sci. 5:1046-1057 https://www.academia.edu/download/46526067/Journal_of_Life_Sciences2011.12.pdf#page=70 consulté le 07/12/2023
- Atato A, Wala K, Dourma M, Bellefontaine R, Woegan YA, Batawila K, Akpagana K (2012) Espèces lianescentes à fruits comestibles du Togo Fruits 67:353-368 doi:<http://dx.doi.org/10.1051/fruits/2012030>
- Bationo BA, Maiga A, Compaore P, Kalinganire A (2010) Dimension socioculturelle du baobab *Adansonia digitata* L. dans le Plateau central du Burkina Faso BFT:23-32 <https://revues.cirad.fr/index.php/BFT/article/download/20428/20187> consulté le 07/12/2023
- Boffa J-M (2000) Les parcs agroforestiers en Afrique subsaharienne Unasylya 34:11_17
- Chadare F, Hounhouigan J, Linnemann A, Nout M, Van Boekel M (2008) Indigenous knowledge and processing of *Adansonia digitata* L. food products in Benin Ecol. Food Nut. 47:338-362 doi:<https://doi.org/10.1080/03670240802003850>
- De Smedt S, Alaerts K, Kouyate A, Van Damme P, Potters G, Samson R (2011) Phenotypic variation of baobab (*Adansonia digitata* L.) fruit traits in Mali Agroforest. Syst. 82:87-97 doi:<https://doi.org/10.1007/s10457-010-9357-0>
- Diop AG, Sakho M, Dornier M, Cisse M, Reynes M (2006) Le baobab africain (*Adansonia digitata* L.): principales caractéristiques et utilisations Fruits 61:55-69 <https://fruits.edpsciences.org/articles/fruits/pdf/2006/01/i6005.pdf> consulté le 07/12/2023
- Dourma M, Gbandi T, Woegan Y, Batawila K, Akpagana K (2018) Les produits forestiers non ligneux de la région de Kara au Togo : Usages, filières et circuits de commercialisation J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo) 20:115-133 <https://www.ajol.info/index.php/jrsul/article/view/184425> consulté le 07/12/2023
- Dourma M, Wala K, Bellefontaine R, Batawila K, Guelly K, Akpagana K (2009) Comparaison de l'utilisation des ressources forestières et de la régénération entre deux types de forêts claires à *Isobertia* au Togo BFT 302:5-19 https://agritrop.cirad.fr/555081/1/document_555081.pdf consulté le 07/12/2023
- Edkins M, Kruger L, Harris K, Midgley J (2008) Baobabs and éléphants in Kruger National Park: nowhere to hide African Journal of Ecology 46:119-125 doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.2007.00798.x>
- Fandohan B, Assogbadjo AE, Glèlè Kakaï R, Kyndt T, De Caluwé E, Codjia JTC, Sinsin B (2010) Women's Traditional Knowledge, Use Value, and the Contribution of Tamarind (*Tamarindus indica* L.) to Rural Households' Cash Income in Benin Eco. Bot. 64:248-259 https://www.academia.edu/download/48079887/Womens_Traditional_Knowledge_Use_Value_a20160815-18751-1oopqct.pdf consulté le 07/12/2023
- Folega F, Atakpama W, Kanda M, Wala K, Batawila K, Akpagana K (2019) Agroforestry parklands and carbon sequestration in tropical Sudanese region of Togo RMSAV 7:563-570 https://agromaroc.com/index.php/Actes_IAVH2/article/view/745/939 consulté le 09/11/2023

- Gebauer J, El-Siddig K, Ebert G (2002) Baobab (*Adansonia digitata* L.): a review on a multipurpose tree with promising future in the Sudan Gartenbauwissenschaft 67:155-160 https://www.pubhort.org/ejhs/2002/file_3713.pdf 07/12/2023
- Gurashi NA, Kordofani MAY (2014) Morphological variation in fruit shapes of *Adansonia digitata* L. from Blue Nile and North Kordofan States, Sudan J Forest Prod Ind 3:106-111 <https://www.academia.edu/download/33845593/vol3-no2-9.pdf> consulté le 09/12/2023
- Heubach K, Wittig R, Nuppenau E-A, Hahn K (2011) The economic importance of non-timber forest products (NTFPs) for livelihood maintenance of rural west African communities: A case study from northern Benin Ecological Economics 70:1991-2001 doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.05.015>
- IPCC (2007) Climate change: mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report. In: A cura di B. Metz OD, P. Bosch, R. Dave e L. Meyer. (ed). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom e New York, NY, USA.: pp 497-540
- Kébezikato AB et al. (2015) Connaissances ethnobotaniques du baobab (*Adansonia digitata* L.) au Togo BASE 19:246-260 <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=16797&file=1&pid=12272> consulté le 09/12/2023
- Kebezikato AB et al. (2014) Distribution et structure des parcs à *Adansonia digitata* L. (baobab) au Togo Afrique Sci 10:434-449 <https://www.ajol.info/index.php/afsci/article/view/109682> consulté le 09/11/2023
- Killmann W, Ndeckere F, Vantomme P, Walter S (2004) Developing inventory methodologies for non-wood forest products: lessons learned from an analysis of case studies in African Countries Sustainable Production of Wood and Non-wood Forest Products: Proceedings of the IUFRO Division 5 Research Groups 511 and 512, Rotorua, New Zealand, March 11-12, 2003 604:83 <https://www.iufro.org/download/file/2218/75/51100-51200-rotorua03.pdf#page=89> consulté le 25/12/2023
- Koura K, Mbaide Y, Ganglo JC (2014) Caractéristiques phénotypique et structurale de la population de *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. du Nord-Bénin IJBCS 7:2409-2425 doi:<http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i6.19>
- Kouyaté AM, Decaluwé E, Guindo F, Diawara H, Diarra I, N'Diaye I, Van Damme P (2011) Variabilité morphologique du baobab (*Adansonia digitata* L.) au Mali Fruits 66:247-255 doi:<https://doi.org/10.1051/fruits/2011032>
- Kunz BK, Linsenmair KE (2007) Changes in baboon feeding behavior: maturity-dependent fruit and seed size selection within a food plant species Int. J. Prim. 28:819-835 doi:<https://doi.org/10.1007/s10764-007-9160-6>
- Losi CJ, Siccama TG, Condit R, Morales JE (2003) Analysis of alternative methods for estimating carbon stock in young tropical plantations For. Ecol. Manag. 184:355-368 doi:[https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(03\)00160-9](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00160-9)
- Lykke A, Kristensen M, Ganaba S (2004) Valuation of local use and dynamics of 56 woody species in the Sahel Biodiv. Cons. 13:1961-1990 https://www.academia.edu/download/66840259/b_3Abioc.0000035876.39587.1a20210503-16758-1izcw5y.pdf consulté le 09/12/2023
- 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 <https://www.m.elewa.org/JAPS/2014/22.2/4.pdf> consulté le 09/12/2023
- Obizoba IC, Amaechi NA (1993) The effect of processing methods on the chemical composition of baobab (*Adansonia digitata* L.) pulp and seed Ecol. Food Nut. 29:199-205 doi:<https://doi.org/10.1080/03670244.1993.9991305>
- Osman MA (2004) Chemical and nutrient analysis of baobab (*Adansonia digitata*) fruit and seed protein solubility Plant foods for human nutrition 59:29-33 doi:<https://doi.org/10.1007/s11130-004-0034-1>
- Packard GC, Birchard GF, Boardman TJ (2011) Fitting statistical models in bivariate allometry Biol. Rev. 86:549-563 doi:<https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2010.00160.x>
- Padakale E, Atakpama W, Dourma M, Dimobe K, Wala K, Akpagana K (2015) Woody species diversity and structure of *Parkia biglobosa* Jacq. Dong parklands in the sudanian zone of Togo (West Africa) ARRB 6:103-114 doi:<https://doi.org/10.9734/ARRB/2015/14105>
- Paré S, Savadogo P, Tigabu M, Ouadba JM, Odén PC (2010) Consumptive values and local perception of dry forest decline in Burkina Faso, West Africa Env. Dev. Sust. 12:277-295 doi:<https://doi.org/10.1007/s10668-009-9194-3>
- Phat NK, Knorr W, Kim S (2004) Appropriate measures for conservation of terrestrial carbon stocks—analysis of trends of forest management in Southeast Asia For. Ecol. Manag. 191:283-299 doi:<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2003.12.019>
- Pochron ST (2005) Does relative economic value of food elicit purposeful encounter in the yellow baboons (*Papio hamadryas cynocephalus*) of Ruaha National Park, Tanzania? Primates 46:71-74 doi:<https://doi.org/10.1007/s10329-004-0104-x>
- Ræbild A, Hansen U, Kambou S (2012) Regeneration of *Vitellaria paradoxa* and *Parkia biglobosa* in a parkland in Southern Burkina Faso Agrof. Syst. 85:443-453 doi:<https://doi.org/10.1007/s10457-011-9397-0>
- Sacande M, Rønne C, Sanon M, Jøker D (2006) *Adansonia digitata* L Seed leaflet, 109
- Samarou m, Atakpama W, Folega F, Dourma M, Wala K, Batawila K, Akpagana K (2022) Caractérisation écologique et structurale des parcs à tamarinier (*Tamarindus indica* L., Fabaceae) dans la zone soudanienne du Togo (Afrique de l'Ouest) Rev. Écosyst. Pays. 1:109-125 <https://beve-univlome.com/wp-content/uploads/2022/08/Samarou-et-al21.2022.pdf> consulté le 09/12/2023
- Samarou M, Atakpama W, Kanda M, Tchacondo T, Batawila K, Akpagana K (2021) *Tamarindus Indica* L. (Fabaceae) in ecological zone I of Togo: use value and vulnerability IJCAM 14:307-315 doi:<https://doi.org/10.15406/ijcam.2021.14.00577>

- Sanchez AC, De Smedt S, Haq N, Samson R (2011) Comparative study on baobab fruit morphological variation between western and south-eastern Africa: opportunities for domestication *Genetic Resources and Crop Evolution* 58:1143-1156 doi:<https://doi.org/10.1007/s10722-010-9647-4>
- Sanogo D, Badji M, Diop M, Samb C, Tamba A, Gassama Y (2015) Évaluation de la production en fruits de peuplements naturels de Baobab (*Adansonia digitata* L.) dans deux zones climatiques au Sénégal *J. Appl. Biosci.* 85:7838–7847 doi:<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v85i1.8>
- Schumann K, Wittig R, Thiombiano A, Becker U, Hahn K (2010) Uses, management, and population status of the baobab in eastern Burkina Faso *Agroforest Syst* 85:263–278 doi:<https://doi.org/10.1007/s10457-012-9499-3>
- Sidibé M, Williams J T, (2002) Baobab: *Adansonia Digitata* L. vol 4. Crops for the Future,
- Soloviev P, Niang T, Gaye A, Totte A (2004) Variability of fruit physicochemical characters for three woody species in Senegal: *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca* and *Tamarindus indica* *Fruits* 59(2):109-119 <https://doi.org/10.1051/fruits:2004011>
- Tchatat M, Ndoye O (2006) Etude des produits forestiers non ligneux d'Afrique Centrale: reality and prospects *BFT* 289:27-39 <https://revues.cirad.fr/index.php/BFT/article/view/20305/20064> consulté le 09/12/2023
- Venter SM, Witkowski TF (2011) Baobab (*Adansonia digitata* L.) fruit production in communal and conservation land-use types in Southern Africa *For. Ecol. Manag.* 261:630-639 doi:<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.11.017>
- Wala K, Woegan AY, Borozi W, Dourma M, Atato A, Batawila K, Akpagana K (2012) Assessment of vegetation structure and human impacts in the protected area of Alédjo (Togo) *African J. Ecol.* 50:355-366 doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.2012.01334.x>
- Watson R (2007) The African Baobab. Struik,
- Wickens GE (1982) The baobab: Africa's upside-down tree *Kew Bulletin*:173-209