

Diversité structurale des peuplements à *Afraegle paniculata* (Schum.) Engl. dans la préfecture de Doufelgou au Togo

Structural diversity of *Afraegle paniculata* (Schum.) Engl. stands in Doufelgou District, Togo

Alassani Amela Komlavi¹, Kanda Madjouma^{1*}, Atakpama Wouyo^{1,2}, Folega Fousséni¹, Batawila Komlan¹, Akpagana Koffi¹

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

*Auteur correspondant : kandamadjouma@gmail.com

Comment citer l'article : Alassani Amela Komlavi, Atakpama Wouyo, Folega Fousseni, Kanda Madjouma, Batawila Komlan, Akpagana Koffi (2024). Diversité structurale des peuplements à *Afraegle paniculata* (Schum.) Engl. dans la préfecture de Doufelgou au Togo. *Rev Ecosystèmes et Paysages (Togo)*, 4(2) : 1-12, e-ISSN (Online) : 2790-3230

DOI

<https://doi.org/10.59384/recopays.tg4216>

Reçu : 1 octobre 2023

Accepté : 15 décembre 2023

Publié : 30 décembre 2023



Copyright: © 2024 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

Afraegle paniculata (Schum.) Engl. est une Rutaceae souvent conservée dans les jardins de case et les agrosystèmes pour son importance alimentaire et médicinale. La caractérisation structurale de la diversité des peuplements à *A. paniculata* dans la préfecture de Doufelgou est une contribution à la gestion durable de cette espèce au Togo. Spécifiquement, il s'agit de : (i) évaluer la diversité et (ii) caractériser la structure démographique des peuplements à *A. paniculata*. Les inventaires forestiers et écologiques ont été réalisés à l'intérieur de 45 placettes unitaires de 900 m². Une flore de 38 espèces ligneuses réparties en 33 genres et 16 familles a été recensée. Les Malvaceae (57,07 %) et les Rutaceae (55,82 %) sont les familles les plus importantes. En plus de *A. paniculata*, *Adansonia digitata* L., *Blighia sapida* Konig. et *Manguifera indica* L. sont respectivement les espèces les plus remarquables. Quatre (4) groupements ont été discriminés en fonction de la diversité floristique et de la représentativité de *A. paniculata*. Il s'agit de : groupement à *A. paniculata* et *Tectona grandis* (G1), groupement à *A. paniculata* et *Adansonia digitata* (G2), groupement à *A. paniculata* et *Blighia sapida* (G3) et groupement à *A. digitata* et *A. paniculata* (G4). Globalement, les caractéristiques structurales de *A. paniculata* décroissent graduellement de G1 à G4. La structure en diamètre de l'espèce est en « L » avec une prédominance des individus de faibles diamètres. Les vieux individus de *A. paniculata* souvent improductifs sont abattus et utilisés comme bois-énergie. La structure en hauteur en cloche dissymétrique négative respectivement pour les peuplements ligneux et les populations de *A. paniculata* caractérise le peuplement à prédominance d'individus de grande hauteur. Vu l'importance de l'espèce, il est nécessaire de promouvoir sa conservation par l'utilisation rationnelle de ces parties d'organes et son reboisement.

Mots clés

A. paniculata, démographie, gestion durable, jardin de case, Togo.

Abstract

Afraegle paniculata (Schum.) Engl. is often grown in home gardens and agricultural systems for its nutritional and medicinal values. The structural characterization of the diversity of *A. paniculata* stands in the Doufelgou Prefecture is a contribution to the sustainable management of this species in Togo. In particular, it aims to: (i) assess woody species diversity and (iii) characterize the demographic structure of *A. paniculata* stands. Forest and ecological inventories were conducted within 45 plots sized 900 m². The flora consisted of 38 woody species, divided into 33 genera and 16 families. The most important families were Malvaceae (57.07 %) and Rutaceae (55.82 %). Besides *A. paniculata*, *Adansonia digitata* L., *Blighia sapida* Konig. and *Manguifera indica* L. are the other notable species. Four groups of plots were distinguished on the basis of floristic diversity and representativeness of *A. paniculata*. These are: group with *A. paniculata* and *Tectona grandis* (G1), group with *A. paniculata* and *Adansonia digitata* (G2), group with *A. paniculata* and *Blighia sapida* (G3) and group with *A. digitata* and *A. paniculata* (G4). Overall, *A. paniculata*'s structural features gradually decrease from G1 to G4. The diameter structure of the species is L-shaped. Small diameter individuals predominate. Old, often unproductive *A. paniculata* trees are felled for firewood. The negative asymmetric bell-shaped height structure of the stands and *A. paniculata* populations respectively characterize the stand. There is a predominance of tall individuals. Given the species' importance, its conservation must be promoted through the rational use of its organs and reforestation.

Keywords

A. paniculata, demography, sustainable management, small garden, Togo.

1. Introduction

La conservation et la gestion durable de la biodiversité constituent un sujet préoccupant de nos jours, tant pour le monde scientifique que pour les politiques nationales, en particulier dans les pays tropicaux. La situation est d'autant plus préoccupante du fait du rythme inquiétant de l'érosion de la biodiversité face aux perpétuels changements environnementaux, économiques et socioculturels (Akpavi et al. 2012).

Au Togo, tout comme dans de nombreux pays, plusieurs plantes alimentaires, jadis très appréciées pour la consommation, sont de plus en plus négligées, sous-exploitées et menacées de disparition. Cette situation entraîne des pertes de connaissances endogènes liées à leurs utilisations et leurs potentiels de valorisation (Akpavana 2006). De ce fait, la diversité végétale, garante de la sécurité alimentaire, s'amenuise et réduit considérablement la base alimentaire des populations qui ne dépend plus que d'un nombre limité d'espèces cultivées (John 2001). Parmi ces espèces alimentaires mineures du Togo, figure *Afraegle paniculata* (Schum) Engl (Rutaceae). On la retrouve dans toute l'Afrique de l'Ouest (Doh et al. 2019), dans les forêts sèches et des jardins de case (Kokou et al. 2006).

A. paniculata a été rapportée en tant que légume feuille traditionnelle beaucoup consommée au Bénin (Achigan-Dako et al. 2010). Les racines sont utilisées dans le traitement de l'hypertension et l'infertilité chez l'homme (Igoli et al. 2005), le paludisme et les maux de ventre (Igoli et al. 2005). Les graines de la plante sont très riches en matières grasses. Une huile de couleur jaune pâle y est extraite (Konan et al. 2011) et utilisée comme laxatif, vermifuge et substance antioxydante (Lawal et al. 2009). Les feuilles sont employées occasionnellement en soupe ; le mucilage du fruit sert à diverses préparations culinaires, mais aussi de colle dans la poterie pour capturer les oiseaux (Busson 1965).

Au Togo, peu de travaux ont été réalisés sur l'espèce *A. paniculata*. Cette espèce se retrouve dans les zones écologiques I, II, III et IV (Akpavi et al. 2012; Batawila et al. 2007) et s'associe dans divers systèmes agroforestiers, en particulier dans la préfecture de Doufelgou (Wala et al. 2009) où elle est aussi utilisée pour diverses fins.

Bien que l'espèce ait d'importance sur les plans alimentaire, thérapeutique et agro-industriel, *A. paniculata* ne bénéficie d'aucune mesure de conservation. Les connaissances de base pour son utilisation durable demeurent très limitées. Les informations sur sa distribution spatiale, l'influence des facteurs écologiques et anthropiques sur sa structure démographique pour un meilleur suivi de sa dynamique et de sa conservation restent encore fragmentaires. Ces informations devraient permettre d'identifier le choix

des zones où les mesures de conservation peuvent être entreprises.

Quel est l'état des lieux des peuplements à *A. paniculata* dans la préfecture de Doufelgou au Togo ? Cette principale question se décline en deux questions spécifiques. Quelle est la diversité des peuplements à *A. paniculata* ? Quel est l'impact de la pression anthropique sur la structure démographique des peuplements à *A. paniculata* dans la préfecture de Doufelgou au Togo ?

L'objectif général de la présente étude est de contribuer à la gestion durable des formations à *A. paniculata* au Togo. Il s'agit spécifiquement de : (i) évaluer la diversité et (ii) caractériser la structure démographique des peuplements ligneux à *A. paniculata* dans la préfecture de Doufelgou au Togo.

2. Matériel et Méthode

2.1 Description de la préfecture de Doufelgou

La préfecture de Doufelgou est composée de trois (3) communes (Figure 1) divisées en 14 cantons. La commune de Doufelgou 1 comprend cinq (5) cantons : Niamtougou, Siou, Pouda, Baga, Massédéna. Seuls deux (2) cantons se retrouvent dans la commune de Doufelgou 2 : Défalé, Kpaha. Les cantons de Alloum, Tchoré, Kadjala et Léon font partie de la commune de Doufelgou 3. La zone d'étude fait partie du domaine phytogéographique soudanien ou centre régional d'endémisme soudanien (White 1986). La préfecture est traversée par la chaîne d'Atakora où elle prend le nom des monts Défalé, avec des altitudes comprises entre 400 et 800 mètres. Le climat est tropical de type soudanien à régime unimodal caractérisé par une seule saison pluvieuse et une saison sèche. Sur le plan phytogéographique, la préfecture de Doufelgou est incluse dans la zone écologique II du Togo (Ern 1979), correspondant à la zone des forêts sèches et des savanes soudaniennes. Les formations post-culturelles et rudérales regroupent les jachères et les formations herbeuses des espaces cultivés. Les parcs agroforestiers sont à dominance du karité (*Vitellaria paradoxa* C.F.Gaertn. ssp. *paradoxa*), du néré (*Parkia biglobosa* (Jacq.) R.Br. ex Benth.) et de palmiers à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) (Wala et al. 2009; Wala et al. 2005). On y rencontre une palmeraie subnaturelle et de nombreux îlots de forêts sacrées (Koumantiga et al. 2012).

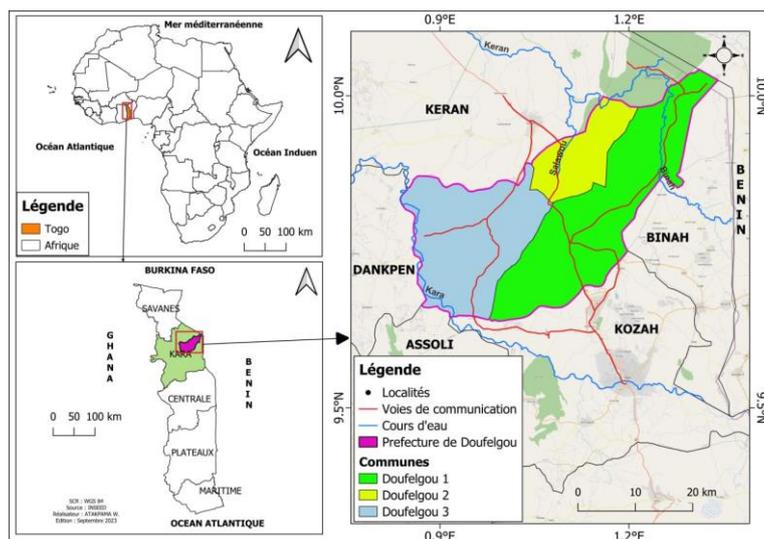


Figure 1. Localisation de préfecture de Doufelgou au Togo

2.2. Collecte des données

La collecte des données a consisté à des inventaires floristiques, forestiers et écologiques dans des jardins de case et des agro-systèmes à *Afraegle paniculata*. L'échantillonnage a été orienté (Atakpama et al. 2014a) par la présence d'*A. paniculata*. La taille des placettes est de : 30 m x 30 m (Atakpama et al. 2014a; Issa et al. 2015). Dans chaque placette, la hauteur et le diamètre de tous les arbres, dont le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) supérieur ou égal à 10 cm ont été mesurés. Les individus, dont le DHP < 10 cm ont été considérés comme régénérations potentielles (Dourma et al. 2019). L'identification des espèces est réalisée à partir de différentes flores disponibles (Akoégninou et al. 2006; Arbonnier 2002; Brunel et al. 1984). Les inventaires forestiers ont été complétés par les paramètres écologiques. Les paramètres environnementaux considérés sont : la topographie (plaine, flanc de montagne, plateau, ravin), le couvert végétal, le type de sol, l'affleurement et les activités humaines. Les activités humaines comprennent : le feu de végétation, la coupe de bois, la récolte des parties de plantes, le pâturage, le champ et la construction d'habitations.

2.3. Traitements des données

Évaluation de la diversité

Les données ont été saisies dans le tableur Microsoft Excel®. Une matrice « Relevés x Espèces » a été ensuite conçue et soumise à une classification ascendante hiérarchique (CAH) selon la méthode Ward's (Atakpama et al. 2022b). Cette analyse effectuée avec le logiciel Community Analysis Package (CAP 2.15) a permis de discriminer les placettes sur la base de leur similarité floristique. Chaque groupement discriminé a été caractérisé par des paramètres structuraux déterminés globalement pour l'ensemble des ligneux et spécifiquement pour *A. paniculata*. Les caractéristiques forestières prises en compte étaient : la hauteur moyenne de Lorey (H_m , m), le diamètre moyen (D_m , cm), la surface terrière (G_0 , m²/ha), la densité moyenne des pieds (D , pieds/ha), la contribution basale des pieds de *A. paniculation* et le coefficient d'asymétrie (CA) (Atakpama et al. 2014b; Bonou et al. 2009). Quatre (4) principaux indices de diversité des peuplements ligneux ont été déterminés. Il s'agit de : l'indice de diversité de Shannon (H' , bits), l'équitabilité de Pielou (Eq), l'indice de valeurs d'importance des espèces (IVI_{sp}) et l'indice de valeur d'importance des familles de plantes (IVF) (Kebenzikato et al. 2014; Magurran et al. 2019; Samarou et al. 2022).

L'indice de diversité de Shannon (H') est déterminé à partir du nombre d'individus de l'espèce i (N_i) et le nombre total des individus (N) dans un groupement. La valeur de l'indice de Shannon varie de 1 à $H'_{max} = \log_2(R_0)$, la diversité maximale. R_0 correspond au à la richesse spécifique ou le nombre d'espèces.

$$H' = - \sum_{i=1}^R \left(\frac{N_i}{N} \right) \log_2 \left(\frac{N_i}{N} \right)$$

L'équitabilité de Pielou (Eq) correspond au rapport entre la diversité observée et la diversité maximale (H_{max}). Sa valeur est comprise entre 0 et 1. Lorsque cette valeur est proche de « 0 » les espèces sont faiblement réparties, mais par contre proche de « 1 » les espèces sont équitablement réparties (Ibrahim-Naim et al. 2021).

$$Eq = \frac{H'}{H'_{max}}$$

L'indice de valeur d'importance d'une espèce (IVI_{sp}) est la somme de la fréquence relative (Fr_{sp}), la densité relative (DEN_{sp}) et la dominance relative (DOM_{sp}). La fréquence relative d'une espèce (Fr_{sp}) est le rapport entre le nombre de relevés où l'espèce est présente et le nombre total des de relevés : $Fr_{sp} = (ni/n) \times 100$. La densité relative d'une espèce (DEN_{sp}) est le rapport entre le nombre d'individus de l'espèce et le nombre total d'individus d'un groupement : $DEN_{sp} = (Ni/N) \times 100$. La dominance relative d'une espèce (DOM_{sp}) est le rapport entre la surface terrière de l'espèce et la surface terrière du groupement : $DOM_{sp} = (Gi/G) \times 100$. L' IVI_{sp} permet de ressortir les espèces ligneuses les plus caractéristiques des formations.

$$IVI_{sp} = Fr_{sp} + DOM_{sp} + DEN_{sp}$$

L'indice de valeur d'importance d'une famille de plantes ligneuses (IVF) est la somme de la densité relative (DEN), la dominance relative (DOM) et la diversité relative (DIV) : $IVF = DEN + DOM + DIV$. DEN est le rapport entre le nombre d'individus de l'espèce et le nombre total d'individus du peuplement : $DEN = (N_f/N) \times 100$. DOM est le rapport entre la surface terrière de la famille et la surface terrière totale du groupement : $DOM = (G_f/GI) \times 100$. La diversité relative d'une famille est le rapport entre le nombre d'espèces de la famille et le nombre total d'espèces : $DIV = (R_f/R_0I) \times 100$.

(1) Diamètre moyen (D_m) :

$$D_m(\text{cm}) = \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N d_i^2 \right)^{\frac{1}{2}} ; d_i = \text{diamètre à 1,3 m de l'arbre} ; N = \text{nombre de pieds}$$

(2) Densité totale D des ligneux :

$$D = \frac{n}{s} \times 0,0001, n = \text{nombre de pieds} ; s = \text{aire de relevé en ha}$$

(3) Surface terrière des peuplements (G) :

$$G = \frac{\pi}{4S} \sum_{i=1}^N 0,0001 \times d_i^2 ; d_i = \text{diamètre de l'arbre } i \text{ de } DHP \geq 10 \text{ cm} ; S = \text{taille des peuplements par ha}$$

(4) La hauteur moyenne de Lorey (H_L) est la hauteur moyenne de tous les arbres trouvés dans le peuplement, pondérés par leur surface terrière.

$$H_L = \frac{\sum_{i=1}^N g_i h_i}{\sum_{i=1}^N g_i} \text{ avec } g_i = \frac{\pi}{4} d_i^2$$

g_i et h_i sont respectivement la surface terrière la surface terrière de l'arbre i et hauteur de l'arbre i

(5) La contribution basale (C_s) est la part des pieds de *A. paniculata* dans la surface terrière globale des peuplements :

$$C_s = \frac{G_s}{G}; G_s = \text{la surface terrière des pieds de } A. \text{ paniculata dans les peuplements.}$$

Caractérisation de la structure démographique

Les différents pieds de *A. paniculata* ont été répartis en classes de hauteur et de diamètre selon le concept de Peters et al. (1997) qui distingue trois types de dynamiques structurales des populations des espèces ligneuses (stable, en déclin et dégradé). À cet effet, trois paramètres de distribution de Weibull (Atakpama et al. 2022a; Bonou et al. 2009) ont été utilisés pour représenter la structure théorique des peuplements ligneux et spécifiquement les populations de *A. paniculata*. La fonction de densité théorique de Weibull à 3 paramètres utilisée est représentée comme suite :

$$f(x) = \frac{C}{b} \left(\frac{x-a}{b}\right)^{c-1} e^{-\left[\frac{x-a}{b}\right]^c}$$

« x » représente le diamètre ou la hauteur des arbres. Le paramètre de position, « a » = 10 cm pour le diamètre et 2 m pour la hauteur. « b » est le paramètre d'échelle. Il est lié à la valeur centrale des diamètres ou des hauteurs des arbres du peuplement considéré. « c » est le paramètre de forme lié à la structure en diamètre ou en hauteur considérée. L'amplitude des classes de diamètre est 5 cm tandis que l'amplitude des classes de hauteur est 2 m.

3. Résultats

3.1. Bilan floristique des parcs à *A. paniculata* de la préfecture Doufelgou

Une diversité de 38 espèces ligneuses réparties dans 16 familles et 33 genres a été recensée. Les espèces caractéristiques sont : *Afraegle paniculata* (Schum.) Engl., *Adansonia digitata* L., *Blighia sapida* König. et *Manguifara indica* L. avec des *IVIsp* respectifs de 145,33 %, 106,43 %, 80,60 % et 78,19 % (Figure 2a). Les familles les plus diversifiées sont : les Fabaceae (6 espèces), les Moraceae (5 espèces) et les Malvaceae (3 espèces). Les Rutaceae, les Anacardiaceae et les Verbenaceae comprennent chacune 3 espèces. Suivant l'indice de valeur d'importance des familles, les Malvaceae (57,07 %) et les Rutaceae (55,82 %) constituent les familles de plantes les plus importantes au sein des peuplements à *A. paniculata* dans la préfecture de Doufelgou (Figure 2b).

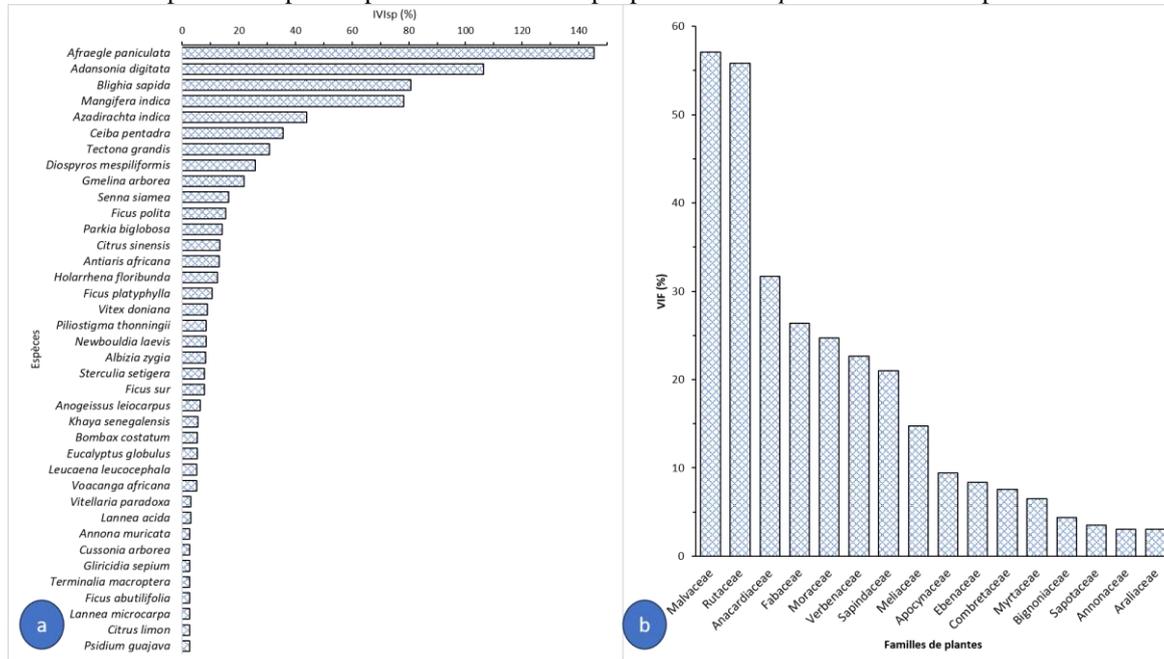


Figure 2. Spectre des espèces (a) et des familles (b) au sein des peuplements à *A. paniculata* de la préfecture de Doufelgou au Togo

Les types biologiques les plus représentés sont les mésophanérophytes (84,21 %) suivis des microphanérophytes (10,53 %). Les mégaphanérophytes sont très peu représentées (5,26 %). Le spectre phytogéographique montre une dominance des espèces introduites (31,58 %), suivies des espèces de transition guinéo-congolaises/soudano-zambéziennes (26,32 %). Les proportions des

espèces guinéo-congolaises et soudano-zambéziennes sont identiques (21,06 %).

3.3. Typologie des peuplements à *A. paniculata*

Quatre groupements ont été discriminés en fonction de la diversité floristique (Figure 3). Il s'agit des groupements à : *Afraegle paniculata* et *Tectona grandis* (G1), *Afraegle paniculata* et *Adansonia digitata* (G2), *Afraegle paniculata* et *Blighia sapida* et *Adansonia digitata* et *Afraegle paniculata*.

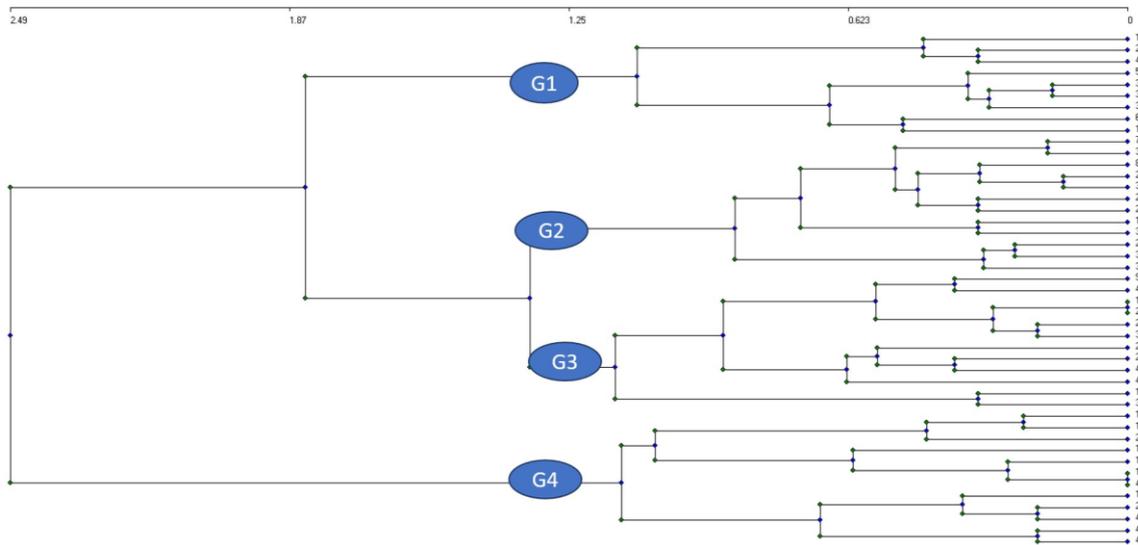


Figure 3. Classification hiérarchique ascendante des relevés

G1 comprend 9 relevés de jardins de case et de bosquets sacrés, d'une richesse spécifique est de 20 espèces ligneuses. Les trois (3) espèces caractéristiques : *A. paniculata*, *T. grandis* et *Manguifera indica* ont des *IVIs* respectifs de 143,33 %, 134,57 % et 94,21 % (Tableau 1). Les trois familles les plus importantes sont : les Verbenaceae (62,36 %), les Rutaceae (54,87 %) et les Anacardiaceae (41,24 %) (Tableau 2). L'indice de Shannon et l'équitabilité de Piélou sont respectivement de 3,61 bits et 0,83 (Tableau 2). Les individus d'*A. paniculata* ont la hauteur moyenne ($H_m = 16,21 \pm 3,31$ m) et le diamètre moyen ($D_m = 27,80 \pm 5,66$ cm). La densité moyenne des pieds de *A. paniculata* $D = 18$ pieds/ha avec contribution basale est 0,37 (Tableau 2).

Le groupement 2 est constitué de 12 relevés de jardins de cases d'une richesse spécifique de 22 espèces réparties en 12 familles. Ce groupement est caractérisé par *A. paniculata*, *A. digitata* et *Blighia sapida* avec des *IVIs* respectifs de 144,59 %, 122,06 % et 115,07 %. Les Rutaceae, les Malvaceae et les Anacardiaceae sont les familles les plus représentées avec des *IVF* de 63,74 %, 61,42 % et 31,45 % respectivement. L'indice de Shannon et l'équitabilité sont respectivement de 4,37 bits et 0,98. La hauteur moyenne et le diamètre moyen des pieds de *A. paniculata* sont respectivement de $14,87 \pm 01,96$ m et $21,72 \pm 3,21$ cm. La densité moyenne est de 30 ± 28 pieds/ha et la contribution basale est de 0,22 (Tableau 1).

Le groupement 3 est composé de 12 relevés d'une richesse spécifique de 22 espèces ligneuses subdivisées en 14 familles. Ce sont des jardins de case caractérisés par *A. paniculata*, *B. sapida* et *M. indica*. Les *IVIs* de ces espèces sont respectivement de 139,08 %, 113,23 % et 96,32 %. Les familles les plus importantes sur la base des *IVF* sont : les Rutaceae (65,29 %), les Malvaceae (42,61 %) et les Anacardiaceae (36,45 %). L'indice de Shannon est de 3,70 bits et l'équitabilité de Piélou 0,83 (Tableau 1). La hauteur moyenne est de $14,54 \pm 1,79$ m, le diamètre moyen $18,15 \pm 3,29$ cm et la densité moyenne 22 ± 18 pieds/ha. La contribution basale des pieds de *A. paniculata* est de 0,18.

D'une richesse spécifique de 16 espèces ligneuses, subdivisées en 11 familles recensées au sein de 12 relevés, le groupement 4 est celui des jardins de case et des agrosystèmes. Les espèces caractéristiques : *A. digitata*, *A. paniculata* et *Ceiba pentadra* ont des *IVIs* respectifs de 148,09 %, 141,62 % et 75,08 %. Suivant les *IVF*, les familles les plus importantes sont : les Malvaceae (102,38 %), les Rutaceae (61,62 %) et les Fabaceae (30,25 %). L'indice de Shannon est de 2,84 bits et l'équitabilité de Piélou 0,71 (Tableau 1). La hauteur moyenne, le diamètre moyen et la densité moyenne de *A. paniculata* correspondent à : $14,45 \pm 2,41$ m ; $18,41 \pm 3,21$ cm et 19 ± 34 pieds/ha. La contribution basale dans ce groupement est le plus faible (0,16).

Tableau 1. Indice de valeur d’importance des cinq (5) espèces les plus représentées

	Fr (%)	DOMsp (%)	DENSsp	IVIs _p
G1				
<i>Afraegle paniculata</i> (Schum.) Engl.	100	23,74	19,59	143,33
<i>Tectona grandis</i> L. f.	100	14,98	19,59	134,57
<i>Mangifera indica</i> L.	66,67	14,15	13,40	94,22
G2				
<i>Afraegle paniculata</i> (Schum.) Engl.	100	23,16	21,43	144,59
<i>Adansonia digitata</i> L.	83,33	23,72	15	122,06
<i>Blighia sapida</i> Konig.	91,67	9,84	13,57	115,07
G3				
<i>Afraegle paniculata</i> (Schum.) Engl.	92,31	22,24	24,53	139,08
<i>Blighia sapida</i> Konig.	84,62	12,58	16,04	113,23
<i>Mangifera indica</i> L.	69,23	12,93	14,15	96,32
G4				
<i>Adansonia digitata</i> L.	83,33	41,18	23,58	148,09
<i>Afraegle paniculata</i> (Schum.) Engl.	100	20,87	20,75	141,62
<i>Ceiba pentadra</i> (L.) Gaertn.	58,33	10,15	6,60	75,08

Tableau 2. Indices de valeurs d’importance des familles les plus représentées dans les parcs à *A. paniculata* dans la préfecture de Doufelgou au Togo

	DIV (%)	DOM (%)	DEN (%)	IVF (%)
G1				
Verbenaceae	15,00	21,59	25,77	62,36
Rutaceae	10,00	24,26	20,62	54,87
Anacardiaceae	10,00	15,77	15,46	41,24
G2				
Rutaceae	13,64	25,28	24,82	63,74
Malvaceae	13,64	28,64	19,15	61,42
Anacardiaceae	4,55	14,14	12,77	31,45
G3				
Rutaceae	18,18	22,34	24,76	65,29
Malvaceae	9,09	20,19	13,33	42,61
Anacardiaceae	9,09	13,07	14,29	36,44
G4				
Malvaceae	12,50	51,32	38,55	102,38
Rutaceae	12,50	21,41	27,71	61,62
Fabaceae	18,75	4,27	7,23	30,25

Tableau 3. Paramètres structuraux des parcs à *Afraegle paniculata* dans la préfecture de Doufelgou au Togo

Paramètres	G1	G2	G3	G4	p
A. Paniculata					
Hm (m)	16,20 ± 4,03	14,88 ± 2,59	14,54 ± 2,29	14,45 ± 3,27	0,56
Dm (cm)	27,80 ± 6,69	21,72 ± 3,77	18,15 ± 4,25	18,30 ± 4,17	0,00
D (pieds/ha)	17,59 ± 14	37,04 ± 17	22,22 ± 10	18,80 ± 10	0,61
Go (m ² /ha)	1,07 ± 0,05	1,37 ± 0,04	0,58 ± 0,03	0,49 ± 0,03	0,00
Ensemble des ligneux					
Hm (m)	15,37 ± 4,13	16,67 ± 4,41	16,24 ± 3,58	19,16 ± 9,96	0,00
Dm (cm)	20,31 ± 6,63	27,75 ± 7,96	20,86 ± 7,23	23,85 ± 7,47	0,01
D (pieds/ha)	90 ± 44	174 ± 36	90 ± 23	71 ± 42	0,01
Go (m ² /ha)	2,91 ± 0,02	6,20 ± 0,03	3,07 ± 0,03	3,17 ± 0,03	0,01
Cs (%)	0,37	0,22	0,19	0,16	-
Ish (bits)	3,61	4,37	3,70	2,84	-
Eq	0,83	0,98	0,83	0,71	-

Rs = Richesse spécifique ; Ish = Indice de Shannon ; Eq = Équitabilité de Piérou ; G (m²/ha) = Surface terrière ; Dm = Diamètre moyen ; Hm = Hauteur moyenne ; D = Densité ; Cs = La contribution basale.

3.4. Structures verticales et horizontales des parcs à *A. paniculata*

La valeur du coefficient de forme « c » de la structure en hauteur de l'ensemble des ligneux est comprise entre 1 et 3,6 (Figure 4). Cette distribution est dite asymétrique positive caractérisée par la dominance des individus de moindres hauteurs. Les classes de hauteurs les plus représentées sont celles de 10 à 12 m pour G1, G2 et G4 et 12 à 14 m pour G3. Pour les individus de *A. paniculata*, la valeur de coefficient de forme est supérieure à 3,6. Cette valeur correspond à une structure asymétrique négative caractérisée par la dominance des pieds de plus grandes hauteurs.

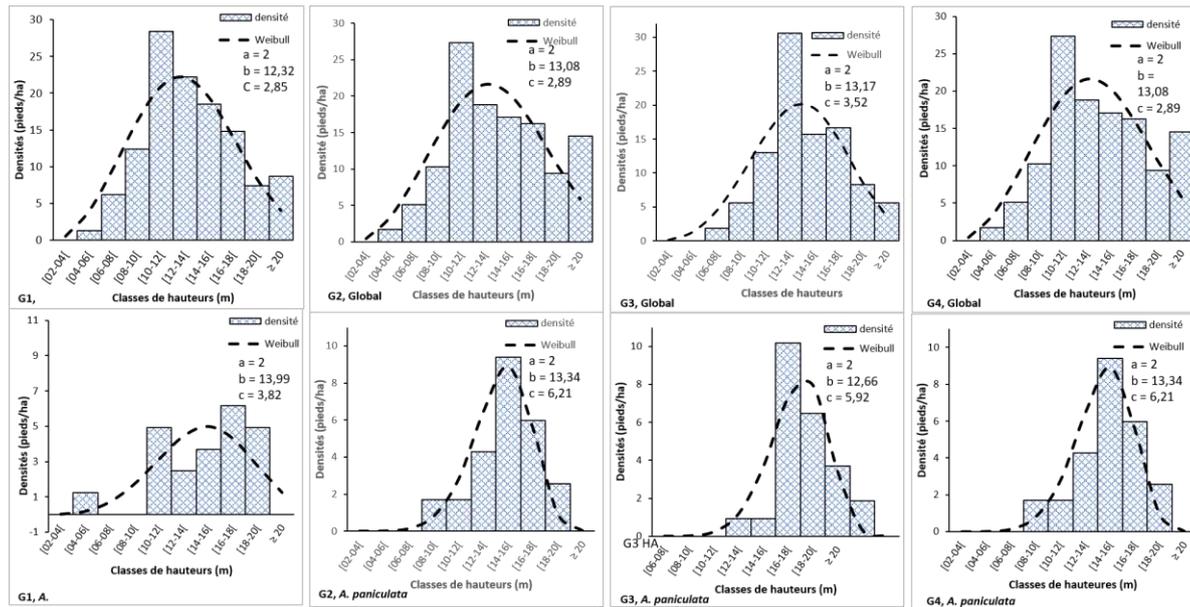


Figure 4. Structure par classes de hauteurs des peuplements et des populations de *A. paniculata* dans la Préfecture de Doufelgou au Togo

Structure en diamètre

La structure en diamètre des peuplements ligneux est en forme de « L » renversé avec un coefficient de forme « c » de Weibull de la distribution est comprise entre 1 et 3,6 au niveau des groupements 1, 3 et 4. Au niveau du groupement 2, ce coefficient de forme est inférieur à 1. Les individus de diamètres compris entre 10 et 30 restent globalement les plus dominants. La tendance change en considérant les individus de *A. paniculata*. On note une structure en cloche asymétrique positive dans les groupements 1 et 2. Ces structures sont caractéristiques des peuplements à dominance de jeunes individus (Figure 5). Le coefficient de forme de distribution théorique de Weibull est compris entre 1 et 3,6. Cette distribution est caractéristique des peuplements à prédominance des individus de faibles diamètres.

4. Discussion

La diversité globale des espèces ligneuses identifiées dans cette étude est de 38 espèces réparties en 33 genres et 16 familles. Cette richesse spécifique est supérieure à celle des parcs agroforestiers de la préfecture de Doufelgou (25 espèces) (Wala et al. 2005) et celles des parcs agroforestiers à rôniers de la région des Savanes du Togo (23 espèces) (Atakpama et al. 2022a). Elle est comparable à celle des parcs agroforestiers à néré et à tamarinier de la zone soudanienne du Togo, 38 espèces chacun (Padakale et al. 2015; Samarou et al. 2022). La richesse floristique des formations à *A. paniculata* s'explique par le mode de gestion des peuplements. Les inventaires ont été réalisés principalement dans les jardins de cases où sont généralement aménagées plusieurs plantes utilisées à des fins alimentaires et médicinales. Les jardins de case sont souvent enrichis en espèces utiles et bénéficient de plus d'entretiens. Ceci justifie l'importance des espèces des plantes alimentaires prioritaires du Togo au sein de ces écosystèmes (Eyog-Matig et al. 2002; Folega et al. 2022; Fousseni et al. 2023) : *B. sapida*, *M. indica* et *A. digitata*. L'importance socio-économique de ces espèces est relevée lors des études antérieures au Togo (Franck et al. 2020; Kebenzikato et al. 2023; Kebenzikato et al. 2015; Nabede et al. 2022).

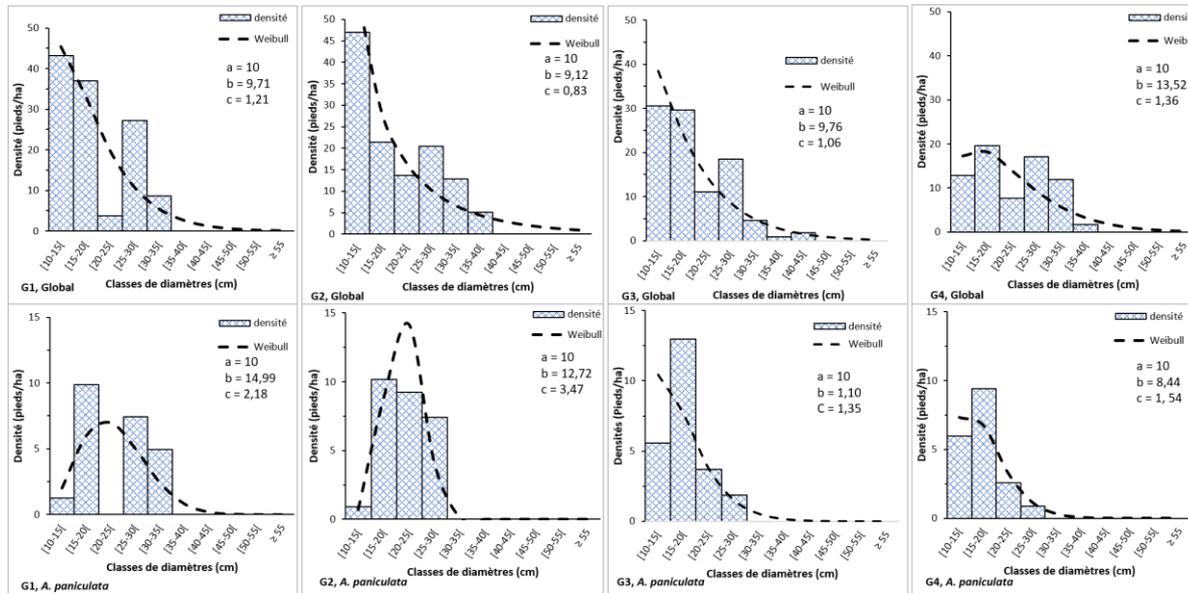


Figure 5. Structure par classe de diamètre des peuplements et des populations de *A. paniculata* dans la Préfecture de Doufelgou au Togo

L'impact de l'homme sur la richesse floristique et les caractéristiques structurales des jardins de case est ressorti dans les études des agrosystèmes de la région des plateaux du Togo (Atakpama et al. 2022b) et des parcs agroforestiers à baobab au Togo (Kebenzikato et al. 2014). L'impact humain ressort à travers la forte représentativité des espèces introduites dans les peuplements étudiés. Ceci contribue à l'augmentation des services d'approvisionnement remplis par les jardins de cases. Ces espèces introduites partagent l'espace en particulier avec les espèces de transition, caractéristiques du climat de la zone d'étude (Brunel et al. 1984). La dominance des espèces mésophanéophytes montre le caractère boisé des peuplements à *A. paniculata*.

La densité des pieds adultes d'*A. paniculata* dans la préfecture de Doufelgou varie entre 19 et 29 pieds/ha. Ces densités sont comparables à celles des parcs agroforestiers de karité, de rôniers et à baobab (19 et 35 tiges/ha) (Aleza et al. 2018; Atakpama et al. 2022a; Kebenzikato et al. 2014) au Togo et au Bénin. Par contre ces densités sont plus élevées que celles rapportées des parcs agroforestiers tamariniers dans la zone soudanienne du Togo (entre 8,55 et 12,30 tiges/ha) (Samarou et al. 2022). La densité des arbres est constamment réduite sur les terres cultivées pour permettre le développement des cultures (Padakale et al. 2015; Thiombiano et al. 2010; Wala et al. 2005; Folega et al. 2014; Folega et al. 2011; Folega et al. 2010).

La structure en diamètre décrit une prédominance de jeunes individus dans les peuplements. La prédominance des jeunes individus montre un bon recrutement dans les différents peuplements étudiés. Les individus âgés de *A. paniculata*, souvent improductifs sont abattus et utilisés comme bois de chauffage. Ceci justifie l'absence des individus de grands diamètres de cette espèce dans les peuplements. D'autres études structurales des parcs agroforestiers au Togo rapportent plutôt des structures démographiques en cloche (Atakpama et al. 2022a; Kebenzikato et al. 2014; Wala et al. 2005). Ces dernières rapportent une faible régénération due à la pression de collecte des fruits et graines des espèces agroforestières (Padakale et al. 2014; Kebenzikato et al. 2014).

Les structures verticales des arbres sont en cloche dissymétrique droite indiquant une prédominance d'individus de faibles hauteurs. Des résultats similaires ont été rapportés au Bénin et au Togo (Atakpama et al. 2022a; Ouinsavi et al. 2011). La compétition vis-à-vis de la lumière favorise la croissance en hauteur au détriment de la croissance en diamètre. Ceci justifie la forte représentation des individus de faibles diamètres et de grandes hauteurs. L'élagage a un impact sur la croissance des arbres. Selon Atakpama et al. (2022a), l'élagage réduit la quantité de feuilles, inhibe ainsi la photosynthèse qui agit sur la croissance des arbres.

5. Conclusion

La présente étude montre que *A. paniculata* se retrouve le plus souvent dans les jardins de cases où plusieurs espèces multusagers, notamment alimentaires sont cultivées. La diversité de ces formations est de 38 espèces ligneuses. On note une cohabitation entre les espèces de transition, empreintes des conditions écologiques stationnelles avec les espèces introduites. Les structures démographiques montrent une dominance des individus de faibles diamètres. La compétition pour la lumière est à l'origine de la

prédominance des individus de grandes hauteurs. La mise en pépinière et l'introduction de l'espèce dans la politique de reboisement du Togo jouera un rôle essentiel dans l'amélioration de la régénération de l'espèce.

Remerciement

Nos remerciements aux populations de la préfecture de Doufelgou (région de la Kara, Togo) pour avoir accepté la conduite des travaux de collecte des données dans leurs domaines. Notre gratitude également aux évaluateurs dont les commentaires et corrections ont permis d'améliorer la qualité de cet article.

Contribution des auteurs

Contribution des auteurs	
Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	Kanda Madjouma
Gestion des données	Alassani Amela Komlavi, Atakpama Wouyo
Analyse formelle	Alassani Amela Komlavi, Atakpama Wouyo
Acquisition du financement	RAS
Enquête et investigation	Alassani Amela Komlavi,
Méthodologie	Alassani Amela Komlavi, Atakpama Wouyo, Kanda Madjouma
Gestion de projet	Kanda Madjouma, Akpagana Koffi
Ressources	RAS
Logiciels	Alassani Amela Komlavi, Atakpama Wouyo
Supervision	Folega Fousséni, Kanda Madjouma, Akpagana Koffi
Validation	Folega Fousséni, Kanda Madjouma, Akpagana Koffi
Visualisation	
Écriture – Préparation	Alassani Amela Komlavi, Atakpama Wouyo, Folega Fousséni
Écriture – Révision	Alassani Amela Komlavi, Atakpama Wouyo, Folega Fousséni, Folega Fousséni, Kanda Madjouma, Batawila Komlan, Akpagana Koffi

Références

- Achigan-Dako EG, Pasquini MW, Assogba Komlan F, N'danikou S, Yédomonhan H, Dansi A, Ambrose-Oji B (eds) (2010) Traditional vegetables in Benin. Imprimeries du CENAP ed. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Cotonou, Bénin. https://www.academia.edu/download/33157939/Traditional_Vegetables_Benin_version_4.1.1_May_2010_1_.pdf accessed on 25/12/2023
- Akoégninou A, van der Burg WJ, van der Maesen LJG, Adjakidjè V, Essou JP, Sinsin B, Yédomonhan H (2006) Flore Analytique du Bénin. Backhuys Publishers, Cotonou & Wageningen. doi:<https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/281595>
- Akpagana K (2006) Savoirs locaux et gestion de la biodiversité : habitudes alimentaires et utilisation des plantes alimentaires mineures ou menacées de disparition au Togo. Rapport année III, projet CRDI n°101517. Univ. Lomé, Lomé-Togo
- Akpavi S et al. (2012) Distribution spatiale des plantes alimentaires mineures ou menacées de disparition au Togo: un indicateur de l'ampleur de leur menace Acta Botanica Gallica 159:411-432 doi:<https://doi.org/10.1080/12538078.2012.737145>
- Aleza K, Villamor GB, Nyarko BK, Wala K, Akpagana K (2018) Shea (*Vitellaria paradoxa* Gaertn CF) fruit yield assessment and management by farm households in the Atacora district of Benin Plos one 13:20 doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190234> J
- Arbonnier M (2002) Arbres, arbustes et lianes d'Afrique de l'Ouest. 2e ed. CIRAD, MNHN
- Atakpama W, Atoemne K, Egbelou H, Padakale E, Batawila K, Akpagana K (2022a) Distribution et démographie des parcs à rôniers dans la Région des Savanes du Togo AJLP-GS 5:290-302 doi:<https://doi.org/10.48346/IMIST.PRSM/ajlp-gs.v5i2.28341>
- Atakpama W, Dourma M, Wala K, Pereki H, Batawila K, Akpagana K (2014a) Structure and natural regeneration of *Sterculia setigera* Del. plants communities in Sudanian Zone of Togo (West Africa) IJPSS 3:330-346 https://www.academia.edu/download/35090455/Atakpama342013IJPSS7252_1.pdf accessed one 20/08/2023
- Atakpama W et al. (2014b) Woody species diversity, structure and distribution of *Sterculia setigera* Del. in Togo (West Africa) Annual Research & Review in Biology 4:4511-4528 doi:<https://doi.org/10.9734/ARRB/2014/10732>

- Atakpama W, Woegan YA, Folega F, Binao NK, Batawila K, Akpagana K (2022b) Systèmes agroforestiers de la Région des Plateaux du Togo AgroBiologia 12:2932-2940 <https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/255/12/1/187488> accessed one 20/08/2023
- Batawila K, Akpavi S, Wala K, Kanda M, Akpagana RVEK, Komlan B (2007) Diversite et gestion des légumes de cueillette au Togo AJFAND 7:55-68 https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/104623/Developing_African_leafy_vegetables_for_improved_nutrition_1_513.pdf?sequence=3#page=63 accessed on 25/12/2023
- Bonou W, Glèlè Kakai R, Assogbadjo AE, Fonton HN, Sinsin B (2009) Characterisation of *Afzelia africana* Sm. habitat in the Lama Forest reserve of Benin For Ecol Manag 258:1084-1092 doi:<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.05.032>
- Brunel JF, Hiepko P, Scholz H (1984) Flore analytique du Togo : Phanerogames. GTZ, Eschborn. doi:<https://doi.org/10.2307/3776742>
- Busson F (1965) Plantes alimentaires de l'Ouest africain, Étude botanique biologique et chimique 315 p
- Doh NA, Tchaou MN, Vuti K, Houndji SV, Amenyan K, Dossou RB, Lamboni C (2019) Huile d'*Afraegle paniculata* (schumach et thonn engl., 1915): biotolérance et impacts biochimiques chez les rats Afrique SCI. 15:384-393 <http://afriquescience.net/PDF/15/6/31.pdf> accessed on 03/11/2023
- Dourma M, Soou E, Atakpama W, Folega F, Akpagana K (2019) Dynamique spatio-temporelle et structure de la végétation de la forêt classée d'Atakpamé au Togo Ann. Sci. Tech. 19:1-22 <http://www.annalesumng.org/index.php/st/article/view/642/182319> accessed one 20/08/2023
- Ern H (1979) Die vegetation togos. gliederung, gefährdung, erhaltung Willdenowia:295-312
- Eyog-Matig O, Gandé Gaoué O, Dossou B (2002) Programme de ressources génétiques forestières en Afrique au sud du Sahara. Institut International des Ressources Phytogénétiques (IPGRI), Ouagadougou, Burkina Faso <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/105276/825.pdf?sequence=3> accessed on 25/12/2023
- Franck EE, Atakpama W, Tchacondo T, Batawila K, Akpagana K (2020) Importance du temps en médecine traditionnelle : Cas de l'usage de trois plantes de la pharmacopée togolaise Nut. Sant. 9:94-105 doi:<https://doi.org/10.30952/ns.9.2.5>
- Fousseni F, Bilouktime B, Mustapha T, Kamara M, Wouyo A, Aboudoumisamilou I, Oyetunde D, Kperkouma W, Komlan B, Koffi A. (2023) Land Use Change and the Structural Diversity of Affem Boussou Community Forest in the Tchamba 1 Commune (Tchamba Prefecture, Togo). Conservation. 2023; 3(3):346-362. <https://doi.org/10.3390/conservation3030024>
- Folega F, Datche-Danha KE, Folega AA, Woegan AY, Kperkouma W, Akpagana K (2022). Diversité des services écosystémiques et utilisation des terres dans le paysage du socle Eburnéen au Togo. Revue Nature et Technologie, 14(02), 61-75
- Folega, F., Zhang, C.Y., Woegan, Y.A., Wala, K., Dourma, M., Batawila, K., Seburanga, J.L., Zhao, X.H., Akpagana, K. (2014): Structure and ecology of forest plant community in Togo. Journal of Tropical Forest Science, 26 (2): 225–239.
- Folega, F., Zhang, C.Y., Samake, G., Kperkouma, W., Batawila, K., Zhao, X.H., Akpagana, K. (2011): Evaluation of agroforestry species in potential fallows of areas gazette as protected areas. African Journal of Agricultural Research, 6(12):2828-2834.
- Folega, F., Zhao, X.H., Zhang, C.Y., Wala, K., Akpagana, K. (2010): Ecological and numerical analyses of plant communities of the most conserved protected area in North-Togo. International Journal of Biodiversity and Conservation, 2(11):359-369.
- Ibrahim-Naim RA, Atakpama W, Amegnaglo KB, Noundja L, Batawila K, Akpagana K (2021) Diversité floristique et biomasse fourragère des parcours potentiels de pastoralisme du socle éburnéen au Togo Rev. Écosyst. et Pay. (Togo) 1:12-29 https://lbev-univlome.com/wp-content/uploads/2022/01/02-Ibrahim-et-al.-dec_2021.pdf accessed one 20/08/2023
- Igoli J, Ogaji O, Tor-Ayiin T, Igoli N (2005) Traditional medicine practice amongst the Igede people of Nigeria. Part II AJTCAM 2:134–152-134–152 <https://journals.athmsi.org/index.php/ajtcam/article/download/47/49> accessed one 20/08/2023
- Issa I et al. (2015) Typologie et structure de *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss. (Meliaceae) sur les Monts Défalé (préfecture de Doufelgou). Acte du 1er colloque Scientifique Internationale de l'Université de Kara, Kara, Togo, 12-16 mai 2014
- John T Dietary diversity, global change and human health. In: Montreal, Canada: Proceedings of the Symposium Managing Biodiversity in Agricultural Ecosystems, 2001. <https://archive.unu.edu/env/plec/cbd/Montreal/presentations/Johns.pdf> accessed on 25/12/2023
- Kebezikato AB, Atakpama W, Samarou M, Kperkouma W, Batawila K, Akpagana K (2023) Importance socio-économique du baobab (*Adansonia digitata*) au Togo RMSAV 11:294-302 doi:<https://10.5281/ZENODO.8278018>
- Kebezikato 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> accessed on 20/08/2023
- 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> accessed on 20/08/2023

- Kokou K, Atato A, Bellefontaine R, Kokutse AD, Caballé G (2006) Diversité des forêts denses sèches du Togo (Afrique de l'Ouest) Rev. Ecol. Ter. Vie 61:225-246 <https://hal.science/hal-03533267/document> accessed on 30/11/2023
- Konan N.d.S., Kouame BA, Bossoh AM, Bekro JAM, Konan KM, Nemlin GJ, Pirat J-L, Bekro Y-A (2011) Étude Chromatographique et Activité Anti-Oxydante de L'huile Essentielle de *Afraegle paniculata* (Rutaceae) Eur. J. Sci. Res. 63:482-488 http://www.lablcbosn.com/wp-content/uploads/2015/09/EJSR_63_4_03.pdf accessed on 30/11/2023
- Koumantiga D, Wala K, Batawila K, Akpagana K (2012) Les potentialités écotouristiques dans la préfecture de Doufelgou (Togo, Afrique de l'Ouest) Étud. Carib. <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.6326>
- Lawal I, Uzokwe N, Ladipo D, Asinwa I, Igboanugo A (2009) Ethnophytotherapeutic information for the treatment of high blood pressure among the people of Ilugun, Ilugun area of Ogun State, south-west Nigeria Afr. J. Pharm. Pharmacol. 3:222-226 <https://academicjournals.org/journal/AJPP/article-full-text-pdf/562F4FA34318.pdf> accessed on 03/11/2023
- Magurran AE, Dornelas M, Moyes F, Henderson PA (2019) Temporal β diversity—A macroecological perspective Glob. Ecol. Biogeogr. 28:1949-1960 <https://research-repository.st-andrews.ac.uk/handle/10023/20937> accessed on 03/11/2023
- Nabede A, Sina H, Souho T, Mamatchi M, Bade FT, Baba-Moussa F (2022) Ethnobotanical and Socio-economic Value of *Blighia sapida* (KD Koenig) in Togo APRJ 9:32-39 doi:<https://doi.org/10.9734/APRJ/2022/v9i330210>
- Quinsavi C, Gbémavo C, Sokpon N (2011) Ecological structure and fruit production of African fan palm (*Borassus aethiopicum*) populations American journal of plant sciences 2:733-743 doi: <https://doi.org/10.4236/ajps.2011.26088>
- 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>
- Peters RG, Covello VT, McCallum DB (1997) The determinants of trust and credibility in environmental risk communication: An empirical study Risk Anal. 17:43-54 https://centerforriskcommunication.org/wp-content/uploads/2021/05/Environmental_Risk_Trust_Credibility_Factors_Study.pdf accessed on 30/11/2023
- 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. Pay. 1:109-125 <https://lbev-univlome.com/wp-content/uploads/2022/08/Samarou-et-al21.2022.pdf> accessed on 03/11/2023
- 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 <https://www.m.elewa.org/JAPS/2010/9.1/4.pdf> accessed on 30/11/2023
- Wala K, Guelly AK, Batawila K, Dourma M, Sinsin B, Akpagana K Traditional agroforestry systems in Togo: variability according to latitude and local communities. In: Parotta JA, Oteng-Yeboah A, Cobbinah J (eds) Traditional Forest-Related Knowledge and Sustainable Forest Management in Africa, Accra, Ghana, 15-17 October 2008 2009. IUFRO Secretariat, pp 21-27 <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=372960a03c6634fa10a1f8695e58b3774a9a685f#page=27> accessed on 25/12/2023
- Wala K, Sinsin B, Guelly KA, Kokou K, Akpagana K (2005) Typologie et structure des parcs agroforestiers dans la préfecture de Doufelgou (Togo) Sécheresse 16:209 - 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 accessed on 30/11/2023
- White F (1986) La végétation de l'Afrique : mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique Unesco/AETFAT/UNSO vol 20. IRD Editions,