

# Suivi et évaluation des paramètres de croissance des peuplements d'*Anogeissus leiocarpus* dans le contexte d'aménagement et la gestion des paysages anthropisé au Togo

## Monitoring and evaluation of growth parameters of *Anogeissus leiocarpus* stands in the context of development and management of anthropized landscapes in Togo

Laptchara Assofouna<sup>2</sup> Achille, Abe Akala<sup>1</sup>, Folega Fousséni<sup>1</sup>, Wala Kperkouma<sup>1</sup>, Batawila Komlan<sup>1</sup>, Akpagana Koffi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale, Département de botanique, Faculté des sciences (FDS), Université de Lomé (UL), 1 BP 1515 Lomé 1, Togo

<sup>2</sup>Département de Foresterie, Institut National de Formation Agricole (INFA) de Tové, BP 401 Kpalimé, Togo

(\*) Auteur correspondant : [abeakala@gmail.com](mailto:abeakala@gmail.com)

### ORCID des auteurs

Laptchara Assofouna Achille : <https://orcid.org/0009-0008-2288-9652>, Abe Akala : <https://orcid.org/0009-0009-1506-7412>, Folega Fousséni : <https://orcid.org/0000-0001-9097-3524>, Wala Kperkouma : <https://orcid.org/0000-0002-7533-6356>, Batawila Komlan : <https://orcid.org/0000-0003-2781-3063>, Akpagana Koffi : <https://orcid.org/0000-0003-4290-8861>

**Comment citer l'article** : Laptchara Assofouna Achille, Abe Akala, Folega Fousséni, Wala Kperkouma, Batawila Komlan, Akpagana Koffi (2024). Suivi et évaluation des paramètres de croissance des peuplements d'*Anogeissus leiocarpus* dans le contexte d'aménagement et la gestion des paysages anthropisé au Togo. *Revue Ecosystèmes et Paysages*, 4(2) : 1-23, e-ISSN (Online) : 2790-3230  
Doi: <https://doi.org/10.59384/recopays.tg4202>

**Reçu** : 30 septembre 2024

**Accepté** : 15 décembre 2024

**Publié** : 30 décembre 2024



**Copyright**: Published under a Creative Commons Attribution (CC-BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

### Résumé

*Anogeissus leiocarpus* est une essence forestière connue pour ses multiples biens et services fournis aux populations des milieux ruraux. La présente étude réalisée vise à contribuer à une meilleure gestion des ressources forestière à forte valeur économique. Pour mener à bien notre étude la première approche méthodologique s'est basé essentiellement sur une enquêtes ethnobotanique auprès de 38 ménages afin de caractériser la diversité des usages endogènes d'*Anogeissus leiocarpus*. La deuxième approche a constitué en une mesure physique des paramètres dendrométriques dans les 2 stations considérées. Pour une station donnée les individus ligneux dont le diamètre à hauteur de poitrine (DHP)  $\geq 5$  cm sont mesurés en considérant le diamètre, les hauteurs, le houppier, les caractéristiques du biotope et les perturbations majeures. Les résultats révèlent que l'*Anogeissus leiocarpus* est très bien connue par 98% des répondants des différents groupes sociolinguistiques. L'inventaire effectué a permis de recenser au total 31 espèces végétales dans l'ensemble des stations. Ces espèces sont redistribuées comme suit : 15 espèces réparties en 15 genres et 12 familles avec une prédominance des Combretaceae (42,10%) suivi des Sapotaceae (28,34%) comme les plus dominants dans la station 2 et 20 espèces réparties en 20

genre et 12 familles dont les plus représentées sont les fabaceae (23,8%) et les euphorbiaceae (19,57%) dans la station 3. La corrélation entre le diamètre et la hauteur des arbres est traduite par des fonctions logarithmiques qui sont respectivement  $y = 0,0309\ln(x) + 0,1091$  avec  $R^2 = 0,79$  dans la station 2 et  $y = 0,0382\ln(x) + 0,1461$  avec  $R^2 = 0,64$  dans la station 3. Pour assurer sa gestion durable dans un environnement marqué par une forte pression anthropique ou elle est menacée de disparition des mesures doivent être prises afin d'éviter toute exploitation massive et frauduleuse de cette précieuse ressource.

**Mots clés :** *Anogeissus leiocarpus*, Croissance, Gestion, Usages, Togo

## Abstract

*Anogeissus leiocarpus* is a forest species known for the multiple goods and services it provides to people living in rural areas. This study aims to contribute to better management of forest resources with high economic value. The first approach used survey data from 38 households to characterise the diversity of endogenous uses of *Anogeissus leiocarpus*. The second approach consisted of a physical measurement of dendrometric parameters at the 2 stations considered. For a given station, woody individuals with a diameter at breast height (DBH)  $\geq 5$  cm were measured, taking into account diameter, height, crown, biotope characteristics and major disturbances. The results show that *Anogeissus leiocarpus* is very well known by 98% of respondents from the different sociolinguistic groups. A total of 31 plant species were identified at all the stations. These species are redistributed as follows 15 species divided into 15 genera and 12 families with combretaceae (42.10%) followed by sapotaceae (28,34%) as the most dominant in station 2 and 20 species divided into 20 genera and 12 families of which the most represented are fabaceae (23.8%) and euphorbiaceae (19.57%) in station 3. The correlation between tree diameter and height is expressed by logarithmic functions which are respectively  $y = 0.0309\ln(x) + 0.1091$  with  $R^2 = 0.79$  in station 2 and  $y = 0.0382\ln(x) + 0.1461$  with  $R^2 = 0.64$  in station 3. To ensure its sustainable management in an environment marked by strong anthropic pressure, where it is threatened with extinction, measures must be taken to avoid any massive and fraudulent exploitation of this precious resource.

**Keywords:** *Anogeissus leiocarpus*, Growth, Management, Uses, Togo

## 1. Introduction

La raréfaction des espèces à importance économique et les besoins croissants en produits végétaux constituent de nos jours des facteurs d'aggravation de la pression sur les espèces utilitaires. Au cours des dernières décennies, il a été constaté une dégradation très accélérée des ressources forestières. Cette dégradation de la végétation est devenue aujourd'hui l'un des problèmes environnementaux majeurs dans les pays en développement notamment en Afrique (Sidibe, 2022). Les forêts tropicales dans leurs rôles de maintien de vie sur la planète (Myers, 1996; Lescuyer & Locatelli, 1999; Puig, 2001; Adebun & Abdala, 2012; Folega et al., 2023) servent d'habitat à un grand nombre d'espèces animales et végétales (Kabulu Djibu et al., 2008; Vogel et al., 2013; Tankoano et al., 2015; Folega et al., 2023) et constituent un élément clé du cycle mondial du carbone. Les forêts à l'échelle mondiale contribuent, environ 77 % de stockent de carbone dans la biomasse végétale aérienne et 23% dans la biomasse souterraine (Zoghaib, 2021). Les forêts jouent donc un rôle déterminant dans la régulation du niveau du CO<sub>2</sub> atmosphérique, dont l'augmentation d'origine anthropique est considérée comme majoritairement responsable du réchauffement climatique (Watson et al., 2001; Demaze, 2010; Boulmane et al., 2013). Par ailleurs, ces forêts tropicales représentent le cœur de la biodiversité mondiale et procurent des ressources vitales aux populations humaines (Dourma et al., 2009; Agbogan et al., 2012; Pereki et al., 2013; Folega et al., 2017).

Depuis les origines, l'Homme a recours à la nature pour résoudre plusieurs problèmes majeurs de son existence (Abebe, 1994). Les actions thérapeutiques d'une gamme assez variée de plantes bien que non scientifiquement confirmées ont été découvertes par les peuples depuis des siècles (Ndhlala et al., 2013). On dénombre de nombreux ligneux des forêts tropicales dont toutes les parties ou presque sont quotidiennement utilisées en médecine traditionnelle mais aussi comme bois d'œuvre ou bois de service (Fandohan et al., 2008).

Cependant malgré de nombreux biens et services que procurent ces forêts, elles n'échappent pas aux phénomènes anthropiques de tous genres (feux de végétation, l'agriculture extensive, la production de bois-énergie, l'extraction du bois d'œuvre et de service, le pastoralisme, la chasse) (Polo-Akpisso et al., 2018; Folega et al., 2019; Abalo et al., 2021). Ces activités anthropiques couplées à des impacts climatiques modélisent la structure et la composition des paysages entraînant la régression ou l'extinction de certaines espèces ligneuses utiles pour les populations (Lessmeister R., 2015; Sandjong et al., 2018). Le facteur climatique est le plus déterminant dans la distribution des espèces (Ozenda, 1982; Tremblay et al., 2002; Ouédraogo et al., 2005; Archibold, 2012) mais l'action anthropique est la source des changements les plus rapides des communautés végétales. La régénération de nombreuses espèces ligneuses est rendue difficile par l'action néfaste des feux et du pâturage (Gijssbers et al., 1994; Hoffmann, 1998; Bationo et al., 2001; Gould et al., 2002; Thiombiano et al. 2003; Ouédraogo et al., 2005).

*Anogeissus leiocarpus* (DC) Guill et Perr est une espèce endémique multi-usagers des savanes soudano sahéliennes (Kubmarawa et al., 2007) très utilisées en médecine traditionnelle, en tant que bois énergie, elle participe énormément à la satisfaction quotidienne des besoins des populations (Sena & Djakpa, 2016) et s'invite dans la restauration des écosystèmes dégradés. Au Togo *Anogeissus leiocarpus* aujourd'hui fait l'objet de plusieurs menaces d'exploitation. Cette dernière ne bénéficie d'aucune politique de reboisement ou d'aménagement mis en place. Les usages liés à la production du charbon de bois, du bois d'œuvre et service, du bois énergie et du fourrage sont les usages les plus courants de cette essence forestière.

Pourtant, au vu des atouts utilitaires de certaines espèces les problèmes de régénération constituent de nos jours un enjeu économique évident (Bellefontaine et al., 2001; Saenz & Guariguata, 2001; Gould et al., 2002). L'objectif général de notre étude vise à contribuer à une gestion durable des peuplements d'*Anogeissus leiocarpus* au niveau national et régional au Togo.

Plus spécifiquement il s'agit de déterminer les valeurs d'usages endogènes de *Anogeissus leiocarpa* ensuite caractériser la diversité structurale des peuplements et d'établir des modèles de régression entre les paramètres spécifiques de croissances.

### Description botanique d' *Anogeissus leiocarpa*

Récemment appelé *Anogeissus leiocarpa*, *Anogeissus leiocarpus* (D.C) Guill. et Perr. (Synonymes : *Anogeissus schimperi* Hochst. ex Hutch et Dalz., *Conocarpus leiocarpus* D.C) (Hutchinson & Dalziel, 1954; Von, 1983; Terrible, 1984; Sena & Djakpa, 2016), le genre *Anogeissus* comprend onze (11) espèces dont 6 dans les Indes Britanniques, 2 en Indochine, 1 en Arabie et 2 en Afrique qui furent initialement décrites et séparées en deux : l'une à petites feuilles fut nommée *Conocarpus parvifolius*, l'autre à grandes feuilles, *Conocarpus schimperi*. Aubreville, (1950) rapportèrent les deux espèces à l'espèce sénégalaise, *Anogeissus leiocarpus* (OC.) Guill. et Perr. nommée par De Candolle, (1844) d'après les échantillons du Sénégal recueillis par Guillemain et Perrotet., (1833). Hutchinson J, Dalziel J.M and Alston A.H.G., (1954) revinrent à la division en deux espèces : *Anogeissus leiocarpus* et *Anogeissus schimperi* sur la base de la dimension des feuilles. Outre ce caractère contesté, il fut donné comme autre critère de différenciation, le caractère glabre du calice de *Anogeissus schimperi* tandis que celui d'*Anogeissus leiocarpus* est nettement pubescent. Selon donc Aubreville, (1950) *Anogeissus schimperi* n'est qu'une simple variété d'*Anogeissus leiocarpus* Guill. et Perr. var. *schimperi*. Cependant, et ce jusqu'à nos jours, seule l'espèce *Anogeissus leiocarpus* est reconnue pour l'Afrique de l'Ouest. *Anogeissus leiocarpus*, espèce de la famille des Combretaceae, est un arbre au fût dressé, élargi à la base, parfois légèrement cannelé, à écorce écailleuse grise foncée se desquamant par petites plaques. La cime ovale est formée de branches grêles retombantes à reflets argentés (Photo 1). Il dépasse rarement 12 m de hauteur dans le domaine sahélien mais il peut atteindre 25 m de haut et 1m de diamètre au sud de son aire (Giffard, 1971; Fra, 1989; Kambou S., 1997). Elle germe dans les nouveaux sols produits par les zones humides saisonnières. C'est une plante de frange forestière, poussant au bord de la forêt tropicale, mais pas profondément dans la forêt tropicale. Il pousse également dans la savane et le long des berges des rivières, où il forme des forêts galeries. L'arbre fleurit pendant la saison des pluies. Les fruits sont des samaras ailés et sont dispersés par les fourmis (Kambou S., 1997).

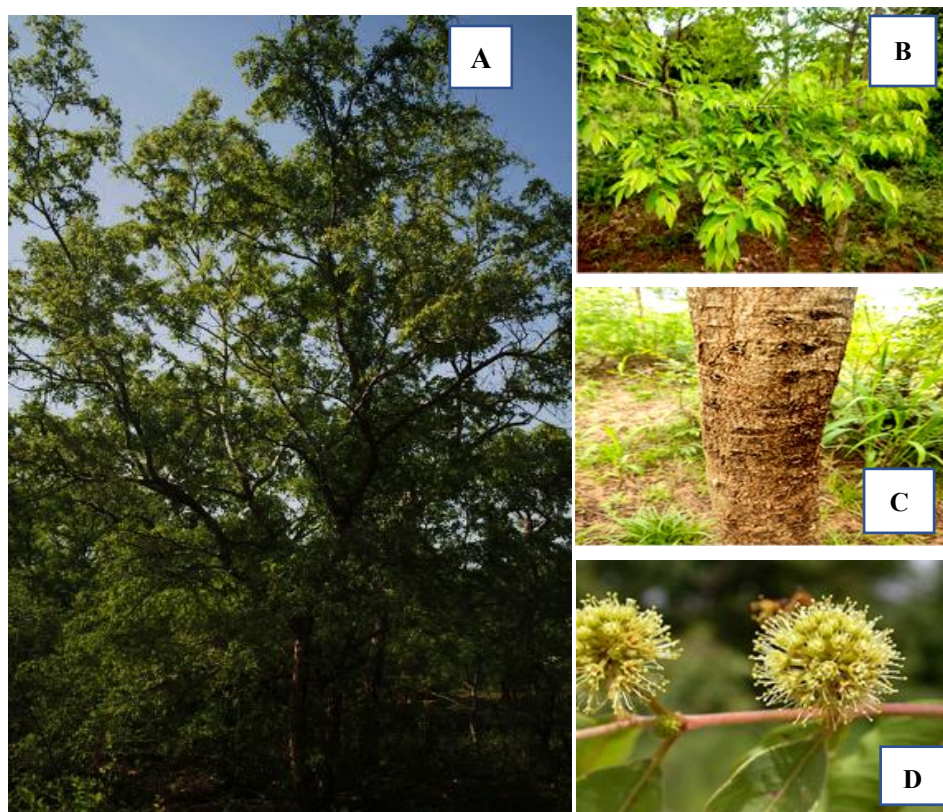


Photo 1 : Quelques aspects botaniques d'*Anogeissus leiocarpus*

A : Individu mature ; B : feuilles ; C : inflorescence ; D : Tronc d'*Anogeissus leiocarpus*

## Matériel et Méthode

### Description du milieu d'étude

La zone d'étude est située dans la région des plateaux. Elle est limitée au nord par la région centrale, au sud par la région Maritime, à l'est par le Bénin et à l'ouest par le Ghana. La région des plateaux est Située entre 6°9 et 8°5 de latitude nord. L'espace territorial de cette région couvre 16 800 Km<sup>2</sup>, soit 2,7 fois la superficie de la région Maririme (6100 Km<sup>2</sup>). De part sa position géographique en altitude la zone d'étude jouit d'un microclimat de montagnes avec des précipitations plutôt élevés excédent parfois les 2000 mm par an et d'une température moyenne de 27°C. Elle jouit d'un climat nuancé, à cheval entre le climat subéquatorial, équatorial et le climat tropical humide. La région est marquée par deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches. La grande saison pluvieuse s'étale d'Avril à juillet tandis que la petite saison va de septembre à Octobre. Elle renferme des sols caractéristiques de la pénéplaine précambrienne. On y trouve plusieurs ensembles de sols notamment les lithosols ou sols peu évolués, les sols ferrugineux tropicaux, les sols ferralitiques et les sols hydromorphes. Sur ces ensembles de sols, se développe une impressionnante biodiversité (forêts humides, forêts classées).

Cette étude a été conduite dans deux stations différentes de la préfecture de Kpélé, canton de Dawlotou (Figure 1). Ces deux stations sont repartis comme suit : les plantations à *Anogeissus leiocarpus* (station 1) d'une part et d'autre part les formations naturelles constituées d' *Anogeissus leiocarpus* dans la station 2.

La zone d'étude couvre six villages (Dzave ; Avegame ; Loglomegbe ; Haveme ; Tadjoko Zogbé et Atchéfé).

### Analyse des données

#### Collecte des données socio-économique

L'étude a consisté à administrer un questionnaire semi-structuré auprès de 38 personnes dans chacun des trois zones Djavé, Havé et Kpékpéta. L'enquête s'est déroulée durant le mois de février 2023 au moyen d'une fiche d'enquête élaborée grâce au logiciel

kobocollect appliqués aux populations des localités sélectionnées. Les questions s'articulaient autour de trois grands axes : Perceptions et menaces auxquelles fait face l'espèce ; Les différentes modalités d'utilisation ; Organes ou parties usagés de la plante. Des observations directes sur le terrain relatif à l'utilisation de la plante ont complété la collecte de données.

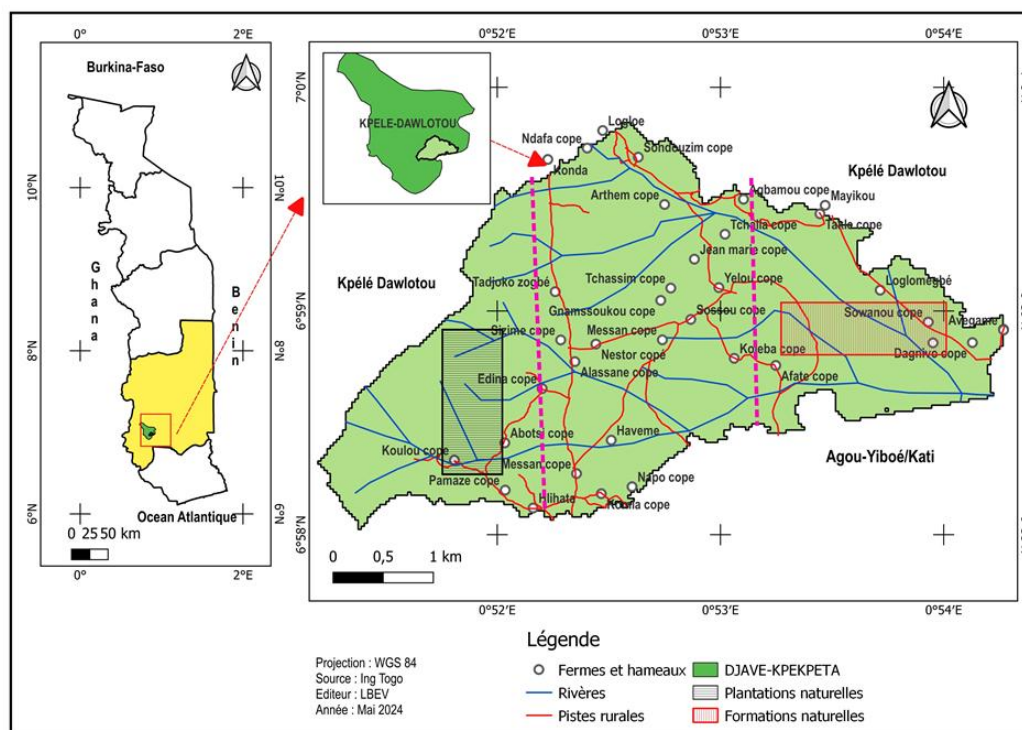


Figure 1 : Localisation des zones d'étude

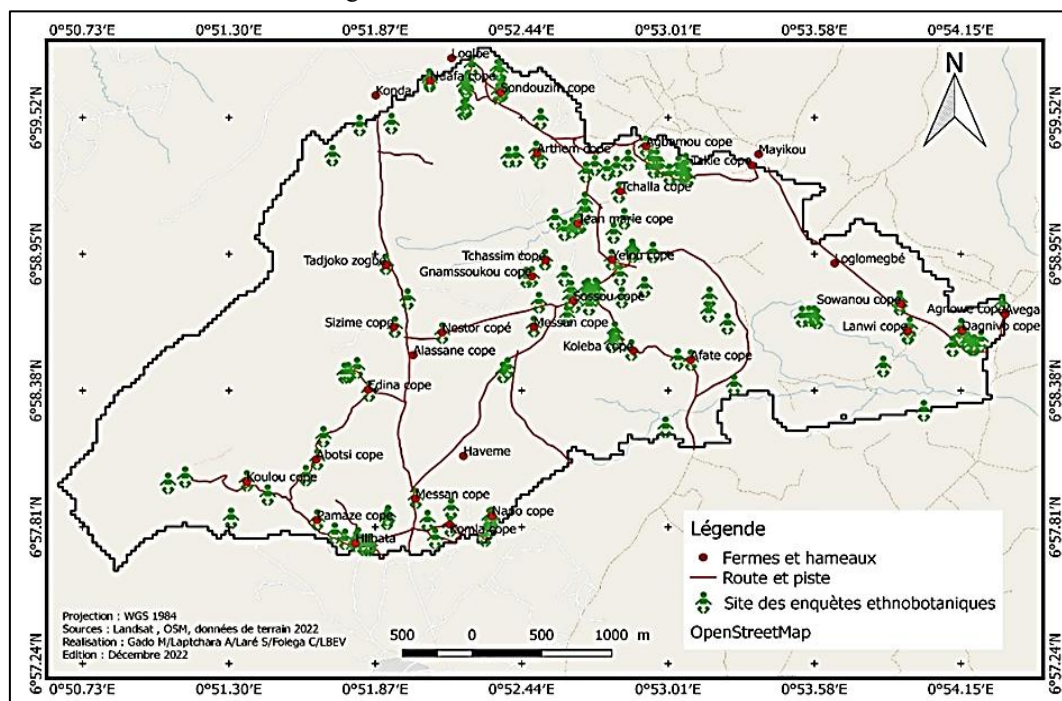


Figure 2 : Carte d'enquête ethnobotanique

Collecte des données d’inventaire

Un inventaire floristique et forestier a été réalisé pour permettre de relever les paramètres dendrométriques et de recenser la totalité des espèces présentes dans la placette.

Les unités d’échantillonnage étaient des placettes rectangulaires qui faisaient systématiquement 50 m x 20 m (1000m<sup>2</sup>) pour les principaux peuplements constitués de ligneux dont le dph ≥ 5 cm ont fait l’objet de mesures dendrométriques. En dehors des dph mesurées la hauteur totale, la hauteur fut, le houppier des ligneux, ainsi l’état sanitaire du bois ont été évaluées. (Pereki et al., 2013; Adjonou et al., 2016). L’identification et la nomenclature des espèces s’est basé sur les flores analytiques du Togo (Brunel et al., 1984) et du Bénin (Akoègninou et al., 2006).

Traitement des données

Données socio-économiques

L’utilisation d’un questionnaire structuré permet d’attribuer à chaque question posée une série de réponses possibles appelées « modalités ». Le choix de ces modalités varie d’un répondant à l’autre. Nous avons donc procédé au calcul des fréquences de chaque modalité pour chaque question afin d’apprécier la répartition des choix au sein de la population, d’évaluer l’usage des différents organes d’*Anogeissus leiocarpus*, puis de déterminer leur valeur d’usage. Les traitements statistiques ont consisté aux calculs des indices d’usages de la plante. Il s’agit de la fréquence de citation, l’usage rapporté, la valeur d’usage spécifique et la valeur d’usage interspécifique. Elles sont obtenues au moyen des formules ci-après (Tableau 1) :

Tableau 1 : Les différents paramètre statistiques d’enquête

|                                                |                                                                                         |                     |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Fréquence de citation des espèce végétales (F) | $F=\frac{n}{N} \times 100$                                                              | (Gomez-Beloz, 2002) |
| L’usage rapporté (NU <sub>sp</sub> )           | $NU_{sp} = \sum_{i=1}^n NU \text{ organe}$                                              | (Gomez-Beloz, 2002) |
| La valeur d’usage spécifique (VUS)             | C’est le nombre de fois qu’un usage spécifique est rapporté pour un organe de l’espèce. | (Gomez-Beloz, 2002) |
| La valeur d’usage interspécifique (VUI)        | $VUI=\frac{VUS}{NU_{organe}}$                                                           | (Gomez-Beloz, 2002) |

*F*= fréquence de la modalité ; *n* = effectif de la modalité ; *N* = effectif total de l’échantillon ; *NU organe* = nombre d’usage de l’organe

Données d’inventaire

Toutes les données collectées pendant l’étude ainsi que les informations recueillies au cours des enquêtes ont été compilées de manière à obtenir une version synthétique facilitant l’analyse des données et leur exploitation. Les données ont été traitées sous tableur Excel et XLSTAT. L’analyse se rapporte à une analyse structurale destinée à l’étude de la structure floristique et de la structure spatiale du peuplement afin d’obtenir des indications respectivement sur les caractéristiques des essences constituantes et sur son potentiel d’exploitabilité ( Razafintsalama V., 2019; Andrisoa R. H., 2020).

Tableau 2 : Les différents paramètre dendrométriques

| Paramètre       | Formules                                 | Sources                  |
|-----------------|------------------------------------------|--------------------------|
| Diamètre        | $D=\frac{c}{\pi}$                        | (Andrisoa R. H., 2020)   |
| Diamètre moyen  | $D_{moy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D$   | (Melesse & Jordan, 2002) |
| Hauteur moyenne | $H_{moy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_i$ | (Karimi & Peng, 2004)    |

$D >$  diamètre à 1,30 mètres de l'arbre ;  $C >$  circonférence à 1,30 mètres de l'arbre ;  $D_{moy} >$  Diamètre moyen ;  $H_{moy} >$  Hauteur moyenne ;  $h_i >$  hauteur de l'arbre.

Tableau 3 : Les différents paramètres statistiques selon la structure spatiale

| Paramètre        | Formules                                                                  | sources                  |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Surface terrière | $G = \frac{\sum_{i=1}^n gi}{S} = \frac{\pi}{4s} \sum_{i=1}^n 0,0001 di^2$ | (Karimi & Peng, 2004)    |
| Densité          | $D = \frac{n}{S} \times 0,0001$                                           | (Melesse & Jordan, 2002) |

Où  $G >$  surface terrière du peuplement (en  $m^2 /ha$ ) ;  $gi >$  surface terrière de de chaque pied (de l'arbre  $i = \pi/4di^2$ ) ;  $Di$  1,30 > diamètre à 1,30m du sol (de l'arbre  $i$ ). Avec :  $H$  totale > hauteur totale de l'arbre ;  $n >$  nombre de pieds par relevé ;  $S >$  l'aire de relevé en hectare

Corrélation entre les différents paramètres structuraux

Les données d’inventaire forestier ont permis d’établir trois relations statistiques prédisant premièrement la relation de croissance entre le diamètre et la hauteur totale des arbres, ensuite le houppier en fonction du diamètre et enfin le houppier en fonction de la hauteur totale. La fonction de régression linéaire d’équation  $Y=ax+b$  a permis d’établir la relation entre ces différents paramètres. Le houppier (hp) a été calculé suivant la formule :

$[hp=(houppier(N-S)+houppier(E-0))/2]$  (Bawa et al., 2022a).

Résultats

Caractéristiques sociodémographiques des zones prospectés

Le choix des enquêtés était aléatoire parmi les personnes consentantes à participer à l’étude. Au total 38 personnes appartenant à six (6) groupes ethniques ont été enquêtés, les ethnies aux effectifs les plus élevés sont les Ewe (12 enquêtés ), suivi des Adja (11 enquêtés), les Kabyès (9 enquêtés), les Moba (3 enquêtés), les Lamba (2 enquêtés) et les Bassar (1 enquêté). La majorité des répondants (23 enquêtés) ont un âge compris entre 30-45 ans. Le sexe masculin est prédominant (27 enquêtés).

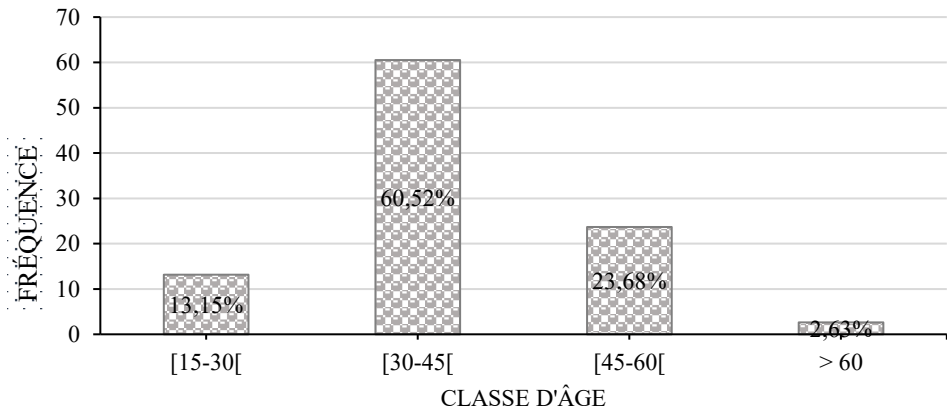


Figure 3 : Caractéristiques sociodémographiques en fonction des différentes classes d'âge

Diversité des usages endogènes de l'Anogeissus leiocarpus

Au terme de l’enquête il ressort que l’espèce *Anogeissus leiocarpus* est utilisée pour plusieurs usages par les populations rurales. La proportion des différentes catégories d'usage est en général plus élevée dans Dzavé que dans Havé et Kpékpéta. Le bois d'Anogeissus est utilisé pour la carbonisation quelle que soit la station considérée (28,57% pour Dzavé, 37,5% pour Havé, 38,09% pour Kpékpéta). L’espèce fait l’objet de faibles consommations par les humains seulement dans la station de Dzavé (7,14%) ; il en est de même pour les animaux (2,38% à Dzavé, 0% à Havé et 0% à Kpékpéta), il est également employé à usage vétérinaire uniquement dans la première station considérée (Dzavé 11,90%). Elle approvisionne aussi les populations locales des trois localités (0 %, 6,25% et 4,76%) en bois de service. Les populations de Dzavé (21,42%) ont mentionné que les *Anogeissus leiocarpus*

fournissent du bois d'énergie contre 25% pour celles de Havé et 28,57% pour Kpékpéta. Elle est également utilisée comme bois d'œuvre pour la confection des cadres et de porte, soit 9,52% à Dzavé, 12,5% à Havé et 19,04% à Kpékpéta (Figure 4).

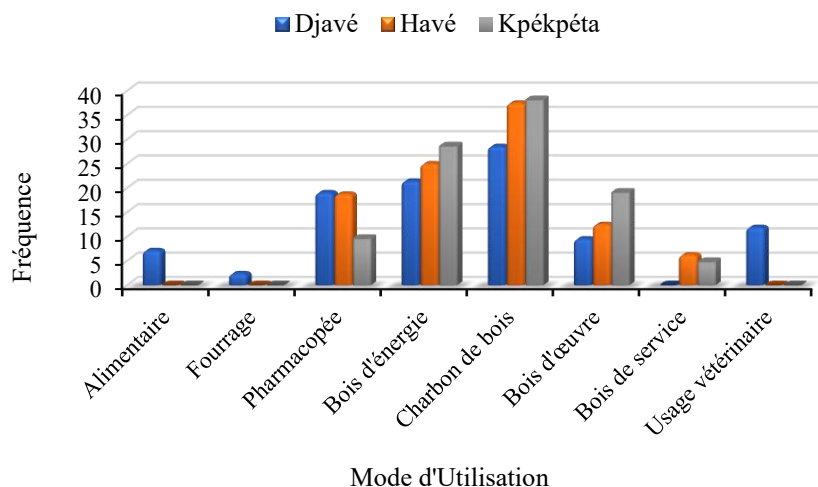


Figure 4 : Proportion par différentes catégories d'usage d'*Anogeissus leiocarpus*

Selon le sondage, les parties de la plante ou les organes utilisés en médecine traditionnelle sont les feuilles, utilisées à (28,94%), les jeunes branches (10,52%), l'écorce (34,21%). Ils sont utilisés en décoction ou en macération dans le traitement des maladies comme maux de ventre, paludisme, ulcère, infection, diarrhée. L'étude ethnobotanique a confirmé que les populations de diverses couches sociales utilisent les plantes pour se soigner par le biais de recettes de tradipraticiens ou issues de leurs propres expériences. Cet usage traditionnel des plantes médicinales constitue la base de la médecine tant préventive que curative (Figure 5).

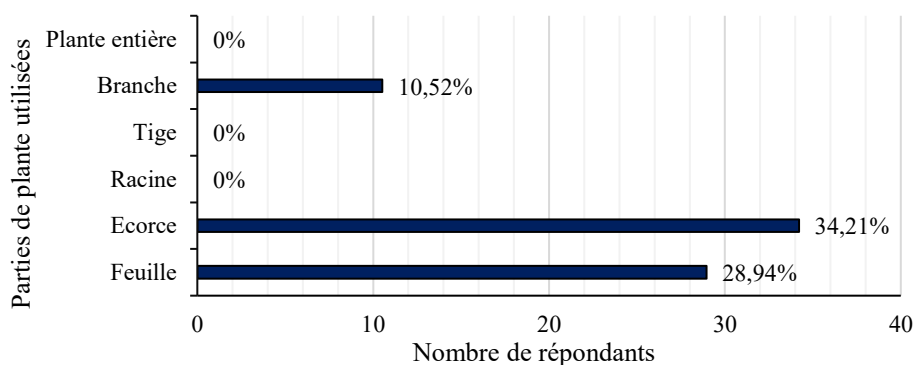


Figure 5 : Les parties de la plante utilisée en médecine traditionnelle

En termes agricoles, pastoraux, les organes employés sont les feuilles utilisées à (2,63%) suivies des écorces du tronc d'arbre sollicitées à (10,52%) et de la plante entière à (32,6%) par les ménages échantillonnés. Au cours de notre investigation, aucune manifestation n'a été faite quant à l'utilisation des racines dans ces différents domaines. Cependant les écorces sont utilisées dans le traitement du Diarrhée Bovine et les feuilles dans l'approvisionnement en fourrage. Sur le plan agricole *Anogeissus leiocarpus* participe à l'amélioration du sol et est considérés comme un indicateur de sol fertile. Ses racines font sentir leur influence loin de son pied qu'il se propage rapidement pour former des peuplements denses (Figure 6).

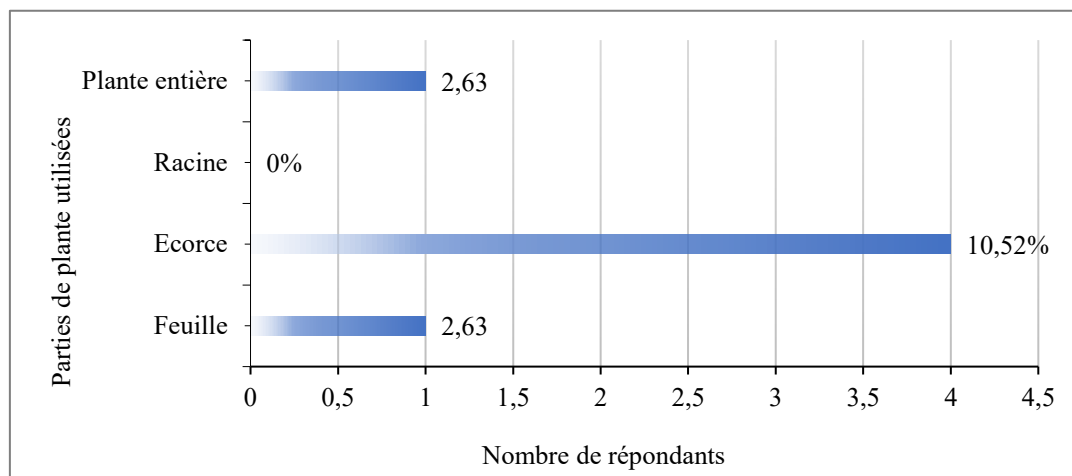


Figure 6 : Les parties de la plante utilisées pour usages agricoles, pastoraux

Aux niveaux artisanal et domestique le bois est employé presque à (99,9%) pour diverses activités et les feuilles (42,1%). Le bois est l'organe le plus utilisé pour la carbonisation (68,42%). Il est utilisé comme bois énergie (50%), comme bois d'œuvre (26,31%) et comme bois de service (5,26%). L'utilisation du bois comme source d'énergie (bois de feu et charbon de bois) est l'usage le plus courant à cause de son excellent pouvoir calorifique. Elle est utilisée comme bois d'œuvre ou bois de service dans la construction (menuiserie, charpente, chevrons, poteaux). Les cendres du bois brûlé sont utilisées dans les bains tannants, comme mordant dans les teintures et comme lessive pour les vêtements (Figure 7).

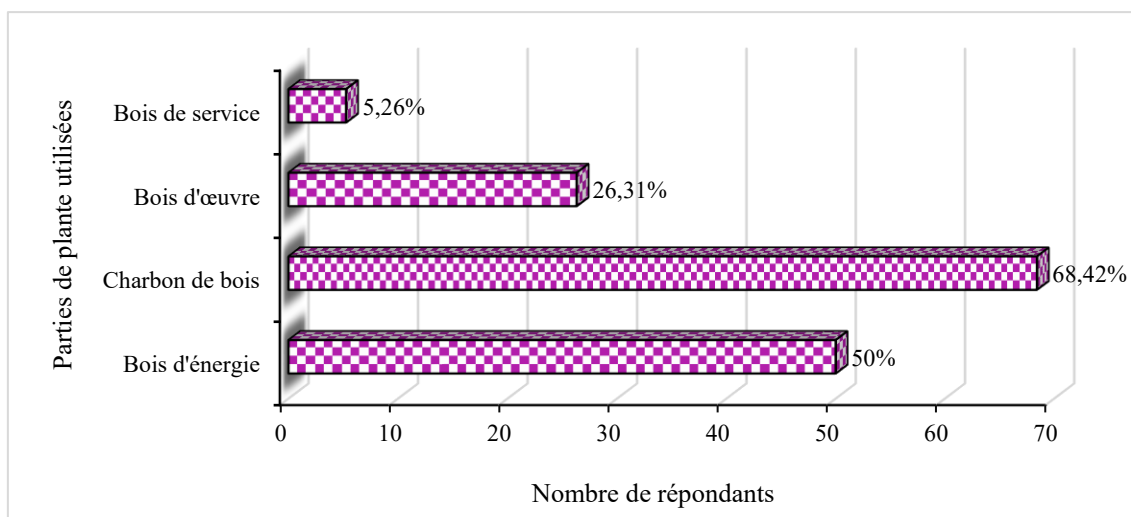


Figure 7 : Usage du bois dans les domaines Artisanal et Domestique

### Valeur d'usage interspécifiques

Les feuilles d'*Anogeissus* sont le plus souvent employées dans le traitement des maladies comme Maux de ventre (VUI= 0,75), suivi du paludisme (VUI= 0,41), de l'ulcère (VUI=0,16) et des infections (VUI=0,25). Elles sont également utilisées comme fourrage (VUI= 0,08) pour le bétail (Tableau 4). Les jeunes branches sont plus utilisées comme cure dent (VUI= 0,58). L'écorce du tronc est beaucoup plus utilisée pour le traitement contre la diarrhée (VUI= 0,66) et intervient également dans le traitement du diarrhée-bovins (VUI= 0,50). Le bois d'*A. leiocarpus* est très sollicité dans la fabrication du charbon de bois (VUI= 2,16), et utilisé comme bois d'énergie (VUI= 1,58) à cause de son fort pouvoir calorifique, utilisé également comme Bois de service (VUI= 0,16) pour support d'habitat. D'autre part il est aussi utilisé dans la fabrication des cadres comme bois d'œuvre (VUI=0,83).

Tableau 4 : valeur d’usage spécifique  
Nom Scientifique

|                              | Organes | Usages Spécifiques | VUS | VUI  |
|------------------------------|---------|--------------------|-----|------|
| <i>Anogeissus leiocarpus</i> | Feuille | Maux de ventre     | 9   | 0,75 |
|                              |         | Paludisme          | 5   | 0,41 |
|                              |         | Fourrage           | 1   | 0,08 |
|                              |         | Infection          | 3   | 0,25 |
|                              | Branche | Cure dent          | 7   | 0,58 |
|                              |         | Ulcère             | 3   | 0,25 |
|                              | Ecorce  | Diarrhée           | 8   | 0,66 |
|                              |         | Diarrhée Bovine    | 6   | 0,50 |
|                              |         | Carbonisation      | 26  | 2,16 |
|                              | Bois    | Bois énergie       | 19  | 1,58 |
|                              |         | Bois de service    | 2   | 0,16 |
|                              |         | Bois d'œuvre       | 10  | 0,83 |

**Perception locale sur les menaces de conservation d’*Anogeissus leiocarpus***  
L'analyse des données met en évidence des menaces permanentes contre la conservation d'*Anogeissus leiocarpus*. Il s’agit principalement de la surexploitation notamment la récolte excessive du bois (64%) qui est très clairement perçue par les populations locales, suivi des changements des modes d’utilisation des terres (29%) (Figure 8). Le troisième facteur en particulier (7 %) est très négligeable par rapport à d'autres facteurs suite aux enquêtes et des observations faites sur le terrain.

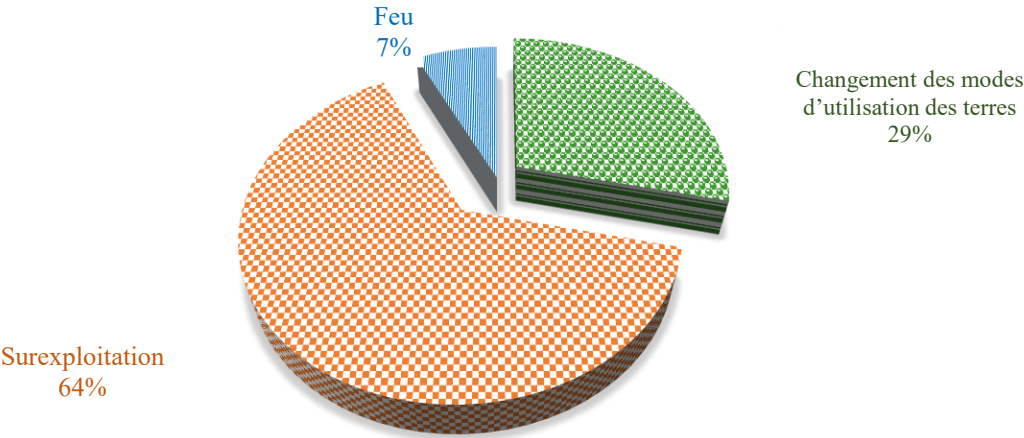


Figure 8 : Proportion des différents facteurs considérés comme menaces pour l'espèce.

**Diversité structurale des peuplements à *Anogeissus leiocarpus* dans la station 1 et 2.**

▪ **Station 1 : plantation *Anogeissus Leiocarpus***  
Il a été recenser 15 espèces réparties en 15 genres et 12 familles. Les familles disposant d’une richesse spécifique élevée sont les Combretaceae (42%) suivi des Sapotaceae (28%), Meliaceae (7%), caesalpiiniaceae (5%) et Rubiaceae (5%) (Figure 9).

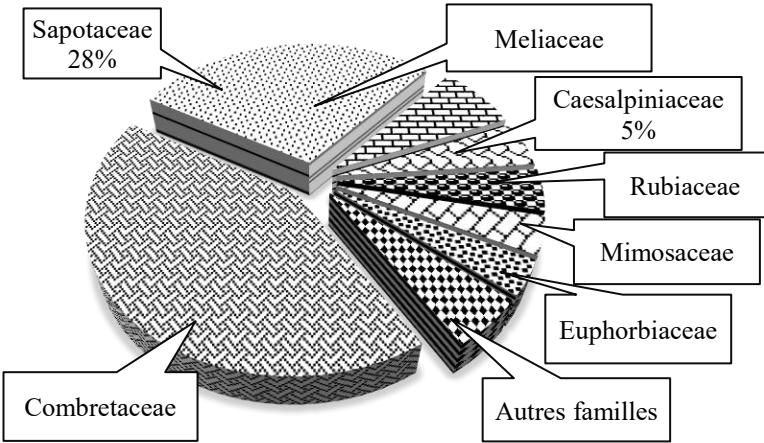


Figure 9 : Spectre spécifiques des familles de la station 1

La courbe rang-fréquence des espèces présente la classification des espèces par des valeurs décroissantes des fréquences relatives. Les espèces les plus représenté sont : *Anogeissus leiocarpus* (38,06%), suivi de *Vitellaria paradoxa* (28,34%) et *Pseudocedrela kotschy* (7,29%). Afin d’avoir une idée sur la distribution des fréquences des espèces, la courbe de tendance tracée est ajustée à une fonction logarithmique d’équation  $y = -12,67\ln(x) + 30,225$  et présente une allure décroissante. La valeur du coefficient de régression  $R^2$  étant élevée (0,76), il y a donc une corrélation positive entre la fréquence et le nombre de pieds de chaque espèce. on conclut que plus l’effectif d’une espèce est élevée, plus sa fréquence est importante (Figure 10).

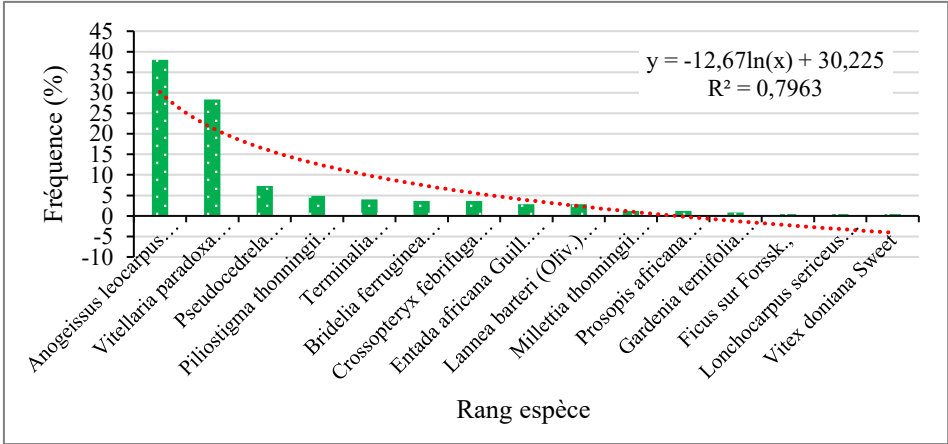


Figure 10 : Courbe rang-fréquence des espèces de la station 1

Le spectre biologique du potentiel floristique montre une dominance des microphanérophytes (66,66%) suivi des nanophanérophytes (20%), mésophanérophyte (6,66%) et des lianes microphanérophytes (6,66%) (Figure 11).

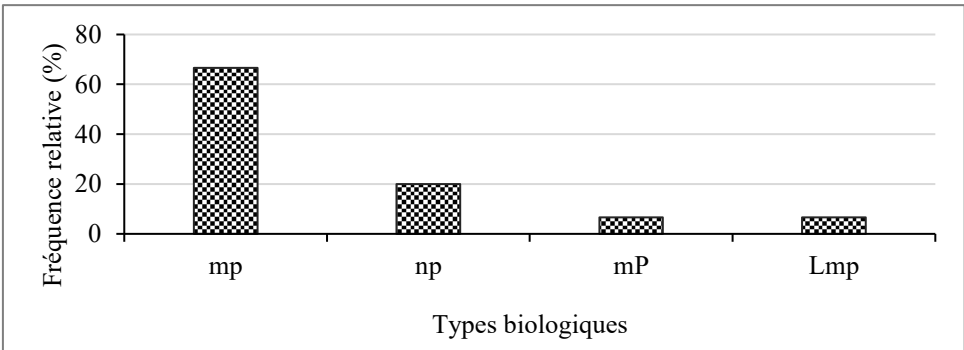


Figure 11: Diagramme biologique de la station 1

Le spectre phytogéographique montre une dominance des espèces guinéo-congolaise et soudano-zambéziens (46,66%) suivies des espèces soudano-zambéziens (40%) et des espèces guinéo-congolaise (13,33%) (Figure 12).

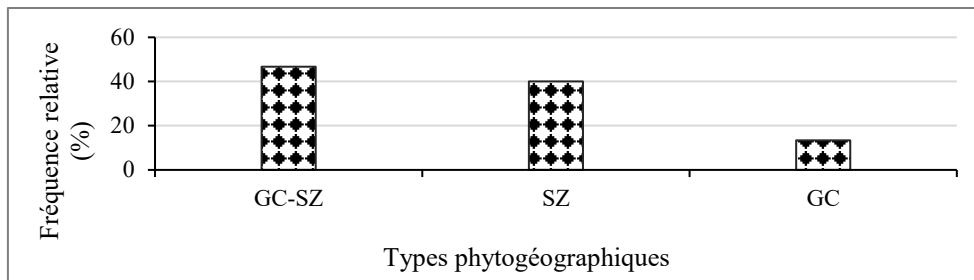


Figure 12: Diagramme phytogéographique des espèces de la station 1

On note de façon générale, une abondance d'arbres de 0 à 25 cm de diamètre à hauteur de poitrine et la classe de diamètre [5-10[ est la plus significative. La distribution des individus par classes de diamètre présente une allure en "L" dans cette station. Le diamètre moyen de la station vaut 0,099 m soit 9,9 cm pour une hauteur moyenne de 0,038 m avec une densité des ligneux équivalent à 422 pieds/ha et une surface terrière égale à 8,15 m<sup>2</sup>/ha. La structure de l'espèce présente une structure stable avec une prédominance de jeunes sujets. Par contre, elle présente une distribution moins uniforme dans les aires anthropisées suggérant un mauvais potentiel de renouvellement des pieds et traduisant l'impact de l'action anthropique comme la coupe sur certaines classes de diamètre (Figure 13).

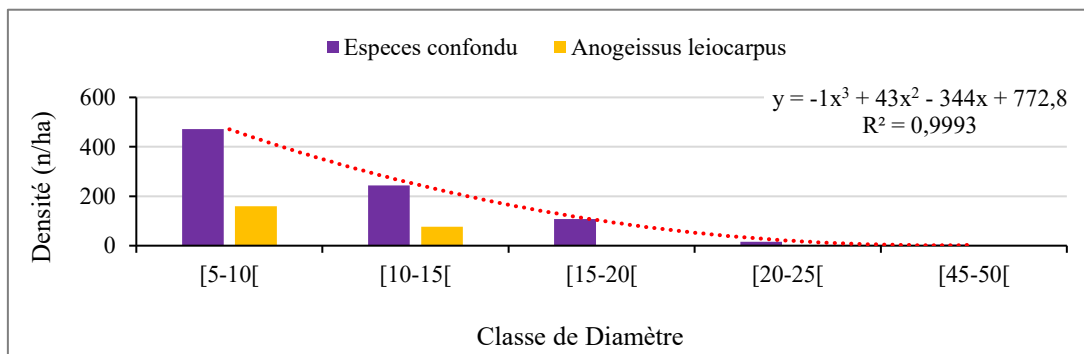


Figure 13: Distribution diamétrique des espèces de la station 1

La répartition des tiges par classe de hauteur présente une allure en "L" dans cette station dont des individus de faibles hauteurs sont prédominants avec des individus de classe de hauteurs [2-4[ ayant une densité imposante. Les densités de la régénération de l'espèce sont plus élevées. Bien que les peuplements adultes soient faibles on y rencontre par endroits de fortes régénérations avec des densités équivalentes à 422 pieds/ha (Figure 14).

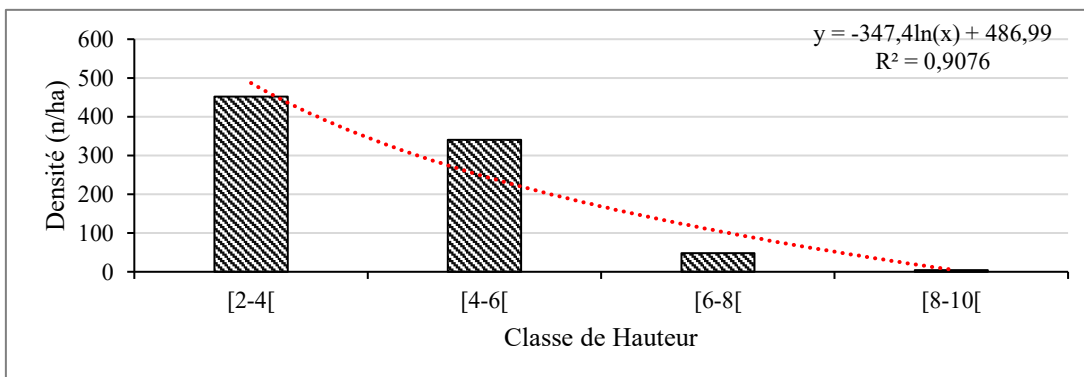


Figure 14: Distribution verticale des espèces de la station 1

### ▪ Station 2 : formation naturelle à *Anogeissus Leiocarpus*

Il a été recensé 20 espèces réparties en 20 genres et 12 familles. Les familles disposant d'une richesse spécifique élevée sont les Fabaceae (24%), suivi des Euphorbiaceae (20%), des Mimosaceae (14%), des Anacardiacae (13%), puis des Combretaceae (8%) (Figure 15).

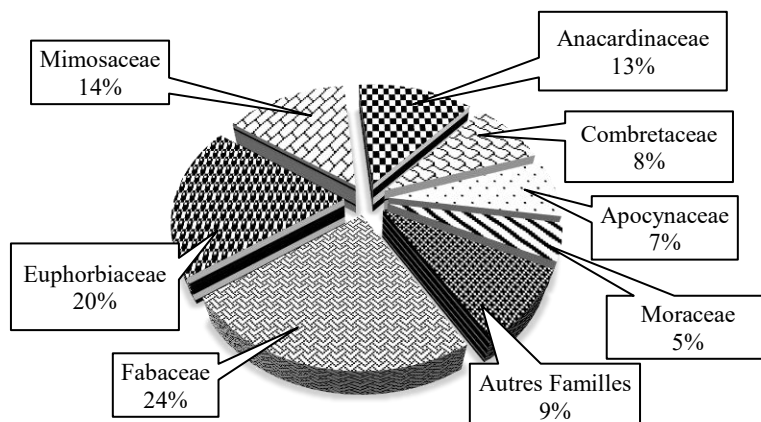


Figure 15: Spectre spécifique des familles de la station 2.

La courbe rang-fréquence des espèces présente la classification des espèces par des valeurs décroissantes des fréquences relatives. Les espèces les plus représentées sont : *Millettia thonningii* (19,84%), suivi de *Bridelia ferruginea* (19,58%) et *Acacia polyacantha* (12,43%). Afin d'avoir une idée sur la distribution des fréquences des espèces, la courbe de ténacité tracée est ajustée à une fonction logarithmique d'équation  $y = -7,578\ln(x) + 21,04$  et présente une allure décroissante. La valeur du coefficient de régression  $R^2$  étant élevée ( $R^2 = 0,95$ ), il y a donc une corrélation positive entre la fréquence et le nombre de pieds de chaque espèce. On conclut que plus l'effectif d'une espèce est élevée, plus sa fréquence est importante (Figure 16).

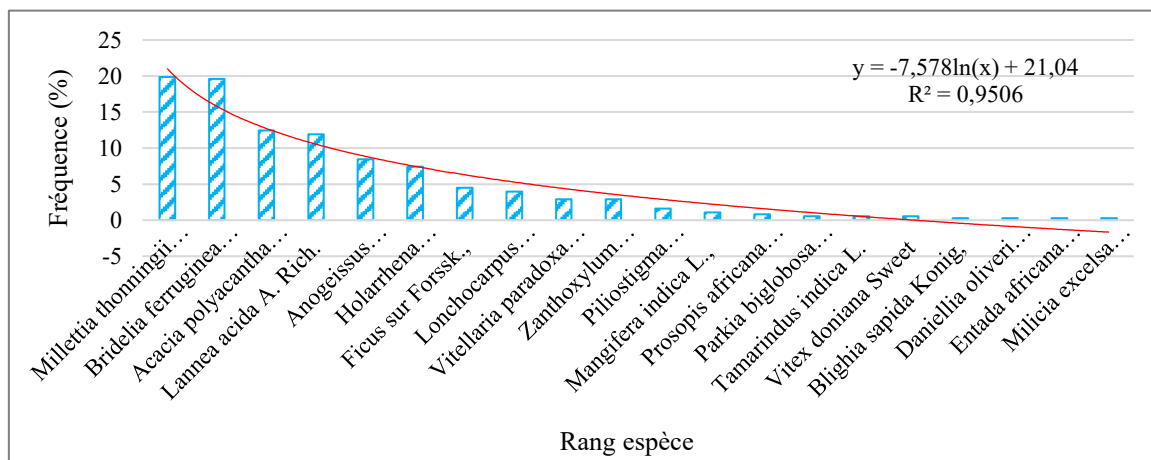


Figure 16: Courbe rang-fréquence des espèces de la station 2.

Le spectre biologique du potentiel floristique montre une dominance des microphanérophyte (52,38%) suivi des mésophanérophyte (23,80%), des nanophanérophytes (9,52%), des lianes microphanérophyte (4,76%) et des mégaphanérophyte (4,76%) (Figure 17).

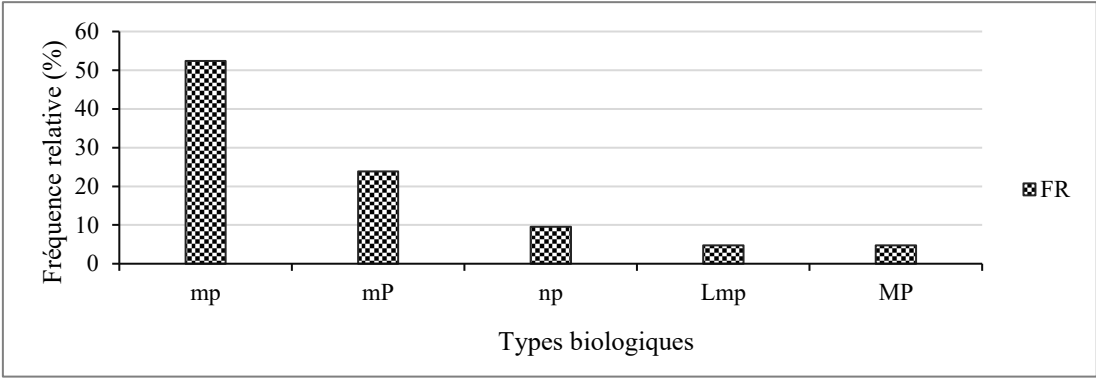


Figure 17: Diagramme biologique des espèces de la station 2

Le spectre phytogéographique montre une dominance des espèces guinéo-congolaise et soudano-zambéziens (55%) suivies des espèces soudano-zambéziens (25%), des espèces guinéo-congolaise (10%), et des espèces introduites (10%) (Figure 18).

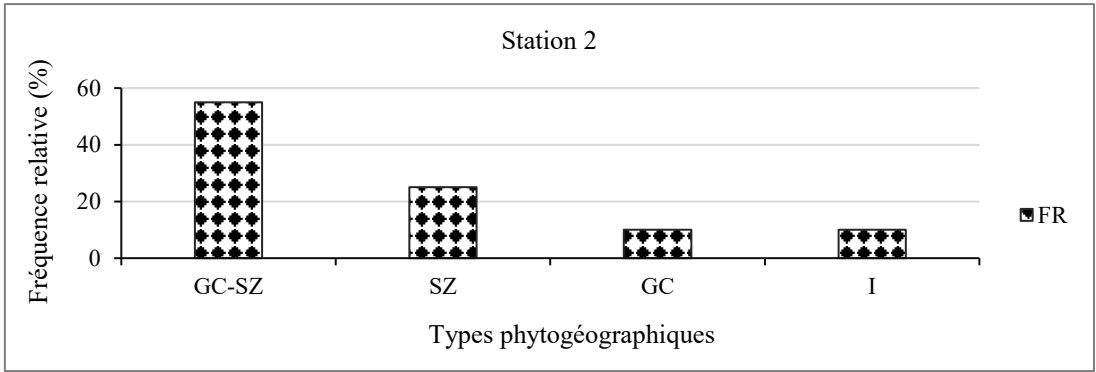


Figure 18: Diagramme phytogéographique des espèces de la station 2

La distribution des individus par classes de diamètre (Figure 19) présente une allure en "L". La courbe de tendance tracée est ajustée à une fonction logarithmique d'équation  $y = -134,8\ln(x) + 293,31$  et présente une allure décroissante. La valeur du coefficient de régression  $R^2$  étant élevée ( $R^2 = 0,80$ ), il y a donc une corrélation positive. Le diamètre moyen de la station est de 0,133 soit 13,3 cm avec une hauteur moyenne égale à 0,063 m, une densité des ligneux qui équivalent à 377 pieds/ha et une valeur de 6,81m<sup>2</sup>/ha comme surface terrière. La classe de diamètre la plus dominante dans la station 3 est [10-15[. De plus les diamètres de classe >40 sont peu représenter (Figure 19).

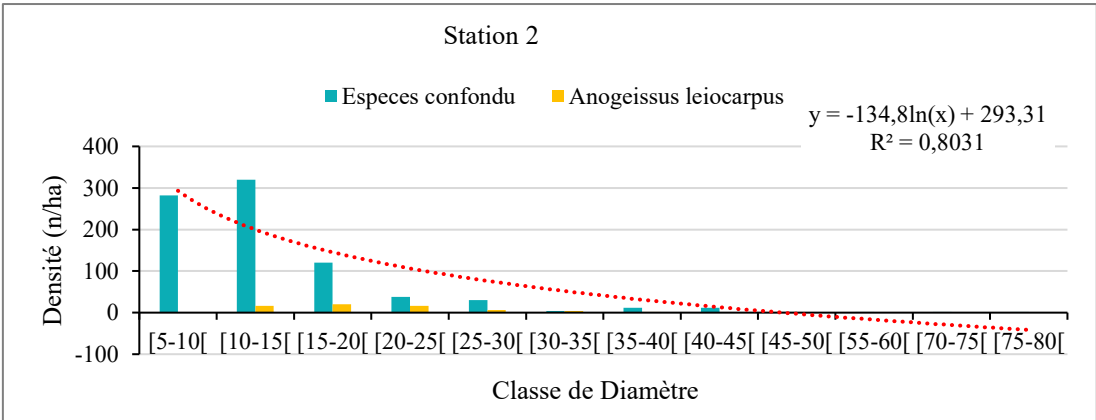


Figure 19: Distribution diamétrique des espèces de la station 2

La distribution des individus par classes de hauteur (Figure 20) présente une allure en cloche. Ce type de distribution indique une forte proportion des individus de taille moyenne (6-8m) et une faible proportion des individus de petite taille (2-4m) et de grande taille (12-14m). La relation de croissance qui existe entre la densité et la classe de hauteur s'exprime par une fonction linéaire dont l'équation est :  $Y = 4,7525x^3 - 81,147x^2 + 385,34x - 331,43$  avec  $R^2 = 0,88$  (Figure 20). Cette relation montre que la plus grande partie des ligneux adultes inventoriés possède un diamètre qui est inférieur à 16 cm.

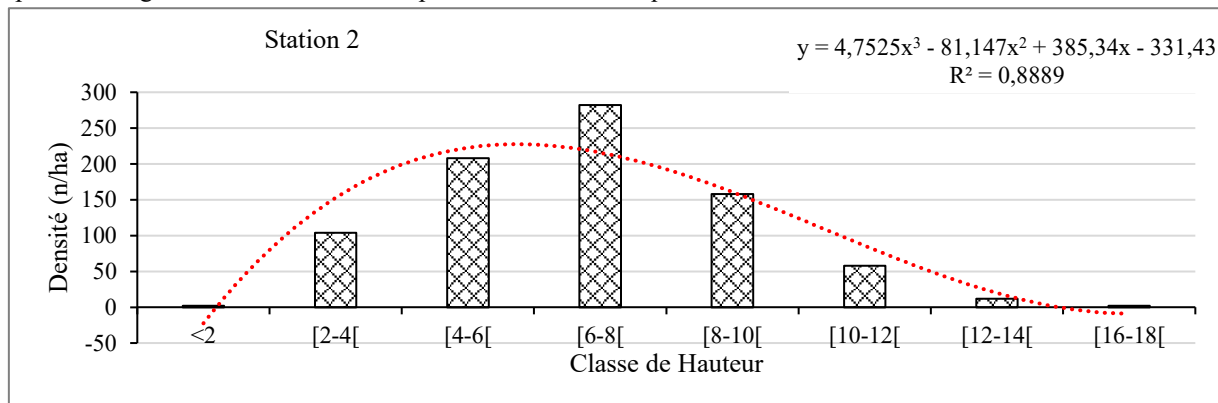


Figure 20: Distribution verticale des espèces de la station 2

### Modélisation des paramètres de croissances des peuplements l'*Anogeissus Leiocarpus*

L'étude des corrélations permet de mettre en évidence des relations entre les caractéristiques dendrométriques des sujets étudiés et de connaître le comportement des arbres envers les facteurs biotiques et abiotiques du milieu.

#### Station 1 : plantation à *Anogeissus Leiocarpus*

Le présent graphique indique une relation de croissance montrant que la plus grande partie des ligneux adultes inventoriés possède un diamètre qui est inférieur à 30 cm. En dessous de ce diamètre, la prédominance des arbres de petit diamètre ne permet pas de déduire une relation nette entre ces deux paramètres. Cette partie de la courbe de corrélation correspondrait à la phase de libre développement aérien des arbres jeunes. Ce graphique montre également que la croissance en hauteur des arbres tend à se stabiliser autour de 6 m. La corrélation entre la hauteur et le diamètre des espèces confondu dans la station 1 s'exprime par une fonction logarithmique dont l'équation est :  $Y = 0,0309 \ln(x) + 0,1091$  (D exprimant le diamètre à 1,30 m) avec un coefficient de corrélation  $R^2 = 0,79$  (Figure 21).

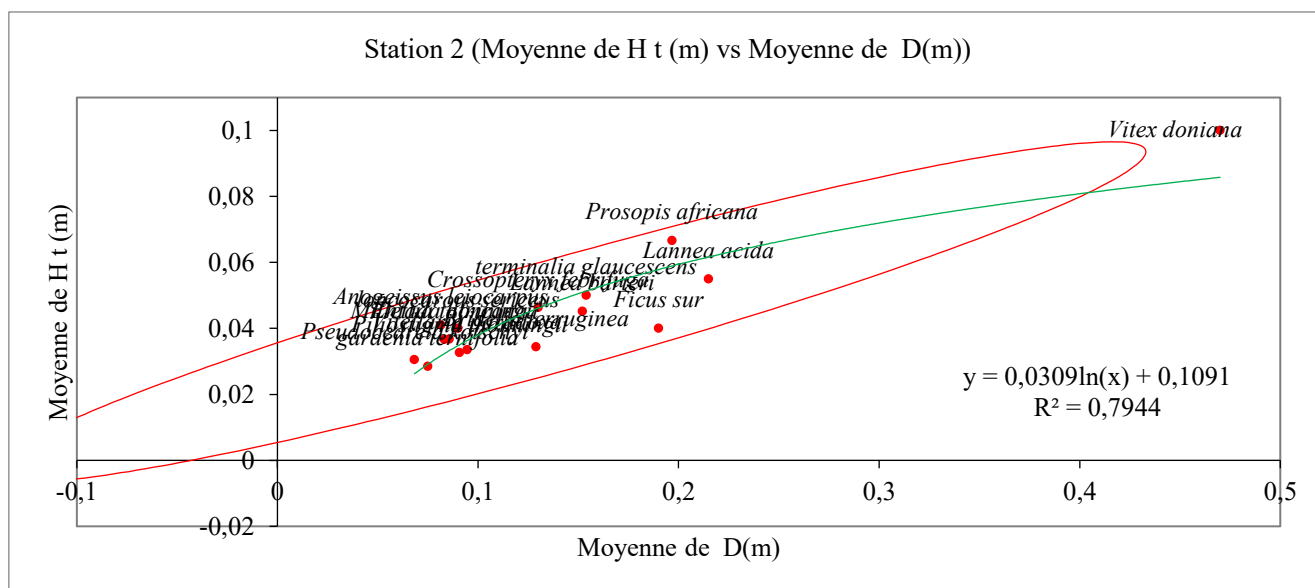


Figure 21: Corrélation diamètre vs hauteur (espèces de la station 1 confondu)

La corrélation des diamètres en fonction des hauteurs des *A. leiocarpus* dans la station 1 indique une relation de croissance montrant que les ligneux adultes inventoriés possèdent un diamètre qui est inférieur à 12 cm. Ce graphique montre également que la croissance en hauteur des arbres tend à se stabiliser autour de 6 m. Cette relation de croissance qui existe entre la hauteur et le diamètre des arbres s'exprime par une fonction linéaire dont l'équation est :  $Y = 0,2632x + 0,0196$  avec  $R^2 = 0,52$  (Figure 22).

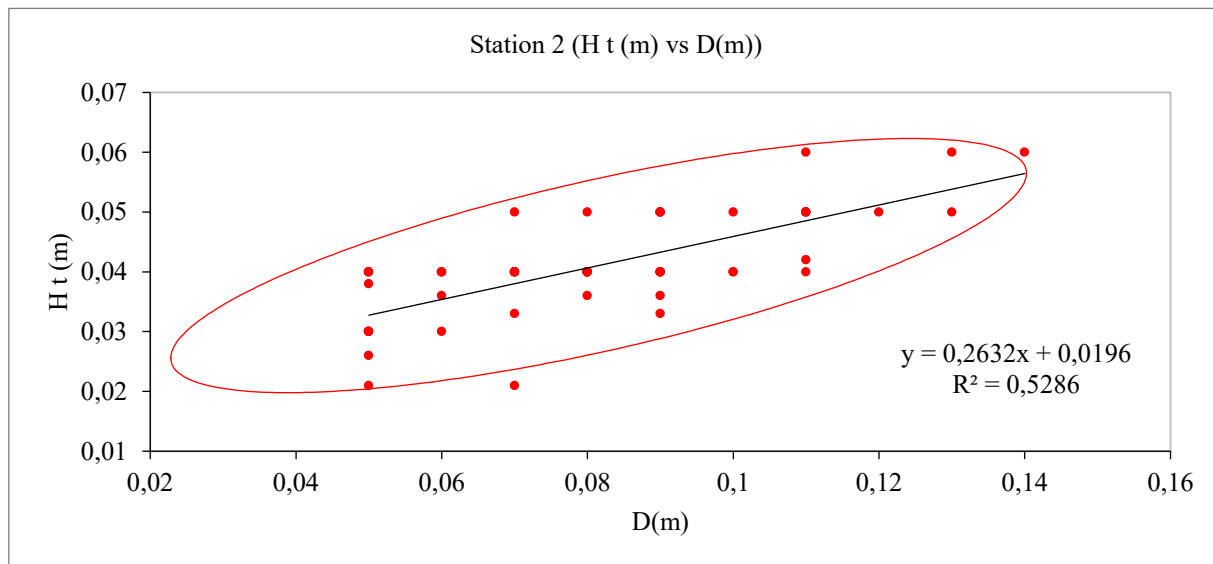


Figure 22: Corrélations diamètre vs hauteur de *A. leiocarpus* de la station 1

### Station 2 : formation naturelle à *Anogeissus Leiocarpus*

Au niveau de la station 2 il y'a une présence des espèces comme le *Mangifera indica*, *Parkia biglobosa* et *Tamarindus indica*.

On remarque que *A. leiocarpus* est très peu représenté par rapport aux autres espèces de la station. Avec un pourcentage de 8,46, il vient en 5<sup>em</sup> position après *Millettia thonningii* (19,84%), *Bridelia ferruginea* (19,57%), *Acacia polyacantha* (12,43%) et *Lannea acida* (11,90%) avec une fonction logarithmique d'équations  $y = 0,0382\ln(x) + 0,1461$  avec un coefficient de corrélation  $R^2 = 0,64$  (Figure 23).

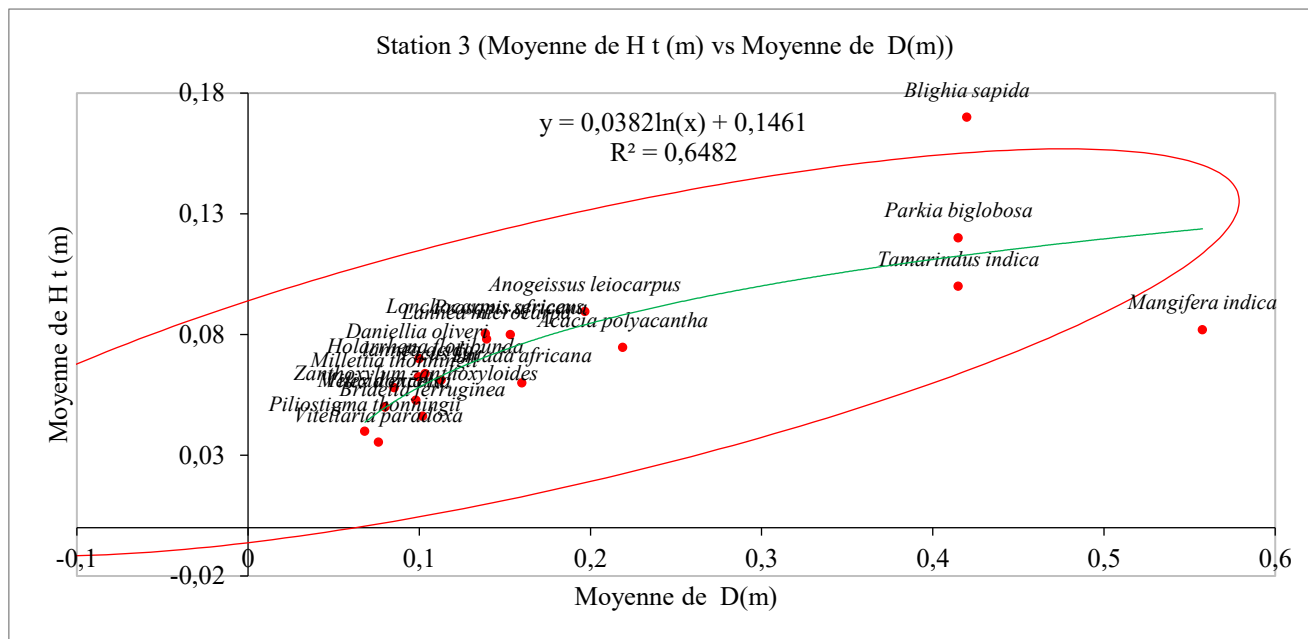


Figure 23: Corrélations diamètre vs hauteur (espèces de la station 2 confondu)

La Corrélation entre le diamètre et la hauteur des peuplements à *A. leiocarpus* dans la station 2 indique une relation croissance montrant que les ligneux inventoriés possèdent un diamètre qui est inférieur à 30 cm. Ce graphique montre également que la croissance en hauteur des arbres tend à se stabiliser autour de 13 m. La relation entre le houppier et le diamètre des arbres s'exprime par une fonction linéaire dont l'équation est :  $Y = -1,3818x^2 + 0,7453x + 0,0024$  (D exprimant le diamètre à 1,30 m) avec  $R^2 = 0,37$  (Figure 24).

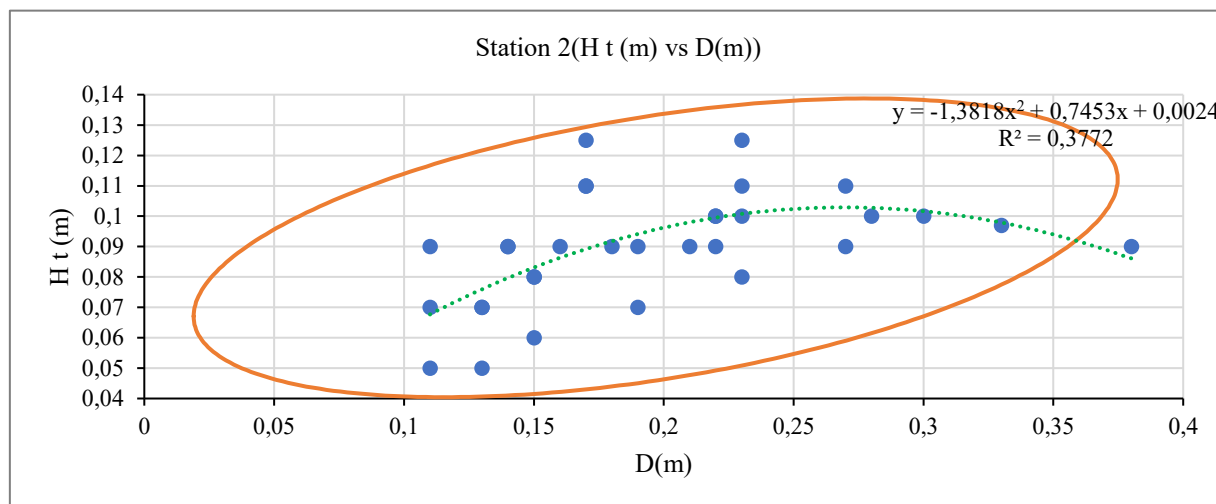


Figure 24: Corrélation diamètre vs hauteur de *A. leiocarpus* de la station 2

## Discussion

Les enquêtes ethnobotaniques effectuées dans les différentes localités ont permis d'appréhender la perception locale des populations sur l'importance d'*Anogeissus leiocarpus*. Il ressort que l'espèce est très bien connue par la totalité des répondants des différents groupes sociolinguistiques notamment les Ewe, suivi des Adja, les Kabyès, les Moba, les Lamba et les Bassar. La connaissance de l'espèce par les différents groupes signifie qu'ils l'utilisent à des fins diverses sans distinction d'âge, de sexe, de langue et de condition sociale. Huit (08) catégories d'usage sont rapportées à savoir bois d'énergie, bois de service et d'œuvre, fourrage, la pharmacopée, soins animaliers, l'alimentation et la carbonisation. Dans le domaine thérapeutique, l'espèce est surtout réputée pour les différentes propriétés pharmacologiques des feuilles et de l'écorce. Selon les investigations, *A. leiocarpus* soigne des maladies telles que les maux d'estomac, la malaria, les ulcères, les infections internes et cutanées. Diverses études ont mis en lumière l'importance des feuilles *A. leiocarpus* dans les traitements antiamarils et antimicrobiens en Afrique (Cuny & Engref, 2000; Ouédraogo et al., 2006; Arbonnier, 2019) et ont également montré que l'espèce a un large spectre d'action thérapeutique (vermifuge, affection oculaire, teigne, diarrhée et dysenterie, stérilité sexuelle féminine). La décoction ou l'infusion d'écorce ou de racine est utilisée dans le traitement des infections bronchiques, les maux de dents, la dysenterie, les menstruations douloureuses, l'anémie, la gonorrhée, les hémorragies post-partum, les infections du ténia, le lèpre, les plaies, les tumeurs et les ulcères (Sena & Djakpa, 2016). De même, on administre des décoctions foliaires pour soigner la fièvre, la syphilis; ils s'utilisent également pour leurs vertus aphrodisiaques et comme répulsif contre les insectes (Petit & Mallet, 2001). Dans le domaine pastoral, les enquêtes ont révélé l'utilisation des feuilles d'*A. leiocarpus* pour l'alimentation du bétail. L'utilisation de ces feuilles comme fourrage a été signalée seulement dans une zone ayant fait l'objet de nos investigations, celle de Djavé. Houehanou, (2006) et Djaouga et al., (2009) affirment que les bovins et les caprins en particulier, se nourrissent des jeunes feuilles. En ce qui concerne l'utilisation du bois de *A. leiocarpus*, presque la totalité des personnes enquêtées affirment utiliser le tronc et les branches pour la carbonisation comme bois de service, bois d'œuvre et bois énergie en raison de la qualité du bois de l'espèce. Adjonou et al., (2010), affirment que l'usage de *A. leiocarpus* comme bois d'œuvre prend de l'ampleur dans la plupart des pays en Afrique de l'ouest où l'espèce est présente. Selon Cuny et al., (1997), le bois d'*A. leiocarpus* qualifiés de meilleurs bois d'œuvre d'Afrique Occidentale de part ces propriétés, est apprécié pour l'ébénisterie, la charpente lourde et la menuiserie extérieure. Elle est également très utilisée comme bois énergie de première catégorie (Apélé, 2023).

La diminution considérable de cette espèce végétale utilitaires dans la zone d'étude résulte de la taille décroissante des formations naturelles dû au facteur anthropique. Ces résultats corroborent bien avec les travaux de Sena & Djakpa, (2016) qui relèvent une

telle menace sur *Anogeissus leiocarpus* au Sahel et au Bénin. Dans le Sahel, l'espèce ne régénère pas bien et son état démographique traduit des peuplements en régression (Kambou S. (1997). Cette régression est amorcée depuis longtemps (Sena & Djakpa, 2016). Parmi les facteurs anthropiques, la surexploitation des produits forestiers et les changements des modes d'utilisation des terres caractérisés par l'utilisation d'herbicides auxquels s'ajoutent les feux de végétation sont très clairement perçus par les populations locales comme cause de dégradation des formations végétales. Cette forme d'exploitation incontrôlée a un impact néfaste sur la dynamique des peuplements soulignée par Cisse, (2020). Ces résultats corroborent ceux de Sena & Djakpa, (2016) qui trouve que l'homme par ses pratiques agricoles inadaptées, l'exploitation incontrôlée du bois, les feux de brousse compromettent dangereusement la régénération des peuplements de *Anogeissus leiocarpus* qui sont pour la plupart menacés de disparition. Des résultats semblables sont observés par Folega et al., (2022) qui souligne également que la déforestation à travers l'étagage ou l'écimage, l'élagage inadapté et nocif, la coupe frauduleuse, écorçage partiel, la pharmacopée par les populations contribuent à la reconfiguration des écosystèmes et du paysage aussi bien sur le plan typologique, physionomique que structural. Les informations sur les sollicitations des espèces et la nature des organes prélevés renseignent sur la vulnérabilité de ces ressources (Badjaré et al., 2018; Traoré et al., 2019).

À l'issue de l'inventaire effectué dans les deux stations il a été recensé au total 35 espèces réparties en 35 genres et 24 familles. Cette richesse spécifique est inférieure aux observations faites par Abe A., (2022) sur la végétation du micro-bassin de Zio avec 120 espèces réparties en 112 genres et 51 familles et nettement inférieure à la diversité végétale distinguée par Seou et al., (2022) sur la végétation du bassin de Zio au Sud-Togo avec 371 espèces inventoriées réparties à 271 genres et 82 familles et avec 635 espèces inventoriées dans les forêts denses humides du Togo, dont font partie celles du bassin du Zio par Akpagana, (1989). Cette différence s'expliquerait par la superficie d'étude, du nombre de placette, la méthodologie adoptée par chacun de ces études, les données prises en compte, la topographie, l'influence des conditions climatiques et les effets d'anthropisations. En outre la diversité des espèces ligneuses (32 espèces) est supérieure aux résultats de Fousseni et al., (2017) qui a recensé 25 espèces ligneuses dans la forêt communautaire d'Agbedougbe, inférieure à celle rapportée par Bawa et al., (2022b) dans des eaux de trois micro bassins du Mono au centre du Togo. La forte proportion d'individus ayant des diamètres inférieurs à 25 cm signifie que les peuplements comportent beaucoup de pieds jeunes symbole d'un fort taux de régénération, indicateur d'une possible reconstitution de la végétation. Cette différence serait liée fondamentalement à la taille de la zone d'étude, au climat relativement humide, à la présence de cours d'eaux pérennes ou temporaires et la topographie.

La dominance des espèces guinéo-congolaise et soudano-zambézienne dans l'ensemble des biotopes inventoriés confirme le fait que le terrain d'étude appartient à la zone de savane soudanienne (Cisse, 2020). L'inventaire fait ressortir une dominance des espèces de la famille des Combretaceae. La prédominance des Combretaceae est une caractéristique des forêts claires, savane arbustive et arborée des zones soudanienne. La même tendance s'observe avec les travaux de Dourma et al., (2012) et de Folega et al., (2014) sur la flore des forêts claires à *Isobertlinia* spp. en zone soudanienne au Togo et une étude menée au Burkina –Faso sur l'influence du gradient climatique sur la distribution des espèces des Combretaceae (Ouédraogo et al., 2006). La dominance des microphanérophytes, des mésophanérophites, et des nanophanérophites et la très faible proportion des mégaphanérophites par rapport à la distribution des types biologiques met en évidence le caractère boisé de la zone étudiée (Atakpama et al., 2017; Dourma et al., 2017). La présence des lianes microphanérophytes est due aux activités anthropiques marquées par des champs et des jachères (Bawa et al., 2022b). La présence dans cette partie de la zone écologique III des familles comme les Combretaceae, les Sapotaceae et les Caesalpiniaceae est indicatrice d'un climat généralement sec (Aubreville, 1950). Cela s'explique par la faiblesse des précipitations et des températures élevées.

La distribution des individus en fonction des classes de diamètre présente une asymétrie droite dans les deux stations (S1 & S2) anthropisées traduisant ainsi une prédominance de jeunes individus. La distribution asymétrique droite est révélatrice d'un faible potentiel de régénération (Kaboré, 2015). La forte proportion d'individus de diamètre compris entre 5 et 15 cm dans la station 1, entre 5 et 20 cm dans la station 2 et la faible proportion des individus de diamètre compris entre 20-50 cm dans la station 1 et 20-45 cm dans la station 2 témoignent, la forte anthropisation des écosystèmes du bassin du Haho. La distribution des classes de hauteurs indique une structure en « cloche » dans les deux stations explorées chez les peuplements jeunes et matures avec la dominance des individus de hauteur moyenne. On note également une faible densité des peuplements jeunes impliquant donc une forte pression anthropique sur cette formation. Les taux élevés d'individus de hauteur moyenne dans certaines formations sont le signe de leur fermeture. Les individus présentant une hauteur faible sont souvent coupés et utilisés comme bois de chauffe ou victimes des cultures sur brûlis pratiquées par les populations (Akpagana, 1992; Guelly, 1994; Tchamie & Bouraïma, 1997; Seou et al., 2022).

La corrélation entre la hauteur et le diamètre des arbres dans les deux stations s'exprime par une fonction linéaire dont l'équation est :  $Y = 0,2632x + 0,0196$  avec  $R^2 = 0,52$  d'une part et d'autre par  $Y = -1,3818x^2 + 0,7453x + 0,0024$  avec  $R^2 = 0,37$ . Le graphique indiquant cette relation de croissance montre que la plus grande partie des ligneux adultes inventoriés possède un diamètre qui est inférieur à 30 cm.

Ces résultats sont contraires aux observations faites par Abe A., (2022) sur les peuplements à *Mitragyna inermis* dans la zone sud du bassin versant de la rivière de Zio qui montre une corrélation très significative. La tendance est aussi différente des travaux d'Adjonou et al., (2016) qui montrent qu'au-delà du diamètre de 40 cm, la courbe de régression montre une parfaite relation entre le diamètre et la hauteur. La présente étude montre également que, la croissance en hauteur des arbres tend à se stabiliser entre de 10 à 12 m, ce qui est inférieur à l'observation d'Adjonou et al., (2016) dans la forêt de Togodo où cette croissance se stabilise à 25m.

## Conclusion

La présente étude conduite sur les usages, les pratiques faites sur le *A. leiocarpus* et de leurs impacts sur le développement de l'espèce dans les localités de Dzavé, Havé et Kpékpéta ont permis de se rendre compte que les différentes couches socioculturelles connaissent, utilisent et exploitent les produits de *A. leiocarpus* sans distinction d'âge, de sexe. En effet, l'espèce assurent des fonctions aussi importantes et diverses et jouent ainsi un rôle social dans la vie des populations. Ils interviennent dans beaucoup de domaines comme le pastoralisme, la pharmacopée, l'énergie, et même dans l'ouvrage. C'est ainsi que certains organes de *A. leiocarpus* sont plus utilisés que d'autres. L'étude a permis de recenser dans la station 1, 15 espèces réparties en 15 genres et 12 familles. Les familles les plus représentées dans cette station sont : Combretaceae suivi des Sapotaceae, Meliaceae, caesalpiniaceae et Rubiaceae. Les espèces les plus représentées sont *Anogeissus leiocarpus*, suivi de *Vitellaria paradoxa* et *Pseudoce-drela kotschy*. L'étude a permis également de recenser dans la station 2, 20 espèces réparties en 20 genres et 12 familles. Les familles disposant d'une richesse spécifique élevée sont les Fabaceae, suivi des Euphorbiaceae, des Mimosaceae, des Anacardi-naceae, puis des Combretaceae. Les espèces les plus représentées sont *Millettia thonningii*, *Bridelia ferruginea* et *Acacia polya-cantha*. Les paramètres structuraux des peuplements à *A. leiocarpus* sont significativement différents, que ce soit pour le diamètre ou pour les hauteurs dominantes. La répartition des arbres en classes de diamètre montre une distribution typique en « L » décroissante, avec prédominance de tiges de petite taille, traduisant une dynamique régulière de la population dans la station 1. Par contre on note d'une distribution en cloche symétrique pour les arbres de la station 2 caractéristique de peuplements ayant atteint un état d'équilibre.

*A. leiocarpus* étant une espèce recherchée pour la fabrication du charbon de bois, une surveillance accrue par les services techniques en charge de la protection de l'environnement devra être encouragée pour éviter toute exploitation massive et frauduleuse de cette précieuse ressource. Il est recommandé, dans une seconde phase d'intervention, de promouvoir des pratiques sylvicoles innovantes basées en particulier sur des opérations à petite échelle. La pratique de différentes méthodes sylvicoles est à promouvoir pour stimuler, d'ici 2030 la restauration forestière.

## Remerciement

Nous adressons nos vives, chaleureuses remerciements et gratitude au Laboratoire de Botanique et Ecologie Végétale et à tous ceux qui ont relu cet article et contribué à son amélioration.

## Références

- Abalo, M., Badabate, D., Fousseni, F., Kpérkouma, W., & Koffi, A. (2021). Landscape-based analysis of wetlands patterns in the Ogou River basin in Togo (West Africa). *Environmental Challenges*, 2, 100013.
- Abe A., 2022. Modélisation de la biomasse de *Mitragyna inermis* (Willd.) K. Schum., dans la zone sud du bassin versant de la rivière de Zio (Togo). 69.
- Abebe, D. (1994). Biodiversity conservation and medicinal plants. Proceeding of the XIII th Plenary meeting of AETFAT, Eds "Seyani, JH et Chikuni, AC" Zomba, 1, 191-196.
- Adebu, C., & Abdala, B. (2012). L'exploitation artisanale de bois et les options de développement des populations riveraines des forêts. C. Benneker, DM. Assumani, A. Maindo, F. Bola, G. Kimbuni, G. Lescuyer, JC Esuka, E. Kasongo et S. Begaa (éd.) (2012), Le bois à l'ordre du jour. Exploitation artisanale de bois d'oeuvre en RD Congo: Secteur porteur d'espoir pour le développement des petites et moyennes entreprises. Wageningen: Tropenbos International, 69-86.
- Adjonou, K., Ali, N., Kokutse, A. D., & Novigno, S. K. (2010). Etude de la dynamique des peuplements naturels de *Pterocarpus ericaceus* (Fabaceae) surexploités au Togo. *Bois & Forêts des Tropiques*, 306, 45-55. <https://doi.org/10.19182/bft2010.306.a20431>

- Adjonou, K., Radji, R., Kokutse, A. D., & Kokou, K. (2016). Considération des caractéristiques structurales comme indicateurs écologiques d'aménagement forestier au Togo (Afrique de l'Ouest). *VertigO*, 16. <https://doi.org/10.4000/vertigo.17004>
- Akoègninou, A., Burg, W. J. van der, & Maesen, L. J. G. van der. (2006). Flore analytique du Bénin. Backhuys Publishers p.
- Akpagana, K. (1989). Recherches sur les forêts denses humides du Togo [These de doctorat, Bordeaux 3]. <https://theses.fr/1989BOR30200>
- Akpagana, K. (1992). Les forêts denses humides des Monts Togo et Agou (République du Togo). *Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle. Section B, Adansonia*, 14(1), 109-172.
- Andrisoa R. H., (2020). Importance des facteurs climatique et topographique dans la Variabilité de la biomasse aérienne dans une forêt humide cas du corridor ankeniheny- zahamena" Mention foresterie et environnement. "13 p.
- Apélété, E.-E. (2023). Modeling of the Ecological Niche of *Anogeissus leiocarpa* (DC.) Guill & Perr and Conservation Strategies in the Context of Climate and Global Change (Benin, West Africa). *Journal of Ecology & Natural Resources*, 7(2). <https://doi.org/10.23880/jenr-16000330>
- Arbonnier, M. (ed ). (2019). Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest (Afrique occidentale). Ed. Quae. <https://agritrop.cirad.fr/591648/>
- Archibold, O. W. (2012). *Ecology of World Vegetation*. Springer Science & Business Media
- Atakpama W., Folega F., Pereki H., Wala K., 2017. Cartographie, diversité et structure démographique de la forêt communautaire d'Amavénou dans la préfecture d'Agou au Togo p.
- Aubreville, A. (1950). Flore forestière soudano-guinéenne : A.O.F. - Cameroun - A.E.F. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122621/>
- Badjaré, B., Kokou, K., Bigou-lare, N., Koumantiga, D., Akpakouma, A., Bétidé Adjayi, M., & Abbévi Abbey, G. (2018). Étude ethnobotanique d'espèces ligneuses des savanes sèches au Nord-Togo : Diversité, usages, importance et vulnérabilité. *BASE*. <https://doi.org/10.25518/1780-4507.16487>
- Bationo, B. A., Ouedraogo, S. J., & Guinko, S. (2001). Longévité des graines et contraintes à la survie des plantules d'*Azelia africana* Sm. Dans une savane boisée du Burkina Faso. *Annals of Forest Science*, 58(1), 69-75. <https://doi.org/10.1051/forest:2001107>
- Bawa, D. M., Folega, F., Atato, A., Diwediga, B., Wala, K., & Akpagana, K. (2022a). Écologie et anthropisation des habitats naturels de trois micros bassins versants adjacents du centre du Togo. *Recherche Agronomique*, 20(1), 16-41.
- Bawa, D. M., Folega, F., Atato, A., Diwediga, B., Wala, K., & Akpagana, K. (2022b). Écologie et anthropisation des habitats naturels de trois micros bassins versants adjacents du centre du Togo. *Recherche Agronomique*, 20(1), 16-41.
- Bellefontaine, R., Edelin, C., Ichaou, A., Laurens, D. D., Monsarrat, A., & Loquai, C. (2001). Le drageonnage, alternative aux semis et aux plantations de ligneux dans les zones semi-arides : Protocole de recherches. *Science et changements planétaires / Sécheresse*, 11(4), 221-226.
- Boulmane, M., Halim, M., Khia, A., Oubrahim, H., & Abbassi, H. (2013). Biomasse, minéralomasse et éléments nutritifs retournant au sol dans le *Quercus Ilex* du Moyen Atlas Central Marocain. *Nature & Technology/Nature & Technologie*, 9. <https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/47/5/2/43134>
- Brunel, J. F., Hiepko, P., & Scholz, H. (1984). Flore analytique du Togo : Phanérogames. *Englera*, 4, 3-751. <https://doi.org/10.2307/3776742>
- Candolle, A. P. de, & Candolle, A. de. (1844). *Théorie élémentaire de la botanique, ou, Exposition des principes de la classification naturelle et de l'art de décrire et d'étudier les végétaux*. Roret 492 p.
- Cisse, A., Ouattara M., N' Guessan E. A., N' Gouan Abrou J. E., (2020). " Diversité végétale et usages des plantes dans une zone de savane soudanienne : Cas de la localité de Ferkessédougou (Nord, Côte d'Ivoire)." *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 14(8) : 2807-2825.
- Cuny, P., & ENGREF Ecole National du Génie Rural, des E. et des F. (2000). Quelle gestion locale et décentralisée des espaces boisés au Sud du Mali. L'exemple de la commune rurale de Sorobasso. Mémoire de Thèse en Science Forestière. Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (ENGREF), 366 p.
- Cuny, P., Sanogo, S., & Sommer, N. (1997). Arbres du domaine soudanien. Leurs usages et leur multiplication. Institut d'Economie Rurale-Centre Régional de la Recherche Agronomique, 122 p.
- Demaze, M. T. (2010). Les mécanismes émergents de réduction ou d'évitement de la déforestation : Quelle contribution à la mitigation du changement climatique? *ESO Travaux et Documents*, 29, 15-20.
- Djaouga M., Houndagba C., Sinsin B., 2009. Pratiques pastorales et utilisation du sol à Gah-Marou dans la Commune de Nikki au Bénin (Afrique de l'Ouest). *Actes 2ème colloque de l'UAC des Sciences, Cultures et Technologies Géographie*. 140-153.

- Dourma, M., Batawila, K., Guelly, K. A., Bellefontaine, R., Foucault, B. D., & Akpagana, K. (2012). La flore des forêts claires à *Isoberlinia* spp. en zone soudanienne au Togo Titre courant : Flore des forêts claires à *Isoberlinia*. *Acta Botanica Gallica*, 159(4), 395-409. <https://doi.org/10.1080/12538078.2012.737118>
- Dourma, M., Soou, E., Amana, E. K., Atakpama, W., Folega, F., Polo-Akpisso, A., Wala, K., & Akpagana, K. (2017). La forêt classée d'Atakpame : Diversité, typologie, sequestration de carbone et activités anthropiques. *Journal de La Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*, 19(3), Article 3.
- Fandohan, B., Glèlè Kakaï, R., Sinsin, B., & Pelz, D. (2008). Caractérisation dendrométrique et spatiale de trois essences ligneuses médicinales dans la forêt classée de Wari-Marô au Bénin. *Rev. Ivoirienne Sci. Technol*, 12, 173-186.
- Hutchinson J, Dalziel J.M and Alston A.H.G. : Very Good Soft cover (1954). *Flora of West Tropical Africa*, Second Edition Vol. I
- Folega, F., Atakpama, W., Wala, K., Mukete, B., Shozo, S., Akira, O., Zhao, X., & Akpagana, K. (2019). Land use patterns and tree species diversity in the Volta Geological Unit, Togo. *Journal of Mountain Science*, 16(8), 1869-1882. <https://doi.org/10.1007/s11629-018-5154-4>
- Folega, F., Badjare, B., Tokpo, K. G., Kpérkouma, W., Batawila, K., & Akpagana, K. (2023). Ecologie numérique par des mesures géospatiales et forestières du système national des aires protégées du Togo. *Revue d'Innovation et Dynamiques Territoriales*, Vol.3. 78–93p.
- Folega, F., Haliba, M., Folega, A. A., Ekougoulou, R., Wala, K., & Akpagana, K. (2022). Diversité structurale des ligneux en lien avec l'utilisation des terres du socle éburnéen au Togo. *Annales de la Recherche Forestière en Algérie*, 12(1), 7-25.
- 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*, 225-239.
- Fousseni, F., Atakpama, W., Pereki, H., Djiwa, O., Dourma, M., Kombate, B., Abreni, K., Wala, K., & Koffi, A. (2017). Potentiel écologiques et socio-économiques de la forêt communautaire d'agbédougbe (région des Plateaux-Togo) Vol.19.N°2 .31-50 p.
- FRA, CIRAD-CTFT (1989). *Mémento du forestier (Afrique)*. Ministère de la coopération et du Développement. <https://agritrop.cirad.fr/375849/>
- Giffard, Pierre-Louis. (1971). *L'arbre dans le paysage sénégalais. Sylviculture en zone tropicale sèche (Sénégal) [Monograph]*. GERDAT-CTFT. <https://agritrop.cirad.fr/362255/>
- Gijsbers, H. J. M., Kessler, J. J., & Knevel, M. K. (1994). Dynamics and natural regeneration of woody species in farmed parklands in the Sahel region (Province of Passore, Burkina Faso). *Forest Ecology and Management*, 64(1), 1-12. [https://doi.org/10.1016/0378-1127\(94\)90122-8](https://doi.org/10.1016/0378-1127(94)90122-8)
- Gomez-Beloz, A. (2002). Plant Use Knowledge of the Winikina Warao : The Case for Questionnaires in Ethnobotany1. *Economic Botany*, 56(3), 231-241. [https://doi.org/10.1663/0013-0001\(2002\)056\[0231:PUKOTW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1663/0013-0001(2002)056[0231:PUKOTW]2.0.CO;2)
- Gould, K. A., Fredericksen, T. S., Morales, F., Kennard, D., Putz, F. E., Mostacedo, B., & Toledo, M. (2002). Post-fire tree regeneration in lowland Bolivia : Implications for fire management. *Forest Ecology and Management*, 165(1), 225-234. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00620-X](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00620-X)
- Guelly, K. A. (1994). Guelly A. K., (1994). *Les savanes des plateaux de la zone forestière subhumide du Togo*. Thèse de Doctorat, Université Paris 6, 163 p.
- Guillemin, J. B. A., Perrottet, G. S., Leprieur, F. M. R., & Richard, A. (1833). *Florae Senegambiae tentamen : Seu Historia plantarum in diversis Senegambiae regionibus a peregrinatoribus Perrottet et Leprieur detectarum. Tomus primus*. Treuttel et Wurtz, 486p.
- Hoffmann, W. A. (1998). Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna : The relative importance of sexual and vegetative reproduction. *Journal of Applied Ecology*, 35(3), 422-433. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.1998.00321.x>
- Houehanou, T. J. M. (2006). Gestion pastorale et rôle des ligneux galactogènes épargnés dans les terroirs agricoles, dans la zone périphérique de la Djona (Nord-Est Bénin). *Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, Bénin*, 69p
- Hutchinson J, Dalziel J. J. F. o. W. T. A. V., Part 1., (1954). *Flora of West Tropical Africa*. Vol. 1, Part 1.
- Kaboré, S. A. (2015). Évaluation des services écosystémiques de *Crateva adansonii* DC, *Sarcocephalus latifolius* (Smith) Bruce et *Burkea africana* Hook. Dans la région du Sud-Ouest du Burkina Faso [PhD Thesis, Thèse de doctorat, Université polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso] p.
- Kabulu Djibu, J. P., Bamba, I., Munyemba Kankumbi, F., Defourny, P., Vancutsem, C., Nyembwe, N. S., Ngongo, M. L., & Bogaert, J. (2008). Analyse de la structure spatiale des forêts au Katanga. *Annales de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Lubumbashi*, 1. <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/288444/1/>

- Kambou S. (1997). Etude de la biologie de reproduction. Mémoire de DEA UdO, ed. Contribution à l'étude de la biologie florale et de la régénération de *Anogeissus leiocarpus* (OC.) Guill. et Perr. au Burkina Faso: EPAC/CAP/UAC, 123p.
- Karimi, H. A., & Peng, J. (2004). Using Maximum Likelihood (ML) and Maximum A Prior Probability (MAP) in Iterative Self-Organizing Data (ISODATA). *Geocarto International*, 19(1), 29-36. <https://doi.org/10.1080/10106040408542296>
- Kubmarawa, D., Ajoku, G. A., Enwerem, N. M., & Okorie, D. A. (2007). Preliminary phytochemical and antimicrobial screening of 50 medicinal plants from Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 6(14) p. <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/57755>
- Lescuyer, G., & Locatelli, B. (1999). Rôle et valeur des forêts tropicales dans le changement climatique. *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, 260, 5-18.
- Lessmeister R., 2015. Lessmeister R., 2015. Ist Deutsch synthetisch oder analytisch? Eine alternative morphotypologische Betrachtung. *szte*, p.
- Melesse, A. M., & Jordan, J. D. (2002). A Comparison of Fuzzy vs. Augmented-ISODATA Classification Algorithms for Cloud-Shadow Discrimination from Landsat Images. *Photogrammetric engineering* Vol. 68, 905-911 p.
- Myers, S. M. (1996). An interactive model of religiosity inheritance : The importance of family context. *American sociological review*, 858-866 p.
- Ndhala, A. R., Amoo, S. O., Ncube, B., Moyo, M., Nair, J. J., & Van Staden, J. (2013). Antibacterial, antifungal, and antiviral activities of African medicinal plants. In *Medicinal plant research in Africa* (p. 621-659). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124059276000163>
- Ouédraogo, A., Thiombiano, A., & Guinko, S. (2005). Utilisations, état des peuplements et régénération de cinq espèces ligneuses utilitaires dans l'Est du Burkina Faso. Boussim, IJ; Lykke, AM; Nombé, I, 173-183.
- Ouédraogo, A., Thiombiano, A., Hahn, K., & Guinko, S. (2006). Diagnostic de l'état de dégradation des peuplements de quatre espèces ligneuses en zone soudanienne du Burkina Faso. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 17, 485-491. <https://doi.org/10.1684/sec.2006.0058>
- Ozenda, P. (1982). Les végétaux dans la biosphère. Éd Doin. Paris.
- Pereki, H., Wala, K., Thiel-Clemen, T., Bessike, M. P. B., Zida, M., Dourma, M., Batawila, K., & Akpagana, K. (2013). Woody species diversity and important value indices in dense dry forests in Abdoulaye Wildlife Reserve (Togo, West Africa). *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 5(6), 358-366. <https://hdl.handle.net/10568/93820>
- Petit, S., & Mallet, B. (2001). L'émondage d'arbres fourragers : Détail d'une pratique pastorale. *BOIS & FORETS DES TROPIQUES*, 270, 35-45. <https://doi.org/10.19182/bft2001.270.a20079>
- Polo-Akpisso, A., Folega, F., Soulemane, O., Atakpama, W., Coulibaly, M., Wala, K., Röder, A., Akpagana, K., & Yao, T. (2018). Polo-Akpisso, A., Folega, F., Soulemane, O., Atakpama, W., Coulibaly, M., Wala, K., Röder, A., Akpagana, K., & Yao, T. (2018). Habitat biophysical and spatial patterns assessment within Oti-Keran-Mandouri protected area network in Togo. *7(5)* 283-299. <http://academia.wascal.org/bitstream/handle/123456789/409/>
- Puig, H. (2001). Diversité spécifique et déforestation : L'exemple des forêts tropicales humides du Mexique. *Bois & Forêts Des Tropiques*, 268, 41-55.
- Razafintsalama V., Rajoelison G., Sorg J., (2019). Utilisation de l'énergie de biomasse dans le Menabe. A qui imputer les impacts environnementaux. 16 p.
- Saenz, G. P., & Guariguata, M. R. (2001). Demographic response of tree juveniles to reduced-impact logging in a Costa Rican montane forest. *Forest Ecology and Management*, 140(1), 75-84. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00278-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00278-4)
- Sandjong, R. C. S., Ntoupka, M., Vroumsia, T., & Ibrahima, A. (2018). Caractérisation structurale de la végétation ligneuse du Parc National de Mozogo-Gokoro (Cameroun). *Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica*, 21, 7-24.
- Sena, A. S. T., & Djakpa, J. B. A. (2016). Perception et importance de *Anogeissus leiocarpus* (DC.) Guill. Et Perr. Dans la commune de Boukoubé au Bénin. EPAC/CAP/UAC. <https://biblionumeric.epac-uac.org:9443/jspui/handle/123456789/1881>
- Seou, E., Akame, L., & Boukpepsi, T. (2022a). Diversité floristique et caractéristiques structurales des groupements végétaux du bassin du Zio (Sud-Togo). *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, Volume 17, 83-98.
- Seou, E., Akame, L., & Boukpepsi, T. (2022b). Diversité floristique et caractéristiques structurales des groupements végétaux du bassin du Zio (Sud-Togo). *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, Volume 17, 83-98.
- Sidibe, D. (2022). Analyse de la dégradation de la forêt classée des monts mandingues dans la commune rurale du mande au mali. *Revue Malienne de Science et de Technologie*, 3(27). <https://revues.ml/index.php/rmst/article/view/2458>
- Tankoano, B., Hien, M., Sanon, Z., Yameogo, J. T., & Somda, I. (2015). Dynamique spatio-temporelle des savanes boisées de la forêt classée de Tiogo au Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(4), 1983-2000.

- Tchamie, T. K. T., & Bouraïma, M. (1997). Les formations végétales du Plateau Soudou-Dako dans la chaîne de l'Atakora et leur évolution récente (Nord Togo). *Le Journal de Botanique*, 3(1), 83-94.
- Terrible, M. (1984). *Essai sur l'écologie et la sociologie d'arbres et arbustes de Haute-Volta*. Publisher: Bobo-Dioulasso (Upper Volta) Librairie de la Savane, Arboles forestales; Espece. AGRIS AP. p. <https://agris.fao.org/>
- Thiombiano A. G. K. R., Bayen P., JI Boussim & Mahamane. (2016). *Forestiers, méthodes et dispositifs d'inventaires en afrique* These de Doctorat, Université de Ouagadougou. p.
- Traoré, G. H., Sanou, L., & Koala, J. (2019). Diversité d'utilisations et de connaissances des espèces locales préférées dans le corridor forestier de la Boucle du Mouhoun, Burkina Faso. *Sciences Naturelles et Appliquées*, 38(1), Article 1. [https://revuesciences-techniquesburkina.org/index.php/sciences\\_naturelles\\_et\\_appliquee/article/view/702](https://revuesciences-techniquesburkina.org/index.php/sciences_naturelles_et_appliquee/article/view/702)
- Tremblay, M. F., Bergeron, Y., Lalonde, D., & Mauffette, Y. (2002). The potential effects of sexual reproduction and seedling recruitment on the maintenance of red maple ( *Acer rubrum* L.) populations at the northern limit of the species range. *Journal of Biogeography*, 29(3), 365-373. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2002.00665.x>
- Vogel, S., Inauen, N., Althaus, P., Barjolle, D., Benz, R., Jenny, M., Liner, M., & Steinmann, P. (2013). *Champ d'action Agriculture du Plan d'action Stratégie Biodiversité Suisse*. 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 A lédjo (T ogo). *African Journal of Ecology*, 50(3), 355-366.
- Von, M. H. J. (1983). *Arbres et arbustes du Sahel : Leurs caracteristiques et leurs utilisations*. Schriftenreihe Der GTZ (Germany), 147. <https://agris.fao.org/search/en/providers/123819/records/6473622708fd68d546049113>
- Watson, R. T., Albriton, D. L., & Barker, T. (2001). *Changements climatiques 2001 : Rapport de synthèse, résumé à l'intention des décideurs*. Rapport, GIEC, Septembre 2001, pages: 1, 37.
- Zoghaib, R. (2021). *Evaluation du stock de carbone dans les forêts Libanaises. Exemple des forêts du Nahr Beyrouth* [PhD Thesis, Normandie Université; Université Saint-Joseph (Beyrouth)]. <https://theses.hal.science/tel-03635142/>