

Flore et écologie de la partie centrale du Bassin de Zio dans un contexte de pression foncière au Togo

The flora and ecology of the central part of the Zio Basin in a context of land pressure in Togo

Akpégnon Amékaéli Casimir, Abé Akala, Badjaré Bilouktime, Folega Fousseni, Wala Kperkouma, Batawila Komlan et Akpagana Koffi

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

Comment citer l'article : Akpégnon Amékaéli Casimir, Abé Akala, Badjaré Bilouktime, Folega Fousseni, Wala Kperkouma, Batawila Komlan, Akpagana Koffi (2023). Flore et écologie de la partie centrale du Bassin de Zio dans un contexte de pression foncière au Togo. *Rev Écosystèmes et Paysages (Togo)*, 3(2) : 1–18, e-ISSN (Online) : 2790-3230
DOI : <https://doi.org/10.59384/reco-pays.tg3203>

Reçu : 1^{er} octobre 2023

Accepté : 15 décembre 2023

Publié : 30 décembre 2023



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

Résumé

Le bassin versant du Zio au Togo est confronté à des défis majeurs tels que l'expansion démographique, l'urbanisation et l'exploitation du bois, entraînant une régression alarmante de sa biodiversité. La création d'un nouveau jardin botanique universitaire à Kovié (commune Zio 2-Togo) fait partie des engagements des autorités universitaires à contribuer à l'atteinte des ODD. Ainsi, cette recherche vise à contribuer à une meilleure gestion et planification des potentialités écologiques du périmètre affecté à cet effet. Des inventaires floristiques, forestiers, régénération et écologiques ont été réalisés sur trente-six (36) placettes de 1000 m². L'analyse rapide de l'occupation du sol révèle que le nouveau site du jardin est constitué de forêt (2,80 %), savane boisée (35,97 %), savane arbustive/arborée (14,36 %), et savane herbeuse (3,13 %). Un total de 120 espèces réparties en 112 genres et 51 familles ont été recensées. *Mitragyna inermis* (30,56 %), *Lonchocarpus sericeus* (30,56 %), *Lannea acida* (30,56%), et *Terminalia avicennioides* (19,44 %) sont les espèces les plus fréquentes. Les espèces hémicryptophytes (15,13%), mésophanerophytes (15,13%), les espèces afrotropicales (13,09%) et soudano-zambezienne (13,09%) sont les plus abondantes. Quatre groupements phytosociologiques ont été discriminés : *Mitragyna inermis* et *Lonchocarpus sericeus*, *Pseudocedrela kotschy* et *Sarcocephalus latifolius*, *Vitellaria paradoxa* et *Terminalia avicennioides* et le groupement à *Sporobolus pyramidalis* et *Hexalobus monoptetalus*. Le potentiel de régénération naturelle est estimé à 78,70%. Ces informations peuvent guider les décideurs et les acteurs sur le terrain dans la mise en place de mesures de conservation et d'exploitation durable. L'objectif est d'améliorer le niveau de vie et les revenus de la population.

Mots clés :

Écologie, flore, Bassin de Zio, jardin zoobotanique, Togo.

Abstract

The Zio watershed in Togo is confronted with major challenges such as demographic expansion, urbanization, and wood exploitation, leading to an alarming regression of its biodiversity. The establishment of a new university botanical garden in Kovié (Zio

2 municipality, Togo) is part of the commitments made by university authorities to contribute to the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs). The study conducted aims to contribute to better management and planning of the ecological potential of the designated area for this purpose. Floristic, forestry, regeneration, and ecological inventories were carried out on thirty-six (36) plots of 1000 m² each. A rapid analysis of land use reveals that the new garden site consists of forest (2.80%), wooded savannah (35.97%), shrub/arborous savannah (14.36%), and grassy savannah (3.13%). A total of 120 species distributed among 112 genera and 51 families were recorded. *Mitragyna inermis* (30.56%), *Lonchocarpus sericeus* (30.56%), *Lannea acida* (30.56%), and *Terminalia avicennioides* (19.44%) are the most common species. Hemicryptophyte species (15.13%), mesophanerophytes (15.13%), Afro-tropical (13.09%), and Sudano-Zambezian (13.09%) species are the most abundant. Four phytosociological groups were distinguished: *Mitragyna inermis* and *Lonchocarpus sericeus*, *Pseudocedrela kotschy* and *Sarcocephalus latifolius*, *Vitellaria paradoxa* and *Terminalia avicennioides*, and the group with *Sporobolus pyramidalis* and *Hexalobus monopetalus*. The potential for natural regeneration is estimated at 78.70%. These pieces of information can guide decision-makers and stakeholders on the ground in implementing conservation and sustainable exploitation measures. The aim is to enhance the standard of living and income of the population.

Keywords

Ecology, Flora, Zio Basin, Zoobotanical Garden, Togo.

1. Introduction

Les bassins en Afrique se distinguent par des caractéristiques climatiques singulières, notamment des températures moyennes annuelles élevées et une humidité relative importante. En tant que zones humides, ces écosystèmes sont actuellement considérés comme des bastions de la diversité floristique, grâce à des conditions écologiques spécifiques qui ont propulsé le développement de formations végétales variées (Seou *et al.*, 2022).

Le bassin versant du Zio, localisé dans le sud du Togo, est une zone humide d'une grande valeur naturelle, notamment en termes de biodiversité et d'écologie. Cette région abrite une diversité impressionnante d'espèces végétales et animales, contribuant ainsi à une richesse écologique remarquable. Cependant, malgré son importance, cette zone subit une régression alarmante de ses écosystèmes spontanés. Cette tendance est principalement attribuée à l'explosion démographique, générant une demande croissante de terres pour l'agriculture, l'urbanisation et l'exploitation du bois. Au fil des décennies, les forêts de la zone subhumide ont été fortement perturbées et morcelées en raison des activités agricoles intensives. Cette réalité met en évidence les défis majeurs liés à la préservation de cet écosystème vital face aux pressions croissantes de l'activité humaine (Seou *et al.*, 2022). L'étalement des villes engendre une compétition foncière traduite par une forte demande en terres à bâtir et est largement alimenté par le développement des maisons individuelles. Cette expansion entraîne le plus souvent une augmentation des prix des terres, une pression sur les ressources naturelles, une fragmentation du paysage et des impacts sur l'environnement (Kanda *et al.*, 2017). Dans cette dynamique, on note une insuffisance des zones récréatives pour les populations. De ce fait, la création des jardins zoobotaniques répondant aux normes de la Botanic Gardens Conservation International (BGCI) devient alors une préoccupation urgente des acteurs clés de la conservation biologique au Togo. Les jardins zoobotaniques, également connus sous le nom de jardins botaniques et zoologiques, sont des espaces qui combinent à la fois des collections de plantes et d'animaux vivants (Bruffaerts *et al.*, 2023) et (Oulaïtar *et al.*, 2016). Ils jouent un rôle actif dans la préservation des espèces en danger d'extinction (Kanga, 2014). Ce sont des lieux de recherche essentiels pour les scientifiques (Barabé *et al.*, 2012). Ils permettent d'étudier le comportement animal, la biologie végétale, l'écologie et de mener des recherches sur les interactions entre les espèces (Wilmet, 2021). Sur le plan éducatif, les jardins zoobotaniques jouent un rôle crucial dans l'éducation du public sur la biodiversité, la conservation et l'environnement en offrant des opportunités d'apprentissage pour les visiteurs de tous âges, y compris les écoles, les étudiants et les familles (Angel, 2007). Les jardins zoobotaniques sont des destinations populaires pour les loisirs et le tourisme (Kanga, 2014). Ils offrent aux visiteurs une expérience unique en leur permettant d'observer de près des espèces animales et végétales qu'ils ne pourraient pas voir autrement (Paola Burigana & Caucat, 2005) (Wilmet, 2021). Par ailleurs, le jardin botanique de l'université de Lomé d'une superficie 19 ha à sa création en 1989 est réduit à de 9 ha. Il est à relever que la superficie

actuelle résulte de l'occupation du domaine originellement réservé pour le jardin botanique par l'implantation d'autres infrastructures (Village du Bénin et l'ouvrage d'assainissement) par faute de schéma cohérent d'aménagement. La faible superficie actuelle du jardin botanique de l'université de Lomé ne permet pas d'y réaliser toutes les unités paysagères requises pour un jardin botanique comme prévu dans le projet initial. C'est pour cela qu'en plus des 9 ha disponibles sur le campus, l'Université de Lomé met à la disposition du Jardin zoobotanique de l'Université de Lomé, une parcelle de 50 ha sur son domaine de Kovié (Préfecture de Zio) afin d'y réaliser une extension dudit jardin. Ainsi, la vision d'étendre la superficie du jardin botanique de 50 ha de plus dans son domaine à Kovié devra conférer au jardin botanique un rôle d'amortisseur des effets négatifs liés à l'exploitation intensive de la zone d'aménagement agricole planifiée de Kovié. Ainsi le jardin botanique pourrait devenir un sanctuaire ou un habitat potentiel de reconstitution de la biodiversité aussi végétale qu'animale. Ce jardin une fois aménagé sera un levier de l'amélioration de la résilience socioécologique de toutes les communautés riveraines face aux changements climatiques. Longtemps resté sans véritable valorisation, ce site est aujourd'hui l'une des priorités des autorités de l'Université de Lomé en termes de valorisation pour la production agricole et la conservation de la biodiversité. Cette valorisation ne saurait être faite sans un diagnostic scientifique sur le patrimoine naturel biologique des différents habitats, les menaces et perturbations écologiques qui pèsent sur l'intégrité des écosystèmes dans une approche de dégager les pistes de plan et de programme d'aménagement paysager. Ainsi pour développer à court terme des outils de gestion et d'aménagement du site du projet de jardin botanique à Kovié, la présente étude est une contribution à une meilleure connaissance et gestion des écosystèmes au Togo. Spécifiquement, elle permettra de : caractériser les communautés végétales, pour atteindre ces objectifs, il est important de se poser ces questions à savoir : qu'elles sont les principales communautés végétales présentes dans la zone d'extension du jardin botanique à Kovié ? Comment la diversité végétale varie-t-elle à travers les différents habitats du site ?

2. Matériel et Méthode

2.1 Description du milieu d'étude

La zone d'étude se situe à 30 km au nord-ouest de Lomé (capitale du Togo). Le site du jardin zoobotanique de l'Université de Lomé à Kovié est située entre 6°21'46,800'' et 6°22'19,200'' latitude nord; 1°5'20,400'' et 1°5'52,800'' longitude est (figure 1). C'est une zone périurbaine située dans la vallée de Zio (Toglo et al., 2021). Il est limité au nord par le canton de Wli, au sud par le canton de Mission-Tové, à l'est par le village d'Assomé, à l'ouest par le canton de Badja (OIF, 2019). Kovié dispose de cinq écoles, dont un collège d'Enseignement Général. Du point de vue culturel, la population pratique l'animisme, le christianisme et l'islam (OIF, 2019). Sur le plan socioéconomique, Kovié compte une population d'environ 7002 habitants (OIF, 2019) dont la majorité appartient à l'ethnie Ewé.

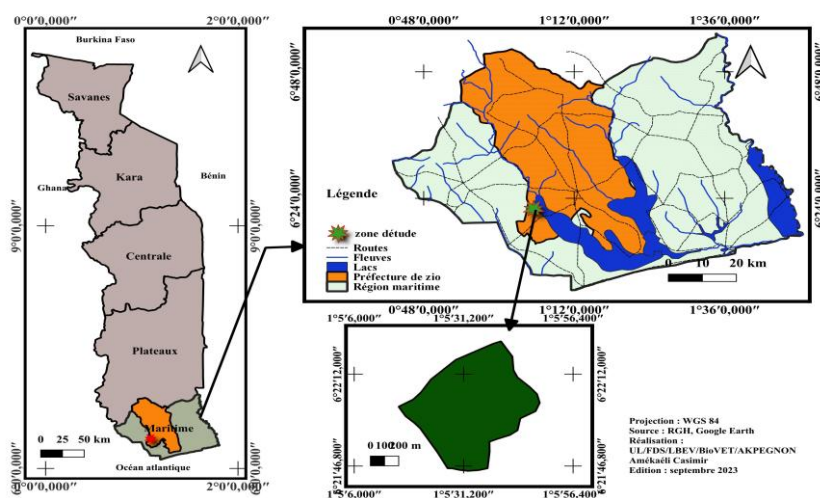


Figure 1. Situation de la zone d'étude

Les principales sources de revenus de la population sont l'agriculture, la pêche, l'élevage, le commerce, le transport et l'artisanat. Environ 80 % de la population active est engagée dans le secteur agricole. Les principales cultures des cultures sont le maïs, le

riz, le niébé et la patate douce, ainsi que des fruits et légumes saisonniers. L'activité principale est la riziculture selon le rapport de (OIF, 2019).

2.2. Collecte des données

Plan d'échantillonnage

Grâce au logiciel QGIS 2.18.14, 36 points d'échantillonnage à maille régulière distante de 100 m ont été projetés de telle sorte que les 4 types de formations végétales soient couverts. Dans le cadre de cette étude, l'échantillonnage stratifié a été adopté (figure 2).

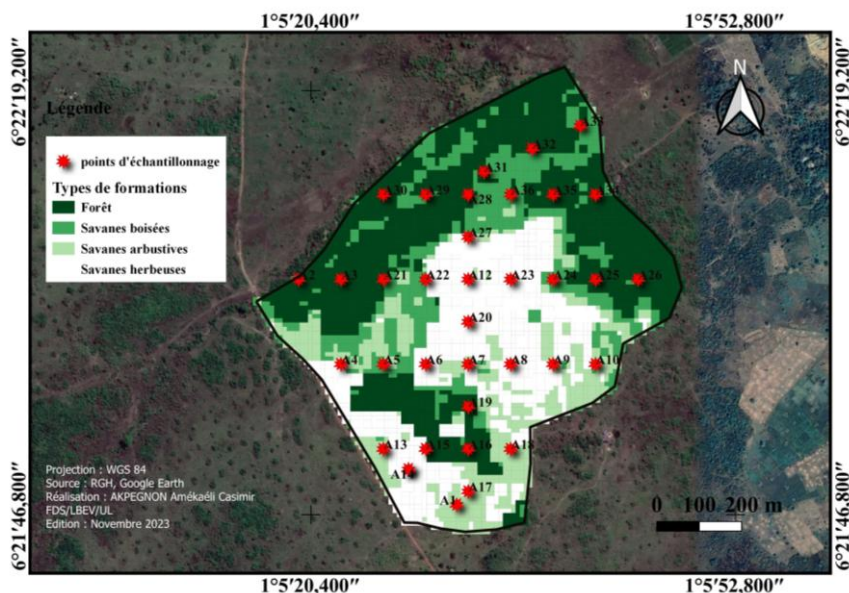


Figure 2. Distribution des points d'échantillonnage

La méthode « classique » d'inventaire des formations savanicoles est adoptée de manière systématique et stratifiée avec des placettes de taille fixe de 1000 m² ; soit un rectangle de 20 m × 50 m (Arbonnier, 1990), (Thiombiano *et al.*, 2016). Les quadrats d'inventaire de la régénération ont été installés suivant la diagonale de la placette des ligneux ou aux différents angles et au centre de la placette (Glèlè Kakai et Sinsin, 2009) en l'occurrence un carré de 25 m (5 m × 5 m) (Thiombiano *et al.*, 2016).

Inventaire floristique et forestier

Sur les aires définies de 50 m x 20 m, de façon visuelle, toutes les espèces herbacées et ligneuses rencontrées sont identifiées, notées et affectées d'un coefficient d'abondance-dominance suivant l'échelle de Braun-Blanquet. Des relevés phytosociologiques sont effectués en utilisant des documents de référence pour déterminer les espèces (Meddour, 2011). Pour chaque espèce, une nomenclature suivant les flores analytiques du Togo (Brunel *et al.*, 1984) et du Bénin (Akoègninou *et al.*, 2006) est utilisée. À l'aide d'un ruban pi l'inventaire forestier a été fait. Ainsi sont mesurés tous les arbres ayant un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) supérieure ou égale à 15,7 (Gnoumou *et al.*, 2021).

Inventaire des descripteurs écologiques

Les données sur le type de formation végétale, le recouvrement global et par strate, les facteurs de perturbation du milieu (pression pastorale, feux de brousse, et le prélèvement des produits forestiers non ligneux) ont été relevés en présence /absence dans chaque placette (Thiombiano *et al.*, 2016).

Inventaire de régénération

Les individus non mesurables c'est-à-dire ceux dont le DHP est inférieur à la circonférence minimum (15,7 cm) sont considérés comme des individus juvéniles et pris en compte dans l'évaluation de la régénération. Ils sont mesurés dans les sous-placettes de 5m x 5m. Il en est de même pour ceux dont la hauteur n'atteint pas 1,30 m (Thiombiano *et al.*, 2016).

2.3. Analyse des données

Inventaire floristique et forestier

Afin d'identifier les groupements végétaux, les données ont été saisies dans le tableur Excel. Cela a permis d'obtenir une matrice brute de données, qui a ensuite été soumise au logiciel CAP 2.15 (Community Analysis Package) en vue de discriminer les groupements végétaux. À cet effet l'ensemble des relevés a été soumis au logiciel CAP en vue de générer un dendrogramme et une carte factorielle pour faire ressortir l'affinité floristique qui existe entre tous les relevés (Gnoumou *et al.*, 2021). À chaque espèce relevée, la famille, le type biologique (Raunkiaer, 1934) et le type phytogéographique (White, 1983) correspondant ont été affectés.

Pour chaque groupement, il est calculé l'indice de diversité de Shannon et l'indice d'équitabilité de Pielou suivant les formules ci-dessous (Souley *et al.*, 2018, Magurran, 2004 ; D'Avignon *et al.*, 2000). Les indices de diversité de Shannon (H) et de Pielou (EH) ont permis de mieux apprécier la diversité et la composition (Tableau 1) où ni est le nombre de relevés dans lesquels est présente l'espèce i, et n le nombre total de relevés. H' est la diversité observée, et S la richesse spécifique. La diversité de Shannon (H') mesure l'entropie et a des valeurs comprises entre 1 et 5. L'indice d'équitabilité de Pielou (E) correspond au rapport entre la diversité observée et le logarithme à base 2 du nombre total d'espèces (S) dont la valeur est comprise entre 0 et 1. Lorsque cette valeur est proche de «0 », les espèces sont faiblement réparties, mais par contre si elle est proche de «1 » les espèces sont équitablement réparties (Tableau 1).

La valeur indicatrice ou Indicator Value (INDVAL) a été calculée (Tableau 1) où Fr, Ar et Dor désignent respectivement la fréquence relative, l'abondance relative.

L'indice de Jaccard et de Sørensen est appliqué pour apprécier la similarité entre deux habitats (Souley *et al.*, 2018) (Tableau 1) où a : espèces appartenant uniquement au groupement A ; b : espèces appartenant uniquement au groupement B et c : espèces communes aux deux groupements. (Magurran, 2004 ; Mahamane, 2005) et (Souley *et al.*, 2018). Pour l'analyse de la composition floristique, la dominance relative (Dor), la densité relative (Der), la diversité relative (Dir), la fréquence, la fréquence (F) et la fréquence relative (Fr), ont été calculées (Gnoumou *et al.*, 2021) (Tableau 1). Ces indices permettent d'apprécier l'existence des communautés (Souley *et al.*, 2018).

Les données issues de l'inventaire forestier sont soumises aux calculs de diamètre moyen (Dm), de hauteur moyenne de Lorey (Hl), de densité des tiges (D), de surface terrière (G), et de régénération (Rg) (Souley *et al.*, 2018) (Tableau 1).

Analyse sur la régénération

Le taux de régénération et la densité de la régénération naturelle ont été estimées et l'importance relative de chaque mode de régénération est exprimée en pourcentage. Le taux de régénération (Tx) a été calculé (Tableau 1) où n= nombre de rejets ; N= nombre de pieds adultes. Si Tx < 25%, la régénération est faible ; 25% < Tx < 50%, correspond à une régénération moyenne ; Tx > 50% signifie que la régénération est abondante (Konaté, 1999).

Tableau 1. Tableau récapitulatif des formules à utiliser pour l'analyse floristique, forestier et de régénération.

Paramètres dendro-métriques	Formules	Auteurs
Densité totale (D) des ligneux	$D = \frac{n}{S} \times 0,1$	(Souley <i>et al.</i> , 2018)
Diamètre moyen (D _m) des arbres	$D_m = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n di^2 \right)^{\frac{1}{2}}$	(Souley <i>et al.</i> , 2018)
Surfaces terrières (G) des ligneux	$G = \frac{\pi}{4S} \sum_{i=1}^n 0,1 di^2$	(Souley <i>et al.</i> , 2018)
Hauteur moyenne de Lorey	$H = \frac{\sum_{i=1}^n ghi}{\sum_{i=1}^n gi}$	(Souley <i>et al.</i> , 2018)
L'indice de diversité Alpha de Shannon-Weaver	$H = - \sum_{i=1}^n Pi \cdot \log_2 Pi$	(Souley <i>et al.</i> , 2018)

L'indice d'équitabilité ou de régularité de Pielou	$E(\text{bit}) = \frac{H}{H_{\max}}$, et $H_{\max} = H' = \log_2 S$	(Souley <i>et al.</i> , 2018)
L'indice de Jaccard	$J = \frac{a}{a+b+c}$	(Souley <i>et al.</i> , 2018)
Coefficient de similitude de Sørensen	$I_{\text{Sørensen}} = \frac{2c}{a+b+2c}$	(Souley <i>et al.</i> , 2018)
Dominance relative	$\text{Dor} = \frac{\text{Surface terrière totale d'une espèce}}{\text{Surface terrière totale de toutes les espèces}} \times 100$	(Gnoumou <i>et al.</i> , 2021)
Densité relative	$\text{Der} = \frac{\text{Nombre d'individus d'une espèce}}{\text{Nombre total d'individus}} \times 100$	(Gnoumou <i>et al.</i> , 2021)
Diversité relative	$\text{Dir} = \frac{\text{Nombre d'espèces d'une famille}}{\text{Nombre total d'espèces}} \times 100$	(Gnoumou <i>et al.</i> , 2021)
Fréquence	$F = \frac{\text{Nombre de relevés dans lequel l'espèce est présente}}{\text{Nombre total de relevés}} \times 100$	(Gnoumou <i>et al.</i> , 2021)
Fréquence relative	$\text{Fr} = \frac{\text{fréquence d'une espèce}}{\text{somme de toutes les fréquences}} \times 100$	(Gnoumou <i>et al.</i> , 2021)
Taux de régénération	$T(x) = \frac{n}{N+n} \times 100$	(Konaté, 1999)
La valeur indicatrice ou Indicator Value (INDVAL)	$\text{INDVAL} = \text{Ar} \times \text{Fr} \times 100$	(Konaté, 1999)

3. Résultats

3.1. Diversité floristique

Les résultats de l'analyse floristique indiquent la présence de 120 espèces végétales, réparties en 112 genres et 51 familles différentes dans la zone d'étude. Les résultats montrent une codominance notable des familles botaniques, avec les Poaceae, les Fabaceae, les Rubiaceae et les Annonaceae contribuant chacune à hauteur de 6 % à la composition floristique. Cette diversité s'étend aux familles telles que les Vitaceae, les Euphorbiaceae, les Asteraceae, les Sapotaceae, les Meliaceae, les Combretaceae, les Arecaceae et les Malvaceae, qui contribuent significativement avec des taux variants entre 4 % et 5 % (figure 3).

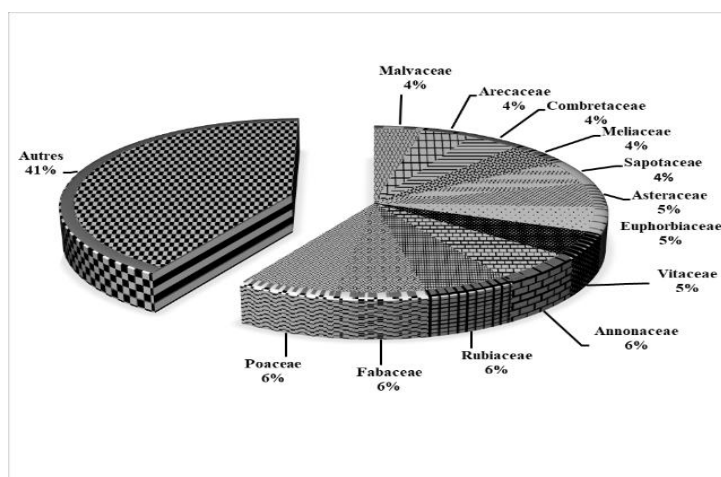


Figure 3. Spectre spécifique des familles

Parmi les espèces végétales rencontrées sur le site, *Mitragyna inermis* (Willd.) Kuntze se démarque en tant qu'espèce la plus fréquente et la plus abondante dans la zone d'étude. Cependant, *Zanthoxylum zanthoxyloides* (Lam.) Zepernick & Timler et *Azadirachta indica* A.Juss, bien qu'abondantes, figurent également parmi les espèces fréquentes (figure 4).

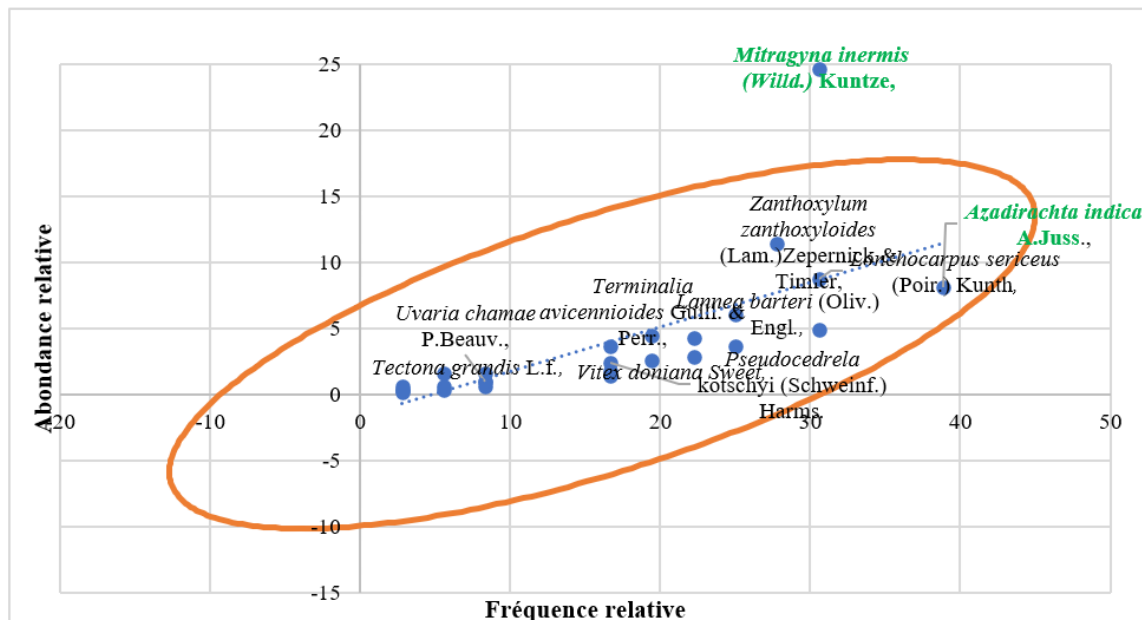


Figure 4. Nuage des points (abondance relative et fréquence relative)

La végétation du jardin zoobotanique de Kovié se caractérise par une diversité phytogéographique remarquable, avec une prédominance d'espèces originaires de diverses régions. Les types phytogéographiques les plus importants comprennent les espèces pantropicales (18,69 %) et afrotropicales (18,21 %), suivies des espèces sudano-zambezziennes (16,43 %), plurirégionales africaines (14,17 %), guineo-congolaises (12,50 %) et soudano-guinéennes (9,17 %). On observe également la présence d'espèces paléotropicales (5,71 %) et afro-asiatiques (2,74 %). En outre, quelques espèces afro-malgaches (0,95 %) et des taxons originaires d'Amérique (0,95 %) sont également présents, bien que moins fréquemment. Les espèces introduites (0,36 %) et les éléments de base soudaniens (0,12 %) sont moins représentés (Figure 6).

En ce qui concerne les types biologiques des espèces, les mésophanérophytes dominent largement (43,45 %), suivies des lianes nanophanérophytes (15,48 %) et des nanophanérophytes (13,21 %). Les chaméphytes (7,74 %) et les thérophytes (7,38 %) sont également bien représentés. Les géophytes (5,83 %) et les hémicryptophytes (5,71 %) sont présentes à des niveaux similaires, tandis que les mégaphanérophytes (0,83 %) et les épiphytes (1,36 %) sont moins abondants (figure 5).

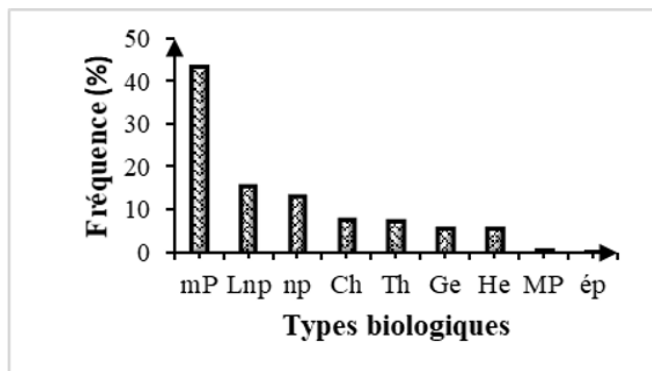


Figure 5. Spectre des types biologiques

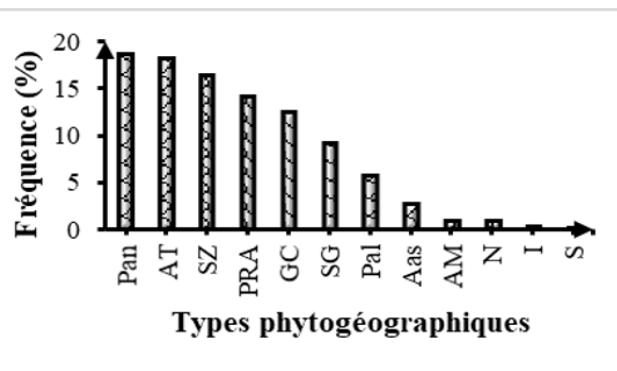


Figure 6. Spectre des types phytogéographiques

(mP : mésophanérophytes, np : nanophanérophytes, MP : mégaphanérophytes, Ch : chaméphytes, He : hémicryptophytes, Ge : géophytes, Th : thérophytes, ép : épiphytes, Lnp : lianes nanophanérophytes).

(SZ : soudano-zambézien, S : élément-base soudanien, AT : afrotropicales, Pan : pantropicales, SG : soudano-guinéennes, PRA : pluri-régionales africaines, I : Introduites, GC : Guinéo-congolais, N : taxon originaire d'Amérique, Aas : afro-asiatiques, AM : afro-malgache, Pal : paléotropicales)

3.2. Identification et typologie des groupements végétaux

L'analyse des 36 relevés végétaux a permis de distinguer quatre groupements de communautés végétales dans la zone d'étude, noté G1, G2A, G2B et G2C. Ces groupements ont été identifiés grâce à des analyses multivariées, avec une mise en évidence de gradients écologiques importants. Plus spécifiquement, l'axe 1 de l'analyse en composantes principales reflète un gradient d'humidité décroissante de gauche à droite, tandis que l'axe 2 indique un gradient altitudinal croissant du bas vers le haut (figure 7).

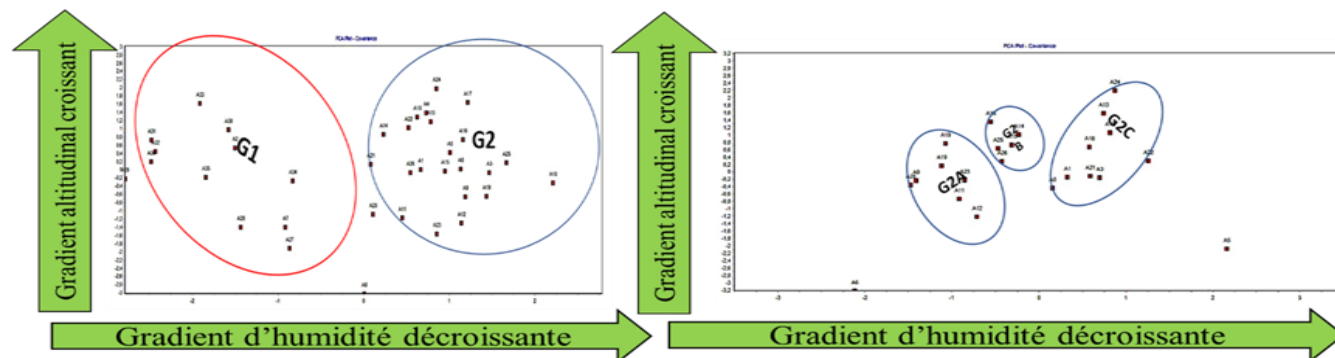


Figure 7. Analyse en Composante Principale des relevés floristiques dans le plan factoriel des axes 1 et 2

- Groupe G1 : Groupement de relevé à *Mitragyna inermis* et *Lonchocarpus sericeus*
- Groupe G2A : Groupement de relevé à *Pseudocedrela kotschy* et *Sarcocephalus latifolius*
- Groupe G2B : Groupement de relevé à *Vitellaria paradoxa* et *Terminalia avicennioides*
- Groupe G2C : Groupement de relevé à *Sporobolus pyramidalis* et *Hexalobus monopetalus*

Groupes G1 et G2

L'analyse des données floristiques dans la région étudiée a permis d'identifier un total de 120 espèces végétales réparties en 112 genres et 51 familles. L'indice de diversité de Shannon, évalué à $H = 4,27$, témoignent d'une diversité modérée des espèces, avec une répartition relativement équilibrée. Par ailleurs, les caractéristiques structurales des groupements végétaux ont été évaluées, montrant une hauteur moyenne de 5,59 mètres, un diamètre moyen de 0,073 mètre, une densité de 136,11 pieds par hectare, et une surface terrière moyenne de 0,57 mètre carré par hectare.

L'analyse de la répartition des tiges en fonction du diamètre a révélé une distribution en forme de cloche, avec une asymétrie positive, indiquant une prédominance d'individus jeunes ou de faibles diamètres, notamment compris entre 5 et 10 centimètres. De même, la répartition en fonction de la hauteur a également présenté une forme en cloche, traduisant une prédominance d'individus de hauteurs moyennes (figure 8).

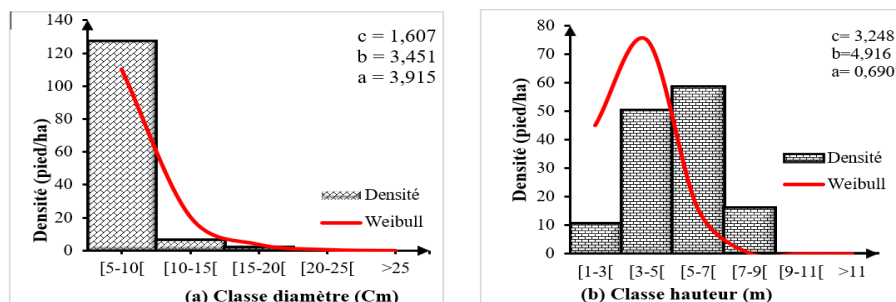


Figure 8. Structure dendrométrique de la zone d'étude

Groupe G1 : Groupement de relevé à *Mitragyna inermis* et *Lonchocarpus sericeus*

Les résultats de cette étude révèlent une grande diversité biologique au sein du groupe G1, composé de 12 relevés. Ce groupe abrite un total de 64 espèces, réparties dans 62 genres et 32 familles. Parmi ces espèces, *M. inermis* et *L. sericeus* se distinguent par leur importance, avec des indices d'importance écologique de 5,15 et 2,90 respectivement.

Les familles botaniques les plus prédominantes dans ce groupe sont les Rubiaceae (8,5 %), les Poaceae (8,5 %), les Euphorbiaceae (7,04 %), les Fabaceae (7,04 %), les Arecaceae (6,33 %), les Cyperaceae (6,33 %) et les Annonaceae (5,63 %), qui jouent un rôle significatif dans la composition de la communauté végétale.

En ce qui concerne les caractéristiques structurales, la hauteur moyenne des plantes est de 5,98 mètres, avec un diamètre moyen de 0,075 mètre. La densité d'arbres et d'arbustes atteint 177,27 pieds par hectare, et la surface terrière moyenne est de 0,79 mètre carré par hectare. L'indice de diversité de Shannon est estimé à $3,87 \pm 0,037$ bits, avec une équitabilité de Pielou de $0,64 \pm 0,0062$.

L'analyse de la répartition des tiges en fonction de la hauteur révèle une distribution asymétrique positive ($c=6,865$), indiquant une prédominance d'individus de hauteur comprise entre 6-7 mètres et 7-8 mètres. De même, la distribution des tiges en fonction du diamètre présente une distribution asymétrique positive ($c=1,135$), suggérant une prédominance d'individus jeunes ou de faibles diamètres, principalement dans les classes de diamètre entre 6-9 centimètres (figure 10).

Sur le plan biologique, les mésophanérophyles sont abondamment représentés, constituant environ 35% de la fréquence totale. Les espèces associées aux régions soudano-zambéziennes, afrotropicales et pantropicales sont prédominantes au sein de ce groupement écologique (figure 9). Ces résultats fournissent une base scientifique solide pour la compréhension et la conservation de la biodiversité ainsi que de la structure des espèces végétales au sein du groupe G1.

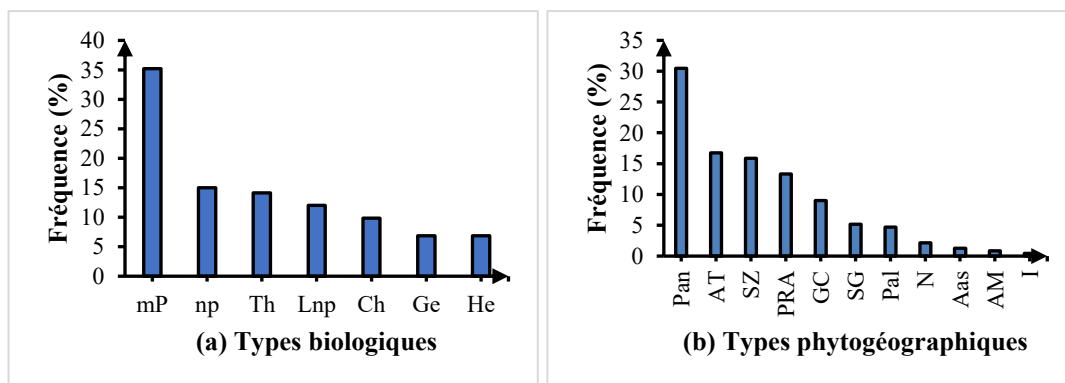


Figure 9. Spectres écologiques (G1)

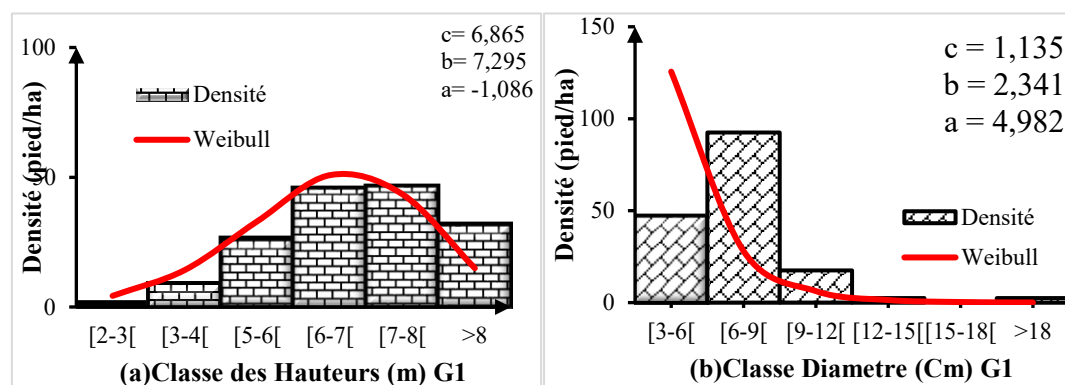


Figure 10. Structure démographique (G1)

Groupe G2A : Groupement de relevé à *Pseudocedrela kotschy* et *Sarcocephalus latifolius*

L'ensemble G2A, constitué de 7 relevés, révèle une biodiversité exceptionnelle, abritant 61 espèces réparties en 60 genres et 30 familles. Deux espèces, *P. kotschy* (INDVAL=4,04) et *S. latifolius* (INDVAL=3,54), se distinguent par leur indice d'importance écologique élevé.

Certaines familles, notamment les Annonaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae et Malvaceae, présentent une fréquence significative, atteignant près de 6% de la composition spécifique. Les types biologiques montrent une faible occurrence des espèces géophytes et thérophytes, et l'absence totale d'espèces épiphytes, laissant place à une prédominance des mésophanérophytes (46%).

Les types phytogéographiques, tels que les espèces introduites, les taxons originaires d'Amérique et afro-malgache, sont moins représentés, avec une fréquence ne dépassant pas 5% (figure 11).

En ce qui concerne les caractéristiques structurales, la hauteur moyenne des plantes est de 5,34 mètres, avec un diamètre moyen de 0,072 mètre (figure 12). La densité des ligneux atteint 140,00 pieds par hectare, tandis que la surface terrière moyenne est de 0,56 mètre carré par hectare. L'indice de diversité de Shannon est évalué à $3,918 \pm 0,004$ bits, et l'équitabilité de Pielou est de $0,66 \pm 0,00068$.

L'analyse de la distribution des tiges révèle une distribution asymétrique positive ($c=1,554$) en termes de diamètre, indiquant une prédominance d'individus jeunes ou de faibles diamètres, principalement dans la classe de diamètre [5-7] cm. En ce qui concerne la distribution des tiges en fonction de la hauteur, elle présente également une distribution asymétrique positive ($c=2,190$), témoignant d'une prédominance des individus d'une hauteur comprise entre 3 et 5 mètres, caractéristique d'un environnement fortement perturbé.

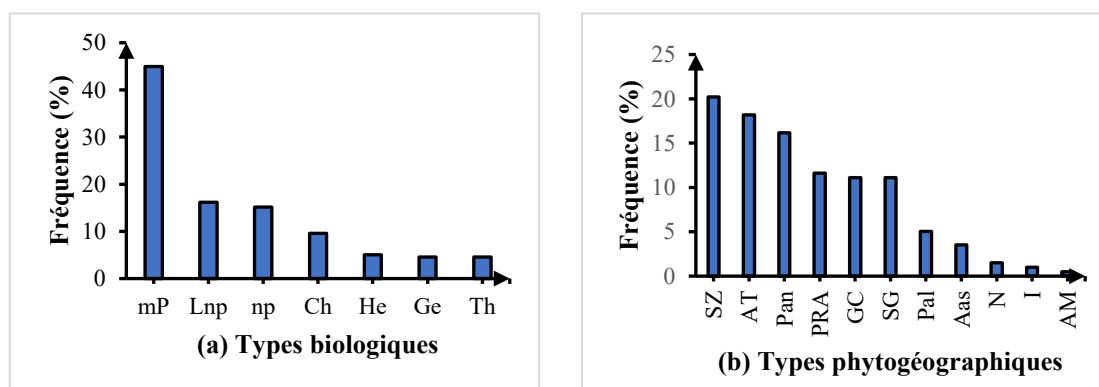


Figure 11. Spectres écologiques (G2A)

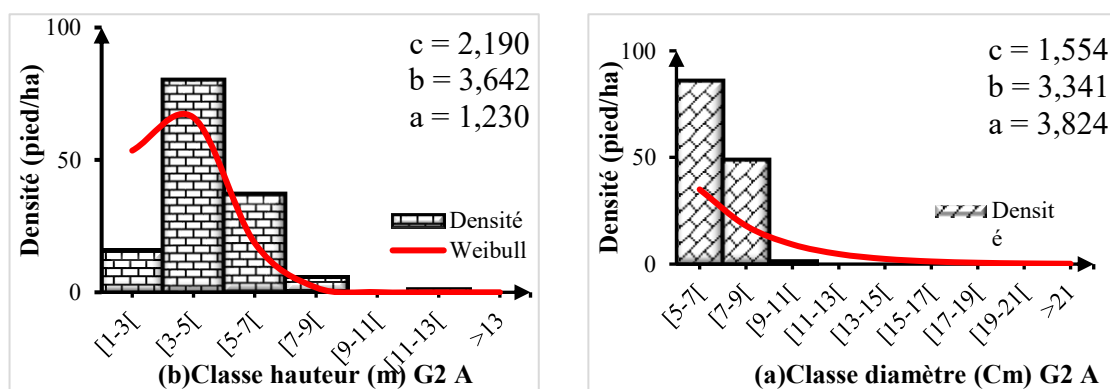


Figure 12. Structure démographique (G2A)

Groupe G2B : Groupement de relevé à *Vitellaria paradoxa* et *Terminalia avicennioides*

Le groupement G2B, issu de 5 relevés distincts, se distingue par sa biodiversité notable, comprenant 42 espèces réparties dans 40 genres et 26 familles. Deux espèces, *V. paradoxa* (INDVAL = 5,32) et *T. avicennioides* (INDVAL = 3,40), se démarquent par leur importance écologique.

Certaines familles, notamment les Annonaceae, Fabaceae, Meliaceae, Poaceae et Sapotaceae, présentent une fréquence significative, atteignant près de 8% de la composition spécifique. Les types biologiques révèlent une faible occurrence des espèces géophytes, thérophytes et épiphytes, tandis que les espèces mésophanérophytes, nanophanérophytes et lianes nanophanérophytes dominent, avec une fréquence comprise entre 19% et 55%.

En ce qui concerne les types phytogéographiques, notamment les espèces pantropicales et paléotropicales, ils sont moins fréquents, avec une fréquence inférieure à 14%. À l'inverse, les espèces soudano-zambéziennes, afrotropicales, soudano-guinéennes, plurirégionales africaines et guinéo-congolaises sont plus abondantes, avec une fréquence dépassant les 15% (figure 13).

En ce qui concerne les caractéristiques structurales, la hauteur moyenne des plantes atteint 5,12 mètres, avec un diamètre moyen de 0,070 mètre. La densité des ligneux s'établit à 112,5 pieds par hectare, et la surface terrière moyenne est de 0,44 mètre carré par hectare. L'indice de diversité de Shannon est évalué à $H' = 3,51 \pm 0,0066$ bits, tandis que l'équitabilité de Pielou est de $Eq = 0,54 \pm 0,001$.

L'analyse de la distribution des tiges met en évidence une distribution asymétrique positive ($c=1,009$) en termes de diamètre, indiquant une prédominance d'individus jeunes ou de faibles diamètres, principalement dans la classe de diamètre entre 5 et 7 centimètres. De même, la distribution des tiges en fonction de la hauteur présente également une distribution asymétrique positive ($c=1,981$), témoignant d'une prédominance des individus de hauteur comprise entre [3-5[et [5-7[mètres. Ces résultats reflètent un environnement fortement perturbé (figure 14).

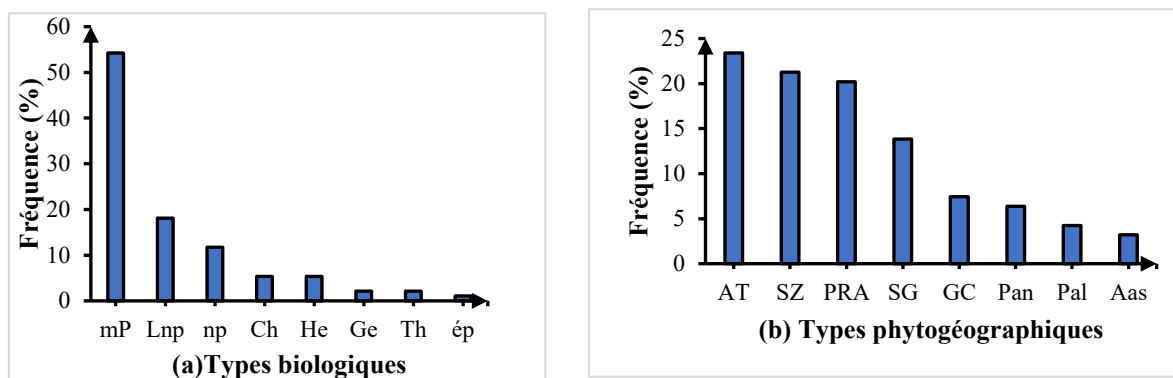


Figure 13. Spectres écologiques (G2B)

(a) types biologiques G2B ; (b) types phytogéographiques G2B

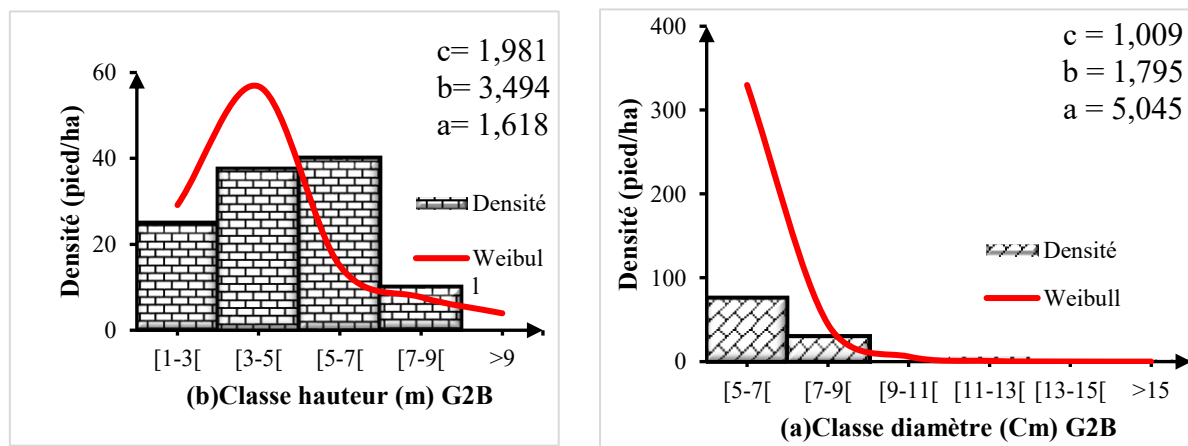


Figure 14. Structure démographique (G2B)

(a) Classe diamètre G2B ; (b) Classe hauteur G2B

Groupe G2C : Groupement de relevé à *Sporobolus pyramidalis* et *Hexalobus monopetalus*

Le groupement G2C, résultant de 8 relevés distincts, se caractérise par une diversité biologique notable, abritant 72 espèces réparties en 67 genres et 38 familles. Deux espèces, *S. pyramidalis* (INDVAL=4,06) et *H. monopetalus* (INDVAL=3,11), se distinguent par leur importance écologique.

Certaines familles, notamment les Amaranthaceae, Anacardiaceae, Annonaceae, Apocynaceae, Araliaceae et Arecaceae, présentent une fréquence significative, atteignant environ 6% de la composition spécifique. Les types biologiques révèlent une faible présence des espèces géophytes, thérophytes et épiphytes, avec une fréquence inférieure à 6%. En revanche, les espèces mésophanérophytes sont fortement représentées, atteignant près de 50%.

Les types phytogéographiques, comme les espèces afro-malgaches et éléments-base soudaniens, sont moins fréquents, avec une fréquence inférieure à 2%. Cependant, les espèces soudano-zambéziennes, afrotropicales, pantropicales, soudano-guinéennes, plurirégionales africaines et guinéo-congolaises sont plus fréquentes, dépassant les 10% (figure 15).

En ce qui concerne les caractéristiques structurales, la hauteur moyenne des plantes atteint 5,13 mètres, avec un diamètre moyen de 0,07 mètre. La densité des ligneux est de 132,5 pieds par hectare, et la surface terrière moyenne est de 2,09 mètres carrés par hectare. L'indice de diversité de Shannon est évalué à $H' = 4,05 \pm 0,0036$ bits, avec une équitabilité de Pielou de $E_q = 0,53 \pm 0,00047$.

L'analyse de la distribution des tiges révèle une distribution asymétrique positive de la hauteur ($c=2,462$), indiquant une prédominance d'individus de hauteur comprise entre [3-5[et [5-7[mètres, caractéristique d'un milieu fortement perturbé. De même, la distribution des tiges en fonction du diamètre présente une distribution asymétrique positive ($c=1,9192$), signe d'une prédominance d'individus jeunes ou de faibles diamètres, principalement dans la classe de diamètre [5-7[cm (figure 16).

Ces résultats, découlant d'une analyse rigoureuse, contribuent à une compréhension approfondie de la composition biologique, de la structure et de la dynamique écologique du groupement G2C, fournissant ainsi des données essentielles pour la gestion et la préservation de cet écosystème spécifique.

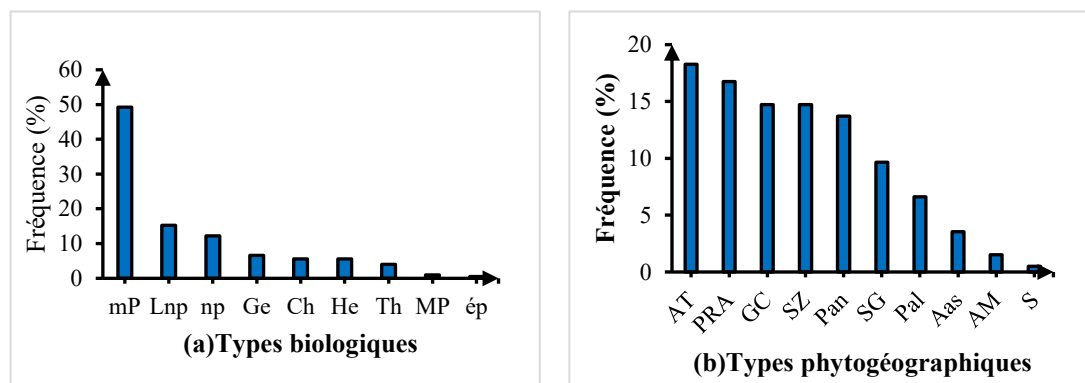


Figure 15. Spectres écologiques (G2C)

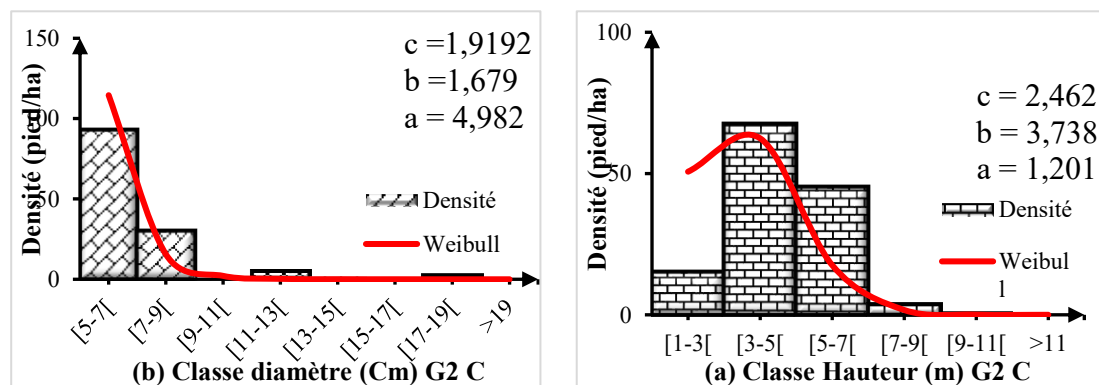


Figure 16. Structure démographique (G2C)

Analyse de similarité des groupements

Le plan factoriel formé par les axes est significatif. Elle a permis d'identifier nettement les groupements G1 et G2, G2A et G2B du groupement G2C. Les indices de similarité (Tableau 2) déduits de la méthode de Jaccard montrent que G1 présente des valeurs qui diminuent par rapport aux trois autres. Ces valeurs sont inférieures à 0,5 ; donc il n'y a pas de similarité.

Tableau 2. Tableau de similarité des groupements

Noms scientifiques	G1	G2A	G2B	G2C
G1				
G2A	0,2879			
G2B	0,2759	0,3654		
G2C	0,274	0,2676	0,3167	

3.3. Potentiel de régénération des communautés végétales

L'évaluation exhaustive de la régénération a débouché sur l'identification de 24 espèces végétales. La densité de régénération globale pour l'ensemble des espèces a été estimée à 502,78 pieds par hectare, se répartissant plus spécifiquement en 540,90 pieds par hectare pour le groupe G1, 631,43 pieds par hectare pour le groupe G2A, 506,00 pieds par hectare pour le groupe G2B, et 460,00 pieds par hectare pour le groupe G2C (figure 17).

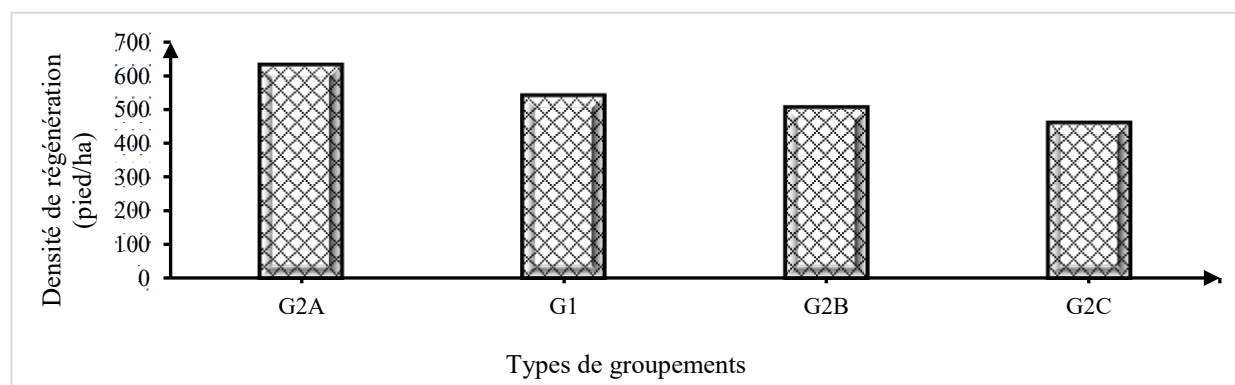


Figure 17. Densité de régénération en fonction des types de groupements

Le taux de régénération du jardin zoobotanique est estimé à 78,70 % ; soit 22,98 % pour G1, 81,85 % pour G2A, 84,90 % pour G2B et 77,64 % pour G2C.

La fréquence de régénération est élevée chez *Hexalobus monopetalus* (A.Rich.) Engl. & Diels (38,89%) suivi de *Mitragyna inermis* (Willd.) Kuntze (36,11%). *Sarcocephalus latifolius* (Sm.) E.A.Bruce a 30,56% de taux de régénération, *Vitellaria paradoxa* C.F.Gaertn, (27,78%) *Annona senegalensis* Pers.ssp.senegalensis (25%), *Pseudocedrela kotschy* (Schweinf.) Harms (25%), *Flueggea virosa* (Roxb. ex Willd.)Voigt (22,22%), *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth (22,22%), *Terminalia avicenioides* Guill. & Perr (22,22%) et *Piliostigma thonningii* (Schumach.) Milne-Redh (19,44%) (Figure 18).

4. Discussion

Les données floristiques révèlent 120 espèces réparties en 112 genres et 51 familles, cela est presque similaire aux résultats de (Djangbedja *et al.*, 2017) qui ont travaillé sur l'analyse floristique et phytogéographique de la végétation de la basse vallée de Zio où ils ont relevé 125 espèces réparties en 108 genres et 40 familles. En effet, les deux zones géographiques étant proches (bassin de Zio) ces résultats sont justifiés. Par contre les travaux de (Seou *et al.*, 2022) sur la diversité floristique et caractéristiques structurales des groupements végétaux du bassin du Zio (Sud-Togo) révèlent 371 espèces végétales, appartenant à 271 genres et 82 familles. Cela est dû à la superficie de différentes zones d'étude et les méthodologies adoptées. Cependant (Folega *et al.*, 2010) ont trouvé dans l'aire protégée de Galangashi (Nord-Togo) 222 espèces réparties en 162 genres et 59 familles et, ce qui ne concorde pas avec les résultats. Cela s'explique par la différence du climat dans les deux milieux d'études (Sud-

Togo et Nord-Togo) et la nature différente des sols sur lesquels se sont développées les végétations. Il en est de même pour les études réalisées par (Folega *et al.*, 2014) dans la zone des aires protégées de Barkoissi, Galangashi et Oti-Keran au nord-Togo. Dans la présente étude, les familles d'espèces dominantes sont les Poaceae. Suivis des Fabaceae, des Rubiaceae, des Annonaceae. Il est retrouvé les mêmes familles d'espèces dominantes par les travaux de (Djangbedja *et al.*, 2017) ; ce qui indique une continuité de ces familles d'espèces jusque dans la basse vallée du Zio. Par ailleurs les types biologiques les plus fréquents sont représentés par les hémicryptophytes, les mésophanérophytes, les lianes nanophanérophytes, nanophanérophytes, chaméphytes, les géophytes, les thérophytes avec un faible taux pour les mégaphanérophytes, ce qui représente une végétation de type savane. Ces résultats se rapprochent de ceux trouvés par (Djangbedja *et al.*, 2017) qui lors de leurs études avait retrouvé des fréquences très proches et similaires de mégaphanérophytes. Ceci constitue un meilleur indicateur de la dégradation de ces formations végétales. D'autre part, les travaux de (Djikoutike, 2021) sur l'aménagement hydroagricole et forestier, du jardin botanique de l'Université de Lomé à Kovié viennent confirmer ces affirmations. En effet, dans ses travaux, il ne fut identifié que des formations végétales de savane. Il n'y a pas de différence significative entre les indices de diversité (Shannon et Équitabilité) entre la forêt et la savane. Les travaux de (Kokou *et al.*, 2006) dans les forêts denses sèches du Togo montrent un indice moyen de Shannon respectivement de $7,4 \pm 0,04$; $6,7 \pm 0,07$ et $3,7 \pm 0,03$ bits, dans les forêts semi-caducifoliées de la zone 4, les forêts semi-caducifoliées de la zone 5 et Forêts denses sèches de la zone 3. L'équitabilité moyenne quant à elle, étant de $0,94 \pm 0,01$; $0,93 \pm 0,01$ et $0,93 \pm 0,01$ respectivement dans les forêts semi-caducifoliées de la zone 4, les forêts semi-caducifoliées de la zone 5 et les Forêts denses sèches de la zone 3. Ces valeurs sont très supérieures à ceux obtenus dans le cadre de la présente étude ($H = 4,27 \pm 0,003$ bit, $E_q = 0,62 \pm 0,004$).

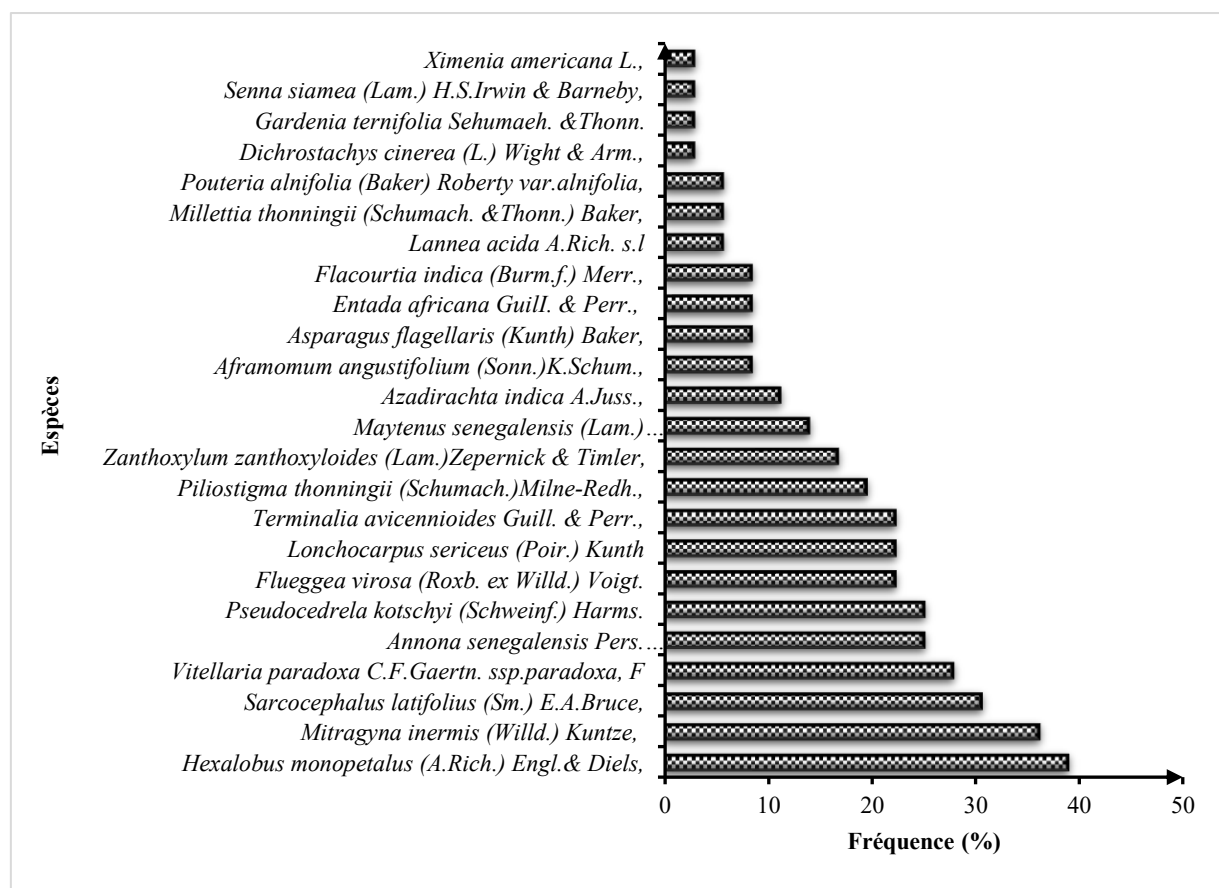


Figure 18. Fréquence de régénération

Cette situation serait due à la prépondérance des espèces. En effet ; cela témoigne d'une forte anthropisation des formations végétales sur le site du Jardin botanique de Kovié. D'autre part, ces résultats sont proches des travaux de (Djangbedja *et al.*, 2017) soit $3,29 \pm 0,17$ bit et $0,99 \pm 0,008$. Ceci s'explique par le fait que les études ont été réalisées dans les écosystèmes proches. La structure en « L » par rapport aux classes de diamètre des différents groupements du jardin zoobotanique de Kovié traduit

une prédominance des individus de petits diamètres avec un coefficient de forme de Weibull de ces groupes compris entre $1,009 \leq c \leq 1,9192$. On note une décroissance des effectifs des individus de diamètres réduits qui se stabilise plus ou moins dans les grands diamètres. Le même constat est fait chez (Gnoumou *et al.*, 2021) dans des formations ripicoles de la forêt classée de Kari, Burkina Faso. La répartition des tiges par classes de hauteurs donne une allure en "cloche" dans tous les groupes de formations du jardin zoobotanique de Kovié, traduisant une prédominance des individus de hauteurs moyennes avec un coefficient de forme de Weibull compris entre 1,981 et 6,865. Ceci traduit ainsi un très bon développement des individus jeunes, confirmé par les travaux de Gnoumou *et al.*, 2021).

En outre, on constate que le jardin zoobotanique est sous l'emprise d'un certain nombre de menaces, le plus souvent anthropiques tels que : les feux de végétation, la coupe de bois, le pâturage, le défrichement... Ces résultats sont confirmés par (Djangbedja *et al.*, 2017) qui a montré une dégradation fulgurante de la végétation de Kovié. Ceci s'explique par la quête des espaces pour la riziculture qui constitue la principale activité des populations. Tout cela concourt à la fragilité des écosystèmes. De plus ces résultats ont permis de montrer que les groupes de relevés à *Mitragyna inermis* et *Lonchocarpus sericeus*, *Pseudocedrela kotschy* et *Sarcocephalus latifolius*, *Vitellaria paradoxa* et *Terminalia avicennioides*, *Hexalobus monopetalus* et *Lannea barteri* sont fortement anthropisés. La dominance de *Mitragyna inermis* s'explique par la présence de la rivière Djogadjè. C'est une plante caractéristique des zones humides comme le montre les travaux de (Sambare *et al.*, 2020) dans le secteur sud-soudanien du Burkina Faso.

5. Conclusion

Le bassin versant du Zio au Togo est confronté à des défis majeurs tels que l'expansion démographique, l'urbanisation et l'exploitation du bois, entraînant une régression alarmante de sa biodiversité. L'étalement urbain accentue la compétition foncière, augmentant les prix des terres et entraînant des impacts environnementaux. La création de jardins zoobotaniques conformes aux normes internationales émerge comme une solution cruciale pour préserver la biodiversité et sensibiliser la communauté. Une approche intégrée, combinant conservation des terres, développement durable et éducation, est essentielle pour assurer la protection à long terme de cette région écologiquement précieuse du bassin versant du Zio. L'étude approfondie menée sur le site du jardin zoobotanique de Kovié a permis de révéler des informations cruciales concernant la diversité végétale, la structure de la végétation, les menaces pesant sur le site, et a ouvert la voie à des recommandations d'aménagement significatives. Ces résultats ne se limitent pas uniquement au domaine scientifique, mais ont des implications pratiques pour les décideurs, les universitaires et la communauté locale. En effet, pour les décideurs, les données floristiques et les menaces identifiées offrent une base solide pour la mise en place de politiques de gestion durable. Par ailleurs, du point de vue des universitaires, ces résultats enrichissent notre compréhension de la composition floristique des zones de savane, en mettant particulièrement l'accent sur les espèces mésophanérophytes. La structure de la végétation, analysée à travers la répartition des tiges par classes de diamètres et de hauteurs, offre une base solide pour des études ultérieures sur l'écologie et la dynamique des populations végétales. Enfin, pour la communauté locale, la sensibilisation aux menaces qui pèsent sur le jardin zoobotanique encourage une participation active à la conservation.

En perspective, une collaboration étroite entre les décideurs, les universitaires et la communauté est essentielle pour mettre en œuvre les recommandations. La possibilité de réaménager la voirie avec la commune de Zio 2 peut faciliter l'accès des visiteurs au site. De plus, des projets futurs pourraient explorer la diversité des espèces animales et végétales, ainsi que des études approfondies sur l'écologie des plantes horticoles et médicinales.

En somme, cette étude transcende les frontières académiques en offrant des pistes concrètes pour une gestion intégrée et durable du jardin zoobotanique de Kovié, soulignant son importance tant sur le plan scientifique que communautaire. Les résultats de cette recherche servent de fondement solide pour façonner l'avenir de ce site unique et précieux. Bien que principalement axé sur la description, ce travail fournit des données concernant la végétation de la zone d'étude. Ces données peuvent guider les décideurs et les intervenants sur le terrain intéressés par l'environnement en général et la diversité floristique en particulier. Elles peuvent également orienter la mise en place de mesures de conservation et/ou d'exploitation durable. Ces mesures sont destinées à être intégrées dans des politiques globales visant à améliorer le niveau de vie et les revenus de la population.

Remerciements

Nos remerciements vont au Laboratoire de Botanique et d'Ecologie Végétale (LBEV), Université de Lomé-Togo et West Africa Coastal Areas (WACA).

Références

-
- Abalo, M., Badabate, D., Fousseni, F., Kpérkouma, W., and Koffi, A. (2021). Landscape-based analysis of wetlands patterns in the Ogou River basin in Togo (West Africa). *Environmental Challenges*, 2, 100013. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2020.100013>
- Akoègninou A., Van der Burg W., Van der Maesen L. J. G., (2006). *Flore analytique du Bénin* : Backhuys Publishers, p.
- Angel, I. S. (2007). Expertise de la banque de graines du Jardin Botanique de Lyon à partir du suivi des espèces exceptionnelles de la banque. Mémoire, 182 pages.
- Arbonnier M., 1990. Étude d'une savane graminéenne et forestière en vue de son aménagement, à partir du cas de Koumpentoum (Sénégal). Thèse de doctorat, Université de Nancy 1, France. 2 volumes, fascicule I, 105 p., fascicule II, 85 p.
- Boumar, R. (2018). Étude de potentialités biologiques cartographie et aménagement de la chaîne des bords dans la démarche du développement durable [PhD Thesis].
- Barabé, D., Cuerrier, A., et Quilichini, A. (2012). Les jardins botaniques : Entre science et commercialisation. *Natures Sciences Sociétés*, 20(3), 334-342. <https://doi.org/10.1051/nss/2012040>