

Diversité floristique et caractérisation structurale des formations boisées du domaine Soudano-Guinéen au Centre du Togo

Bimare KOMBATE*, Marra DOURMA, Fousséni FOLEGA, Agbélessissi Yao WOEGAN,
Kpérkouma WALA et Koffi AKPAGANA

*Université de Lomé, Faculté des Sciences, Département de Botanique, Laboratoire de Botanique et Ecologie
Végétale, 01 BP 1515 Lomé 1, Lomé, Togo*

* Correspondance, courriel : parfaitbimare@yahoo.fr

Résumé

Le présent article porte sur la diversité floristique et caractérisation structurale des formations boisées du domaine Soudano-Guinéen au centre Togo. La méthodologie utilisée a consisté à l'installation de 169 relevés d'inventaire de 50 m x 20 m à l'intérieur desquelles toutes les espèces présentes ont été recensées et tous les individus ligneux dont le DBH \geq 10 cm à 1,30 m de hauteur du sol ont été mesurés. Les données floristiques, traitées par les techniques d'analyse multivariée, ont permis de faire la discrimination de quatre (04) groupes de formation suivant leur composition spécifique, la fermeture de la végétation et leur degré de dégradation et de perturbation. Les données dendrométriques collectées ont permis d'élaborer la structure des formations boisées par la méthode de Weibull. Les formations boisées de cette zone sont riches et diversifiées avec 345 espèces recensées appartenant à 260 genres et 81 familles dont la famille des Fabaceae est la plus importante. Les espèces Soudano-Zambéziennes et Guinéo-Congolaises prédominent. La structure en classes de diamètre révèle que ces formations boisées sont dominées par des tiges d'arbres jeunes. La faible densité des ligneux, la distribution diamétrique en « J renversée », la présence remarquable des thérophytes dans ces formations végétales et leur colonisation par *Chromolaena odorata*(L.) montre qu'elles sont perturbées et influencées par les activités anthropiques comme la pratique ancestrale de l'agriculture itinérante sur brûlis, la production du charbon de bois, l'exploitation anarchique de bois d'œuvre, les feux de végétation, le pâturage local et la transhumance transfrontalière. Ce travail fournit des informations scientifiques qui peuvent servir de base à la gestion et à la conservation de la biodiversité au centre Togo.

Mots-clés : *diversité floristique, structure, Soudano-Guinéen, Région Centrale, Togo.*

Abstract

Floristic diversity and structural characterization of woodlands of the Soudano-Guinean domain in central Togo

This article deals with the floristic diversity and structural characterization of the woodlands of the Soudano-Guinean domain in central Togo. The methodology used consisted of the design of 169 forest inventory plots of 50 m x 20 m each. All the species present in each plots were counted and all the woody individuals including DBH \geq 10 cm at 1.30 m height from the ground were measured. The floristic data, processed by multivariate

analysis techniques, made it possible to discriminate four (04) formation groups according to their specific composition, vegetation closure and their degree of degradation and disturbance. The dendrometric data collected enabled the structure of the woodlands to be elaborated using the Weibull method. The woodlands in this zone are rich and diversified with 345 species recorded belonging to 260 genera and 81 families, of which the Fabaceae family is the most important. Sudano-Zambezian and Guineo-Congolese species predominate. The structure in diameter classes reveals that these woody formations are dominated by stems of young trees. The low density of woody trees, the inverted J-shaped diameter distribution, the remarkable presence of therophytes in these woodlands and their colonization by *Chromolaena odorata* (L.) show that they are disturbed and influenced by anthropogenic activities such as the ancestral practice of slash-and-burn agriculture, charcoal production, anarchic timber exploitation, wildfires, local grazing and trans-border transhumance. This work provides scientific information that can serve as a basis for biodiversity management and conservation in central Togo.

Keywords : floristic diversity, structure, Sudano-Guinean, Central Region, Togo.

1. Introduction

Les écosystèmes forestiers et savanicoles de la zone tropicale sont extrêmement utiles et précieux pour l'humanité à travers les biens et services fournis à la communauté. De par leur importance, ils sont devenus des enjeux internationaux pour la protection et la conservation de la biodiversité. En Afrique, les modes de vie actuels des populations locales sont fortement dépendants des ressources naturelles [1] en particulier les ressources ligneuses qui leur procurent la nourriture, les revenus substantiels et plusieurs services écosystémiques. Cependant, l'exploitation abusive et incontrôlée de ces ressources ligneuses met en danger l'équilibre au sein de ces écosystèmes. Ce déséquilibre qui compromet la pérennité de ces ressources pour les générations futures, les appauvrit et restreint par conséquent nos opportunités de profiter des services de la nature. Ces menaces préoccupent les pouvoirs publics [2], qui mettent en place des programmes de conservation et de gestion pour renverser les tendances de la dégradation accélérée des ressources naturelles. Au Togo, plusieurs initiatives nationales ont été prises pour la mise en œuvre d'une gestion durable des forêts, fixant l'objectif d'atteindre 30 % de couverture forestière d'ici 2050. Malheureusement, les modes d'exploitation et de gestion actuels des ressources forestières créent un déphasage important entre le rythme de dégradation et celui de reboisement. Les espaces naturels ou agricoles à forte valeur écologique font l'objet de convoitises et de multiples conflits d'usage, conduisant à des modifications de la composition floristique et de la structure des formations végétales [3]. Le changement d'usage du sol dû aux activités anthropiques accentue la déforestation et la dégradation des formations boisées [4, 5]. A l'instar des autres formations végétales du Togo, celles de la région Centrale du Pays, subissent des pressions diverses [6 - 8] accentuées surtout dans les sites stationnels où les potentialités agro-écologiques sont relativement mieux préservées. Cette région particulièrement abrite des milieux naturels remarquables et un patrimoine très riche qui offrent des paysages très attractifs, représentant à la fois un cadre de vie de qualité et un fort potentiel récréatif. Malgré, ce potentiel qui mérite d'être valorisé, les populations rurales en quête de nouvelles terres plus fertiles pour l'agriculture, exercent plus de pressions sur les formations végétales, qui autrefois étaient abondantes. Aujourd'hui, ces formations dont la pérennité est menacée, évoluent dans un environnement qui subit des transformations rapides et inquiétantes marquées par une forte demande en bois énergie, une baisse de la fertilité et de la productivité des sols et l'appauvrissement des populations locales. Les principales causes sont la forte croissance démographique couplée de la faible planification écologique du développement du territoire [9], le choix de pratiques agricoles et forestières non durables

[10], la mise à feu de la végétation [11], la production accrue du charbon de bois [6] et le pâturage local exacerbé par la transhumance transfrontalière [12]. Ces menaces ont une influence néfaste sur la durabilité des ressources et les services écosystémiques. Elles agissent sur la répartition spatiale des paysages et désorganisent la structure naturelle des formations végétales. Face à la vulnérabilité du territoire liée à la forte pression anthropique et aux effets des changements climatiques, une grande partie des espèces végétales surtout ligneuses disparaîtra si ces changements d'usage du sol continuent avec le même rythme d'intensité. Il urge donc de réaliser des travaux sur l'état actuel de la végétation pour connaître la diversité floristique et les caractéristiques structurales précises des formations végétales au sein des unités d'occupations du sol. Ceci permettrait d'apprécier l'ampleur de dégradations en fonctions des différentes formes d'occupation du sol. L'objectif de l'étude vise à (i) déterminer la diversité floristique et (ii) caractériser la structure des formations végétales de la région Centrale du Togo.

2. Matériel et méthodes

2-1. Présentation du milieu d'étude

Le Togo est un pays de l'Afrique de l'ouest de 56 600 km². Il s'étend entre 6°06'-11°08' latitude Nord et 0°09'-1°49' longitude Est. Il est subdivisé en cinq régions économiques et administratives. Il s'agit de la région Maritime, des Plateaux, Centrale, de la Kara et des Savanes. Situé au centre du Togo, la Région Centrale couvre une superficie d'environ 13182 km², entre les parallèles 8° et 15° de latitude Nord et les méridiens 0°15 et 1°35 de longitude Est. Elle est la deuxième plus vaste région économique du Togo après la région des plateaux avec une diversité ethnique très représentative qui tire ses revenus de l'agriculture, de l'élevage, de la chasse et du commerce. Administrativement, cette région compte cinq (5) préfectures (*Figure 1*) qui sont : les préfectures de Tchoudjo, de Tchamba, de Soutouboua, de Djarkpenga et de Blitta. Elle est limitée au Nord par la Région de la Kara, au Sud par la Région des Plateaux, à l'Est par le Bénin et à l'Ouest par le Ghana. La Région Centrale est traversée par trois zones écologiques [13], dont les zones écologiques II, III et IV du Togo (*Figure 1*). Le relief est constitué par une alternance de plaines, de vallées et de plateaux dominés par de vieux massifs accidentés aux aspects assez contrastés qui varie en fonction des zones écologiques. Les principaux sols rencontrés sont : les sols ferrugineux tropicaux, les vertisols, les sols ferralitiques, les sols peu évolués d'érosion et les sols hydromorphes [14]. Le régime climatique est du type soudano-guinéen. Les précipitations varient entre 1000 mm et 1400 mm. Elle appartient à la zone de transition de type soudanien-guinéen [15]. On y distingue des forêts semi-humides, des forêts denses, des forêts sèches, des forêts claires et des savanes boisées à *Isobertia* spp, etc. Des forêts galeries longent les cours d'eau. La strate arborescente est d'environ 30 m de haut. La végétation est fortement menacée par la pression agricole, le déboisement abusif pour les besoins en énergie et en bois d'œuvre, les feux de brousse annuels et les flux migratoires des transhumants.

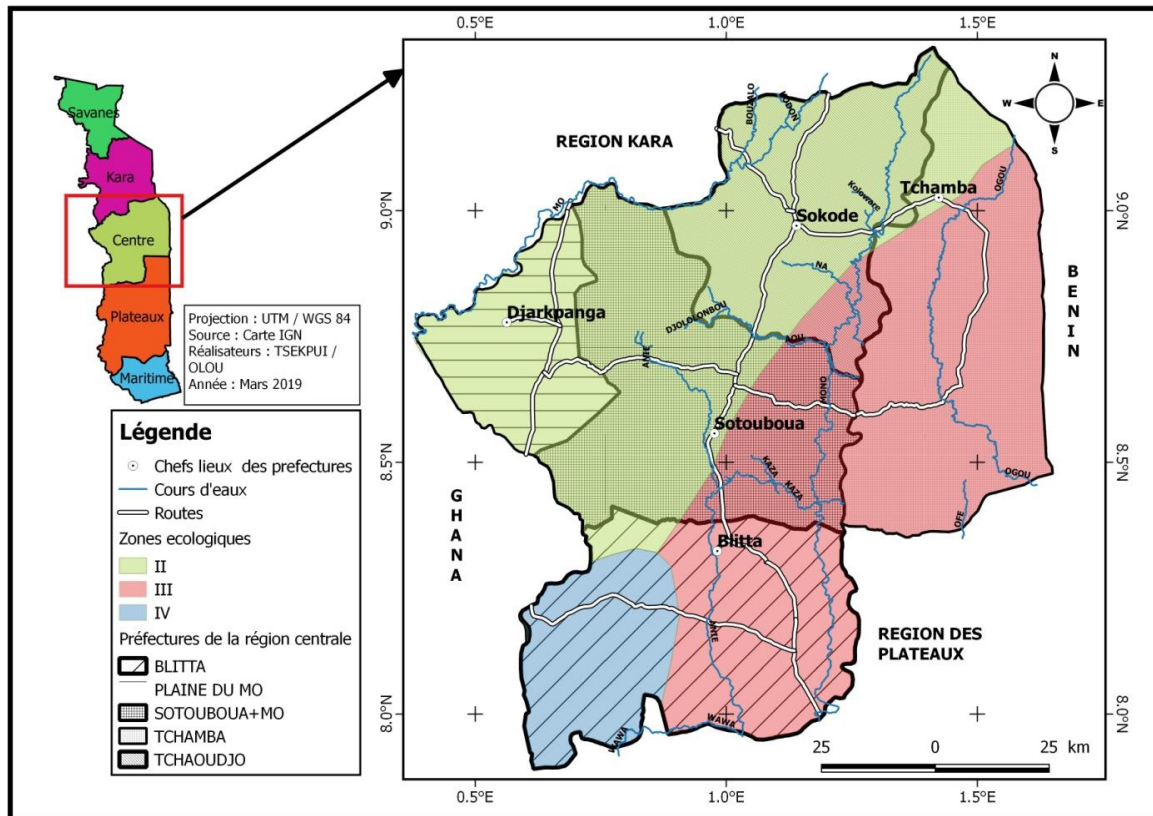


Figure 1 : Localisation de la Région Centrale au Togo

2-2. Collecte de données

À partir d'une carte d'occupation du sol de 2017 de la région Centrale, des mailles carrées de 100 x 100 m sont posées de façon aléatoire dans QGIS 2.8 pour la collecte des données physiques. Les inventaires floristiques, forestiers et écologiques sont réalisés sur des placettes d'une végétation homogène de taille de 50 m x 20 m [16]. Sur chaque placette, toutes les espèces ligneuses et herbacées sont recensées affectées d'un coefficient d'abondance-dominance suivant l'échelle de BRAUN-BLANQUET [17] (+ : espèce rare, recouvrement de 0 à 1 % ; 1 = recouvrement de 1 à 5 % ; 2 = recouvrement de 5 à 25 % ; 3 = recouvrement de 25 à 50 % ; 4 = recouvrement de 50 à 75 % ; 5 = recouvrement de 75 à 100 %). La détermination des noms des espèces a été réalisée sur la base de la flore analytique du Togo [18] et la flore analytique du Bénin [19]. La nomenclature utilisée pour les espèces et les familles est celle actualisée selon les recommandations de l'Angiosperm Phylogeny Group IV. Des échantillons d'espèces non identifiées sur le terrain ont été récoltés afin d'être déterminées au Laboratoire de Botanique et d'Ecologie Végétale à l'Université de Lomé. Chaque placette installée est caractérisée par un inventaire des descripteurs écologiques. Il s'agit principalement du recouvrement de la végétation, de la position topographique (berge, bas-versant, haut-versant, bas-glacis, haut-glacis, sommet). De plus, le type de substrat (sol meuble, sol gravillonnaire, sol induré et ferrugineux, présence de limon, sols ferralitiques, sols érodés) a été noté. Les traces d'activités humaines (mise en culture, carbonisation, coupe de bois de chauffe, prélèvements de plantes médicinales, transhumance, pâturage, feux, etc.) ont été également relevées. Les coordonnées géographiques des relevés d'inventaires et des activités humaines sont enregistrées avec un récepteur GPS (Global Positioning System) Garmin.

2-3. Traitement de données

2-3-1. Bilan floristiques

Les données collectées ont été saisies dans le logiciel Microsoft Excel®2013. Pour le bilan floristique, la matrice «relevés x espèces» a été réalisée sur la base de l'abondance/dominance des espèces afin de mettre en évidence les principales formations végétales qui s'y dégagent. L'ordination des relevés a été réalisée grâce au logiciel CAP® (Community Analysis Package) suivant la méthode de Ward's. Á chaque espèce relevée, la famille, la forme biologique de Raunkier (phanérophytes (Ph), chaméphytes (Ch), hémicryptophytes (He), géophytes (Ge), thérophytes (Th)) et l'affinité phytogéographique de White [15] correspondants ont été affectées. Il s'agit des espèces :

- à large distribution : les espèces cosmopolites (Cos), afro-américaines (AA), pantropicales (Pan), paléo-tropicales (Pal) ;
- à distribution continentale : les espèces soudano-guinéennes (SG), afro-tropicales (AT), afro-malgaches (AM), plurirégionales africaines (PRA), soudano-zambéziennes (SZ) et guinéo-congolaises (GC) ;
- de l'élément-base soudanien (S) distribuées dans le centre régional d'endémisme (CRE) soudanien.

Le diagramme rang-fréquence a été réalisé. La richesse spécifique, les fréquences et les abondances spécifiques ont été calculées. La détermination de la diversité alpha a été faite par le calcul de la richesse spécifique (R_s), de l'indice de diversité de Shannon (I_{sh}) et de l'équitabilité de Pielou (Eq) afin d'apprécier la diversité floristique. Ces indices sont les plus utilisés pour l'étude de la diversité de la végétation tropicale. Leurs **Formules** sont les suivantes :

- Richesse spécifique (R_s) :
$$R_s = S \tag{1}$$

- Indice de diversité de Shannon (I_{sh}) :
$$I_{sh} = - \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{n} \right) \log_2 \left(\frac{n_i}{n} \right) \tag{2}$$

- Indice d'équitabilité de Pielou (Eq) :
$$Eq = \frac{I_{sh}}{H_{max}} \tag{3}$$

Avec, S = nombre d'espèces, n_i : l'effectif de l'espèce i , n : l'effectif total, s = nombre d'espèces et $H_{max} = \log_2 S$

2-3-2. Caractéristiques structurales des formations végétales

L'analyse structurale des formations végétales ligneuses est faite par calcul arithmétique à partir de la densité, les hauteurs moyennes totale et du fût, le diamètre moyen, la surface terrière et la biomasse. Les paramètres dendrométriques tels que la densité des tiges à l'hectare (D), la hauteur moyenne (Hm en m), le diamètre moyen (Dm en cm), la surface terrière (G en m^2/ha) et le biovolume (V) sont calculés suivant les **Formules** :

- densité (D) :
$$D = \frac{N_i}{S_i} \times 0,0001 \tag{4}$$

- Hauteur moyenne (Hm) :
$$Hm = \frac{\sum hi}{N_i} \tag{5}$$

- diamètre moyen (Dm) :
$$Dm = \frac{\sum di}{N_i} \tag{6}$$

- surface terrière (G) :
$$G = \sum \frac{Ci^2}{4\pi} \tag{7}$$

- volume (V):
$$V = \sum \left(\frac{Ci^2}{4\pi} \times Hi \right) \quad (8)$$

Avec, N_i = nombre d'individus du groupe i , s_i = surface du groupe i , d_i = diamètre de l'individu i , C_i = circonférence de l'individu i et h_i = la hauteur de l'individu i .

Les histogrammes de distribution sont établis par classe de diamètre de 10 cm et par classe de hauteur de 2 m avec le logiciel "Minitab 16" pour rendre compte de la structure démographique des formations boisées du Centre-Togo. Cette distribution est ajustée suivant les 3 paramètres de distribution de Weibull [20] qui se fonde sur la fonction de densité de probabilité définie par Rondeux [21] et se présentant sous la fonction :

- Densité de probabilité :
$$f(x) = \frac{c}{b} \cdot \left(\frac{x-a}{b} \right)^{c-1} \cdot e^{-\left(\frac{x-a}{b} \right)^c} \quad (9)$$

Avec, x = diamètre des arbres ; a = Paramètre de position (nul si toutes les catégories d'arbres sont considérées et non nul si les arbres considérés ont un diamètre ou une hauteur supérieur ou égal à a) ; b est le paramètre d'échelle ou de taille ; il est lié à la valeur centrale des diamètres ou des hauteurs des arbres du peuplement considéré. C = est le paramètre de forme lié à la structure en diamètre ou hauteur considérée.

3. Résultats

3-1. Caractéristiques floristiques du centre Togo

3-1-1. Bilan floristique et richesse spécifique

Les investigations botaniques menées dans la région centrale ont permis de recenser 345 espèces réparties en 260 genres et 81 familles. Les familles les plus représentées sont les Fabaceae 18,02 % (62 espèces), les Poaceae 7,27 % (25 espèces), les Rubiaceae 6,98 % (24 espèces), les Malvaceae 6,40 % (22 espèces), les Combretaceae 4,07 % (14 espèces) et les Moraceae 3,78 % (13 espèces). Les autres familles représentent moins de 3,00 % et occupent une proportion de 53,49 % (**Figure 2**) du spectre spécifique des familles.

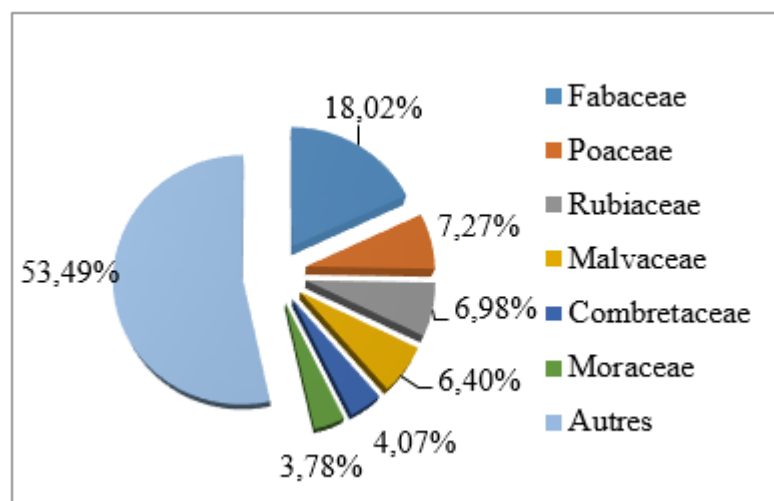


Figure 2 : Spectre spécifique des familles

3-1-2. Distribution des fréquences des espèces

La courbe de distribution des fréquences (**Figure 3**) montre que la végétation est dominée par : *Daniellia oliveri*(Rolfe) Hutch. & Dalz. (2,76 %), *Sarcocephalus latifolius*(Smith) Bruce (2,59 %), *Pterocarpus erinaceus* Poir. (2,53 %), *Vitellaria paradoxa* Gaertn. f. (2,46 %), *Ficus sur*Forssk. (2,20 %) et *Terminalia laxiflora* Engl. (2,20 %). Les autres sont très peu représentés.

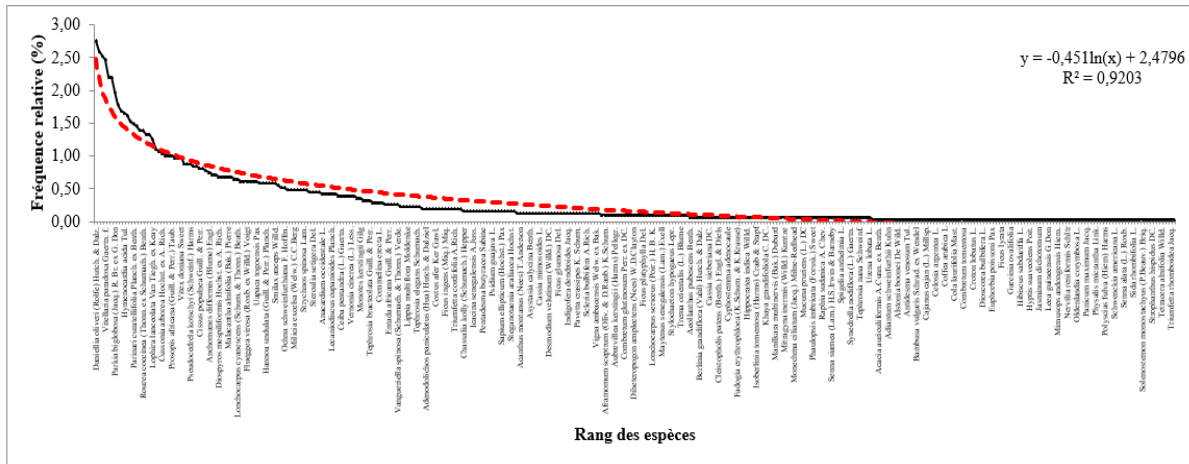


Figure 3 : Courbe de distribution des fréquences des espèces recensées

3-1-3. Spectres biologiques et phytogéographiques

3-1-3-1. Spectre biologique

Le spectre biologique montre une dominance des microphanérophytes (27,42 %) suivies des mésophanérophytes (18,71 %), des nanophanérophytes (13,55 %) et des thérophytes (10,00 %) (**Figure 4**).

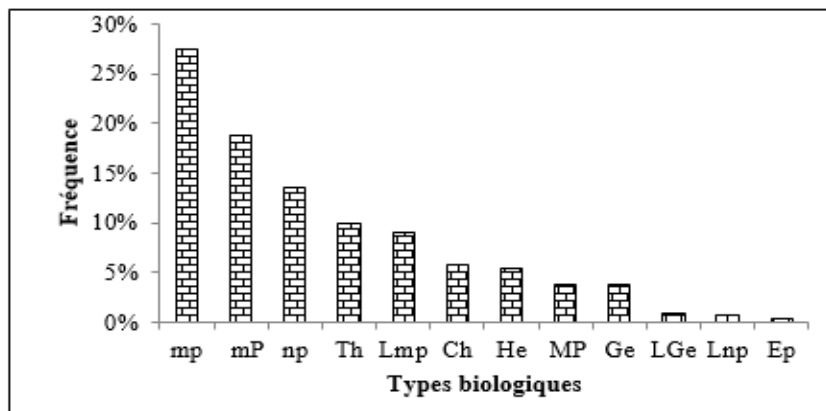


Figure 4 : Spectre des types biologiques

(*mp* : microphanérophytes, *mP* : mésophanérophytes, *np* : nanophanérophytes, *Th* : thérophytes, *Lmp* : microphanérophytes lianescents, *Ch* : chaméphytes, *He* : hémicryptophytes, *MP* : mégaphanérophytes, *Ge* : géophytes, *LGe* : géophytes lianescents, *Lnp* : nanophanérophytes lianescents, *Ep* : épiphytes).

3-1-3-2. Spectre phytogéographique

La flore de la région centrale est dominée par les espèces soudano-zambéziennes (34,19 %) suivies des espèces guinéo-congolaises (20,97 %) et des espèces afro-tropicale (13,23 %) (**Figure 5**).

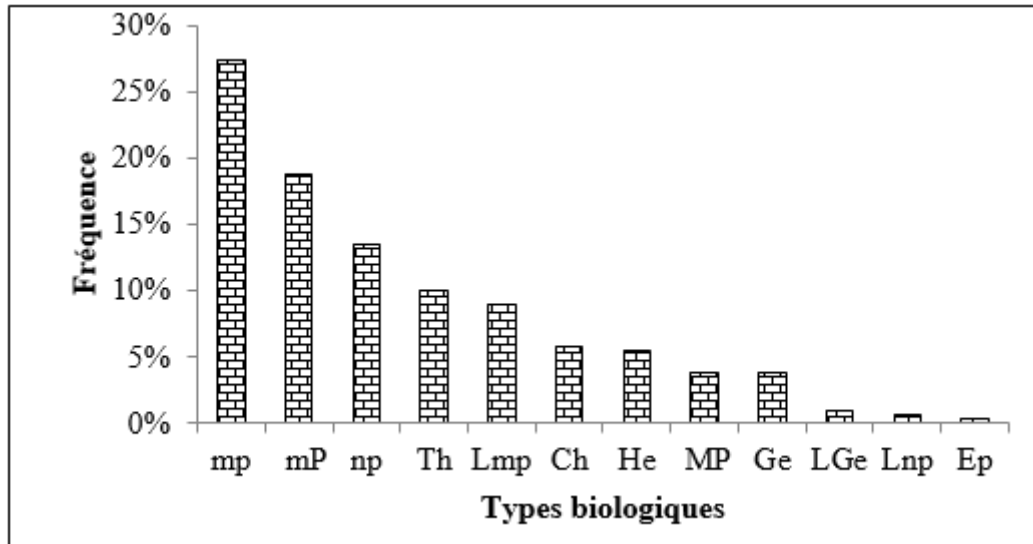


Figure 5 : Spectre des types phytogéographiques

SZ : soudano-zambézien, GC : guinéo-congolaises, AT : afro-tropicales, Pan : pantropicales, S : élément-base soudanien, I : introduites, PRA : plurirégionales africaines, SG : soudano-guinéennes, Pal : paléo-tropicales, AA : afro-américaines, AM : afro-malgaches.

3-2. Caractéristiques structurales des formations végétales

3-2-1. Discrimination des différentes formations végétale

Les analyses multivariées de données floristiques sur la base de l'abondance-dominance des espèces des 169 relevés ont permis de discriminer quatre principaux groupes de relevés correspondants à quatre types d'occupations du sol de la région centrale à l'exception des agglomérations et plans d'eau en fonction de leur similitude floristique et du degré de recouvrement, d'exposition et d'anthropisation. Il s'agit des mosaïques champs-jachères-parcs agroforestiers (G1), les savanes arborées-arbustives (G2), les forêts claires-savanes boisées (G3) et les forêts denses sèches et galeries (G4). La discrimination (**Figure 6**) présente du bas vers le haut une distribution des formations ouvertes vers les plus fermées suivant le gradient de recouvrement croissant qui évolue contre le gradient d'anthropisation et d'exposition croissant.

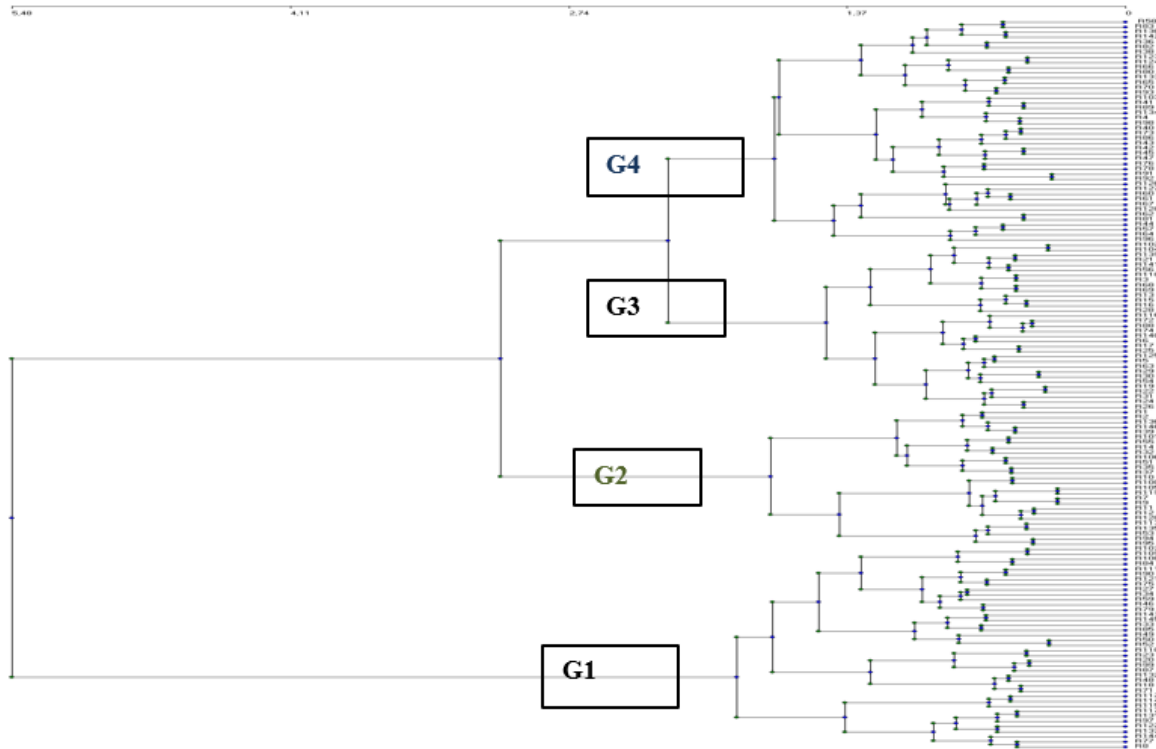


Figure 6 : Dendrogramme de distribution des relevés d'inventaire floristique

3-2-2. Description des formations végétales

3-2-2-1. Mosaiques champs-jachères-parcs agroforestiers (G1)

Le groupe G1 est constitué de 30 relevés où sont recensées 185 espèces réparties dans 154 genres et 57 familles. On rencontre ces formations végétales dans les plaines et les bas-versants. Les espèces les plus fréquentes sont *Sarcocephalus latifolius* (Smith) Bruce (3,98 %), *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. & Dalz. (3,63 %), *Vitellaria paradoxa* Gaertn. f. et *Parkia biglobosa* (Jacq.) R. Br. Ex G. (3,11 % chacune), *Andropogon gayanus* Kunth et *Chromolaena odorata* (L.) R.M.King (2,25 % chacune). Les familles les plus représentées sont les Fabaceae (19,34 %), Poaceae (8,84 %), Rubiaceae (6,63 %), Malvalceae (6,08 %), Combretaceae (4,97 %) et Phyllantaceae (4,42 %). Ce groupe offre une densité de 78,21 pieds/ha. Le diamètre moyen est de 24,36 cm avec une hauteur moyenne de 10,51 m. La surface terrière est 5,50 m²/ha avec un biovolume de 79,62 m³/ha (Tableau 1). L'indice de diversité de Shannon est égal à 6,85 bits et l'Équitabilité de Pielou est à égale à 0,91.

Tableau 1 : Diversité spécifique et caractéristiques structurales des différents groupes

Formations végétales	Rs	Ish (bits)	Eq	D (pieds/ha)	Dm (Cm)	Hm (m)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)
G1	185	6,85	0,91	78,21	24,36	10,51	5,50	79,62
G2	214	6,87	0,89	148,82	19,85	8,48	6,43	69,31
G3	163	6,73	0,92	190,97	23,11	10,56	9,99	123,31
G4	226	7,05	0,71	213,93	25,95	12,15	17,10	352,77

3-2-2-2. Savanes arborées-arbustives (G2)

Le groupe G2, constitué de 51 relevés, a une richesse spécifique (Rs) de 214 espèces appartenant à 165 genres et 67 familles. On retrouve ce groupe de formations majoritairement dans les plaines. Les espèces les plus fréquentes sont *Sarcocephalus latifolius* (Smith) Bruce (3,03 %), *Terminalia laxiflora* Engl. (2,93 %), *Pterocarpus erinaceus* Poir. (2,74 %), *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. & Dalz. (2,65 %), *Bridelia ferruginea* Benth. (2,46 %), et *Hymenocardia acida* Tul. (2,37 %). Les Fabaceae (17,73 %), Poaceae (7,39 %), Malvaceae (6,90 %), Combretaceae et Rubiaceae (5,91 % chacune) sont les familles les plus représentées. Ce groupe offre une densité de 148,82 pieds/ha. Le diamètre moyen est 19,85 cm et la hauteur moyenne est 8,48 m. La surface terrière est de 6,43 m²/ha avec un volume de 69,31 m³/ha (**Tableau 1**). L'indice de diversité de Shannon est égal à 6,87 bits et l'Équitabilité de Pielou est à égale 0,89.

3-2-2-3. Forêts claires et savanes boisées (G3)

G3 regroupe 31 relevés constitués de 163 espèces réparties en 137 genres et 55 familles. On retrouve ce groupe de formations dans les plaines et les versants d'altitude variables. Il s'agit des forêts claires et savanes boisées à *Pterocarpus erinaceus* Poir. (3,51 %), *Vitellaria paradoxa* Gaertn. f. (3,33 %), *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. & Dalz. (2,98 %), *Burkea africana* Hook. f. et *Terminalia laxiflora* Engl. (2,46 % chacune), *Isobertinia doka* Craib & Stapf et *Anogeissus leiocarpa* (DC.) Guill. & Perr. (2,28 % chacune). Les familles les plus représentées sont les Fabaceae (20,37 %), Malvaceae (7,41 %), Rubiaceae (6,17 %), Combretaceae, Moraceae et Phyllantaceae (4,94 % chacune) et Poaceae (3,70 %). Les valeurs dendrométriques (Tableau 1) sont telles que 190,97 pieds/ha pour la densité ; 23,11 cm pour le diamètre moyen ; 10,56 m pour la hauteur moyenne et 9,99 m²/ha pour la surface terrière avec un volume de 123,31 m³/ha. 6,73 bits est la valeur de l'indice de Shannon et celle de l'équitabilité de Pielou est égale à 0,92

3-2-2-4. Forêts denses sèches et galeries (G4)

Le groupe G4 constitué de 57 relevés et de richesse spécifique (Rs) de 226 espèces appartenant à 180 genres et 63 familles. Ces formations sont rencontrées dans les plaines, les versants d'altitude variables et le long des cours d'eau. *Pterocarpus erinaceus* Poir. (3,39 %), *Cola gigantea* A.Chev. (2,39 %), *Chromolaena odorata* (L.) R.M.King (2,29 %), *Rourea coccinea* (Thonn. ex Schumach.) Benth. (2,19 %), *Albizia zygia* (DC.) J.F. Macbr. (2,09 %), *Paullinia pinnata* L. et *Antiaris africana* Engl. (1,89 % chacune) et *Pouteria alnifolia* (Bak.) Pierre (1,59 %) sont les espèces les plus fréquentes. Dans ces types de formations, on note une forte présence de *Chromolaena odorata* (L.) R.M.King qui suit le cours des rivières crée de déséquilibre écologique dans ces types formations. Les familles qui dominent sont les Fabaceae (18,26 %) suivies des Rubiaceae (7,31 %), des Malvaceae (6,85 %) et des Combretaceae et Phyllantaceae (4,11 % chacune). L'indice de diversité de Shannon est de 7,05 bits et l'équitabilité de Pielou est de 0,71. La densité des ligneux est de 213,93 pieds/ha, le diamètre moyen de 25,95 cm, la hauteur moyenne de 12,15 m, la surface terrière de 17,10 m²/ha et le volume de 352,77 m³/ha (**Tableau 1**).

3-2-3. Structure démographique des formations végétales

3-2-3-1. Distribution par classe de diamètre

L'analyse de la distribution des tiges par classe de diamètre montre que les quatre (04) formations présentent une allure en « J renversée ». Le coefficient de forme (c) de distribution des classes de diamètre dans le groupe G1, G2, G3 et G4 est compris entre 0,8848 et 1,091. Ceci traduit une forte représentativité des jeunes

individus de classe de diamètre [10-20[, des individus moyens de classe de diamètre de [20-30[et un faible effectif de vieux individus (*Figure 7a, b, c, d*).

3-2-3-2. Distribution par classe de hauteur

Les formations végétales naturelles G2, G3 et G4 se ressemblent au point de vue distribution verticale. Leur coefficient de forme c de la distribution de Weibull est compris entre 1,718 et 2,107. Cette valeur indique une distribution en cloche avec une prédominance des individus de faibles hauteurs (*Figure 8*). Les classes de hauteur les plus représentées dans les formations G2, G3 et G4 sont respectivement [6 - 8[et [8 - 10[(*Figure 8b*); de [8 - 10[et [12 - 14[(*Figure 8c*) et de [6 - 8[, [14 - 16[, [8 - 10[et [12 - 14[(*Figure 11d*). Les formations anthropisées G1 présentent une allure en « J renversée » (*Figure 8a*) avec un coefficient de forme de distribution de 0,4597 ($c < 1$) indiquant une prédominance des individus de faibles hauteur ([2 - 4[).

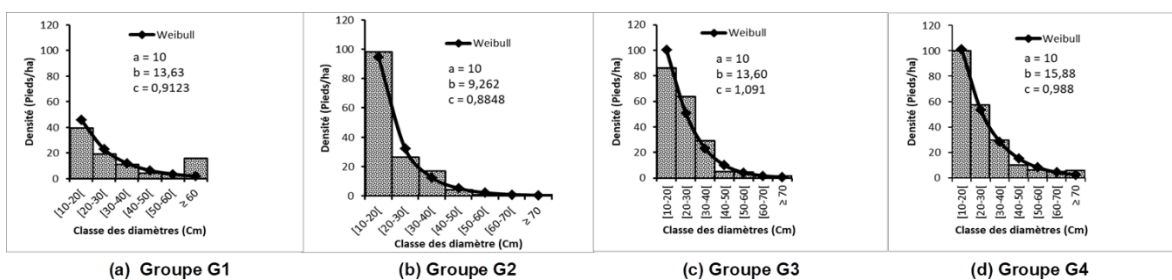


Figure 7 : Structures en diamètre des arbres des formations boisées

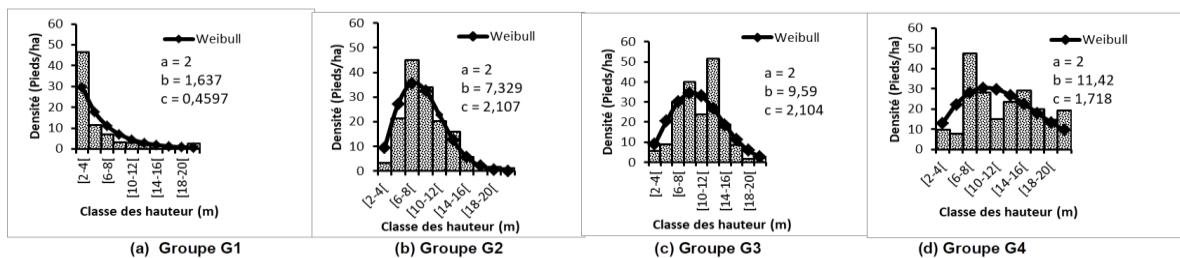


Figure 8 : Structure en hauteurs des arbres des formations boisées

4. Discussion

4-1. Bilan floristique des formations boisées du Centre-Togo

Les inventaires floristiques de la zone Soudano-Guinéenne du centre-Togo est loin d'être exhaustive. L'analyse floristique montre que les formations boisées sont floristiquement riches et très diversifiées. Cette richesse spécifique est élevée comparativement aux études réalisées dans des formations végétales assez similaires au Bénin et en Guinée [22 - 24]. Elle reste faible à celles réalisées au Togo dans la zone Soudanienne [7, 25]. Les résultats de l'étude révèlent que la diversité est relativement élevée dans les forêts denses sèches et galeries forestières et faible dans les forêts claires et savanes boisées. Malgré que ces forêts denses sèches et galeries forestières sont très menacées par les activités humaines [26] ; leur forte diversité serait due au fait qu'elles se retrouvent majoritairement dans les aires protégées et le long des cours d'eau expliquant ainsi donc leur rôle conservateur de la biodiversité [27].

Ces résultats montrent aussi que les forêts denses sèches et galeries forestières du Centre-Togo sont envahies par une adventice, *Chromolaena odorata* (L.), qui crée un déséquilibre profond dans les écosystèmes [28]. Cette espèce envahit tout groupement végétal et finit par étouffer les espèces indigènes. En effet, les fourrés à *Chromolaena odorata* (L.) retardent les processus de succession végétale en zone de forêt dense mais son implantation en zone de savane favorise la reforestation [29]. La faible diversité dans les forêts claires et savanes boisées du centre Togo serait due à la quasi-inexistence des Poaceae et des herbacées héliophiles ou aux pressions anthropiques qu'elles subissent quotidiennement [25]. La faible richesse spécifique observée dans les cultures-jachères-parcs agroforestiers est due à la fragmentation ou à l'isolement des habitats, à la sélection des plantes alimentaires ou médicinales au détriment des espèces moins utiles qui pourraient constituer un obstacle aux activités des champs. Cette faible richesse spécifique trouvée dans les champs est similaire à celle trouvée dans les populations naturelles de *Pentadesma butyracea* (Sabine) dans la zone soudano-guinéenne du Bénin. Ces travaux concluent que la richesse spécifique est plus réduite dans les champs que dans la végétation naturelle environnante [30]. Les indices de diversité (Shannon et Equitabilité) des formations végétales inventoriées présentent des valeurs assez proches montrant une bonne répartition et l'absence de dominance des espèces dans la zone [7]. La répartition des espèces, la richesse spécifique et les indices de diversité dépendent le plus souvent de la structure du peuplement, de l'abondance et de la qualité des habitats [31], des facteurs climatiques et édaphiques du milieu [32] et de l'intervention humaine. Sur le plan de la représentativité des familles, on remarque la dominance des Fabaceae, des Poaceae, des Rubiaceae, des Malvaceae et des Combretaceae dans lesdites formations attestant que cette zone serait leur zone de prédilection [25, 26]. Suivant les types biologiques, on note en général une forte dominance des phanérophytes concurrencés par les thérophytes. La prédominance des phanérophytes montre que les formations végétales du Centre-Togo présentent des conditions édaphiques favorables aux formations forestières ou boisées [22, 24, 25, 33, 34]. La présence remarquable des thérophytes est un indicateur que ces formations végétales sont perturbées et influencées par l'homme. En effet, leurs fortes proportions sont observées dans les formations végétales les plus ouvertes et les plus dégradées par l'anthropisation [24]. Au plan phytogéographique, les espèces Soudano-Zambéziennes et Guinéo-Congolaises prédominent exprimant ainsi le caractère intermédiaire entre la flore des climats humides et celles des climats secs [1]. Le taux élevé des espèces de la zone transition est dû à la densité du réseau hydrographique favorable au développement d'une flore relativement plus hydrophile.

4-2. Structure démographique des formations boisées du Centre-Togo

Les quatre types de végétation identifiés : les forêts denses sèches et galeries forestières, les forêts claires et savanes boisées, les savanes arborées/arbustives, les champs-jachères-parcs agroforestiers présentent les caractéristiques structurelles variables. La densité et la surface terrière augmentent régulièrement des formations anthropisées aux formations naturelles fermées. Les plus fortes valeurs de la surface terrière obtenues dans les forêts denses sèches et galeries forestières sont principalement dues au fait que ces types de formation sont majoritairement localisés dans les aires protégées où les coupes, les feux et l'exploitation de bois sont interdits. Les fortes valeurs de la densité obtenues dans les forêts denses sèches/galeries forestières et dans les forêts claires et savanes boisées, seraient liées aux conditions naturelles favorables en particulier l'humidité du sol due à la forte fermeture de la végétation et à la densité du réseau hydrographique favorable au développement de la végétation. La faible valeur de la densité et des surfaces terrières obtenue dans les champs-jachères-parcs agroforestiers peut s'expliquer par une utilisation fréquente des terres du fait de l'augmentation de la population et par le fait que les exploitants agricoles sélectionnent et épargnent les espèces qu'il juge utiles. Les faibles valeurs de surface terrière obtenues dans les savanes arborées-arbustives (6,43 m²/ha) comparativement à celles trouvées dans les mêmes types de

formations (10,46 m²/ha) sur le Plateau Akposso en zone sub-humide [3]; et dans les forêts claires-savanes boisées (9,99 m²/ha) dans le parc national Oti-Kéran [35] sont les conséquences de la forte dégradation du couvert végétal de ces formations due aux pressions anthropiques. En effet, l'impact des activités humaines sur la végétation se traduit par un nombre faible d'individus par unité de surface. Les causes de dégradation des formations naturelles du Centre-Togo sont les feux de végétations, l'augmentation de la population, la pratique de l'agriculture itinérante sur brûlis, le pâturage, l'exploitation du bois d'œuvre, l'exploitation du bois-énergie et la fabrication du charbon du bois [6, 11]. Toutes ces pressions impactent négativement sur la dynamique de la végétation en particulier sur la structure des formations végétales. Sur le plan structural, les formations boisées du Centre-Togo présentent une structure diamétrique en « J renversée » traduisant la prédominance des individus de petits diamètres. Cette distribution indique que toutes les formations du milieu sont fortement perturbées et pourrait s'expliquer par les mauvaises conditions climatiques et la pression anthropique. Cette faible représentabilité des individus de faible diamètre et de hauteur dans les différentes formations végétales pourrait constituer une lueur d'espoir d'une possible reconstitution de la végétation si elles sont gérées de façon efficiente et durable [3].

5. Conclusion

Dans la zone Soudano-Guinéenne du Togo et particulièrement au Centre-Togo, l'anthropisation joue un rôle de plus en plus prépondérant dans la dynamique des écosystèmes forestiers. Les caractéristiques des formations végétales boisées du Centre-Togo étudiées montrent que la structure diamétrique des groupes de végétaux identifiés reste dominée par les tiges de petites classes de diamètre. La diversité floristique, la densité et la structure démographique actuelle des formations boisées de la zone sont les conséquences du mode de gestion des terres par l'homme. L'installation des cultures nécessite le défrichement qui réduit la diversité floristique, la densité des arbres, la surface terrière et le biovolume dans les différents types de formation et contribuent à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre. Aujourd'hui, les techniques de l'agriculture doivent être une source de conservation de la biodiversité, en vue d'accroître la capacité de résilience des écosystèmes dégradés tout en contribuant à l'atténuation des effets du changement climatique.

Remerciements

Cette étude a bénéficié d'un appui financier du Projet AMCC+ à qui les auteurs expriment leur profonde gratitude.

Références

- [1] - Y. A. WOEGAN, S. AKPAVI, M. DOURMA, A. ATATO, K. WALA, K. AKPAGANA, Etat des connaissances sur la flore et la phytosociologie de deux aires protégées de la chaîne de l'Atakora au Togo: Parc National Fazao-Malfakassa et Réserve de Faune d'Alédjo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(5) (2013) 1951 - 1962
- [2] - J. VANDE WEGHE, Refuges et conservation : Refuges forestiers et biodiversité. *Canopée*, (2001) 19 p.
- [3] - B. KOMBATE, M. DOURMA, F. FOLEGA, A. Y. WOEGAN, K. WALA, K. AKPAGANA, Structure et potentiel de séquestration de carbone des formations boisées du Plateau Akposso en zone sub-humide au Togo. *Afrique Science*, 15(2) (2019) 70 - 79

- [4] - Y. S. KOGLO, W. A. AGYARE, B. DIWEDIGA, J. M. SOGBEDJI, A. K. ADDEN, T. GAISER, Remote sensing-based and participatory analysis of forests, agricultural land dynamics, and potential land conservation measures in Kloto District (Togo, West Africa). *Soil Systems*, 2(3) (2018) 49 p.
- [5] - H. K. ATSRI, Y. KONKO, A. CUNI-SANCHEZ, K. E. ABOTSI, K. KOKOU, Changes in the West African forest-savanna mosaic, insights from central Togo. *PloS one*, 13(10) (2018) e0203999
- [6] - A. KAINA, K. WALA, D. KOUMANTIGA, F. FOLEGA, A. KOFFI, Impact de l'exploitation du bois-énergie sur la végétation dans la préfecture de Tchaoudjo au Togo. *Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou*, 1 (2018) 69 - 88
- [7] - H. K. ATSRI, K. E. ABOTSI, K. KOKOU, Enjeux écologiques de la conservation des mosaïques forêt-savane semi-montagnardes au centre du Togo (Afrique de l'Ouest). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 38(1) (2018) 6112 - 6128
- [8] - B. DIWEDIGA, K. WALA, F. FOLEGA, M. DOURMA, Y. A. WOEGAN, K. AKPAGANA, Q. B. LE, Biophysical and anthropogenous determinants of landscape patterns and degradation of plant communities in Mo hilly basin (Togo). *Ecological Engineering*, 85 (2015) 132 - 143
- [9] - F. FOLEGA, K. WALA, K. AKPAGANA, Impact de l'expansion urbaine sur la végétation de la commune d'Atakpamé au Togo. *Revue Sciences de l'Environnement de l'Université de Lomé (Togo)*, 1 (2019) 101 - 124
- [10] - B. DIWEDIGA, K. HOUNKPE, K. WALA, K. BATAWILA, T. TATONI, K. AKPAGANA, Agriculture de contre saison sur les berges de l'Oti et ses affluents. *African Crop Science Journal*, 20(2) (2012) 613 - 624
- [11] - B. AFELU, J. FONTODJI KOKOU, K. KOKOU, Impact des feux sur la biomasse dans les savanes guinéo-soudaniennes du Togo. *Vertigo*, 16 (2016), DOI : 10.4000/vertigo.17106
- [12] - K. B. AMEGNAGLO, M. DOURMA, S. AKPAVI, A. AKODEWOU, K. WALA, B. DIWEDIGA, W. ATAKPAMA, K. M. L. AGBODAN, K. BATAWILA, K. AKPAGANA, Caractérisation des formations végétales pâturées de la zone guinéenne du Togo: typologie, évaluation de la biomasse, diversité, valeur fourragère et régénération. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(5) (2018) 2065 - 2084
- [13] - H. ERN, Die Vegetation Togos. Gliederung, Gefährdung, Erhaltung. *Willdenowia*, (1979) 295 - 312
- [14] - M. LAMOUREUX, *Note explicative N 34 : Carte pédologique du Togo au 1/1.000.000*. Paris, France: ORSTOM (1969)
- [15] - F. WHITE, La végétation de l'Afrique. Recherches sur les ressources naturelles, ORSTOM-UNESCO, carte + mémoire (1986) 388 p.
- [16] - A. THIOMBIANO, R. L. GLELE KAKAÏ, P. BAYEN, I. BOUSSIM, A. MAHAMANE, Méthodes et dispositifs d'inventaires forestiers en Afrique de l'ouest : état des lieux et propositions pour une harmonisation. *Annales des Sciences Agronomiques*, 20 (2016) 15 - 31
- [17] - J. BRAUN-BLANQUET, *Plant sociology. The study of plant communities. First ed.*, (1932)
- [18] - J.-F. BRUNEL, P. HIEPKO, H. SCHOLZ, Flore analytique du Togo: phanérogames. *Englera*, (1984) 3 - 751
- [19] - A. AKOÉGNINOU, W. J. VAN DER BURG, L. J. G. VAN DER MAESEN, V. ADJAKIDJÉ, J. P. ESSOU, B. SINSIN, H. YÉDOMONHAN, *Flore Analytique du Bénin*: Backhuys Publishers (2006)
- [20] - B. HUSCH, T. BEERS, J. KERSHAW, *Forest Mensuration*. London: 4th ed, Ronald Press Company, John Wiley & Sons, Inc (2003)
- [21] - J. RONDEUX, *La mesure des arbres et des peuplements forestiers*: Les presses agronomiques de Gembloux (1999)
- [22] - A. ALHASSANE, I. SOUMANA, S. KARIM, I. CHAIBOU, A. MAHAMANE, M. SAADOU, Flore et végétation des parcours naturels de la région de Maradi, Niger. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 34(1) (2017) 5354 - 5375

- [23] - S. AHOUANDJINO, H. YÉDOMONHAN, M. TOSSOU, A. C. ADOMOU, A. AKPOVI, Diversité floristique et caractérisation structurale de la réserve forestière de Ouoghi en zone soudano-guinéenne (Centre-Bénin). *European Scientific Journal*, 13 (2017), DOI : 10.19044/esj.2017.v13n12p400
- [24] - F. S. SOUMAH, D. KANIEWSKI, K. KOKOU, *Comptes Rendus Biologies*, 341(9-10) (2018) 433 - 443
- [25] - M. DOURMA, K. BATAWILA, K. A. GUELLY, R. BELLEFONTAINE, B. D. FOUCAULT, K. AKPAGANA, 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) (2012) 395 - 409
- [26] - K. ADJONOU, O. DJIWA, Y. KOMBATE, A. D. KOKUTSE, K. KOKOU, Etude de la dynamique spatiale et structure des forêts denses sèches reliques du Togo: implications pour une gestion durable des aires protégées. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4(1) (2010)
- [27] - K. WALA, A. Y. WOEGAN, W. BOROZI, M. DOURMA, A. ATATO, K. BATAWILA, K. AKPAGANA, Assessment of vegetation structure and human impacts in the protected area of Alédjo (Togo). *African Journal of Ecology*, 50(3) (2012) 355 - 366
- [28] - A. AKODÉWOU, J. OSZWALD, S. AKPAVI, L. GAZULL, K. AKPAGANA, V. GOND, Problématique des plantes envahissantes au sud du Togo (Afrique de l'Ouest) : apport de l'analyse systémique paysagère et de la télédétection. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 23(2019), 88 - 103, DOI: 10.25518/1780-4507.17750
- [29] - J. OSZWALD, V. GOND, B. TCHIENGUÉ, F. NZIGOU BOUCKA, D. DALLERY, C. GARCIA, escription des éléments paysagers des classifications d'occupation des sols CoForTips-Cameroun (CoForTips). *Montpellier, France: CIRAD*, 41 (2015)
- [30] - A. NATTA, H. YÉDOMONHAN, N. ZOUMAROU-WALLIS, J. HOUNDÉHIN, E. EWÉDJÈ, R. G. KAKAÏ, Typologie et structure des populations naturelles de Pentadesma butyracea dans la zone soudano-guinéenne du Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques*, 15(2) (2011) 217 - 241
- [31] - J. BOGAERT, M. ANDRE, Ecologie du paysage en Afrique subsaharienne. *Tropicultura*, 31(1) (2013)
- [32] - C. FAYE, A. A. SOW, J. B. NDONG, Étude des sècheresses pluviométriques et hydrologiques en Afrique tropicale: caractérisation et cartographie de la sècheresse par indices dans le haut bassin du fleuve Sénégal. *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, (Volume 9) (2015) 17 - 35
- [33] - E. S. MIABANGANA, F. MALAISSE, Structure, composition et diversité floristiques de l'île forestière Loufézou dans le Plateau des Cataractes (République du Congo). *Geo-Eco-Trop*, 44(2) (2020) 1 - 16
- [34] - M. DOURMA, K. WALA, K.-A. GUELLY, R. BELLEFONTAINE, P. DELEPORTE, S. AKPAVI, K. BATAWILA, K. AKPAGANA, Typologie, caractéristiques structurales et dynamique des faciès forestiers fragiles à Isoberlinia spp. en vue de leur gestion au Togo. *Bois et forêts des tropiques*, 313 (3) (2012) 19 - 33
- [35] - K. ADJONOU, R. BELLEFONTAINE, K. KOKOU, Les forêts claires du Parc national Oti-Kéran au Nord-Togo : structure, dynamique et impacts des modifications climatiques récentes. *Sécheresse*, 20(1) (2009) 1-10