

Caractérisation phytoécologique des groupements végétaux ligneux des Aires Communautaires de Conservation de la Biodiversité de la Réserve de Biosphère du Mono au Bénin

**Armelle G. HADONOU - YOVO^{1*}, Laurent G. HOUSSOU^{2,4}, Toussaint O. LOUGBEGNON³,
Yasmina ADEBI^{4,5}, Etienne M. DOSSOU³ et Michel BOKO¹**

¹ *Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Humaines et Sociales, Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Laboratoire de climatologie Pierre Pagney "Climat, Eau, Écosystème et Développement" (LACEDE), 01 BP 526 Cotonou, R. Bénin*

² *Université de Parakou, Faculté d'Agronomie, Laboratoire d'Ecologie de Botanique et de Biologie Végétale, 03 BP 125 Parakou, R. Bénin*

³ *Université Nationale d'Agriculture, Ecole de Foresterie Tropicale, Laboratoire de Recherche en Ecologie Animale et Zoogéographie, BP 43 Ketou, R. Bénin*

⁴ *Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences Agronomiques, Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA), 01 BP 526 Cotonou, R. Bénin*

⁵ *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH / Projet Réserve de Biosphère Transfrontalière du Delta du Mono, 08 BP 1132 Tri Postal Cotonou, R. Bénin*

* Correspondance, courriel : hadgloria@yahoo.fr

Résumé

Cette étude a porté sur le fonctionnement écologique des groupements végétaux ligneux de la Réserve de Biosphère du Mono au Bénin afin d'établir les bases de l'aménagement durable de ces écosystèmes. La méthodologie adoptée a consisté à faire 64 relevés phytosociologiques dans des unités floristiques jugées homogènes. Une matrice constituée de 87 espèces ligneuses et des 64 relevés effectuées dans les formations végétales de la réserve a été soumise à la Detrended Correspondance Analysis (DCA) du logiciel PC-ORD 5 pour la discrimination des groupements ligneux. L'indice de diversité de Shannon, l'équitabilité de Pielou et les spectres bruts et pondérés des types biologiques et phytogéographiques ont été calculés pour décrire les groupements végétaux. Les résultats des différentes analyses ont permis d'obtenir 5 groupements végétaux ligneux et ont montré que l'indice de diversité Shannon des groupements a varié entre 0,20 et 3,99 bits alors que l'équitabilité de Pielou est comprise entre 0,08 et 0,69. Les mégaphanérophytes sont rares et peu dominants (moins de 20 % des espèces). En ce qui concerne les types phytogéographiques, les espèces à large distribution et les espèces pantropicales et paléotropicales ont dominé sur les espèces de l'élément base Guinéo-Congolais. Cette étude a révélé globalement qu'il y a une faible diversité biologique dans la réserve et cela s'explique par l'intensification des activités anthropiques dans la zone. Pour changer la situation et augmenter la diversité biologique dans la réserve, il s'avère nécessaire de poursuivre les recherches sur les espèces endogènes de la zone et d'engager des actions de restauration de ces écosystèmes à partir de ces espèces endogènes.

Mots-clés : *relevé phytosociologique, groupements ligneux, paramètres physico-chimiques, Réserve de Biosphère du Mono.*

Abstract

Woody plant groups phytoecological characterization in the Biodiversity Conservation Community Areas (BCCA) of the Mono Biosphere Reserve in Benin Republic

This study focused on the ecological functioning of woody plant communities in the Mono Biosphere Reserve in Benin Republic in order to establish the basis for the sustainable management of these ecosystems. The methodology adopted was to do sixty-four phytosociological surveys which were carried out in floristic units considered homogeneous. A matrix consisting of the listed tree species (87 in number) and the 64 surveys was submitted to the PC-ORD 5 software Detrended Correspondance Analysis (DCA) to assess woody plant group typology. Shannon diversity index, Pielou evenness, the life form and phytogeographic spectrums have been calculated to describe Woody plant groups. The results of the different analyzes yielded five woody plant groups and showed that Shannon diversity index of the groups varied between 0.20 and 3.99 bits while Pielou evenness is between 0.08 and 0.69. Megaphanerophytes are scarce and not very dominant (less than 20 % of species). Widespread tree, pantropical and paleotropical species are the dominant phytogeographic affinity. This study has generally revealed that there is a low biological diversity in the reserve and this is explained by the human activities intensification in the area. To change the situation and increase biodiversity in the reserve, it is necessary to continue the research on the endogenous or native species in the biosphere reserve and highlight the need to undertake actions to restore these ecosystems from the endogenous or native species.

Keywords : *phytosociological relevés, woody plant groups, life forms, phytogeographic affinity, the Mono Biosphere Reserve.*

1. Introduction

Les ressources ligneuses des régions intertropicales connaissent une modification ces dernières années dues essentiellement aux activités humaines [1 - 6]. La dégradation des ressources forestières est devenue aujourd'hui l'un des problèmes environnementaux majeurs dans les pays en développement notamment en Afrique [7, 8]. Cette situation est due à la déforestation, l'agriculture, l'urbanisation et la démographie [5, 9, 10] avec pour conséquences la perte de biodiversité [8, 11, 12]. Le phénomène de dégradation des formations naturelles boisées est une situation préoccupante au Bénin, pays à ressources forestières limitées à cause de sa position géographique (Dahomey-Gap) [8, 12, 13]. De 1978 à 2010 le Bénin a perdu près de 85 % de ses forêts denses et plus de 30 % de sa couverture végétale [14]. D'importantes superficies de végétation naturelle sont détruites annuellement (75000 ha) à des fins agricoles, cynégétiques, pastorales et pour la récolte de bois d'œuvre et d'énergie [14]. Dans les départements du Mono et Couffo, le problème de la perte de la biodiversité est de plus en plus intense à cause de la forte croissance démographique associée à l'agriculture extensive, à la surpêche, au braconnage et à la déforestation. Ces facteurs sont amplifiés par l'importance croissante et le développement des corridors de transport le long de l'axe sud des pays côtiers de l'Afrique de l'Ouest. Cela étant, seuls quelques espaces dans le Mono étaient placés sous protection. Parmi eux, il y a le site Ramsar 1017 auquel s'ajoute de petites superficies de forêts sacrées locales qui ne jouissent pas cependant d'un statut officiel d'aire protégée. Face à ces constats et pour combler ce vide d'existence d'aire protégée dans le Mono, il y a eu la création et la reconnaissance de la Réserve de Biosphère du Mono par l'UNESCO en 2017 afin de faciliter la protection et l'utilisation durable de la biodiversité et des services écosystémiques. La protection et la gestion durable des ressources de la réserve doit passer par une meilleure connaissance de la diversité et de l'écologie de ces écosystèmes. A cet effet, le suivi et l'appréciation de la dynamique des écosystèmes de la réserve s'avèrent nécessaire pour attirer l'attention sur l'état de ces paysages aux enjeux multiples. Plusieurs travaux ont abordé la dynamique des ressources

forestières, soit à partir d'inventaire floristique, soit à partir de la cartographie de l'occupation du sol dans différents secteurs au Bénin [10, 15, 16]. Mais dans cette réserve récemment créée il n'y a pratiquement pas de donnée scientifique tangible sur l'écologie et la dynamique des écosystèmes de ce milieu. Pour remédier aux manques d'informations scientifiques sur les écosystèmes, cette étude a été réalisée et vise à : (i) faire la typologie des groupements végétaux ligneux, (ii) évaluer la diversité spécifique au sein de ces groupements et enfin (iii) analyser les types biologiques et phytogéographiques des espèces ligneuses retrouvées dans cette réserve.

2. Matériel et méthodes

2-1. Milieu d'étude

La Réserve de Biosphère du Mono (RB Mono) au Bénin est un ensemble de quatre Aires Communautaires de Conservation de la Biodiversité (ACCB) disposées en série le long du fleuve Mono (**Figure 1**). Cette réserve fait partie de la réserve transfrontalière du Mono entre le Togo et le Bénin et a acquis le statut de réserve de biosphère de l'UNESCO en juin 2017. Les quatre ACCB formant la RB Mono sont celles de Adjamé, de la forêt de Naglanou, de la Bouche du Roy et du lac Toho. Le **Tableau 1** présente les coordonnées géographiques et les superficies de ces quatre ACCB. La réserve bénéficie d'un climat subéquatorial caractérisé par la succession annuelle de quatre (04) saisons : 2 saisons pluvieuses et 2 saisons sèches en alternance et d'inégales durées [17]. La pluviométrie varie entre 900 et 1100 mm par an [18]. La température moyenne oscille autour de 27,3 °C. L'humidité relative moyenne journalière est plus faible dans le mois de décembre et plus élevée en juillet. La moyenne annuelle d'insolation est de l'ordre 2308 h. L'évapotranspiration potentielle varie d'une période à une autre, les faibles valeurs sont enregistrées en juin (119,30 mm en moyenne) tandis que les plus fortes sont enregistrées en mars (160,5 mm en moyenne) [18]. La réserve située dans le sillon dahoméen est localisée dans la zone de transition entre les centres régionaux d'endémisme guinéo-congolais et soudanien (zone XI) [19]. Selon la classification des provinces biogéographique du monde de [20], la réserve du Mono - Bénin est située dans le domaine Afro-Tropical notamment dans l'écorégion 7 correspondant aux prairies, savanes et brousses tropicales et subtropicales et spécifiquement dans la zone de mosaïque de forêt-savane guinéenne. Aujourd'hui la végétation de la réserve porte une forte empreinte anthropique des populations locales riveraines estimées à 531990 habitants qui ont longtemps contribué à sa dégradation à travers l'agriculture qui est l'activité dominante de ces populations.

Tableau 1 : Situation géographique et superficie des ACCB

Aires communautaires de gestion de la biodiversité (ACCB)	Coordonnées géographiques	Superficie (Ha)
Adjamé	6°49'40" et 6°50'50" N 1°36'15" et 1°37'00" E	64,07
Naglanou	6°29'20" et 6°32'00" N 1°41'54" et 1°44'38" E	319,56
Lac Toho	6°35'30" et 6°40'40" N 1°44'40" et 1°50'10" E	612,47
Bouche du Roy	6°15' et 6°23' N 1°52'30" et 1°59' E	8700

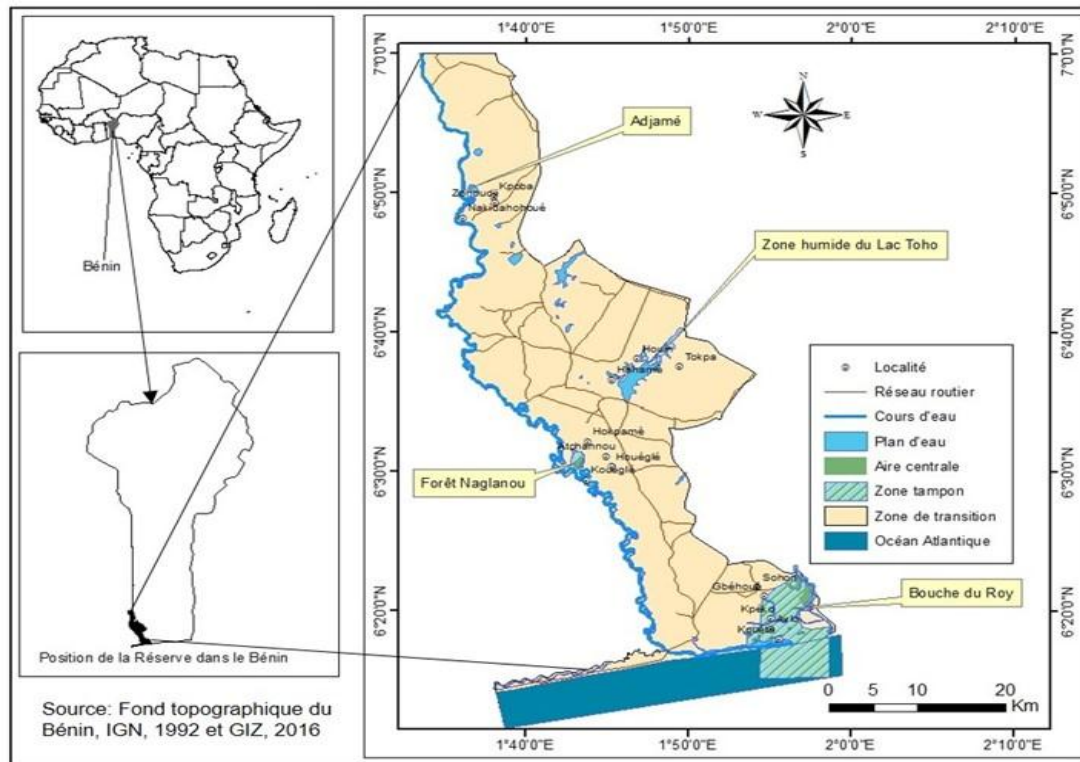


Figure 1 : Situation géographique des ACCB de la réserve de biosphère du Mono du Bénin

2-2. Méthodes

2-2-1. Collecte des données

Les relevés phytosociologiques ont été effectués suivant la méthode sigmatiste de Braun-Blanquet repris par [21]. L'aire minimale de relevé utilisée est de 30 m x 30 m pour la strate arborée et de 10 m x 10 m pour la strate herbacée. Le plateau de 10 m X 10 m est posé à l'intérieur du plateau de 30 m X 30 m. Ces aires minimales ont été déjà utilisées avec succès dans des écosystèmes similaires par [22, 23] pour la cartographie et la caractérisation floristique de la forêt marécageuse de Lokoli et par [16] pour la caractérisation des groupements végétaux de la forêt marécageuse d'Agonvè. Au niveau de chaque plateau, les données collectées sont : les coordonnées géographiques, la texture du sol, le niveau d'humidité (présence d'eau permanente, présence temporaire d'eau, zone d'inondation et terre ferme), le niveau des perturbations anthropiques (fortement perturbé, moyennement perturbé, faiblement perturbé), le pourcentage de recouvrement de la strate ligneuse. En plus de ces descripteurs écologiques, l'inventaire systématique de toutes les espèces ligneuses par strates (herbacée/sous-bois, arbustive et arborée) et les coefficients d'abondance-dominance des espèces ont été collectés. L'échelle d'abondance-dominance utilisée est celle de Braun-Blanquet. A chaque espèce est également attribués ses types biologique et phytogéographique. Les types biologiques retenus sont ceux définis par [24] et modifiés par de nombreux auteurs compte tenu des spécificités des écosystèmes. Il s'agit des (i)- les mégaphanérophytes (Mph), arbres de plus de 30 m de haut; (ii)-les mésophanérophytes (mph), arbres de 10 à 30 m de haut; (iii)-les microphanérophytes (mph), arbres de 2 à 10 m de haut et (iv)-les nanophanérophytes (nph), arbustes de 0,4 à 2 m de haut. Quant aux types phytogéographiques retenus dans cette étude, il s'agit de ceux définis par [19] : (i)- *espèces à large distribution* (ELD): Cos = espèces cosmopolites ; Pan = pantropicales ; Pal = paléotropicales ; AA = afro-américaines ; (ii)- *espèces à distribution continentale* (EDC) : AT = afrotropicales ; AM = afromalgaches PRA = plurirégionales africaines ; (iii)- *espèce de l'élément-base* (EEB): GC = guinéo-congolaise ; G= guinéen.

2-2-2. Analyse des données

- *Ordination et classification des relevés*

La matrice de données en présence-absence constituée de 64 relevés phytosociologiques et de 87 espèces végétales ligneuses a été soumise à la Detrended Correspondence Analysis (DCA) qui est une forme adaptée de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) pour les données de présence-absence. Elle permet une ordination dans un espace réduit du nuage constitué par les r relevés et celui des n espèces (variables). En outre, elle corrige la configuration arquée (effet Gutman) de l'AFC sur des données types binaires [25]. La classification hiérarchique des relevés (clustering) a été réalisée dans le logiciel PC-Ord 5.0 en utilisant la méthode du flexible beta et la distance Sorensen-Bray-curtis. La matrice constituée des groupements végétaux et des variables environnementales a été soumise à une analyse canonique des correspondances (CCA) [26] pour déterminer les relations entre les groupements végétaux et les variables environnementales. Pour ce faire, le package Vegan du logiciel R 3.3 été utilisé.

- *Diversité des groupements végétaux*

L'analyse de la diversité des groupements végétaux est faite à l'aide de l'indice de diversité de Shannon-Wiener (H') et de l'équitabilité de Pielou (E). L'indice de diversité de Shannon est défini par ***l'Équation (1)*** [29] :

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i \quad (1)$$

avec, $p_i = r_i / r$; où r_i est le recouvrement de l'espèce i dans le groupement considéré et r désigne la somme totale des recouvrements des espèces du groupement.

L'équitabilité de Pielou d'un groupement donné a été calculée par ***l'Équation (2)*** :

$$E = H / \log_2 (S) \quad (2)$$

avec, S = richesse spécifique du groupement considéré et H' sa diversité de Shannon. E est compris entre la valeur 0 et 1 et exprime la régularité des espèces au sein du groupement. E tend vers 0 lorsque la quasi-totalité des individus appartiennent à une seule espèce et prend la valeur 1 lorsque toutes les espèces ont exactement le même recouvrement. Le test non paramétrique de Kruskal Wallis a été utilisé pour comparer le nombre moyen d'espèces par plateau au niveau de chaque groupement ligneux.

- *Calcul des types biologique et phytogéographique*

Les spectres des types biologiques bruts et pondérés ont été calculés pour apprécier la répartition des espèces dans les différentes formes de vie au sein de chaque groupement. De même, les spectres phytogéographiques bruts et pondérés ont été également calculés pour mettre en évidence la répartition des espèces du groupement selon leur aire géographique de distribution à l'échelle du monde. Le spectre brut est donné par ***l'Équation (3)*** :

$$Sbi = \frac{n_i}{N} \times 100 \quad (3)$$

où, n_i est le nombre total d'un type biologique ou d'un type phytogéographique " i " donné et N est le nombre total d'espèces appartenant du groupement.

Le spectre pondéré est donné par ***l'Équation (4)*** :

$$Spi = \frac{r_i}{R} \times 100 \quad (4)$$

où r_i est le recouvrement total d'un type biologique ou d'un type phytogéographique " i " donné et R est le recouvrement total moyen du groupement.

3. Résultats

3-1. Ordination et classification des relevés

Les résultats de la Detrended Correspondence Analysis (DCA) montrent un gradient de répartition des relevés sur les axes factoriels (**Figure 2**). L'axe 1 oppose les relevés effectués dans les formations postculturales aux relevés effectués dans la forêt riveraine périodiquement inondée et peu perturbée. Il peut donc être interprété comme axe de perturbation anthropique. L'axe 2 quant à lui oppose les relevés effectués dans les prairies marécageuses aux relevés des plantations sur terre ferme, c'est donc l'axe du gradient d'humidité. Le dendrogramme présenté à la figure 3 montre qu'à 30 % d'information restante dans la matrice de données, la discrimination de cinq groupements ligneux telle que déjà présentée dans les axes factoriels de l'ordination. Il s'agit du groupement (G1) à *Vitex doniana* et *Cola gigantea* constitué des relevés effectués dans les formations sous emprises anthropiques (savanes cultivées et jachères); du groupement (G2) à *Pterocarpus santalinoides* et *Morelia senegalensis* des relevés réalisés dans les forêts riveraines dégradées et périodiquement inondées; du groupement (G3) à *Antidesma venosum* et *Mitragyna inermis* composé des relevés effectués dans les prairies inondables sur terre humide; du groupement (G4) à *Rhizophora racemosa* et *Avicennia germinans* constitué des relevés purement effectués dans les mangroves et du groupement (G5) à *Acacia auriculiformis* et *Tectona grandis* formé des relevés des plantations sur terre ferme.

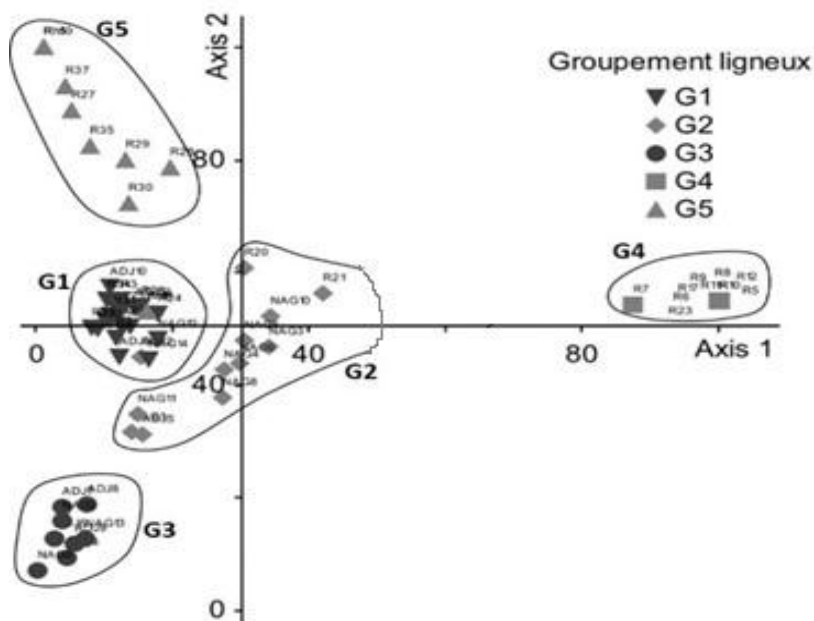


Figure 2 : Répartition des relevés dans les plans factoriels des axes 1 et 2

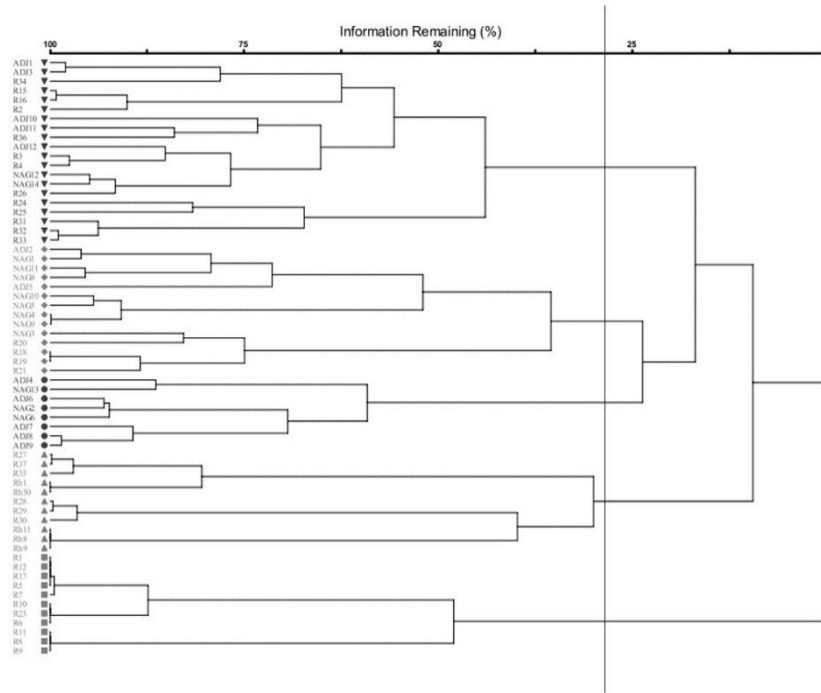


Figure 3 : Dendrogramme de classification des relevés (Distance measure = Sorensen (Bray-curtis), group linkage method = Flexible beta)

3-2. Facteurs édaphiques expliquant la discrimination des groupements végétaux

La **Figure 4 (A-F)** présente les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques du sol (Ph, taux d'argile, taux de limon, de sable, de carbone organique et la capacité d'échange cationique). De l'analyse de la **Figure 4**, il ressort que le Ph et le taux moyen d'argile du sol ne varient pas significativement d'un groupement ligneux à un autre ($P\text{-value} > 0,05$). Par contre, le taux de limon, de sable, de carbone organique et la capacité d'échange cationique diffèrent significativement selon les groupements végétaux. La **Figure 5** présente l'analyse canonique des correspondances montrant le sens de variation des paramètres physico-chimiques du sol en lien avec la répartition des groupements végétaux ligneux. Le test de permutation de Monte Carlo effectué à partir de 1000 randomisation a montré que les paramètres testés ont un effet significatif sur la distribution des relevés au niveau des axes canoniques ($P\text{ value} = 0,0027$). Le **Tableau 2** présente la matrice de corrélation des variables avec les axes canoniques 1 et 2. Le Ph et la capacité d'échange cationique du sol sont fortement corrélés avec l'axe 1 alors que le taux de limon, de sable et le taux de carbone organique sont corrélés avec l'axe 2.

Tableau 2 : Matrice de corrélation des variables avec les axes canoniques 1 et 2

Paramètres physico-chimique du sol	CCA1	CCA2
Taux de sable	0,20	0,51
Taux de limon	-0,35	-0,51
Taux d'argile	-0,14	-0,49
Capacité d'échange cationique (CEC)	0,41	-0,36
Carbone Organique (CO)	-0,57	-0,81
Ph	-0,54	-0,36

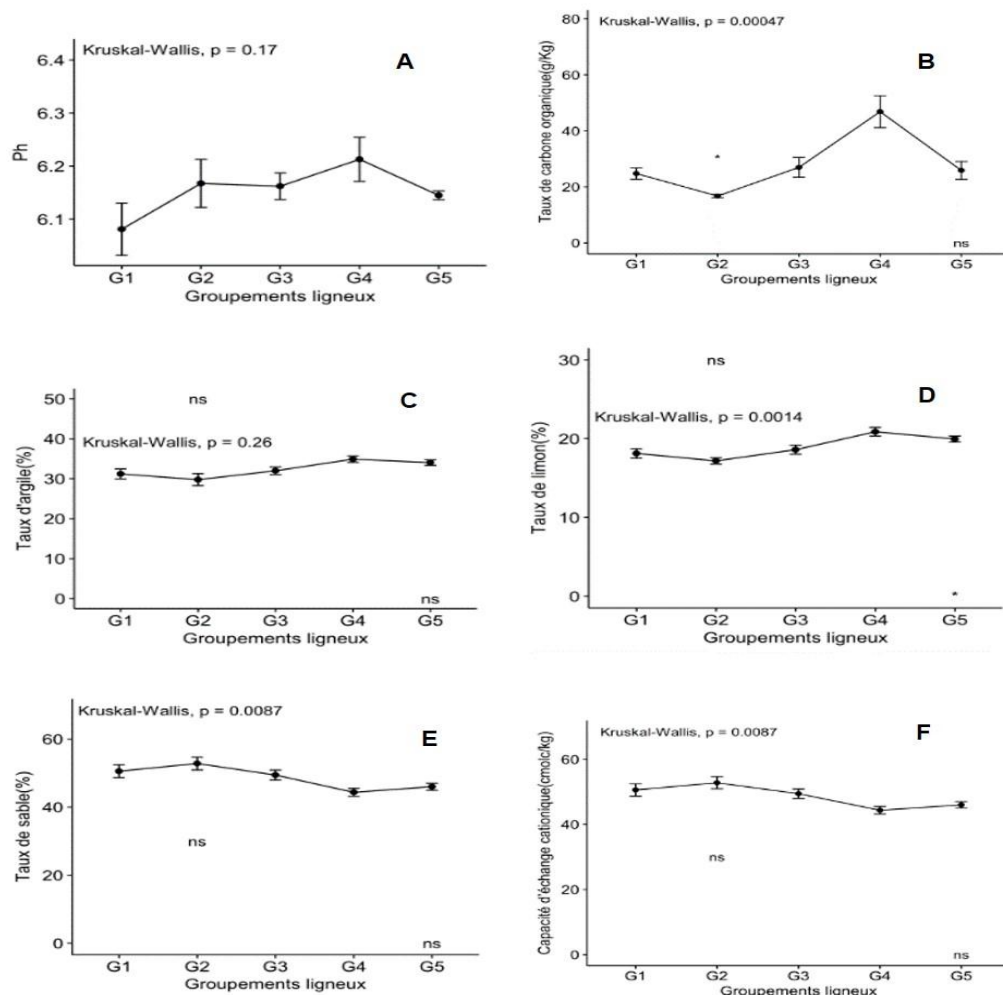


Figure 4 : Variation en différents paramètres physico-chimiques du sol ; A = Valeur moyenne du Ph du sol ; B = Taux moyen de carbone organique ; C = Taux moyen d'argile du sol ; D = Taux moyen de limon dans le sol ; E = Taux moyen du sable dans le sol ; F = Capacité d'échange cationique

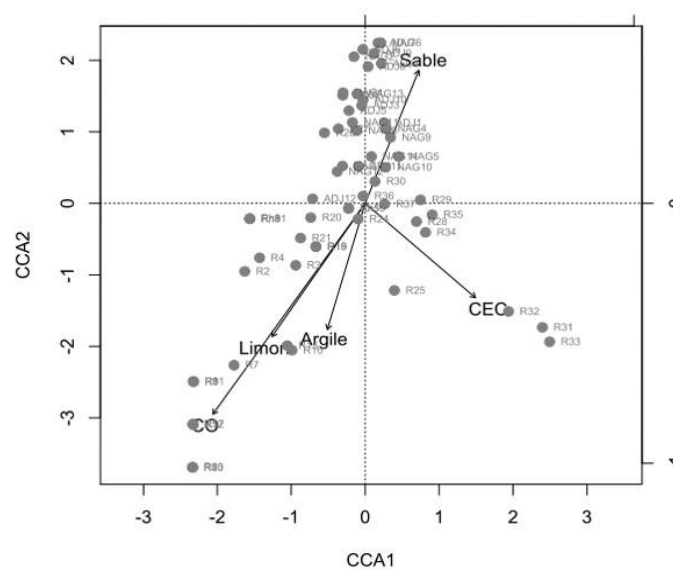


Figure 5 : Analyse canonique des correspondances entre la matrice de relevés floristiques et les paramètres écologiques

3-3. Composition floristique et diversité spécifique des groupements végétaux ligneux

La richesse spécifique en espèces végétales ligneuses (S) varie fortement d'un groupement à un autre (**Tableau 3**). La plus forte valeur (63 espèces) est obtenue pour le groupement G1 (savanes sous emprise anthropique) tandis que la plus faible (3 espèces) est obtenue pour le groupement végétal G4 (mangroves complètement sur l'eau). L'indice de Shannon (H' variant entre 0,20 et 1,33 bits) et l'équitabilité de Pielou (E entre 0,08 et 0,69) sont faibles pour les groupements G3, G4 et G5. Les faibles valeurs de H' et de E obtenues pour ces trois groupements témoignent des conditions environnementales défavorables à l'installation de beaucoup d'espèces. Le nombre de famille par groupement varie de 3 à 26. Le groupement G1 a le plus grand nombre de famille (26) et G4 le plus petit (3). Les Euphorbiaceae, Sapindaceae, Rubiaceae sont les familles les plus représentées avec 6 espèces chacune, suivies des Fabaceae et Arecaceae avec respectivement 4 et 2 espèces. Les autres familles sont représentées par une espèce (**Figure 6**).

Tableau 3 : Diversité des groupements végétaux ligneux

Groupements	Paramètre de diversité			
	S	H'	E	Nombre de famille
Groupement (G1) à <i>Vitex doniana</i> et <i>Cola gigantea</i>	63	3,99	0,66	26
Groupement (G2) à <i>Pterocarpus santalinoides</i> et <i>Morelia senegalensis</i>	27	2,57	0,54	15
Groupement (G3) à <i>Antidesma venosum</i> et <i>Mitragyna inermis</i>	5	1,33	0,57	4
Groupement (G4) à <i>Rhizophora racemosa</i> et <i>Avicennia germinans</i>	3	1,10	0,69	3
Groupement (G5) à <i>Acacia auriculiformis</i> et <i>Tectona grandis</i>	6	0,20	0,08	6

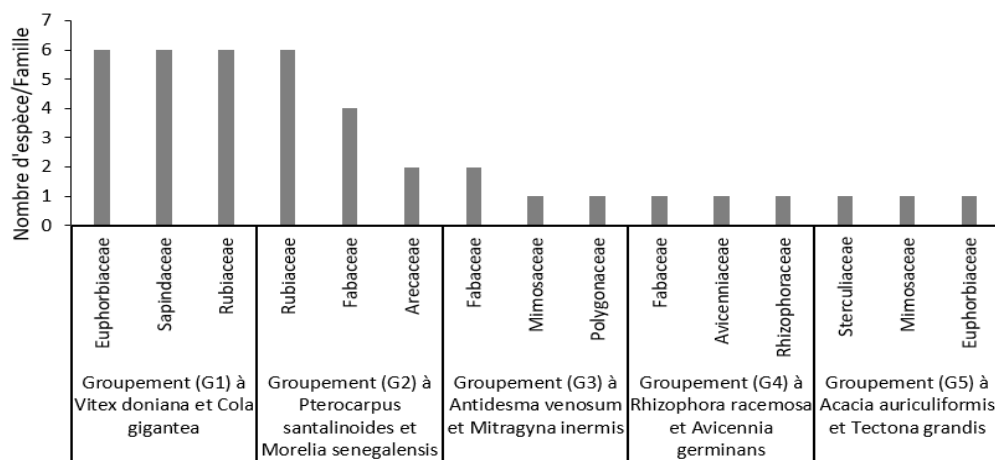


Figure 6 : Trois premières familles les plus représentées par groupement

3-4. Analyse des types biologique et phytogéographique des formations végétales ligneuses

Les types biologiques les plus abondants et aussi les plus dominants dans quatre des cinq groupements végétaux (G1, G2, G4 et G5) sont les microphanérophytes et les mésophanérophites (plus de 50 % des espèces de chaque groupement) (**Figure 7 et 8**). Par contre le groupement G3 est dominé par les nanophanérophites (80 % du spectre brut et 50,59 % du spectre pondéré). Les mégaphanérophites sont rares et peu dominants (moins de 20 % des espèces) dans tous les groupements. En ce qui concerne les types phytogéographiques, les espèces à large distribution et les espèces pantropicales et paléotropicales ont dominé sur les espèces de l'élément base Guinéo-Congolais dans les groupements végétaux en dehors du groupement (G1) où les espèces de l'élément base ont dominé sur les autres types phytogéographiques (**Figure 9 et 10**).

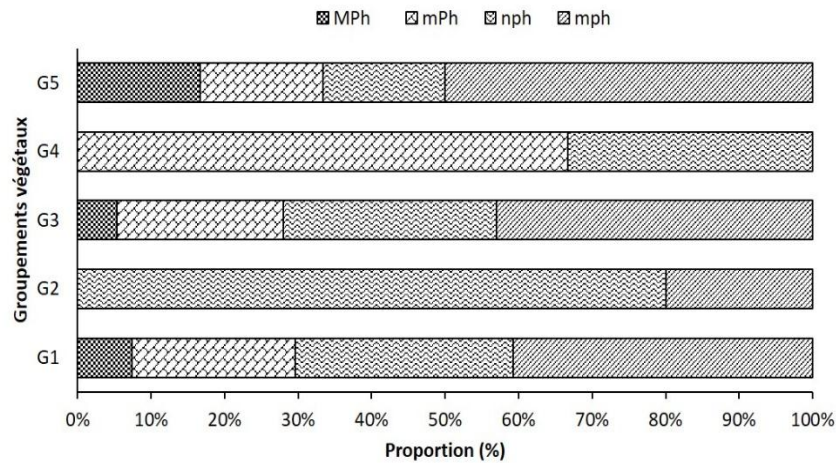


Figure 7 : *Spectres brut des types biologiques des groupements ligneux*

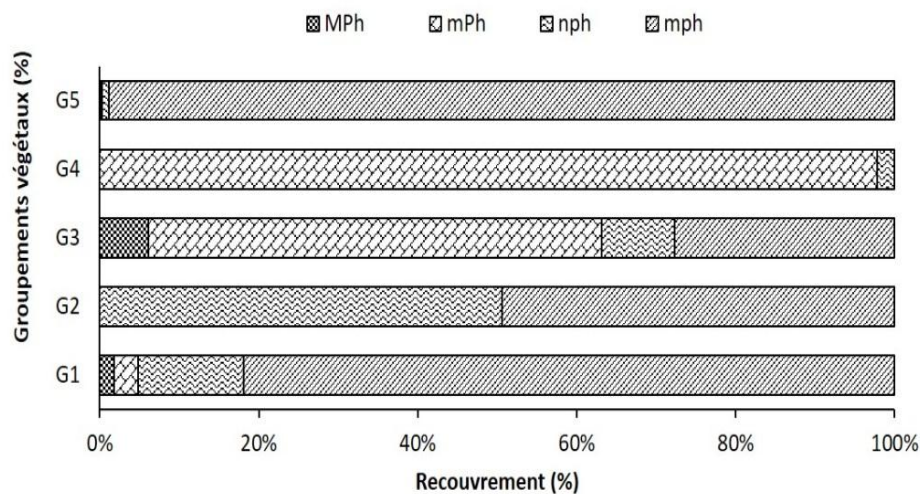


Figure 8 : *Spectres pondérés des types biologiques des groupements ligneux*

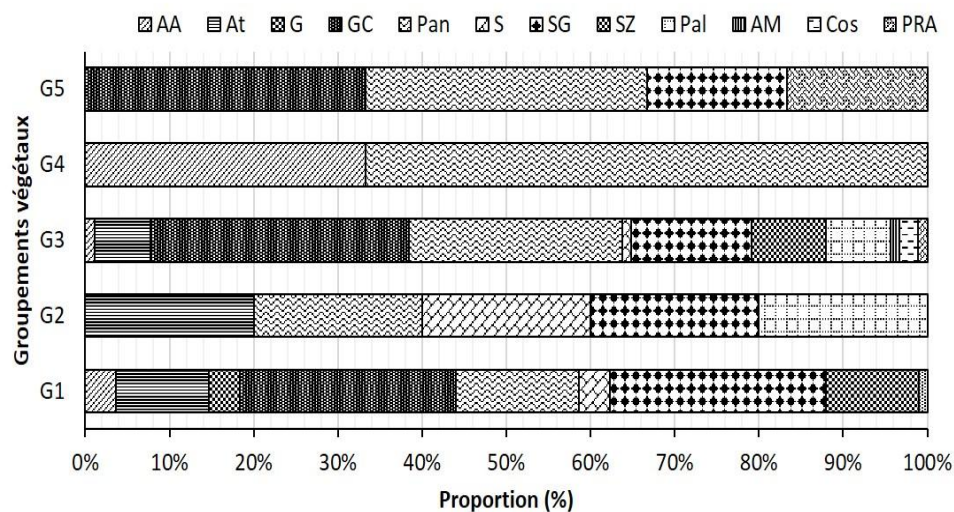


Figure 9 : *Spectres bruts des types phytogéographiques des groupements ligneux*

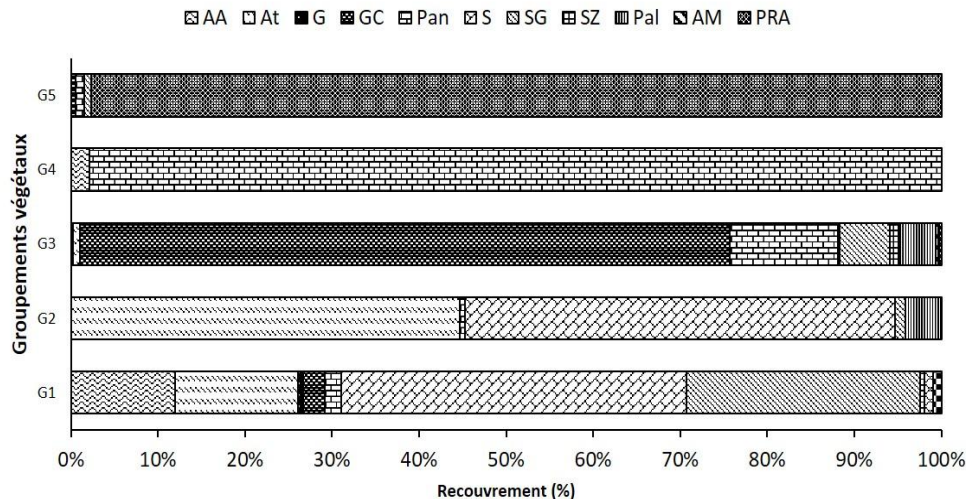


Figure 10 : Spectres bruts des types phytogéographiques des groupements ligneux

4. Discussion

4-1. Groupements ligneux de la réserve

Les études phytosociologiques constituent un moyen judicieux de parvenir à une connaissance approfondie des formations végétales, car elles visent non seulement la diagnose floristique et la classification des groupements végétaux mais aussi l'étude de leur dynamique, de leurs relations avec les variables de l'environnement et de leur histoire [30]. C'est ainsi que les résultats de l'analyse multivariée des relevés phytosociologiques effectués dans les formations végétales du milieu d'étude ont permis d'identifier cinq types de groupements ligneux : groupement (G1) à *Vitex doniana* et *Cola gigantea*; du groupement (G2) à *Pterocarpus santalinoides* et *Morelia senegalensis* ; groupement (G3) à *Antidesma venosum* et *Mitragyna inermis*; groupement (G4) à *Rhizophora racemosa* et *Avicennia germinans* et du groupement (G5) à *Acacia auriculiformis* et *Tectona grandis* formé des relevés des plantations sur terre ferme. Le groupement (G1) à *Vitex doniana* et *Cola gigantea* et le groupement (G5) à *Acacia auriculiformis* et *Tectona grandis* sont rencontrés dans les formations culturelles et post culturelles intertropicales et sont établis sur un sol sablo-limoneux de plateau dans la zone d'étude. Dans ces groupements, la présence de certaines espèces végétales comme *Vitex doniana* et *Cola gigantea* témoigne de la dégradation des forêts denses semi-décidues. En effet, l'agriculture, l'exploitation forestière, la carbonisation sont les déterminants directs de dégradation de la végétation. Les activités culturelles notamment l'installation des plantations à *Vitex doniana* ont contribué à dégrader les forêts denses-décidues initiales de ces milieux pour laisser place à des jachères de palmier [31]. Le groupement (G2) à *Pterocarpus santalinoides* et *Morelia senegalensis* et le groupement (G3) à *Antidesma venosum* et *Mitragyna inermis* appartiennent à la forêt riveraine de Naglanou. Il est caractérisé par la présence temporaire de l'eau, liée à son tour à l'importance des crues du fleuve Mono. Le groupement à *Pterocarpus santalinoides* et *Mitragyna inermis* avec une large dominance de ces taxons, avait été décrit par [23] dans la forêt marécageuse de Lokoli et aussi par [16] dans la forêt marécageuse d'Agonvè. Ces auteurs avaient également signalé la présence d'autres ligneux caractéristiques comme *Ficus trichopoda*, *Anthocleista vogelii* et *Raphia hookeri* dans ce type de groupement comme observé dans la présente étude. Les familles dominantes restent les Rubiaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Sapindaceae. Ces résultats attestent la tendance à une dominance de conditions écologiques forestières dans le milieu d'étude car selon [23] les Rubiaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Sapindaceae arborescentes et arbustives sont des espèces de forêt

dense humide. Le groupement (G4) à *Rhizophora racemosa* et *Avicennia germinans* est un groupement typique des milieux de mangrove qui dans l'ensemble des réseaux d'aires protégées du Bénin n'est rencontré que dans la réserve de biosphère du Mono. Il joue un rôle crucial dans la vie des populations riveraines de par les services écosystémiques qu'il fournit à ces dernières entraînant une forte pression sur ce groupement [32].

4-2. Influence des facteurs écologiques

Plusieurs travaux ont montré qu'il existe une relation entre les facteurs du milieu et la distribution des groupements végétaux [33 - 35]. Ces facteurs peuvent être aussi bien d'origine anthropique qu'édaphique [16, 36, 37]. En ce qui concerne les facteurs édaphiques, la présente étude a indiqué que le pH, la capacité d'échange cationique (CEC), le taux de limon, de sable et le taux de carbone organique ont été les facteurs les plus discriminants dans la répartition des groupements ligneux de la réserve de Biosphère du Mono. Ces résultats sont similaires à ceux de [37] qui a montré que le pH, le phosphore total du sol, le taux de matière organique ont été les facteurs discriminants dans la répartition des groupements végétaux dans leur étude sur la distribution des communautés végétales en rapport avec les facteurs environnementaux dans les écosystèmes côtiers en Chine. D'autres recherches scientifiques ont montré dans les relations sols-végétations que ces variables sont des données écologiques capitales dans l'édification des groupements végétaux [23]. Toutefois, les facteurs écologiques ne sont pas les seuls déterminants des groupements végétaux. Le facteur anthropique joue aussi un rôle important dans la discrimination de ces groupements dans le milieu d'étude. En effet, les formations végétales sont souvent soumises à d'intense activité anthropique (pratiques culturelles, de la fréquentation du bétail et les feux de végétation) qui constituent des facteurs de stress sur les peuplements.

4-3. Diversité spécifique des groupements

L'indice de Shannon et d'équitabilité de Piélou sont relativement élevés pour les groupements à *Vitex doniana* et *Cola gigantea* (G1) et à *Pterocarpus santalinoides* et *Morelia senegalensis* (G2). Ce qui stipule l'équilibre en termes de recouvrement entre les espèces dans ces groupements. Par contre, dans les groupements à *Antidesma venosum* et *Mitragyna inermis*, à *Rhizophora racemosa* et *Avicennia germinans* et à *Acacia auriculiformis* et *Tectona grandis*, les indices de diversité et d'équitabilité ont des valeurs faibles, ce qui suggère qu'il y a certainement une espèce dominante dans ces milieux [36]. La plupart des terres fertiles situées dans le sud Bénin sont convoitées par les agriculteurs et font l'objet d'exploitation agricole. Ces habitats naturels sont ainsi de plus en plus fragmentés. Ces activités ont pour conséquence la raréfaction de ces espèces ligneuses d'intérêt, les déformations morphologiques et la perte de leurs diversités génétiques [38]. Dans les groupements végétaux à dominance de *Rhizophora racemosa* et *Avicennia germinans*, les indices de diversité obtenus sont faibles. Ce résultat s'explique par le fait que le caractère saumâtre de l'eau au niveau de ce groupement n'est favorable qu'à quelques espèces adaptées à ce type de milieu qui dominent alors le faciès de ce groupement.

5. Conclusion

L'étude phytoécologique des groupements végétaux ligneux des zones tampons et des noyaux centraux des ACCB de la Réserve de Biosphère du Mono au Bénin a permis de connaître la diversité des groupements ligneux de cette aire. Cette réserve de Biosphère présente cinq groupements végétaux ligneux. La diversité spécifique des groupements ligneux est faible pour les groupements à *Rhizophora racemosa* et *Avicennia germinans*, *Antidesma venosum* et *Mitragyna inermis* et à *Acacia auriculiformis* et *Tectona grandis*. Par contre, cette

diversité est relativement élevée pour les groupements à *Vitex doniana* et *Cola gigantea* et à *Pterocarpus santalinoides* et *Morelia senegalensis*. Les mégaphanérophyles sont rares et peu dominants dans le milieu d'étude avec une dominance des espèces pantropicales et paléotropicales sur les espèces de l'élément base Guinéo-Congolais indiquant une forte anthropisation du milieu. Le processus de décentralisation au Bénin ayant transféré relativement la gestion des ressources naturelles aux communes, l'existence de cette réserve permettra donc de mieux conserver les ligneux relictuelles du milieu. Dans cette perspective, le rôle de la recherche sera déterminant. Pour la durabilité des écosystèmes de la réserve, les aménagements forestiers devront suffisamment tenir compte des spécificités et de l'importance des espèces ligneuses dans le milieu. Ainsi, pour l'intérêt des générations présentes et futures, des recherches actions doivent être menées sur les espèces ligneuses natives ou endogènes, les espèces à croissance rapide afin de maintenir la diversité génétique et d'assurer la disponibilité du bois et les pratiques innovantes d'agroforesterie. Les résultats de ces recherches contribueront donc au développement de programmes de restauration ou de conservation des espèces ligneuses de la Réserve et par conséquent au développement économique local.

Remerciements

Les auteurs remercient les ONG Ecobénin, Africa Mobile Nature (AMN) et Jeunesse Action Environnementale (JAE) pour leur avoir facilité la collecte des informations sur le terrain et pour leur disponibilité dans la réalisation de cette étude. Les auteurs adressent également leurs remerciements au Projet Réserve de Biosphère Transfrontalière du Delta du Mono financé par la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH pour son soutien financier dans la réalisation de la présente étude.

Références

- [1] - G. LI, D. LU, E. MORAN, M. F. CALVI, L. V. DUTRA and M. BATISTELLA, "Examining deforestation and agropasture dynamics along the Brazilian TransAmazon Highway using multitemporal Landsat imagery" *GIScience & Remote Sensing*, 56 (2) (2019) 161 - 183
- [2] - J. BOZONGO, "Les déterminants de la déforestation : cas du bassin du Congo" *Annale des Sciences Economiques et de Gestion*, 18 (2) (2019)
- [3] - D. SEYDOU, N. DABISSI, T. B. Z. ARMAND, D. AMIDOU, K. BAMORY, E. K. ROSE and J. L. PERRIN, "Effets De La Dynamique Du Couvert Végétal Sur Les Écoulements Dans Le Bassin Versant De La Lagune Aghien En Côte d'Ivoire" *European Scientific Journal, ESJ*, 14 (36) (2018) 312
- [4] - J. KIOKO and M. M. OKELLO, "Land use cover and environmental changes in a semiarid rangeland, Southern Kenya" *Journal of Geography and Regional Planning*, 3 (11) (2010) 322 - 326
- [5] - N. V. NOUMI, L. ZAPFACK and B. SONKE, "Ecological behaviour and biogeography of endemic species of the genus *Piper* L. in Africa: A case of the Guineo-Congolese region" *African Journal of Plant Science*, 5 (4) (2011) 248 - 263
- [6] - O. AROUNA, I. TOKO, C. P. DJOGBÉNOU and B. SINSIN, "Comparative analysis of local populations' perceptions of socio-economic determinants of vegetation degradation in soudano-guinean area in Benin (West Africa)" *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 3 (7) (2011) 327 - 337
- [7] - F. ALVARADO, F. ESCOBAR, D.R. WILLIAMS, V. ARROYO-RODRÍGUEZ and F. ESCOBAR-HERNÁNDEZ, "The role of livestock intensification and landscape structure in maintaining tropical biodiversity" *Journal of applied ecology*, 55 (1) (2018) 185 - 194

- [8] - F. ASSONGBA, “*Ethnobotanique, Ecologie, Répartition spatiale et statut de conservation du Dialium guineense Wild (Fabaceae) au Bénin*” Thèse de doctorat, Université d’Abomey-Calavi, Bénin, (2014) 200 p + annexes
- [9] - D. H. AKPOYÈTÈ, R. C. LANDEOU and V. O. ORÉKAN, “Anthropisation Et Dynamique Des Paysages En Pays Agonlin Au Bénin” *European Scientific Journal, ESJ*, 14 (36) (2018) 571
- [10] - A. MAMA, “Anthropisation des paysages au Bénin: dynamique, fragmentation et développement agricole” Thèse de doctorat, Université d’Abomey-Calavi, Bénin, (2013) 198 p.
- [11] - C. J. P. RAMOS, P. M. L. DE ALENCASTRO GRAÇA and P. M. FEARNside, “Deforestation Dynamics on an Amazonian Peri-Urban Frontier : Simulating the Influence of the Rio Negro Bridge in Manaus, Brazil” *Environmental management*, 62 (6) (2018) 1134 - 1149
- [12] - S. TOYI, “Analyse de l’impact de la diffusion du teck (*Tectona grandis* L.f.) sur la structure du paysage dans le Département de l’Atlantique (Sud-Bénin)”, Thèse de doctorat, Université d’Abomey-Calavi, Bénin, (2012) 216 p.
- [13] - B. B. DEMENOU, J. L. DOUCET and O. J. HARDY, “History of the fragmentation of the African rain forest in the Dahomey Gap : insight from the demographic history of *Terminalia superba*” *Heredity*, 120 (6) (2018) 547
- [14] - FAO, “Evaluation des ressources forestières mondiales”, Rapport principal, (2010), ISSN 1014 - 2894
- [15] - B. TENTE, M. A. BAGLO, J. C. DOSSOUMOU et H. YEDOMONHAN, “Impacts des activités humaines sur les ressources forestières dans les terroirs villageois des communes de Glazoué et de Dassa-Zoumè au centre-Bénin”, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 5 (5) (2011) 2022 - 2030
- [16] - E. M. DOSSOU, T. O. LOUGBEGNON, L. G. HOUSSOU, S. O. TEKA et A. B. TENTÉ, “Caractérisation phytoécologique et structurale des groupements végétaux de la forêt marécageuse d’Agonvè et de ses milieux connexes au Sud-Bénin”, *Journal of Applied Biosciences*, 53 (2012) 3821 - 3830
- [17] - K. S ADAM et M. BOKO, “Le Bénin”, Paris, Edicef, 2ème édition, (1993) 93 p.
- [18] - ASECNA, Données météorologiques des stations synoptiques du Sud-Bénin (1985-2013), (2013)
- [19] - F. WHITE, “The vegetation of Africa, a descriptive memoir to accompany the UNESCO / AETFAT / UNSO”, UNESCO, Natural Resources Research, Vol. 20, (1983) 1 - 356
- [20] - M. D. F. UDVARDY, “A classification of the biogeographical provinces of the world”, IUCN Occasional Paper, Morges, Switzerland, N°18 (1975) 49 p.
- [21] - H. E. WEBER, J. MORAVEC and J. P. THEURILLAT, “International Code of Phytosociological Nomenclature”, *Journal of Vegetation Science*, 11 (2000) 739 - 768
- [22] - A. C. ADOMOU, B. SINSIN and L. J. G. VAN DER MAESEN, “Phytosociological and chorological approaches to phytogeography : a meso-scale study in Benin”, *Systematics and Geography of Plants*, 76 (2006) 155 - 178
- [23] - C. DAN, B. A. SINSIN, G. A. MENSAH and J. LEJOLY, “Végétation climacique de la forêt marécageuse de Lokoli au Sud-Bénin : forêt primaire inondée à *Alstonia congensis* et *Xylopia rubescens*”, *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 68 (2010) 29 - 39
- [24] - C. RAUNKIAER, “The life forms of plants and statistical plant geography”, Clarendon, Oxford, (1934) 632 p.
- [25] - E. S. ASSEDE, S. S. BIAOU and B. SINSIN, “Plant life forms and chorological types as indicators of land use effect on plant community patterns in Sudanian zone”, *Ann. UP, Série Sci. Nat. Agron*, 8 (2018) 39 - 49
- [26] - R. H. ØKLAND and O. EILERTSEN, “Canonical correspondence analysis with variation partitioning : some comments and an application”, *Journal of Vegetation Science*, 5 (1994) 117 - 126
- [27] - M. DUFRÊNE and P. LEGENDRE, “Species assemblages and indicator species : the need for a flexible asymmetrical approach”, *Ecological Monographs*, 67 (1997) 345 - 366
- [28] - M. A. A. DIEDHIOU, E. FAYE, D. NGOM and S. FALL, “Caractérisation de la flore et de la végétation ligneuse des terroirs villageois de Keur Birame (Kaffrine) et Saré Yorobana (Kolda) au Sénégal” *European Scientific Journal, ESJ*, 14 (21) (2018) 391
- [29] - A. E. MAGURRAN, “Measuring Biological Diversity”, *Blackwell Science*, Malden, MA, USA, (2004) 256 p.

- [30] - R. MEDDOUR, "La méthodologie phytosociologique Braun-blanketo-tüxenienne", Note cours, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques, (2011) 40 p.
- [31] - A. AKOËGNINO, W. J. VAN DER BURG and L. J. G. VAN DER MAESEN, "Flore analytique du Bénin", Backhuys Publisher, Wageningen, (2006)
- [32] - O. TEKA, L. G. HOUSSOU, B. A. DJOSSA, Y. BACHMANN, M. OUMOROU and B. SINSIN, "Mangroves in Benin, West Africa : threats, uses and conservation opportunities", *Environment, Development and Sustainability*, (2018) 1 - 17
- [33] - M. A. HAMED, W. T. KASEM and L. F. SHALABI, "Floristic diversity and vegetation-soil correlations in Wadi Qusai, Jazan, Saudi Arabia" *International Journal of Plant & Soil Science*, (2018) 1 - 18
- [34] - J. H. CHUN and C. B. LEE, "Temporal Changes in Species, Phylogenetic, and Functional Diversity of Temperate Tree Communities : Insights from Assembly Patterns" *Frontiers in Plant Science*, 10 (2019) 294
- [35] - M. M. AGBANGLA, A. K. N. AOUJJI, G. A. J. GBETOHL, K. SANON, O. AYINA, C. DE CANNIÈRE and J. C. GANGLO, "Caractéristiques structurales et écologiques des populations d'espèces" *Tropicultura*, 33 (3) (2015) 238 - 252
- [36] - K. WALA, "La végétation de la chaîne de l'Atakora au Bénin : diversité floristique, phytosociologie et impact humain", *Acta Botanica Gallica*, 157 (4) (2010) 793 - 796
- [37] - W. LI, L. CUI, B. SUN, X. ZHAO, C. GAO, Y. ZHANG and W. MA, "Distribution patterns of plant communities and their associations with environmental soil factors on the eastern shore of Lake Taihu, China". *Ecosystem Health and Sustainability*, 3 (9) (2017) 1385004
- [38] - N. OUSMANE, D. ALY, S. BASSIMBE and G. ALIOU, "Diversité floristique des peuplements ligneux du Ferlo, Sénégal", *[VertigO] La revue électronique en sciences de l'environnement*, 13 (3) (2013)