

Analyse de l'impact des formes d'utilisation des terres sur la phytodiversité dans la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé au Bénin

Analysis of the impact of land use on phytodiversity in the Lower Ouémé Valley Biosphere Reserve, Benin

Gbodja Tohouégnon Gaétan^{1*}, Houessou Gbénato Laurent¹, Oumorou Madjidou², Yetein Houénagnon Marius¹, Ouinsavi Ajokè Ifétayo Nougbodé Christine³

¹Laboratoire d'Ecologie, de Botanique et de Biologie végétale (LEB), Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123, Bénin.

²Laboratoire de Recherche en Biologie Appliquée (LARBA), Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC), Université d'Abomey-Calavi 01 BP 990 Cotonou, Bénin.

³Laboratoire d'Etudes et de Recherches Forestières (LERF), Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, BP 123, Bénin.

(*) Auteur correspondant : gaetangille@gmail.com

ORCID des auteurs

Gbodja Tohouégnon Gaétan : <https://orcid.org/0009-0000-9215-1882> ; Houessou Gbénato Laurent : <https://orcid.org/0000-0002-3316-1826> ; Oumorou Madjidou : <https://orcid.org/0000-0002-7157-7101> ; Yetein Houénagnon Marius : <https://orcid.org/0000-0001-6495-8742> ; Ouinsavi Ajokè Ifétayo Nougbodé Christine : <https://orcid.org/0000-0002-2596-3896>

Comment citer l'article : Gbodja Tohouégnon Gaétan, Houessou Gbenato Laurent, Oumorou Madjidou, Yetein Houénagnon Marius, Ouinsavi Ajokè Ifétayo Nougbodé Christine (2025) Analyse de l'impact des formes d'utilisation des terres sur la phytodiversité dans la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé au Bénin. *Revue Ecosystèmes et Paysages*, 5(1):1-19pp, e-ISSN (Online): 2790-3230.

doi: <https://doi.org/10.59384/recopays.tg5114>

Reçu : 30 mars 2025

Accepté : 15 juin 2025

Publié : 30 juin 2025



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

Résumé

Cette étude évalue l'impact des formes d'utilisation des terres sur la diversité, les formes de vie et la composition des chorotypes des communautés végétales dans la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé au Bénin. Des relevés phytosociologiques selon la méthode de Braun-Blanquet ont été réalisés dans trois zones : l'aire centrale, la zone tampon et l'aire de transition. Le positionnement multidimensionnel non métrique (NMDS) basé sur la mesure de distance de Sorensen (Bray Curtis) appliqué à la matrice de relevés a permis de projeter les relevés dans un espace de configuration. L'analyse de variance (ANOVA) a servi à comparer la diversité, les formes de vie et la composition des chorotypes entre les formes d'utilisation des terres. Le NMDS révèle un chevauchement des relevés entre les types d'utilisation des terres, tandis que l'indice de Sorensen indique une forte similarité floristique entre les zones tampons et les aires de transition (Sorensen = 0,73). L'ANOVA ne montre pas de différence significative entre les richesses spécifiques suivant les types d'utilisation des terres ($p > 0,05$). L'analyse de la variance sur la répartition de la dominance des chorotypes indique une différence significative des espèces à large distribution ($F = 25,37$; $p = 0,037$) et des éléments bases ($F = 25,68$; $p = 0,037$) selon les types d'utilisation des terres. Les phanérophytes dominent l'ensemble des types d'utilisation des terres, tandis que les hydrophytes abondent les aires centrales et les thérophytes dans les aires de transition. Les espèces à large distribution abondent tous les types d'utilisation des terres, alors que celles à distribution continentale dominent les aires de transition. Ces résultats soulignent l'influence des formes d'utilisation des terres sur la végétation et

peuvent servir d'outils de suivi aux gestionnaires de la réserve, afin d'optimiser les stratégies de conservation et de gestion durable des ressources floristiques de la réserve.

Mots clés : Diversité floristique, NMDS, formes de vie, chorotypes, réserve de biosphère.

Abstract

This study assesses the impact of land use types on the diversity, life forms, and chorotype composition of plant communities in the Lower Ouémé Valley Biosphere Reserve in Benin. Phytosociological relevés following Braun-Blanquet method were conducted in three zones: the core area, the buffer zone, and the transition area. Non-metric multi-dimensional scaling (NMDS) based on Sorensen (Bray-Curtis) distance was applied to the survey matrix to project the plots into a configuration space. Analysis of variance (ANOVA) was used to compare diversity, life forms, and chorotype composition across land use types. The NMDS reveals an overlap of relevés among land use types, while the Sorensen index indicates a high floristic similarity between buffer zones and transition areas (Sorensen = 0.73). ANOVA shows no significant difference in species richness across land use types ($p > 0.05$). The variance analysis of chorotype dominance distribution indicates a significant difference for the widely distributed species ($F = 25.37$; $p = 0.037$) and basal elements ($F = 25.68$; $p = 0.037$) across land use types. Phanerophytes dominate all land use types, while hydrophytes are abundant in core areas and therophytes in transition areas. Widely distributed species are abundant across all land use types, whereas continentally distributed species dominate the transition areas. These findings highlight the influence of land use types on vegetation and can serve as monitoring tools for reserve managers to optimize conservation strategies and the sustainable management of the reserve's floristic resources.

Keywords: Floristic diversity, NMDS, life forms, chorotypes, biosphere reserve.

1. Introduction

Les variations de la végétation dans l'espace et dans le temps sont influencées par plusieurs facteurs, notamment les caractéristiques de l'environnement, l'historique de l'utilisation des terres, les perturbations passées et la composition initiale de la végétation (Goslee et al., 2005; Hailemariam et Temam, 2020; Tadese et al., 2023). Les impacts des activités humaines sur la flore constituent aujourd'hui un enjeu majeur pour la conservation de la biodiversité face aux changements globaux en cours (Houessou et al., 2019; Folega et al., 2023; Tadese et al., 2023). Cette perturbation pourrait engendrer la diminution et la disparition de certaines espèces, favoriser la propagation des espèces envahissantes et provoquer la destruction ou la fragmentation des habitats dans l'écosystème (Adomou et al., 2006; Thompson et al., 2017). Dans l'extrême, elle pourrait modifier complètement la composition des espèces des communautés végétales d'origine (Aboh et al., 2008; Houessou et al., 2019). En Afrique de l'ouest, les utilisations les plus importantes des terres sont l'agriculture, le pâturage, la récolte et l'exploitation forestière (Nacoulma et al., 2011). L'agriculture itinérante et le pâturage extensif transforment la savane en un paysage mosaïque, alternant terres cultivées, jachères et zones non arables, tandis que les feux sont utilisés pour le défrichement et la chasse (Sanou et al., 2023; Teteli et al., 2024). Malheureusement, les Aires Protégées ne sont pas épargnées de cette menace. En effet, malgré le rôle des Aires Protégées dans la conservation des ressources naturelles et la fourniture des services écosystémiques, la déforestation et la dégradation dues aux activités humaines provoquent la perte de plusieurs écosystèmes naturels (Sun et al., 2017; Sow et al., 2020; IUCN, 2021). Ainsi, la disparition des écosystèmes forestiers sous l'effet des activités humaines constitue une menace pour la conservation de la diversité biologique forestière (Seou et al., 2022). Alors que les aires protégées jouent un

rôle essentiel dans la préservation des écosystèmes et de leur biodiversité en limitant le défrichement et les pressions humaines sur les terres (Nacoulma et al., 2011; Houessou et al., 2019; Badibalaki et al., 2024).

En Afrique de l'Ouest, la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO) correspond dans sa partie Sud du Bénin à la zone chorologique guinéo-congolaise et dans sa partie Nord à la zone chorologique guinéo-soudanienne (Adomou et al., 2006). Elle représente la deuxième zone humide du sud Bénin et fait partie intégrante du site Ramsar 1018 édifiée par le fleuve Ouémé, la rivière Sô et le lac Nokoué renfermant une gamme d'écosystèmes que sont les galeries forestières, les forêts et prairies marécageuses, les prairies aquatiques et flottantes, des forêts denses humides semi-décidues réduites à l'état d'îlots à cause des activités anthropiques (PGS RB-BVO, 2023). Elle renferme une dizaine de forêts sacrées riches en flore et faune (Ali et al., 2014). Pourtant, les écosystèmes de la RB-BVO connaissent depuis quelques années des perturbations diverses liées aux pressions anthropiques et aux effets de la variation climatique (Akognongbe et Abdoulaye, 2014; Adjakpa, 2020; Honvou et al., 2021; Ibrahim-Naim et al., 2021). Les effets de ces actions anthropiques sur le couvert végétal restent largement documentés à travers l'étude de la dynamique spatio-temporelle du paysage de cette réserve et mettent l'accent sur la perte de son couvert végétal (Adjakpa, 2020; Osseni et al., 2023).

Bien que plusieurs travaux aient abordé la phytodiversité au sein de la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (Adomou et al., 2009; Dan et al., 2010; Ali et al., 2014; Honvou et al., 2021), peu d'études se sont véritablement penchées sur l'influence des modes d'utilisation des terres sur la structuration et la composition de la végétation. De même, l'organisation des communautés végétales, la répartition des espèces indicatrices ainsi que la distribution des traits fonctionnels floristiques selon les modes d'utilisation des terres restent insuffisamment documentées. Or, une connaissance des caractéristiques des communautés végétales qui composent cette réserve peut permettre de comprendre dans quelle mesure les perturbations humaines affectent la diversité spécifique et fonctionnelle des communautés végétales afin de fournir des outils fiables pour le suivi et la gestion de la phytodiversité. Par conséquent, cette étude vise à analyser l'évolution de la composition floristique le long d'un gradient d'utilisation des terres dans la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO). Spécifiquement, elle cherche à : (i) caractériser les modèles de communautés végétales, (ii) examiner l'évolution des espèces indicatrices en fonction du gradient d'utilisation des terres, et (iii) évaluer les modifications des traits fonctionnels des communautés végétales (formes de vie et chorotypes) afin de fournir aux gestionnaires des outils simples et fiables pour suivre et évaluer l'efficacité des mesures de conservation en faveur de la phytodiversité dans la RB-BVO.

2. Matériel et Méthode

2.1 Description du milieu d'étude

La Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO) est inscrite dans le réseau mondial des réserves de biosphère le 28 Octobre 2020. Elle est située entre les latitudes 6° 20' 19.3" N et 7° 7' 41.7" N et entre les longitudes 2° 4' 16.7" E et 2° 4' 22.1" E. Elle couvre une superficie de 314300 ha et fait partie intégrante du site Ramsar 1018 (Figure 1). C'est la deuxième réserve côtière située dans le sillon dahoméen au sud du Bénin après celle du Mono. Elle s'étend sur quinze communes des départements de l'Atlantique, de l'Ouémé et du Zou. La RB-BVO repose sur deux grandes unités morphologiques à savoir la plaine d'inondation et la plaine côtière encastrées dans un complexe de cours et plans d'eau édifié par le bas delta du fleuve Ouémé qui déverse ses eaux dans l'océan Atlantique à travers le lac Nokoué et la lagune de Porto-Novo ainsi que les chenaux afférents. La réserve abrite quatre Aires Protégées Communautaires (APC) que sont la forêt marécageuse de Hlanzoun (FMH) dans la commune de Zogbodomey, le complexe de forêts sacrées de Gbevozoun – Gnanhouizoun – Soligbozoun - Lokoguedji (FS_GGSL) dans la commune de Bonou, le Parc Naturel Communautaire de la Vallée du Sitatunga (PNCVS) dans la commune d'Abomey-Calavi, la Réserve Intercommunautaire du Grand Nokoué (RIGN) dans les communes de Sô-Ava, Aguégué et de Sèmè-Kpodji. Suivant le zonage de MAB UNESCO, la réserve est répartie en des aires centrales, des zones tampons et

des zones de transition. Les aires centrales sont distribuées de façon éparse au sein de cette réserve (PGS RB-BVO, 2023). Aucune activité anthropique n'est autorisée au sein de l'aire centrale en dehors de la recherche et de la surveillance continue ou des cérémonies traditionnelles ou coutumières sous contrôle des gestionnaires au niveau des forêts sacrées. Les zones tampons sont destinées à la réalisation d'activités socio-économiques ou d'aménagement compatibles avec les objectifs de conservation de la réserve (la chasse contrôlée, l'exploitation contrôlée des ressources halieutiques, l'exploitation contrôlée des Produits Forestiers Non Ligneux (jonc, typha ; thalia), l'exploitation contrôlée de la faune, l'écotourisme, l'éducation à l'environnement, l'agriculture de conservation, l'élevage contrôlé, l'aquaculture et la pisciculture contrôlées). Les zones de transition correspondent à des espaces d'occupation humaine où s'exercent diverses activités susceptibles de générer une pression anthropique sur les ressources naturelles (habitations, infrastructures socio-économiques, cultures, jachères, etc.).

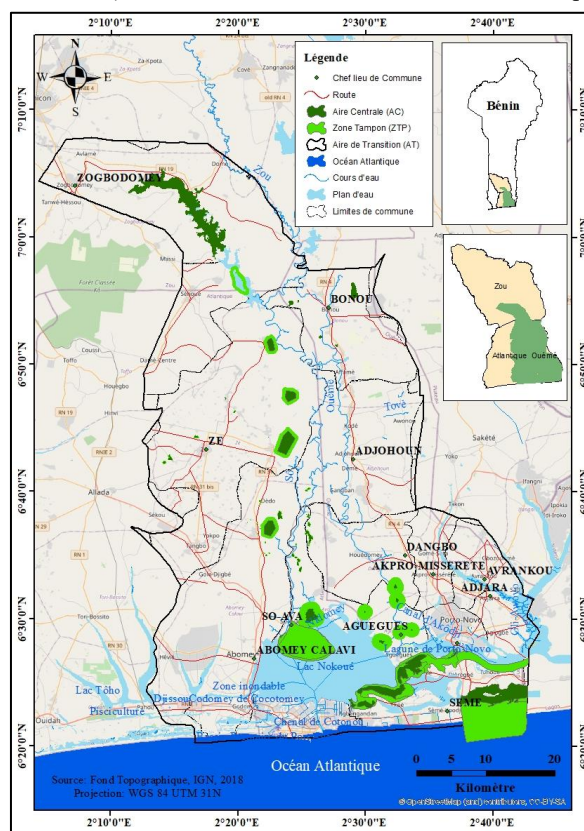


Figure 1. Carte de localisation de la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé

La RB-BVO jouit d'un climat subéquatorial caractérisé par l'alternance annuelle de quatre saisons dont deux saisons sèches s'étalant de novembre à mars et d'août à septembre et deux saisons pluvieuses allant de mars à juillet et de septembre à novembre avec annuellement une hauteur pluviométrique oscillant entre 1200 mm à 1500 mm du nord au sud de la réserve. Les températures moyennes annuelles varient entre 26° C et 28° C (PGS RB-BVO, 2023). La réserve est formée par une mosaïque de végétation et d'habitats dont les principales sont les fourrés du cordon littoral, la mangrove, les prairies marécageuses, les forêts marécageuses, les forêts galeries/forêts ripicoles, les forêts denses semi-décidues, les savanes boisées, les savanes arborescentes, les agroécosystèmes. La population totale autour de la réserve est estimée à 1571290 habitants, avec une densité moyenne dans les communes riveraines de la RB-BVO d'environ 23011,54 habitants par km² (INSAE, 2013).

2.2. Collecte des données

Sur la base de la carte d'occupation du sol de 2022, 130 placettes ont été installées dans sept principaux types de végétation (Forêts galeries et forêts ripicoles (FGFR), Savane arborée et arbustive (SASa), Forêts claires et savanes boisées (FCSB), Forêts denses (FD), Forêts et savanes marécageuses (FSM), Mangrove (Mg), et champ et jachère (CJ)) dans les trois types d'utilisation des terres (Aire Centrale (AC), Zone Tampon (ZT), Aire de Transition (AT)) (Figure 2). Les critères d'homogénéité floristique et écologique ont été retenus pour l'emplacement des relevés au sein des formations végétales. L'aire minimum de relevé a été de 10 m X 10 m pour la strate herbacée et de 30 m X 30 m pour la strate ligneuse et correspond à l'aire minimale utilisée dans des écosystèmes analogues au Bénin (Dossou et al., 2012; Ahouandjinou et al., 2017). Au sein des placettes, des relevés phytosociologiques selon la méthode sigmatiste de (Braun-Blanquet, 1932) ont été effectués. Deux types de données ont été collectés dans ces placettes.

Il s'agit des données écologiques stationnelles et des données floristiques. Les paramètres écologiques collectés sont : le recouvrement de strate herbacée et arborée, la texture du sol (argileux, limoneux, sableux, et combinaison de ces textures selon la dominance en argile, limon et sable) le niveau de perturbation basé sur une évaluation visuelle du niveau d'empreinte humaine ou de bétail domestique (perturbation élevée, perturbation moyenne et perturbation faible).

Les paramètres floristiques collectés sont la liste exhaustive des espèces dans la strate herbacée et ligneuse au sein de la placette suivie de leur coefficient d'abondance dominance et recouvrement moyen (RM) selon l'échelle de Braun-Blanquet (5 : espèce couvrant 75 à 100% de la surface du relevé, RM = 87,5% ; 4 : espèce couvrant 50 à 75% de la surface du relevé, RM = 62,5% ; 3 : espèce couvrant 25 à 50% de la surface du relevé, RM = 37,5% ; 2 : espèce couvrant 5 à 25% de la surface du relevé, RM = 15% ; 1 : espèce couvrant 1 à 5% de la surface du relevé, RM = 3% ; + : espèce rare ou très peu abondante à recouvrement négligeable et couvrant moins de 1 % du relevé, RM = 0,5%.

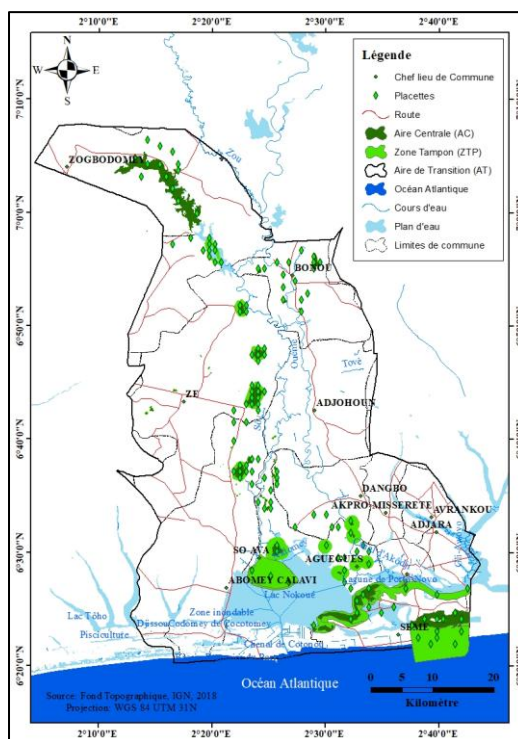


Figure 2. Projection des placettes de relevés phytosociologiques inventoriées

2.3. Analyse des données

2.3.1. Classification, ordination des communautés végétales et détermination des espèces indicatrices

Une matrice de données en abondance-dominance des 130 relevés phytosociologiques et 254 espèces a été soumise à une classification hiérarchique des relevés. Cette classification est suivie d'une ordination faite en utilisant le positionnement multidimensionnel non métrique (NMDS) basé sur la mesure de distance de Sorensen (Bray Curtis). Cela a permis de projeter les relevés dans un espace tridimensionnel (Baldeck et Asner, 2013). La configuration spatiale NMDS des relevés affiche une composition d'espèces similaires avec des couleurs semblables, et une composition d'espèces différente avec des changements de couleur. Les informations d'observations et d'inventaires sur le terrain ont aidé à interpréter les différents groupements végétaux discriminés en termes de composition des espèces. La détermination des espèces indicatrices des groupements végétaux a été faite en utilisant la méthode de Dufrêne et Legendre (1997) axée sur l'estimation de la valeur indicatrice (IndVal). Cette valeur est la combinaison de l'abondance relative des espèces (A_i en %) et de la fréquence relative (F_i en %) dans chaque groupement végétal ($\text{IndVal} = A_i \times F_i$). Le test de permutation de Monte Carlos a été effectué sur les valeurs indicatrices afin de déterminer les espèces végétales dont la valeur était significative. Les espèces indicatrices ont été représentées par les espèces qui avaient la valeur indicatrice la plus élevée et significative (test de Monte Carlos, $p < 0,05$). L'indice de similarité de Sorensen a été utilisé pour évaluer le degré de similitude floristique entre les communautés végétales (Nduwimana et al., 2021; Tadese et al., 2023). Ces analyses ont été faites à l'aide du logiciel R 4.3.3 (R Core Team, 2024) en utilisant les packages tidyverse, vegan, FactoMineR, factoextra, ggrepel, ggpubr et indicpecies.

2.3.2. Analyse de l'effet de l'utilisation des terres sur la diversité, la composition en type biologique et phytogéographique des groupements végétaux

L'analyse de la diversité spécifique de la végétation de la zone d'étude a permis de caractériser les différents groupements végétaux. Pour mettre en relation les assemblages des espèces avec les conditions environnementales et les perturbations, l'analyse a pris en compte aussi bien les descripteurs taxinomiques (richesse spécifique, indice de Shannon et équitabilité de Pielou) que non taxinomiques (composition en type biologique et type phytogéographique). La richesse spécifique (S) est le nombre total d'espèces dans un groupement végétal. L'indice de diversité spécifique de Shannon H' est défini selon la formule 1 :

$$H' = -\sum P_i \log_2 P_i \text{ avec } P_i = \frac{R_{mi}}{RM} \quad (1)$$

Où : R_{mi} est le recouvrement moyen de l'espèce i dans les relevés du groupement végétal et RM est le recouvrement total moyen de toutes les espèces des relevés du groupement végétal. H' s'exprime en bits. L'indice de diversité de Shannon est faible lorsque sa valeur est comprise entre 0 et 2 bits ; il est moyen si sa valeur est comprise entre 2 et 2,5 bits et élevé lorsque sa valeur est supérieure à 2,5 bits (Adomou et al., 2009; Folahan et al., 2018).

Le niveau de diversité atteint au niveau de chaque groupement végétal a été mesuré au moyen de l'indice d'équitabilité de Pielou E :

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

Avec H' = indice de diversité spécifique de Shannon du groupement végétal et S = richesse spécifique totale. E est compris entre 0 et 1. L'équitabilité de Pielou est faible si E est compris entre 0 - 0,6 ; moyen si $E > 0,6$ et élevé si $E > 0,8$. Si E tend vers

0 alors la quasi-totalité des individus appartiennent à une seule espèce et quand E prend la valeur 1 alors toutes les espèces ont exactement le même recouvrement (Houessou et al., 2019).

Les types biologiques liés au modèle phénologique distingué, sont ceux définis d'après la classification de Raunkiaer (1934) et modifié par Lebrun (1947). Cette classification regroupe les Phanérophytes (Ph), Chaméphytes (Ch), Géophytes (Ge), Hémi-cryptophytes (He), Thérophytes (Th). Les types phytogéographiques adoptés correspondent aux grandes subdivisions chorologiques définies par White (1983) et admises pour l'Afrique. Il s'agit des espèces à large distribution comprenant : les cosmopolites (Cos) ; pantropicales (Pan) ; paléotropicales (Pal) ; afro-américaines (AA). Les espèces à distribution continentale comprenant : afrotropicales (AT) ; afro-malgaches (AM) ; les plurirégionales africaines (PA), les soudano-zambézienne (SZ), et les soudano-guinéen (SG). Les espèces de l'élément base comprennent : les guinéo-congolaises (GC) et les soudaniennes (S). Les spectres bruts (SB) et les spectres pondérés (SP) des types biologiques et des types phytogéographiques ont été déterminés par la formule suivante :

$$SB = \frac{\text{Effectif du type considéré}}{\text{Effectif total de tous les types identifiés}} \times 100 \quad (3)$$

Le spectre pondéré est donné par la formule suivante :

$$SP = \frac{\sum \text{recouvrement moyen du type considéré}}{\sum \text{recouvrement de tous les types identifiés}} \times 100 \quad (4)$$

Un test d'analyse unidirectionnelle de la variance (ANOVA) a été effectué dans le logiciel R (R Core Team, 2024) avec les package stats, car et emmeans pour déterminer s'il existait des différences significatives entre la richesse en espèces, la composition de la forme de vie et la composition du chorotype pour les communautés végétales le long des gradients d'utilisation des terres.

3. Résultats

3.1. Ordination et classification des relevés de la RB-BVO

La figure 3 illustre la configuration spatiale issue du positionnement multidimensionnel non métrique (NMDS) appliqué à la matrice brute composée de 130 relevés floristiques et de 254 espèces appartenant à 126 familles. L'analyse a été réalisée à partir de la mesure de dissimilarité de Sørensen (Bray-Curtis), avec une valeur de stress de 0,174. Le patron de distribution des relevés issu du NMDS ne montre pas une séparation claire entre les relevés des aires centrales et celle des aires de transition et zone tampon. Les relevés des zones tampons et aires de transition se sont retrouvés dans le groupe 1 constitué en majorité des relevés de l'aire centrale. De même pour le groupe 2, plusieurs relevés des aires centrales et aires de transition y sont présents alors qu'il est constitué en majorité des relevés de la zone tampon. Le groupe 3 par contre est fait d'un mélange de relevés des trois zones avec une forte présence des relevés de zone tampon et aire de transition. Ce pattern indique que les formes d'utilisation actuelle de la réserve (aire centrale, zone tampon, aire de transition) n'ont pas clairement eu d'influence sur la composition en espèces en ces trois zones. Toutefois, l'indice de communauté de Sørensen montrent que les zones tampons et les aires de transitions présentent la plus forte similarité floristiques (Sørensen = 0,73), traduisant une composition spécifique relativement proche entre ces deux ensembles végétaux. En revanche, les aires centrales et les zones tampons affichent une

faible similarité (Sorensen = 0,25), indiquant des différences marquées dans la composition floristique. Il en est de même entre les aires centrales et les aires de transitions (Sorensen = 0,20). Ces valeurs confirment l'hétérogénéité floristique entre les groupements, notamment entre les aires centrales et les deux autres.

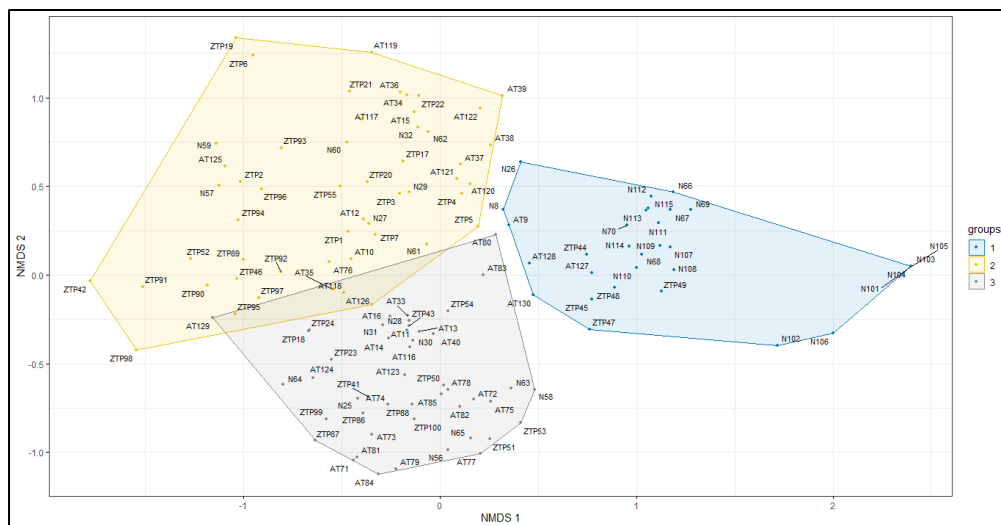


Figure 3. Diagramme de la projection des 130 relevés dans les deux premiers axes du positionnement multidimensionnel non métrique de la RB-BVO

N = Aire centrale ; ZTP = Zone tampon ; AT = Aire de transition

3.2. Ordination et classification des relevés dans chaque type d'utilisation des terres

Le NMDS pour chaque type d'utilisation des terres donne une valeur de stress respective de 0,047 pour l'aire centrale, 0,117 pour la zone tampon et 0,15 pour l'aire de transition indiquant globalement une représentation acceptable de la distribution des relevés dans les axes. L'ordination NMDS des relevés selon les types d'occupation des terres a permis de distinguer quatre groupements végétaux dans l'aire centrale (N1, N2, N3, N4), quatre dans la zone tampon (ZTP1, ZTP2, ZTP3, ZTP4) et trois dans les zones de transition (AT1, AT2, AT3).

Au sein des aires centrales de la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO), le groupement 1 est associé aux formations végétales marécageuses développées sur sols hydromorphes. Il se caractérise par la dominance ou la forte fréquence d'espèces typiques des milieux humides, notamment *Cleistopholis patens*, *Ficus lutea*, *Bridelia micrantha*, *Alstonia congensis*, *Dialium guineense*, *Raphia hookeri*, *Ficus trichopoda*, *Ficus mucoso*, *Hallea stipulosa*, *Cynometra vogelii*, *Hallea ledermannii* et *Raphia vinifera*. Le groupement 2 se développe sur terre ferme, au sein de formations végétales constituées de savanes arbustives ou arborées à emprise agricole, ainsi que de formations post-culturelles dominées par les espèces *Elaeis guineensis* et *Paullinia pinnata*. Le groupement 3 est localisé dans les formations de mangrove, situées au niveau des plaines marécageuses sur sols argileux ou hydromorphes, et se distingue par la présence des espèces *Rhizophora racemosa*, *Cyperus articulatus* et *Typha domingensis*. Enfin, le groupement 4 correspond aux relevés des savanes, champs et jachères sur sols soumis à une inondation saisonnière, caractérisés par les espèces *Calopogonium mucunoides*, *Acalypha ciliata* et *Azadirachta indica* (Figure 4 ; Tableau 1).

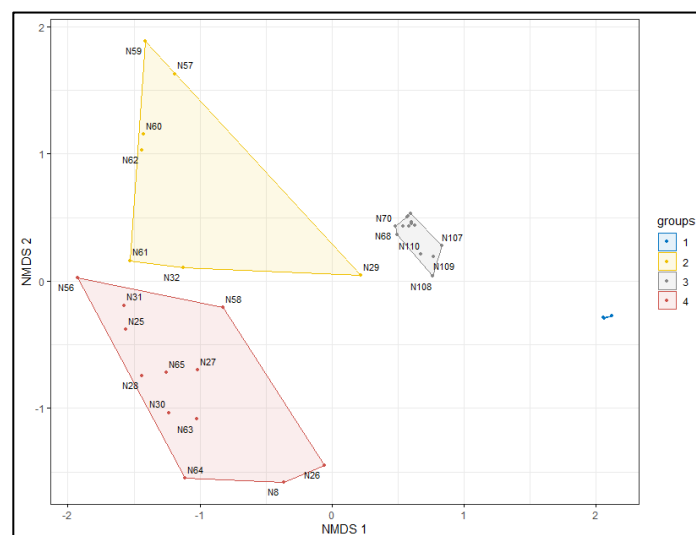


Figure 4. Diagramme de la projection des relevés des aires centrales dans les deux premiers axes du positionnement multidimensionnel non métrique (NMDS) de la RB-BVO

Dans les zones tampons, le groupement 1 est composé des relevés effectués dans les savanes à emprise agricole ainsi que des formations post-culturelles sur sols argilo-sableux, caractérisés par l'espèce *Elaeis guineensis*. Le groupement 2 regroupe les relevés réalisés dans les savanes à inondation saisonnière sur sols argilo-sableux, caractérisés par les espèces *Aeschynomene indica*, *Andropogon gayanus*, *Paspalum notatum* et *Milletia thonningii*. Le groupement 3 rassemble les relevés effectués dans les savanes de terre ferme sur sols argilo-sableux. Il se distingue par la présence caractéristique des espèces *Psychotria calva*, *Rutidea smithii*, *Schrankia leptocarpa*, *Rhynchelytrum repens*, *Pterocarpus santalinoides* et *Sphenoclea zeylanica*. Le groupement 4 est associé aux formations de prairies marécageuses développées sur sols argileux et se caractérise par la dominance ou la forte occurrence d'espèces hydrophiles telles que *Leersia hexandra*, *Ludwigia octovalvis*, *Pentodon pentandrus*, *Fuirena ciliaris* et *Typha domingensis* (Figure 5 ; Tableau 1).

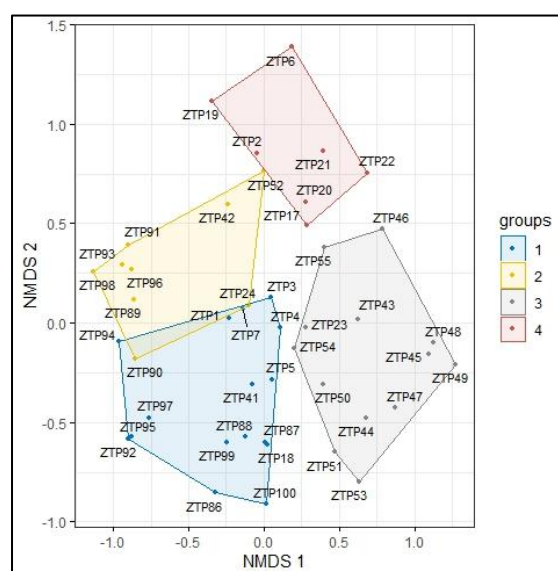


Figure 5. Diagramme de la projection des relevés des zones tampons dans les deux premiers axes du positionnement multidimensionnel non métrique (NMDS) de la RB-BVO

Dans les zones de transition, le groupement 1 correspond aux relevés réalisés dans les formations rudérales soumises à une inondation saisonnière, établies sur des sols argilo-sableux. Il se caractérise par la présence d’espèces telles que *Mitragyna inermis*, *Celosia laxa*, *Paullinia pinnata*, *Pterocarpus santalinoides*, *Acacia auriculiformis* et *Lonchocarpus sericeus*. Le groupement 2 regroupe les relevés effectués dans les formations de champs cultivés et de jachères sur terre ferme. Il se distingue par la présence dominante d’espèces telles que *Corchorus fascicularis*, *Eragrostis tremula*, *Gomphrena celosioides* et *Boerhaavia diffusa*. Le groupement 3, quant à lui, est constitué de relevés réalisés dans les formations de forêts et savanes marécageuses, et se caractérise par la forte occurrence des espèces *Ludwigia decurrens*, *Leersia hexandra*, *Lasimorpha senegalensis*, *Typha domingensis*, *Flueggea virosa*, *Mimusops kummel*, *Triumfetta rhomboidea* et *Thalia geniculata* (Figure 6 ; Tableau 1).

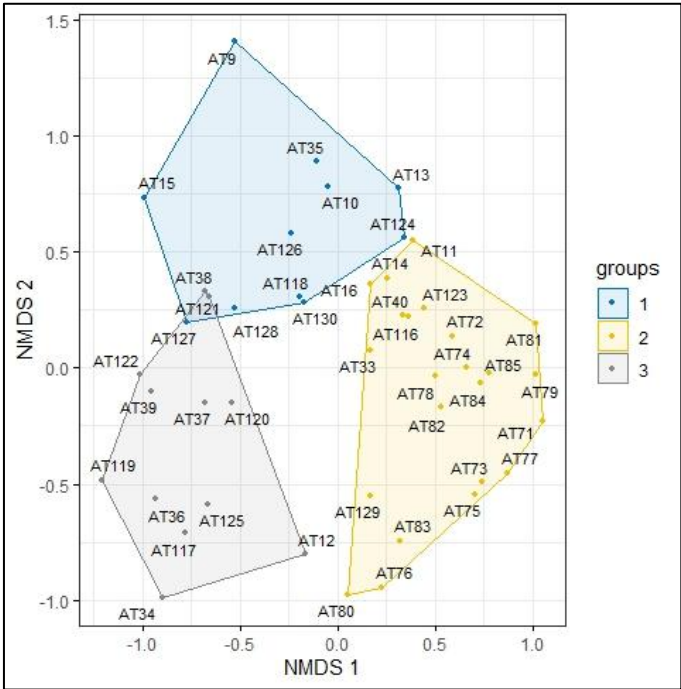


Figure 6 : Diagramme de la projection des relevés des aires de transition dans les deux premiers axes du positionnement multidimensionnel non métrique (NMDS) de la RB-BVO

Tableau 1 : Valeurs indicatrices des espèces caractéristiques dans chaque utilisation des terres

Forme d'utilisation des terres	Espèces indicatrices	Valeurs indicatrices (%)	Probabilité
Aire centrale	<i>Acalypha ciliata</i>	0,774	0,003 **
	<i>Alstonia congensis</i>	1	0,001 ***
	<i>Avicennia germinans</i>	1	0,001 ***
	<i>Azadirachta indica</i>	0,768	0,005 **
	<i>Bridelia micrantha</i>	1	0,001 ***
	<i>Calopogonium mucunoides</i>	1,000	0,001 ***
	<i>Cleistopholis patens</i>	1	0,001 ***
	<i>Cynometra vogelii</i>	0,886	0,001 ***
	<i>Dialium guineense</i>	0,999	0,001 ***

	<i>Elaeis guineensis</i>	0,787	0,007 **
	<i>Ficus lutea</i>	1	0,001 ***
	<i>Ficus mucoso</i>	0,926	0,001 ***
	<i>Ficus trichopoda</i>	0,926	0,001 ***
	<i>Hallea stipulosa</i>	0,926	0,001 ***
	<i>Ipomoea aquatica</i>	0,87	0,001 ***
	<i>Paullinia pinnata</i>	0,752	0,008 **
	<i>Raphia hookeri</i>	0,964	0,001 ***
	<i>Raphia vinifera</i>	0,845	0,001 ***
	<i>Rhizophora racemosa</i>	1	0,001 ***
Zone tampon	<i>Aeschynomene indica</i>	0,751	0,002 **
	<i>Ludwigia octovalvis</i>	0,926	0,001 ***
	<i>Pentodon pentandrus</i>	0,821	0,001 ***
	<i>Psychotria calva</i>	0,894	0,001 ***
	<i>Rhynchelytrum repens</i>	0,832	0,001 ***
	<i>Rutidea smithii</i>	0,894	0,001 ***
	<i>Schrankia leptocarpa</i>	0,894	0,001 ***
Aire de transition	<i>Boerhavia diffusa</i>	0,667	0,001 ***
	<i>Celosia laxa</i>	0,641	0,001 ***
	<i>Corchorus fascicularis</i>	0,94	0,001 ***
	<i>Eragrostis tremula</i>	0,745	0,001 ***
	<i>Gomphrena celosioides</i>	0,707	0,001 ***
	<i>Lasimorpha senegalensis</i>	0,707	0,001 ***
	<i>Leersia hexandra</i>	0,749	0,001 ***
	<i>Ludwigia decurrens</i>	0,791	0,001 ***
	<i>Mitragyna inermis</i>	0,815	0,001 ***

Signif. codes : 0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 '.' 0,1 ' ' 1

3.3. Composition floristique et diversité spécifique des groupements végétaux

Dans l'ensemble, la richesse spécifique moyenne enregistrée par groupement végétal était plus faible dans les aires centrales ($65 \pm 53,64$) que dans la zone tampon ($83,25 \pm 38,08$) et les aires de transition ($110,67 \pm 37,79$). L'analyse de variance (ANOVA) a montré qu'il n'existe pas de différence significative entre les richesses spécifiques (S) et les zones étudiées ($F = 0,85$; $p = 0,463$), indiquant une répartition relativement homogène des espèces végétales. Bien que la moyenne soit plus élevée dans l'aire de transition, la forte dispersion des valeurs suggère une variabilité locale due aux types de formations végétales et aux perturbations anthropiques (Figure 7).

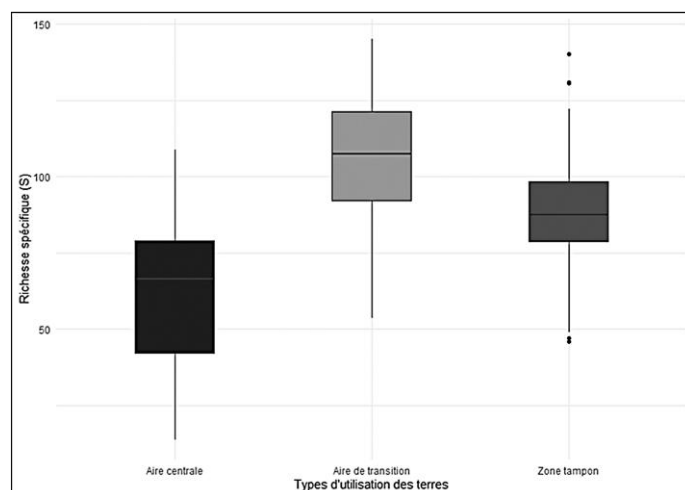


Figure 7. Comparaison des richesses spécifiques (S) par type d'utilisation des terres dans la RB-BVO

Le tableau 2 présente la richesse spécifique (S), l'indice de diversité de Shannon (H'), l'indice d'équitabilité de Pielou (E) et le nombre de familles (F) des groupements végétaux. De l'analyse du tableau il est remarqué que, quel que soit le mode d'utilisation des terres, les groupements végétaux au sein de la réserve présentent une diversité végétale faible à moyenne. En effet, l'indice de diversité de Shannon varie de 2,19 à 3,07 pour les aires centrales, de 1,88 à 3,23 pour les zones tampons et 2,60 à 3,49 dans les aires de transition. Quant à l'équitabilité de Pielou, elle est moyenne traduisant l'absence de dominance des espèces au sein des groupements végétaux. Par contre, au niveau du groupement N3 à *Rhizophora racemosa* et *Cyperus articulatus* des aires centrales, la valeur de l'équitabilité est élevée soit 0,87 indiquant la dominance de quelques espèces au sein du groupement.

Tableau 2. Richesse spécifique (S), indices de diversité de Shannon (H'), indice d'équitabilité de Pielou (E) et nombre de familles (F) des groupements végétaux

Groupements végétaux	Texture du sol	Formations végétales	S	F	H'	E
Aire centrale						
Groupement N1 à <i>Alstonia congensis</i> et <i>Cyclosorus striatus</i>	Argileux	Forêt et savane marécageuse	80	39	2,54±0,29	0,57±0,03
Groupement N2 à <i>Elaeis guineensis</i> et <i>Hyparrhenia rufa</i>	Argileux sableux	Savane arbus-tive/arborée à emprise agricole et des formations post culturelles	134	48	3,07±0,38	0,66±0,07
Groupement N3 à <i>Rhizophora racemosa</i> et <i>Typha domingensis</i>	Argileux / hydro-morphe	Mangrove	14	10	2,35±0,27	0,87±0,58
Groupement N4 à <i>Calopogonium mucunoides</i> et <i>Acalypha ciliata</i>	Argileux sableux	Savane à emprise agricole et des formations post culturelles	32	19	2,19±0,56	0,64±0,06

Zone tampon							
Groupe ZTP1 à <i>Elaeis guineensis</i> et <i>Pennisetum polystachion</i>	Argileux sableux	Savanes à emprise agricole et des formations post culturales	114	44	2,17±0,55	0,54±0,05	
Groupe ZTP2 à <i>Aeschynomene indica</i> et <i>Milletia thonningii</i>	Argileux sableux	Savane arborée arbus-tive	44	21	1,90±0,48	0,72±0,07	
Groupe ZTP3 à <i>Psychotria calva</i> et <i>Rhynchelytrum repens</i>	Argileux sableux	Savane arborée arbus-tive	125	49	1,88±0,92	0,46±0,04	
Groupe ZTP4 à <i>Ludwigia octovalvis</i> et <i>Pentodon pentandrus</i>	Argileux	Prairie marécageuse	50	22	3,23±0,40	0,79±0,9	
Aire de Transition							
Groupe AT1 à <i>Mitragyna inermis</i> et <i>Celosia laxa</i>	Argileux / sableux	Formation rudérale	117	46	3,49±0,43	0,77±0,16	
Groupe AT2 à <i>Corchorus fascicularis</i> et <i>Eragrostis tremula</i>	Argileux / sableux	Champs et jachère	145	48	2,60±0,4	0,47±0,02	
Groupe AT3 à <i>Ludwigia decurrens</i> et <i>Mimosa kummel</i>	Argileux / hydro-morphe	Forêts et savanes marécageuses	70	34	2,81±0,25	0,74±0,05	

3.4. Composition en type biologique et phytogéographique des groupements végétaux de la RB-BVO

3.4.1. Composition en type biologique des groupements végétaux

Dans la RB-BVO, la plupart des types biologiques sont bien représentés, mais dans des proportions variables (Figure 8, Figure 9). Les phanérophytes (AC : 61,08 ± 7,00 %, ZTP : 61,45 ± 4,63 %, AT : 60,00 ± 4,52 %) et les thérophytes (AC : 17,96 ± 4,65 %, ZTP : 19,88 ± 5,15 %, AT : 20,56 ± 1,48 %) abondent le spectre brut des types biologiques des trois types d'utilisation des terres de la réserve. Les hydrophytes par contre sont abondants au niveau des aires centrales de la réserve. S'agissant du spectre pondéré, les phanérophytes dominent l'aire centrale (85,03 ± 9,75 %) alors que les hémicryptophytes sont dominants dans la zone tampon (42,67 ± 14,11 %). L'analyse de variance réalisée sur les dominances des différents types biologiques selon les types d'utilisation des terres n'a révélé aucune différence significative ($p > 0,05$). Seuls les chamaephytes (Ch) présentent une tendance à la variation ($F = 14,87$; $p = 0,0636$), suggérant un possible effet du zonage. Pour les autres types biologiques, les faibles valeurs des p-values indiquent une homogénéité de leur répartition entre les types d'utilisations des terres. Ces résultats traduisent globalement l'absence d'influence marquée des types d'utilisation du sol sur la composition en types biologiques.

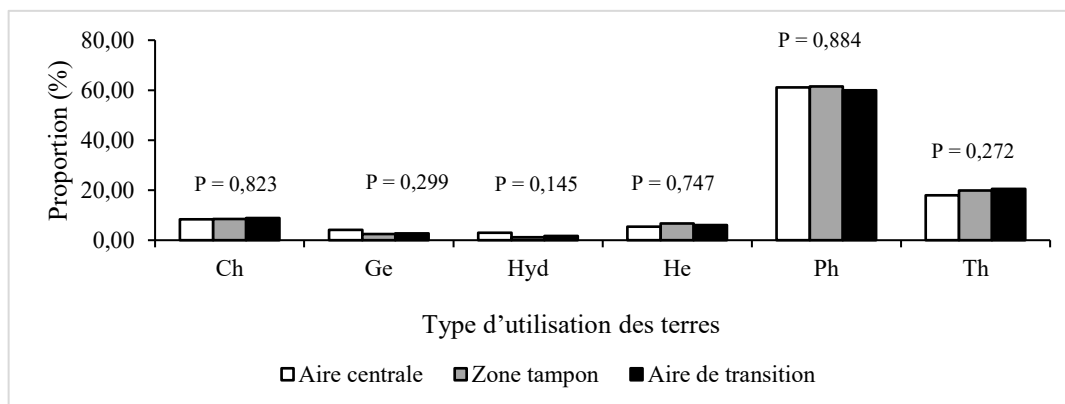


Figure 8 : Spectre brut des types biologiques des groupements végétaux

Légende : Ch=Chaméphytes, Ge = Géophytes, Hyd=Hydrophytes, He=Hémicryptophytes, Ph=Phanérophytes, Cr=Cryptophytes, Th=Thérophytes. P = Probabilité, AC = Aire Centrale, ZTP = Zone Tampon, AT = Aire de Transition.

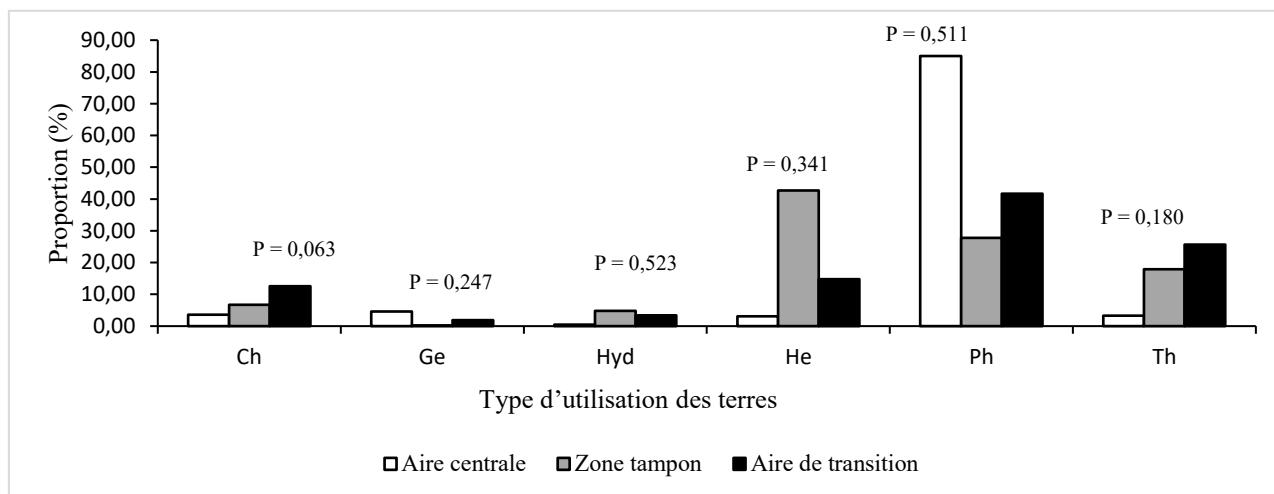


Figure 9 : Spectre pondéré des types biologiques des groupements végétaux

Ch=Chaméphytes, **Ge** = Géophytes, **Hyd**= Hydrophytes, **He**=Hémicryptophytes, **Ph**=Phanérophytes, **Cr**=Cryptophytes, **Th**=Thérophytes, **P** = Probabilité.

3.4.2. Composition en type phytogéographique des groupements végétaux

Sur le plan chorologique, l'analyse du spectre brut phytogéographique des groupements végétaux observés montre que les espèces à large distribution sont les plus abondantes dans les trois types d'utilisation des terres de la réserve (AC : $41,25 \pm 7,68$ %, ZTP : $43,24 \pm 14,30$ %, AT : $43,48 \pm 3,27$ %). Tandis que, les espèces à distribution continentale abondent les aires de transition de la réserve ($32,92 \pm 6,13$ %) et les aires centrales ($33,75 \pm 2,43$ %) regroupent en majorité les éléments bases (Figure 10). Le spectre pondéré des types phytogéographiques par contre présente une dominance des espèces à large distribution dans les aires de transition de la réserve ($54,07 \pm 4,07$ %) et des éléments bases dans les aires centrales de la réserve ($66,43 \pm 7,62$ %) (Figure 11). L'analyse de la variance sur la répartition en recouvrement des espèces à large distribution ($F = 25,37$; $p = 0,037$) et des éléments base ($F = 25,68$; $p = 0,037$) diffère significativement entre les types d'utilisation des terres. Ces groupes sont donc fortement influencés par les types d'utilisation des terres. En revanche, les espèces à distribution continentale ne montrent aucune variation significative entre les types d'utilisation des terres tant en abondance ($F=2,68$; $P = 0,163$) qu'en dominance ($F = 0,16$; $p = 0,865$), traduisant une répartition homogène, quelle que soit la zone.

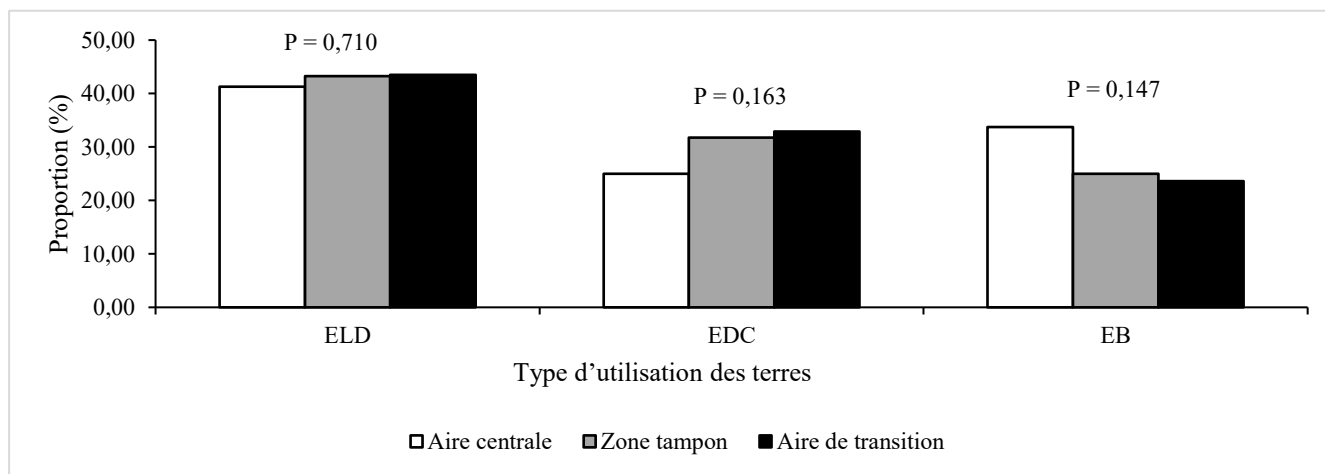


Figure 10 : Spectre brut des types phytogéographiques des groupements végétaux

ELD=espèces à large distribution ; EDC=espèces à distribution continentale ; EB=élément base ; P = Probabilité ;

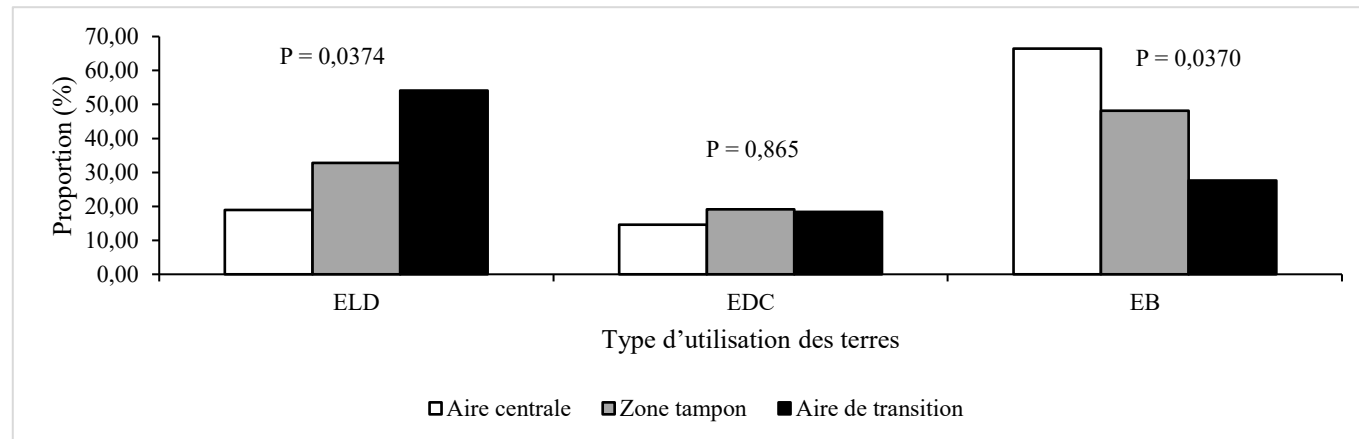


Figure 11 : Spectre pondéré des types phytogéographiques des groupements végétaux

ELD=espèces à large distribution ; EDC=espèces à distribution continentale ; EB=élément base ; P = Probabilité

4. Discussion

4.1. Répartition des groupements végétaux en fonction des modes d'utilisation des terres

La présente étude se concentre sur le changement floristique potentiel des communautés végétales selon les modes d'utilisation des terres (aire centrale, zone tampon et aire de transition) dans la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO). L'analyse par positionnement multidimensionnel non métrique (NMDS) révèle que l'état actuel de conservation de la réserve n'a pas permis de distinguer de manière nette la composition floristique entre l'aire centrale et les autres zones. Toutefois, certaines espèces spécifiques telles *Alstonia congensis*, *Avicennia germinans*, *Dialium guineense* et *Rhizophora racemosa* apparaissent comme caractéristiques de l'aire centrale. L'indice de Sorensen révèle une forte similarité floristique entre la zone tampon et l'aire de transition (0,73), contrairement à la faible similarité observée entre l'aire centrale et les deux autres zones (0,25 et 0,20 respectivement), traduisant des différences marquées de composition floristique. Cette absence de forte discontinuité floristique pourrait s'expliquer par les perturbations humaines qui proviennent même des zones supposées les plus protégées, un phénomène largement documenté dans la littérature (Sala et al., 2000; Laurance et al., 2002; Kerbirou et al., 2008; Ahmed et al., 2015; Cunningham, 2022). En effet, bien que certaines communautés végétales soient exclusives à chaque type d'utilisation des terres dans la RB-BVO, l'analyse des espèces indicatrices révèle que des espèces sont partagées entre les zones, traduisant une perméabilité écologique favorisée par les pratiques humaines. À ce titre, les groupements végétaux de savanes arbustives et arborées sont présents tant dans l'aire centrale que dans la zone tampon. Ce qui se traduit par une influence anthropique marquée au sein de la RB-BVO, notamment liée à la transhumance et aux activités agricoles, déjà documentée dans les écosystèmes de savanes africaines (Houessou et al., 2019; Ahononga et al., 2021). Par ailleurs, certaines communautés végétales se développent sur des sols argilo-sableux, substrat particulièrement propice à l'agriculture itinérante, renforçant ainsi la pression sur ces habitats (Van Vliet et al., 2012; Mugwe et al., 2019; Adjakpa, 2020; Honvou et al., 2021). Ces sols fertiles encouragent la reconversion de la végétation en terres agricoles, accentuant la fragmentation des habitats et la banalisation floristique. Il serait donc prudent de surveiller la progression des populations locales qui sont à la recherche des terres agricoles de manière frauduleuse dans la réserve. Les résultats sont contraires à ceux obtenus par Houessou et al. (2019) qui ont trouvés une nette séparation entre les relevés des aires centrales et ceux des aires de transition dans la réserve de biosphère du W au Bénin. Néanmoins, la méthode des espèces indicatrices (Dufrêne et Legendre, 1997) appliquée ici confirme que

malgré les dynamiques d'usage des terres, des espèces typiques subsistant encore dans les différents compartiments du paysage, reflètent les gradients de perturbations qui façonnent la végétation locale. Les communautés végétales dans les aires de transition dérivent d'un modèle de succession secondaire, comme en témoignent les espèces indicatrices des communautés végétales dans ce type d'utilisation des terres. À titre d'exemple, *Corchorus fascicularis*, *Eragrostis tremula*, *Gomphrena celosioides*, *Corchorus aestuans*, *Amaranthus spinosus*, *Boerhavia diffusa*, *Morinda lucida*, *Digitaria horizontalis* sont généralement associés à de jeunes jachères (1 à 3 ans) sur des sols pauvres (Adomou et al., 2009; Dossou et al., 2012; Ahouandjinou et al., 2017; Houessou et al., 2019). Par contre, dans les aires de transition, la présence des espèces de forêt dense humide semi-décidue telles que *Mitragyna inermis*, *Dialium guineense*, *Pterocarpus santalinoides*, *Lonchocarpus sericeus* est due à la présence de grandes dépressions sur sol argileux-sableux qui jouent un rôle de microstations contribuant ainsi à l'augmentation de la diversité spécifique.

Dans les aires centrales, une partie de la végétation des communautés végétales correspond au groupement à *Alstonia congen-sis* qui est un faciès de dégradation du groupement à *Hallea ledermannii* et *Lasiomorpha senegalensis* de Adomou et al. (2009) et de Dan et al. (2010). La seconde partie des communautés végétales correspond au groupement de mangrove à *Rhizophora racemosa* et *Typha domingensis* qui est une forêt littorale, des régions côtières, tropicales et subtropicales, caractérisée par la présence de palétuviers, arbres dont les racines en forme d'échasses s'enfoncent dans la vase limoneuse des estuaires et des lagunes saumâtres (Orekan et al., 2019). Ces résultats suggèrent que les perturbations humaines influencent la composition et la répartition des espèces et des communautés végétales, comme l'ont démontré des études antérieures (Kimpouni et al., 2014; Ahmed et al., 2015; Moreira et al., 2019; Tadese et al., 2023). En effet, dans les terres adjacentes aux aires centrales, l'agriculture et la transhumance sont devenues les principales activités pratiquées dans la RB-BVO (Adjakpa, 2020; Honvou et al., 2021). Il est bien connu que le défrichement extensif de la végétation pour l'agriculture tel qu'il est pratiqué autour des aires centrales de la réserve conduit à la végétation en jachère et semi-naturelle modifiant la composition originale des communautés végétales (Dan et al., 2012; Ali et al., 2014). Par ailleurs, la forte pression liée à la transhumance, telle qu'elle s'observe dans la RB-BVO, modifie à la fois la structure et la composition des communautés végétales en raison du pâturage sélectif et du piétinement des espèces végétales (Honvou et al., 2021; Koutchoro et al., 2022).

4.2. Effet des modes d'utilisation des terres sur la diversité spécifique des groupements végétaux

Les résultats de cette étude révèlent une diversité floristique globalement faible à moyenne dans l'ensemble des types d'utilisation de la réserve. En effet, les valeurs de l'indice de Shannon, comprises entre 1,88 et 3,49, traduisent une composition floristique peu diversifiée, mais relativement homogène d'une forme d'utilisation à l'autre. Cette tendance pourrait s'expliquer par la combinaison des pressions anthropiques et des conditions écologiques relativement similaires, notamment la nature des sols et la topographie (sols argilo-sableux), qui distinguent certaines espèces au détriment d'autres (Adomou et al., 2006; Ahmed et al., 2015). Les valeurs de l'équitabilité de Pielou sont globalement moyennes suggérant une répartition des individus relativement équilibrée entre les espèces, sans qu'aucune ne domine fortement les communautés végétales. Ce type de répartition pourrait être le résultat de l'exploitation modérée des ressources naturelles dans certaines zones, qui limite l'émergence d'espèces dominantes, tout en maintenant une certaine diversité spécifique (Kimpouni et al., 2014; Rawat et al., 2015; Koutchoro et al., 2022). Toutefois, au niveau des groupements végétaux de mangrove, l'équitabilité est élevée et traduisant la dominance de quelques espèces. En effet, ce groupement est établi dans des milieux à salinité variable où ne subsistent que des espèces adaptées à ce type de milieu.

Par ailleurs, le test d'analyse de variance confirme l'absence de différence significative de la richesse spécifique entre les différents types d'utilisation des terres. Cette homogénéité pourrait s'expliquer par la résilience de certaines espèces végétales capables de tolérer les perturbations récurrentes liées aux pratiques agricoles, à la transhumance et aux autres formes d'exploita-

tion des ressources. Selon Nacoulma et al. (2011), les systèmes agrosylvopastoraux africains mettent souvent en évidence la persistance d'espèces tolérantes, conduisant à une banalisation floristique dans les paysages exploités. De plus, la pratique de l'agriculture itinérante et la transhumance dans les zones tampons et de transition contribuent à homogénéiser la végétation en facilitant la dissémination de certaines espèces pionnières ou rudérales (Dan et al., 2012; Ali et al., 2014). Cela se traduit par un partage important d'espèces entre les différentes zones de la réserve, limitant ainsi la différenciation floristique. Cette dynamique d'usage des terres entraîne une fragmentation des habitats et accentue la banalisation de la flore, un phénomène largement observé dans les écosystèmes de savane en Afrique de l'Ouest (Nacoulma et al., 2011; Houessou et al., 2019; Ahononga et al., 2021; Seou et al., 2022; Akame, 2024). Ces résultats soulignent l'importance de prendre en compte les activités humaines dans la gestion et la conservation des aires protégées. La pression exercée sur les zones périphériques de la réserve favorise une homogénéisation des communautés végétales et risque, à terme, de nuire à la conservation des espèces les plus sensibles ou endémiques. Il devient donc essentiel de renforcer les stratégies de gestion durable des terres et de sensibiliser les populations locales afin de limiter les impacts sur la diversité végétale.

4.3. Effet des modes d'utilisation des terres sur les formes de vie des groupements végétaux

Les résultats obtenus montrent que, bien que les types biologiques soient bien représentés dans la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO), leur répartition varie selon les types d'utilisation des terres. Les phanérophytes et les thérophytes abondent largement le spectre brut dans tous les types d'utilisation des terres, confirmant la prépondérance des espèces ligneuses et annuelles dans l'ensemble de la réserve. Cette abondance est généralement observée dans les écosystèmes tropicaux où les formations végétales sont influencées par les conditions climatiques et les dynamiques de succession écologique (Adomou et al., 2006; Seou et al., 2022). L'abondance localisée des hydrophytes dans l'aire centrale traduit l'influence des zones humides, confirmant leur forte dépendance aux conditions hydriques et édaphiques, généralement altérées par les pratiques agricoles, le drainage ou les modifications des zones humides périphériques (Adomou et al., 2009; Dan et al., 2010). L'analyse du spectre pondéré révèle des différences selon les types d'utilisation des terres, avec une dominance marquée des phanérophytes dans l'aire centrale et la zone de transition, tandis que les hémicryptophytes prédominent la zone tampon. Cette répartition peut être liée aux pressions anthropiques différentielles entre les types d'utilisation des terres, comme observées dans d'autres études sur l'impact des usages des terres sur la végétation (Nacoulma et al., 2011; Ahmed et al., 2015; Ahononga et al., 2020). La présence accrue d'hémicryptophytes dans la zone tampon peut indiquer des niveaux plus élevés de perturbation et de pâturage, ces espèces étant connues pour leur tolérance aux stress écologiques (Houessou et al., 2019; Honvou et al., 2021; Koutchoro et al., 2022). Leur diminution dans les zones anthropisées traduit une perte de la végétation herbacée au profit d'espèces plus rudérales. En tant que formes de vie pérennes, les phanérophytes dominent les strates arbustives et arborées, résistant mieux aux pressions temporaires, mais ils restent vulnérables aux perturbations prolongées ou à la déforestation intensive. L'ANOVA sur les pourcentages d'abondance et sur les recouvrements ne révèle pas de différences significatives dans la répartition des types biologiques entre les zones ($p > 0,05$), suggérant une homogénéité globale des communautés végétales malgré le zonage. Toutefois, le recouvrement des chamaephytes montre une tendance à la variation ($F = 14,87$; $p = 0,0636$), ce qui pourrait indiquer une influence locale du zonage ou des micro-conditions (Tadese et al., 2023). Les effets du zonage peuvent être atténués par la résilience des écosystèmes et les interactions écologiques complexes. Ainsi, la structuration des types biologiques dans la RB-BVO semble relativement stable et peu influencée par le zonage, probablement en raison de la connectivité écologique entre les zones et de la résilience des formations végétales. Toutefois, des investigations complémentaires, intégrant des paramètres abiotiques comme la structure du sol et la disponibilité en eau, seraient nécessaires pour mieux comprendre ces dynamiques (Goslee et al., 2005; Tadese et al., 2023). Ces résultats soulignent l'importance de l'aire centrale, qui conserve une structure fonctionnelle plus stable avec la dominance des formes pérennes. À l'inverse, la zone tampon et

l'aire de transition qui montrent des signes de perturbation croissante affectant les groupes biologiques les plus sensibles. La gestion durable de ces zones périphériques apparaît donc essentielle pour préserver la diversité fonctionnelle et assurer la résilience écologique des écosystèmes de la réserve face aux pressions croissantes (Rawat et al., 2015; Houessou et al., 2019).

4.4. Effet des modes d'utilisation des terres sur les chorotypes des groupements végétaux

L'analyse du spectre brut des groupements végétaux met en évidence l'impact des formes d'utilisation des terres sur la composition en chorotypes de la réserve. La forte proportion d'espèces à large distribution dans tous les types d'utilisation des terres, particulièrement en zone tampon ($43,24 \pm 14,30$ %) et en aire de transition ($43,48 \pm 3,27$ %), reflète une tendance à la banalisation floristique des milieux fortement exploités, où les espèces généralistes s'imposent face aux plus spécialisées. Ce phénomène est bien documenté dans les paysages soumis aux pressions agricoles et pastorales, où la déforestation et les pratiques agrosylvopastorales favorisent des espèces pionnières ou tolérantes aux perturbations (Haarmeyer et al., 2010; Nacoulma et al., 2011; Houessou et al., 2012; Lezama et al., 2014). À l'inverse, la dominance significative des espèces de l'élément de base dans les aires centrales ($66,43 \pm 7,62$ %) confirme le rôle de ces zones comme réservoirs de la flore typique et des espèces potentiellement plus sensibles aux perturbations anthropiques. Par ailleurs, la présence majoritaire des éléments bases dans les aires centrales suggère un enracinement écologique ancien (Dahomey gap), ces espèces étant souvent associées aux formations végétales stables et moins perturbées (White, 1983). L'ANOVA sur la répartition en recouvrement met en évidence des différences significatives dans la répartition des espèces à large distribution et des éléments bases selon les types d'utilisation des terres dans la RB-BVO. Ceci suggère un effet direct des types d'utilisation des terres sur ces groupes phytogéographiques, reflétant potentiellement des différences dans les conditions écologiques et les pressions anthropiques entre les types d'utilisation des terres (Houessou et al., 2019). En revanche, la distribution homogène des espèces à distribution continentale, sans variation significative entre les zones ($F = 0,16$; $p = 0,865$), suggère une plus grande plasticité écologique de ces espèces, capables de persister indépendamment du niveau de perturbation. Ces résultats rejoignent les observations de Adomou et al. (2006) sur la flexibilité écologique des espèces à large distribution au Bénin. Cette recherche confirme que la structuration phytogéographique de la RB-BVO est influencée par le zonage, avec des différences marquées entre les aires centrales et de transition. Elle souligne également la nécessité d'intégrer ces paramètres dans la gestion et la conservation de la réserve, notamment en adaptant les stratégies de protection des habitats des espèces sensibles aux changements d'utilisation des terres. Ainsi, la gestion des zones périphériques de la réserve devrait être renforcée pour limiter cette perte de diversité spécifique et maintenir les fonctions écologiques des habitats, en cohérence avec les recommandations des travaux sur la gestion des aires protégées en Afrique (Wala et al., 2012; Houessou et al., 2019; Tadese et al., 2023).

5. Conclusion

La Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO) abrite des écosystèmes humides rares et bien conservés au Bénin. Cette étude a analysé l'évolution de la diversité et de la composition des communautés végétales selon les formes d'utilisation des terres. Les résultats suggèrent que le suivi des espèces indicatrices constitue un outil pertinent pour la détection précoce des changements écologiques, contrairement à la richesse spécifique et à l'indice de Shannon, qui se révèlent moins sensibles à ces variations. L'étude met aussi en évidence l'importance des formes de vie et des chorotypes comme traits floristiques importants au niveau des groupements végétaux pouvant également alerter à suivre les perturbations anthropiques au sein de la réserve. Pour préserver la phytodiversité, il est essentiel de renforcer la protection des aires centrales, de contrôler les activités dans les aires de transition via l'agroforesterie et l'agriculture durable et d'instaurer un suivi écologique régulier. Enfin, la restauration écologique par la réintroduction d'espèces endogènes de la réserve et la limitation des espèces opportunistes favoriseront la résilience des écosystèmes, assurant ainsi la conservation à long terme de la RB-BVO.

Remerciement

Les auteurs remercient les gestionnaires des APC de la RB-BVO de nous avoir fourni des installations sur le terrain lors de la collecte de données. Ils remercient également très profondément l'UG-GMES et le Projet Afrique (**UG-GMES Postgraduate Grant**) à travers le soutien financier du projet GMES et Afrique, de la Commission de l'Union africaine et de la Commission de l'Union européenne.

Contribution des auteurs

Rôle du contributeur	Noms des auteurs
Conceptualisation	Gbodja Tohouégnon Gaétan, Houessou Gbenato Laurent, Oumorou Madjidou, Yetein Houénagnon Marius, Ouinsavi Nougbodé Christine
Gestion des données	Gbodja Tohouégnon Gaétan, Yetein Houénagnon Marius, Houessou Gbenato Laurent
Analyse formelle	Gbodja Tohouégnon Gaétan, Yetein Houénagnon Marius, Houessou Gbenato Laurent
Enquête et investigation	Gbodja Tohouégnon Gaétan, Yetein Houénagnon Marius
Méthodologie	Gbodja Tohouégnon Gaétan, Houessou Gbenato Laurent, Oumorou Madjidou, Yetein Houénagnon Marius, Ouinsavi Nougbodé Christine
Supervision Validation	Houessou Gbenato Laurent, Oumorou Madjidou, Ouinsavi Nougbodé Christine
Écriture – Préparation	Gbodja Tohouégnon Gaétan, Yetein Houénagnon Marius, Houessou Gbenato Laurent
Écriture – Révision	Gbodja Tohouégnon Gaétan, Houessou Gbenato Laurent, Oumorou Madjidou, Yetein Houénagnon Marius, Ouinsavi Nougbodé Christine

Références

- Aboh BA, Houinato M, Oumorou M, Sinsin B (2008) Capacités envahissantes de deux espèces exotiques, *Chromolaena odorata* (Asteraceae) et *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae), en relation avec l'exploitation des terres de la région de Bétécoucou (Bénin). *Belgian Journal of Botany*, 141(2): 125-140. <https://doi.org/10.2307/20794660>
- Adjakpa TT (2020) Activités anthropiques et dégradation des zones humides dans la Commune de Bonou au Bénin. *Afrique Science*, 17(4): 125-138. <http://www.afriquescience.net/admin/postpdfs/0c0e6a3e3498670be594e4717ec36d7b1728409852.pdf>
- Adomou AC, Mama A, Missikpode R, Sinsin B (2009) Cartographie et caractérisation floristique de la forêt marécageuse de Lokoli (Bénin). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 3(3): 492-503. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v3i3.45327>
- Adomou AC, Sinsin B, Der Maesen V, Gerardus LJ (2006) Phytosociological and chorological approaches to phytogeography: A meso-scale study in Benin. *Systematics and Geography of Plants*, 76(2): 155-178. <http://www.jstor.org/stable/20649708>

- Ahmed DA, Fawzy M, Saeed NM, Awad MA (2015) Effect of the recent land use on the plant diversity and community structure of Omayed Biosphere Reserve, Egypt. *Global Ecology and Conservation*, 4: 26-37. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2015.05.005>
- Ahononga FC, Gouwakinnou GN, Biaou SSH, Biaou S (2020) Facteurs socio-économiques expliquant la déforestation et la dégradation des écosystèmes dans les domaines soudaniens et soudano-guinéen du Bénin. *Annales de l'Université de Parakou - Série Sciences Naturelles et Agronomie*, 10(2): 43-60. <https://doi.org/10.56109/aup-sna.v10i2.36>
- Ahononga FC, Gouwakinnou GN, Biaou SSH, Biaou S (2021) Vulnérabilité des terres des écosystèmes du domaine soudanien au Bénin de 1995 à 2015. *Bois et Forêts des Tropiques*, 346(4): 35-50. <https://doi.org/10.19182/bft2020.346.a36295>
- Ahouandjinou STB, Yédomonhan H, Tossou MG, Adomou AC, Akoègninou A (2017) Diversité floristique et caractérisation structurale de la réserve forestière de Ouoghi en zone soudanoguinéenne (Centre-Bénin). *European Scientific Journal*, 13(12): 400. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n12p400>
- Akame L (2024) Diversité floristique et caractérisation structurale des formations ligneuses des collines dans le canton d'Ataloté au Nord-Togo. *Physio-Géo*, Volume 20: 1-20. <https://doi.org/10.4000/physio-geo.16141>
- Akognongbe A, Abdoulaye D, Vissin WE, Boko M (2014) Dynamique de l'occupation du sol dans le bassin versant de l'Ouémé à l'exutoire de Bétérou (Bénin). *Afrique Science*, 10(2): 228-242. [https://www.afriquescience.net/article.php?nid=1637&&code=Vol.10,%20N%C2%B02%20\(2014\)&id=18](https://www.afriquescience.net/article.php?nid=1637&&code=Vol.10,%20N%C2%B02%20(2014)&id=18)
- Ali RKFM, Odjoubere J, Tente BHA, Sinsin BA (2014) Caractérisation floristique et analyse des formes de pression sur les forêts sacrées ou communautaires de la Basse Vallée de l'Ouémé au Sud-Est du Bénin. *Afrique Science*, 10(2): 243-257. [https://www.afriquescience.net/article.php?nid=1638&&code=Vol.10,%20N%C2%B02%20\(2014\)&id=19](https://www.afriquescience.net/article.php?nid=1638&&code=Vol.10,%20N%C2%B02%20(2014)&id=19)
- Badibalaki T, Marra D, Kombate B, Fousseni F, Kperkouma W, Komlan B, Koffi A (2024) Habitats forestiers mieux conservés dans la préfecture de l'Avé (Togo): Caractérisation, biodiversité et fragilité. *Revue Ecosystèmes et Paysages*, 4(2): 1-15. <https://doi.org/10.59384/recopays.tg4223>
- Baldeck C, Asner G (2013) Estimating Vegetation Beta Diversity from Airborne Imaging Spectroscopy and Unsupervised Clustering. *Remote Sensing*, 5(5) 2057-2071. <https://doi.org/10.3390/rs5052057>
- Braun-Blanquet J (1932) Plant Sociology. *McGraw-Hill Book Company, New York*, 439 p.
- Cunningham MA (2022) Climate Change, Agriculture, and Biodiversity: How Does Shifting Agriculture Affect Habitat Availability? *Land*, 11(8): 1257. <https://doi.org/10.3390/land11081257>
- Dan CBS, Sinsin BA, Mensah GA, Lejoly J (2010) Végétation climacique de la forêt marécageuse de Lokoli au Sud-Bénin : Forêt primaire inondée à *Alstonia congensis* Engl. et *Xylopia rubescens* Oliv. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin - Print ISSN: 1025-2355 & Online ISSN: 1840-7099*, 68: 29-39.
- Dan CB, Sinsin BA, Mensah GA, Lejoly J (2012) Influence des activités anthropiques sur la diversité floristique des communautés végétales de la forêt marécageuse de Lokoli au Sud-Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(6): 3064-3081. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v6i6.8>
- Dossou EM, Loughbegnon TO, Houessou LG, Teka O, Tente BHA (2012) Caractérisation phytoécologique et structurale des groupements végétaux de la forêt marécageuse de d'Agonvè et de ses milieux conexes au sud-Bénin. *Journal of Applied*

- Biosciences*, 53(1): 3821-3830.
<https://www.ajol.info/index.php/jab/search/search?query=%0A%20%20%20%20Caract%C3%A9risation%20phytosocioogique%20et%20structural%20des%20groupe%20v%C3%A9g%C3%A9tale%20de%20la%20for%C3%AAt%20mar%C3%A9cageuse%20de%20d%E2%80%99d%E2%80%99agonv%C3%A8%20et%20de%20sets%20milieu%20annexes%20au%20sud-B%C3%A9nin%0A%20%20>
- Dufrêne M, Legendre P (1997) Species Assemblages and Indicator Species: The Need for a Flexible Asymmetrical Approach. *Ecological Monographs*, 67(3): 345-366. <https://doi.org/10.2307/2963459>
- Folahan SON, Dissou EF, Akouehou GS, Tente BA H, Boko M (2018) Ecologie et structure des groupements végétaux des écosystèmes de la Lama au Sud-Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12(1): 322. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.26>
- Folega F, Dagoua DP, Badjaré B, Atakpama W, Kanda M, Wala K, Batawila K, Akpagana K (2023) Biodiversité et structure des peuplements du complexe d'aires protégées de Togodo au Togo. *Revue Ecosystèmes et Paysages*, 3(1): 78-93. <https://doi.org/10.59384/recopays.tg3106>
- Goslee SC, Niering WA, Urban DL, Christensen NL (2005) Influence of environment, history and vegetative interactions on stand dynamics in a Connecticut forest. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 132(3): 471-482. [https://doi.org/10.3159/1095-5674\(2005\)132\[471:IOEHAV\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3159/1095-5674(2005)132[471:IOEHAV]2.0.CO;2)
- Haarmeyer DH, Schmiedel U, Dengler J, Bösing BM (2010) How does grazing intensity affect different vegetation types in arid Succulent Karoo, South Africa? Implications for conservation management. *Biological Conservation*, 143(3): 588-596. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.11.008>
- Hailemariam MB, Temam TD (2020) Pattern of Plant Community Distribution along the Elevational Gradient and Anthropogenic Disturbance in Gole Forest, Ethiopia. *International Journal of Ecology*, 2020(6536374): 1-9. <https://doi.org/10.1155/2020/6536374>
- Honvou SHS, Aboh BA, Sewade C, Teka O, Gandonou BC, Oumorou M, Sinsin B (2021) Diversité floristique, structure et distribution des groupements végétaux des parcours d'accueil des transhumants dans la Basse et Moyenne Vallée de l'Ouémé au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15(1): 81-96. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v15i1.8>
- Houessou LG, Lykke AM, Teka OS, Cossi A, Oumorou M, Sinsin B (2019) Assessment of plant communities' pattern and diversity along a land use gradient in W Biosphere Reserve, Benin Republic. *West African Journal of Applied Ecology*, 27(2): 61-78. <https://www.ajol.info/index.php/wajae/article/view/192378>
- Houessou L, Teka A, Oumorou M, Sinsin B (2012) Hemicryptophytes plant species as indicator of grassland state in semi-arid region: Case study of W Biosphere Reserve and its surroundings area in Benin (West Africa). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(3): 1271-1280. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v6i3.30>
- Ibrahim-Naim RA, Atakpama W, Amegnaglo KB, Noundja L, Batawila K, Akpagana, K. (2021) Diversité floristique et biomasse fourragère des parcours potentiels de pastoralisme du socle éburnéen au Togo. *Revue Ecosystèmes et Paysages*, 1(2): 12-29. <https://doi.org/10.59384/recopays.tg1102>

- INSAE (2013) *Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH4)*. Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique, Cotonou, Bénin, 85 p.
- IUCN (2021) *Patrimoine mondial – Evaluations de l'UICN 2020 et 2021* (p. 152) [Rapport de l'UICN pour le comité du patrimoine mondial, 44e session élargie, 17-31 juillet 2021, Fuzhou (chine) / en ligne]. UICN. <https://whc.unesco.org/fr/sessions/44COM/documents/>
- Kerbiriou C, Leviol I, Jiguet F, Julliard R (2008) The impact of human frequentation on coastal vegetation in a biosphere reserve. *Journal of Environmental Management*, 88(4): 715-728. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.03.034>
- Kimpouni V, Mbou P, Apani E, Motom M (2014) Floristic study of the natural statements of the Patte D'Oie forest of Brazzaville, Congo. *Acta Botanica Gallica*, 161(1): 63-79. <https://doi.org/10.1080/12538078.2013.870048>
- Koutchoro AM, Houessou GL, Yaoitcha SA (2022) Typologie, productivité et indicateurs de pression sur les parcours naturels de la forêt classée des Monts Kouffé, Bénin. *Écosystèmes et Paysages*, 02(02): 85-99. <https://doi.org/10.59384/recopays.tg4223>
- Laurance WF, Lovejoy TE, Vasconcelos HL, Bruna EM, Didham RK, Stouffer PC, Gascon C, Bierregaard RO, Laurance SG, Sampaio E (2002) Ecosystem Decay of Amazonian Forest Fragments: A 22-Year Investigation. *Conservation Biology*, 16(3): 605-618. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.01025.x>
- Lebrun J (1947). Végétation de la plaine alluviale au sud du lac Edouard. *Exploration du Parc National Albert - Exploratie van het Nationaal Albert Park / Mission/Zending J. Lebrun (1937-1938), 1*, 13-467.
- Lezama F, Baeza S, Altesor A, Cesa A, Chaneton EJ, Paruelo JM (2014) Variation of grazing-induced vegetation changes across a large-scale productivity gradient. *Journal of Vegetation Science*, 25(1): 8-21. <https://doi.org/10.1111/jvs.12053>
- Moreira SN, Pott VJ, Pott A, Da Silva RH, Damasceno Junior GA (2019) Flora and vegetation structure of Vereda in south-western Cerrado. *Oecologia Australis*, 23(4): 776-798. <https://doi.org/10.4257/oeco.2019.2304.06>
- Mugwe J, Ngetich F, Otieno E (2019) *Integrated Soil Fertility Management in Sub-Saharan Africa: Evolving Paradigms Toward Integration* (p. 1-12). https://doi.org/10.1007/978-3-319-69626-3_71-1
- Nacoulma BMI, Schumann K, Traoré S, Bernhardt-Römermann M, Hahn K, Wittig R, Thiombiano A (2011) Impacts of land-use on West African savanna vegetation: A comparison between protected and communal area in Burkina Faso. *Biodiversity and Conservation*, 20(14): 3341-3362. <https://doi.org/10.1007/s10531-011-0114-0>
- Nduwimana A, Habonayo R, Ndayizeye B, Hitimana M (2021) Analyse phytosociologique de la végétation de la réserve naturelle forestière de Vyanda au Sud-Ouest du Burundi. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15(4): 1325-1337. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v15i4.3>
- Orekan V, Plagbeto H, Edea E, Sossou M (2019) *Évolution actuelle des écosystèmes de mangrove dans le littoral béninois*. Conférence OSFACO : Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique, Cotonou, Bénin. hal-02189536. hal-02189536
- Osseni AA, Gbesso GHF, Idakou GN, Fandohan AB, Toko I, Tente ABH, Sinsin BA (2023) Reconstitution spatiale et simulation des changements futurs de l'occupation du sol dans la Réserve de Biosphère de la basse vallée de l'Ouémé (RB-BVO) au Bénin. *Physio-Géo*, 19: 1-28. <https://doi.org/10.4000/physio-geo.15014>

- PGS RB-BVO (2023) *Plan de Gestion Simplifié de la Réserve de Biosphère de la Basse Vallée de l'Ouémé (RB-BVO)*, Cotonou, Bénin 72 p.
- R Core Team (2024) *R: Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna [Logiciel]. <https://www.R-project.org/>
- Raunkiaer C (1934) *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford University Press, London.
- Rawat B, Gairola S, Rawal RS (2015) Assessing conservation values of forest communities in Nanda Devi Biosphere Reserve: Plant diversity, species distribution and endemism. *Journal of Mountain Science*, 12(4): 878-890. <https://doi.org/10.1007/s11629-014-3000-x>
- Sala OE, Stuart Chapin F, Iii Armesto JJ, Berlow E, Bloomfield J, Dirzo R, Huber-Sanwald E, Huenneke LF, Jackson RB, Kinzig A, Leemans R, Lodge DM, Mooney HA, Oesterheld M, Poff NL, Sykes MT, Walker BH, Walker M, Wall DH (2000) Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science*, 287(5459): 1770-1774. <https://doi.org/10.1126/science.287.5459.1770>
- Sanou L, Savadogo WA, Diawara S, Savadogo P (2023) Perceptions locales des perturbations écologiques sur la dynamique de la végétation de la réserve de biosphère transfrontalière Parc National du W, Afrique de l'Ouest. *Revue Ecosystèmes et Paysages*, 3(2) 1-14. <https://doi.org/10.59384/recopays.tg3204>
- Seou E, Akame L, Tchaa B (2022) Diversité floristique et caractéristiques structurales des groupements végétaux du bassin du Zio (Sud-Togo). *Physio-Géo*, 17: 83-98. <https://doi.org/10.4000/physio-geo.13984>
- Sow EH, Faye B, Ba T (2020) Ecologie et dynamique des écosystèmes : Mise en application des critères de la Liste Rouge des Écosystèmes de l'UICN pour l'évaluation de la mangrove de la Réserve de Biosphère du Delta du Saloum (RBDS), Sénégal. *The International Journal of Engineering and Science*, 9(10): 39-51. <https://doi.org/DOI:10.9790/1813-0910013951>
- Sun C, Zhen L, Giashuddin Miah M (2017) Comparison of the ecosystem services provided by China's Poyang Lake wetland and Bangladesh's Tanguar Haor wetland. *Ecosystem Services*, 26: 411-421. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.02.010>
- Tadese S, Soromessa T, Gebeyehu G (2023) Effects of Environmental and Disturbance Factors on Plant Community Distribution in Tropical Moist Afromontane Forests, South-West Ethiopia. *International Journal of Forestry Research*, 2023(8521303): 1-17. <https://doi.org/10.1155/2023/8521303>
- Teteli SC, Kokou KB, Elangilangi MJ, Mukotanyi MS, Muhindo MA, Lobho JL, Diop AB, Ngoie LL, Lwanzo DV, Mba-vumoja TS, Ahouandjinou SDITK, Pyame OD, Balandi JB, Atakpama W, Bernard R (2024) Impact of anthropogenic and climatic factors on forest structure in and around the Muanda mangrove Marine Park in DR Congo. *Revue Ecosystèmes et Paysages*, 4(2): 1-16. <https://doi.org/10.59384/recopays.tg4207>
- Thompson PL, Rayfield B, Gonzalez A (2017) Loss of habitat and connectivity erodes species diversity, ecosystem functioning, and stability in metacommunity networks. *Ecography*, 40(1): 98-108. <https://doi.org/10.1111/ecog.02558>
- Van Vliet N, Mertz O, Heinemann A, Langanke T, Pascual U, Schmook B, Adams C, Schmidt-Vogt D, Messerli P, Leisz S, Castella JC, Jørgensen L, Birch-Thomsen T, Hett C, Bech-Bruun T, Ickowitz A, Vu KC, Yasuyuki K, Fox J, Ziegler AD (2012) Trends, drivers and impacts of changes in swidden cultivation in tropical forest-agriculture frontiers: A global assessment. *Global Environmental Change*, 22(2): 418-429. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.10.009>

- Wala K, Woegan AY, Borozi W, Dourma M, Atato A, Batawila K, Akpagana K (2012) Assessment of vegetation structure and human impacts in the protected area of Alédjo (Togo). *African Journal of Ecology*, 50(3): 355-366. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.2012.01334.x>
- White F (1983) *The Vegetation of Africa. A Descriptive Memoir to Accompany the Unesco/AETFAT/UNSO Vegetationmap of Africa*. UNESCO, Paris.