



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Gradient altitudinal de la diversité et de la structure de la flore ligneuse sur les hauts plateaux du Bowé de Kiendi dans la Région du Gontougo (Nord-Est Côte d'Ivoire)

Doudjo Noufou OUATTARA^{1,3*}, Hippolyte Hermann TRO¹, Dramane SORO^{2,3} et Adama BAKAYOKO^{2,3}

¹ UFR Sciences de la Nature, Université NANGUI ABROGOUA, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

² UFR Sciences Biologiques, Université Pelefero Gon Coulibaly, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire.

³ Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS), 01 BP 1303 Abidjan 01, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant ; E-mail : dojoo@yahoo.fr; Tel : +225 0778701197.

Received: 12-11-2022

Accepted: 24-02-2023

Published: 28-02-2023

RESUME

Dans le Département de Bondoukou (Nord-Est, Côte d'Ivoire), il existe une chaîne de hauts plateaux, connue sous le nom de « monts Bowé de Kiendi », dont la flore est très peu connue. L'objectif de l'étude est d'évaluer la diversité et la structure de la flore de cette zone, suivant le gradient altitudinal. Pour ce faire des inventaires ont été réalisés dans des parcelles de 625 m² installées à différentes altitudes. Pour chaque parcelle, les paramètres dendrométriques (diamètre, hauteur) ont été mesurés. La richesse floristique et les indices de diversité biocénotique ont été utilisés pour l'analyse floristique et une évaluation de la structure démographique des peuplements ligneux a été réalisée à chaque niveau d'altitude. Au total, 66 espèces réparties en 56 genres et 25 familles ont été recensés. Les basses altitudes sont plus riches et plus diversifiées floristiquement que les altitudes supérieures. De même, les basses altitudes concentrent les individus des classes de petits diamètres à l'exception des altitudes intermédiaires (400-500 m) où le nombre d'individus de la classe [10-20 cm] est supérieur à celui de la classe [5-10 cm]. Cette étude montre que les hauts plateaux constituent des aires de conservation susceptibles de garantir la préservation d'une forte biodiversité.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Richesse floristique, structure végétale, Altitude, monts Bowé de Kiendi, Côte d'Ivoire.

Altitudinal gradient of the diversity and structure of plants on the highlands of the “Bowé de Kiendi” in the Gontougo Region (North-East Côte d'Ivoire)

ABSTRACT

In the Department of Bondoukou (North-East Côte d'Ivoire), there is a chain of high plateaus, known as "Monts Bowé de Kiendi", whose flora is very little known. The objective of the study is to evaluate the diversity and structure of the flora of this area, following the altitudinal gradient. To do this, inventories were carried out in plots of 625 m² installed at different altitudes. For each plot, dendrometric parameters (diameter, height) were measured. Floristic richness and biocenotic diversity indices were used for floristic analysis and an assessment of the demographic structure of the woody stands was made at each elevation level. A total of 66 species in 56 genera and 25 families have been recorded. The lower altitudes are richer and more diversified floristically than

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

9269-IJBSC

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v17i2.11>

the higher altitudes. Similarly, the lower altitudes concentrate the individuals of the small diameter classes, with the exception of the intermediate altitudes (400-500 m) where the number of individuals of the [10-20 cm] class is greater than that of the [5-10 cm] class. This study shows that the highlands are conservation areas that can guarantee the preservation of a high biodiversity.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Floristic richness, plant structure, Altitude, Bowé Mountains of Kiendi, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

En Afrique de l'Ouest, près de 30 millions d'hectares de végétations originelles ont disparu en l'espace de 30 ans (Koné *et al.*, 2014). Cette situation est d'autant plus inquiétante en Côte d'Ivoire qu'on observe une dégradation de plus de 83% de la surface forestière (N'da *et al.*, 2008), dans le pays. De nombreux travaux floristiques ont porté sur l'inventaire de la flore ivoirienne (Adou Yao *et al.*, 2007; Bakayoko, 2005; Vroh *et al.*, 2011). Cependant, dans le Nord-Est, si des travaux ont été réalisés dans le Parc National de la Comoé (Koulibaly, 2008), on note, toutefois, que la flore des monts du Département de Bondoukou, a été très peu étudiée (Chatelain *et al.*, 2011). Pourtant, cette zone fait face à une disparition rapide de son couvert forestier (Koné, 2015). C'est le cas des forêts villageoises autour des hauts plateaux dits du « Bowé de Kiendi ». Il s'avère donc indispensable de recenser la flore de ces hauts plateaux qui sont encore peu ou pas dégradés. En effet, les zones d'altitudes élevées sont susceptibles d'abriter une flore unique et un taux élevé d'espèces à statuts particuliers telles que les endémiques (Dajoz, 1996). De plus, la connaissance d'une végétation et de sa flore contribue à la compréhension des phénomènes et dynamiques à l'œuvre et à prendre des décisions au niveau de l'aménagement du territoire et de la conservation des ressources (Thiombiano *et al.*, 2010). Par ailleurs, des études ont montré que l'altitude, tout comme la latitude, peuvent avoir une influence sur la distribution des plantes. En effet, le gradient altitudinal, bien marqué sur les montagnes, subit l'effet de trois principaux facteurs (climatiques, édaphiques, biotiques) qui le rend complexe en créant une hétérogénéité du milieu (Delnatte, 2010; McCain and Grytness,

2010; Körner *et al.*, 2011 ; Sanders et Rahbek, 2012). Les milieux présentant un gradient altitudinal constituent alors des lieux de choix pour tester les théories d'écologie, mais aussi représentent des domaines de forte diversité due à l'hétérogénéité du milieu et à la difficulté d'accès de ces régions par l'homme, principal acteur des transformations de milieux (Korner *et al.*, 2011; Da Silva *et al.*, 2014). La variation de la composition floristique selon le gradient altitudinal est une réalité écologique bien établie dans le monde (Gentry, 1988), que ce soit en Amérique (Da Silva *et al.*, 2014), en Europe (Trigas *et al.*, 2013), en Asie (Yang *et al.*, 2014), en Afrique (Desalegn and Beierkuhnlein, 2010) que dans les Iles de l'océan Indien (Tassin *et al.*, 2004) ou sur l'Himalaya (Bhattarai and Vetaas, 2003). Cependant, la limite inférieure à partir de laquelle cette variation peut s'observer est très discutée (Delnatte, 2010). Si dans des études telles que celles de Da Silva *et al.* (2014) des variations ont été observées entre 300 m, 400 m et 500 m d'altitude, Gentry (1988) soutient que de telles différences ne peuvent s'établir qu'à plus de 500 m d'altitude. Cette étude vise essentiellement à savoir quelle est la situation dans les hauts plateaux de la Côte d'Ivoire notamment ceux du Bowé de Kiendi. Il s'agit donc de comprendre la distribution de la diversité floristique et la structure de la végétation de ces hauts plateaux selon l'altitude.

MATERIEL ET METHODES

Sites d'étude

L'étude a été conduite dans le Département de Bondoukou, dans la Région du Gontougo, au Nord-Est de la Côte d'Ivoire, situé dans le domaine soudanais, à la limite du secteur mésophile du domaine guinéen

(Guillaumet et Adjanohoun, 1971). L'inventaire floristique des monts a été réalisé en 2017 sur la chaîne des hauts plateaux dite du « Bowé de Kiendi ». Au total, 10 monts de cette chaîne dont les altitudes varient de 300 m à 725 m pour le haut sommet ont été inventoriés (Figure 1).

Méthodes d'inventaires

Toutes les espèces végétales ont été recensées sur chaque mont, dans des placettes installées à trois niveaux d'altitude: : [300-400 m[, [400-500 m[et [500-600 m[. Trois parcelles ont été installées sur chaque niveau d'altitude soit un total de 90 parcelles pour les 10 monts. Les parcelles avaient une dimension de 25 m x 25 m soit une surface 625 m² chacune (Ouattara, 2017 ; Soro et al., 2021). Les placettes ont été disposées sur la base de l'homogénéité à partir d'une reconnaissance des sites. Dans chaque parcelle, tous les individus d'espèces ligneuses ayant un diamètre à hauteur de poitrine (DBH) soit à 1,3 m du sol, d'au moins 5 cm, ont été comptés. Leurs diamètres et hauteurs ont été mesurés à l'aide de ruban mètre et de perches de 8 mètres de long. Pour les individus dont la hauteur était supérieure à 8 mètres, une estimation a été faite.

Identification des plantes

Toutes les plantes récoltées ont été déterminées à l'herbier du Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS). Les échantillons ont été déposés dans cet herbier. Des ouvrages spécialisés (Aké-Assi, 2001 and 2002; Chatelain et al., 2011) et une flore numérique (Bonnet et al., 2005) ont été consultés pour ces identifications. La nomenclature adoptée a été celle de la classification phylogénétique (APG IV, 2016).

Mesure de la diversité quantitative

La diversité quantitative a été appréciée en utilisant l'indice de Shannon (H'). Il a été utilisé pour mettre en évidence la diversité floristique des différents niveaux d'altitudes inventoriés en prenant en compte seulement les espèces ligneuses dont le dbh a été mesuré

(Kouassi et al. 2010). L'indice de Shannon s'exprime par la formule suivante :

$$H' (N) = \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \ln \frac{N}{n_i} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^s -(\ln N_i - \ln N) N_i \quad (1)$$

S: nombre total d'espèces, $\frac{n_i}{N}$: abondance proportionnelle des espèces, n_i : fréquence de l'espèce i dans l'échantillon, N : somme des fréquences de toutes les espèces dans l'échantillon.

Pour conforter les valeurs produites par l'indice de Shannon, l'indice de Pielou (Pielou, 1966 ; Hill, 1973) encore appelé régularité ou indice d'équitabilité (EH'), lui est systématiquement associée. Il permet de mesurer la dominance ou l'équitabilité de la distribution. L'EH' ou J est le rapport entre la diversité observée, au sens de H', et la diversité potentielle maximale, au sens de H' max . L'indice de Pielou (EH' ou J) est défini par la formule :

$$EH' = \frac{H'}{H'_{max}} = \frac{H'}{\ln(n)} \quad (2)$$

n: nombre d'espèces

Plus les valeurs d'EH' sont proches de 1 plus l'échantillon est constitué d'éléments distribués régulièrement tendant H' vers son maximum.

Structure de la végétation

L'étude de la structure de la végétation a été conduite suivant le gradient altitudinal. La structure verticale et horizontale de la végétation peut être évaluée par le biais de nombreux paramètres (Traoré et al., 2011; Dro et al., 2014). Ceux employés pour l'analyse de nos résultats sont : les classes de diamètres pour l'analyse de la structure horizontale et les classes de hauteurs pour l'analyse de la structure verticale. Les classes de diamètres suivantes ont été considérées dans cette étude : [5 10[, [10 20[, [20 30[, [30 40 [et ≥ 40 car la quasi-totalité des individus se répartie entre ces classes, qui sont exprimées en cm. L'analyse de la structure verticale a été réalisée suivant 5

intervalles de hauteurs (exprimés en m) avec le découpage suivant :] 0 5[, [5 10[, [10 15[, et \geq 15 m. Ce découpage, résulte des données collectées sur le terrain et qui ont montré qu'il était le plus approprié pour notre site d'étude car il nous permettait de minimiser les erreurs dues aux estimations.

Traitement statistique

Les valeurs moyennes du nombre d'espèces, du nombre d'individus, de l'indice

de Shannon (H'), et de l'indice d'Equitabilité (J') de chaque niveau d'altitude ont été comparées à travers une analyse de variance (ANOVA). Lorsqu'une différence significative est observée entre les niveaux pour un paramètre, l'ANOVA est complétée le test des rangs de tukey au seuil de 0,05 afin de déterminer le niveau dont la valeur diffère significativement des autres niveaux. Ces tests ont été réalisés à l'aide du logiciel STATISTICA 6

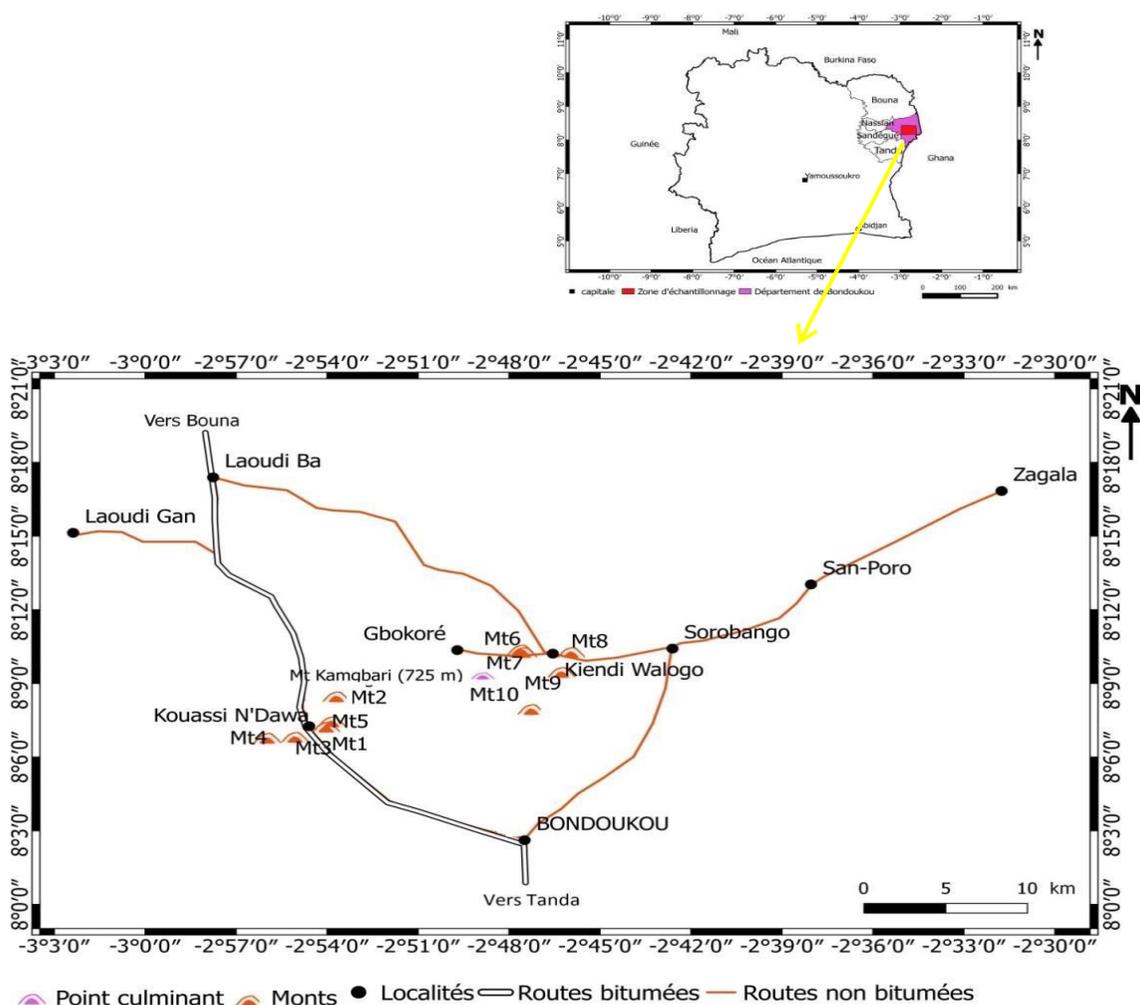


Figure1: Carte montrant la situation géographique des localités et hauts plateaux inventoriés.

RESULTATS

Diversité des ligneux selon le gradient altitudinal

Au total, 630 individus ont été recensés sur les 10 monts. Ces individus appartiennent à 66 espèces réparties en 56 genres et 25 familles (Tableau 1). Les familles les plus représentées sont les Fabaceae (15 espèces), les Combretaceae (7 espèces) et les Rubiaceae (5 espèces). Ces familles sont suivies par les Moraceae et les Phyllanthaceae avec chacune 4 espèces. Plus de 50% des espèces appartiennent à ces 5 familles. *Afzelia africana*, *Combretum collinum* et *Detarium microcarpum* sont présentes à tous les niveaux d'altitude. Ainsi, les espèces telles que *Albizia zygia*, *Andira inermis*, *Bridelia* spp. et *Milicia excelsa* n'ont été observées qu'entre 300 m et 400 m d'altitude, tandis que *Allophylus africanus*, *Alstonia boonei*, *Dalbergiella welwitschii*, *Khaya senegalensis*, *Rauvolfia vomitoria* n'ont été observées qu'entre 400 et 500 m d'altitude. Les espèces *Combretum molle*, *Morelia senegalensis* et *Mimusops kummel* sont les seules recensées uniquement entre 500 m et 600 m d'altitude.

L'évaluation de la diversité des ligneux, par le biais de l'indice de diversité de Shannon (H') et l'équitabilité de Piélou (J'), a permis d'obtenir les résultats consignés dans le Tableau 2. Ces résultats montrent que les niveaux d'altitude allant de 300 m à 400 m ($H'=2,94\pm 0,06$) et ceux allant de 400 m à 500 m ($H'=2,95\pm 0,06$) ne sont pas différentes floristiquement. Par contre, la diversité au niveau des altitudes allant de 500 m à 600 m ($2,62\pm 0,07$) est différente des autres niveaux d'altitudes ($P < 0,001$). L'indice de Piélou est relativement faible pour l'ensemble des niveaux d'altitudes. Cela signifie que les différents individus des espèces ne sont pas équitablement répartis. Mais, cet indice est significativement plus élevé ($P < 0,001$) au niveau des altitudes allant de 400 m à 600 par rapport aux altitudes comprises entre 300 m et 400 m. On peut retenir que la diversité est plus élevée au niveau des basses altitudes par rapport aux altitudes élevées. Cependant, les taxons sont équitablement répartis au niveau

des altitudes intermédiaires et élevées, par rapport aux basses altitudes.

Structure de la végétation selon le gradient altitudinal

Structure horizontale

La structure diamétrique des espèces ligneuses pour chaque niveau d'altitude a montré que le nombre d'individus diminue des classes de petits diamètres aux classes de gros diamètres, à l'exception des altitudes moyennes (400-500 m) où le nombre d'individus de la classe [10-20 cm[est supérieur à celui de la classe [5-10 cm[. La plus petite classe de diamètres [5-10 cm [concentre 149 individus (45,98% des tiges) pour les basses altitudes (300-400 m), et 44 individus (46,80%) pour les altitudes allant de 500 m à 600 m. On y dénombre, comme indiqué à la Figure 2, un total de 83 individus (39,15%) pour les altitudes intermédiaires, contre 86 individus (40,56%) pour la classe supérieure suivante ([10-20[cm). Les classes de gros diamètres (à partir de 30 cm) sont occupées par les espèces suivantes : *Afzelia africana*, *Alstonia boonei*, *Bombax costatum*, *Cussonia arborea*, *Detarium macrocarpum*, *Isobertinia doka*, *Lannea acida*, *Mimusops kummel*, *Parkia biglobosa*, *Terminalia macroptera*, *Uapaca togoensis* et *Vitellaria paradoxa*. Parmi ces espèces à gros diamètres, 4 ont été identifiées entre 300 m et 400 m d'altitude. Ce sont *Afzelia africana*, *Cussonia arborea*, *Terminalia macroptera* et *Vitellaria paradoxa*. Six espèces ont été observées entre 400 m et 500 m (*Afzelia africana*, *Bombax costatum*, *Cussonia arborea*, *Detarium microcarpum* et *Terminalia macroptera*). Deux espèces ont été recensées au niveau des hautes altitudes (*Afzelia africana* et *Lannea acida*). Les distributions des individus dans les classes de diamètres se présentent sous forme d'un graphe dont l'allure est en « J inversé », pour les trois niveaux d'altitudes. Cela montre que la flore des monts possède une bonne capacité de régénération.

Structure verticale

La majorité des tiges recensées se retrouvent dans les plus petites classes de hauteur. Au niveau des basses altitudes on dénombre 253 individus appartenant à la plus petite classe de hauteur (0 à 5 m). Cela représente 78,09% des tiges de ce niveau. La classe de hauteur suivante renferme 20,99% des individus. Ainsi les deux premières classes de hauteurs englobent plus de 99% des tiges. Au niveau des altitudes situées entre 400 et 500 m, 155 individus (73,11%) ont des hauteurs comprises entre 0 et 5 m tandis que 25% des individus se retrouvent dans la classe de 5 à 10 m de hauteur. Ainsi les deux dernières classes ne contiennent que 1,88% des tiges. Au niveau

des altitudes supérieures, 84,04% des arbres ont des hauteurs variant entre 0 et 5 m et 12,6% des individus ont des hauteurs situées entre 5 et 10 m. La classe de hauteur de 10 à 15 m comprend le reste des individus, soit 3,19%. On note qu'au niveau des basses altitudes et des altitudes supérieures il n'y a aucun individu atteignant 15 m ou plus (Figure 3). Pour cette classe de hauteur, on dénombre 1 individu de *Alstonia boonei* (20 m) et 1 individu de *Bombax costatum* (22 m), tous provenant des altitudes intermédiaires (400-500 m). La distribution a une allure de « J inversé », confirmant, une fois encore, la bonne capacité de régénération de la flore des monts étudiés.

Tableau 1: Diversité taxonomique des plantes ligneuses et nombre d'individus par espèce selon le gradient altitudinal sur les hauts plateaux du Bowé de Kiendi.

Espèces	Famille	[300 400[[400 500[[500 600[
<i>Azelia africana</i>	Fabaceae	29	23	24
<i>Albizia zygia</i>	Fabaceae	2	0	0
<i>Allophylus africanus</i>	Sapindaceae	0	5	0
<i>Alstonia boonei</i>	Apocynaceae	0	1	0
<i>Andira inermis</i>	Fabaceae	1	0	0
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	Combretaceae	5	0	0
<i>Anthocleista djalonensis</i>	Gentianaceae	0	2	0
<i>Bombax costatum</i>	Malvaceae	0	1	0
<i>Bridelia ferruginea</i>	Phyllanthaceae	3	0	0
<i>Bridelia micrantha</i>	Phyllanthaceae	1	0	0
<i>Burkea africana</i>	Fabaceae	3	4	1
<i>Cola caricaefolia</i>	Malvaceae	0	1	0
<i>Combretum collinum</i>	Combretaceae	6	3	2
<i>Combretum molle</i>	Combretaceae	0	0	1
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	Rubiaceae	3	2	3
<i>Cussonia arborea</i>	Araliaceae	6	2	2
<i>Dalbergiella welwitschii</i>	Fabaceae	0	2	0
<i>Daniellia oliveri</i>	Fabaceae	3	2	0
<i>Detarium macrocarpum</i>	Fabaceae	2	2	1
<i>Detarium microcarpum</i>	Fabaceae	4	16	3
<i>Diospyros mespiliformis</i>	Ebenaceae	1	0	0
<i>Entada africana</i>	Fabaceae	5	6	0
<i>Faurea</i> sp.	Proteaceae	1	0	0
<i>Ficus glumosa</i>	Moraceae	0	1	1
<i>Ficus sur</i>	Moraceae	3	0	0

<i>Ficus vallis-choudae</i>	Moraceae	0	2	2
<i>Gardenia ternifolia</i>	Rubiaceae	3	0	0
<i>Holarrhena floribunda</i>	Apocynaceae	25	6	8
<i>Isobertinia doka</i>	Fabaceae	2	8	0
<i>Keetia venosa</i>	Rubiaceae	1	0	1
<i>Khaya senegalensis</i>	Meliaceae	0	1	0
<i>Lannea acida</i>	Anacardiaceae	16	14	6
<i>Lannea barteri</i>	Anacardiaceae	2	0	0
<i>Lonchocarpus sericeus</i>	Fabaceae	2	0	0
<i>Lophira lanceolata</i>	Ochnaceae	0	1	5
<i>Margaritaria discoidea</i>	Phyllanthaceae	17	2	0
<i>Markhamia tomentosa</i>	Bignoniaceae	2	2	0
<i>Maytenus senegalensis</i>	Celastraceae	0	5	0
<i>Milicia excelsa</i>	Moraceae	1	0	0
<i>Mimusops kummel</i>	Sapotaceae	0	0	2
<i>Monodora tenuifolia</i>	Annonaceae	2	1	0
<i>Morelia senegalensis</i>	Rubiaceae	0	0	1
<hr/>				
<i>Parinari curatellifolia</i>	Chrysobalanaceae	5	0	0
<i>Parkia biglobosa</i>	Fabaceae	8	2	8
<i>Pericopsis laxiflora</i>	Fabaceae	4	4	0
<i>Piliostigma thonningii</i>	Fabaceae	5	4	0
<i>Pouteria alnifolia</i>	Sapotaceae	1	2	0
<i>Pseudocedrela kotschyi</i>	Meliaceae	4	1	0
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	Fabaceae	1	2	0
<i>Rauvolfia vomitoria</i>	Apocynaceae	0	1	0
<i>Shirakiopsis elliptica</i>	Euphorbiaceae	1	0	0
<i>Sterculia tragacantha</i>	Malvaceae	1	0	0
<i>Syzygium guineense</i>	Myrtaceae	1	0	0
<i>Terminalia avicennioides</i>	Combretaceae	2	1	0
<i>Terminalia laxiflora</i>	Combretaceae	2	0	0
<i>Terminalia macroptera</i>	Combretaceae	10	2	3
<i>Terminalia schimperiana</i>	Combretaceae	1	0	1
<i>Trichilia emetica</i>	Meliaceae	1	4	1
<i>Uapaca togoensis</i>	Phyllanthaceae	95	47	12
<i>Uvaria chamae</i>	Annonaceae	1	0	0
<i>Vernonia amygdalina</i>	Asteraceae	0	1	0
<i>Vernonia colorata</i>	Asteraceae	1	0	0
<i>Vitellaria paradoxa</i>	Sapotaceae	21	24	2
<i>Vitex doniana</i>	Lamiaceae	3	0	0
<i>Ximenia americana</i>	Ximeniaceae	2	2	4
Total		324	212	94

Tableau 2: Indice de diversité de Shannon et équitabilité de Piélou des différents gradients altitudinaux des hauts plateaux du Bowé de Kiendi basé sur les espèces ligneuses.

Altitude	[300 400[[400 500[[500 600[F	P
Nombre d'espèces	50	40	23	-	-
Nombre d'individus	324	212	94	-	-
Indice de Shannon (H')	2,94 ^a ± 0,06	2,95 ^a ± 0,06	2,62 ^b ± 0,07	23,71	0,001
Équitabilité (J')	0,75 ^a	0,80 ^b	0,83 ^b	12,63	0,001

Les valeurs portant des lettres différentes sur la même ligne sont significativement différentes au seuil de 5%.

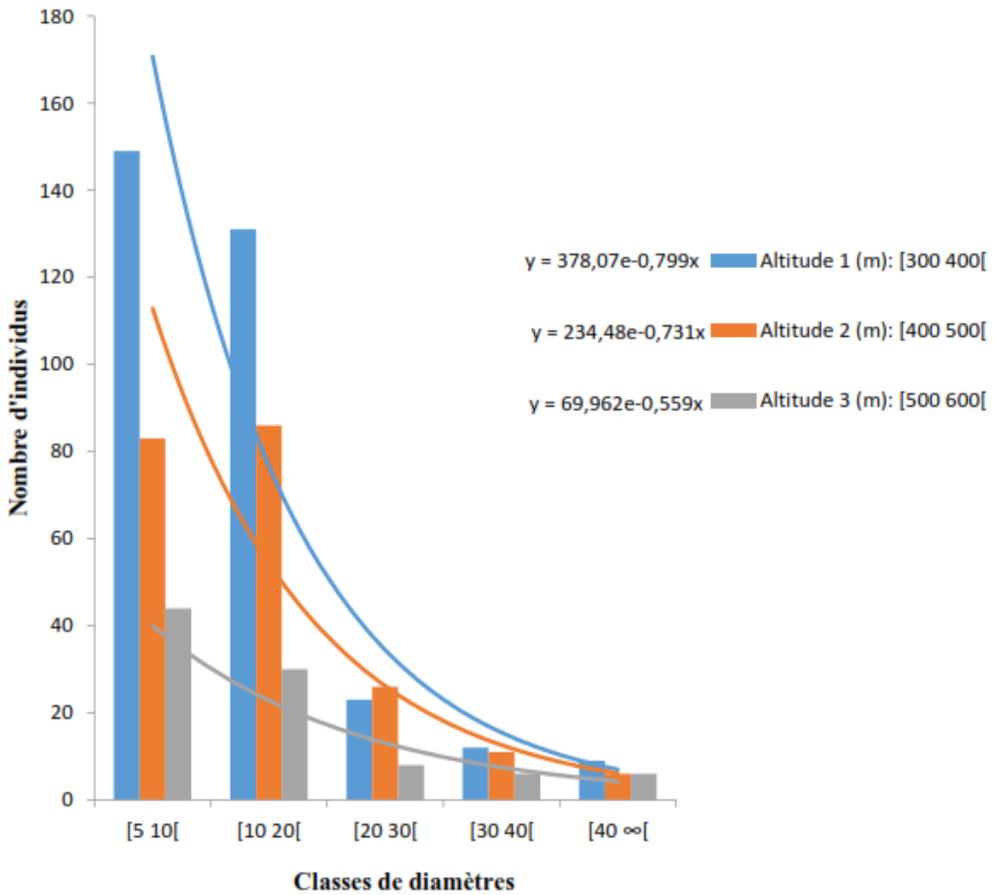


Figure 2: Histogramme de la distribution des tiges dans les classes de diamètres selon le gradient altitudinal sur les hauts plateaux du Bowé de Kiendi.

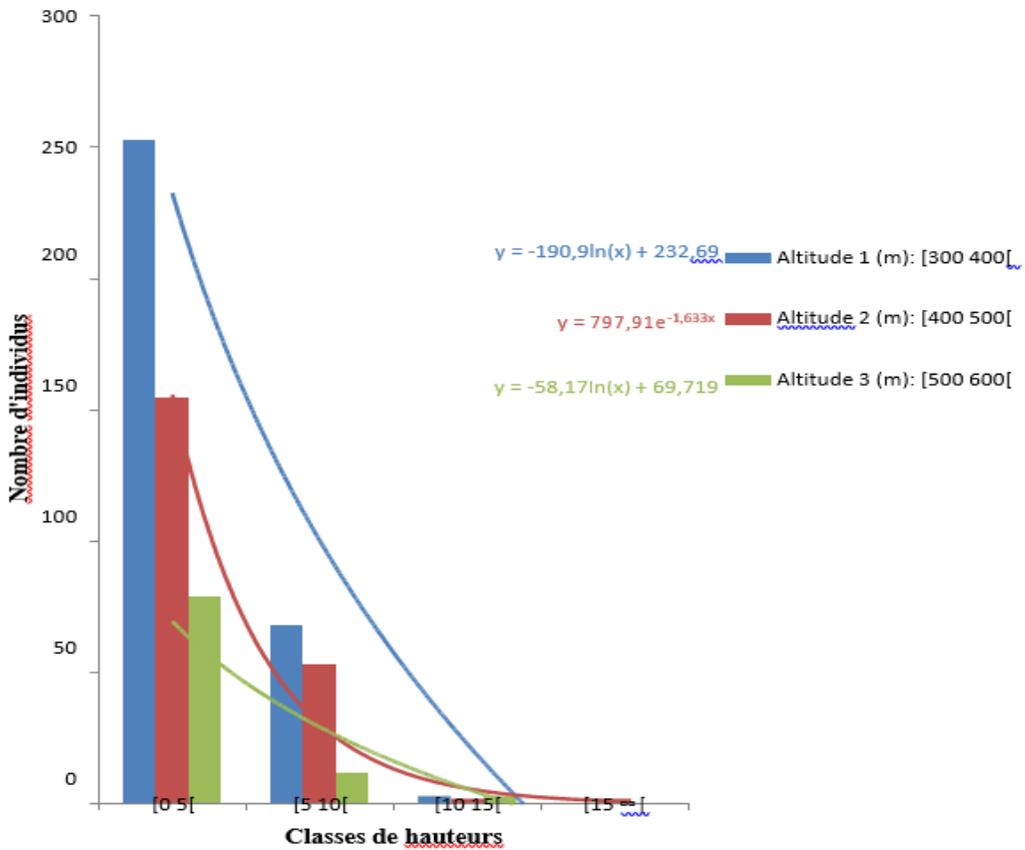


Figure 3: Histogramme de la distribution des tiges dans les classes de hauteurs selon le gradient altitudinal sur les hauts plateaux du Bowé de Kiendi.

DISCUSSION

L’objectif de ce travail était de mettre en évidence le lien entre l’altitude, la diversité floristique et la structure de la végétation. L’inventaire de la flore ligneuse de la chaîne des hauts plateaux des monts Bowé de Kiendi a permis de recenser au total 66 espèces. Cette flore, qui témoigne de la richesse du milieu, est représentative de la flore de la chaîne de monts. L’égalité statistique de l’indice de Shannon constatée entre les basses altitudes (300-400 m) et les altitudes intermédiaires (400-500 m) pourrait s’expliquer par l’influence de la végétation des forêts galeries qui se situent au bas des monts. Ces indices sont inférieurs à ceux obtenus dans les études de Kouassi et al. (2014) dans le Parc National de la Comoé, situé plus au Nord de notre site d’étude. Ces auteurs ont obtenu des indices de Shannon variant entre

4,55 et 5,96 dans différentes formations de savane et de forêt. Probablement, les formations végétales naturelles des zones planes auraient une diversité plus élevée que les formations de hauts plateaux. Les valeurs relativement faibles de l’indice d’équitabilité comprises entre 0,75 et 0,83 restent dans l’échelle des valeurs considérées comme étant optimales (0,6 à 0,8) par Odum (1976), cité par Ngueguim (2010). Elles sont indicatrices d’une bonne répartition des individus au sein des espèces à chaque niveau d’altitude.

Cela peut résulter de l’exploitation de certaines espèces ou des conditions de régénération variables (Zegeye et al., 2006). On note que cette situation est d’autant plus sévère que l’on se trouve sur les basses altitudes. En fait, elle est due à une plus forte représentativité (dominance des effectifs) des

espèces telles que *Azelia africana*, *Uapaca togoensis*, *Detarium microcarpum*, *Lannea acida* et *Holarrhena floribunda*. Par ailleurs, plus on monte en altitude, plus il y a une homogénéité dans la distribution des espèces. Les altitudes situées entre 400 m et 500 m sont caractérisées par la présence de grands arbres qui n'ont pas été recensés au niveau des basses altitudes. Il s'agit notamment de *Alstonia boonei* et *Khaya senegalensis*. Cela pourrait s'expliquer par l'utilisation de ces bois par les populations locales. En effet, les basses altitudes étant plus accessibles, il semble que les arbres situés sur ces hauteurs ont fait l'objet d'exploitation comme nous l'avons parfois constaté à travers des troncs d'arbres morts. En milieu rural, les arbres sont employés dans diverses activités (construction de maison, fabrication de meubles, d'objets d'artisanat, etc.) par les populations. Dans le cas des zones montagneuses, les populations s'approvisionnent en général au niveau des plus faibles altitudes jusqu'à épuisement des ressources, avant de passer à des altitudes plus élevées. Dans des régions où ces activités d'exploitation sont très fortes et persistantes, cela peut même aboutir à une diversité significativement plus faible, des basses altitudes, en comparaison aux altitudes supérieures (Da Silva et al., 2014). La structure de la végétation ne change pas à mesure que l'on gravit les monts. En effet, la distribution des individus dans les classes de diamètres et dans les classes de hauteurs, offre une allure identique (J inversé) à tous les niveaux d'altitude. Les caractéristiques des individus (hauteur et diamètre) qui ont un lien direct avec la croissance et le développement d'une plante, sont fortement influencées par des facteurs environnementaux (température, précipitations, sol, perturbations) et la génétique des individus. Ainsi, la distribution des individus dans les classes de diamètres et de hauteurs, est une synthèse des événements démographiques du recrutement, de la mortalité et des taux de croissance individuel au fil du temps (Kelly et al., 2001; Herrero-Jauregui et al., 2011). Selon le patron de distribution, l'on extrait des informations essentielles sur la dynamique de la population

étudiée (Gebreselasse, 2011). Ainsi, l'allure en J inversé, observée au niveau de notre site d'étude est indicatrice d'une bonne régénération avec de nombreux individus juvéniles, à tous les niveaux d'altitude. Il en résulte qu'il y a une forte probabilité que la mort d'un individu adulte sera remplacée par la croissance d'un individu appartenant à une petite classe de diamètre. De tels résultats ont également été obtenus au Bénin par Houéto et al. (2013) et sur des monts au Kenya par Gebreselasse, (2011) dans des formations végétales qui ont une flore plus ou moins similaire à celle de ce site.

Conclusion

La présente étude a montré qu'il existe un gradient altitudinal de la diversité floristique sur les hauts plateaux du Bowé de Kiendi : la diversité est plus élevée au niveau des basses altitudes que les altitudes élevées. Cependant, les taxons sont équitablement répartis aussi bien au niveau des altitudes intermédiaires et élevées, qu'aux basses altitudes. La présence des individus les plus hauts sur les altitudes supérieures ou égales à 400 m témoignent d'une pression des communautés locales sur les plantes ligneuses des basses altitudes. Plus de 50% des espèces appartiennent à seulement 5 familles. Les différentes structures (horizontale et verticale) montrent que la flore des monts possède une bonne capacité de régénération. Cette étude montre que la protection d'un haut plateau permet de conserver une biodiversité importante du fait des spécificités liées à chaque niveau d'altitude. Il est donc nécessaire de développer des politiques de conservation de cette biodiversité végétale pour la reconstitution de la flore montagnaise du Bowé de Kiendi dans la Région du Gontougo.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts lié à cette publication.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

OND a conçu le plan d'inventaire, a participé à la collecte des données sur le terrain et a écrit

la première mouture du manuscrit. THH a participé à la collecte des données sur le terrain et à la relecture de la première mouture du manuscrit. SD a réalisé les analyses statistiques. BA a supervisé les activités et a fait la dernière lecture avant la soumission du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient vivement les populations des localités de Kouassi N'dawa et Kiendi Walogo pour l'autorisation et l'accompagnement fournis lors des travaux de terrain. L'étude a été financée par le Programme d'Appui Stratégique à la Recherche Scientifique (PASRES). Nos remerciements vont à l'endroit du Dr Yaya SANGARE, Secrétaire Exécutif de ce programme ivoiro-suisse.

REFERENCES

- Aké-Assi L. 2002. Flore de la Côte d'Ivoire: Catalogue Systématique, Biogéographie et Ecologie. *Boissiera*, **58**: 1-401. URL: <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=14182575>
- Aké-Assi L. 2001. Flore de la Côte-d'Ivoire: Catalogue Systématique, Biogéographique et Ecologie. *Boissiera*, **57**: 1-396. URL: <https://www.nhbs.com/en/boissiera-volume-58-flore-de-la-cote-divoire-catalogue-systematique-biogeographie-et-ecologie-2-book>
- APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering Plants. *Bot. J. Linn. Soc.*, **181**: 1–20. DOI: <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Ngueguim JR, Zapfack L, Youmbi E, Onana BRJ, Foahom B, Makombu JG. 2010. Diversité Floristique sous canopée en Plantation Forestière de Mangombe-Edea (Cameroun). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, **14**(1): 167-176. URL: <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=5229>
- Ayessou NC, Gueye M, Dioh E, Konteye M, Cissé M and Dornier M. 2009. Composition Nutritionnelle et Apport Energétique du Fruit de *Maerua pseudopetalosa*, Aliment de Soudure au Sénégal. *Fruits*, **64**(3): 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1051/fruits/2009010>
- Bakayoko A. 2005. Influence de la Fragmentation Forestière sur la Composition Floristique et la Structure Végétale dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan, p. 231.
- Bhattarai KR, Vetaas OR. 2003. Variation in Plant Species Richness of different life forms along a Subtropical Elevation Gradient in the Himalayas, east Nepal. *Glob. Ecol. Biogeogr.*, **12**: 327–340. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2004.03759.x>
- Bonnet P, Arbonnier M, Grard P. 2008. Ligneux du Sahel. Outil Graphique d'Identification. Ed Quae, Montpellier : France. DOI: <https://www.quae.com/produit/1037/9782759201198/ligneux-du-sahel>
- Chatelain C, Ake-Assi L, Spichiger R, Gautier L. 2011. Cartes de Distribution des Plantes de Côte d'Ivoire. *Boissiera* **64**:1-327. URL: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4169976>
- Dajoz R. 1996. *Précis d'Écologie* (6^{ème} édition). Dunod ; p. 551.
- Da Silva FKG, Lopes SDeF, Lopez LCS, De Melo JIM, Trovao DB. 2014. Patterns of Species Richness and Conservation in the Caatinga along Elevational Gradients in a Semiarid Ecosystem. *J. Arid. Environ.*, **110**: 47-52. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2014.05.011>
- Delnatte C. 2010. Le Gradient Altitudinal sur les Sommets Tabulaires de Guyane, basée sur l'Étude des Arecaceae, des Melastomataceae et des Ptéridophytes.

- Thèse de doctorat, Université des Antilles-Guyane, France. p. 286.
- Desalegn W, Beierkuhnlein C. 2010. Plant Species and Growth form Richness along Altitudinal Gradients in the Southwest Ethiopian Highlands. *J. Veg. Sci.*, **21**: 617–626. DOI: 10.1111/J.1654-1103.2010.01177.X
- Dro B, Soro D, Kone MW, Bakayoko A, Kamanzi K. 2014. Woody Plants diversity of two non protected Tropical Forests in Côte d'Ivoire (West Africa). *J. Bio. Env. Sci.*, **4**(5): 112-124. URL: <http://www.innspub.net>
- Gebreselasse AG. 2011. Plant Communities, Species Diversity, Seedling Bank and Resprouting in Nandi Forests, Kenya. PhD thesis, Universität Koblenz-Landau, Germany, p. 174.
- Gentry AH. 1988. Changes in Plant Community Diversity and Floristic Composition on Environmental and Geographical Gradients. *Ann. Mo. Bot. Gard.*, **75**: 1- 34. DOI: <https://doi.org/10.2307/2399464>
- Guillaumet J-L, Adjanohoun E. 1971. La Végétation de la Côte d'Ivoire. In *Le Milieu Naturel de la Côte d'Ivoire*, Avenard JM, Eldin E, Girard G, Sircoulon J, Touchebeuf P, Guillaumet J.-L, Adjanohoun E, Perraud A. (eds). ORSTOM: Paris; 157-266.
- Herrero-Jauregui C, Garcia-Fernandez C, Sist PL & Casado MA. 2011. Recruitment Dynamics of two low-density Neotropical multiple-use tree Species. *For. Ecol. Manag.*, **212**(9): 1501–1512. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11258-011-9924-0>
- Hill MO. 1973. Diversity and Evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, **54**(2): 427-432. DOI: <https://doi.org/10.2307/1934352>
- Houeto G, Fandohan B, Ouédraogo A, Ago EE, Salako VK, Assogbadjo AE, Kakai RG, Sinsin B. 2013. Floristic and Dendrometric Analysis of Woodlands in the Sudano-Guinean zone: A case study of Belléfoungou Forest Reserve in Benin. *Acta. Bot. Gall.*, **159**(4): 387-394. DOI: 10.1080/12538078.2012.735124
- Kelly CK, Smith HB, Buckley YM, Carter R, Franco M, Johnson W, Tim Jones T, May B, Ishiwara RP, Perez-Jimenez A, Magallanes AS, Steers H, Waterman C. 2001. Investigation in Commonness and Rarity: A Comparative Analysis of Co-occurring, Congeneric Mexican trees. *Ecol. Lett.*, **4**: 618-627. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00278.x>
- Koné M, Kouadio YL, Neuba DFR, Malan DF, Coulibaly L. 2014. Evolution de la Couverture Forestière de la Côte d'Ivoire des années 1960 au début du 21^e siècle. *IJJAS*, **7**(2): 782-794. URL: <http://www.ijias.issr-journals.org>
- Koné M, 2015. Évolution du couvert Forestier dense et Impact de la Déforestation sur la Migration de la Boucle du Cacao en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat en Sciences de la Nature de l'Université Nangui Abrogoua, Abidjan, Côte d'Ivoire, p. 166.
- Korner C, Paulsen J, Spehn EM. 2011. A Definition of Mountains and their Bioclimatic Belts for Global Comparisons of Biodiversity data. *Alp. Bot.*, **121**: 73–78. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00035-011-0094-4>
- Kouassi AF, Adou Yao CY, Ipou IJ, Kamanzi K. 2010. Diversité Floristique des Zones Pâturées de la Côte d'Ivoire du cordon littoral Port-Bouët-Grand-Bassam (Abidjan). *Sciences & Nature*, **7**(1): 69-86. DOI: 10.4314/scinat.v7i1.59936
- Kouassi KE, Sangne YC, Dibi N'H. 2014. Typologie de la Végétation par une Approche de Signature Spectrale dans le Sud du Parc National de la Comoé (Nord-Est Côte d'Ivoire). *ESJ*, **10**(36): 270-289. URL:

- <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/4903>
- McCain CM, Grytnes J-A. 2010. Elevational Gradients in Species Richness. In *Encyclopedia of Life Sciences (ELS)*. John Wiley & Sons, Ltd: Chichester. DOI: 10.1002/9780470015902.a0022548.
- N'Da HD, N'Guessan EK, Egnankou MW, Affian K. 2008. Apport de la Télédétection au suivi de la Déforestation dans le Parc National de la Marahoué (Côte d'Ivoire). *Bulletin de la Société Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, **8**(1) : 17-34. URL: <https://shs.hal.science/halshs-00386032>
- Ouattara ND. 2017. Conservation de la biodiversité végétale au Nord-Est de la Côte d'Ivoire: Inventaire Floristique des Monts, des Plantes Sauvages Comestibles et Identification d'Espèces prometteuses en Agroforesterie dans le Département de Bondoukou. Thèse Unique de Doctorat, Université NANGUI ABROGOUA, p. 198 ;
- Pielou EC. 1966. The Measurement of Diversity in different types of Biological Collections. *J. Theor. Biol.*, **13**:13-144. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-5193\(66\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0022-5193(66)90013-0)
- Sanders NJ, Rahbek C. 2012. The Patterns and causes of Elevational Diversity. *Ecography*, **35**: 1-3. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/774338c53e538a449e6fde87d0211c15359cbaa4>
- Soro D, Ouattara ND, Djézou K, Koné MW, Bakayoko A. 2021. Etude des Valeurs Ecologiques de la Chaîne de Montagnes du Bowé dans la Région du Gontougo au Nord-Est de la Côte d'Ivoire. *J. Appl. Biosci.*, **164**: 16955–16969 DOI: <https://doi.org/10.35759/JABs.164.4>
- Thiombiano A, Hahn-Hadjali K, Koulibaly A, Sinsin B. 2010. Collecte des Données sur les Plantes. In *Atlas de la Biodiversité de l'Afrique de l'Ouest, Tome III*, Konaté S, Kampmann D. (eds). Abidjan, Francfort/Main: Côte d'Ivoire.
- Traoré L, Ouedraogo I, Ouédraogo A, Thiombiano A. 2011. Perceptions, usages et Vulnérabilité des Ressources Végétales Ligneuses dans le Sud-Ouest du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**(1): 258-278. DOI: <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v5i1.68103>
- Trigas P, Panitsa M & Tsiftsis S. 2013. Elevational Gradient of Vascular Plant Species Richness and Endemism in Crete. The effect of Post-isolation Mountain uplift on a Continental Island System. *PLoS ONE* **8**(3): e59425. DOI: 10.1371/journal.pone.0059425.
- Vroh BTA, N'Guessan KF, Tondoh EJ. 2011. Etude du Potentiel de Restauration de la Diversité Floristique des Agrosystèmes de Bananiers dans la zone de Dabou (Sud Côte d'Ivoire). *Sciences & Nature*, **8**(1): 37-52. URL: <http://ajol.info/index.php/>
- Yang J-C, Hwang H-S, Lee H-J, Jung S-Y, Ji S-J, Oh S-H, Lee Y-M. 2014. Distribution of Vascular Plants along the Altitudinal Gradient of Gyebangsan (Mt.) in Korea. *J Asia Pac Biodivers.*, **7**(1): e40-e71. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.japb.2014.03.008>
- Zegeye H, Teketay D, Kelbessa E. 2006. Diversity, Regeneration status and Socio-economic importance of the Vegetation in the Islands of Lake Ziway, south-central Ethiopia. *Flora*, **201**(6): 483-498. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2005.10.006>