

## Caractéristique du peuplement ligneux et stock de carbone le long d'un gradient forêt sacrée-champs de culture dans les Hautes Terres de l'Ouest Cameroun

*Tiokeng Bertine*  
*Tuedom Sikati Armel Gabin*  
*Tsobou Roger*  
*Matane Sob Kevine*  
*Nguetsop Victor François*

Faculté des Sciences, Université de Dschang, Département de Biologie Végétale, Unité de Recherche de Botanique Appliquée, Cameroun

[Doi:10.19044/esj.2025.v21n9p188](https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n9p188)

Submitted: 04 February 2025

Accepted: 18 March 2025

Published: 31 March 2025

Copyright 2025 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

### *Cite As:*

Tiokeng B., Tuedom A.S.G., Tsobou R., Matane S.K. & Nguetsop V.F. (2025). *Caractéristique du peuplement ligneux et stock de carbone le long d'un gradient forêt sacrée-champs de culture dans les Hautes Terres de l'Ouest Cameroun*. European Scientific Journal, ESJ, 21 (9), 188. <https://doi.org/10.19044/esj.2025.v21n9p188>

### **Résumé**

La gestion des forêts sacrées par les populations rurales est de plus en plus fragilisée par le changement de mentalités lié à la mondialisation. Cependant, les forêts sacrées restent les seuls refuges de la végétation ancienne bien qu'elles soient de plus en plus réduites au profit des terres cultivées. L'objectif de ce travail est de contribuer à la connaissance de la flore des ligneux et des quantités de carbone stockées par ces ligneux le long d'un gradient forêt sacrée-champs de culture dans le groupement Bandjoun. Un inventaire de la végétation ligneuse a été réalisé sur 23 placettes de 30 m x 30 m ; soit 10 dans la forêt sacrée et 13 dans les champs du groupement Bandjoun. Les mensurations ont porté sur la hauteur (m) et le diamètre à hauteur de poitrine (dhp  $\geq$  10 cm) de tous les individus comptés. Les données collectées ont permis d'évaluer la structure du peuplement ainsi que la phytodiversité sur la base des indices couramment utilisés. Les biomasses et le carbone ont été estimés par la méthode non destructive. Dans l'ensemble un total de 823 individus répartis dans 54 espèces, 40 genres et 28 familles a été recensé. Les valeurs moyennes des indices de diversité floristique de Shannon confirment

celles de Simpson ; elles sont toutes faibles témoignant d'une faiblesse dans la variabilité spécifique des écosystèmes étudiés. Les résultats de l'Équitabilité de Piélou traduisent la stabilité des deux communautés végétales. Les espèces *Canarium schweinfurthii* Engl. (70%) et *Persea americana* Mill. (92,31%) sont les plus fréquentes respectivement dans la forêt sacrée et dans les champs. La surface terrière est de 66,17 m<sup>2</sup>/ha dans la forêt sacrée et de 47,48 m<sup>2</sup>/ha dans les champs. L'évolution des individus par classe de diamètre montre une diminution du nombre d'individus avec l'augmentation du diamètre. Parmi les espèces recensées, 03 sont Vulnérables, 02 en danger et 01 en danger critique. Les quantités de carbone séquestrées dans la forêt sacrée et champs sont respectivement de 328,30 et 215,53t C/ha. *Cola acuminata* (P.Beauv.)Schott&Endl. renferme les quantités de carbone 44,41 t/ha et 56,75 t/ha respectivement dans la forêt sacrée et dans les champs. Cette étude montre que la forêt sacrée et les champs dans le groupement Bandjoun renferment une composition floristique presque similaire et une phytodiversité non négligeable qui méritent des attentions particulières ; en plus ces écosystèmes contribuent à la réduction des gaz à effet de serre notamment le CO<sub>2</sub> contenu dans l'atmosphère.

---

**Mots-clés:** Anthropique, Carbone, champs, forêts sacrées, Ouest Cameroun

---

## **Woody stand characterization and carbon stock along a sacred forest-cropland gradient in the Western Highlands of Cameroon**

*Tiokeng Bertine*

*Tuedom Sikati Armel Gabin*

*Tsobou Roger*

*Matane Sob Kevine*

*Nguetsop Victor François*

Faculté des Sciences, Université de Dschang, Département de Biologie Végétale, Unité de Recherche de Botanique Appliquée, Cameroun

---

### **Abstract**

Management of sacred forests by rural populations is increasingly undermined by changing attitudes linked to globalization; yet sacred forests remain the only refuges of ancient vegetation, even though they are being increasingly reduced in favor of cultivated land. The aim of this work is to contribute to the knowledge of the flora of woody plants and the quantities of carbon stored by these woody plants along a sacred forest-cropland gradient

in the Bandjoun group. An inventory of woody vegetation was carried out on 23 plots measuring 30 m x 30 m; 10 in the sacred forest and 13 in the fields of the Bandjoun group. Measurements were taken of the height (m) and diameter at breast height (dhp  $\geq$  10 cm) of all individuals counted. The data collected made it possible to assess stand structure and phytodiversity on the basis of commonly used indices. Biomass and carbon were estimated using the non-destructive method. Overall, a total of 823 individuals in 54 species, 40 genera and 28 families were recorded. The mean values of Shannon's floristic diversity indices confirm Simpson's; they are all low, reflecting the low specific variability of the ecosystems studied. The Piélou Equitability results show the stability of both plant communities. The species *Canarium schweinfurthii* (70%) and *Persea americana* (92.31%) are the most frequent in the sacred forest and the fields respectively. The basal area is 66.17 m<sup>2</sup>/ha in the sacred forest and 47.48 m<sup>2</sup>/ha in the fields. The evolution of individuals by diameter class shows a decrease in the number of individuals as diameter increases. Of the species recorded, 03 are Vulnerable, 02 Endangered and 01 Critically Endangered. The quantities of carbon sequestered in the sacred forest and fields are 328.30 and 215.53t C/ha respectively. *Cola acuminata* contains 44.41 t/ha and 56.75 t/ha of carbon in the sacred forest and fields respectively. This study shows that the sacred forest and the fields in the Bandjoun grouping have an almost similar floristic composition and significant phytodiversity, which merit special attention; in addition, these ecosystems contribute to the reduction of greenhouse gases, in particular the CO<sub>2</sub> contained in the atmosphere.

---

**Keywords:** West Cameroon, anthropogenic, Carbon, crop fields, sacred forests

## Introduction

Les écosystèmes forestiers fournissent de nombreux produits et services utiles au développement socioéconomique des populations. Près de 2,5 milliards de personnes vivant en zone rural dans les pays en voie de développements utilisent des produits forestiers autres que le bois d'œuvre (FAO,2024). Les forêts jouent un rôle important sur le plan culturel et dans le maintien des équilibres écologiques. Au-delà des services écologiques rendus par ces écosystèmes forestiers tels que : la séquestration du carbone, le recyclage de la matière et la protection des sols contre l'érosion, ils favorisent les précipitations, fournissent de nombreux médicaments et une sécurité alimentaire pour l'homme (Topa *et al.*, 2010). Les forêts contribuent à alimenter 40 millions de personnes vivant dans les centres urbains des pays où sont situés ces forêts (Nasi *et al.*, 2011 ; De Wasseige *et al.*, 2013). Malgré les différents services rendus par les forêts aussi bien à l'Homme qu'à la nature,

on assiste au cours de ces dernières décennies à une forte érosion des écosystèmes due aux pressions économique, démographique et socioculturelle (FAO,2024). En effet, la croissance démographique entraîne une augmentation des champs cultivés avec pour conséquence la réduction des formations naturelles (Fournier *et al.*,2001) si bien que ces espaces naturels se retrouvent finalement pour la plupart aux zones incultivables ou protégés ou même sacrée.

La région de l'Ouest Cameroun est marquée par ses potentialités agricoles. La pression sur les terres y est très importante et les massifs forestiers sont peu nombreux (Salpeteur, 2010). La forêt dense de montagne qui couvrait anciennement toute la zone ne se rencontre aujourd'hui que sous forme de reliques dit « sacrées » situées à proximité des chefferies. Les stratégies de gestion traditionnelle de ces forêts se dégradent progressivement avec l'expansion des religions modernes et le changement des mentalités (Koutchika *et al.*,2013). La rareté des terres cultivables pousse les populations à empiéter de plus en plus sur ces reliques de forêts restantes au profit des champs et autres utilisations des terres dans le but de satisfaire leurs besoins quotidiens malgré leurs superficies réduites. Certaines espèces sont préservées pendant la mise en place des champs de culture ; en effet, les champs de culture sont très souvent marqués par le maintien des peuplements ligneux utiles et favorables aux cultures. Les populations rurales utilisent ces arbres comme une alternative aux productions agricoles mais aussi une source additionnelle d'aliments et des revenus (Kengne *et al.*,2024 ; Badiane et al., 2019). La connaissance de ces ligneux serait un atout pour la maîtrise de ces espèces et un renforcement des mesures liées à leur gestion. De nombreuses études se sont penchées jusqu'ici vers les écosystèmes naturels parmi lesquels les forêts sacrées de la région de l'ouest. Ces travaux ont pour la plupart montré non seulement une faible diversité spécifique (Tiokeng *et al.*,2020 ; Makemteu et Noumi, 2022 ; Donfack et al.,2024) dans ces forêts sacrées mais aussi le rôle joué par celles-ci dans la diminution du CO<sub>2</sub> atmosphérique (Tiokeng *et al.*, 2024). Cependant, dans un contexte de recrudescence des aires de cultures, l'influence de l'action anthropique sur la phytodiversité des ligneux le long d'un gradient forêt sacrée-champs de culture sur les Hautes Terres de l'Ouest Cameroun n'a pas encore été suffisamment appréciée. Ce travail vise à apporter des connaissances sur le peuplement ligneux et les quantités de carbone séquestrées par ceux-ci dans les forêts sacrées et les champs de culture du groupement Bandjoun. Il s'agit plus précisément : (1) d'analyser la composition floristique des ligneux de la forêt sacrée et des champs de culture de Bandjoun ; (2) d'estimer les quantités de carbone séquestrées par les ligneux de ces écosystèmes.

## Méthode d'étude

### Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude (figure 1) est située dans les Hautes Terres de l'Ouest Cameroun précisément dans le département du Koung-khi entre 5° 20 19'' ou 5,3385° de latitude Nord et entre 10° 28' 28'' ou 10,4745° de longitude Est avec une altitude moyenne de 1490 m. Il comprend deux arrondissements qui sont : Poumogne, Bayangam et a pour chef-lieu Bandjoun. La forêt sacrée qui fait l'objet de cette étude est situé dans la chefferie de Bandjoun, arrondissement de Poumogne.

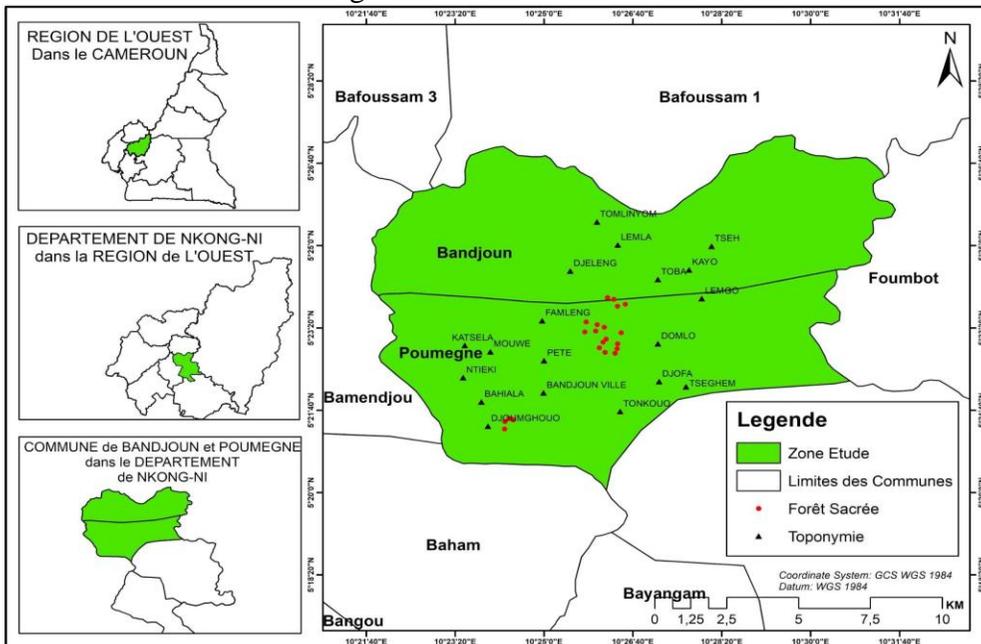


Figure 1 : Localisation des parcelles étudiées (source : DEFFO, Google Earth, 2023)

### Collecte des données

L'échantillonnage aléatoire simple a été adopté pour cette étude. En effet, la position spatiale des relevés a été déterminé au hasard et de façon indépendante dans la forêt sacrée et dans les champs de cultures. L'âge des champs de culture n'a pas été prise en compte dans cette étude étant donné que l'intérêt était porté uniquement sur des ligneux de diamètre supérieur ou égale à 10 cm prise à 1,30 m du sol. Les inventaires ont été réalisés au moyen des relevés de surface sur un total de 23 parcelles de 30 m \* 30 m (Boudet, 1984 ; Ngom *et al.*, 2013 ; Tiokeng *et al.*, 2024) installées de façon à couvrir le maximum de superficie ; soit 10 dans la forêt sacrée et 13 dans les champs. Un GPS a été utilisé pour enregistrer les coordonnées géographiques de chaque parcelle. À l'intérieur des parcelles, tous les individus ayant une circonférence supérieure ou égale à 32 cm, soit un diamètre à hauteur de

poitrine supérieur ou égale à 10 cm ont été comptés. Ces individus ont été mesurés à l'aide d'un ruban métrique. Toute tige bifurquée avant 1,30 m au-dessus du sol était considérée comme une tige secondaire et également comptée. Le diamètre des arbres à contreforts était pris à 30 cm au-dessus de ceux-ci. La hauteur de chaque individu a été mesurée à l'aide d'un clinomètre/boussole de marque SUNTO et après plusieurs répétitions une estimation a été faite pour les autres individus. Certaines espèces ont été identifiées sur place grâce aux fleurs, fruits, couleurs de l'exsudation après entaille de l'écorce et à la présence des contreforts.

Les espèces non identifiées ont été récoltées, pressées et séchées, puis identifier ultérieurement par comparaison avec les échantillons d'Herbiers National du Cameroun et en utilisant le manuel de Letouzey (1985). La nomenclature botanique utilisée est celle du groupe de la classification phylogénétique des angiospermes III (APG III).

### **Analyse des données**

Dans le but de mieux présenter la diversité floristique, un certain nombre d'indices a été choisi pour cette étude. Il s'agit de :

### **Indice de diversité de Shannon**

Il quantifie la diversité spécifique, en tenant compte des proportions de chaque espèce (Shannon, 1948). Plus cet indice atteint des valeurs fortes, plus la diversité est élevée. Une valeur supérieure à 3,5 bits indique une grande diversité floristique (Kent et Cooker, 1992). L'indice de Shannon-Weaver ( $H'$ ) se calcule selon la formule suivante :

$$H' = - \sum_{i=1}^S \frac{N_i}{N} \log_2 \left( \frac{N_i}{N} \right)$$

Dans cette formule,  $H'$  désigne l'indice de diversité de Shannon,

$N_i$  : le nombre d'individus d'une espèce  $i$  avec  $i$  allant de 1 à  $S$  (nombre total d'espèces),

$N$  : le nombre total d'individus de toutes les espèces confondues dans le milieu,

$S$  : la richesse spécifique de la parcelle ou du biotope considéré

Log : le logarithme de base 2.

$H' = 0$  si tous les individus du peuplement sont représentés par une seule et même espèce ; ou encore si dans un peuplement, chaque espèce est représentée par un seul individu ;  $H'$  sera maximal quand tous les individus seront répartis d'une façon égale sur toutes les espèces. Il peut varier entre 0 et 4,5 pour des relevés de faibles tailles.  $H$  est maximal quand tous les

individus sont répartis d'une façon égale entre toutes les espèces (Frontier, 1983).

### Équitabilité de Pielou

$E = \frac{H'}{\log_2(S)}$  ; avec S le nombre total d'espèces présentes dans la parcelle

Encore appelé indice d'équirépartition (Blondel, 1979), L'équitabilité de Pielou exprime la répartition des individus au sein des espèces. Cet indice varie entre 0 et 1. Lorsqu'une espèce constitue la majorité de l'effectif, E tend vers 0. E tend vers 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance.

### Indice de diversité de Simpson

Il mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même espèce (Schlaepfe, 2002) et donne plus d'importance aux espèces dominantes qu'aux espèces rares. Il se calcule à travers la formule  $1 - D = \sum \frac{Ni(Ni-1)}{N(N-1)}$  ; avec Ni : nombre d'individus de l'espèce donnée i, i allant de 1 à s.

L'indice de diversité de Simpson 1-D a été proposé par d'autres chercheurs (Danais, 1982 ; Mendes *et al.*,2008), car selon ces chercheurs, il donne des valeurs « plus intuitives ». Le maximum de diversité est représenté par la valeur 1 et le minimum de diversité par la valeur 0. Tous ces indices de diversité ont été calculés à l'aide du logiciel Past 4.03.

### Richesse spécifique

Elle correspond au nombre total d'espèces dans un échantillon donnée.

### Évaluation de la structure horizontale

Pour apprécier la structure horizontale des peuplements étudiés, les paramètres structuraux suivants ont été calculés.

- Densité des individus

La densité est le nombre d'individus par unité de surface. Elle s'exprime en nombre d'individus/ha et s'obtient par le rapport de l'effectif total des individus dans l'échantillon (N) par la surface échantillonnée (S). Sa formule mathématique est :  $D = \frac{N}{S}$

- Abondance relative des taxons  $Dr = \frac{Ni}{N} \times 100$

Avec Ni l'effectif d'une espèce et N l'effectif total,

- Fréquence  $F_r = \frac{Pi}{p} \times 100$  avec Pi = nombre de relevé où l'espèce i est présente ; p = nombre total de relevé, présentes sur la surface considérée et S est la surface échantillonnée,

- Surface terrière  $St = \sum \frac{\pi D_i^2}{4}$  Avec D le diamètre de chaque individu, St est la surface terrière (m<sup>2</sup>/ha) et D, le diamètre (m).
- Dominance  $Do = \frac{st}{St} \times 100$

La surface terrière correspond à la section transversale d'un d'arbre et permet de mieux visualiser la surface occupée par une espèce ou famille. Avec, St est la surface terrière (m<sup>2</sup>/ha) ; D est le diamètre (m).

L'Indice de valeur d'Importance des espèces l'IVI (Curtis et Macintosh, 1951) est la somme de la fréquence relative, la densité relative et la dominance relative. C'est une expression synthétique et quantifiée de l'importance d'une espèce dans un peuplement. Pour une interprétation plus facile de l'IVI certains auteurs (Lindsey, 1956 ; Labat, 1995 ; NGom *et al.*, 2013) l'ont exprimé en pourcentage (%) en le définissant comme la moyenne arithmétique, pour l'espèce i, de la densité relative (Dr), la fréquence relative (Fr) et la dominance relative (Domr).

$IVI = \frac{Fr + Dr + Dor}{3}$ . Il permet de caractériser l'importance d'une espèce par rapport à l'ensemble des autres espèces au sein d'une végétation (Gueulou *et al.*, 2018).

La répartition des classes de diamètres des ligneux a été inspirée de la méthode de Letouzey (1968). D'après cette approche, les individus enregistrés sont classés par classe de diamètres de manière suivantes : [10-20 cm [ ; [20-50 cm [ ; [50-100 cm [ ;  $\geq 100$  cm. La structure verticale a été appréciée à partir des classes de hauteurs subséquentes : [1-5 [ ; [5-10[ ; [10-15[ ; [15-20 m[ ; [20-25 m[ ;  $\geq 25$  m.

#### • Statut de conservation des espèces

Le statut de chaque espèce a été obtenu à partir du site [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN, 2023). C'est un indicateur essentiel de la santé de la biodiversité mondiale. La connaissance du statut d'une espèce permet de maintenir l'existence de cette espèce, mais aussi de préserver son environnement d'un point de vue plus global.

### Estimation du carbone stocké

L'estimation de la biomasse aérienne (BA) et souterraine (BS) des ligneux s'est fait par la méthode non destructive basée sur les équations allométriques établie par les autres chercheurs dans la zone tropicale. Pour cela, l'équation allométrique de de **Fayolle *et al.* (2013)** a été utilisée pour l'estimation de la biomasse aérienne :  $BA = \rho x e^{(-1,183 + 1,940 \times \ln(D) + 0,239 \times (\ln(D))^2 - 0,0285 \times (\ln(D))^3)}$  ; Avec  $\rho = 0,58$  et D = diamètre des arbres.

La biomasse souterraine a été calculée en utilisant l'équation allométrique de Cairns *et al.* (1997) qui est fonction de la biomasse aérienne :  $BS = e^{(-1,0587+0,8836 \times \ln(BA))}$

**BA** : Biomasse aérienne, **BS** : Biomasse souterraine

La biomasse totale (BT) exprimée en kg MS/ha a été estimée à partir de la formule suivante :  $BT = BA + BS$  ; avec, **BA** = biomasse aérienne et **BS** = biomasse souterraine.

Pour évaluer le stock de carbone dans chacune des forêts, la relation suivante a été utilisée :  $Stock\ C = CF * BT$  ; avec, C = stock de carbone total ; **BT** = biomasse totale et CF = Carbone Fraction (ratio de carbone) dont la valeur par défaut est 0,47 pour toutes espèces confondues (GIEC, 2006). Les quantités de CO<sub>2</sub> absorbé par ces forêts ont été t déduit à partir de la formule :  $CO_2 = C \times 3,67$  ; avec CO<sub>2</sub> = Stock de CO<sub>2</sub> atmosphérique et C = Stock de carbone issu de la biomasse.

## Résultats

### Composition floristique et diversité spécifique

Les inventaires ont permis de recenser 823 individus au total appartenant à 54 espèces cumulées, 40 genres et 28 familles dans les deux peuplements végétaux. Le nombre d'espèces identifiée par utilisations de terre est presque similaire ; soit 54 espèces dans les champs de cultures et 58 espèces dans la forêt sacrée. Parmi les familles recensées, les Moraceae sont les plus diversifiées avec 6 espèces, suivie des Rubiaceae et des Fabaceae avec respectivement 4 espèces. Les densités des individus à l'hectare sont de 451 et 355 individus respectivement dans la forêt sacrée et les champs. La surface terrière est de 66,17 m<sup>2</sup>/ha dans la forêt sacrée et de 47,48 m<sup>2</sup>/ha dans les champs. Les valeurs moyennes de Simpson, de Shannon et Piéluou sont de 0,86±0,03 ; 2,25±0,24 et 0,87±0,04 respectivement dans la forêt sacrée alors que dans les champs, elles sont de 0,78±0,14 ; 2±0,49 et 0,81±0,10 (Tableau 1).

**Tableau 1:** Diversité floristique par parcelle dans la forêt sacrée (FS) et les champs (CH)

Sites inventoriés	1-D	H'	E	
Forêt sacrée	FS1	0,92	2,69	0,91
	FS2	0,87	2,28	0,86
	FS3	0,84	2,25	0,81
	FS4	0,87	2,16	0,94
	FS5	0,89	2,32	0,93
	FS6	0,9	2,47	0,91
	FS7	0,83	2,01	0,87
	FS8	0,87	2,38	0,86
	FS9	0,8	1,83	0,8
	FS10	0,83	2,12	0,83
Moyenne	0,86±0,03	2,25±0,24	0,87±0,04	
CH1	0,78	1,81	0,75	

	CH2	0,36	0,72	0,52
	CH3	0,73	1,67	0,76
	CH4	0,84	2,12	0,88
	CH5	0,8	1,84	0,84
	CH6	0,83	2,3	0,83
Champ	CH7	0,84	2,15	0,86
	CH8	0,88	2,43	0,88
	CH9	0,9	2,5	0,92
	CH10	0,85	2,05	0,89
	CH11	0,87	2,4	0,85
	CH12	0,87	2,42	0,87
	CH13	0,7	1,48	0,76
	Moyenne	0,78±0,14	2±0,49	0,81±0,10

Le t test a été effectué pour comparer les moyens des indices de diversité obtenu dans les deux types de biotope au seuil de 5 %. Les résultats révèlent qu'il n'existe pas une différence significative entre les valeurs de Shannon ( $t=2,08$  ;  $p=0,14$ ), de Piélou ( $t=2,08$  ;  $p=0,13$ ) et de Simpson ( $t=2,08$  ;  $p=0,12$ ).

### Indice de valeur d'importance des espèces (IVI)

Les espèces les plus prépondérantes dans les deux zones sont parfois les mêmes. Le tableau 2 présente 10 espèces ayant une valeur d'IVI supérieur à 10 % dans les deux peuplements. Les espèces *Cola acuminata* et *Persea americana* ont des valeurs d'importance plus élevées ; soit 32,18% et 38,46 % respectivement dans la forêt sacrée et dans les champs. Elles sont suivies de *Canarium schweinfurthii* (28,37%) dans la forêt sacrée et de *Cola acuminata* (38,02%) dans les champs.

**Tableau 2** : Importance relative de 10 espèces ayant des valeurs de l'IVI  $\geq$  10%

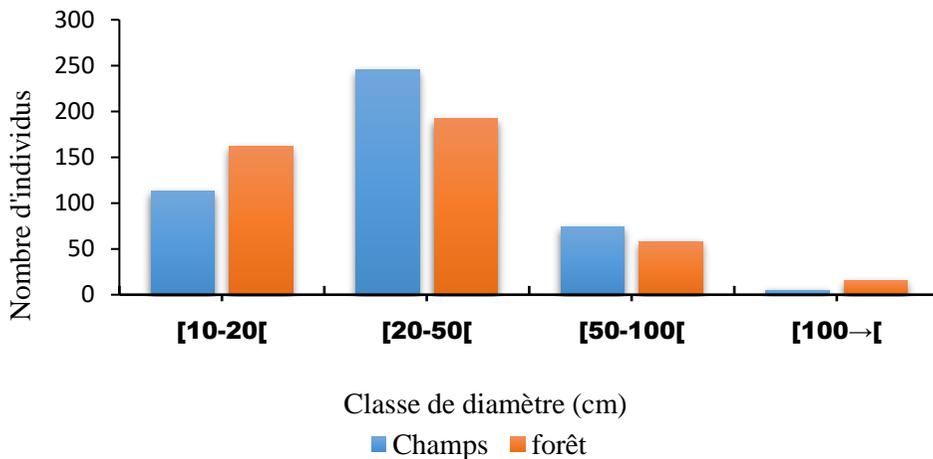
Sites inventoriés	Nom de l'espèce	Fr (%)	Do(%)	D(%)	IVI(%)
Forêt sacrée	<i>Cola acuminata</i> Engl.	69,98	13,47	13,09	32,18
	<i>Canarium schweinfurthii</i> Engl.	69,99	12,16	2,96	28,37
	<i>Persea americana</i> Mill.	70,01	3,36	6,91	26,76
	<i>Polyscias fulva</i> (Hiern) Harms	70,01	0,32	9,38	26,57
	<i>Ficus vogeliana</i> (Miq.) Miq.	70,01	0,57	0,25	23,61
	<i>Ficus exasperata</i> Roxb.	50,01	5,07	10,86	21,98
	<i>Dracaena aborea</i> (Wild.) Link	50	9,84	3,46	21,1
	<i>Pseudospondias microcarpa</i> (A.Rich.) Engl.	50,01	0,71	1,48	17,4
	<i>Ficus chlamydocarpa</i> Mildbr. & Burret	50,01	0,83	0,49	17,11
	<i>Cassia</i> sp	30,01	4,35	1,73	12,03
Champs	<i>Persea americana</i> Mill.	92,29	7,74	15,35	38,46
	<i>Cola acuminata</i> Engl.	76,92	20,59	16,55	38,02
	<i>Markhamia tomentosa</i> (Benth.) K.Schum. ex Engl.	84,61	7,92	16,31	36,28

Champs	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	69,22	9	13,19	30,47
	<i>Dacryodes edulis</i> G.Don	76,93	2,45	4,32	27,9
	<i>Mangifera indica</i> L.	69,24	2,61	2,88	24,91
	<i>Dracaena arborea</i> (Wild.) Link	46,14	8,13	3,84	19,37
	<i>Croton macrostachyus</i> Ensermu	38,47	0,5	1,44	13,47
	<i>Ficus chlamydocarpa</i> Mildbr. & Burret	30,78	2,61	1,2	11,53
	<i>Ficus</i> sp	30,77	2,32	1,2	11,43

**Fr** : Fréquence relative ; **Do** : dominance relative ; **D** : densité relative ; **IVI** : indice de valeur d'importance

### Distribution des individus par classe de diamètre

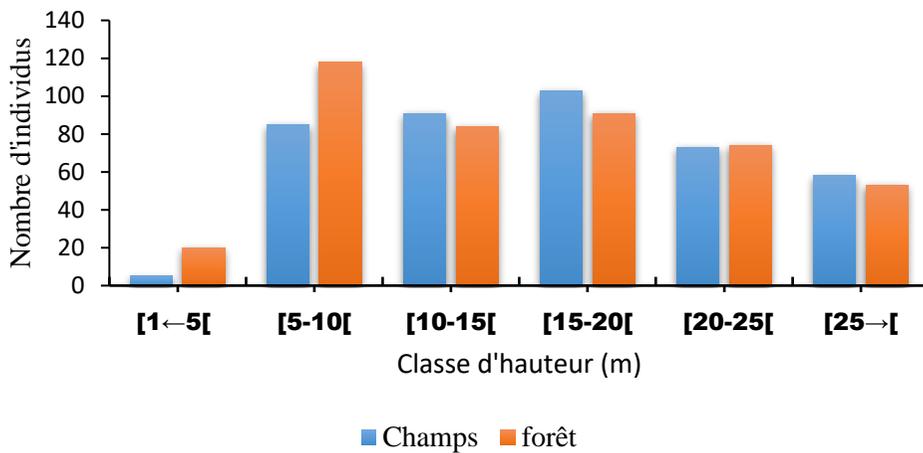
La figure 2 montre la distribution des individus recensés par classes de diamètre. On constate que la distribution a une allure en forme de cloche avec un pic dans la classe de diamètre comprise entre 20 et 50 cm dans les deux écosystèmes. Cette distribution montre un faible effectif des arbres à gros diamètre (15 individus dans la forêt sacrée et 5 individus pour les champs).



**Figure 2** : Histogramme de distribution des individus suivant les classes de diamètre

### Structure verticale des espèces

La répartition du nombre d'individus par classe de hauteur montre la présence des strates similaires dans la forêt sacrée et dans les champs de culture. Il s'agit des strates arbustives, arborescentes inférieure et arborescente moyenne. Cependant, le nombre d'individus par strate diffère d'un site à l'autre avec un pic dans la forêt sacrée notamment au niveau de la classe de hauteur comprise entre 5 et 10 m (Figure 3). De manière générale, la classe de hauteur inférieure à 25 m est dominante dans les deux peuplements.



**Figure 3:** Histogramme de distribution par classe de hauteur des individus recensés dans les deux peuplements

### Statut de conservation des espèces recensées

Le statut de conservation des espèces recensées selon la liste rouge de L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN,2024) révèle que *Schefflera mannii* est une espèce vulnérable. *Coffea arabica* figurent dans la catégorie des espèces en danger (EN).

### Biomasse et Carbone dans les peuplements

Les biomasses et carbone totaux diffèrent d'un peuplement à l'autre ; ainsi, la biomasse totale est de 698,51 t /ha dans la forêt sacrée et de 458,58 t/ha dans les champs. Il en est de même pour les valeurs de carbone qui sont de 328,30 t /ha et de 215,53 t /ha respectivement dans la forêt sacrée et dans les champs culture. Les quantités de CO<sub>2</sub> séquestrée par les deux écosystèmes sont de 1189,15 t /ha dans la forêt sacrée et de 782,52 t /ha dans les champs culture.

L'analyse des valeurs de biomasses, de carbone et de CO<sub>2</sub> par espèce montrent une variation suivant le type de l'espèce. Le tableau 3 présente dix espèces de chaque peuplement renfermant les biomasses les plus élevées. On remarque du tableau 3 que l'espèce *Cola acuminata* renferme les quantités de carbone (44,41 t/ha et 56,75 t/ha) et de CO<sub>2</sub> (162,98 t/ha et 208,27 t/ha) les plus élevées respectivement dans la forêt sacrée et dans les champs. Cette espèce est suivie de *Dracaena arborea* dans les deux peuplements avec 40,37 t/ha de carbone et 148,16 t/ha de CO<sub>2</sub> dans la forêt sacrée ; puis 23,39 t/ha de carbone et 85,84 t/ha de CO<sub>2</sub> dans les champs de culture.

**Tableau 3 :** Biomasses aérienne et souterraines, stock de carbone et quantité de CO<sub>2</sub> de 10 espèces ayant les valeurs les plus élevées dans les deux peuplements. BA =Biomasse aérienne ; BS=Biomasse souterraine ; C= quantité de carbone stockée, CO<sub>2</sub> Dioxyde de Carbone

Sites inventoriés	Espèces	BA (t/ha)	BS (t/ha)	C (t/ha)	CO2 (t/ha)	
Forêt sacrée	<i>Cola acuminata</i> Engl.	76,2	18,28	44,41	162,98	
	<i>Dracaena arborea</i> (Wild.) Link	69,28	16,62	40,37	148,16	
	<i>Canarium schweinfurthii</i> Engl.	58,96	14,15	34,36	126,1	
	<i>Ficus sp</i>	37,04	8,89	21,59	79,24	
	<i>Cassia sp</i>	31,55	7,57	18,39	67,49	
	<i>Ficus exasperata</i> Roxb.	27,46	6,59	16	58,72	
	<i>Maesa lanceolata</i> Forssk.	27,29	6,55	15,9	58,35	
	<i>Markhamia tomentosa</i> (Benth.) K.Schum. ex Engl.	24,73	5,93	8,37	30,72	
	<i>Spathodea campanulata</i> P.Beauv.	14,37	3,44	13,4	49,18	
	<i>Vitex sp</i>	16,47	3,95	9,6	35,23	
	Champs	<i>Cola acuminata</i> Engl.	99,19	23,37	56,75	208,27
		<i>Dracaena arborea</i> (Wild.) Link	40,14	9,63	23,39	85,84
		<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	37,08	8,89	21,61	79,31
		<i>Markhamia tomentosa</i> (Benth.) K. Schum. ex Engl.	32,34	7,76	18,84	69,14
<i>Persea americana</i> Mill.		31,62	7,58	18,43	67,64	
<i>Ficus chlamydocarpa</i> Mildbr. & Burret		13,13	3,15	7,65	28,08	
<i>Mangifera indica</i> L.		12,06	2,89	7,03	25,8	
<i>Ficus sp</i>		11,78	2,87	6,86	25,18	
<i>Vitex doniana</i> Sweet		9,02	2,16	5,26	19,3	
<i>Dacryodes edulis</i> G.Don		8,6	2,06	5,01	18,39	

## Discussion

### Diversité des ligneux et richesse spécifique

La diversité floristique obtenue à travers les indices de diversité dans cette étude bien que faible, selon les valeurs moyennes des indices de Shannon, montre que la variabilité spécifique de la flore ligneuse de la forêt sacrée est similaire à celle des champs de culture. Pourtant on se serait attendu à une phytodiversité plus élevée dans la forêt sacrée, étant donné son caractère « sacré » et aussi le fait qu'elle soit considérée comme un système naturel. La présence d'une grande quantité de ligneux dans les systèmes agraires serait liée à l'intérêt accordé aux arbres par les paysans. En effet, lors de la mise sur pied de leur espace de culture, certains ligneux sont préservés en fonction de leur utilité et d'autres sont pour eux un outil par excellence permettant de mieux organiser leur superficie et marquer les limites de leur foncier. De manière générale, les valeurs d'indice de diversité de Shannon sont

inférieures à 3,5 bits traduisant de ce fait la faible diversité spécifique enregistrée dans ce travail (Kent et Cooker 1992). Les résultats de la présente étude sont proches de ceux de Frederic *et al.* (2018) obtenus dans la forêt sacrée de Batoufam (2,98 bits) et de ceux de Koutchia *et al.* (2013) qui ont trouvé dans les bois sacrés de Agrazounvi, Djèzoum et Winman respectivement 2,31 ; 2,29 et 1, 91 bits. Les travaux de Kengne *et al.* (2024) effectués au Cameroun dans les champs de cultures pluviales du Diamaré ont aussi révélés des résultats similaires (2,9 bits). Les moyennes des indices de Piélou sont élevées et montrent que la physionomie de ce peuplement est déterminée par un nombre d'individu plus ou moins uniformément repartis au sein des espèces recensées (Odum,1976).

La richesse spécifique enregistrée est sensiblement la même dans les deux types d'utilisation des terres (54 espèces et 58 espèces respectivement dans les champs de cultures et la forêt sacrée). Cette ressemblance serait liée au nombre d'espèces considérables qui a été notée surtout au niveau des haies dont traversaient certaines parcelles établies dans les champs de culture ; en effet, la terre étant un facteur de production presque limitant dans la région de l'ouest Cameroun, les arbres marquent les limites des parcelles cultivées par les populations participant ainsi à la protection d'un bon nombre d'espèces. Ce système de conservation des végétaux démontrerait la maîtrise endogène du rôle écologique des arbres par les populations rurales. Le nombre total d'espèces obtenu dans ce travail est supérieur à celui de Kengne *et al.*(2024) issue des champs de cultures pluviales du Diamaré au Cameroun qui est de 42 espèces . Les valeurs trouvées par Dione *et al.*(2020) dans deux systèmes d'utilisation des terres au Sénégal (28 espèces) et de celles de Mwishingo *et al.* (2024) obtenues dans la forêt sacrée de Kaziba en République Démocratique du Congo (20 espèces) sont également inférieurs aux valeurs de la présente étude. Toutefois, ils sont similaires à la valeur de Bayé-Niwah *et al.* (2020) qui est de 51 espèces observées dans les champs de case périphériques de la réserve de Kalfou et de Tiokeng *et al.* (2024) dans les forêts sacrées de Banganté qui est de 57 espèces. Dans les agrosystèmes traditionnels des Monts Mandara à l'Extrême-Nord Cameroun, Todou *et al.* (2022) ont enregistré un nombre plus élevé d'espèces (67 espèces). Toutes ces différences observées au niveau de la richesse spécifique pourraient aussi être attribuées aux différents éléments caractérisant le climat de chaque zone d'étude notamment le degré de précipitation, la nature physico-chimique du sol et la situation topographique qui font partie des facteurs qui définissent la composition floristique d'un site.

La présence des espèces les plus prépondérantes sur le plan écologique dans les deux types d'utilisation des terres à l'instar de *Cola acuminata* dans les deux cas, de *Canarium schweinfurthii* et *Persea americana* respectivement dans la forêt sacrée et dans les champs de cultures traduirait le fait qu'elles

soient des espèces produisant des fruits qui sont d'un intérêt socio-économique très important pour les populations de la région de l'Ouest.

### **Paramètres structuraux**

La densité des individus est de 501,11 individus /ha et 303,41 individus /ha respectivement dans la forêt sacrée et les champs de cultures. Ces valeurs sont dans le sillage régulièrement obtenue dans certaines forêts sacrées de l'Ouest Cameroun (Frédéric *et al.*, 2018 ; Tiokeng *et al.*, 2023 ; 2024). Par contre, les chiffres obtenus dans cette étude sont supérieurs à ceux de Kengne *et al.* (2024) qui ont trouvé 77 individu /ha dans les champs de cultures pluviales du Diamaré, de Tchobsala *et al.* (2016) qui ont repéré 84 arbres/ha dans les champs de la falaise de Ngaoundéré au Cameroun et de Ali *et al.* (2014) dans les forêts sacrées du Sud-Est du Bénin (103 individus/ha). Tous ces dissimilitudes de densité seraient typiques aux caractéristiques écologiques de chaque individu et à la manière dont ces individus sont gérés. En effet, dans certaines zones, seules les espèces d'arbres à usages multiples, capables de résister aux perturbations anthropiques et climatiques sont préservées dans les champs de culture ; ce qui influence la composition floristique de ces différents sites, réduisant ainsi leur capacité à préserver la flore du milieu (Kengne *et al.*, 2024 ; Yaméogo *et al.* ,2020).

La surface terrière enregistrée dans la forêt sacrée est de 66,17 m<sup>2</sup>/ha et celui des champs de culture est de 47,48 m<sup>2</sup>/ha. Cette différence de chiffre pourrait s'expliquer par la grosseur du diamètre et même la densité des espèces qui varient beaucoup suivant les individus et le milieu dans lequel se développe chaque espèce. Les résultats de la présente étude sont proches de ceux obtenus au Cameroun par Tiokeng *et al.* (2020) qui ont enregistré une surface terrière de 45,85 m<sup>2</sup>/ha dans la forêt sacrée de Mbing-Mekoup au Cameroun et de Tiokeng *et al.* (2024) dans les forêts sacrées de Balengou et de Bangangté qui sont de 53,28 m<sup>2</sup>/ha et 42,19 m<sup>2</sup>/ha respectivement. Par contre, ces valeurs sont supérieures à ceux de Noumi (2012) qui a obtenu une surface terrière de 90,37 m<sup>2</sup>/ha dans les villages Batoufam mais inférieures aux valeurs de Kengne *et al.* (2024) qui est de 20,39 m<sup>2</sup>/ha dans les champs de cultures pluviales du Diamaré.

La distribution des individus en classe de diamètre dans les deux écosystèmes présente une allure en forme de cloche. On peut penser que ces deux peuplements sont de plus en plus soumis à l'action humaine ; ce qui engendre un déséquilibre au niveau de la croissance des jeunes individus. Selon Herman et Tappan (2013), la prépondérance des jeunes individus appartenant à la classe de diamètre compris entre 20cm et 50cm dans un peuplement pourrait consolider l'idée de la régénération naturelle après une action anthropique. Cette structure a été observée dans les forêts sacrées du Mont Okou et de Kouohap dans le village Batoufam (Noumi, 2012 ; Noumi

et Tiam, 2016) ; puis par Kengne *et al.* (2024) dans les champs pluviaux de Diamaré. Par contre, elle est différente de celle trouvée par Dione *et al.* (2020) dans deux systèmes d'utilisation des terres dans la région de Kaffrine au Sénégal.

La distribution des arbres par classe de hauteur à montrer une allure semblable à celle des classes de diamètre donc en forme de cloche bimodale, traduisant une dominance des individus de moyenne classe de hauteur. Cette forme de distribution caractérise les peuplements équiennes (âges voisins et réguliers) marqués par des arbres de diamètres peu différents ayant tous des âges voisins. Ainsi, on assiste à une meilleure représentation des classes intermédiaires par rapport aux classes extrêmes ; ce qui fait penser à un milieu qui est en pleine reconstitution (Silué *et al.*,2021 ; 2023).

### **Stocks de carbone séquestrés dans les deux types d'utilisation des terres**

Les résultats de cette étude révèlent des valeurs de stock de carbone de 328,30 t /ha et de 215,53 t /ha respectivement dans la forêt sacrée et dans les champs de culture. Les différences au niveau des quantités de carbone pourraient être attribuées aux variations des paramètres tels que les densités spécifiques, la taille des individus et la densité du bois de chaque espèce présente dans ces milieux. En effet, plus ces variables sont élevées, plus on assiste à une augmentation de la biomasse végétale et par conséquent du carbone séquestré. Les quantités de stock de carbones obtenus dans la présente étude sont largement supérieure à celle de Kemeuze *et al.* (2015) dans les forêts sacrées des Monts Mandara au Cameroun qui ont trouvés 150 t /ha ; puis de celles de Boukeng *et al.*(2023), variant entre 27-32 t/ha, dans les systèmes agroforestiers de la zone soudano-sahélienne du Cameroun . Par contre, ces quantités de carbone sont inférieures à 2216 t/ha enregistrées dans les bois sacrés de la chaîne de Lama-Kouméa par Kankpénangue *et al.* (2023) au Nord du Togo. De manière générale, les dissimilitudes notées seraient dues aux types d'équation choisis et aux facteurs climatiques qui déterminent la nature et la qualité de la flore. La diversité des dispositifs d'échantillonnage pourrait aussi avoir une influence sur les quantités de carbones obtenues dans la présente étude.

### **Conclusion**

Cette étude effectuée dans deux types d'utilisations des terres (forêt sacrée - champs de culture) à Bandjoun montre une faible richesse spécifique dans les deux peuplements. Les quantités de carbone enregistrées sont assez considérables montrant le rôle écologique joué par ces écosystèmes dans la lutte contre les variations du climat. La distribution des individus par classe de diamètre est semblable à celle des classes de hauteur montrant l'allure d'un peuplement marqué par des arbres de diamètres peu différents ayant tous des

âges voisins et de plus en plus soumis à l'action anthropique. Les espèces de plante à valeur économiques sont les plus prépondérantes dans ces peuplements. Parmi les espèces recensées, *Schefflera arboricola* et *Coffea arabica* figurent dans les catégories des espèces dites respectivement Vulnérable et en danger. Les résultats de cette étude pourraient constituer une base pour une stratégie de promotion des agrosystèmes comme les champs de culture de la région de l'Ouest Cameroun lors de la mise en œuvre du processus REDD+.

### **Remerciement**

Nous remercions le chef du village Bandjoun pour avoir accordé la réalisation de ce travail dans sa forêt sacrée. Il a facilité la collecte des données en mettant à notre disposition certains de ses collaborateurs. Nous disons aussi merci aux populations du village Bandjoun pour l'accueil et leur franche collaboration pendant notre séjour.

**Conflit d'intérêts :** Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

**Disponibilité des données :** Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

**Déclaration de financement :** Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

### **References:**

1. Ali, R KF., Odjoubere, J, Tente, AB et Sinsin, AB.\_\_(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.
2. Amadou, LB. (2021). Estimation du potentiel de séquestration du carbone à l'aide des modèles d'équations allométriques multi-espèces : application aux phytocénoses de la guinée forestière. Sciences de l'environnement. Thèse d'Université Gamal Abdel Nasser de Conakry (Guinée). 127p.
3. Angelsen, A., Brockhaus, M, Sunderlin, WD et Verchot, LV. (2013). Analyse de la REDD+ : les enjeux et les choix. Bogor, Indonésie ,CIFOR.
4. Angiosperm Phylogeny Group (APG III). (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *In Botanical Journal of the Linnean Society*. 161(2):105-121. Available: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x>.

5. Badiane, M., Camara B, Ngom, D et Diédhiou, MAA. (2019). Communautaire agroforestiers Perception des traditionnels parcs à *Faidherbia albida* (Del.) Chev. En Basse Casamance, Sénégal. *Afrique Science* 15 (1) : 214-226. ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.net>
6. Bayé-Niwah, C., Kosso, H, Souare K et Todou G. (2020). Diversité et structure des ligneux des agrosystèmes autour d'une aire protégée : cas des champs de case périphériques de la réserve de Kalfou (Cameroun) ». *Cameroon Journal of Biological and Biochemical Sciences*, 28 (2) : 86-104.
7. Boukeng, DJE., Avana, TM, Zapfack, L, Desrochers, A, Dzo, MGI et Banoho, k LPR, Khasa, D. (2023). Stocks de carbone des systèmes agroforestiers de la zone soudano-sahélienne du Cameroun, Afrique centrale. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 27(1) : 19-30 DOI: 10.25518/1780-4507.20143
8. Brown, S., Gillespie, AJR et Lugo, AE. (1989). Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Science* 35(4):881-902 DOI: 10.1093/forestscience/35.4.881
9. Chave, J., Condit, R, Aguilar, S, Hernandez, A, Lao, S et Perez, R. (2004). Propagation des erreurs et mise à l'échelle pour les estimations de la biomasse des forêts tropicales. *Philos Trans R Soc. Lond B Biol Sci* 359(1443), 409-420.
10. Chave, J., Andalo, C, Brown, S, Cains, MA, Chambers, JQ, Eamus, D, Folster, H, Fromard, F, Higuchi, N, Kira, T, Lescure, JP, Nelson, BW, Ogawa, H, Puig, H, Riéra, B et Yamakura, T. (2005). Allométrie des arbres et amélioration de l'estimation des stocks et bilans de carbone dans les forêts tropicales. *Oecologia*, 145(1), 87-99.
11. CIFORD (Centre d'Information, de Formation et de Recherche pour le Développement). (2011). Plans communaux de développement de Pete Bandjoun.
12. Curtis, JT. and McIntosh, RP. (1951). An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. *Ecology*, 32 (3) 476-496 <http://www.jstor.org/stable/1931725>
13. Danais, M. (1982). La diversité en Ecologie : analyse bibliographique. *Rhedonica*, 17 : 77-104.
14. De Wasseige, C., Flynn J, Louppe, D, Hiol Hiol, F and Mayaux, Ph. (2014). The forests of the Congo Basin: State of the Forest 2013. Weyrich. Belgium. 328p. ISBN : 978-2-87489-299-8
15. Dione, A., Ngom, S, Sarr, O, Diallo, A et Guissé, A. (2020). Caractéristiques du peuplement ligneux de deux systèmes d'utilisation des terres dans la région de Kaffrine au Sénégal. *Revue d'élevage et de*

- médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 2020, 73 (3) : 221-229, DOI: 10.19182/remvt.36315
16. Dongfack, TE., Kongnso, M, Bekono, A, Yotchou, MAE. (2024). Étude comparative des paramètres structuraux des forêts sacrées de la région de l'ouest-Cameroun : cas du département de la Menoua. *Geotrope*, 1 :94-106, ISSN 1817-5589
  17. Duveiller, G., Defourny, P, Desclee, B et Mayaux, P. (2008). Deforestation in Central Africa: Estimate at regional, national and landscapes levels by advanced processing of systematically distributed Landsat extracts. *Remote Sensing of Environment* 112(5): 1969-1981.
  18. FAO (2024). Résumé de La Situation des forêts du monde 2024 – Innovations dans le secteur forestier pour un avenir plus durable. Rome. <https://doi.org/10.4060/cd1212fr>
  19. Fayolle, A., Doucet, JL, Gillet, JF, Bourlant. N, Lejeune, P. (2013). Tree allometry in Central Africa: Testing the validity of pantropical multi-species allometric equations for estimating biomass and carbon stocks. *Forest Ecology and Management* 305 : 29-37.
  20. Fayolle, A., Loubota-Panzou, GJ, Drouet, T, Swaine, MD, Bauwens, S, Vlmnckx, J, Biwole. A, Lejeune, P, Doucet, JL. (2016). Taller trees, denser stands and greater biomass in semi-deciduous than in evergreen lowland central African forests. *Forest Ecology and Management*, 374: 42-50.
  21. Fournier, A., et Millogo-Rasolodimby, J. (2007). Une végétation menacée ou modelée par les hommes ? IRD Éditions, collection Colloques et séminaires Paris, p 63-156 , 2007. ISSN : 0767-2896 ISBN : 978-2-7099-1634-9,
  22. Frédéric, C., Tchatchouang, L, Djomo, CC, Tajeukem, VC, Djibrilla, P and Happi, JY. (2018). Studies on Diversity, Structure and Carbon Stocks from Three Pools in the Kouoghap Sacred Forest, Hedgerows and Eucalyptus Plantations in the Batoufam Locality , West Cameroon. *Applied Ecology and Environmental Sciences* 6(4): 160-169.
  23. Frontier, S. (1983) L'échantillonnage de la diversité spécifique. In Stratégie d'échantillonnage en écologie, *Frontier et Masson édit.*, Paris (Coll. D'écologie), XVIII + 494 p.
  24. GIEC (2006). Guide pour l'inventaire national des gaz à effet de serre ; agriculture, foresterie et autre usage des terres. Institute for Global Environmental Strategies, *Japon* 4 : 46-52.
  25. GIEC (2007). Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

- [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A., Genève, Suisse, 103 p.
26. Gueulou N, Ouattara ND, Konan D, Gnahoré E, Missa K, Bakayoko A. (2018). Diversité floristique et structurale de la forêt galerie du Bandama dans la Réserve Scientifique de Lamto en Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 14(4): 452-439. <http://www.afriquescience.net>
  27. Herrmann, S. and Tappan, G. (2013). Vegetation impoverishment despite greening: A case study from central Senegal. *Journal of Arid Environments* 90, 55–66.
  28. Hounto, G., Tente, B, Yabi, F, et Yabi, I. (2016). Diversité et connaissance ethnobotanique des espèces végétales de la forêt sacrée de Badjamè et zones connexes au sud-ouest du Bénin. *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement Du Bassin Du Congo-RIFFEAC*, 7, 28–36.
  29. Ismaila, C., Hassanatou, D, Mamadou, O et Mayecor, D. (2021) Caractéristiques et stock de carbone de la végétation ligneuse des systèmes d'utilisation des terres de la commune de Combacara (Kolda, Sénégal). Mémoire de Master en Aménagement de Gestion Durable des Écosystèmes Forestiers et Agroforestiers. Université Assane Seck Ziguinchor. 55P.
  30. Kankpénangue, S., Abalo, A. et Tatongueba, S. (2023). Potentiel de séquestration de carbone des bois sacrés de la chaîne de Lama-Kouméa au Nord du Togo Carbon sequestration potential of sacred groves of Lama-Kouméa chain in North- Togo. *Revue Ecosystèmes et Paysages*, 2023, 3(2) : 1–14 e-ISSN (Online) : 2790-3230 DOI : <https://doi.org/10.59384/recopays.tg3212>
  31. Kemeuze, VA., Mapongmetsem, PM, Sonwa, DJ, Fongnzossie, E, Nkongmeneck, BA. (2015). Plant diversity and carbon stock in sacred groves of semi-arid areas of cameroon: case study of Mandara mountains. *International Journal of Environment*. 4(2) : 308-318 ISSN 2091-2854
  32. Kengne, OC., Ibrahima, SW, Mana, D, Woukoue, TBJ, Nazifatou, S, Munting, TD, Tchobsala et Zapfack, L. (2024). Caractérisation écologique et gestion des peuplements arborés des agrosystèmes périurbains : cas des champs de cultures pluviales du Diamaré, Extrême-Nord Cameroun. *Journal of Animal & Plant Sciences*.61(3): 11277 -11303 <https://doi.org/10.35759/JAnmPlSci.v61-3.1>
  33. Kent, M. and Coker, P. (2003). *Vegetation Description and Analysis - a Practical Approach*. John Wiley & Son Eds: UK; 354p. + Annexes.
  34. Kokou, K and Sokpon, N. (2006). Les Forêts sacrées du couloir du Dahomey. *Bois et forêts des tropiques* 288 (2) :15-23.

35. Kokou, K. et Kokuster, A. (2010). Des forêts sacrées, dans la région du littoral très anthropisée du sud Togo, dans Forêts sacrées et sanctuaires boisés des créations culturelles et biologiques (BurkinaFaso, Togo, Bénin) Edition *Karthala*, pp.280, 2010. ([halshs-00467806](https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00467806)).
36. Kokou, K., Adjossou, K et Hamberger, K. (2005). Les forêts sacrées de l'aire Ouatchi au Sud-est du Togo et les contraintes actuelles des modes de gestion locale des ressources forestières. *La revue en sciences de l'environnement*. 6, 10 p.
37. Kokou, K., Caballé, G, Akpagana, K. (2002). Analyse floristique des îlots forestiers du sud du Togo. *Acta Botanica Gallica* 146, 139-144.
38. Koutchika, RI, Chougourou DC, Agbani, OP, Sinsin, B. (2013). Étude de la diversité floristique par strates de quelques bois sacrés du Benin. *Journal of Applied Biosciences* 69:5429 – 5436 t [www.m.elewa.org](http://www.m.elewa.org) on 30th September 2013. <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v69i0.95068>
39. Labat, JN. (1995). Végétation du nord-ouest du Michoacan Mexique. Instituto de Ecologia A. C., 401p, première Edition ISSN 0188-5170
40. Letouzey, R. (1968). Etude phytogéographique du Cameroun. Le chevalier. Paris, 511p.
41. Letouzey R (1985). Notice de la carte Phytogéographique du Cameroun au 1/500000. IRA Yaoundé, Inst. Cart. Intern. Végétation, Toulouse. 240 p.
42. Lewin, G. (2019). Drôle d'histoire de médicaments d'origine naturelle de A comme Artémisinine à Z comme Ziconotide .BoD- Books on Demand.284p.
43. Limoges, B., Gratton, L and Kasisi, R. (2013). Terminologie relative à la conservation de la biodiversité in situ. *Le Naturaliste canadien*, 137(2), 21-27.
44. Lindsey, AA. (1956). Sampling method and community attributes in forest ecology. *Forest Science*: 2:287-296
45. Makemteu, J et Noumi, E. (2022). La forêt sacrée Kouoghap de Batoufam : un exemple de la conservation de la biodiversité. *Editions Universitaires Européennes*. ISBN 13 : 978-620-3-43993-9
46. Mendes, LR., Evangelista, Sidinei, MT, Angelo, A A, and Luiz, C GRS. (2008). A unified index to measure ecological diversity and species rarity. *Ecography* 31: 450-456, doi: 10.1111/j.2008.0906-7590.05469.x
47. Mwishingo, EM., Mukotanyi, MS, Kahindo, WD, Lifoli, Bofate, LN, Kitembo, MJ, Mambo, H, Mulenda, MF, Mwanga, MI, Shamamba, BD, Zihalirwa, BA. (2024). Diversité floristique ligneuse et contraintes de gestion des forêts sacrées dans la Chefferie de Kaziba, Sud – Kivu, République Démocratique du Congo. *Revue Ecosystèmes*

- et Paysages*, 2024, 4 (2) : 1-12 ISSN Online: 2790-3230<https://doi.org/10.59384/recopays.tg4218>
48. Nasi, R., Billand A. and Van Vliet N. (2011). Empty forests, empty stomachs : bushmeat and livelihoods in Congo and Amazon Basins. *International Forestry Review*. p. 355-368.
  49. Ngom, D., Fall, T, Sarr, O, Diatta, S, et Akpo, LE. 2013. Caractéristiques écologiques du peuplement ligneux de la réserve de biosphère du Ferlo (Nord Sénégal). *Journal of Applied Biosciences*, 66:5008 – 5023. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v65i0.89644>
  50. Noumi, E and Tiam, TAG. (2016). Floristic Inventory of Woody Species of the Oku Sacred Forest in the North-West Cameroon, Theoretical and Philosophical Approach. *International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology* 3(1): 66-91.
  51. Noumi, E. (2012). Ligneous flora diversity of a submountain forest of west Cameroon; the Kouoghap sacred forest of the village Batoufam. *Journal of Ecology and the Natural Environment* 4(1) :8-28.
  52. Salpateur, M. (2010). Espaces politiques, espaces rituels : les bois sacrés de l'Ouest-Cameroun. *Autrepart* , 55 :19-38
  53. Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *The Bell System Technical Journal*, 27: 379–423
  54. Schlaepfer, R. (2002) Analyse de la dynamique du paysage. Fiche d'enseignement 4.2, Laboratoire de Gestion des Ecosystèmes, Ecole Polytechnique de Lausanne, Suisse, 10 p.
  55. Silué, AP., Soro D, Koffi, BA et Yao, KA. (2023). Structure de la végétation et potentiel de séquestration du carbone de la Réserve forestière de l'Université Peleforo Gon Coulibaly de Korhogo (nord de la Côte d'Ivoire). *Vertigo-Revue électronique en sciences del'environnement*. DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.40569><https://doi.org/10.4000/vertigo.40569>, consulté le 30 janvier 2025
  56. Silué, PA., Koffi, AD, Kouassi, KE et Kouakou, AAM. (2021), Espace Boisé de l'Écoferme de Lokoli (Sinématiali, nord de la Côte d'Ivoire) : un cas de compensation écologique, *International Journal of Advanced Research*, 9( 9) : 466-473.
  57. Tankou, MC., Geert, R, Hans, H, de Iongh and Persoon G. (2013). Variation in plant biodiversity across sacred groves and fallows in Western Highlands of Cameroon. *African journal of Ecology*. 1-10.
  58. Tchobsala, Ibrahima, A, Dongock , ND and Nyasiri, J.(2016). The impact of anthropisation on the floristic composition, the structure and ecological characterization of the Ngaoundéré cliff, *Cameroon. Global Journal of Science Frontier Research*, 16 (3): 15-34.

59. Topa, G., Karsenty, A., Megevand, C. et Debroux, L. (2010). Forêts tropicales humides du Cameroun : une décennie de réforme. Banque mondiale, Washington, D.C. 232 pages.
60. Tiokeng, B., Gatchou, KDD, Dong, EAB, Kenne, TL, Nguetsop, VF and Mapongmetsem, PM. (2024). Floristic Diversity and Carbon Stock of Woody Stands in Some Sacred Forests in the West Cameroon Region. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*, 25(2):42-52
61. Tiokeng, B., Matane, K., Tsobou, R, Anguessin, B, Kene, TL and Mapongmetsem , PM. (2023). Characterization and Carbon Sequestration Potential of Sacred Forests in the Western Highlands Cameroon. *Journal of Global Ecology and Enviroment*, 19(4):52-66
62. Tiokeng, B., Ngougni, ML, Nguetsop, VF, Momo, SMC et Zapfack, L.(2020). Les Forêts Sacrées Dans Les Hautes Terres De l'Ouest Cameroun : Intérêt Dans La Conservation De La Biodiversité. *European Scientific Journal*, 16 (36) 235-256 <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n36p234>
63. Todou, G., Kamblaba, P, Nnanga, JF, Djosebe, A.(2022). Diversity and floristic composition of woody plants in traditional agrosystems of sudano sahelian zone of Cameroon: case of Meri in the Mandara Mountains. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 116 (2) : 69 85
64. Yaméogo, JT., Ouattara, RYS, Tankoano, B, Hien, M et Ouoba P. (2020). Flore, structure et état sanitaire des peuplements ligneux des parcs agroforestiers des forêts de Dindéresso et de Kuinima à l'ouest du Burkina Faso. *European Scientific Journal*, 16 (40), 48-70.