

## Analyse floristique et potentiel de séquestration des plantations à *Anacardium occidentale* L. dans les départements de la Pendé et de la Nya, Province du Logone oriental, Tchad

Jeanne Flore NNANGA\*, Serge Lambey BAKOR et SQUARE KONSALA

Université de Maroua, Faculté des Sciences, Laboratoire de Botanique-Ecologie, BP 814 Maroua, Cameroun

(Reçu le 23 Juin 2023 ; Accepté le 08 Août 2023)

\* Correspondance, courriel : [jnnangaflore@yahoo.com](mailto:jnnangaflore@yahoo.com)

### Résumé

La présente étude évalue le potentiel de séquestration des peuplements de *Anacardium occidentale* L., afin de faciliter l'accès des producteurs au marché des crédits carbone. Pour cela, un inventaire systématique des ligneux a été effectué dans dix-huit (18) plantations, réparties dans seize (16) villages des départements de la Pendé et de la Nya. Des placettes de forme carrée de 1600 m<sup>2</sup> (40 m × 40 m) chacune (54 placettes au total), ont été délimitées pour le comptage des ligneux de circonférence ≥ 25 cm. Les résultats montrent que 1424 ligneux répartis, en trente et un (31) espèces et douze (12) familles ont été dénombrés. Les plantations d'anacardier dans la Pendé sont caractérisées par une densité supérieure à celles de la Nya (99 ± 7,87 d'arbres/ha et 77 ± 14 d'arbres/ha respectivement). Les jeunes plantations sont caractérisées par un fort peuplement, mais les valeurs des indices de diversité montrent une importante diversité floristique dans les plantations plus âgées. Les plantations âgées de moins de dix (10) ans dans la Pendé et dans la Nya ont respectivement un stock de CO<sub>2</sub> de 13,54 t/ha et 11,70 t/ha avec des valeurs économiques de 61 471,6 FCFA et 57 798 FCFA. Ces valeurs sont plus élevées dans les plantations âgées de plus de quinze (15) ans, soit 84,01 t/ha avec 415 454 FCFA (Pendé) et 67,49 t/ha avec 333 400 FCFA (Nya). Ces agrosystèmes sont reconnus pour leur forte capacité de stockage de carbone et pourraient offrir une opportunité de bénéfices financiers en cas de paiements des services environnementaux. Ces travaux rentrent dans la lutte contre le changement climatique en valorisant l'espèce étudiée qui est une espèce multiusage et très importante pour les populations riveraines.

**Mots-clés :** *Anacardium occidentale*, diversité floristique, séquestration de carbone, zone soudanienne.

### Abstract

**Floristic analysis and sequestration potential of *Anacardium occidentale* L. plantations in Pende and Nya departments, Province of Logone Oriental, Chad**

This study evaluates the sequestration potential of *Anacardium occidentale* L. stands, in order to facilitate producers' access to the carbon credit market. To this end, a systematic inventory of woody species was carried out in eighteen (18) plantations, located in sixteen (16) villages in the departments of Pendé and Nya. Square plots of 1,600 m<sup>2</sup> (40 m × 40 m) each (54 plots in total), were delimited for the counting of ligneous trees with circumference ≥ 25 cm. The results show that 1,424 woody plants were counted, divided into

thirty-one (31) species and twelve (12) families. Cashew plantations in Pendé are characterized by a higher density than those in Nya ( $99 \pm 7.87$  trees/ha and  $77 \pm 14$  trees/ha respectively). Young plantations are characterized by a high stand density, but diversity index values show a high floristic diversity in older plantations. Plantations less than ten (10) years old in Pendé and Nya respectively have a CO<sub>2</sub> stock of 13.54 t/ha and 11.70 t/ha, with economic values of 61,471.6 FCFA and 57,798 FCFA. These values are higher in plantations over fifteen (15) years old, such as 84.01 t/ha with 415,454 FCFA (Pendé) and 67.49 t/ha with 333,400 FCFA (Nya). These agrosystems are recognized for their high carbon storage capacity and could offer an opportunity for financial benefits in the event of payments for environmental services. This work is part of the fight against climate change, by enhancing the value of the species studied, which is multi-purpose and very important for local populations.

**Keywords :** *Anacardium occidentale*, floristic diversity, carbon sequestration, sudanian zone.

## 1. Introduction

Les forêts tropicales jouent un rôle important dans la régulation du climat et la conservation de la biodiversité [1]. Elles constituent de grands réservoirs de diversité biologique et abritent environ plus de 75 % des espèces terrestres qui sont malheureusement très menacées [2]. Ces forêts sont de plus en plus dégradées dans le monde, soit sept (7) millions d'ha de forêts qui sont perdues, pour la plupart convertis en quelques cinq (5) millions d'ha de terres agricoles [3]. Cette dégradation se caractérise par une diminution importante des formations végétales et une réduction considérable des ressources ligneuses (bois de feu, bois de service). Les savanes africaines constituaient un endroit où la vie était relativement facile. Elles regorgeaient de ressources floristiques et fauniques importantes, or, sous l'effet conjugué des changements climatiques, de la croissance démographique et des activités anthropiques, elles connaissent aujourd'hui une profonde mutation [4]. Cette nécessité de préserver ce qui reste des forêts, des espaces et des espèces en voie de disparition suppose pour les acteurs de faire preuve de prudence mais aussi d'efficacité dans les différentes actions [5]. Dans l'optique de définir une politique climatique mondiale, des estimations fiables des stocks de carbone dans les écosystèmes forestiers sont nécessaires. La biodiversité terrestre est concentrée en majorité dans des zones refuges telles que les aires protégées qui n'occupent que 5% de la couverture végétale. Cette nécessité de préserver ce qui reste des forêts, des espaces et des espèces en voie de disparition suppose pour les acteurs, de faire preuve de prudence, mais aussi d'efficacité dans les différentes actions [6]. Dans l'optique de définir une politique climatique mondiale, des estimations fiables des stocks de carbone dans les écosystèmes forestiers sont nécessaires. Dans ce contexte, l'agroforesterie est aujourd'hui perçue comme une option d'utilisation des terres pouvant contribuer à résoudre certaines menaces pesant sur l'environnement ; en particulier dans les pays tropicaux où la destruction des forêts est un enjeu majeur [7]. En matière d'environnement, ces systèmes offrent une gamme de services tels que la conservation de la biodiversité et des sols, le maintien de la fertilité des sols et la séquestration du carbone [8]. En Afrique centrale et occidentale, de nombreuses études réalisées ont démontré que les systèmes agroforestiers participaient, non seulement à la préservation de la biodiversité, mais aussi à la diversification des sources de revenus tirées des plantations agroforestières et donc permettant de faire face à l'instabilité des prix sur les marchés internationaux [9]. Le Tchad est parmi les pays les plus vulnérables au changement climatique, en raison d'une combinaison de pauvreté élevée, de conflits fréquents, de systèmes de gouvernance faibles, à laquelle s'ajoutent les risques de sécheresse et d'inondations ; cela fait que le pays lutte notamment pour faire face aux conséquences du changement climatique [10]. Les populations tchadiennes, pour la plupart rurales, exploitent les ressources végétales spontanées pour assurer leur sécurité alimentaire et sanitaire. Certaines espèces non cultivées ne bénéficient d'aucune protection, surtout lorsqu'elles se trouvent hors des

aires protégées [11]. Ces espèces subissent une forte pression qui engendre une déforestation intense et prive les populations locales d'importantes sources de subsistance et de revenus. Dans la Province du Logone oriental, la dégradation de l'environnement et les contraintes climatiques accroissent la vulnérabilité des personnes et les crises humanitaires cycliques déracinent les populations vers des endroits précaires [12]. Dans cette province, on note une exploitation du pétrole en pleine région de savane, avec ses conséquences que sont l'afflux massif des populations en quête de travail, l'expropriation des terres cultivables pour les besoins d'infrastructures nécessaires pour cette exploitation et la gestion des retombées de ce projet au niveau régional [13]. *Anacardium occidentale* L., réputé pour sa grande rusticité, peut pousser dans des conditions climatiques très sévères. Cette espèce est devenue une spéculation à laquelle s'adonnent la plupart des pays d'Afrique subsaharienne [14]. La présence des plantations d'anacardiers dans les exploitations agricoles contribue à la réduction du taux de CO<sub>2</sub> atmosphérique et favorise un environnement sain et propice pour le développement humain [15]. Au Tchad, on constate un manque de connaissances scientifiques suffisantes sur la contribution des fruitiers dans l'atténuation des effets des changements climatiques, ainsi que l'impact de son exploitation sur la dynamique de la population. Face à la pression croissante des populations sur ces ressources naturelles, il est aujourd'hui important de déterminer son potentiel, ainsi que ses valeurs écosystémiques, afin de contribuer aux stratégies de gestion durable des ressources. L'objectif de cette étude est de caractériser les peuplements d'anacardiers et évaluer leurs potentiels de séquestration afin de faciliter l'accès des producteurs au marché des crédits carbone. Plus spécifiquement, il s'agit d'évaluer la composition et la structure de la flore dans les peuplements d'anacardiers de la zone d'étude, d'estimer les stocks de carbone des anacardiers des différents âges et d'évaluer leur potentiel de séquestration.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Présentation de la zone d'étude

La Province du Logone Oriental, dont le chef-lieu est Doba, est située entre le 8° 15' 0" Nord et 16° 25' 12" Est. Elle s'étend sur une superficie de 130 000 km<sup>2</sup> avec une densité de 33 hab/km<sup>2</sup> [16]. Les études ont été menées plus précisément dans les départements de la Pendé (8° 51' 0" N et 16° 49' 0" E) et de la Nya (8° 34' 0" N et 16° 33' 0" E) (*Figure 1*). Le climat est de type tropical subhumide, situé dans la zone soudanienne avec 800 à 1 200 mm de pluies par an. Ces conditions font du Logone Oriental une zone favorable aux activités agropastorales, avec une température moyenne de 28.9°C. En fonction des conditions climatiques et édaphiques, on distingue trois sortes de formations végétales dans le Logone oriental : la savane boisée forestière dense, la savane herbeuse, la savane arborée et de forêt de galerie [11]. Les activités économiques principales sont basées sur l'agriculture. Ainsi, on trouve les cultures traditionnelles vivrières et les cultures de rente. L'activité pastorale est dominée par l'élevage des petits ruminants (ovins, caprins, porcins).

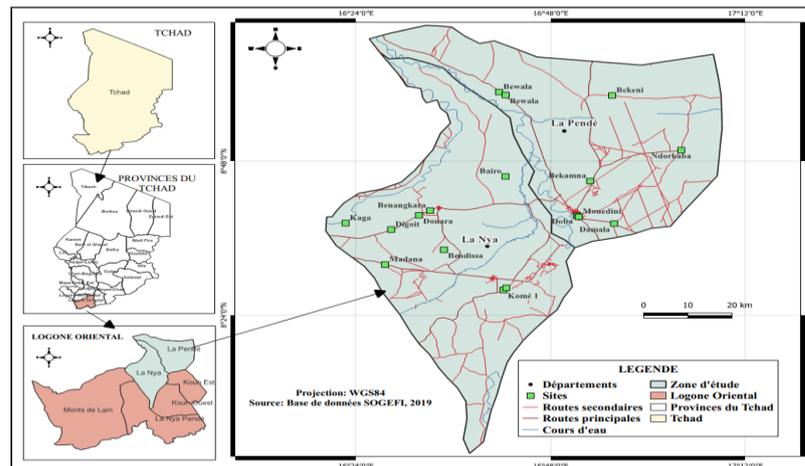


Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude

## 2-2. Collecte des données

### 2-2-1. Inventaire floristique

Un inventaire systématique de la flore ligneuse a été effectué dans 18 plantations réparties dans 16 villages des départements de la Pendé et de la Nya et a pris en compte la composition floristique et le dbh. Ces plantations ont été choisies sur la base de leurs âges, leurs taux de production et l'expérience des producteurs dans le domaine. La mise en place des placettes de comptage a été faite [17] avec l'installation des placettes de forme carrée de 1600 m<sup>2</sup> (40 m × 40 m) pour le comptage des ligneux ayant une circonférence ≥ 25 cm. La taille de l'échantillon est de 27 placettes pour chaque site, soit 54 au total.

### 2-2-2. Analyse des données

Le logiciel QGIS 3.22.3-1 a été utilisé pour la conception de la carte de localisation de la zone d'étude. Le tableur Excel a été utilisé pour la saisie et le traitement des données. Les logiciels d'analyse statistique (Past 3, IBM SPSS Statistics 22 et XLSTAT) ont été utilisés pour les analyses statistiques. Ces analyses consistaient à des analyses en composante principale (ACP), l'analyse des indices de diversité et les analyses de variance (ANOVA). Les valeurs moyennes ont été ensuite comparées entre elles à l'aide du test de Duncan de la plus petite différence significative au seuil de 5 %. L'APG III a été utilisé dans ce travail. La composition floristique a été décrite selon les paramètres suivants : La densité, qui est le nombre d'individus par hectare. Elle est déterminée par la **Formule 1**

$$D = n/S \quad (1)$$

avec,  $n$  = nombre d'arbres présents sur la surface considérée,  $S$  = surface considérée (ha).

La Fréquence Absolue est le nombre de relevés où le taxon est signalé. Elle est déterminée par la **Formule 2**

$$FA = \frac{\text{Nombre de relevés où on retrouve l'espèce}}{\text{Nombre total des relevés}} \quad (2)$$

La Fréquence Relative est le rapport exprimé en pourcentage du nombre de relevés où le taxon sera présent sur le nombre total de relevés. Elle s'exprime par la **Formule 3**.

$$FR = \frac{\text{Nombre de parcelles où l'espèce est rencontrée}}{\text{Nombre total de parcelles}} \times 100 \quad (3)$$

L'Abondance, qui est le nombre d'individus d'une espèce ou d'une famille sans tenir compte de la taille. Elle est déterminée par la **Formule 4**

$$\text{Abondance relative} = \frac{\text{nombre d'individus de l'espèce}}{\text{nombre total d'individus}} \times 100 \quad (4)$$

La Dominance tient compte de la taille des individus et permet de mettre en évidence les taxons qui occupent le plus de place dans la végétation. Elle s'exprime selon la **Formule 5**

$$\text{Dominance relative} = \frac{\text{Surface terrière de l'espèce}}{\text{Surface terrière totale dans l'échantillon}} \times 100 \quad (5)$$

La Surface Terrière est la surface de la section transversale d'un tronc d'arbre. Elle est déterminée par la **Formule 6**

$$S = \pi (Di^2/4) \quad (6)$$

avec,  $S$ : surface terrière ( $m^2/ha$ ),  $D$ : diamètre (m),  $C$ : circonférence (m).

La diversité floristique a été évaluée par : L'Indice de Shannon-weaver [18], qui est le plus utilisé dans les études comparatives des peuplements. Cet indice est calculé par la **Formule 7**

$$ISH = - \sum \left( \frac{n_i}{N} \right) \log_2 \left( \frac{n_i}{N} \right) \quad (7)$$

avec,  $n_i$  = effectif de l'espèce  $i$ ,  $N$  = effectif de toutes les espèces;  $ISH$  s'exprime en bit.

L'Equitabilité de [19], qui est le rapport entre la diversité observée et la diversité maximale possible du nombre d'espèces et tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une seule espèce. Elle est de 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance. Elle est calculée par la **Formule 8**

$$EQ = \frac{ISH}{\log_2 2N} \quad (8)$$

L'indice de Simpson permet de calculer la probabilité que deux individus sélectionnés aléatoirement dans un milieu donné soient de la même espèce. Il varie entre 0 et 1 et est déterminé par la **Formule 9**

$$D = \frac{\sum Ni(Ni-1)}{N(N-1)} \quad (9)$$

avec,  $D$ : Indice de Simpson;  $Ni$ : nombre d'individus de l'espèce  $i$  et  $N$ : nombre d'individus total.

L'Indice d'importance écologique (IIE) [20], qui aide à déterminer la place qu'occupe chaque espèce par rapport à l'ensemble des espèces dans la communauté végétale. Cet indice se calcule par la **Formule 10**

$$IIE = \left( \sum_{i=1}^n \frac{Ni}{N} + \sum_{i=1}^n \frac{Gi}{G} \right) \times 100 \quad (10)$$

avec,  $Gi$  la surface terrière de l'individu et  $G$ , la surface terrière totale.

Pour déterminer la structure horizontale de la végétation, le diamètre à hauteur de poitrine a été mesuré à environ 1,30 m du sol et les valeurs des circonférences ont été ensuite converties en diamètre (dbh) selon la **Formule 11**

$$C = \pi.D \quad (11)$$

avec,  $C$ : circonférence,  $D$ : diamètre (m), et  $\pi = 3,14$ .

La structure verticale est évaluée en mesurant la hauteur à l'aide d'une perche gradué. Pour évaluer le stock de carbone, les données issues de l'inventaire floristique ont été utilisées. Pour le calcul de la biomasse aérienne, l'équation allométrique a été retenue suivant la **Formule 12**

$$B = \rho \cdot e^{(-183,1 + 1,1940 \ln(D) + 0,0239(\ln D)^2 - 0,00285(\ln D)^3)} \quad [21] \quad (12)$$

avec,  $D$  le diamètre et  $\rho$  la densité du bois (en  $g \cdot cm^3$ ).

Les stocks du carbone des ligneux ( $C_w$ ) sont liés à la biomasse ( $B_w$ ) et sont estimés en matière sèche par unité de surface ( $tC/ha$ ) et déterminés par la **Formule 13**

$$C_w = k \cdot B_w \quad (13)$$

avec,  $k = 0,5$ , facteur de conversion de la biomasse en carbone par défaut.

Les stocks de carbone calculés dans les différents types d'utilisation de terre ont été convertis en stock de  $CO_2$  atmosphérique séquestré. La masse atomique du carbone ( $MaC$ ) est égale à 12,00 et celle de l'oxygène ( $MaO$ ) est de 15,99. La masse moléculaire du  $CO_2$  ( $MmCO_2$ ) est estimée par la **Formule 14**.

$$2MmCO_2 = 12,00 + 2 \times (15,99) = 43,99 = 44 \quad (14)$$

Ainsi, le rapport de combinaison du carbone (C) au dioxygène ( $O_2$ ) a été estimé par le rapport  $MmCO_2/MaC$  qui donne 3,66, soit environ 3,67. La quantité de carbone séquestré dans certains écosystèmes africains s'exprime aussi par la **Formule 15** ([22, 23]).

$$Téq = stock \text{ carbone} \times 3,67 \quad (15)$$

La valeur écologique est donc la somme qui résulterait de la vente du carbone séquestré par les arbres sur les marchés de carbone. Pour obtenir cette valeur, les tonnes de  $CO_2$  équivalents ont été multipliées par le prix moyen de vente de crédit carbone. Le prix moyen de vente de crédit carbone est de 7,6 €/t  $éqCO_2$ , soit 4 940 francs CFA ou 11,13 dollars canadiens [24].

### 3. Résultats et discussion

#### 3-1. Composition floristique

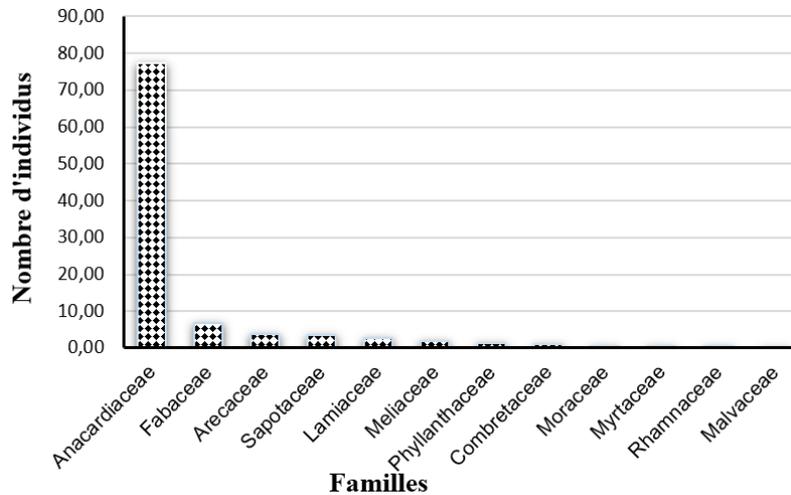
##### 3-1-1. Richesse spécifique et abondance taxonomique

Au total, 1424 ligneux, répartis en 31 espèces et 12 familles, ont été recensés. Ces valeurs varient selon les tranches d'âge des plantations. En effet, dans les anacardiens de moins de 10 ans, 537 individus, répartis dans 19 espèces et 11 familles, ont été recensés ; dans ceux de 10 à 15 ans, 478 individus, répartis en 25 espèces et 11 familles, ont été identifiés et dans ceux de plus de 15 ans, 409 individus, répartis dans 29 espèces et 12 familles, ont été recensés (**Tableau 1**).

**Tableau 1 : Répartition de ligneux inventoriés**

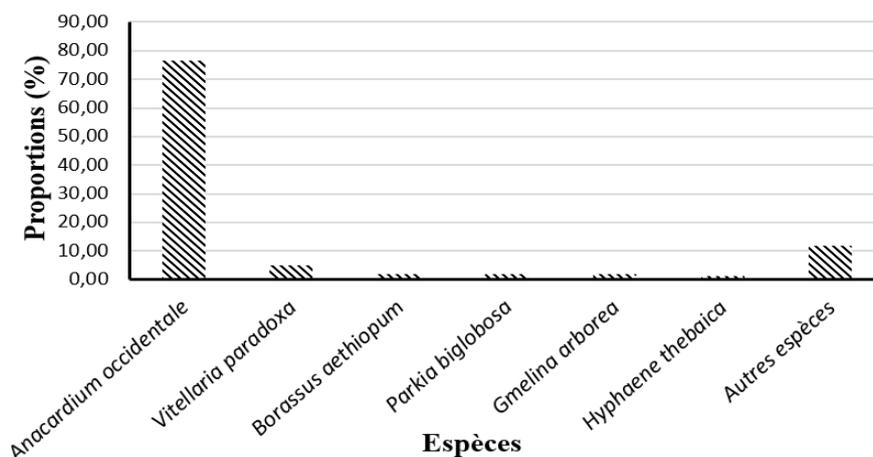
Tranches d'âge	Individus	Familles	Espèces
< 10 ans	537	11	19
[10 à 15 ans]	478	11	25
> 15 ans	409	12	29

Sept (7) familles sont les plus représentées et constituent 97,26 % de l'effectif total ; il s'agit des Anacardiaceae (77,35 %), Fabaceae (6,77 %), Arecaceae (3,87 %), Sapotaceae (3,45 %), Lamiaceae (2,76 %), Meliaceae (1,82 %), Phyllanthaceae (1,24 %) et les autres familles ont une représentativité très faible (2,74 %) dans l'ensemble des parcelles (**Figure 2**).



**Figure 2 :** Nombres d'individus en fonction des familles

Six (06) espèces présentent une abondance remarquable dans les différentes plantations d'anacardiés étudiées ; il s'agit de : *Anacardium occidentale* (76,47 %), *Vitellaria paradoxa* (4,85 %), *Borassus aethiopum* (2,04 %), *Parkia biglobosa* (1,97 %), *Gmelina arborea* (1,76 %) et *Hyphaene thebaïca* (1,12 %) avec un total cumulé d'individus de 88,20 % de la flore. Les autres espèces représentent 11,80 % (**Figure 3**). Le département de la Pendé a une richesse spécifique plus élevée que le Département de la Nya. Parmi les trente et un (31) espèces, trente (30) sont présentes dans la Pendé et seulement vingt-quatre (24) dans la Nya. La seule espèce absente dans la Pendé est *Indigofera hirsuta*. Sept (07) espèces sont complètement absentes dans la Nya : *Terminalia catappa*, *Bobgunnia madagascariensis*, *Prosopis africana*, *Pterocarpus lucens*, *Adansonia digitata*, *Hymenocardia acida*, *Uacapa kirkiana*.



**Figure 3 :** Proportion des espèces représentées dans les plantations

Dans le département de la Pendé, huit (8) espèces présentent des indices d'importance écologique remarquables, il s'agit de *Anacardium occidentale* (145,2 %), *Vitellaria paradoxa* (7,2 %), *Parkia biglobosa*

(6,5 %), *Borassus aethiopum* (5,9 %), *Gmelina arborea* (3,8 %), *Mangifera Indica* (3,2 %), *Caesalpinia coriaria* (3 %) et *Azadirachta indica* (3 %) et dans la Nya, six (6) présentent des indices d'importance écologique remarquables, ces espèces sont *Anacardium occidentale* (145,5 %), *Vitellaria paradoxa* (17,2 %), *Parkia biglobosa* (3,4 %), *Ficus benghalensis* (2,7 %), *Borassus aethiopum* (2,7 %) et *Tamarindus indica* (2,6 %) (**Tableau 2**). Le test d'ANOVA signale qu'il n'existe pas une différence significative entre les indices d'importance écologique de l'espèce *Anacardium occidentale* dans les deux départements ( $P = 0,99 > 0,05$ ), mais il existe une différence très significative pour les autres espèces.

**Tableau 2 : Indice d'importance écologique des ligneux**

FAMILLES	ESPECES	PENDE				NYA			
		Ni	AbR	DoR	IIE	Ni	AbR	DoR	IIE
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Anacardium occidentale</i>	551	76,21	69	145,2	538	76,7	68,8	145,5
	<i>Mangifera Indica</i>	9	1,24	2	3,2	4	0,6	1,3	1,8
<i>Arecaceae</i>	<i>Borassus aethiopum</i>	21	2,9	3	5,9	8	1,1	1,6	2,7
	<i>Hyphaene thebaica</i>	7	0,97	1	2,0	9	1,3	1,1	2,3
<i>Combretaceae</i>	<i>Combretum apiculatum</i>	5	0,69	1	1,7	4	0,6	0,6	1,2
	<i>Terminalia catappa</i>	3	0,41	1	1,4	0	0,0	0,0	0,0
<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia seyal</i>	5	0,69	2	2,7	3	0,4	0,4	0,8
	<i>Caesalpinia coriaria</i>	7	0,97	2	3,0	4	0,6	0,8	1,4
	<i>Dichrotachys cinera</i>	1	0,14	0	0,1	7	1,0	1,2	2,2
	<i>Indigofera hirsuta</i>	0	0	0	0,0	8	1,1	1,1	2,3
	<i>Platymiscium parviflorum</i>	2	0,28	0	0,3	4	0,6	0,6	1,1
	<i>Parkia biglobosa</i>	18	2,49	4	6,5	10	1,4	1,9	3,4
	<i>Bobgunnia madagascariensis</i>	5	0,69	1	1,7	0	0,0	0,0	0,0
	<i>Denolix regia</i>	4	0,55	1	1,6	3	0,4	1,1	1,5
	<i>Isobertlinia doka</i>	1	0,14	0	0,1	4	0,6	0,3	0,9
	<i>Prosopis africana</i>	1	0,14	0	0,1	0	0,0	0,0	0,0
<i>Lamiaceae</i>	<i>Pterocarpus lucens</i>	4	0,55	1	1,6	0	0,0	0,0	0,0
	<i>Tamarindus indica</i>	1	0,14	0	0,1	9	1,3	1,4	2,6
<i>Lamiaceae</i>	<i>Gmelina arborea</i>	20	2,77	1	3,8	5	0,7	1,1	1,8
<i>Malvaceae</i>	<i>Adansonia digitata</i>	2	0,28	1	1,3	0	0,0	0,0	0,0
<i>Meliaceae</i>	<i>Azadirachta indica</i>	7	0,97	2	3,0	7	1,0	1,4	2,4
	<i>Khaya senegalensis</i>	6	0,83	1	1,8	4	0,6	0,7	1,3
<i>Moraceae</i>	<i>Ficus benghalensis</i>	2	0,28	0	0,3	9	1,3	1,5	2,7
	<i>Ficus citrifolia</i>	1	0,14	1	1,1	3	0,4	1,3	1,7
<i>Myrtaceae</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	3	0,41	0	0,4	3	0,4	0,9	1,3
<i>Phyllanthaceae</i>	<i>Hymenocardia acida</i>	8	1,11	1	2,1	0	0,0	0,0	0,0
	<i>Uacapa kirkiana</i>	1	0,14	0	0,1	0	0,0	0,0	0,0
<i>Rhamnaceae</i>	<i>Ziziphus mauritiana</i>	1	0,14	0	0,1	1	0,1	0,0	0,2
	<i>Ziziphus mucronata</i>	2	0,28	0	0,3	3	0,4	0,2	0,6
<i>Sapotaceae</i>	<i>Cupania glabra</i>	2	0,28	0	0,3	5	0,7	0,4	1,1
	<i>Vitellaria paradoxa</i>	23	3,18	4	7,2	46	6,6	10,6	17,2

*Ni* : nombre d'individus ; *DoR (%)* : dominance relative ; *AbR (%)* : Abondance relative ; *IIE (%)* : indice d'importance écologique des espèces.

Ces résultats montrent que *Anacardium occidentale* a un meilleur recouvrement, elle est ainsi l'espèce la plus dominante. Les valeurs de l'IIE obtenues pour *Anacardium occidentale* sont inférieures à celles trouvées par certains auteurs en zone soudanienne [25] et au Nord-Est du Burkina Faso [26], qui ont trouvé respectivement 214,52 % et 220,84 %. Certains travaux ont également obtenu des valeurs similaires aux présents travaux où l'IIE de *Anacardium occidentale* était égale à 150 [27].

**3-1-2. Diversité floristique**

Les indices de diversité de Shannon, Simpson et l'équitabilité de Pielou calculés dans le département de la Pendé sont respectivement de 0,73 bits, 0,34 et 0,46 (plantations < 10 ans), de 0,80 bits, 0,37 et 0,50 ([10-15] ans), de 1,15 bits, 0,50 et 0,60 (> 15 ans). Dans la Nya, ils sont de 0,74 bits, 0,32 et 0,43 (< 10 ans), 0,82 bits, 0,39 et 0,53 ([10-15]), de 0,94 bits, 0,44 et 0,58 (> 15 ans). Les plantations les plus jeunes (< 10 ans) présentent des indices plus faibles (Tableau 3). Il existe une différence très significative entre les différentes parcelles inventoriées selon les tranches d'âges des plantations (P = 0,008 < 0,05) entre l'indice de Shannon et l'Equitabilité de Piéluou. La différence est moyennement significative entre les parcelles pour l'indice de Simpson (P = 0,012 < 0,05).

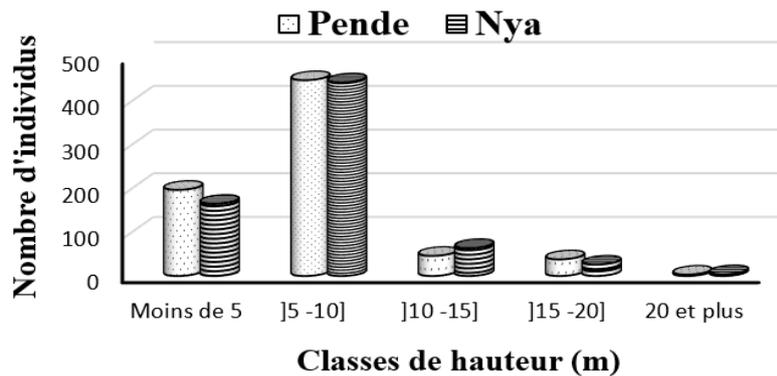
**Tableau 3 : Diversité en fonction de l'âge des parcelles et des départements**

Tranches d'âge	D	ISH	EQ	Ni
<b>Pendé</b>				
< 10 ans	0,34	0,73	0,46	275
[10-15 ans]	0,37	0,80	0,50	241
> 15 ans	0,50	1,15	0,60	207
<b>Nya</b>				
< 10 ans	0,320	0,744	0,430	262
[10-15 ans]	0,392	0,820	0,534	237
> 15 ans	0,446	0,943	0,584	202

Les résultats montrent que les indices de diversité augmentent selon l'âge des plantations, les valeurs de ces indices montrent une diversité floristique importante dans les vieilles plantations que dans les plus jeunes. Cette faible diversité spécifique dans les plantations jeunes pourrait s'expliquer par la forte présence anthropique à travers l'exploitation de ces plantations. Dans toutes les parcelles inventoriées, les différentes valeurs de l'équitabilité de Piéluou témoignent que la répartition des individus entre les espèces est régulière. Il y'a donc un phénomène de dominance élevé d'une espèce (*Anacardium occidentale*) dans les plantations les plus jeunes. Ces résultats sont similaires aux études faites dans la Région du Nord Cameroun [27].

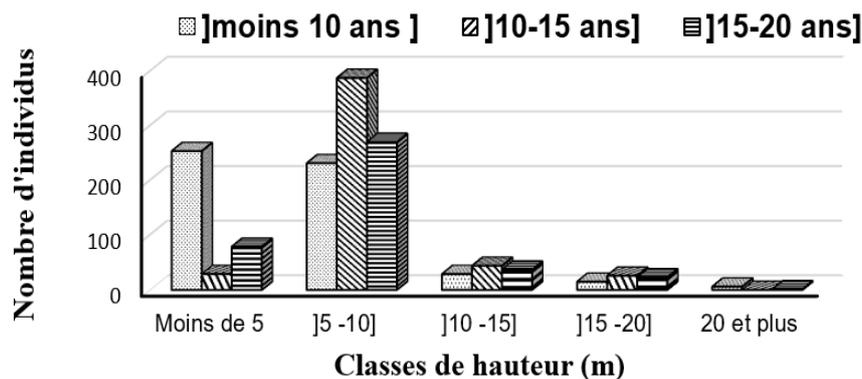
**3-1-3. Structure de distribution des peuplements d'anacardier**

La structure verticale montre une courbe en « L » dans les plantations d'anacardiens en fonction des départements, car elles sont dominées par les individus ayant une hauteur comprise entre]5 et 10 m], avec 448 individus dans la Pendé et 443 individus dans la Nya. La tranche des hauteurs < 5 m viennent en deuxième position avec 197 individus dans la Pendé et 165 dans la Nya. Les tranches de]10 à 15m], ]15 à 20m] et > 20 m sont négligeables (Figure 4).



**Figure 4 :** Classes de hauteur des individus selon les Départements

Les plantations d'anacardiens selon les tranches d'âge sont également dominées par les individus ayant une hauteur de ]5-10 m], soit 388 individus (plantations <10 ans), 271 individus (plantations de ]10-15 ans]) et 232 (plantations >15 ans). Les individus ayant une hauteur < 5m sont largement présents dans les plantations < 10 ans (254 individus) et faiblement inférieurs dans les autres tranches d'âge. Cette distribution selon les tranches d'âge présente également une allure décroissante en forme de « L » (**Figure 5**).



**Figure 5 :** Structure diamétrique selon les tranches d'âge

Les résultats obtenus selon les différentes distributions présentent une structure décroissante (L). Ces types de distribution indiquent que les individus des classes de hauteur faible sont mieux représentés que les individus de grande taille. Cette structure montre que les parcelles étudiées possèdent plusieurs individus d'avenir pour assurer la régénération. Ces résultats pourraient s'expliquer par la dominance de *Anacardium occidentale* et une faible présence des espèces de grande taille telles que *Borassus aethiopum*, *Hyphaene thebaïca*, *Eucalyptus globulus*, *Vitellaria paradoxa* et *Parkia biglobosa*. Ces résultats sont similaires aux travaux effectués au nord de la Côte-d'Ivoire sur les agroforêts à base d'anacardier [28]. La structure diamétrique des anacardiens dans les sites d'étude montre que les plantations sont dominées par les individus ayant un diamètre compris entre 25 et 50 cm (497 individus), 50 et 75 cm (464 individus). La classe de 0 à 25 cm comprend 210 individus et 230 individus ont un diamètre compris entre 75 et 100 cm. Pour les individus de plus gros diamètre, le nombre est très négligeable (**Figure 6**). Cette distribution observée suggère une distribution asymétrique positive.

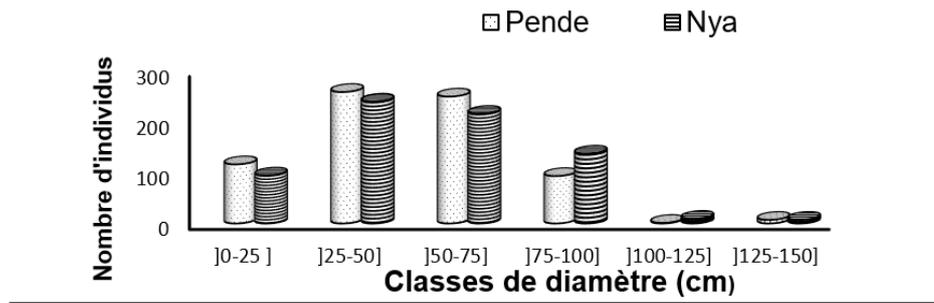


Figure 6 : Classes de diamètre des individus selon les départements

Les individus les plus abondants selon l'âge des plantations appartiennent à la classe de diamètre de 25 à 50 m (495 individus) et de 50 à 75 m (363 individus) (Figure 7). Les plantations âgées de moins de 10 ans sont fortement représentées (537 individus), suivies de celles de 10 à 15 ans (479 individus). Les plantations âgées de plus de 15 ans sont faiblement représentées (379 individus). Cette distribution observée présente également une distribution asymétrique positive.

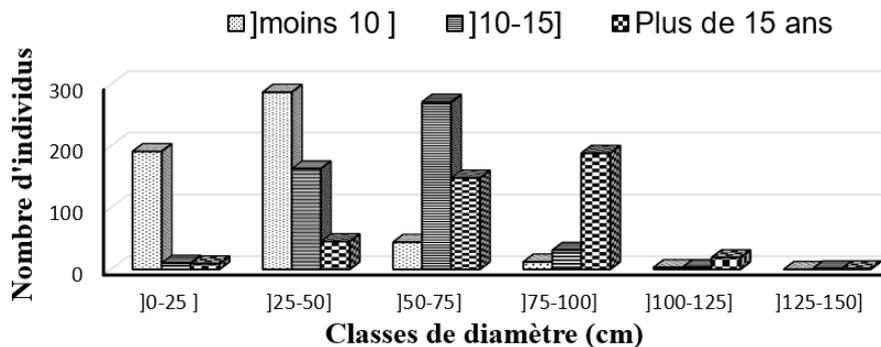


Figure 7 : Classes de diamètre des individus selon les tranches d'âge

Ces résultats montrent que la distribution des diamètres est en forme de cloche dans les plantations d'anacardiers, avec une meilleure représentation des classes de diamètre intermédiaires par rapport aux classes extrêmes. Cette distribution est caractéristique des peuplements monospécifiques avec une prédominance des jeunes individus. Elle s'expliquerait par la faible présence des arbres de gros diamètre comme *Khaya senegalensis*, *Mangifera indica*, *Parkia biglobosa*, *Delonix regia*, *Tamarindus indica*, *Gmelina arborea*, *Adansonia digitata*, *Azadirachta indica*, *Eucalyptus globulus* et *Vitellaria paradoxa*. En effet, dans les plantations de plus de 15 ans, les anacardiers sont en phase de pleine production. La stratégie des producteurs est donc d'éliminer toutes les espèces pour ne laisser que les anacardiers. Ces espèces se régénèrent facilement et sont généralement des espèces pionnières. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés dans la localité de Ngong au sud de Garoua (Nord Cameroun) [29] et au nord de la Côte-d'Ivoire [28].

### 3-2. Stock de carbone et valeur économique des anacardiers

Le **Tableau 4** présente le stock de carbone des anacardiers dans les sites étudiés ainsi que leurs valeurs économiques selon les différentes tranches d'âge. En ce qui concerne la biomasse totale, les valeurs selon les tranches d'âge sont significativement différentes ( $P = 0,001 < 0,05$ ). Les plantations âgées de plus de 15 ans ont des biomasses plus élevées. Dans la Pendé, la biomasse totale maximale est de  $45,78 \pm 1,17$  t/ha et  $36,78 \pm 2,1$  t/ha dans la Nya. Les plantations âgées de moins de 10 ans ont une biomasse totale plus basse. Concernant le taux de carbone séquestré, les plantations âgées de plus de 15 ans enregistrent les valeurs les

plus élevées. Ces valeurs sont de  $22,89 \pm 2,21$  t/ha dans la Pendé et  $18,39 \pm 1,24$  t/ha dans la Nya. Les valeurs les plus faibles se trouvent dans les plantations âgées de moins de 10 ans, avec  $3,69 \pm 0,26$  t/ha (Pendé) et  $3,19 \pm 0,22$  t/ha (Nya). Le test d'ANOVA indique que les différences observées entre ces valeurs moyennes sont significatives ( $P = 0,0081 < 0,05$ ). La différence du taux de séquestration du  $\text{CO}_2$  et sa valeur économique entre les plantations est significative ( $P = 0,0012 < 0,05$ ). Le taux de  $\text{CO}_2$  séquestré et sa valeur économique augmentent proportionnellement avec l'âge des plantations. Les plantations  $< 10$  ans ont respectivement, dans les départements de la Pendé et de la Nya, un stock de  $\text{CO}_2$  de 13,54 t/ha et 11,70 t/ha, avec des valeurs économiques de 61 471,6 FCFA et 57 798 FCFA. Les plantations âgées de ]10-15 ans] ont un stock de  $\text{CO}_2$  de 38,35 t/ha (Pendé) et 36,23 t/ha (Nya) et une valeur économique de 189 449 FCFA (Pendé) et 178 976,2 FCFA (Nya). Les stocks de  $\text{CO}_2$  et leurs valeurs économiques les plus élevés se trouvent dans les plantations  $> 15$  ans, soit 84,01 t/ha et 415 454 FCFA (Pendé) et 67,49 t/ha et 333 400 FCFA (Nya).

**Tableau 4 : Stock de carbone séquestré et valeurs économiques**

Départements		< 10 ans	[10 - 15 ans]	> 15 ans
Nya	t/ha	$7,38 \pm 0,21^a$	$20,9 \pm 0,45^b$	$45,78 \pm 1,17^c$
	tC/ha	$3,69 \pm 0,26^a$	$10,45 \pm 1,32^b$	$22,89 \pm 2,21^c$
	t $\text{CO}_2$	13,54 <sup>a</sup>	38,35 <sup>c</sup>	84,01 <sup>c</sup>
	CC	61 471,6	189 449	415 454
Pendé	t/ha	$6,38 \pm 0,19^a$	$19,74 \pm 2,23^b$	$36,78 \pm 2,1^c$
	tC/ha	$3,19 \pm 0,22^a$	$9,87 \pm 1,21^b$	$18,39 \pm 1,24^c$
	t $\text{CO}_2$	11,70 <sup>a</sup>	36,23 <sup>b</sup>	67,49 <sup>c</sup>
	CC	57 798	178 976,2	333 400

t/ha : Biomasse totale, tC/ha : Stock de carbone, t $\text{CO}_2$  : stock de  $\text{CO}_2$  atmosphérique, CC : Crédit carbone (FCFA).

Ces résultats montrent que le stock de carbone et sa valeur économique dans les anacardiés sont élevés dans les plantations les plus âgées ( $> 15$  ans) et les valeurs obtenues dans le département de la Pendé sont légèrement supérieures à celles obtenues dans le département de la Nya. La plus grande valeur de la biomasse totale est trouvée dans les peuplements d'anacardiés  $> 15$  ans ( $45,78 \pm 1,17$  t/ha). Elle est supérieure aux résultats des travaux effectués au Nord du Cameroun qui ont eu des valeurs de  $32,56 \pm 0,31$  t/ha, dans les plantations âgées de 20 ans [7] et aussi au Burkina-Faso où il a été trouvé dans les anacardiés de plus de 15 ans 21,73 t/ha [30]. La valeur la plus élevée de  $\text{CO}_2$  stocké de 84,01 t/ha (plus de 20 ans), est largement inférieure aux résultats trouvés dans les peuplements des anacardiés de la Région du Nord Cameroun (146,88 t/ha) [27]. Le service écologique rendu par les plantations d'anacardiés dans cette région est très encourageant. La valeur économique est la valeur du carbone vendu sur le marché. Elle croît progressivement des milieux ayant les stocks en carbone les plus faibles vers ceux ayant stocks de carbone les plus importants, c'est-à-dire des anacardiés de moins de 10 ans vers ceux de plus de 15 ans. La vente du carbone permettrait de bénéficier de 57 798 FCFA/ha à 333 400 FCFA/ha en fonction des parcelles considérées. Les plantations d'anacardiés peuvent contribuer efficacement à la réduction des GES (Gaz à effet de serre).

#### 4. Conclusion

Le travail a pour but de caractériser les peuplements d'anacardiés et d'évaluer leurs potentiels de séquestration afin de faciliter l'accès des producteurs au marché des crédits carbone. L'étude floristique a montré que les anacardiés de plus de 15 ans ont la plus grande richesse spécifique. De même, le stock de carbone et sa valeur économique dans les anacardiés sont élevés dans les plantations les plus âgées

(plus de 15 ans), la valeur la plus élevée de CO<sub>2</sub> stocké est 84,01 t/ha et la vente du carbone permettrait de bénéficier de 57 798 FCFA/ha à 333 400 FCFA/ha selon les différentes parcelles. Les peuplements d'anacardiens présentent un intérêt sur le plan écologique, leur prise en compte dans l'utilisation des espaces agricoles permettra une gestion durable.

### Références

- [1] - M. PASCAL, B. DEFORGES, H. LEGUYADER et D. SIMBERLOFF, *Conservation Biology*, 22 (2) (2008) 498 - 499
- [2] - S. CHAFFARD-SYLLA, Trousse à outils de gestion environnementale et de développement durable. *Institut de l'Energie et de l'Environnement de la Francophonie (IEPF). Québec GIK4 AI Canada*, (2007)
- [3] - FAO, Les forêts au service de la nutrition et de la sécurité alimentaire. Rome, (2016) 89 p.
- [4] - J. Y. JAMIN, C. GOUNEL, C. BOIS, Atlas. Agriculture et développement rural des savanes d'Afrique centrale. Montpellier/Ndjamena, Prasad, (2003) 100 p.
- [5] - M. SOW, *Environnements, cultures et développements*, 4 (2013). <https://doi.org/10.4000/ere.5324>
- [6] - A. A. SOW, L'effectivité du droit de l'environnement au Sénégal, Atelier National de Reproduction des Thèses (ANRT), Lille, (2014) 587 p.
- [7] - E. TORQUEBIAU, Torquebiau, *Bois et Forêts des Tropiques*, 271 (2002) 23 - 34
- [8] - V. NOIHA NOUMI, L. ZAPFACK, V. AWE DJONGMO, N. WITANOU, B. NYECK, J. D. NGOSSOMO and R. B. TABUE MBOBDA, *Journal of Sustainable Forestry*, 36 (3) (2017) 277 - 288
- [9] - A. M. TANO, Crise cacaoyère et stratégies des producteurs de la sous-préfecture de Méadji au Sud-Ouest ivoirien. Doctoral dissertation, Toulouse 2, (2012)
- [10] - IRAM, *Livestock Research for Rural Development*, 32 (2019) 12
- [11] - M. M. NGUINAMBAYE, R. NANA, E. MBAYNGONE, A. I. DJINET, B. BADIÉL et Z. TAMINI, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9 (1) (2015) 186 - 199
- [12] - UNICEF, Analyse des facteurs de conflits, de catastrophes naturelles et de la vulnérabilité du système éducatif aux chocs au Tchad, (2013) 114 p.
- [13] - R. MADJIGOTO, Evolution socio-économique et environnementale de la région pétrolière du Logone oriental. Thèse de Doctorat, *Université de Paris*, (2007) 35 p.
- [14] - J-B. AKADIE DJAHA, A. A. N'DA ADOPO, E. KOUABLAN KOFFI, C. KOFFI BALLO et M. COULIBALY, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 6 (4) (2012) 1453 - 1466. <http://ajol.info/index.php/ijbcs>
- [15] - I. YABI, F. YABI et S. DADEGNON, *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7 (2) (2013) 696 - 706
- [16] - RGPH, Recensement Général de la Population et de l'Habitat, (2009)
- [17] - D. S. HAIRIAH and B. JB, *Penel. Hayati Edisi Khusus*, 7 (2011) 81 - 85
- [18] - S. FRONTIER, D. PICHOD-VIALE, A. LEPRETRE, D. DAVOULT and C. LUCZAK, *Ecosystèmes, Structures, Fonctionnement, Evolution*. 4<sup>e</sup> édition, Dunod. Paris, (2008) 558 p.
- [19] - E. C. PIELOU, *Journal of Theoretical Biology* 13 (1966) 131 - 144
- [20] - J. T. CURTIS et G. MACINTOSH, Plant ecology book burgers, Pub. Co. Minnesota, 99 (1950)
- [21] - A. FAYOLLE, J. L. DOUCET, J. F. GILLET, N. BOURLAND and P. LEJEUNE, *Forest Ecology and Management*, 305 (2013) 29 - 37
- [22] - B. R. TSOUMOU, K. J. LUMANDE, J. P. KAMPE et J. D. NZILA, *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo*, 6 (2016) 39 - 45
- [23] - A. OUEDRAOGO, A. THIOMBIANO, K. HAHN-HADJALI et S. GUINKO, *Science et changements planétaires / Sécheresse*, 17 (4) (2006) 485 - 491

- [24] - C. CHENOST, Y. GARDETTE, N. GRONDARD, M. PERRIER, J. DEMENOIS et M. WEMAËRE, Les marchés du carbone forestier, Programme des Nations-Unies pour l'Environnement, Nairobi, (2010) 173 p. [https://www.unclearn.org/wp-content/uploads/library/unep99\\_fre\\_0.pdf](https://www.unclearn.org/wp-content/uploads/library/unep99_fre_0.pdf)
- [25] - P. SAVADOGO, M. TIGABU, L. SAVADOGO, P. C. ODEN, *Bois et Forêts des Tropiques*, 294 (4) (2007) 5 - 20
- [26] - E. KABORE, O. SAMBARE, A. OUEDRAOGO, A. THIOMBIANO, *Biological and Chemical Sciences*, 7 (5) (2013) 1929 - 1950
- [27] - D. AWE and A. NOME, *Journal of Animal & Plant Sciences*, 46 (2) (2016) 8212 - 8225
- [28] - M. K. KOUADIO, K. M. DJE et S. DABONNE, *European Scientific Journal*, 17 (7) (2021)
- [29] - V. N. NOUMI, V. A. DJONGMO, B. NYECK, R. B. T. MBOBDA and L. ZAPFACK, *Acta Botanica Brasílica*, 32 (2018) 212 - 221
- [30] - S. T. THIOMBIANO, N. WEISMANN et R. PEYRACHE, 6<sup>ème</sup> édition de la journée scientifique du 2iE, Université d'Ouagadougou au Burkina Faso, (2011) 4 p.