

## Structure démographique de la végétation ligneuse de la forêt protégée de Baban Rafi (Sud-Niger)

### [ Demographic structure of woody vegetation in the protected forest of Baban Rafi (South-Niger) ]

*Barmo Soukaradji<sup>1</sup>, Amani Abdou<sup>1</sup>, Inoussa Maman Maârouhi<sup>2</sup>, Ichaou Aboubacar<sup>1</sup>, and Mahamane Ali<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN), BP 429 Niamey, Niger

<sup>2</sup>Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté des Sciences et Techniques, Département de Biologie, Laboratoire Garba Mounkaila, BP: 10662 Niamey, Niger

<sup>3</sup>Université de Diffa, Institut Supérieur en Environnement et Écologie, BP: 78, Diffa, Niger

Copyright © 2021 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** The study aims to characterize the demographic structure of the vegetation of the protected forest Baban Rafi located in the department Madarounfa 50 km south of Maradi. The data were collected based on a forest inventory in 105 plots of 1000 m<sup>2</sup> installed on 17 transects varying in length from 1 to 5 km. Data analysis has established the list of plants, species diversity, the horizontal structure, vertical structure, and regeneration of woody plants. A total of 52 woody species distributed in 40 genera and 21 families were inventoried. The best-represented families are respectively the Combretaceae and Fabaceae-Mimosoideae. The most important species are *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*, and *Combretum nigricans*. The average density of woody species (994.86 ± 343.71 individuals / ha) and that of regeneration (17,092.95 ± 10,431.80 seedlings / ha) indicate a good regeneration capacity of the forest. The values of the index of Shannon and evenness Pielou are 3.8 bits and 0.68 bits respectively. The diameter structures of the woody stand and those of the dominant species show a concentration of young individuals of the class from 5 to 10 m. Those in height show a predominance of individuals of heights between 1 and 5 m. These results provide additional information on the current state of woody stands in the Baban Rafi forest and can be used in biodiversity conservation and the management of protected forests in Niger.

**KEYWORDS:** Population structure, woody stands, Baban Rafi forest, Niger.

**RESUME:** L'étude vise à caractériser la structure démographique de la végétation de la forêt protégée de Baban Rafi située dans le département de Madarounfa à 50 km au sud de Maradi. Les données ont été collectées sur la base d'un inventaire forestier dans 105 placettes de 1000 m<sup>2</sup> installées sur 17 transects de longueur variant de 1 à 5 km. L'analyse des données a permis d'établir la liste floristique, la diversité spécifique, la structure horizontale, la structure verticale et la régénération des peuplements ligneux. Au total 52 espèces ligneuses réparties dans 40 genres et 21 familles ont été inventoriées. Les familles les mieux représentées sont respectivement les Combretaceae et les Fabaceae-Mimosoideae. Les espèces les plus importantes sont *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum* et *Combretum nigricans*. La densité moyenne des espèces ligneuses (994,86 ± 343,71 individus/ha) et celle de la régénération (17092,95 ± 10 431,80 rejets/ha) indiquent une bonne capacité de régénération de la forêt. Les valeurs de l'indice de Shannon et d'équité de Pielou sont respectivement de 3,8 bits et 0,68 bits. Les structures en diamètre du peuplement ligneux et celles des espèces dominantes montrent une concentration des individus jeunes de la classe de 5 m à 10 m. Celles en hauteur montrent une prédominance des individus de hauteurs comprise entre 1 et 5 m. Ces résultats apportent des informations complémentaires sur l'état actuel des peuplements ligneux de la forêt de Baban Rafi et peuvent être utilisés dans la conservation de la biodiversité et l'aménagement des forêts protégées au Niger.

**MOTS-CLEFS:** Structure démographique, peuplements ligneux, forêt Baban Rafi, Niger.

## 1 INTRODUCTION

L'économie du Niger est dominée par le secteur primaire (agriculture, élevage et pêche) et où l'environnement naturel fournit donc l'essentiel du potentiel productif [1]. Aujourd'hui, la péjoration climatique associée à d'autres facteurs anthropiques comme les prélèvements de bois d'énergie et de service, le surpâturage, les défrichements agricoles et les feux de brousse, ont été à l'origine de dégradations parfois profondes de cet environnement y compris celui du domaine protégé ([2], [3], [4]). Cette dégradation est également à l'origine de la régression de la densité et de la qualité des espèces ligneuses dans la zone sahélienne à telle enseigne que beaucoup d'espèces deviennent de plus en plus rares ou s'éteignent dans leur aire de distribution ([5], [6]).

Face à cette problématique, des stratégies sont menées pour la conservation des essences forestières à travers la réalisation de plan de gestion durable de ressources ou même la protection stricte des écosystèmes, par la création des aires protégées. Ainsi, afin d'optimiser les efforts de gestion, il est nécessaire que des investigations actualisées soient réalisées sur la flore et la végétation de ces types d'écosystème. Pour le cas de la forêt de Baban Rafi, plusieurs études sur l'aménagement forestier ont été menées sans se pencher sur la dynamique démographique du peuplement de la forêt ([7], [8]). Or, les données sur la structure et la diversité des ligneux sont indispensables pour disposer d'éléments indicateurs pertinents permettant d'analyser les tendances d'évolution qualitative et quantitative d'un type de végétation ([9], [10]).

L'objectif principal de cette étude est de caractériser la structure démographique de la végétation ligneuse de la forêt protégée de Baban Rafi pour une meilleure gestion de cette ressource. Spécifiquement, il s'agit de déterminer des indicateurs écologiques et dendrométriques de la végétation de la forêt et des trois principales espèces structurantes de ladite forêt que sont *Guiera senegalensis* J.F.Gmel, *Combretum micranthum* G.Don, *Combretum nigricans* var *elliotii* (Engl. Ex Diels).

## 2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1 ZONE D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée dans la forêt protégée de Baban Rafi située dans le département de Madarounfa à 50 km au sud de la ville de Maradi. Cette forêt se situe entre les latitudes 13° et 13°20' Nord et les longitudes 6°40' et 7°30' Est et couvre une superficie d'environ 39 000 ha (Figure 1).

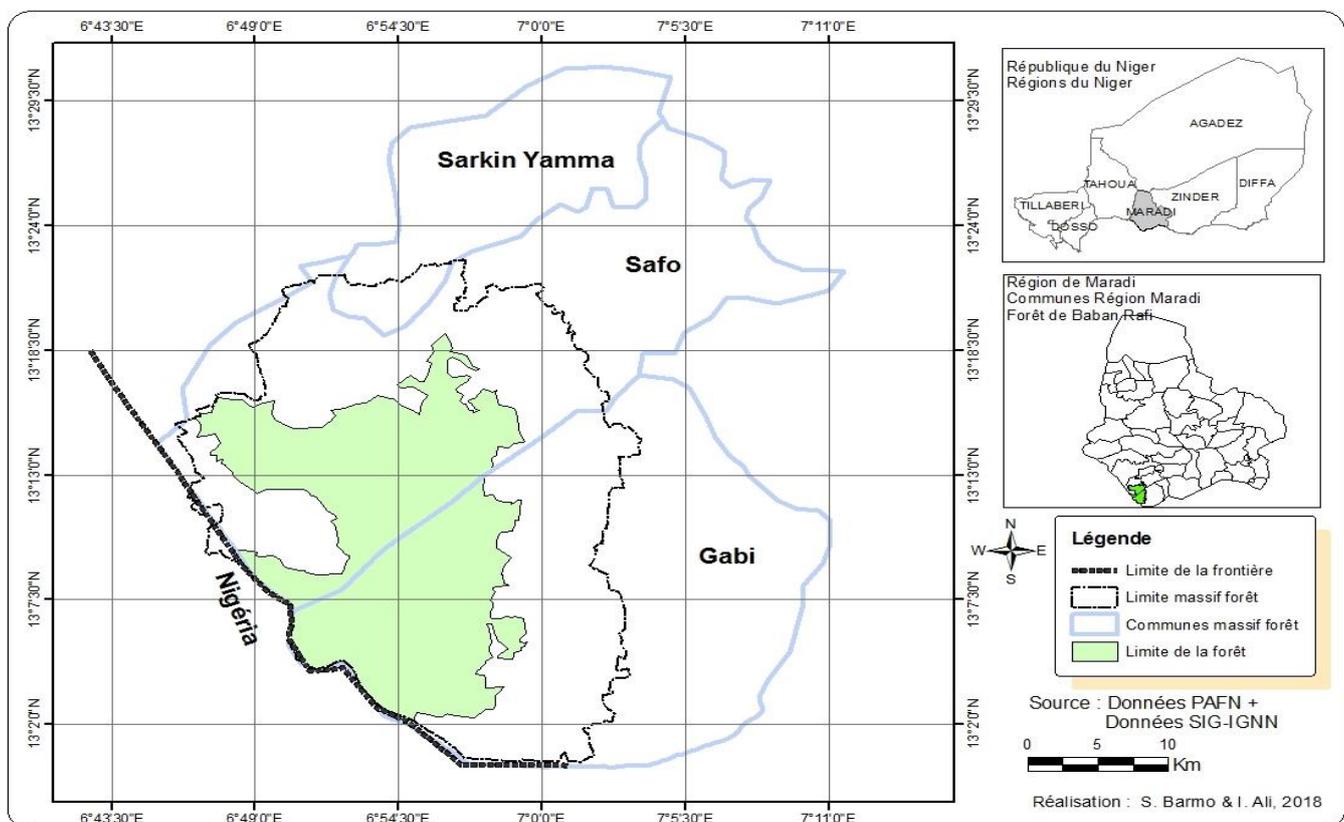


Fig. 1. Localisation de la forêt de Baban Rafi

La zone d'étude est soumise à un climat de type sahélo-soudanien caractérisé par une longue saison sèche (8 à 9 mois) et une saison des pluies (3 à 4 mois) [11]. La moyenne annuelle de la pluviométrie enregistrée de 1984 à 2015, s'élève à  $501,44 \pm 67,18$  mm et les moyennes des températures moyennes maximales des mois les plus frais et chaud sont respectivement  $14^{\circ}\text{C}$  et  $41^{\circ}\text{C}$ . L'écart indique une forte variabilité de la pluviométrie entre les années (Figure 2). En effet, 17 années sont déficitaires sur les 32 ans soit environ une année sur deux.

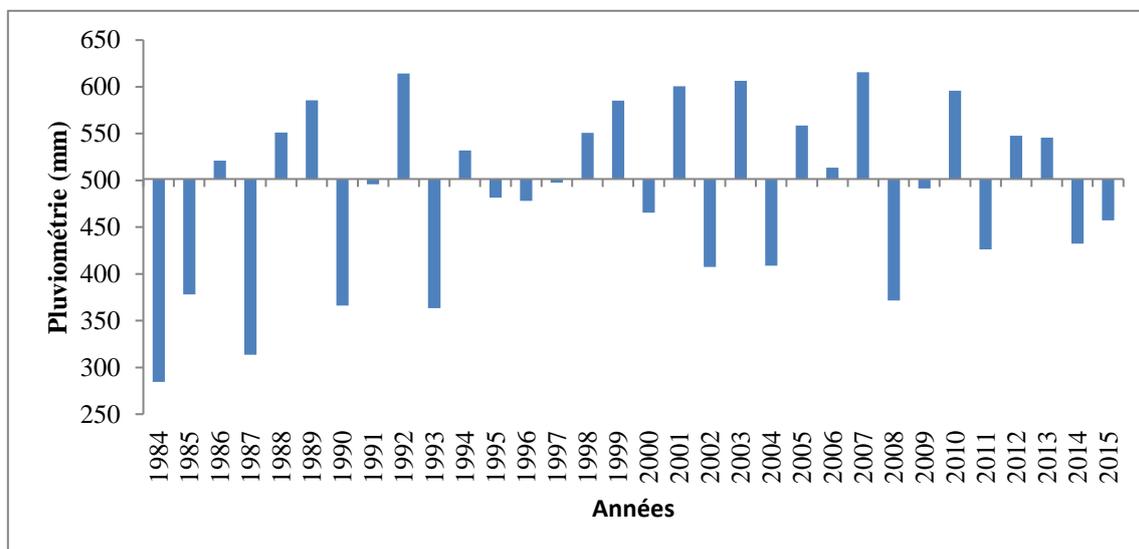


Fig. 2. Variabilité interannuelle de la pluviométrie de la zone de 1984 à 2015 (source des données: Station Météorologique de l'Aéroport de Maradi)

Sur le plan pédologique, la forêt est caractérisée par des sols ferrugineux lessivés typiques sur sable faiblement argileux, des sols ferrugineux peu lessivés à marbrure et concrétion et des placages sablo-argileux issus d'alluvions à galets [12].

La végétation naturelle de la forêt est constituée de savanes arborées, savanes arbustives et de cordons ripicoles généralement établis sur des sols ferrugineux tropicaux. Les espèces ligneuses les plus dominantes sont *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans* var *elliottii* et *Acacia macrostachya* Reichenb. ex DC. La strate herbacée est dominée par des graminées telles que *Tripogon minimus* (A.Rich.) Hochst. ex Steud. *Schizachyrium exile* (Hochst.) Pilger. et *Cenchrus pedicellatus* (Trin.) Morrone.

L'agriculture et l'élevage constituent les principales activités économiques de la zone. A celles-ci s'ajoute également l'exploitation du bois de chauffe à travers 22 marchés ruraux de bois mis en place en 1997 à la suite du plan aménagement de la forêt de Baban Rafi. Un marché rural de bois est défini comme un site rural de vente de bois-énergie géré par une structure locale de gestion et agréée par l'administration en charge de l'environnement. Ce marché est approvisionné par une zone d'exploitation délimitée d'un commun accord entre la population locale, la structure locale de gestion et l'administration de l'environnement [13]. Les principales espèces exploitées sont *Combretum nigricans*, *Combretum micranthum*, *Combretum glutinosum* Perr. ex DC. et *Guiera senegalensis*. La superficie des terroirs agricoles riverains de la forêt est estimée à 50439 ha représentant 62% des unités d'occupation de terre de la commune de Gabi et est essentiellement consacrée à la production céréalière [12]. A cela, s'ajoutent les cultures de niébé, arachide et sésame considérées comme des cultures de rente. L'accès aux terres reste l'une des principales préoccupations de la population locale avec les terres qui s'appauvrissent sous l'effet d'une poussée démographique galopante.

Le cheptel est estimé à environ 216700 têtes dont 35 547 têtes de bovins, 52771 têtes d'ovins, 115 060 têtes de caprins, 3128 têtes de camelins, 3 220 têtes d'équins et 6981 têtes d'asins [14]. Cette zone accueille également des troupeaux transhumants du nord-Niger et du sud Nigeria. Ainsi, il a été recensé environ 45800 têtes d'animaux pâturant à l'intérieur de la forêt [15].

## 2.2 DISPOSITIF D'INVENTAIRE ET COLLECTE DES DONNÉES

L'inventaire forestier a été réalisé à travers l'échantillonnage stratifié suivant des transects tel que recommandé par [16] dans la plupart des études sur les formations forestières ouvertes. Le dispositif de collecte des données est constitué de transects orientés selon la toposéquence au sein d'une station écologique considérée. Le long de chaque transect, des placettes de 1000 m<sup>2</sup> (50 m x 20 m) et équidistantes de 300 m, ont été installées comme l'ont souligné [17] pour les savanes. Au total 105 relevés installés sur 17 transects de longueur variant de 1 à 5 km ont été réalisés dans la forêt. Dans chaque relevé, la végétation a été étudiée selon les approches phytosociologiques.

Dans chaque placette, un recensement exhaustif des espèces ligneuses est effectué. Les paramètres relevés pour chaque espèce sont le nombre de tiges, le diamètre à 20 cm du sol, le diamètre à 1,3 m du sol, la hauteur totale, les deux diamètres orthogonaux de la projection du houppier au sol et la régénération. Sont considérés comme régénérations toutes les tiges et plantules dont le diamètre à 20 cm du sol est inférieur à 4 cm ([17], [18]). Elles ont été dénombrées dans chaque placette au niveau des cinq placeaux de 5 m × 5 m (25 m<sup>2</sup>) installés aux quatre angles et au milieu de la placette (Figure 3).

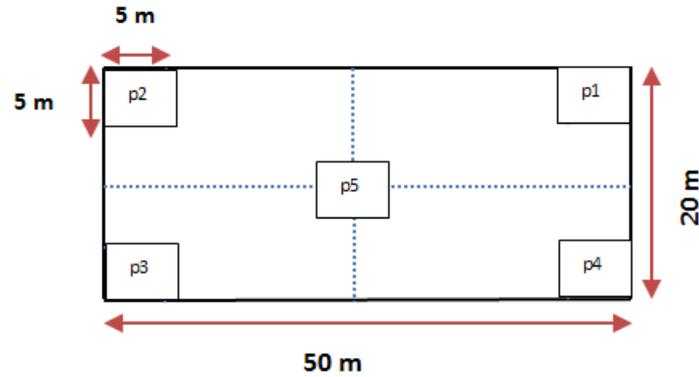


Fig. 3. Dispositif d’installation des placeaux (p) dans une placette de 1000 m<sup>2</sup>

2.3 TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES

2.3.1 CALCUL DES PARAMÈTRES DENDROMÉTRIQUES ET ÉCOLOGIQUES

2.3.1.1 PARAMETRES DENDROMETRIQUES

L’analyse a consisté au calcul des paramètres dendrométriques des espèces dominantes et de l’ensemble des peuplements des forêts claires. Les paramètres estimés sont:

- La densité du peuplement (N) en nombre d’arbres/ha:

$$N = \frac{n}{s} \tag{1}$$

n étant le nombre d’individus inventoriés dans la placette, s la superficie de la placette en ha;

- Le diamètre moyen (D) en cm:

$$D = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2} \tag{2}$$

n étant le nombre de tiges mesurées dans la placette, di le diamètre à 1,30 m du sol de la tige i;

- Le recouvrement moyen (RM) en %:

$$RM (\%) = \frac{\pi \sum_{i=1}^n d_{mi}^2}{4s} \times 100 \tag{3}$$

s étant la superficie de la placette (m<sup>2</sup>), d<sub>mi</sub> le diamètre moyen du houppier de l’individu i (m);

- La hauteur moyenne de Lorey (H) en m:

$$H_L = \frac{\sum_{i=1}^n g_i h_i}{\sum_{i=1}^n g_i} \quad \text{avec} \quad g_i = \frac{\pi}{4} d_i^2 \tag{4}$$

g<sub>i</sub> étant l surface terrière en m<sup>2</sup>/ha; h<sub>i</sub> la hauteur totale de l’individu i;

- L'indice spécifique de régénération (ISR) en%

$$ISR = \frac{\text{Effectif des jeunes plants d'une espèce}}{\text{Effectif total des jeunes plants inventoriés}} \quad (5)$$

- La surface terrière (G, en m<sup>2</sup>/ha): somme des surfaces des sections transversales de tous les tiges mesurées au niveau de la placette, ramenée à l'hectare:

$$G = \frac{\pi}{40000 s} \sum_{i=1}^n d_i^2 \quad (6)$$

d = diamètre (en cm) de l'arbre i de la placette considérée; s = 0,1 ha.

### 2.3.1.2 PARAMETRES ECOLOGIQUES

Les paramètres écologiques calculés sont les suivants:

- La richesse spécifique (S) en espèces: nombre total d'espèces présentes dans les forêts claires étudiées.
- L'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') en bits mesure l'entropie du système sur la base des proportions observées. Il a l'avantage de tenir compte du nombre d'espèces et de l'abondance des espèces. Cet indice est souvent utilisé pour exprimer la diversité des relevés [19].

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i \quad (7)$$

$p_i = \frac{n_i}{\sum n_i}$  étant l'abondance relative de chaque espèce, ni l'abondance de l'espèce i

Pour  $H' \leq 0,5$  = diversité très faible;  $H' < 2,5$  = diversité faible;  $2,5 \leq H' < 4$  = diversité moyenne;  $H' \geq 4$  = diversité élevée.

- L'indice d'Equitabilité de Pielou (E) en bits renseigne sur la répartition des espèces au sein d'un groupement [20]. Il est calculé à partir de la formule suivante:

$$E = \frac{H'}{\log_2 S} \quad (8)$$

S étant le nombre total d'espèces du peuplement du site.

Cet indice varie de 0 à 1. Il tend vers 0 quand une seule espèce est abondante et tend vers 1 quand les individus sont régulièrement repartis entre les espèces.

Donc,  $E < 0,6$  = faible;  $0,6 \leq E \leq 0,7$  = moyen;  $E \geq 0,8$  = élevé

- L'indice de la valeur d'importance (IVI): c'est l'indice synthétique de Curtis et Macintosh [21] qui combine la dominance relative (Domr), la densité relative (Dr) et la fréquence relative (Fr).

$$IVI = \text{Domr} + \text{Dr} + \text{Fr} \quad (9)$$

L'IVI renseigne sur l'importance écologique d'une espèce au sein d'un peuplement. Sa valeur de 0 à 300%. Est considérée comme écologiquement importante toute espèce dont l'IVI est  $\geq 10\%$  [22].

### 2.3.2 STRUCTURES EN DIAMÈTRE ET EN HAUTEUR

Les structures en diamètre et en hauteur ont été établies pour chaque type de parc agroforestier et comparées à la distribution théorique de Weibull à 3 paramètres (a, b et c). La fonction de densité de probabilité de la distribution  $f(x)$  se présente sous la forme ci-dessous [23].

$$f(x) = \frac{c}{b} \left( \frac{x-a}{b} \right)^{c-1} \exp \left[ - \left( \frac{x-a}{b} \right)^c \right] \quad (10)$$

Où  $x$  est le diamètre, la circonférence ou la hauteur des arbres et  $f(x)$  sa valeur de densité de probabilité;

$a$  = est le paramètre de position, il correspond à la valeur seuil, c'est-à-dire la plus petite valeur de diamètre ou de hauteur;

$b$  = est le paramètre d'échelle ou de taille, il est lié à la valeur centrale des diamètres ou hauteurs des arbres du peuplement considéré;

$c$  = est le paramètre de forme lié à la structure observée. La distribution de Weibull peut prendre plusieurs formes selon la valeur du paramètre de forme, comme le montre le Tableau 25.

**Tableau 1. Forme de la distribution de Weibull selon les valeurs du paramètre  $c$**

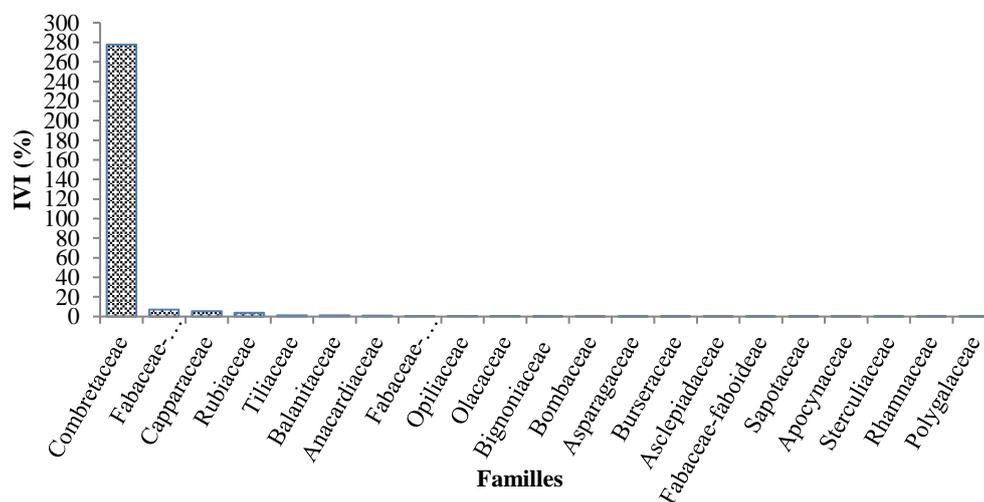
$C < 1$	Distribution en «J renversé», caractéristique des peuplements multispécifiques ou inéquiennes
$C = 1$	Distribution exponentiellement décroissante, caractéristique des populations en extinction
$1 < C < 3,6$	Distribution asymétrique positive ou asymétrique droite, caractéristique des peuplements monospécifiques avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre.
$C = 3,6$	Distribution symétrique; structure normale, caractéristique des peuplements équiennes ou monospécifiques de même cohorte.
$C > 3,6$	Distribution asymétrique négative ou asymétrique gauche, caractéristique des peuplements monospécifiques à prédominance d'individus âgés.

L'ajustement normal de chaque structure à celle de Weibull a été vérifié au moyen du test de Kolmogorov-Smirnov. Une p-value  $\geq 0,05$  indique un ajustement normal de la structure.

### 3 RÉSULTATS

#### 3.1 COMPOSITION FLORISTIQUE

Au total, 10 446 individus ont été recensés et 52 espèces ligneuses inventoriées réparties dans 40 genres et 21 familles. Les familles les mieux représentées sur la base de l'indice de la valeur d'importance (IVI) sont respectivement les Combretaceae (277,52%), Fabaceae-Mimosoideae (7,12%), et Capparaceae (5,56%) et les Rubiaceae (3,80%) (Figure 4). Les autres familles représentent des IVI faibles variant de 1,12% à 0,01%.



**Fig. 4. Importance de familles d'espèces ligneuses en fonction de l'IVI de la forêt de Baban Rafi**

L'espèce *Guiera senegalensis* possède l'indice de valeur d'importance le plus élevé (124,20) comparativement aux autres espèces. Elle est suivie des *Combretum micranthum* et *Combretum nigricans* qui ont respectivement 94,13% et 57,79% d'IVI. Les IVI des *Boscia senegalensis* et *Acacia erythrocalyx* sont respectivement de 4,21% et 4,06%. Il faut remarquer que les espèces ayant des indices de valeur d'importance élevées possèdent également des indices spécifiques de régénération élevées (Tableau 2). Certaines espèces comme *Combretum glutinosum* (0,01%), *Piliostigma reticulatum* (0,04%) et *Acacia ataxacantha* (0,04%) présentent des ISR faibles. On remarque également l'absence de rejets pour certaines espèces comme *Isoberlinia doka*, *Anogeissus leiocarpa*, *Prosopis africana* et *Bombax costatum* ayant des ISR nuls.

Tableau 2. Valeurs de l'indice de valeur d'importance et de l'indice spécifique de régénération des espèces dans la forêt Baban Rafi

Espèces	Dor	Dr	Fr	IVI	ISR
<i>Guiera senegalensis</i> J.F.Gmel	32,22	47,14	44,83	124,20	49,58
<i>Combretum micranthum</i> G.Don.	37,68	33,16	23,30	94,13	31,93
<i>Combretum nigricans var elliotii</i> (Engl. Ex Diels)	20,84	15,85	21,10	57,79	15,09
<i>Boscia senegalensis</i> (Pers.) Lam. Ex Poir.	0,96	0,79	2,46	4,21	0,77
<i>Acacia erythrocalyx</i> Brenan	1,87	0,75	1,45	4,06	0,52
<i>Gardenia sokotensis</i> Hutch.	0,62	0,90	1,23	2,75	0,94
<i>Acacia macrostachya</i> Reichenb. ex DC.	0,92	0,24	0,63	1,78	0,17
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	0,69	0,07	0,35	1,11	0,03
<i>Boscia salicifolia</i> Oliv.	0,17	0,14	0,69	0,99	0,13
<i>Feretia apodanthera</i> Del.	0,19	0,19	0,57	0,95	0,19
<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	0,63	0,01	0,16	0,80	0,00
<i>Opilia amentacea</i> Roxb (Guill. & Perr.) Endl. ex Walp.	0,14	0,10	0,46	0,70	0,09
<i>Prosopis africana</i> (Guill. & Pen.) Taub.	0,51	0,01	0,09	0,60	0,00
<i>Anogeissus leiocarpa</i> (DC.) Guill. Perr.	0,43	0,02	0,15	0,60	0,00
<i>Ximenia americana</i> L.	0,22	0,07	0,30	0,59	0,04
<i>Grewia flavescens</i> Juss.	0,09	0,10	0,33	0,51	0,10
<i>Acacia ataxacantha</i> DC.	0,12	0,11	0,20	0,43	0,11
<i>Combretum molle</i> R.Br. Ex G.Don.	0,20	0,03	0,17	0,40	0,01
<i>Grewia villosa</i> Willd.	0,07	0,11	0,15	0,33	0,12
<i>Combretum glutinosum</i> Perr ex DC.	0,18	0,02	0,12	0,33	0,01
<i>Grewia bicolor</i> Juss.	0,05	0,03	0,20	0,28	0,03
<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	0,14	0,04	0,10	0,27	0,04
<i>Stereospermum kunthianum</i> Cham.	0,13	0,01	0,11	0,25	0,00
<i>Cassia sieberiana</i> DC.	0,16	0,01	0,05	0,22	0,00
<i>Bombax costatum</i> Pell. Et Vuill.	0,14	0,01	0,06	0,21	0,00
<i>Isobertinia doka</i> Choib et Stopf	0,18	0,00	0,02	0,20	0,00
<i>Maerua angolensis</i> DC.	0,03	0,02	0,13	0,18	0,02
<i>Asparagus africanus</i> Lam.	0,02	0,03	0,11	0,15	0,03
<i>Boscia angustifolia</i> A. Rich.	0,00	0,01	0,07	0,08	0,01
<i>Terminalia avicennioides</i> Guil. & Perr.	0,06	0,00	0,01	0,07	0,00
<i>Commiphora africana</i> (A.Rich.) Engl.	0,02	0,00	0,05	0,07	0,00
<i>Acacia senegal</i> (L.) Willd.	0,01	0,01	0,05	0,07	0,01
<i>Capparis fascicularis</i> DC.	0,01	0,01	0,05	0,07	0,01
<i>Gymnema sylvestre</i> (Retz.) Schultes	0,01	0,02	0,04	0,07	0,02
<i>Entada africana</i> Guill. & Perr.	0,05	0,00	0,01	0,06	0,00
<i>Vitellaria paradoxa</i> Gaertn.	0,05	0,00	0,01	0,06	0,00
<i>Xeroderris stuhlmannii</i> (Taub.) Mendonca et E.	0,05	0,00	0,01	0,06	0,00
<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Arn.	0,02	0,00	0,03	0,05	0,00
<i>Strophanthus sarmentosus</i> DC.	0,01	0,00	0,03	0,05	0,00
<i>Albizia chevalieri</i> Harms.	0,02	0,00	0,02	0,04	0,00
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	0,03	0,00	0,01	0,04	0,00
<i>Crossopteryx febrifuga</i> (Afz.) Benth.	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00
<i>Lannea microcarpa</i> Engl. & K. krause	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00
<i>Mitragyna inermis</i> (Willd.) O. Kze	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00
<i>Gardenia ternifolia</i> Schum. & Thonn.	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00
<i>Sterculia setigera</i> Del.	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00
<i>Ziziphus mauritiana</i> Lam.	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
<i>Bauhinia rufescens</i> Lam.	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
<i>Cadaba farinosa</i> Auct.	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
<i>Maerua crassifolia</i> Forsk.	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
<i>Acacia sieberiana</i> DC	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
<i>Securidaca longepedunculata</i> Fres.	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>

Dor: Dominance relative; Dr: Densité relative; Fr: fréquence relative; IVI: Indice de la valeur d'importance; ISR: indice spécifique de régénération

### 3.2 PARAMÈTRES DENDROMÉTRIQUES ET ÉCOLOGIQUES

Les paramètres dendrométriques calculés sont résumés dans le tableau 3. La densité moyenne des ligneux est de  $994,86 \pm 343,71$  individus à l'hectare. Ce peuplement est dominé par les Combretaceae notamment *Guiera senegalensis* (446 individus/ha), *Combretum micranthum* (232 individus/ha) et *Combretum nigricans* (210 individus/ha). Ces espèces enregistrent la plus grande contribution en surface terrière (90,74%). La densité moyenne des tiges est de  $18576,48 \pm 10309,56$  tiges/ha. Celle de régénération des espèces est de  $17092,95 \pm 10431,80$  rejets/ha attestant une bonne capacité de régénération de la forêt. La hauteur moyenne de Lorey est de  $3,1 \pm 0,66$  m. Concernant les paramètres écologiques, la richesse spécifique est de 52 espèces ligneuses. La valeur de l'indice de Shannon est de 3,8 bits et équitabilité de Pielou est égale à 0,68 bits.

Tableau 3. Paramètres dendrométriques du peuplement

Paramètres	Valeurs
Densité moyenne d'individus (individus/ha)	$994,86 \pm 343,71$
Densité moyenne des tiges (tiges/ha)	$18576,48 \pm 10309,56$
Recouvrement moyen (%)	$48,08 \pm 18,57$
Diamètre moyen (cm)	$13,09 \pm 4,09$
Surface terrière (m <sup>2</sup> )	$1,72 \pm 0,60$
Densité moyenne de régénération (rejets/ha)	$17\ 092,95 \pm 10\ 431,80$
Hauteur moyenne de Lorey (m)	$3,1 \pm 0,66$

### 3.3 STRUCTURES DÉMOGRAPHIQUE

La structure démographique de l'ensemble des ligneux recensés dans la forêt de Baban Rafi et celles de trois (3) espèces ligneuses les plus écologiquement importantes (selon la valeur de leur IVI et de ISR) ont été décrites à travers l'établissement des structures en diamètre et en hauteur (Figures 5 et 6). Ainsi, la structure en diamètre du peuplement de la forêt présente une allure en "J renversée", avec des valeurs du paramètre de forme, c de la distribution de Weibull supérieur à 1 (Figure 5a). Cette structure est caractéristique d'un peuplement avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre. On note ainsi, qu'à l'échelle de tout le peuplement, les individus de faible diamètre compris entre 5 et 10 cm ( $5\text{ cm} \leq d < 10\text{ cm}$ ) sont largement les plus dominants mais les individus de diamètre supérieur présentent une très faible proportion.

Par ailleurs, la distribution en diamètre de ces trois espèces (*Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*) est traduite par des courbes d'évolution en J renversé caractéristiques des peuplements avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre (Figures 5b, 5c et 5d). Les classes de diamètre (cm) les plus représentées sont [5\_10 [représentant 97,31% pour *Guiera senegalensis*, 92,88% pour *Combretum micranthum* et 85,16% pour *Combretum nigricans*. Les gros individus des diamètres supérieurs à 20 cm sont presque absents.

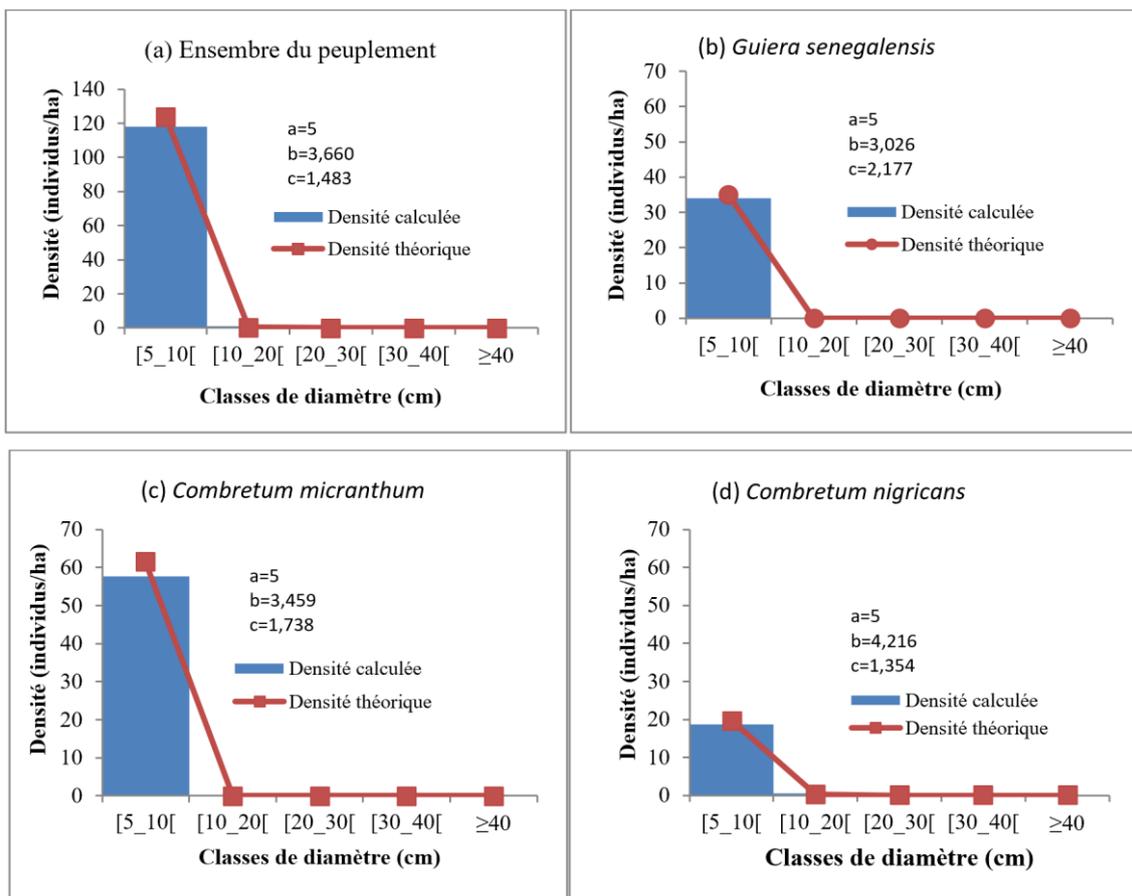


Fig. 5. Structure démographique des essences ligneuses par classes de diamètre: a) ensemble du peuplement ligneux; b) *Guiera senegalensis*; c) *Combretum micranthum*; d) *Combretum nigricans*

Pour la structure en hauteur, la distribution de ces espèces ainsi que celles de l'ensemble du peuplement ligneux de la forêt montre plutôt une distribution asymétrique droite, avec des valeurs du paramètre de forme,  $c$  de la distribution de Weibull supérieur à 1 caractéristique des peuplements à prédominance d'individus jeunes (Figure 6). Ainsi, plus de 90% des individus *Combretum micranthum* et de *Combretum nigricans* ont une hauteur comprise entre 1 m et 5 m contre 80% de ceux de *Guiera senegalensis* ce qui traduit la prédominance du port arbustif ou arbustif buissonnant de ces espèces.

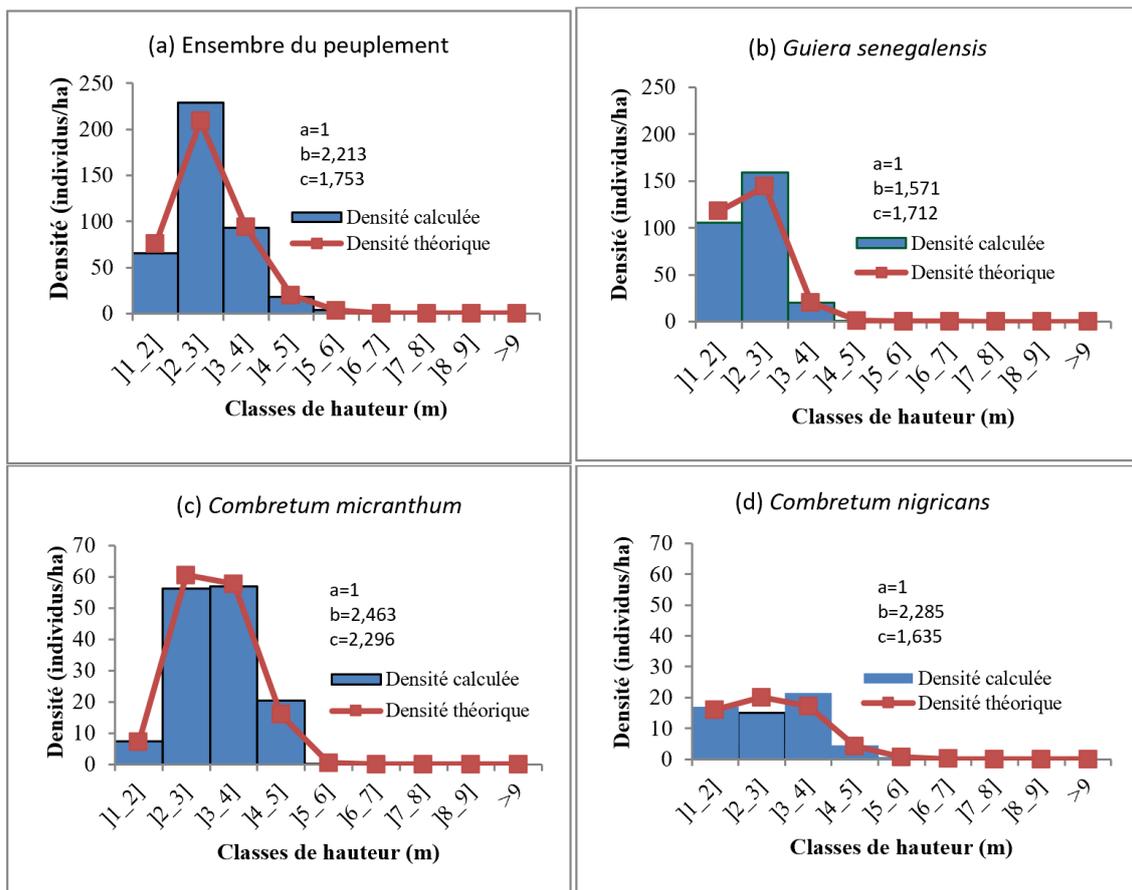


Fig. 6. Structure démographique des essences ligneuses par classes de hauteur: a) ensemble du peuplement ligneux; b) *Guiera senegalensis*; c) *Combretum micranthum*; d) *Combretum nigricans*

#### 4 DISCUSSION

L'analyse de la structure démographique de la végétation de la forêt de Baban Rafi a été réalisée à partir d'un inventaire forestier au cours duquel 105 placettes (de 1000 m<sup>2</sup> chacune) ont été installées. Les Combretaceae occupent 89,69% des individus recensés. Cette dominance des Combretaceae a été rapportée par plusieurs études menées au Sahel notamment celles de [24] dans la réserve de Tamou, [25] et [26] dans le parc W du Niger, [27] dans les parcours de la région de Maradi et [28] dans la forêt Communautaire d'Edouwossi-Cope au Togo. Cette occupation progressive d'espaces par les Combretaceae et notamment de *Guiera senegalensis* et *Combretum micranthum* désignée sous le terme de combrétinisation [29] a été signalée dans la Réserve de biosphère du Ferlo du Sénégal.

La densité moyenne des individus inventoriés dans les unités d'échantillonnage est de 994,86 individus/ha dont les 3 espèces (*Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*) représentent 89,23%. Cette densité est similaire à celle obtenue par [30] dans la zone. Par contre, elle est inférieure à celle calculée par [25] dans le Parc National du W. La différence pourrait être liée d'une part à l'exploitation du bois d'énergie opérée au niveau des marchés ruraux de bois et d'autre part à l'émondage et au broutage sévères et fréquents.

Le taux moyen de recouvrement de la forêt est de 48,08% dont 20,12% pour *Combretum micranthum*, 15,41% pour *Guiera senegalensis* et 7,46% pour *Combretum nigricans*. On remarque que plus de 2/3 de ce recouvrement est issu de ces 3 espèces. L'analyse de la densité moyenne de régénération met en évidence une nette dominance des espèces *G. senegalensis* (8474,76 rejets/ha), *C. micranthum* (5456,95 rejets/ha) et *C. nigricans* (2579,52 rejets/ha). Ces espèces occupent ainsi plus de 90% de la régénération du massif. Ces résultats s'expliquent par le fait que ces espèces sont capables de se régénérer même après une coupe [29] d'une part et ont des fruits aillés facilement disséminés par anémochorie et hydrochorie ([31], [32]) d'autre part. Ces espèces résistent également au manque et à l'insuffisance des pluies, mais aussi aux fortes températures [33].

La rareté ou l'absence des individus juvéniles pour certaines espèces ayant des ISR faibles ou nuls comme *Isoberlinia doka*, *Anogeissus leiocarpa*, *Prosopis africana* et *Bombax costatum* est inquiétante pour la conservation. Outre les impacts des activités humaines, le facteur climatique pourrait expliquer l'absence ou la faible régénération de ces espèces. En effet, plusieurs études ont montré les impacts négatifs de la sécheresse sur la végétation ([10], [34], [35]). En Afrique subsaharienne, certaines études ont

également mis évidence que les sécheresses répétées dans les années 1970 et 1980 ont entraîné la mortalité des espèces ligneuses des écosystèmes sensibles ([36], [37]). Ce phénomène peut à moyen ou long terme affecter radicalement la pérennité de ces espèces et par conséquent celle des écosystèmes qu'elles caractérisent. Face à cette situation des mesures de conservation doivent être prioritaires.

La surface terrière (1,72 m<sup>2</sup>/ha) est supérieure à celle obtenue par [38] dans les forêts classées de Dan Kada (0,76 m<sup>2</sup>/ha). Par contre, elle est plus faible que celles trouvées par [39] dans la forêt classée de Tientiergou au Niger (2,13 m<sup>2</sup>/ha) et [40] dans deux forêts classées au Burkina (15,92 m<sup>2</sup>/ha). Quant à la hauteur de Lorey de 3,1 m, elle confirme le caractère arbustif de la forêt.

La valeur de l'indice de Shannon (3,81 bits) est également assez appréciable comparativement aux celles trouvées par [25] dans le Parc National de W (2,44 bits) et par [41] dans la forêt classée d'Agbo en Côte d'Ivoire (3,78 bits). Cet indice indique que la diversité des espèces au sein de la forêt est moyennement riche. Quant à la valeur de l'indice d'équitabilité de Pielou (0,68 bits), elle est comparable à celles obtenues dans le Parc National de W [25] et dans la forêt classée d'Agbo [41]. Elle révèle l'existence d'un certain nombre des espèces qui dominent les autres. Ce sont ces espèces arbustives (*G. senegalensis*, *C. micranthum* et *C. nigricans*) qui structurent d'ailleurs la physionomie de la forêt.

Les résultats de la distribution en classes de diamètre de 4 cm d'amplitude et des hauteurs de 1m d'amplitude de l'ensemble du peuplement et des trois espèces les plus écologiquement importantes que sont *G. senegalensis*, *C. micranthum* et *C. nigricans* ont mis en évidence des structures en J renversé caractéristiques des peuplements avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre. L'abondance des individus de faible diamètre assurent l'avenir de la formation naturelle. Plus de 80% des individus du peuplement ligneux et de *C. micranthum*, de *G. senegalensis* et de *C. nigricans* ont une hauteur inférieure à 5 m ce qui indique la prédominance du port arbustif ou arbustif buissonnant de ces espèces.

## 5 CONCLUSION

L'étude sur la caractérisation de la dynamique démographique a contribué à une meilleure connaissance de la composition floristique et de la structure des peuplements ligneux dans la Forêt de Baban Rafi. Elle a aussi montré que la flore ligneuse de la forêt est riche d'au moins 52 espèces réparties en 21 familles. Les familles les plus représentatives sur la base de l'indice de la valeur d'importance sont les Combretaceae, les Fabaceae-Mimosoideae et les Caparaceae. Les espèces les plus écologiquement importantes sont par ordre *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans* et *Boscia senegalensis*. L'analyse de la structure globale révèle une structure stable avec une proportion importante des sujets des petits diamètres. Ainsi, la présence d'une densité élevée des jeunes individus devait assurer l'avenir du peuplement. Mais la faible capacité de régénération de certaines espèces peut perturber à long terme la dynamique du massif. Ces résultats peuvent constituer des informations précieuses et utiles dans la recherche de meilleurs outils de gestion et d'aménagement des écosystèmes en faveur de la conservation de la biodiversité dans les aires protégées.

## REFERENCES

- [1] M. Djibo, Intégration des populations riveraines dans la gestion du parc national du W du Niger, mémoire d'études spécialisées en gestion des ressources animales et végétales en milieux tropicaux, ULG; Gembloux; 2004, 66p.
- [2] B. Tasila, Mark W. Schwartz et Tim Caro, Woody vegetation structure and composition along a protection gradient in a miombo ecosystem of western Tanzania Forest Ecology and Management, 230 179–185, 2006.
- [3] B. Sambou, Evaluation de l'état, de la dynamique et des tendances évolutives de la flore et de la végétation ligneuses dans les domaines soudanien et subguinéen au Sénégal, Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop, 2004, 248p.
- [4] P. Gonzalez, C.J. Tucker, H. Sy, Tree density and species decline in the African Sahel attributable to climate. Journal of Arid Environments, 78: 55-64, 2012.
- [5] M. Larwanou, M. Saadou, Biodiversity of ligneous species in semi-arid to arid zones of south-western Niger according to anthropogenic and natural factors. Agriculture, Ecosystems and Environment, 105 (2005) 267 – 271.
- [6] S. Ganaba, Caractérisation, utilisations, tests de restauration et gestion de la végétation ligneuse au Sahel, Burkina Faso. Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles, Université Cheikh Anta Diop, 2008, 287p.
- [7] Projet Energie II -Energie Domestique, Le Schéma Directeur d'Approvisionnement en Bois-Energie de Maradi, Niger, 1993, 127p.
- [8] Projet Aménagement des Forêts Naturelles (PAFN), Plan d'aménagement actualisé de la forêt de Baban Rafi Sud. Niger, 2003, 75p.
- [9] A. Ouédraogo, Diversité et dynamique de la végétation ligneuse de la partie orientale du Burkina Faso. Thèse de doctorat, Univ. Ouagadougou, 2006, 196p.
- [10] B. Morou, Impacts de l'occupation des sols sur l'habitat de la girafe au Niger et enjeux pour la sauvegarde du dernier troupeau de girafes de l'Afrique de l'Ouest Thèse de doctorat de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, 2010, 184p.
- [11] A. Ichaou, La caractérisation des formations des bas-fonds et de plaines sableuses: un préalable pour une meilleure connaissance de leur dynamique de régénération. MHE/LCD. PAFN, Niamey/Niger, 2004, 91p.

- [12] A. Mahamane, S. Mahamane, B. Yacoubou, A. Issaka, A. Ichaou, K. Saley, Analyse diachronique de l'occupation des terres et caractéristiques de la végétation dans la commune de Gabi (région de Maradi, Niger). *Sécheresse*. 18 (4) 296-304, 2007. DOI: 10.1684/sec.2007.0105.
- [13] B. Alain B. Nouvelle politique forestière et marchés ruraux de bois-énergie au Niger: le transfert de la gestion locale des ressources ligneuses aux communautés Rurales. *Cahier Agricultures*. 4: 185-193, 1995.
- [14] Ministère de l'Élevage (MEL), Evolution du cheptel nigérien: Statistiques sur l'élevage au Niger, 2015, 76p.
- [15] A. Ichaou, Conduite test du protocole régional de suivi environnemental au Niger et au sein des formations forestières des plaines sableuses de Baban Rafi Sud (Maradi-Niger), CRC/PREDAS, 2009, 88p.
- [16] G. Boudet, Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères (4<sup>e</sup> édition révisés) - Manuels et précis d'élevage IEMVT, 1981, 266p.
- [17] A. Mahamane, M. Saadou, Méthode d'étude de la flore et de la végétation tropicale. Project SUNEU. Actes de l'Atelier sur l'Harmonisation des Méthodes, 2008, 83p.
- [18] J. Poupon, Structure dynamique de la strate ligneuse d'une steppe sahélienne au nord du Sénégal. ORSTOM, Paris, France, 1980.
- [19] B.T.A. Vroh, Y.C.Y. Adou, D. Kouamé, D.H. N'da & K.E. N'guessan, Diversités Floristique et Structurale sur le Site d'une Réserve Naturelle Volontaire à Azaguié, Sud-est de la Côte d'Ivoire. *European Journal of Scientific Research*, 45 (3): 411-421, 2010.
- [20] EC. Piélou, Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *J. Theor. Biol.*, 10: 370-383, 1966.
- [21] J.T. Curtis, and R.P. McIntosh, The Interrelations of Certain Analytic and Synthetic Phytosociological Characters. *Ecology*, 31, 434-455, 1950. <http://dx.doi.org/10.2307/1931497>.
- [22] JM. Reitsma, Forest Vegetation in Gabon. Tropenbos Technical Series 1, Tropenbos Foundation: The Netherlands; 1988, 142p.
- [23] J. Rondeux, La mesure des peuplements forestiers. Presses agronomiques de Gembloux, 1999, p 522.
- [24] A. Amani, Croissance et potentiel de séquestration de carbone de quatre espèces de Combretaceae en zone sahélienne et nord-soudanienne au Niger (Afrique de l'Ouest). Thèse de Doctorat en biologie et écologie végétales, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger, 2016, 184p.
- [25] M. Inoussa, Dynamique des forêts claires dans le Parc National de W du Niger, Thèse de doctorat de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger, 2011, 93p. + Annexes.
- [26] A. Diouf, Influence du régime des feux d'aménagement sur la structure ligneuse des savanes nord-soudanienues dans le Parc du W (Sud-Ouest NIGER). Thèse de doctorat, Université libre de Bruxelles, 2012, 201 p + Annexes.
- [27] A. Alhassane, I. Chaibou, S. Karim, I. Soumana, A. Mahamane et M. Saadou, Flore et structure des peuplements ligneux des pâturages naturels de la région de Maradi, Niger, *Afrique SCIENCE* 14 (5) (2018) 171 – 189, 2018.
- [28] F. Folega, H. Pereki, A.Y. Woegan, M. Dourma, W. Atakpama, M.S. Maza, K. Akpagana, Caractérisation écologique de la forêt Communautaire d'Edouwossi-Cope (région des plateaux-Togo), *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)*, 19 (3): 47-61, 2017.
- [29] D. Ngom, T. Fall, O. Sarr, S. Diatta et LE. Akpo, Caractéristiques écologiques du peuplement ligneux de la réserve de biosphère du Ferlo (Nord Sénégal). *Journal of Applied Biosciences*, 65: 5008 – 5023, 2013.
- [30] S.A. Sama. Fonctionnement, dynamique et capacité de séquestration du carbone de l'espèce *Combretum micranthum* G. Don aux échelles stationnelles de la forêt de Baban Rafi (Niger), Mémoire Master II, Université de Mradi, 2017, 120p.
- [31] O. Ouedraogo, Phytosociologie, dynamique et productivité de la végétation du parc national d'Arly (Sud-Est du Burkina Faso). Thèse de doctorat de l'Université de Ouagadougou, 2009, 188p.
- [32] R. Bellefontaine, Pour de nombreux ligneux, la reproduction sexuée n'est pas la seule voie: analyse de 875 cas. *Sécheresse*, 16 (4): 315-317, 2005.
- [33] O. Savadogo, M.K. Ouattara, S. Pare, I. Ouedraogo, K.S. Sawadogo, J. Barron et N.P. Zombre. Structure, composition spécifique et diversité des ligneux dans deux zones contrastées en zone Sahélienne du Burkina Faso, 2016, *Vertigo* 16 (1) (2016), URL: <http://vertigo.revues.org/17282>.
- [34] H. Diallo, I. Bamba, Y. S. S. Barima, M. Visser, A. Ballo., A. Mama., I. Vranken I., M. Maïga et J. Bogaert, Effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali (Réserve de Fina, Boucle du baoulé), *Sécheresse*, 22 (2) 97-107, 2011. DOI: 10.1684/sec.2011.0306.
- [35] MBK. Darkoh, Regional perspectives on agriculture and biodiversity in drylands of Africa. *Journal of Arid Environments*, 54: 261-79, 2003.
- [36] M. Koné, A. Aman, A. C. Y. Yao, L. Coulibaly et K. E. N'Guessan, Suivi diachronique par télédétection spatiale de la couverture ligneuse en milieu de savane Soudanienne en Côte d'Ivoire, *Télédétection*, vol. 7, pp. 433-446, 2007.
- [37] A. Kossi, R. Bellefontaine, K. Kokou, Les forêts claires du Parc national Oti-Keran au Nord-Togo: structure, dynamique et impacts des modifications climatiques récentes, *Secheresse*, 20: 394-6, 2009. doi: 10.1684/sec.2009.0211.
- [38] H. Abdourhamane, B. Morou, H. Rabiou, et A. Mahamane, Caractéristiques floristiques, diversité et structure de la végétation ligneuse dans le Centre-Sud du Niger: cas du complexe des forêts classées de Dan kada Dodo-Dan Gado. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7 (3): 1048-1068, 2013.
- [39] RJ. Peltier, H. Dessard, R. Gado Alzouma, A. Ichaou, Bilan après quinze ans de gestion communautaire d'une forêt villageoise de l'Ouest nigérien. *Sécheresse*, 20 (4): 383-387, 2009.
- [40] S. Paré, Land use dynamics, tree diversity and local perception of forest decline in southern Burkina Faso, West Africa. Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Forest Sciences, Department of Forest Genetics and Plant Physiology, 2008, 78p.
- [41] A.E. N'guessan & J.K. N'Dja, Analyse de la diversité floristique de la forêt classée d'Agbo (Côte d'Ivoire), *European Scientific Journal* 14 (5) 346-357, 2018: Doi: 10.19044/esj.2018.v14n9p346.