

## CARACTÉRISTIQUE PHYTOÉCOLOGIQUE DU PARC NATIONAL DE MANDA DANS LA PROVINCE DU MOYEN-CHARI AU TCHAD

Esaie WAYA<sup>1\*</sup>, Nelio NDOGOTAR<sup>2</sup>, Doloum GOMOUNG<sup>2</sup>,  
Alhadj Markhous NAZAL<sup>1</sup> et Adamou IBRAHIMA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Université de Sarh, Faculté des Sciences Agronomiques et de l'Environnement, Laboratoire de Biologie, BP 105 Sarh, Tchad

<sup>2</sup> Université de Sarh, Faculté des Sciences, Laboratoire de Biologie, BP 105 Sarh, Tchad

<sup>3</sup> Université de Ngaoundéré, Faculté des Sciences, Laboratoire de Biodiversité et Développement Durable, BP 454 Ngaoundéré, Cameroun

(reçu le 14 Septembre 2022; accepté le 09 Novembre 2022)

\* Correspondance, e-mail : [wayason@yahoo.fr](mailto:wayason@yahoo.fr)

### RÉSUMÉ

La présente étude a pour objectif de caractériser la phytoécologie du Parc National de Manda (PNM) situé dans la Province du Moyen-Chari au Tchad. L'aire de relevé est une placette carrée de 1m x 1m et une semi-parcelle de 10m x 10m respectivement pour la savane herbeuse (20 placettes) et la savane arbustive (28 sous-parcelles) et une parcelle rectangulaire de 50m x 20m pour la forêt claire (54 parcelles) et la savane arborée (46 parcelles). La mesure des diamètres est prise à 1,30 m du sol (les diamètres à hauteur de poitrine (DHP = 1,30 m)) et leur hauteur totale pour les espèces ligneuses et l'inventaire floristique (espèces ligneuses et herbacées) ont été faits. Le tableur Excel a permis de faire une analyse descriptive au niveau de quatre (4) formations végétales (Forêt claire, savanes arborées, arbustives et herbeuses) du PNM. Au total 102 espèces sont identifiées et évaluées. Les familles végétales les plus représentées du parc sont les Combretaceae, Fabaceae, Méliaceae, Rubiaceae, Ebanaceae, Loganiaceae et Malvaceae. *Anogeissus leiocarpa*, *Combretum collinum* et *Detarium microcarpum* sont des espèces végétales qui se trouvent un peu partout (Forêt claire, savanes arborées et arbustives) et qui présentent une grande importance écologique du parc, d'après leur indice de valeur d'importance (IVI). Les indices de rareté est de 68,36 % (RI > 80 %) pour

les espèces rares et de 31,6 % (RI < 80 %) pour les espèces préférentielles du parc. La liste d'espèces menacées est surprenante (79 espèces) et 04 espèces sont de Préoccupation mineure (LC). Cette étude alerte les autorités politiques et les acteurs civils à freiner la diminution des espèces végétales. Ces résultats peuvent servir de référence dans le suivi écologique de la végétation de parc soumis aux variations climatiques et aux pressions anthropiques.

**Mots-clés :** *Parc National, phytoécologie, espèces végétales, statut de conservation, Moyen-Chari, Tchad.*

## ABSTRACT

### **Phytoecological characteristics of the Manda National Park in the Moyen-Chari Province of Chad**

The objective of this study is to characterize the phytoecology of the Manda National Park (MNP) located in the Moyen-Chari Province of Chad. The survey area is a square plot of 1m x 1m and a semi-plot of 10m x 10m respectively for the grassy savannah (20 plots) and the shrub savannah (28 sub-plots) and a rectangular plot of 50m x 20m for the woodland (54 plots) and the tree savannah (46 plots). Diameter measurements were taken at 1.30 m from the ground (diameter at breast height (DBH) = 1.30 m) and their total height for woody species and the floristic inventory (woody and herbaceous species) were made. The Excel spread sheet allowed for a descriptive analysis of four (4) plant formations (woodland, tree, shrub and grass savannahs) of the PNM. A total of 102 species were identified and evaluated. The most represented plant families in the park are Combretaceae, Fabaceae, Meliaceae, Rubiaceae, Ebanaceae, Loganiaceae and Malvaceae. *Anogeissus leiocarpa*, *Combretum collinum* and *Detarium microcarpum* are plant species that are found throughout the park (woodland, tree and shrub savannahs) and are of great ecological importance in the park, according to their importance value index (IVI). The rarity indices are 68.36 % (RI > 80 %) for rare species and 31.6 % (RI < 80 %) for the park's preferred species. The list of threatened species is surprising (79 species) and 04 species are of Least Concern (LC). This study alerts political authorities and civil actors to curb the decline of plant species. These results can serve as a reference in the ecological monitoring of park vegetation subject to climatic variations and anthropogenic pressures.

**Keywords :** *National Park, Phytoecology, plant species, conservation status, Moyen-Chari, Chad.*

## **I - INTRODUCTION**

Les savanes d’Afrique connaissent des processus rapides de transformation des paysages ruraux et une dégradation des ressources naturelles [1, 2]. La dégradation de l’environnement et en particulier celle des aires protégées est aujourd’hui d’autant plus inquiétante qu’elle ne laisse indifférents ni acteurs de développement, ni chercheurs [3]. Les objectifs de création et de gestion des aires protégées sont directement liés à la protection de la biodiversité et au maintien des services écologiques [4]. Le niveau de classement et de protection des différentes aires protégées n’est cependant pas toujours suffisant pour assurer leur protection à long terme [5]. Leur existence entraîne de nombreuses modifications sur l’accès aux ressources par les populations [4]. En effet, les principales causes de ces modifications sont des activités anthropiques tels que l’agriculture, les coupes de bois d’œuvre ou de bois de chauffe [6], l’exploitation forestière clandestine, les mauvaises pratiques de l’élevage [7] et la croissance démographique [8] sont autant des problèmes qui résultent de cette situation de crise écologique [9]. Le Parc National de Manda (PNM) a pour rôle de protéger l’environnement, de contribuer au développement du milieu et de satisfaire les besoins des populations riveraines pour leur survie. Le PNM où l’accès est facile pour des activités illégales d’où la valeur économique de leurs ressources est importante.

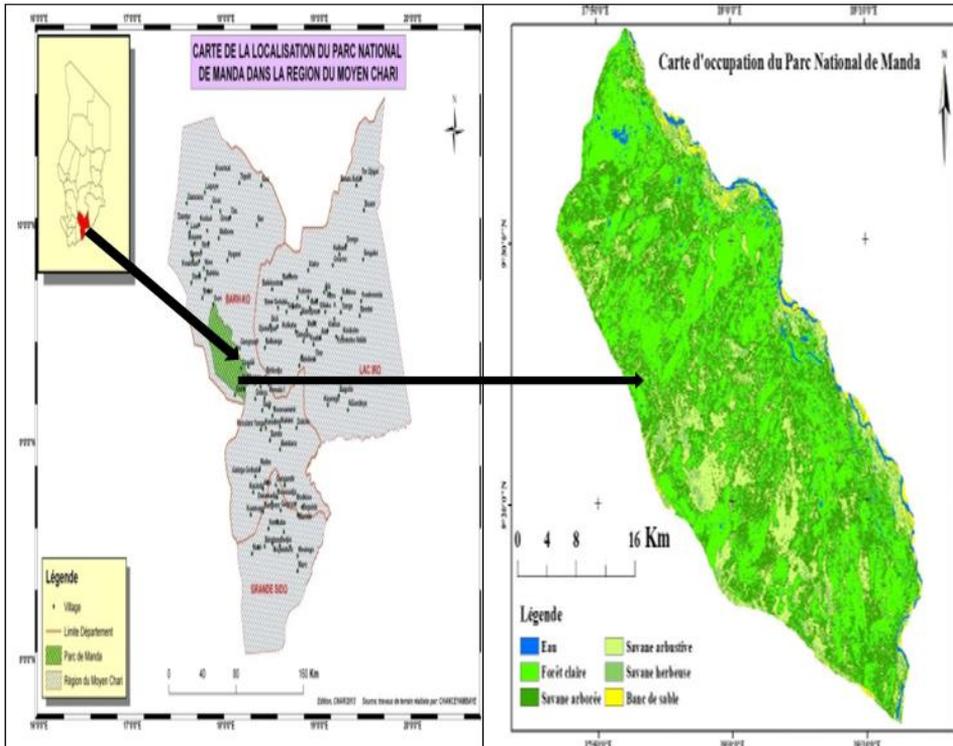
Ce Parc national souffre de la pression pastorale, du braconnage, de la pêche illicite dus à la pression démographique [10]. Les principales causes de la dégradation de ce parc national sont d’ordre politico-institutionnel, socio-économique et climatique, mais surtout social (pauvreté de la population riveraine, manque d’instruction etc.). Ces activités illégales constituent une menace de survie pour nombreuses espèces (végétales et animales) et accentuent localement un déséquilibre écologique et ont défiguré les écosystèmes du PNM. Forêts et savanes exploitées, détruites, abattues entraînant des profondes dégradations des sols, des régimes hydriques, des cours d’eaux, l’appauvrissement de la diversité biologique, à l’érosion, à la pollution, à la modification de la composition et à la baisse de la fertilité des sols [11]. Devant la gravité de la situation écologique dans le Parc National de Manda, la nécessité d’un plan d’action de sa conservation et de sa préservation s’impose afin de juguler la dégradation que subissent les ressources biologiques. Le PNM mérite d’être reconstitué et restauré pour pouvoir jouer les multiples rôles qui lui sont assignés. Il faut définir des mesures de gestion qui puissent garantir l’utilisation durable et une meilleure valorisation des ressources forestières au profit des communautés locales. C’est à ce titre que se situe l’intérêt de notre travail, qui avait pour objectif de caractériser la phytoécologie du PNM.

Spécifiquement, il s'agit de comprendre l'évolution et d'évaluer le statut des espèces végétales du PNM. Ces résultats permettraient d'alerter les acteurs politiques, les développeurs et protecteurs de la nature, les ONGs, les éducateurs et les communautés locales de l'ampleur que prennent la diminution et le danger que subissent les ressources végétales et de proposer une piste des solutions pour une meilleure gestion du PNM.

## II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

### II-1. Site d'étude

Les sites d'études sont situés dans le Parc National de Manda (PNM) qui se trouve à 25 km au nord-ouest de Sarh, Chef-lieu du Département du Barh-Kôh, Province du Moyen-Chari (*Figure 1*). Il est situé entre 9°20' et 9°35' de latitude Nord et 17°45' et 18°20' de longitude Est et à une altitude variant de 344 à 691 m. La zone est caractérisée par un climat de type tropical, avec une précipitation moyenne annuelle de 1061 mm, une température moyenne annuelle de 24,5°C et une humidité relative selon les mois de 32 à 85 % [12]. Les sols sont variés et dont les principaux types sont: les sols d'érosion sur roches acides dominant sur le Mont Niellim; les sesquioxides à tâches et concrétions ferrugineuses et cuirasses qui se rencontrent sur les dalles latéritiques dans la zone de Niellim; les vertisols dans certaines zones inondables entre Koutou et Niellim; les sols ferralitiques qui affleurent largement dans les zones de Koutou et de Djoli; les sols ferrugineux tropicaux au centre du parc, de Nguéré à Koutou et les sols hydromorphes caractéristiques des sols du Sud du parc [13]. Le PNM est desservi par un réseau hydrographique, dans sa partie orientale par le fleuve Chari et au Sud par le Barh Sara. Deux des trois principaux affluents du Chari ont leurs confluents dans le PNM : le Bahr Sara et le Bahr Salamat. En outre, 13 mares temporaires et 23 mares permanentes ont été identifiées dans le parc [14]. Les formations végétales sont des forêts galeries, des savanes arbustives et arborées. Dans l'ensemble, la végétation est de type soudanien dont la densité et la répartition sont fonction de la topographie et de la nature des sols. En dehors de la plaine, la forêt claire et la savane boisée à légumineuse dominante alternent avec des lambeaux de forêt sèche ou ripicole [15]. La diversité de la faune sauvage est sous-estimée. Seuls les vertébrés sont moyennement étudiés, avec une dizaine de familles sauvages [5]. Les populations riveraines du PNM sont estimées à 85592 habitants [16] et elles sont en grande partie des agriculteurs, mais on y rencontre des pêcheurs et des pasteurs de plus en plus nombreux. Elles appartiennent au grand groupe ethnique Sara, majoritaire dans la partie méridionale du Tchad.



**Figure 1 :** Localisation du PNM dans la région du Moyen-Chari au Tchad (Source : Waya E., 2019)

## II-2. Périodes de l'inventaire floristique

Les collectes des données ont été réalisées pendant cinq (05) mois, du 12 Novembre 2019 au 14 Mars 2020 dans la zone d'étude. L'étude s'est ainsi réalisée surtout en saison sèche, en raison de la facilité d'accès au site. La possibilité de réaliser les inventaires floristiques en une période unique dans cette zone géographique, en fin de saison de pluie, même s'il avoue par ailleurs la perte d'informations concernant la phénologie de certaines espèces [17]. L'inventaire est donc considéré comme quasi synchronique, car la durée de l'étude étant non susceptible d'entraîner des variations profondes de la végétation, en moins de la survenue d'un événement destructeur imprévisible [17].

## II-3. Collecte des données floristiques

La méthode retenue pour les inventaires floristiques a été celle de l'échantillonnage à surface variable et aléatoire. La taille des relevés a été déterminée en tenant compte des travaux effectués en milieu tropical par

plusieurs auteurs [10, 18, 19] qui ont utilisé des surfaces variant entre 1 et 1000 m<sup>2</sup> selon les formations végétales. L'aire de relevé est une placette carrée de 1 m<sup>2</sup> (1m x 1m) et une sous-parcelle de 100 m<sup>2</sup> (10 m x 10 m) respectivement pour la savane herbeuse et savane arbustive et une parcelle rectangle de 1000 m<sup>2</sup> (50 m x 20 m) pour la forêt claire et la savane arborée. Au niveau des différentes formations végétales, des placettes ont été installées. Le nombre de la placette par formation végétale a été déterminé sur la base de l'étendue des formations végétales et de l'homogénéité floristique et topographique des stations. Il y a 20 placettes pour la savane herbeuse, 28 sous-parcelles pour la savane arbustive et 46 et 54 parcelles pour la savane arborée et forêt claire respectivement. La mesure des diamètres des espèces ligneuses est prise à 1,30m du sol (les diamètres à hauteur de poitrine (DHP = 1,30 m)) des individus ligneux ont été mesurés à l'aide du mètre ruban. Le diamètre minimum considéré est de 5 cm. La hauteur des espèces ligneuses a été obtenue à l'aide de la perche graduée de 7 m de long ou du Blum-Leiss. La hauteur minimale considérée est de 1,5m. Les herbacés n'ont pas fait l'objet des mesures dendrométrique dans cette étude. Les coordonnées GPS sont relevées dans une zone considérée comme centrale à chaque placette. Lors des inventaires floristiques, les observations ont été réalisées sur le terrain pour déterminer les indices d'activités anthropiques comme le pâturage, les coupes de bois, les feux, l'écorçage etc.

#### II-4. Identification des espèces végétales

Dans les placettes, la plupart des noms de toutes les espèces ligneuses ont été identifiés et enregistrés directement sur le terrain à partir de leurs noms locaux et scientifiques. Les spécimens des espèces non identifiées ont été récoltés et comparés à ceux des Flores existantes (Flore illustrée du Tchad, 2019; Adventrop, 1995; Arbonnier, 2009; ligneux du sahel, 2008).

#### II-5. Caractérisation de la végétation

La caractérisation de la végétation de chaque site a été décrite en utilisant les **Formules** mathématiques suivantes :

$$Dor = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^n g_i} \times 100 \quad (1)$$

*Dor* étant la dominance relative,  $g_i$  surface terrière totale pour une espèce,

$\sum_{i=1}^n g_i$  surface terrière totale de toutes les espèces.

$$Dr = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^n n_i} \times 100 \quad (2)$$

*Dr* étant la densité relative,  $n_i$  nombre d'individus d'un taxon,  $\sum_{i=1}^n n_i$  nombre total des individus de tous les taxons confondus

$$Fr = \frac{f_i}{\sum_{i=1}^n f_j} \times 100 \quad (3)$$

$j \neq i$

*Fr* étant la fréquence relative,  $f_i$  fréquence de l'espèce  $i$ ,  $\sum_{i=1}^n f_j$  somme de toutes les fréquences des autres espèces  $j$

L'indice de valeur d'importance d'un taxon (espèce/famille) (IVI) [20] correspond à la somme de la densité relative (*Dr*), de la dominance relative (*Dor*) et de la fréquence relative (*Fr*). Il est calculé par la **Formule** mathématique suivante :

$$IVI = Dor + Dr + Fr \quad (4)$$

Cet indice permet de mettre en évidence l'importance écologique des espèces et des familles [21]. L'IVI renseigne sur la place que chaque groupe taxonomique occupe par rapport à l'ensemble des espèces au sein d'une communauté végétale. Elle exprime l'importance écologique des taxa dans l'écosystème [22]. Elle est significative lorsqu'elle est supérieure à 10 %, et varie de 0 à 300. L'indice de raréfaction des espèces a été calculé suivant l'**Équation** ci-après [23] :

$$RI = \left[ 1 - \left( \frac{n_i}{N} \right) \right] \times 100 \quad (5)$$

RI étant Indice de raréfaction,  $n_i$  nombre de relevés dans lequel l'espèce  $i$  est présente et  $N$  nombre total de relevé. Conformément à cette relation, les espèces dont  $RI < 80 \%$  sont considérées comme des espèces préférentielles, très fréquentes ou constantes et abondantes, tandis que celles dont  $RI > 80 \%$  sont rares.

## II-6. Évaluation du statut des espèces végétales

C'est un ensemble d'outils et d'approches qui consiste à porter une appréciation systématique et objective sur l'état d'extinction des espèces végétales. L'évaluation du statut de conservation des espèces rend compte de la santé de l'écosystème. Son objectif est de jauger les tendances évolutives des espèces par le biais d'indicateurs de la biodiversité ou d'activités de suivi. Dans cette optique, une Liste rouge des espèces végétales, à l'échelle locale, est établie. L'évaluation est basée sur les critères et catégories pour la Liste rouge version 3.1 (2001) de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature [24, 25] (**Tableau 1**). Cette évaluation a été effectuée conformément aux lignes directrices pour l'application, au niveau régional, des critères de l'UICN pour la Liste rouge [26]. A partir informations recueillies (154 relevés floristiques), la fréquence spécifique (FS) de chaque espèce végétale est évaluée. Cette fréquence constitue un premier indicateur d'évaluer du statut de conservation des espèces végétales.

$$FS = \frac{n_i}{N} \times 100 \quad (6)$$

*FS* étant fréquence spécifique,  $n_i$  nombre des relevés où l'espèce est rencontrée,  $N$  nombre total des relevés.

**Tableau 1 :** Catégories et critères de classification des espèces

Catégories	Fréquences
Disparue (EX)	0
En danger critique (CR)	$0 \leq FS \leq 5 \%$
En danger (EN)	$5 \% < FS \leq 10 \%$
Vulnérable (VU)	$10 \% < FS \leq 50 \%$
Quasi menacé (NT)	$50 \% < FS \leq 60 \%$
Préoccupation mineure (LC)	$FS > 60 \%$

La présente analyse, portée sur les fréquences spécifiques, n'est pas suffisante pour établir la probabilité d'extinction des espèces végétales. C'est pourquoi cette approche statistique a été croisée avec les observations sur le terrain. La pondération de ces deux résultats a permis de retenir les catégories suivantes : espèces disparues (E), éteint à l'état sauvage (EW) et menacées et la classification des espèces menacées suivant les critères et les catégories (en danger critique (CR), en danger (EN) et vulnérable (VU)), Quasi menacées (NT) et Préoccupation mineure (LC).

## II-7. Traitements et analyses des données

Toutes les données collectées ont été saisies à l'aide du tableur Excel 2010, ensuite les graphes ont été réalisés pour mieux expliquer la caractérisation de la végétation et la détermination de leurs indices floristiques par Microsoft Office Excel 2010. La Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) pour les espèces suivant leur densité dans les différentes formations végétales a été réalisée. Les outils utilisés pour ces analyses sont entre autres les tableurs Office Excel 2010 et le logiciel XLSTAT 16.

## III - RÉSULTATS

### III-1. Importances écologiques des espèces et des familles

#### III-1-1. Importance écologique des espèces

La somme des valeurs des paramètres (densité relative, dominance relative et fréquence relative) a permis d'obtenir l'importance de chaque espèce par rapport aux autres espèces du site à travers l'IVI (Index Value Importance). Cet indice est fréquemment utilisé en forêt tropicale pour décrire l'importance écologique des espèces [27]. L'analyse de l'Indice de Valeur d'Importance (IVI) montre qu'il existe des espèces importantes au sein d'une communauté végétale et d'une formation végétale du PNM à une autre (**Tableau 2**). Il ressort de cette analyse que les espèces comme *Anogeissus leiocarpa* (65,58 %), *Guiera senegalensis* (16,64 %), *Cassia sieberiana* (15,71 %), *Pterocarpus lucens* (14,90 %) et *Combretum collinum* (14,58 %) sont importantes dans la Forêt claire, celles comme *Detarium microcarpum* (38,08 %), *Anogeissus leiocarpa* (25,87 %), *Terminalia laxiflora* (18,85 %), *Combretum collinum* (15,18 %) et *Crossopteryx febrifuga* (12,59 %) les sont dans la savane arborée et en fin la savane arbustive a des espèces importantes telles que : *Detarium microcarpum* (46,63 %), *Catunargan nilotica* (36,94 %), *Combretum collinum* (23,56 %), *Strychnos spinosa* (20,23 %) et *Gardenia ternifolia* (13,86 %).

Tableau 2 : Indice des Valeurs Importantes (IVI) des espèces du PNM

Espèces	Dor			Dr			Fr			IVI		
	FC	SA	SU	FC	SA	SU	FC	SA	SU	FC	SA	SU
<i>Acacia polyacantha</i>	0,01	0,23	0,00	0,03	0,10	0,00	0,15	0,29	0,00	0,19	0,62	0,00
<i>Acacia sieberiana</i>	0,51	0,33	0,00	0,33	0,13	0,00	1,19	0,59	0,00	2,03	1,05	0,00
<i>Afzelia africana</i>	0,16	0,39	1,42	0,09	0,25	0,61	0,45	0,88	1,14	0,70	1,52	3,17
<i>Albizia adianthifolia</i>	0,21	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00
<i>Allophylus africanus</i>	0,13	0,02	0,00	0,71	0,13	0,00	0,74	0,44	0,00	1,58	0,59	0,00
<i>Amblygonocarpus andongensis</i>	0,25	0,16	0,00	0,09	0,08	0,00	0,45	0,29	0,00	0,78	0,53	0,00
<i>Annona senegalensis</i>	0,16	0,03	0,00	0,44	0,10	0,00	0,74	0,44	0,00	1,34	0,57	0,00
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	29,92	13,49	4,86	28,24	7,98	4,18	7,42	4,41	3,41	65,58	25,87	12,44
<i>Azadirachta indica</i>	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00
<i>Balanites aegyptiaca</i>	0,07	0,09	0,00	0,02	0,06	0,00	0,15	0,15	0,00	0,24	0,29	0,00
<i>Bombax costatum</i>	0,32	0,18	0,00	0,11	0,08	0,00	0,30	0,59	0,00	0,72	0,84	0,00
<i>Bridelia ferruginea</i>	0,14	0,55	0,36	0,60	1,21	0,71	2,52	2,50	2,27	3,26	4,25	3,34
<i>Burkea africana</i>	0,57	2,98	1,08	0,33	1,02	0,51	1,48	2,06	2,27	2,38	6,06	3,86
<i>Carissa edulis</i>	0,00	0,03	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,26	0,00
<i>Cassia sieberiana</i>	3,60	1,07	0,00	8,10	1,92	0,10	4,01	1,18	0,57	15,71	4,17	0,00
<i>Catunargam nilotica</i>	0,00	0,04	36,27	0,05	0,21	10,59	0,45	0,29	8,52	0,50	0,55	36,94
<i>Ceiba pantandra</i>	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,20	0,00
<i>Celtis integrifolia</i>	0,04	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00
<i>Combretum collinum</i>	1,32	2,14	4,45	6,88	7,75	3,05	6,38	5,29	2,27	14,58	15,18	23,56
<i>Combretum glutinosum</i>	1,02	1,12	1,45	1,83	1,40	0,20	4,60	2,94	0,57	7,45	5,46	6,78
<i>Combretum molle</i>	0,36	0,59	0,12	1,24	1,13	1,02	2,23	2,21	2,27	3,82	3,93	0,89
<i>Combretum nigricans</i>	0,00	0,10	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,48	0,00
<i>Commiphora pedunculata</i>	0,04	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	1,37	4,66	1,51	1,72	4,85	1,02	2,52	3,09	10,80	5,61	12,59	4,80
<i>Daniellia oliveri</i>	2,89	4,51	0,00	2,07	1,44	0,00	1,19	1,18	0,00	6,15	7,12	0,00
<i>Detarium microcarpum</i>	2,25	11,35	13,53	5,84	21,28	22,30	4,75	5,44	1,14	12,83	38,08	46,63
<i>Dichrostachys cinerea</i>	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00
<i>Diospyros mespiliformis</i>	0,23	0,11	0,00	0,71	0,12	0,00	1,48	0,44	0,00	2,43	0,67	0,00
<i>Entada africana</i>	0,00	0,13	0,39	0,02	0,08	0,31	0,15	0,29	2,27	0,16	0,50	1,84
<i>Erythrina sigmoidea</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,19	0,00
<i>Ficus capensis</i>	0,00	0,03	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,23	0,00
<i>Ficus dekdekana</i>	0,00	0,02	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,52	0,00
<i>Ficus glumosa</i>	0,00	2,15	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	2,48	0,00
<i>Ficus platyphylla</i>	0,47	1,83	0,00	0,39	1,04	0,00	0,30	0,74	0,00	1,16	3,60	0,00
<i>Ficus sycomorus</i>	0,02	0,07	0,00	0,02	0,04	0,00	0,15	0,15	0,00	0,18	0,26	0,00
<i>Gardenia aqualla</i>	0,00	0,08	0,00	0,02	0,52	0,00	0,15	0,59	0,00	0,17	1,18	0,00
<i>Gardenia erubescens</i>	0,01	0,08	0,67	0,02	0,36	2,04	0,15	0,59	5,68	0,17	1,03	4,98
<i>Gardenia ternifolia</i>	0,00	0,13	2,07	0,05	0,61	6,11	0,30	1,47	0,57	0,34	2,21	13,86
<i>Grewia flavescens</i>	0,09	0,01	0,07	0,03	0,12	0,31	0,30	0,44	9,09	0,41	0,56	0,94
<i>Grewia venusta</i>	0,00	0,74	7,84	0,00	2,49	20,47	0,00	2,79	1,70	0,00	6,03	37,40
<i>Guiera senegalensis</i>	14,96	0,03	0,00	0,35	0,12	0,00	1,34	0,44	0,00	16,64	0,59	0,00
<i>Hexalobus monopetalus</i>	0,02	0,51	0,95	1,57	0,88	1,32	1,63	1,76	3,41	3,22	3,16	3,98
<i>Hymenocardia acida</i>	3,56	0,22	1,79	0,15	1,00	4,38	0,45	1,91	0,57	4,16	3,13	9,58
<i>Hyphaena thebaica</i>	0,00	0,14	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,38	0,00
<i>Isoblerlinia doka</i>	0,00	0,34	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,76	0,00
<i>Khaya senegalensis</i>	3,56	0,59	0,00	0,91	0,25	0,00	1,78	1,03	0,00	6,25	1,87	0,00
<i>Lannea acida</i>	0,63	1,23	0,00	0,36	0,71	0,00	1,78	2,79	0,00	2,77	4,74	0,00
<i>Lannea schimperi</i>	0,00	0,13	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,32	0,00
<i>Lonchocarpus laxiflora</i>	0,00	0,05	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,30	0,00
<i>Maytenus senegalensis</i>	0,00	0,01	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,37	0,00

<i>Mitragyna inermis</i>	0,49	0,05	0,00	1,19	0,13	0,00	1,04	0,15	0,00	2,72	0,33	0,00
<i>Moringa oleifera</i>	0,00	0,01	0,00	0,03	0,06	0,00	0,15	0,29	0,00	0,18	0,36	0,00
<i>Parinari curatellifolia</i>	1,05	1,22	0,64	2,40	1,28	0,31	0,45	0,88	0,57	3,89	3,38	1,51
<i>Parkia biglobosa</i>	0,22	1,22	0,00	0,11	0,15	0,00	0,45	0,59	0,00	0,77	1,96	0,00
<i>Pericopsis laxiflora</i>	0,94	0,74	0,35	1,28	3,09	0,41	1,63	2,94	2,84	3,86	6,77	1,33
<i>Piliostigma reticulatum</i>	0,00	3,89	0,00	0,00	1,36	0,00	0,00	0,74	0,00	0,00	5,99	0,00
<i>Piliostigma thonningii</i>	0,92	0,91	0,19	2,76	1,74	0,71	3,86	2,21	3,98	7,54	4,86	3,75
<i>Prosopis africana</i>	7,04	0,73	1,33	3,97	4,64	1,43	5,64	5,88	0,57	16,65	11,26	6,73
<i>Pseudocedrela kotschyi</i>	0,55	12,12	0,00	1,21	0,92	0,00	0,45	0,59	0,00	2,20	13,63	0,00
<i>Pterocarpus ucens</i>	5,86	0,41	0,02	6,52	0,23	0,10	2,52	0,44	0,57	14,90	1,08	0,69
<i>Saba senegalensis</i>	0,23	0,41	0,92	0,60	0,90	0,92	1,78	1,76	1,14	2,61	3,08	2,98
<i>Sarcocephalus latifolius</i>	0,20	0,30	0,70	0,56	0,13	0,10	1,04	0,59	0,57	1,80	1,02	1,37
<i>Sclerocarya birrea</i>	0,45	0,21	0,00	0,38	0,17	0,00	0,89	0,59	0,00	1,72	0,97	0,00
<i>Securidaca longipedunculata</i>	0,03	0,31	0,07	0,17	0,52	0,61	0,59	1,03	1,14	0,79	1,86	1,82
<i>Senna siamea</i>	0,00	0,21	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,49	0,00
<i>Sida rhombifolia</i>	0,00	0,10	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,28	0,00
<i>Sterculia setigera</i>	3,07	4,05	5,30	0,83	2,44	0,41	2,37	2,94	2,27	6,27	9,43	7,98
<i>Stereospermum kunthianum</i>	0,79	2,53	0,52	1,96	2,42	0,20	3,41	3,24	1,14	6,17	8,18	1,86
<i>Strychnos innocua</i>	0,02	0,11	1,02	0,09	0,75	1,22	0,59	1,62	2,27	0,71	2,48	4,52
<i>Strychnos spinosa</i>	0,27	0,98	3,41	1,39	3,97	8,86	1,63	3,53	7,95	3,29	8,48	20,23
<i>Swartzia madagascariensis</i>	0,04	0,39	1,00	0,08	0,58	2,04	0,59	0,59	4,55	0,71	1,55	7,59
<i>Tamarindus indica</i>	1,84	1,09	0,41	2,46	0,48	0,10	2,23	0,59	0,57	6,52	2,16	1,08
<i>Terminalia avicennioides</i>	0,00	0,04	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,43	0,00
<i>Terminalia glaucescens</i>	1,82	2,33	0,42	2,20	2,61	0,61	3,71	2,65	2,27	7,74	7,58	3,30
<i>Terminalia laxiflora</i>	4,13	7,84	3,59	3,83	6,60	1,83	4,01	4,41	3,41	11,97	18,85	8,83
<i>Terminalia macroptera</i>	0,00	0,49	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	1,22	0,00
<i>Trema orientalis</i>	0,10	0,15	0,02	0,57	0,40	0,20	2,23	0,74	0,57	2,90	1,29	0,79
<i>Vitellaria paradoxa</i>	0,60	3,89	0,32	1,19	2,34	0,20	3,12	3,97	1,14	4,91	10,20	1,66
<i>Vitex doniana</i>	0,06	0,11	0,00	0,23	0,10	0,00	0,74	0,74	0,00	1,02	0,94	0,00
<i>Vitex simplicifolia</i>	0,29	0,13	0,47	0,03	0,25	0,41	0,30	0,59	1,14	0,61	0,97	2,01
<i>Ximenia americana</i>	0,01	0,14	0,20	0,11	0,56	0,71	0,59	1,47	1,70	0,71	2,16	2,62
<i>Ziziphus abyssinica</i>	0,02	0,14	0,25	0,03	0,17	0,41	0,30	0,44	1,70	0,35	0,75	2,36
<i>Ziziphus mucronata</i>	0,04	0,01	0,00	0,17	0,10	0,00	0,74	0,59	0,00	0,95	0,70	0,00
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	300	300	300

*Dor* : Dominance relative, *Dr* : Densité relative, *Fr* : Fréquence relative, *IVI* : Indice des Valeurs Importantes, *FC* : Forêt claire, *SA* : Savane arborée, *SU* : Savane arbustive

### III-1-2. Importance écologique des familles

La valeur d'importance des familles (VIF) a été aussi utilisée pour apprécier le rôle de chaque famille dans la structuration du peuplement végétal. Les principales familles les plus abondantes dans les différentes formations végétales du PNM en fonction de la Valeur d'Importance de la Famille (VIF) (**Tableau 3**) sont : Combretaceae, Fabaceae, Méliaceae, Rubiaceae, Ebanaceae, Loganiaceae et Malvaceae. La VIF varie d'une famille à une autre et aussi d'une formation végétale à l'autre. Toutes les formations végétales (FC, SA et SU) sont caractérisées par la prédominance des Fabaceae et Combretaceae avec respectivement de VIF

(FC : 82,92 %, SA : 76,33 % et SU : 80,33 %) et (FC: 107,65 %, SA : 57,03 % et SU : 61,40 %). Les familles les plus importantes dans la Forêt claire sont : les Combretaceae (107,65 %), les Fabaceae (82,92 %), les Méliaceae (12,39 %) et les Rubiaceae (11,29 %). Dans la Savane arborée, nous avons les familles abondantes telles que les Fabaceae (76,33 %), les Combretaceae (57,03 %), les Ebanaceae (40,12 %) et les Rubiaceae (18,58 %). Et enfin la Savane arbustive est bondée par les familles comme les Fabaceae (80,33 %), les Combretaceae (61,40 %), les Malvaceae (53,85 %) et les Loganiaceae (32,81 %).

**Tableau 3 : Indice des Valeurs Importantes (IVI) des familles du PNM**

Espèces	Do			Dr			Fr			IVI		
	FC	SA	SU	FC	SA	SU	FC	SA	SU	FC	SA	SU
<i>Anacardiaceae</i>	1,36	1,04	0,00	0,74	0,92	0,00	5,32	5,25	0,00	7,41	7,21	0,00
<i>Annonaceae</i>	0,95	0,34	1,64	2,01	0,98	1,20	4,26	3,50	2,46	7,21	4,81	5,30
<i>Apocyanaceae</i>	0,28	0,20	1,41	0,60	0,98	0,56	3,72	4,25	2,46	4,61	5,43	4,43
<i>Arecaceae</i>		0,12	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,46	0,00
<i>Balanitaceae</i>	0,09	0,05	0,00	0,02	0,06	0,00	0,27	0,25	0,00	0,38	0,36	0,00
<i>Bignonaceae</i>	1,00	1,56	0,90	1,96	2,42	0,19	7,45	6,75	0,82	10,41	10,73	1,90
<i>Bombacaceae</i>	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,29	0,00
<i>Burseraceae</i>	0,06	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00	0,66	0,00	0,00
<i>Cannabaceae</i>	0,17	0,09	0,04	0,62	0,40	0,19	3,99	1,50	0,19	4,78	2,00	1,04
<i>Celastraceae</i>	0,00	0,01	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,82	0,00
<i>Chrysobalanaceae</i>	1,32	0,75	1,10	2,40	1,13	0,28	1,33	1,75	0,28	5,05	3,63	2,19
<i>Combretaceae</i>	48,72	17,31	25,60	44,56	28,22	18,59	14,36	11,50	18,59	107,65	57,03	61,40
<i>Ebenaceae</i>	0,30	39,26	0,00	0,71	0,12	0,00	2,66	0,75	0,00	3,66	40,12	0,00
<i>Fabaceae</i>	34,48	25,78	33,93	34,34	39,05	25,90	14,10	11,50	25,90	82,92	76,33	80,33
<i>Lamiaceae</i>	0,43	0,15	0,81	0,26	0,35	0,37	1,60	2,75	0,37	2,28	3,24	2,82
<i>Loganiaceae</i>	0,36	0,67	7,80	1,48	4,74	9,44	4,52	6,25	9,44	6,36	11,66	32,81
<i>Malvaceae</i>	4,27	3,09	13,07	0,95	4,97	28,49	5,32	7,50	28,49	10,54	15,56	53,85
<i>Meliaceae</i>	5,19	2,53	0,00	2,14	1,25	0,00	5,05	3,00	0,00	12,39	6,77	0,00
<i>Moraceae</i>	0,62	0,61	0,00	0,41	1,27	0,00	1,06	3,00	0,00	2,09	4,88	0,00
<i>Moringaceae</i>	0,00	0,00	0,00	0,03	0,06	0,00	0,27	0,50	0,00	0,30	0,56	0,00
<i>Phyllanthaceae</i>	0,20	0,47	3,69	0,75	2,21	4,53	4,79	7,00	4,53	5,74	9,68	14,78
<i>Polygalaceae</i>	0,04	0,13	0,13	0,17	0,52	0,56	0,80	2,00	0,56	1,00	2,65	2,32
<i>Rhamnaceae</i>	0,08	0,09	0,43	0,20	0,27	0,37	2,39	1,25	0,37	2,67	1,61	1,62
<i>Rubiaceae</i>	0,00	3,23	8,56	3,58	6,85	8,51	7,71	8,50	8,51	11,29	18,58	29,37
<i>Sapindaceae</i>	0,01	0,01	0,00	0,71	0,13	0,00	1,06	1,25	0,00	1,79	1,40	2,38
<i>Sapotaceae</i>	0,04	2,40	0,55	1,19	2,34	0,19	6,12	6,25	0,19	7,35	10,99	2,38
<i>Ximeniaceae</i>	0,02	0,08	0,35	0,11	0,60	0,65	1,33	2,50	0,65	1,45	3,18	3,45
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	300	300	300

*Dor* : Dominance relative, *Dr* : Densité relative, *Fr* : Fréquence relative, *IVI* : Indice des Valeurs Importantes, *FC* : Forêt claire, *SA* : Savane arborée, *SU* : Savane arbustive.

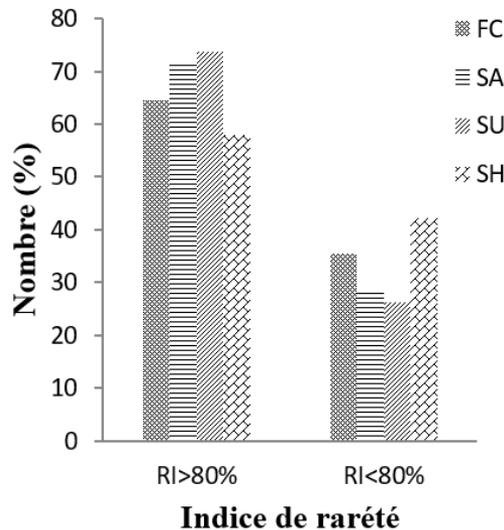
### III-2. Indice de raréfaction

Les indices de rareté des espèces sont de 68,36 % pour l'ensemble du parc. Dans les différentes formations végétales, les indices de raréfaction des espèces varient de 57,89 % à 73,68 % (**Figure 2**), soit, 73,7 % pour la Savane arbustive, 71,6 % pour la Savane arborée, 64,6% pour la Forêt claire et 57,9 % pour la Savane herbeuse. Pour l'ensemble du PNM les espèces préférentielles ont 31,63%, soit 35,4% pour la forêt claire, 42,19 %, 28,38 % et 26,32 % respectivement pour les savanes (herbeuses, arborées et arbustives). *Acacia polycantha* (98 %) *Balinites aegyptiaca* (98 %), *Dichrostachys cinerea* (98 %), etc se sont des espèces rares de la forêt claire, *Balinites aegyptiaca* (98 %), *Carisse edulis* (98 %), *Ceiba pantandra* (98 %), etc sont rares dans la savane arborée. Dans la savane arbustive les espèces rares sont *Catunargam nilotica* (96%), *Combretum molle* (96 %), *Grewia flavescens* (96 %), etc. Par contre les espèces telles que *Achyranthes sicula* (93 %), *Erogrostis ciliaris* (93 %), *Loudetia annua* (93 %), etc sont des espèces rares de la savane herbeuse. Les espèces rares sont scindées en deux (02) groupes : le groupe des espèces qui possèdent l'indice de rareté supérieur à 98% (RI > 98 %), peuvent être considérées comme étant très rares et le groupe des espèces avec d'indice de rareté inférieur à 98% mais supérieur à 80% (98 % > RI > 80 %), constituent les espèces rares (**Tableau 4**). Le calcul des indices de raréfaction a montré un très grand nombre d'espèces rares dans le parc de Manda (68,4 %). Ce parc peut donc être considéré comme un habitat critique. Cette étude a montré que la savane arbustive est celle qui présente le plus grand pourcentage en termes d'indice de rareté, 73,7 %, contre 71,6 % pour la savane arborée, 64,6 % pour la forêt claire et 57,9 % pour la savane herbeuse.

**Tableau 4 :** Indices de rareté dans les différentes formations végétales et l'inventaire général du parc

Indices de rareté	FC	SA	SU	SH	IG
RI > 98 %	19,04	22,64	0,00	0,00	14,92
RI < 98 %	80,95	77,35	100	100	85,07

FC : Forêt claire, SA : Savane arborée, SU : Savane arbustive, SH : Savane herbeuse, IG : Inventaire général.



**Figure 2 :** Indices de rareté dans les différentes formations végétales du parc

### III-3. Classification Ascendante Hiérarchique des espèces

Les onze (11) classes formées de la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) des espèces suivant leur densité dans les différentes formations du parc, ont été regroupées en trois (03) grandes classes : la classe 1 comprend C3, la classe 2 regroupe C1, C2, C9, C11 et C6 et en fin la classe 3 rassemble C8, C4, C5, C7 et C10 (**Figure 3 A**). La classe 2 est celle qui a la plus grande densité et est représentée par 93 espèces : *Acacia polyacantha* (0,05 %), *Acacia sieberiana* (0,23 %), *Achyranthes sicula* (0,01 %), *Azadirachta indica* (0,01 %), *Balanites aegyptiaca* (0,03 %), *Bombax costatum* (0,09 %), *Brachiaria lata* (0,03 %), *Burkea africana* (0,63 %), *Carissa edulis* (0,03 %), *Catunargam nilotica* (0,12 %), *Celastrus paniculata* (0,01 %), *Celtis integrifolia* (0,02 %), *Combretum glutinosum* (1,75 %), *Combretum molle* (1,12 %), *Combretum nigricans* (0,03 %), *Commiphora pedunculata* (0,04 %), *Daniellia oliveri* (1,66 %), *Dichrostachys cinerea* (0,01 %), *Diospyros mespiliformis* (0,41 %), *Entada africana* (0,06 %), *Eragrostis atrovirens* (0,02 %), *Eragrostis ciliaris* (0,01%), *Erythrina sigmoidea* (0,02 %), *Ficus capensis* (0,02 %), *Ficus dekdekana* (0,02 %), *Ficus*

*glumosa* (0,02 %), *Ficus platyphylla* (0,63 %), *Ficus sycomorus* (0,02 %), *Gardenia aqualla* (0,22 %), *Gardenia erubescens* (0,31 %), *Gardenia ternifolia* (0,74 %), *Grewia flavescens* (0,09 %), *Grewia venusta* (2,59 %), *Guiera senegalensis* (0,23 %), *Hexalobus monopetalus* (1,28 %), *Hymenocardia acida* (0,82 %), *Hyparrhenia rufa* (0,02 %), *Hyphaena thebaica* (0,04 %), *Isoberlinia doka* (0,05 %), *Jacquemontra tamnifolia* (0,05 %), *Khaya senegalensis* (0,57 %), *Lannea acida* (0,48 %), *Lannea schimperi* (0,02 %), *Lepidagathis chariensis* (0,02 %), *Lonchocarpus laxiflora* (0,04 %), *Loudetia annua* (0,01 %), *Maytenus senegalensis* (0,02 %), *Mitragyna inermis* (0,67 %), *Moringa oleifera* (0,04 %), *Parinari curatellifolia* (1,76 %), *Parkia biglobosa* (0,12 %), *Pennisetum pedecelletum* (0,05 %), *Pericopsis laxiflora* (1,22 %), *Piliostigma reticulatum* (0,56 %), *Piliostigma thonningii* (2,20 %), *Pseudocedrela kotschyi* (1,00 %), *Raphionacme daronii* (0,01 %), *Rottboellia cochinchinensis* (0,02%), *Saba senegalensis* (0,75 %), *Sarcocephalus latifolius* (0,35 %), *Sclerocarya birrea* (0,27 %), *Securidaca longipedunculata* (0,34 %), *Senna siamea* (0,05 %), *Sida rhombifolia* (0,02 %), *Spermacoce chaetocephala* (0,06 %), *Sterculia setigera* (1,46 %), *Stereospermum kunthianum* (2,02 %), *Strychnos innocua* (0,45 %), *Swartzia madagascariensis* (0,43 %), *Tamarindus indica* (1,48 %), *Tephrosia deflexa* (0,05 %), *Terminalia avicennioides* (0,04%), *Terminalia glaucescens* (2,25 %), *Terminalia macroptera* (0,18%), *Trema orientalis* (0,48 %), *Triumfetta pentandra* (0,04 %), *Urena lobata* (0,01 %), *Vigna venulosa* (0,01 %), *Vitellaria paradoxa* (1,59 %), *Vitex doniana* (0,16 %), *Vitex simplicifolia* (0,15 %), *Wissadula periplocifolia* (0,01 %), *Ximenia americana* (0,34 %), *Ziziphus abyssinica* (0,12 %), *Ziziphus mucronata* (0,09 %). Le groupe 3 comprend 8 espèces : *Cassia sieberiana* (4,98%), *Combretum collinum* (7,54 %), *Crossopteryx febrifuga* (2,95 %), *Detarium microcarpum* (13,43 %), *Prosopis Africana* (4,06 %), *Pterocarpus lucens* (3,48 %), *Strychnos spinosa* (3,02 %), *Terminalia laxiflora* (4,82 %) et Le groupe 1 a une seule espèce, *Anogeissus leiocarpa* (18,22 %) (**Figure 3B**).



### III-4. Statut des quelques espèces ligneuses du PNM

La présente analyse, portée sur les fréquences spécifiques et les observations sur le terrain révèle qu'il n'y a pas disparition, ni quasi menacée des espèces végétales dans le PNM (**Tableau 5**). Mais probablement 32 espèces végétales sont en danger critique (*Acacia polyacantha*, *Albizia adianthifolia*, *Ceiba patandra*, etc.) et vulnérables (*Diospyros mespiliformis*, *Parinari curatellifolia*, *Securidaca longipedunculata*, etc.). La vulnérabilité à l'extinction varie d'une espèce à l'autre. Ainsi, les 79 espèces menacées sont réparties en: 32 espèces en danger critique (CR), 15 espèces en danger (EN) et 32 espèces vulnérables (VU). Dans le parc de Manda, 04 espèces sont de Préoccupation mineure (LC). Cette dernière catégorie regroupe les espèces abondamment représentées, qui sont : *Prosopis africana*, *Detarium microcarpum*, *Combretum collinum* et *Anogeissus leiocarpa*.

**Tableau 5** : Liste rouge des espèces ligneuses du parc national de Manda

Catégories de l'UICN pour la Liste Rouge	Nombre des espèces	Pourcentage
Disparue (EX)	0	0
En danger critique (CR)	32	38,55
En danger (EN)	15	18,08
Vulnérable (VU)	32	38,55
Quasi menacée (NT)	0	0
Préoccupation mineure (LC)	04	4,82
Nombre total évalué	83	100

## IV - DISCUSSION

### IV-1. Importance écologique des espèces

Les espèces à IVI élevées sont considérées comme plus dominantes que celles dont les IVI sont faibles. Les espèces dominantes impriment leur physionomie à l'ensemble du paysage. Dans cette étude, ces espèces préférentielles sont *Anogeissus leiocarpa*, *Combretum collinum* et *Detarium microcarpum*. Ces espèces qui se trouvent un peu partout dans les formations végétales (FC, SA et SU) du PNM et qui présentent une grande importance écologique du parc, d'après leur IVI. Cette dominance de ces espèces pourrait s'expliquer écologiquement par leur densité relative, leur dominance relative et leur fréquence relative [28]. Les fortes

valeurs d'IVI de ces espèces pourraient être liées à leur forte capacité de multiplication par voie végétative et graine [29]. Dans la zone de Minawao, *Anogeissus leiocarpa* est observé comme une espèce dominante et importante [30] de. D'après cet auteur, ceci serait dû à son fort pouvoir régénérateur, son mode de dissémination par anémochorie et son système racinaire pivotant adapté au milieu. Par contre, dans la forêt classée de Badenou de Korhogo en Côte d'Ivoire, trois (03) espèces les plus prépondérantes sont dans l'ordre décroissant de leur indice de valeur d'importance (IVI) : *Isobertinia doka*, *Pericopsis laxiflora* et *Anogeissus leiocarpa*, ont été observées [31]. Cette différence pourrait être due à la différence du type climatique de ces deux (02) zones où les espèces végétales sont aussi différentes quantitativement et qualitativement. Car, cette étude a été effectuée dans un climat tropical de type soudano-guinéen [31] qui est différent de notre (climat tropical de type soudanien). Des mesures de conservation in situ doivent être envisagées pour favoriser la production et la germination des diaspores, le recrutement des jeunes individus et la protection des adultes surtout pour les espèces des faibles valeurs d'IVI [32]. Les espèces de faibles valeurs d'IVI devraient être prioritaires dans les mesures de conservation pour éviter leur extinction au niveau locale [33]. Elles méritent à cet effet une attention particulière dans le cadre de la gestion des ressources végétales de la zone d'étude [34]. Il conviendrait de considérer les espèces à haute valeur d'importance comme prioritaires dans la suite de l'aménagement de la zone afin de contribuer durablement au bien-être des populations [35]. Les mesures de conservation comme la régénération naturelle assistée et la domestication peuvent être préconisées pour ces espèces [32].

#### **IV-2. Importance écologique des familles**

La famille de Fabaceae de la zone d'étude est riche en espèces et genres (24 espèces et 22 genres), suivie de Combretaceae (10 espèces et 4 genres). Ce même constat a été fait au cours de plusieurs travaux [17, 27, 28, 36]. La détérioration du climat est un argument avancé par Aubreville (1950), pour justifier la forte présence dans la flore des Fabaceae et des Combretaceae [17]. La dominance des familles de Fabaceae et de Combretaceae dans les zones soudano-sahéliennes a été déjà mise en évidence dans plusieurs travaux antérieurs [37 - 39]. Cette dominance pourrait être due à l'adaptabilité au mode de dissémination et à l'utilité des espèces. En effet, les Fabaceae, généralement fourragères, aux semences zoochores sont disséminées par les herbivores qui les consomment alors que les Combretaceae sont caractérisées par leurs fruits ailés facilement

disséminés par le vent [40]. L'importance de ces familles réside par le fait qu'elles renferment des espèces qui résistent notamment au manque et à l'insuffisance des pluies, mais aussi aux fortes températures [32, 41]. L'abondance de cette famille dans une forêt indique que celle-ci appartient au type phytogéographique Guinéo-Congolais [28, 42]. Par ailleurs, l'étude a par la suite, montré une importante proportion d'arbuste et d'arbre au sein de la forêt. Cette forte proportion des ligneux témoigne de la bonne reconstitution des peuplements qui serait liée aux conditions édaphiques [28]. Ce même constat a été fait au cours de plusieurs travaux [28 - 43]. L'étude menée sur les îles du barrage de Buyo en Côte d'Ivoire, montre que les Fabaceae, les Rubiaceae, les Euphorbiaceae, les Malvaceae et les Apocynaceae sont les familles les plus représentées [44].

### **IV-3. Indice de raréfaction**

La rareté des plantes les plus importantes pour les populations serait due à leur grande sollicitation et leur mode de prélèvement dont la plupart est basé sur l'écorçage, la coupe de racines et de tiges. Ces modes de prélèvement couplés à l'intensité de prélèvement leur rendraient hautement vulnérable [35]. D'après le calcul des indices de raréfaction, on découvre un très grand nombre d'espèces rares dans le parc de Manda (68,36 %) qui ont  $RI > 80$  % pour l'inventaire général du parc. Ce parc peut donc être considéré comme un habitat critique. Cette étude présente que la savane arbustive est celle qui a le plus grand pourcentage en termes d'indice de rareté, 73,7 %, contre 71,6 % pour la savane arborée, 64,6 % pour la forêt claire et 57,9 % pour la savane herbeuse. Ce résultat pourrait traduire une réelle menace sur l'avenir de ces plantes. En effet, les individus adultes et ligneux sont plus utilisés. La raréfaction de certaines espèces est liée pour le plus souvent à leur écologie et/ou au mode de prélèvement [45]. Cette importante raréfaction dans la savane arbustive peut être due à la coupe des bois de chauffe et de certaines espèces végétales pour l'alimentation des bétails. Il est très important de sauvegarder ces espèces ainsi que celles qui seraient économiquement rentables, et de les multiplier pour qu'elles soient ensuite utilisées dans les travaux de reforestation [39]. Les coupes concernent généralement les plantes jeunes. Par ailleurs, les mauvaises techniques de récolte des plantes ligneuses peuvent aussi être à l'origine de la disparition ou la raréfaction de certaines d'entre elles [39]. Les plantes sont le plus souvent détériorées pour la récolte des racines utilisées pour la confection des remèdes traditionnelles [46]. Il est important de sensibiliser les populations sur les techniques rationnelles de prélèvement des organes des plantes afin de ne pas entamer la possibilité de bénéficier durablement

des services de ces plantes à haute valeur d'importance. Des auteurs reconnaissent que la valeur d'importance d'une plante peut expliquer sa préservation et l'attribution d'une place spéciale dans le système de gestion du terroir [35]. Cela permettrait d'éviter, la perte de ces ressources qui provoquerait un affaiblissement du potentiel local et la capacité des communautés tributaires à en tirer des revenus [35]. Des mesures d'urgence sont nécessaires en vue de leur conservation et de leur protection.

#### IV-4. Statut de conservation des espèces

L'analyse des fréquences spécifiques et les observations sur le terrain révèlent 64 espèces végétales sont en danger critique (CR) et en danger (EN). Parmi ces espèces figurent : *Acacia polyacantha*, *Albizia adianthifolia*, *Ceiba pantandra*, *Amblygonocarpus andongensis*, *Gardenia aqualla*, *Pseudocedrela kotschyi*, etc. Le danger critique de l'espèce *Ceiba pantandra* a été observé aussi dans les espaces verts de la ville de Bujumbura (Burundi) [47]. La vulnérabilité à la disparition des espèces résulte largement de l'action combinée des multiples et complexes facteurs, parmi lesquels les activités anthropiques et les crises climatiques [25]. De façon globale, le mode de collecte et les organes végétaux utilisés, semblent être les principales causes de cette vulnérabilité. Ainsi, la récolte intensive des fruits, ou des graines, des racines et des écorces, entraînerait une diminution progressive des espèces qui les produisent [48]. Ces modes de prélèvement couplés à l'intensité de prélèvement leur rendraient hautement vulnérable [35]. En effet, il existe d'une part, une relation manifeste entre la partie de la plante exploitée et la régénération des espèces et d'autre part, le mode de prélèvement et l'intensité de prélèvement sur la régénération des espèces [35]. Dans le parc de Manda, 04 espèces sont de Préoccupation mineure (LC). Cette dernière catégorie regroupe les espèces abondamment représentées, qui sont : *Prosopis africana* (66,40 %), *Detarium microcarpum* (69,53 %), *Combretum collinum* (63,28 %) et *Anogeissus leiocarpa* (67,96 %). La préoccupation à la conservation de ces espèces est mineure.

#### V - CONCLUSION

L'objectif général de ce travail de recherche qui consiste à une étude phytoécologique, permet de comprendre l'évolution, d'évaluer le statut des espèces végétales et la gestion du PNM. Les familles les plus représentées sont les Fabaceae, les Malvaceae et les Rubiaceae. *Anogeissus leiocarpa*, *Combretum collinum* et *Detarium microcarpum* sont des espèces qui se trouvent un peu partout dans les formations végétales (FC, SA et SU) et qui

présentent une grande importance écologique du parc, d'après leur IVI. Les indices de raréfaction des espèces varient de 57,89 % à 73,68 %, soit, 73,7 % pour la Savane arbustive, 71,6% pour la Savane arborée, 64,6 % pour la Forêt claire et 57,9 % pour la Savane herbeuse. La liste d'espèces menacées est surprenante (79 espèces) et 04 espèces sont de Préoccupation mineure (LC). Il résulte de cette étude une dégradation des peuplements végétaux. Cette étude alerte les autorités politiques et les acteurs civils à freiner la diminution de ces ressources végétales du PNM. Ce parc national mérite un regard étincelant dont l'objectif est de prendre des mesures atténuantes pour sauver et sauvegarder la fonction de protection de l'environnement, les biens faits et divers services qu'offrent les végétaux, pour rééquilibrer les interactions entre l'homme et environnement. Élargi à l'échelle nationale cette étude, qui, peut constituer une statistique environnementale, contribue à mieux appréhender et oriente la politique en matière de la gestion durable de l'environnement.

## RÉFÉRENCES

- [1] - A. MAMA, B. SINSIN, C. DE CANNIERE et J. BOGAERT, Anthropisation et dynamisation des paysages en zone soudanienne au nord du Bénin. *TROPICULTURA*, 31 (1) (2013) 78 - 88
- [2] - S. SOULAMA, A. KADEBA, B. M. I. NACOUUMA, S. TRAORE, Y. BACHMANN et A. THIOMBIANO, Impact des activités anthropiques sur la dynamique de la végétation de la réserve partielle de faune de Pama et de ses périphéries (sud-est du Burkina Faso) dans un contexte de variabilité climatique. *Journal of Applied Biosciences*, 87 (2015) 8047 - 8064
- [3] - J. AVAKOUDJO, A. MAMA, I. TOKO, V. KINDOMIHOU et B. SINSIN, Dynamique de l'occupation du sol dans le Parc National du W et sa périphérie au nord-ouest du Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 8 (6) (2014) 2608 - 2625
- [4] - A. ALASSANE, Anthropisation et dynamique spatiale de la réserve Oti-Keran-Mandouri de 1990 à 2015. *Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou*, 07 (2) (2018) 233 - 259
- [5] - UICN/PACO, Evaluation de l'efficacité de la gestion des aires protégées : aires protégées du Tchad, (2008) ISBN : 978-2-8317-1109-6 56
- [6] - H. B. G. BOUMBA et M. J. SAMBA-KIMBATA Analyse de l'impact des déterminants de dégradation du couvert végétal sur les composantes environnementales de la réserve de chasse de la Lefini (Congo). EDUCI), *Revue de Géographie tropicale et d'Environnement*, N°1 (2019) 75 - 89

- [7] - J. C. DIOUF, Dynamique du peuplement ligneux au Ferlo (nord - Sénégal), conséquences et perspectives pour une gestion durable. Thèse pour l'obtention du grade de docteur de 3ème cycle de biologie végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, (2011) 263 p.
- [8] - Y. AJAVON, A. DJAFAROU, G. X KOOKE et B. A. H. TENTE, Diversité floristique des sous-bois des plantations de *Acacia auriculiformis* dans la forêt classée de Pahou au Sud du Bénin. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 300 (2019) 300 - 322
- [9] - DPNRFC (Direction des Parcs Nationaux, des Réserves de Faunes et de la Chasse, Plan d'aménagement du Parc National de Manda (2011-2021), (2010) 175 p.
- [10] - E. WAYA, A. IBRAHIMA, P. TCHOUA and P. MAÏGARI, Composition, structure and diversity of the vegetation of the Manda National Park (MNP) in the Moyen-Chari Province of Chad *European Scientific Journal, ESJ*, 18 (3) (2022) 27 - 47
- [11] - B. OUYA, Conservation et utilisation durable de la biodiversité autour et dans les aires protégées du sud-est du Tchad : cas du parc de manda et de la forêt de Djoli-kra usages et risques, quelles stratégies pour la revalorisation et le développement local ? Doctorat de géographie et aménagement de l'espace, Université Paul-Valéry. Montpellier- France, (2010) 296 p.
- [12] - ASECNA, Agence pour la Sécurité Aérienne en Afrique et à Madagascar, centre météorologique de Sarh, (2018)
- [13] - J. PIAS, Les sols du Tchad. VIIIème Congrès International de la Science du Sol, Bucarest-Roumanie. *Comptes rendus*, (1964) 145 - 151
- [14] - B. TCHAGO, Les systèmes de gestion participative rationnels avec une exploitation et une gestion optimale des ressources par l'atténuation des pressions qui existent dans et autour du Parc National de Manda. Rapport de consultation, Tchad, (1999) 108 p.
- [15] - J. PIAS, La végétation du Tchad, ses rapports avec les sols et variations paléobotaniques au quaternaire. Contribution à la connaissance du bassin Tchadien. Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M., N° 6 (1970) 49 p.
- [16] - G. SARADOUM, Étude phytosociologique et diagnostic faunique du Parc National de Manda au Tchad ; éléments pour un aménagement. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur en Biologie, Physiologie et Pathologie et Végétale. UCAD, DAKAR, (2012) 183 p.
- [17] - S. R. C. SANDJONG, Etude phytoécologique du Parc National de Mozogo-Gokoro dans l'Extrême-Nord Cameroun : implications pour une gestion durable. Thèse en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat/Ph.D, Faculté des sciences de l'Université de Maroua, Cameroun, (2018) 233 p.
- [18] - I. TOKO, Etude de la variabilité spatiale de la biomasse herbacée, de la phénologie et de la structure de la végétation le long des toposéquences

- du bassin supérieur du fleuve Ouémé au Bénin. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, (2008) 241 p.
- [19] - O. AROUNA, Cartographie et modélisation prédictive des changements spatio-temporels de la végétation dans la Commune de Djidja au Bénin : implications pour l'aménagement du territoire. Thèse de Doctorat Unique, Option : Géographie et Gestion de l'Environnement Spécialité : Dynamique des Ecosystèmes et Aménagement du Territoire, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines, Université d'Abomey-Calavi, (2012) 246 p.
- [20] - J. T. CURTIS and M. C. INTOSH, The interrelation of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *J. Ecology*, 31 (1950) 434 - 435
- [21] - O. C. KENGNE, L. ZAPFACK, C. GARCIA, N. V. NOIHA et B. A. NKONGMENECK, Diversité floristique et structurale de deux Forêts Communautaires sous exploitation au Cameroun : Cas de Kompia et Nkolenyeng. Université de Maroua, Ecole Normale Supérieure, Maroua, Cameroun. *European Scientific Journal*, 14 (24) (2018) 1857 - 7881
- [22] - A. C. ADAMOU, A. MAMA, R. MISSIKPODE et B. SINSIN, Cartographie et caractérisation floristique de la forêt marécageuse de Lokoli (Benin), *Int J. Biol. Chem. Sci.*, 3 (2009) 492 - 503
- [23] - J. M. GEHU and J. GEHU, Essai d'objection de l'évaluation biologique des milieux naturels. Exemples littoraux, in Géhu J. M. Séminaire de Phytosociologie Appliquée, Amicale Francophone de Phytociologie, Metz, (1980) 75 - 94 p.
- [24] - UICN, Les Catégories et Critères de l'UICN pour la Liste Rouge, Version 3.1 [en ligne]. UICN – L'Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources, 51ème réunion du Conseil de l'UICN Gland, Suisse et Cambridge, RU, (2001)
- [25] - M. OUMAROU, A. AMANI, A. ALI, M. M. INOUSSA, K. SALEY, A. MAHAMANE et M. SAADOU, Évaluation du statut de conservation des espèces végétales dans la commune rurale de Simiri (Niger), *Journal of Animal & Plant Sciences*, 2 (48) (2021) 8662 - 8672
- [26] - UICN, Lignes Directrices pour l'Application, au Niveau Régional, des Critères de l'UICN pour la Liste Rouge. Commission de la sauvegarde des espèces de l'UICN. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni. ii +, (2003) 26 p.
- [27] - B. TIOKENG, P. M. MAPONGMETSEM, V. F. NGUETSOP et W. N. TACHAM, Biodiversité floristique et régénération naturelle sur les Hautes Terre de Lebiale (Ouest Cameroun), *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9 (1) (2015) 56 - 68
- [28] - G. J. A. AMBA, É. GNAHORÉ, S. DIOMANDÉ et A. BAKAYOKO, Diversité floristique et structurale de la forêt classée de la Mabi au Sud-Est de la Côte d'Ivoire, *Afrique SCIENCE*, 18 (1) (2021) 159 - 171

- [29] - R. HABOU, M. MASSAOUDOU, T. ABASSE, A. MAHAMANE, M. LARWANOU et P. VAN DAMM, Structure et régénération des peuplements naturels de *Balanites aegyptiaca* (L) DEL et *Ziziphus mauritiana* Lam suivant un gradient écologique dans la région de Maradi au Niger, *Afrika Focus*, 33 (1) (2020) 83 - 104
- [30] - I. S WANIE, Impact socio-économique et environnemental de l'exploitation de la végétation de Minawao dans le Département du Mayo-Tsanaga (Extrême-Nord, Cameroun) Thèse de Doctorat/Ph.D., Faculte des Sciences Université de N'Gaoundéré, (2020) 211 p.
- [31] - A. E. GBOZE, A. SANOGO, B. H. K. AMANI et N. J. KASSI, diversité floristique et valeur de conservation de la forêt classée de Badenou (KORHOGO, COTE D'IVOIRE). *Agronomie Africaine*, 32 (1) (2020) 51 - 73
- [32] - H. MBAIYETOM, M. L. A. TIENTCHEU, M. T. NGANKAM et J. B. W. TAFFO, Diversité floristique et structure de la végétation ligneuse des parcs arborés de la zone soudanienne du Tchad, *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 15 (1) (2021) 68 - 80
- [33] - O. AROUNA, C. G. ETENE et D. ISSIAKO, Dynamique de l'occupation des terres et état de la flore et de la végétation dans le bassin supérieur de l'Alibori au Benin, *J. Appl Biosc.*, 108 (2016) 10531 - 10542
- [34] - S. MELOM, E. MBAYNGONE, A. B. BECHIR, N. RATNAN et P. M. MAPONGMETSEM, Caractéristiques floristique et écologique des formations végétales de Massenya au Tchad (Afrique centrale), *Journal of Animal & Plant Sciences*, 25 (1) (2015) 3799 - 3813
- [35] - Y. J. C. KOUADIO, K. B. KPANGUI, N'G. O. YAO, M. S. TIÉBRÉ, D. OUATTARA et K. E. N'GUESSAN, Disponibilité des plantes utilitaires dans la zone de conservation de biodiversité du barrage hydroélectrique de Soubré, Sud-Ouest, Côte d'Ivoire, *Afrique SCIENCE*, 16 (6) (2020) 65 - 74
- [36] - N. ZAMPALIGRE, F. W. KAGAMBEGA, D. ZIDA, C. T. TRAORE et L. SAWADOGO, Composition floristique, diversité et structures des ligneux de savanes pâturées : cas de la zone sylvopastorale de Dinderesso, Burkina Faso, *Afrique SCIENCE*, 16 (1) (2020) 78 - 91
- [37] - B. MOROU, H. OUNANI, A. A. OUMANI, A. DIOUF, C. GUERO et A. MAHAMANE, Caractérisation de la structure démographique des ligneux dans les parcs agroforestiers du terroir de Dan Saga (Aguié, Niger), *Int. J. of Biol. Chem. Sci.*, 10 (3) (2016) 1295 - 1311
- [38] - L. M OUSMANE, B. G. OUMAROU, B. MOROU, S. KARIM et A. MAHAMANE, État de la végétation ligneuse au Sahel : Cas de Guidan Rounndji au sahel central du Niger. *J. Anim. Plant. Sci.*, 31 (3) (2017) 5033 - 5049
- [39] - B. IDRISSE, I. SOUMANA, Y. ISSIAKA, J.M.K. AMBOUTA, A. MAHAMANE, M. SAADOU et C. W. JOHN, Trend and Structure of

- Populations of *Balanites aegyptiaca* in Parkland Agroforests in Western Niger, *Annual Research & Review in Biology*, 22 (4) (2018) 1 - 12
- [40] - 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) 188 p.
- [41] - O. M. SAVADOGO, K. OUATTARA, S. PARE, I. OUEDRAOGO, S. SAWADOGO-KABORE, J. BARRON et N. P. ZOMBRE, Structure, composition spécifique et diversité des ligneux dans deux zones contrastées en zone Sahélienne du Burkina Faso., connection on 18 October 2019. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/17282> ; DOI : 10.4000/vertigo.17282, *Vertigo*., 16 (1) (2016)
- [42] - C. Y. ADOU YAO, A. BAKAYOKO, K. B. AKPATOU et K. N. F. GUESSAN, Impacts des pressions anthropiques sur la flore et la structure de la végétation dans la forêt classée de Monogaga, Côte d'Ivoire, *Journal of Animal and Plant Sciences*, 12 (2) (2011) 1560 - 1572
- [43] - D. KONAN, A. BAKAYOKO, S. C. PIBA, B. G. A. BITIGNON et F. H. TRA BI, Dynamisme de la structure diamétrique du peuplement ligneux des différents biotopes de la forêt classée de Yapo-Abbé, Sud de la Côte d'Ivoire, *Journal of Applied Biosciences*, 94 (2015) 8869 - 8879
- [44] - S. YENILOUGO, O. NOUFOU DOUDJO, M. KOFFI et B. ADAMA, Analyse de la Diversité Floristique de Quelques îles Aménagées du Barrage de Buyo (Côte d'Ivoire), *European Scientific Journal*, 15 (18) (2019) 165 - 182
- [45] - B. A. VROH, D. OUATTARA et K. B. KPANGUI, Disponibilité des espèces végétales spontanées à usage traditionnel dans la localité d'Agbaou, Centreouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, 76 (2014) 6386 - 6396
- [46] - B. DRO, D. SORO, M. W. KONE, A. BAKAYOKO et K. KAMANZI, Evaluation de l'abondance de plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelle dans le Nord de la Côte d'Ivoire, *Journal of Animal & Plant Sciences*, 17 (3) (2013) 2631 - 2646
- [47] - H. KABANYEGEYE, J. NDAYISHIMIYE, P. HAKIZIMANA, T. MASHARABU, F. MALAISSE et JAN BOGAERT, Diversité floristique et statut de conservation des espaces verts de la ville de Bujumbura (Burundi), *Geo-Eco-Trop*, 46 1 (2022) 15 - 28
- [48] - C. R. YAOVI, M. HIEN, S. A. KABORE, Y. J. SEHOUBO et I. SOMDA, Utilisation et vulnérabilité des espèces végétales et stratégies d'adaptation des populations riveraines de la Forêt Classée du Kou (Burkina Faso), *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 15 (3) (2021) 1140 - 1157