

## Composition, diversité et structure de la végétation ligneuse du Sud-Ouest Nigérien

### [ Composition, diversity and structure of woody vegetation in SouthWestern Niger ]

Mourtala YOUNFA ABDOU<sup>1</sup>, Maman Maarouhi INOUSSA<sup>1</sup>, Maman Laouali ADAMOU IBRAHIM<sup>1</sup>, Idrissa SOUMANA<sup>2</sup>, and Abdoul Latif HAMANI NOMA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Gestion et Valorisation de la Biodiversité au Sahel, Faculté des Sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni, BP 10662 Niamey, Niger

<sup>2</sup>Institut National de la Recherche Agronomique, Département de Productions Animales, BP 429 Niamey, Niger

<sup>3</sup>Laboratoire de Gestion et Valorisation de la Biodiversité au Sahel, Faculté des Sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni, BP 10662 Niamey, Niger

Copyright © 2024 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:** In Niger, the cumulative effects of successive years of drought and anthropic pressures have resulted in significant declines in the quality and quantity of natural resources. The present study aims to characterize the woody vegetation of the 527261.75ha Dosso Partial Wildlife Reserve. To this end, the analysis highlighted a characterization along the rainfall gradient. Data were collected by radial transect sampling, using floristic surveys and diameter measurements at 1.30 m for trees in 200 plots measuring 50 x 50 m in agrosystems and 50 x 30 m in contracted formations. Diversity indices were calculated on the basis of specific frequencies. The results revealed a woody stand characterized by a floristic richness ranging from 42 to 73 species, with an index varying from 3.86 to 4.74bits. The most dominant families in the sectors are fabaceae (32.87±35.71%) and combretaceae (10.95±19.04%). Microphanerophytes are more abundant (50.7±52.4%), reflecting the shrubby character of this stand. Dendrometric parameters indicate a low stand density (135.8±25.3ft/ha), but with a mean diameter (36.7±9.4cm) and a dominant mean height (11.67m). In the Sudanian and Sahelian domain, the dominant species in terms of importance value index are established. The diametric structure of the individuals fits the Weibull distribution and shows a predominance of young individuals. However, the low proportion of mature individuals suggests, among other things, the existence of anthropic pressures and difficult soil and climatic conditions that prevent individuals from reaching large dimensions. These results provide additional information on the state of the population in the study area, and can be used as a basis for management.

**KEYWORDS:** characteristics, structure, woody stand, Southwest, Niger.

**RESUME:** Au Niger, les effets cumulatifs des années successives de sécheresse et de pressions anthropiques se sont traduits par des baisses importantes en qualité et en quantité des ressources naturelles. La présente étude vise à caractériser la végétation ligneuse de la Réserve Partielle de Faune de Dosso d'une superficie de 527261,75ha. A cet effet, l'analyse a mis en évidence une caractérisation suivant le gradient pluviométrique. Les données ont été collectées avec un échantillonnage par transects radiaux au moyen des relevés floristiques, de mesure du diamètre à 1,30 m pour les arbres dans 200 placettes de 50 x 50 m dans les agrosystèmes et 50 x 30 m dans les formations contractées. Les indices de diversité ont été calculés sur la base des fréquences spécifiques. Les résultats ont révélé un peuplement ligneux caractérisé d'une richesse floristique qui varie de 42 à 73 espèces avec un indice variant de 3,86 à 4,74bits. Les familles les plus dominantes dans les secteurs sont les fabaceae (32,87±35,71%) et les combretaceae (10,95±19,04%). Les microphanérophytes sont plus abondants (50,7±52,4%), marquant le caractère arbustif de ce peuplement. Les paramètres dendrométriques indiquent une faible densité du peuplement (135,8±25,3pieds/ha) mais, avec un diamètre moyen (36,7±9,4cm) et une hauteur moyenne dominante (11,67m). Dans le domaine soudanien et sahélien les espèces dominantes en termes d'indice de valeur d'importance sont établies. La structure diamétrique des individus s'ajuste à la distribution de Weibull et montre une prédominance des individus jeunes. Cependant, la faible proportion de population adulte révélerait, entre autres, l'existence de pressions anthropiques et

de conditions pédoclimatiques difficiles qui ne permettent pas aux individus d'atteindre de grandes dimensions. Ces résultats constituent un apport de connaissance sur l'état de peuplement dans la zone d'étude et peuvent servir de base d'information à sa gestion.

**MOTS-CLEFS:** caractéristiques, structure, peuplement ligneux, Sud-ouest, Niger.

### 1 INTRODUCTION

La biodiversité constitue depuis quelques décennies un sujet crucial autour duquel plusieurs acteurs conjuguent leurs efforts non seulement pour la conservation, mais aussi pour son utilisation durable [1], [2]. Plusieurs études au Sahel ont révélé la richesse numérique des espèces composant les formations forestières et les parcs agroforestiers et la diversité des utilisations qui sont faites d'elles [3]. La conservation de la diversité biologique des divers écosystèmes reste une préoccupation majeure de la communauté scientifique dans son ensemble, mais aussi de plus en plus des décideurs politiques et institutionnels [1]. Pour faire face à l'érosion de la biodiversité et, permettre une utilisation durable de ses éléments, cette conservation reste plus urgente dans la zone sahélienne où les espèces végétales se raréfient rapidement [4]. Cependant cette dégradation des ressources forestières est devenue un fléau très alarmant, ce qui pose avec acuité le problème de la gestion et conservation compte tenu de l'appartenance du pays à la bande saharo-sahélienne où la menace de la désertification est très inquiétante [5]. Durant ces dernières décennies, les écosystèmes sahéliens sont confrontés à de nombreuses sécheresses périodiques, à l'accroissement démographique et à l'avancée des terres de cultures [6]. Aussi l'importance de la diversité biologique pour le bien-être humain et le développement socioéconomique réside dans sa contribution à la fourniture des biens et services écosystémiques, au renforcement de la sécurité alimentaire, à la santé, aux relations sociales, à l'augmentation de revenus, à la gestion durable des terres et à la réduction des effets des changements climatiques [7], [8].

Au-delà des autres pays sahéliens, au Niger aussi les enjeux écologiques et socioéconomiques sont la gestion durable des ressources naturelles déjà limitées. En plus des enjeux socio-économiques que revêtent les réserves pour les populations rurales posent la problématique de la conciliation conservation-développement car la paupérisation croissante des populations rurales fragilise les actions de sensibilisation pour la conservation de la biodiversité (Ouedraogo, 2009). La transformation des écosystèmes naturels en champs, l'exploitation du bois, l'impact des feux de brousse, le pâturage constituent les majeurs facteurs de dégradation des formations végétales, la fragmentation de l'habitat et la perte de la biodiversité [9], [10]. Malgré que ces écosystèmes constituent l'essentiel des formations végétales et d'habitats naturels que regorgent les aires protégées au Niger, dont fait partie la Réserve Partielle de Faune de Dosso (RPF), objet de la présente étude. La strate arborée est défrichée et coupée au détriment des champs agricoles mais aussi pour le besoin quotidien du bois d'énergie, du bois de service et du bois d'oeuvre ainsi que les produits forestiers non ligneux tels que les feuilles, les écorces, les racines, les fruits modifiant ainsi la structure et la composition floristique des peuplements [6], [11]. En effet, en plus des actions anthropiques, le Sahel subit également les effets des variabilités climatiques avec pour conséquences une détérioration des ressources naturelles et une augmentation de la demande en produits végétaux [12], [13].

La connaissance des caractéristiques du peuplement végétal permet de mieux appréhender les écosystèmes de les décrire dans leurs aspects les plus divers afin de proposer des stratégies de gestion durable. La présente étude se propose d'analyser la variabilité structurale du peuplement ligneux et de caractériser la végétation ligneuse en évaluant la densité, le couvert ligneux et l'importance écologique des espèces dans les différentes zones de la réserve partielle de faune de Dosso.

### 2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

#### 2.1 LOCALISATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La Réserve partielle de faune de Dosso (RPF) est située dans le sud-ouest du Niger. Elle est à cheval entre deux régions, principalement la région de Dosso à 93% et celle de Tillabéry (sud du département de Kollo) sur 7%. Elle est limitée à l'ouest et au sud-ouest par le Parc National du W et la République du Bénin; au Nord par les départements de Kollo (Région de Tillabéry) et de Boboye et Falmey (Région de Dosso) et à l'est, les départements de Dosso et de Gaya (AWF, 2021) et se localise entre 13°14'23" et 13°27'8" de Latitude Nord et entre 2°30'40" et 2°52'48" de Longitude Est [14]. Elle couvre une superficie de 527 261,75ha et appartient à la catégorie VI de l'IUCN, classer site RAMSAR à cause de la disponibilité de l'eau de surface (Zone Humide). Elle fut créée par Décret n° 62189/MER/ du 8 août 1962, portant création de la réserve partielle adjacente dite de Dosso.

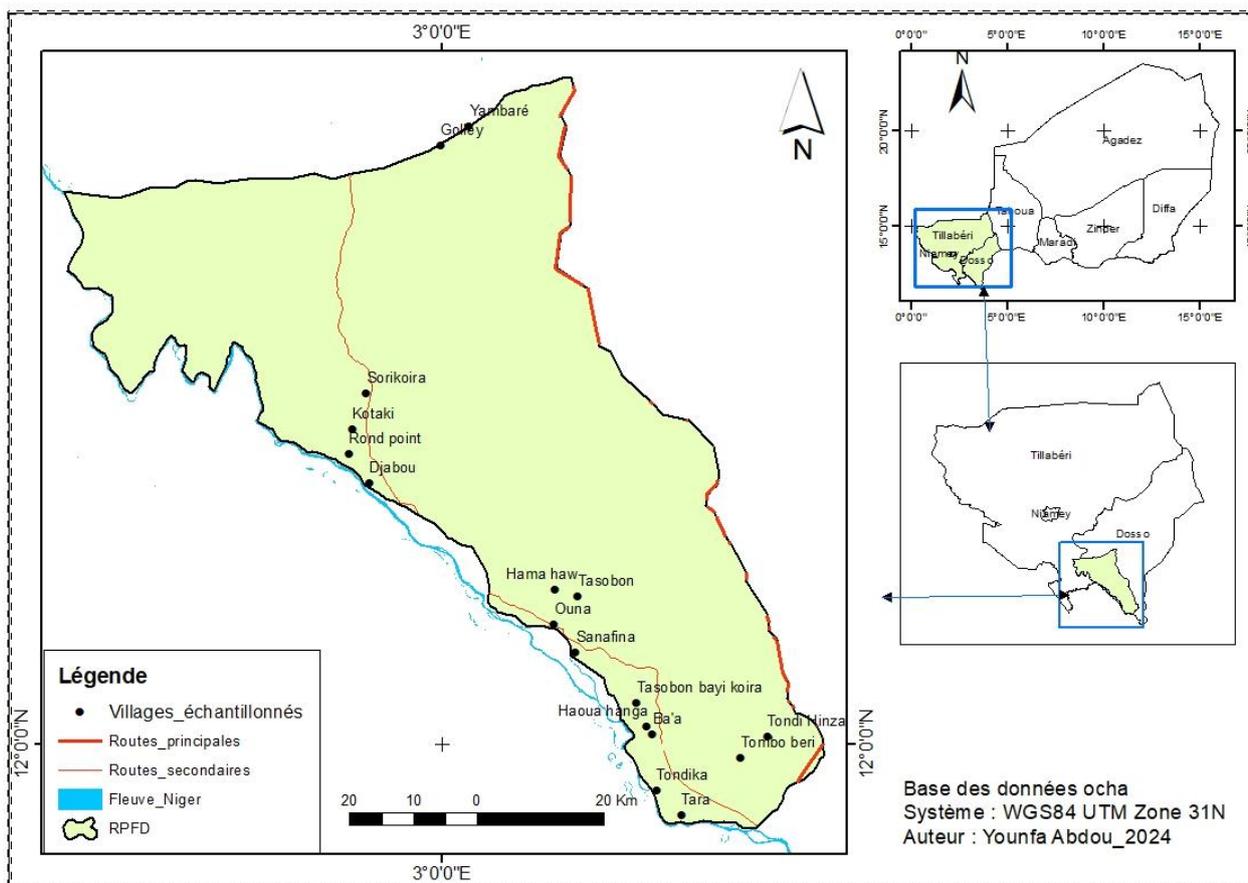


Fig. 1. Carte de localisation des zones

## 2.2 SITES D'ÉTUDE ET ÉCHANTILLONNAGE

L'étude est conduite dans cinq communes se trouvant principalement dans la réserve partielle de faune de Dosso pour évaluer la diversité floristique actuelle. Administrativement, il s'agit respectivement de la commune de Falmey, de Sambera, de Tanda, de Gaya, et de Gollé. Le choix est guidé par la présence de *V. doniana* et *V. paradoxa* dans la zone, est stratifié au niveau des départements et des communes mais il a été effectué de façon systématique à travers des transects radiaire au niveau des villages. Dans la commune de Falmey, quatre terroirs villageois ont fait l'objet d'investigation, il s'agit de Kotaki, Sorikoira, Djabou, et Rond-point. Dans la commune de Gaya les relevés ont été effectués dans quatre (4) terroirs villageois notamment à Tombobery, Tara, Tondihinza et Tondika. Dans les communes de Tanda, Sambera et Gollé les relevés ont été répartis dans dix (10) terroirs. Le choix de ces communes s'est basé sur non seulement la présence de *V. doniana* et *V. paradoxa* grâce à une connaissance antérieure de la zone mais aussi d'une part l'existence du gradient pluviométrique Nord -Sud (Gollé à Gaya). Des prospections basées sur les renseignements obtenus auprès des services départementaux de l'Environnement, des mairies, et à la consultation de personnes ressources sur la distribution de *V. doniana* et *V. paradoxa* ont ensuite permis de choisir les communes, puis les terroirs.

## 2.3 COLLECTE DES DONNÉES

L'inventaire forestier a permis de recueillir pour mieux apprécier la diversité des espèces ligneuses. L'échantillonnage a été axé sur quatre (4) transects radiaires au niveau de chaque site choisi en fonction de la présence des deux espèces. Des transects suivant les quatre directions du village ont été placés. L'échantillonnage a consisté à tracer des transects radiaires à partir de la sortie du village suivant les quatre directions (Est, Ouest, Nord, Sud). Le long de chaque transect 4 placettes en fonction de type d'occupation de sol, de 2500 m<sup>2</sup> dans les agrosystèmes et (30\*50 m soit une superficie de 1500 m<sup>2</sup>) dans les formations contractées (Mahamane & Saâdou, 2008) équidistantes de 500 m ont été placées suivant l'accessibilité des sites, soit un total de 16 placettes par village à l'exception des villages ayant des contraintes naturelles ou limite foncière. L'inventaire de la végétation ligneuse est constitué de 200 placettes. Dans chaque placette, un comptage exhaustif des individus ligneux a été réalisé. Pour chaque individu, ont été mesurés: Le diamètre à hauteur poitrine (1,30 m) pour les arbres avec un mètre ruban; les deux diamètres du houppier sur 2 axes perpendiculaires, la hauteur totale de chaque individu. La mesure de la hauteur et du diamètre n'a porté que sur les tiges/troncs ayant au moins 2 cm de diamètre.

## 2.4 ANALYSE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

Les données dendrométriques de toutes les espèces ligneuses ont été collectées et saisies dans un tableur Excel puis analysées dans le tableur Excel, le logiciel Minitab 14 dans le but de déterminer:

La richesse et la diversité de la flore d'un territoire sont des critères très utiles notamment du point de vue de la phytogéographie historique [15]. Les indices de diversité et de régularité sont évalués sur des relevés dans le but d'apprécier le niveau d'organisation du peuplement. La diversité spécifique est calculée à l'aide des indices de diversité de Shannon-Weaver et l'indice d'équitabilité de Piérou et la richesse spécifique (nombre d'espèces). Ces indices s'expriment par:  $H' = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$

Avec  $n_i$  = nombre d'individus de l'espèce  $i$  et  $N$  = nombre total d'arbres de la placette. Avec:  $p_i = n_i/N$ , abondance relative de l'espèce  $i$  dans l'échantillon total auquel appartient l'espèce,  $N$  = effectif total des individus,  $n_i$  = effectif des individus de l'espèce  $i$  [16]. L'indice  $H'$  est exprimé en bit et est utilisé pour apprécier l'hétérogénéité et la diversité. Son échelle est le suivant  $H' < 2,5$  = faible;  $2,5 \leq H' < 4$  = moyen;  $H' \geq 4$  = élevé [17].

- Indice d'équitabilité de Piérou

Correspond au rapport entre la diversité observée de Shannon ( $H'$ ) et la diversité maximale ( $H_{max}$ ) possible étant donné le nombre d'espèces  $S$ . Elle est très utile pour comparer les dominances potentielles entre stations. Cet indice ( $E$ ) traduit le degré de diversité atteint par rapport au maximum possible [18]. L'indice d'équitabilité de Piérou ( $E$ ) varie entre 0 et 1. Il tend vers 0 lorsqu'il y a un phénomène de dominance et tend vers 1 lorsque la répartition des individus entre les espèces est régulière [19]. Sa formule est:

$$E = \frac{H'}{H_{max}} \text{ avec } H_{max} = \log_2 S.$$

- Paramètres dendrométriques

Dans l'établissement de la structure de la strate ligneuse, les paramètres dendrométriques suivants ont été calculés:

- Densité des arbres ( $N$ )

La densité ( $N$ , en nombre d'arbres/ha) des peuplements en individus adultes a été calculée par le rapport entre le nombre total d'individus mesurés sur la surface totale (en ha) de la zone considérée. La fréquence des plantules considérées comme régénération (diamètre inférieur à 2 cm).

$$N = \frac{n}{S}$$

$N$  est le nombre de pieds répertoriés et  $S$  la superficie en hectare (ha).

- Surface terrière

La surface terrière est la somme des surfaces des sections transversales de toutes les tiges mesurées au niveau de la placette, ramenée à l'hectare:

$$G = \frac{\pi}{40000S} \sum_{i=1}^n d_i^2$$

- Diamètre moyen

Diamètre moyen ( $D$ , en cm): c'est le diamètre des arbres avec une surface terrière moyenne:

$$D_m = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i^2} \text{ [16]}$$

Où  $n$  est le nombre des arbres se trouvant dans la placette et  $d$ , le diamètre de  $i$  ème arbre en cm.

- Contribution en surface terrière:

$$Cst = 100 \frac{G_p}{G}$$

$G_p$ : surface terrière des arbres d'une essence donnée;  $G$ : surface terrière de l'ensemble des arbres.

- Recouvrement de peuplements

Le recouvrement du peuplement est obtenu par la relation ci-dessous et est exprimé en  $m^2 / ha$  [13]. Avec  $Sc = \Sigma \pi X D^2 / 4$

$Sc$  = surface de la couronne en ( $m^2/ha$ );  $D$  = moyenne des diamètres du houppier (Est/Ouest et Nord/Sud);

$\Sigma$  = Somme;  $\pi = 3,14$ .

- Hauteur moyenne Lorey:

La hauteur moyenne de Lorey (HL) exprimée en mètre (m) est la moyenne des hauteurs des individus pondérées par leur surface terrière [20].

$$HL = \frac{\sum_{i=1}^n g_i h_i}{\sum_{i=1}^n g_i} \text{ Avec } g_i = \frac{\pi}{4} d_i^2$$

Avec  $g_i$  la surface terrière de l'individu  $i$ ,  $h_i$  la hauteur de l'individu  $i$  (exprimée en mètres) et  $d_i$  le diamètre de l'individu  $i$  (en cm).

- Indice des valeurs d'importance

L'importance relative de chaque espèce est déterminée par le calcul d'un indice de valeur d'importance ou Importance Value Index (IVI). Cet indice correspond à la somme de la fréquence relative, de la dominance relative ou surface terrière relative et de la fréquence relative de l'espèce:

$$IVI = Fr \text{ relative } (\%) + Fr \text{ dominance basale } (\%) + Fr \text{ dominance relative } (\%)$$

Où  $Fr$  relative est la fréquence relative de l'espèce,  $Fr$  dominance basale est la fréquence de surface terrière de l'espèce et  $Fr$  dominance relative est la fréquence de recouvrement formé par espèce. IVI est un indice quantitatif permettant d'identifier les espèces écologiquement importantes dans une communauté végétale [1]. Il varie de 0 (absence de dominance) à 300 (mono-dominance).

- Analyse de la structure démographique

La structure démographique des peuplements ligneux en classes de diamètre a été établies avec surimposition de la distribution théorique de Weibull. Les structures en classe de diamètre ont été constituées avec 4 cm comme amplitude et 2 cm comme seuil pour le diamètre. Le logiciel Minitab 14 a été utilisé pour l'estimation des paramètres de la distribution théorique de Weibull à partir des valeurs de diamètre observées.

La distribution de Weibull à 3 paramètres ( $a$ ,  $b$  et  $c$ ) se caractérise par une grande souplesse d'emploi et une grande variabilité de forme. Sa fonction de densité de probabilité,  $f(x)$  se présente sous la forme ci-dessous [16].

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

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 1.

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

$C < 1$	Distribution en « J renversé », caractéristique des peuplements multi spécifiques 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.

### 3 RÉSULTATS

#### 3.1 COMPOSITION TAXONOMIQUE

L'analyse floristique a permis de recenser 73 espèces ligneuses dans le domaine soudanien appartenant à 53 genres et 22 familles. Les familles les plus importantes numériquement sont les Fabaceae 32,87% (24 espèces), les Combretaceae 10,95 % (8 espèces), les Rubiaceae 8,21% (6 espèces) et les Moraceae 6,84% (5 espèces), (Figure 2) présente le pourcentage de chaque famille tandis que dans le domaine sahélien 42 espèces ont été recensées réparties en 17 familles et 32 genres. La famille des Fabaceae (35,71%) est la plus représentée suivie par la famille des Combretaceae (19,04%). Les familles des Lamiaceae, Malvaceae, Meliaceae, et Moraceae sont représentées chacune par deux espèces (Figure 3).

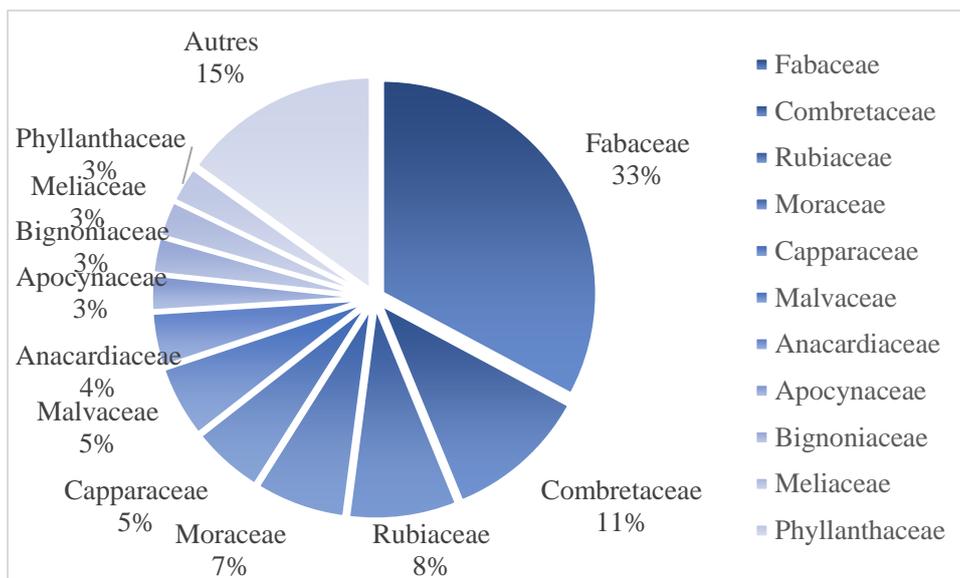


Fig. 2. Pourcentage de chaque famille du domaine soudanien

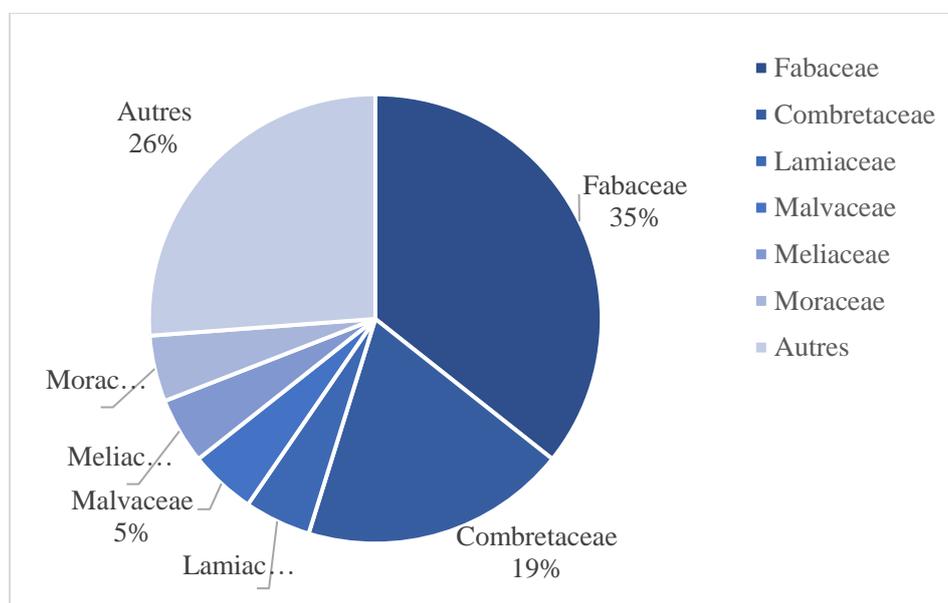


Fig. 3. Spectre des familles du domaine sahélien

### 3.2 ANALYSE DE LA DIVERSITÉ

L'analyse de la diversité alpha révèle que la zone soudanienne est le plus diversifié avec 73 espèces, un indice de Shannon-Weaver de 4,74 bits et une équitabilité de Piélou de 0,76 et la zone sahélienne est moyennement diversifié avec 42 espèces, un indice de Shannon-Weaver de 3,86 et une équitabilité de Piélou de 0,71 (Tableau 2).

Tableau 2. Valeurs des indices de diversité dans les deux formations

Zones	S	H'	Hmax	E
Zone soudanien	73	4,74	6,18	0,76
Zone sahélienne	42	3,86	5,39	0,71

Note: S: Richesse spécifique; H': Indice Shannon-Weaver; Hmax: Diversité théorique maximale, E: Indice d'équitabilité de Piélou

### 3.3 TYPES BIOLOGIQUES

#### 3.3.1 TYPE BIOLOGIQUE DU DOMAIN SOUDANIE

Le type biologique de l'ensemble du domaine soudanien investigué est dominé par les microphanérophytes (50,7%) suivies des mésophanérophytes et nanophanérophytes avec des proportions respectivement de (27,4% et 12,3%) aussi bien en termes de spectre brut mais en spectre pondéré les mésophanérophytes sont mieux représentés comme indiqué la figure 4. Les lianes microphanérophytes sont faiblement représentées en zone soudanien.

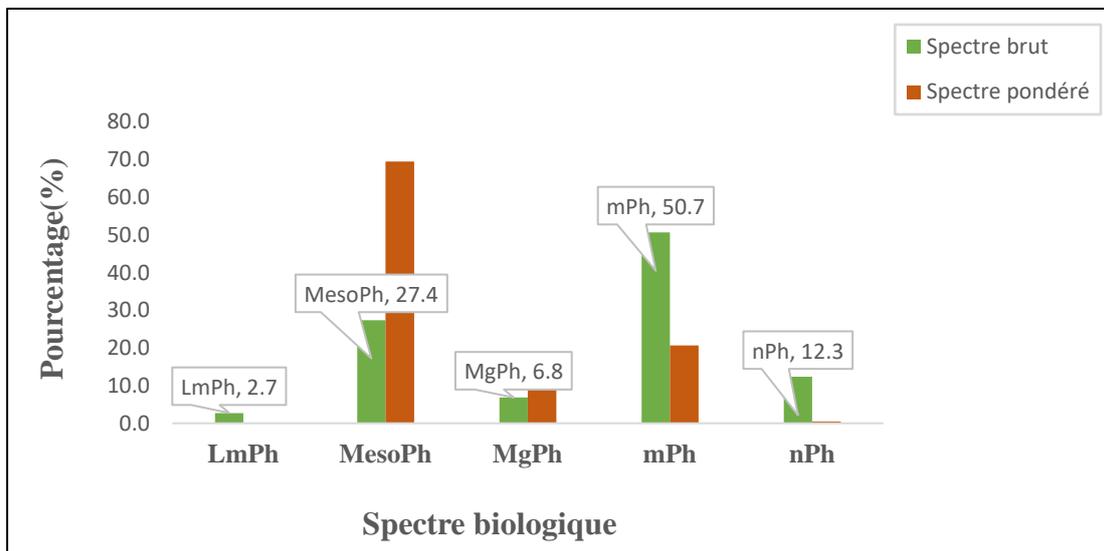


Fig. 4. Spectres biologiques du domaine soudanien

Légendes: mPh: Microphanérophytes; MesoPh: Mésophanérophytes; nPh: Nanophanérophytes; LmPh: Liane-Microphanérophytes et MgPh: Mégaphanérophytes

#### 3.3.2 TYPES BIOLOGIQUES DU DOMAIN SAHÉLIEN

Le type biologique l'ensemble de zone sahélienne investiguée est dominée par les microphanérophytes (52,4%) suivies des mésophanérophytes et mégaphanérophytes aussi bien en termes de spectre brut que pondéré. Les nanophanérophytes et sont faiblement représentées en zone Sahélienne (7,1%) (Figure 5).

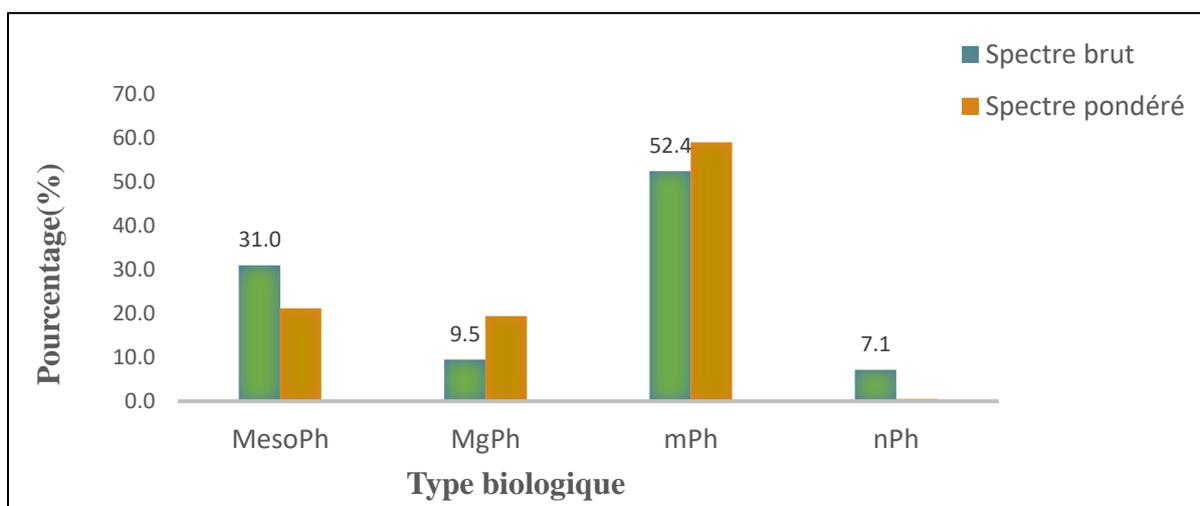


Fig. 5. Spectres des types biologiques dans la zone sahélienne

Légende: mPh: Microphanérophytes; nPh: Nanophanérophytes; MesoPh: Mésophanérophytes; MgPh: Mégaphanérophytes

### 3.4 PARAMÈTRES DENDROMÉTRIQUES DES UNITÉS D'OCCUPATION

L'examen du tableau 3 révèle une variation très significative entre la densité moyenne des différentes formations. Ainsi, la savane a enregistré une densité la plus élevée de (135,8±6,3 cm), dans la zone soudanienne tandis la faible densité est observée dans le champ (25,3±9,13). Ainsi s'agissant du diamètre moyen, la valeur la plus élevée est observée au niveau des champs jachères soit 36,6±26,7cm (tableau 13). Pour la petite valeur de diamètre moyen, elle est recueillie au niveau de la savane (9,4±12,9). Pour la hauteur moyenne de Lorey varie entre les zones agroécologiques pour l'ensemble des unités d'occupation des sols de la zone. La plus grande est observé dans le champ avec (11,67m) alors que la plus faible est enregistré au niveau de jachère sahélienne (7,67m). La surface de terrière varie également suivant les unités d'occupation des sols, la plus forte est enregistrée au niveau des champs du secteur soudanienne soit 36,25m<sup>2</sup>/ha contre 0,49m<sup>2</sup>/ha représentant la plus faible de surface terrière recueillie au niveau du steppe (tableau 3).

Tableau 3. Comparaison des paramètres dendrométriques en fonction des zones

	Zone sahélienne			Zone soudanienne		
	Champs	Jachère	Steppe	Champs	Jachère	Savane
Densité(pieds/ha)	25,3±9,13	35,4±8,81	73,3±4,81	38,2±13,84	56±3,18	135,8±6,3
Diamètre moyen(cm)	16,4±16,3	10,6±11,5	10,6±13,9	36,6±26,7	13,2±11,3	9,4±12,9
Hauteur de Lorey (m)	9,3	7,67	8,99	11,67	8,26	8,36
Surfaceterrière(m2/ha)	1,76	0,81	0,49	36,25	0,53	2,53

#### 3.4.1 IMPORTANCE ÉCOLOGIQUE DES ESPÈCES

L'importance écologique des espèces a été évaluée à partir du calcul de l'Indice de Valeur d'Importance (IVI). Les indices des valeurs d'importance écologique des espèces dans les zones soudanienne et les zones sahéliennes sont représentés respectivement dans le tableau 4 et le tableau 5. Dans les deux formations, *V. paradoxa* est l'espèce qui a la plus grande importance écologique avec des indices de valeur d'importance (IVI) de 106,16 dans les zones soudanienne et *G. senegalensis* de 38,67 dans les zones sahéliennes. Dans les zones soudanienne les 10 espèces écologiquement importantes sont, *V. paradoxa* suivie de *Vitex doniana*, *Bombax costatum*, *Sclerocarya birrea*, *Adansonia digitata*, *Combretum nigricans*, *Ficus platyphylla*, *Neocarya macrophylla*, *Daniellia oliveri* et *Piliostigma reticulatum*. Les autres espèces ont une importance écologique faible avec des indices de valeur d'importance (IVI) inférieurs à 6. L'importance écologique de *Vitellaria paradoxa*, résulte de leurs fortes fréquences de dominances relatives et celles de *Vitex doniana*, *Bombax costatum* de la, fréquence dominance basale et fréquences de dominance relatives dans les zones soudanienne. Dans les zones sahéliennes, les 10 espèces écologiquement importantes sont à IVI inférieures à 12 après *Guiera senegalensis* sont *Piliostigma reticulatum*, *Vitellaria paradoxa*, *Balanites aegyptiaca*, *Sclerocarya birrea*, *Combretum glutinosum*, *Vitex doniana*, *Combretum nigricans*, *Prosopis africana* et *Faidherbia albida*. L'importance écologique de *Guiera senegalensis*, *Piliostigma reticulatum*, *Combretum nigricans*, *Balanites aegyptiaca* et *Combretum glutinosum* résulte de leurs fortes fréquences relatives. Pour *Vitellaria paradoxa* et *Vitex doniana*, leur importance écologique est due à leurs fortes fréquences de dominances basales. Quant à *Sclerocarya birrea* et *Faidherbia albida*, leur importance écologique est liée à la fréquence de dominance relative.

Tableau 4. Indice de valeur d'importance du domaine soudanien

Espèces	Fr-Dob	Fr-R	Fr-DoR	IVI
<i>Vitellaria paradoxa</i>	45,71	38,68	21,78	106,17
<i>Vitex doniana</i>	6,07	11,21	4,70	21,97
<i>Bombax costatum</i>	6,50	9,53	4,13	20,15
<i>Sclerocarya birrea</i>	4,44	2,73	4,86	12,03
<i>Adansonia digitata</i>	1,34	9,17	1,38	11,89
<i>Combretum nigricans</i>	1,27	0,61	8,42	10,29
<i>Ficus platyphylla</i>	2,78	5,40	1,30	9,48
<i>Neocarya macrophylla</i>	4,14	0,75	3,16	8,06
<i>Daniellia oliveri</i>	2,17	3,76	0,65	6,57
<i>Piliostigma reticulatum</i>	1,63	0,84	4,05	6,52
<i>Prosopis africana</i>	2,09	1,98	1,78	5,85
<i>Tamarindus indica</i>	2,13	2,19	1,54	5,85
<i>Lannea macrocarpa</i>	1,92	1,03	2,83	5,79
<i>Balanites aegyptiaca</i>	1,22	0,71	3,72	5,66

<i>Combretum micrantum</i>	0,59	0,31	4,21	5,11
<i>Diospyros mespiliformis</i>	1,78	1,02	2,19	4,99
<i>Parkia biglobosa</i>	1,77	2,14	0,73	4,63
<i>Cassia sieberiana</i>	0,64	0,38	3,16	4,17
<i>Guiera senegalensis</i>	0,24	0,08	3,24	3,56
<i>Faidherbia albida</i>	1,33	0,54	1,62	3,49
<i>Sterculia setigera</i>	1,23	0,58	1,38	3,19
<i>Combretum glutinosum</i>	0,74	0,28	2,11	3,13
<i>Acacia macrostachya</i>	0,37	0,27	1,94	2,59
<i>Lannea acida</i>	0,76	0,58	0,97	2,31
<i>Terminalia avicennioides</i>	0,83	0,39	0,89	2,11
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	0,51	0,64	0,57	1,71
<i>Combretum collinum</i>	0,22	0,15	1,21	1,59
<i>Acacia sieberiana</i>	0,76	0,09	0,57	1,41
<i>Gardenia sokotensis</i>	0,12	0,02	1,21	1,36
<i>Azadirachta indica</i>	0,53	0,24	0,57	1,33
<i>Albizia chevalieri</i>	0,24	0,46	0,49	1,19
<i>Ficus sycomorus</i>	0,42	0,51	0,24	1,17
<i>Detarium microcarpum</i>	0,45	0,08	0,40	0,94
<i>Terminalia macroptera</i>	0,12	0,71	0,08	0,91
<i>Ziziphus mauritiana</i>	0,24	0,24	0,40	0,89
<i>Acacia senegal</i>	0,21	0,10	0,57	0,87
<i>Kigelia africana</i>	0,48	0,22	0,16	0,85
<i>Boscia angustifolia</i>	0,09	0,18	0,49	0,75
<i>Gardenia ternifolia</i>	0,12	0,06	0,49	0,67
<i>Ficus thonningii</i>	0,15	0,35	0,08	0,58
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	0,24	0,09	0,24	0,58
<i>Holarrhena floribunda</i>	0,11	0,02	0,40	0,54
<i>Acacia erythrocalyx</i>	0,03	0,02	0,40	0,46
<i>Acacia nilotica</i>	0,09	0,03	0,32	0,44
<i>Bauhinia rufescens</i>	0,16	0,09	0,16	0,42
<i>Cadaba farinosa</i>	0,21	0,03	0,16	0,40
<i>Feretia apodanthera</i>	0,05	0,02	0,32	0,39
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	0,02	0,04	0,32	0,38
<i>Acacia seyal</i>	0,03	0,02	0,32	0,37
<i>Stercospermum kunthianum</i>	0,02	0,01	0,24	0,28
<i>Grewia bicolor</i>	0,02	0,01	0,24	0,27
<i>Erythrina senegalensis</i>	0,00	0,00	0,24	0,25
<i>Dichrostachys cinerea</i>	0,08	0,00	0,16	0,24
<i>Entada africana</i>	0,11	0,03	0,08	0,23
<i>Strophanthus sarmentosus</i>	0,05	0,01	0,16	0,23
<i>Sarcocephalus latifolius</i>	0,07	0,07	0,08	0,22
<i>Uapaca togoensis</i>	0,06	0,07	0,08	0,22
<i>Celtis integrifolia</i>	0,05	0,07	0,08	0,21
<i>Berlinia grandiflora</i>	0,03	0,00	0,16	0,19
<i>Ficus exasperata</i>	0,02	0,01	0,16	0,18
<i>Maerua angustifolia</i>	0,01	0,01	0,16	0,18
<i>Strychnos spinosa</i>	0,00	0,01	0,16	0,17
<i>Grewia flavescens</i>	0,00	0,00	0,16	0,17
<i>Annona senegalensis</i>	0,01	0,00	0,16	0,17

<i>Burkea africana</i>	0,04	0,04	0,08	0,16
<i>Ficus dekdekena</i>	0,03	0,03	0,08	0,15
<i>Lonctocarpus sericeus</i>	0,06	0,00	0,08	0,14
<i>Prosopis juliflora</i>	0,04	0,01	0,08	0,13
<i>Khaya senegalensis</i>	0,01	0,04	0,08	0,13
<i>Flueggea virosa</i>	0,00	0,00	0,08	0,08
<i>Boscia senegalensis</i>	0,00	0,00	0,08	0,08
<i>Ximenia americana</i>	0,00	0,00	0,08	0,08
<i>Gardenia erubescens</i>	0,00	0,00	0,08	0,08
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>

Note: Fr-Dob = fréquence de dominance basale; Fr-R= Fréquence relative; Fr-DoR= Fréquence de dominance relative; IVI = Indice de valeur d'importance

Tableau 5. Indice de valeur d'importance du domaine sahélien

Espèces	Fr-Dob	Fr-R	Fr-DoR	IVI
<i>Guiera senegalensis</i>	4,25	26,55	7,88	38,68
<i>Piliostigma reticulatum</i>	5,68	14,78	13,23	33,69
<i>Vitellaria paradoxa</i>	16,31	2,41	6,49	25,22
<i>Balanites aegyptiaca</i>	7,30	9,95	6,59	23,84
<i>Sclerocarya birrea</i>	3,77	3,32	16,11	23,19
<i>Combretum glutinosum</i>	2,21	9,80	8,17	20,18
<i>Vitex doniana</i>	10,93	1,96	4,71	17,61
<i>Combretum nigricans</i>	4,65	5,73	2,93	13,31
<i>Prosopis africana</i>	5,90	1,96	5,11	12,97
<i>Faidherbia albida</i>	3,60	2,87	6,31	12,78
<i>Ficus platyphylla</i>	6,92	0,60	2,35	9,87
<i>Adansonia digitata</i>	7,16	0,45	1,77	9,39
<i>Cassia sieberiana</i>	1,38	3,32	3,26	7,96
<i>Azadirachta indica</i>	2,57	1,21	1,35	5,12
<i>Tamarindus indica</i>	3,12	0,75	0,98	4,85
<i>Sterculia setigera</i>	1,31	1,36	1,45	4,11
<i>Combretum micrantum</i>	0,43	1,81	1,58	3,82
<i>Neocarya macrophylla</i>	0,63	1,21	1,71	3,55
<i>Bombax costatum</i>	3,05	0,30	0,10	3,45
<i>Detarium microcarpum</i>	0,81	1,06	1,43	3,29
<i>Khaya senegalensis</i>	0,81	0,45	1,82	3,08
<i>Ficus sycomorus</i>	2,32	0,30	0,31	2,94
<i>Acacia nilotica</i>	0,55	1,06	0,98	2,59
<i>Terminalia avicennioides</i>	0,66	1,06	0,51	2,23
<i>Vitex simplicifolia</i>	1,31	0,30	0,48	2,09
<i>Acacia macrostachya</i>	0,46	0,75	0,47	1,68
<i>Combretum fragans</i>	0,52	0,45	0,38	1,36
<i>Ziziphus mauritiana</i>	0,17	0,90	0,22	1,30
<i>Gardenia ternifolia</i>	0,23	0,45	0,09	0,78
<i>Anogeissus leiocarpa</i>	0,27	0,15	0,30	0,72
<i>Entada africana</i>	0,25	0,15	0,30	0,70
<i>Acacia seyal</i>	0,04	0,30	0,17	0,51
<i>Annona senegalensis</i>	0,03	0,45	0,01	0,49
<i>Maerua crassifolia</i>	0,11	0,30	0,06	0,47
<i>Acacia longifolia</i>	0,02	0,30	0,11	0,43
<i>Bauhinia rufescens</i>	0,07	0,30	0,05	0,42
<i>Strychnos innocua</i>	0,03	0,15	0,10	0,29

<i>Acacia senegal</i>	0,06	0,15	0,07	0,28
<i>Combretum collinum</i>	0,05	0,15	0,06	0,26
<i>Maytenus senegalensis</i>	0,01	0,15	0,02	0,19
<i>Lonctocarpus sericeus</i>	0,01	0,15	0,00	0,17
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	0,01	0,15	0,00	0,17
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>300,00</b>

### 3.5 STRUCTURE DEMOGRAPHIQUE DES PEUPEMENTS LIGNEUX

#### 3.5.1 STRUCTURE EN DIAMETRES DU DOMAINE SOUDANIEN

La distribution de l'ensemble des ligneux par classes de diamètre dans le domaine soudanien est illustrée par la Figure 6, suivant les différentes unités d'occupation, présente une allure en « J renversé » et s'ajuste à la distribution théorique de Weibull avec le paramètre de forme inférieur à 1. Cette distribution est caractéristique des peuplements multi spécifiques avec prédominances des individus jeunes. A l'exception du champ dont sa valeur  $c = 1,88$ , ce qui est caractéristique des peuplements monospécifiques avec une prédominance des individus jeunes ou de petits diamètres.

#### 3.5.2 STRUCTURE EN DIAMETRES DU DOMAINE SAHELIEEN

L'analyse des structures en diamètre de l'ensemble des peuplements du domain sahélien a été décrite à travers l'établissement des structures (Figures 7) pour chaque unité d'occupation des terres. Ainsi, la distribution par classes de diamètres observée dans toutes les unités d'occupation des terres, notamment constituées par les champs, la steppe et les jachères s'ajustent avec une distribution théorique de Weibull avec un paramètre de forme  $c$ , ( $C < 1$ ). Cette distribution en « J renversé » est caractéristique des peuplements multispécifiques ou inéquiennes.

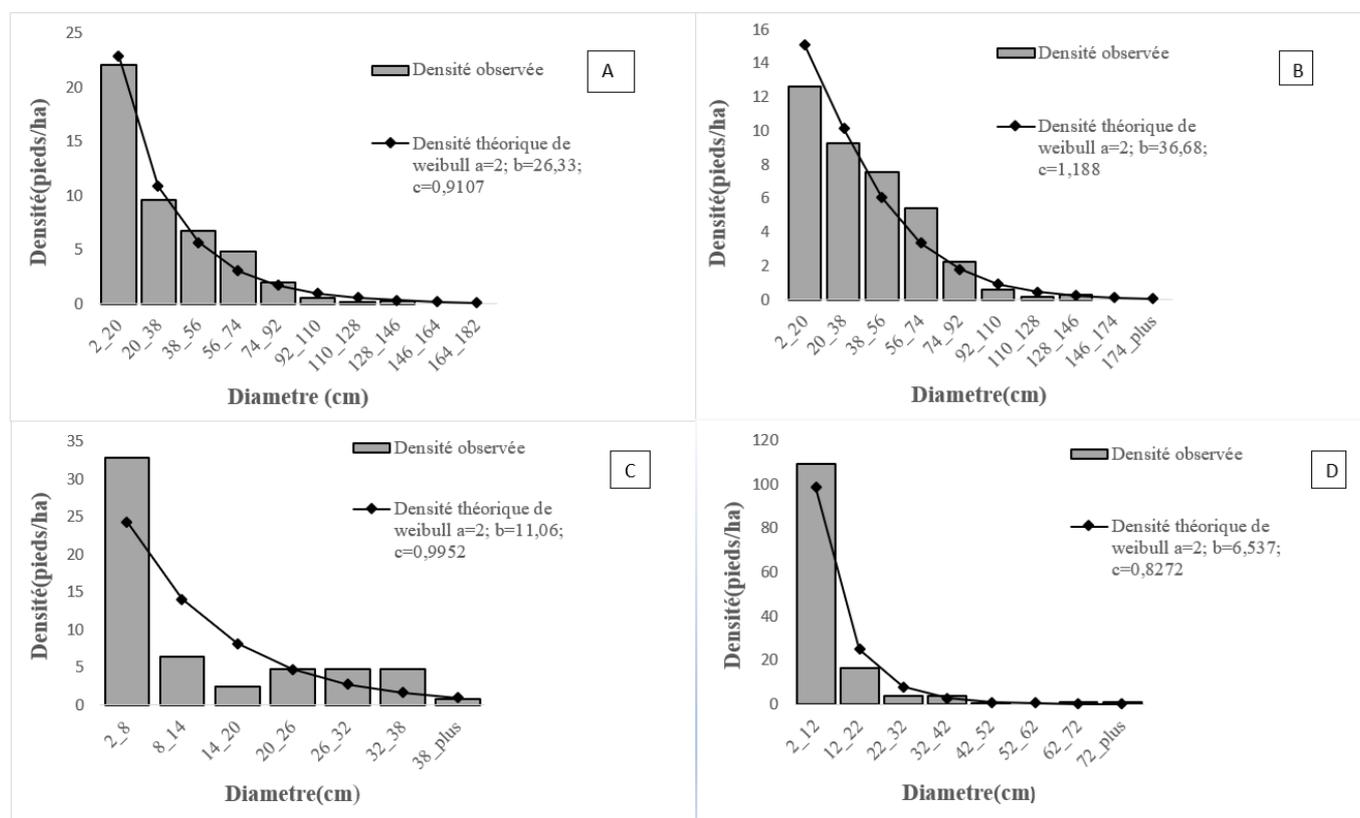


Fig. 6. Structures en diamètres selon les unités d'occupation du domain soudanien (A); champs (B); jachère (C); savane (D)

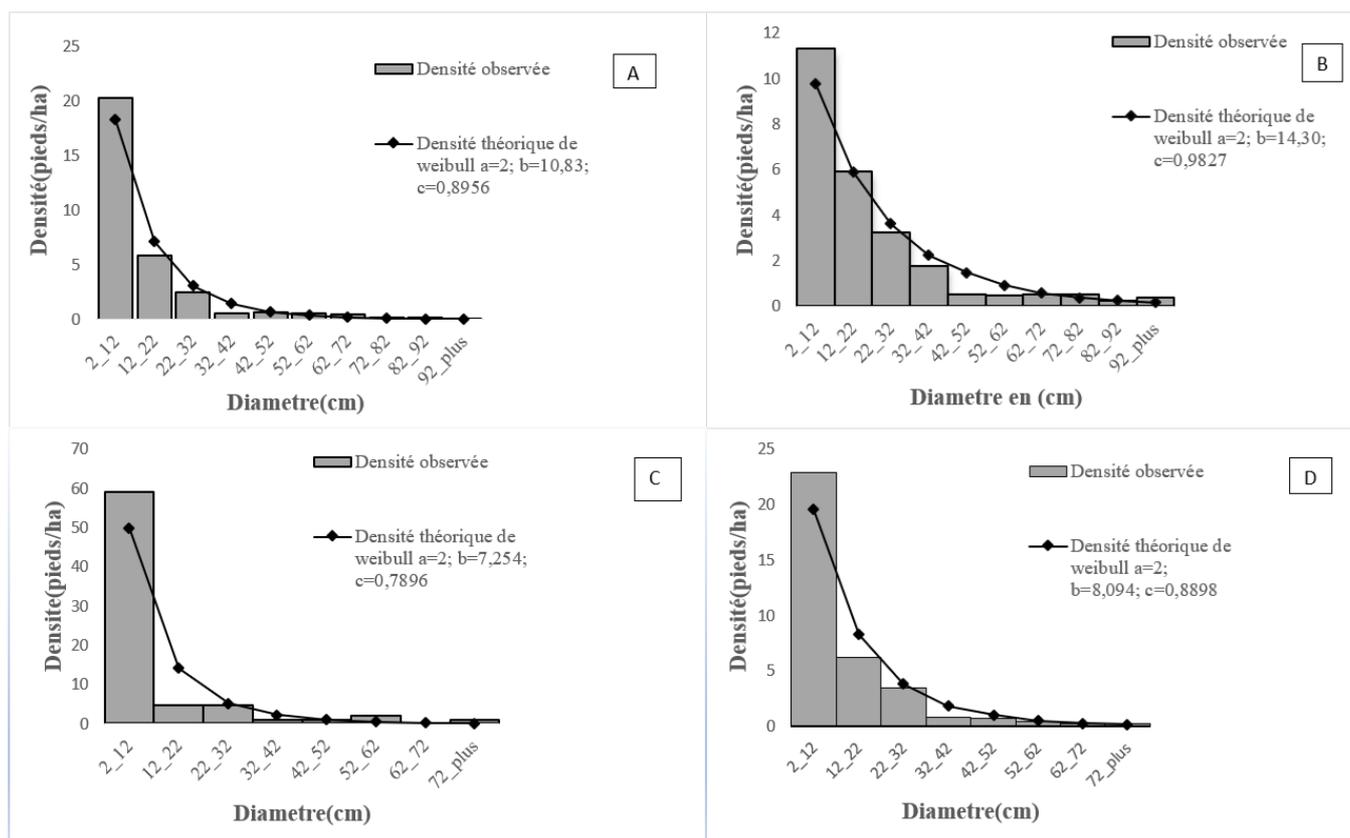


Fig. 7. Structures en diamètres selon les unités d'occupation du domaine sahélien (A); champs (B); jachère (C); steppe (D)

## 4 DISCUSSION

### 4.1 DIVERSITÉS FLORISTIQUES

La présente étude a permis de décrire les caractéristiques écologiques et dendrométriques en fonction de gradient agroécologique des ligneux de la zone d'étude. Cette étude a montré également que la flore ligneuse inventoriée est riche de 73 espèces appartenant à 53 genres et 22 familles dans la zone soudanienne et zone sahélienne avec 42 espèces appartenant à 32 genres et 17 familles. Avec une dominance des familles de Fabaceae suivies de Combretaceae sur l'ensemble des sites. La dominance de ses familles des fabaceae et combretaceae s'explique par les faibles précipitations et les températures très élevées reflétant l'aridité des climats soudanien et soudano-sahélien [21]. Plusieurs auteurs ont confirmé la prédominance de ces familles par leur importance numériques sur la diversité des ligneux au Niger [1], [9]. Cette importance numérique pourrait en partie s'expliquer par le mode de dissémination des espèces appartenant à ces familles. [19] ont signalé que 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.

Les proportions des types biologiques montrent une prédominance des phanérophytes en général et particulièrement des microphanérophytes. Ce constat est le même dans plusieurs formations végétales du sud-ouest [22]. Cette situation pourrait s'expliquer par l'effet sélectif des activités anthropiques (pratiques agricoles et coupes de bois) favorisant certaines espèces.

### 4.2 ANALYSE DE DIVERSITÉ

L'analyse de la diversité a montré que les indices de diversité de Shannon, d'équitabilité de Piélou et la richesse spécifique augmentent avec le gradient de l'humidité croissant. Ces valeurs sont élevées dans le domain soudanien comparativement à celles du domain sahélien. Ceci est probablement dû au grand nombre d'espèces inventoriées dans le domain soudanien qui bénéficie des conditions climatiques plus favorables du fait de sa situation géographique. Cela traduit la présence d'une grande diversité et hétérogénéité dans la zone soudanienne que dans celle de la zone sahélienne. Pour l'indice d'équitabilité de Piélou, les valeurs obtenues sont assez proches de 1 traduisant ainsi une répartition relativement équitable de toutes les espèces sur les différents sites.

#### 4.3 ATTRIBUTS STRUCTURAUX

La densité, le diamètre moyen, la hauteur moyenne de Lorey et la surface terrière varient significativement entre les différents sites suivant le gradient climatique. Ces paramètres augmentent lorsqu'on passe du domaine sahélien au domaine soudanien. Ce résultat est en accord avec les travaux de [15], [6], qui ont montré que les formations végétales présentaient de meilleurs paramètres structuraux lorsqu'on passe de la zone soudano-sahélienne à la zone soudanienne. Cette situation pourrait résulter des conditions climatiques et pédologiques qui ne sont pas toujours appropriées pour une meilleure distribution des espèces.

L'analyse des indices des valeurs d'importances montre que *Guiera senegalensis Piliostigma reticulatum* dominant suivant l'ordre de citation dans la zone sahélienne. Certains auteurs soulignent que ces espèces ont la faculté de pousser et de croître en saison sèche dans les champs après les récoltes et moins sensibles à la sécheresse [23], tandis que dans la zone soudanienne, ce sont les espèces *Vitellaria paradoxa* qui domine suivies de *Vitex doniana*. Les rangs qu'occupent ces espèces témoignent des conditions pédoclimatiques qui sont favorables d'une part et d'autre part à la protection dont elles jouissent car ce sont des espèces rencontrées dans les champs et qui jouent un rôle socio-économique important [24]. Ce même constat a été fait dans la zone de savane soudanienne de la Côte d'Ivoire par [25]. [26] affirment qu'en zones sahélienne et sahélo-soudanienne, chaque espèce végétale est distribuée et se propage en fonction de sa propre tolérance à la multitude de facteurs de son environnement, parmi lesquels le climat reste le principal facteur limitant.

#### 4.4 STRUCTURES DÉMOGRAPHIQUES DU PEUPEMENT LIGNEUX

La structure démographique est établie suivant une distribution par classe de diamètre pour comprendre la dynamique de peuplement ligneux et elle permet également d'avoir une idée sur dynamique structurale du peuplement pour évaluer l'impact de la pression anthropique sur la population des arbres selon [18], [27]. Quant à [22] pour la recherche forestière, seule l'étude de la structure démographique du peuplement ligneux permet de tirer une conclusion sur la pérennité des espèces ligneuses qui composent l'habitat forestier donné. Ainsi, la répartition des ligneux par classe de diamètres à travers les unités d'occupation des sols a révélé dans l'ensemble une structure démographique en "J" renversée ajustée à la distribution théorique de Weibull de paramètre de forme,  $c < 1$ , excepté le champ du domaine soudanien. Cette structure est caractéristique d'une distribution asymétrique positive, caractéristique des peuplements multispécifiques avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre [16]. Ce qui témoigne le caractère arbustif des sites étudiés. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par de nombreux auteurs dans l'étude de la végétation au Niger [28], [29], [30]. Certains auteurs comme [31], [6] soulignent que la prépondérance des individus de petits diamètres avec une telle structure est caractéristique d'un peuplement à fort potentiel de régénération, dominé par des espèces arbustives sahéliennes et multicaules et est considérée comme un indice de dégradation. L'abondance des individus de petites tailles serait due à la surexploitation qui entraîne des stress et des traumatismes chez les individus [32].

### 5 CONCLUSION

Au terme de ce travail, les inventaires floristiques effectués ont révélé l'existence d'une flore qui varie d'une zone à une autre, caractérisée par une forte diversité spécifique à dominante arbustive. Cependant, les fabaceae et les combretaceae sont les plus dominantes dans tous les bioclimats. Ce résultat a montré que la diversité alpha et la diversité spécifique augmentent avec le gradient croissant de pluviométrie. La structure en diamètre et en hauteur des individus, indiquent un peuplement globalement jeune dans toutes les unités d'occupation des sols, excepté le champ. Il serait nécessaire de poursuivre les investigations en étudiant les populations des espèces ligneuses afin d'avoir une connaissance globale sur la flore de la zone d'étude mais également de concevoir une application pour suivre l'évolution du milieu.

#### REFERENCES

- [1] H. Rabiou, «Caractérisation des peuplements naturels de *Pterocarpus erinaceus* Poir. et élaboration de normes de gestion durable au Niger et au Burkina Faso (Afrique de l'Ouest),» [Thèse Dr. en Biol. Appliquée], no. Université Dan Dicko Danoukolodo de Maradi, p. 182pages, 2016.
- [2] A. Thiombiano, M. Schmidt, H. Kreft, and S. Guinko, «Influence du gradient climatique sur la distribution des espèces de Combretaceae au Burkina Faso (Afrique de l'Ouest),» *Conserv. Jard. Bot. Genève* 2006, vol. 61, no. 1, pp. 189–213, 2006.
- [3] A. Habou *et al.*, «Impacts d'occupation des terres sur la structure démographique des peuplements à *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. au Centre-Est du Niger,» *J. Anim. Plant Sci.*, vol. 54, no. 2, pp. 2–3, 2022.
- [4] A. K. Kaou, O. L. Manzo, D. Guimbo, S. Karim, R. Habou, and R. Paul, «Diversité floristique et structure de la végétation dans la zone dunaire du sud-est du Niger : Cas de Mainé soroa,» *J. Appl. Biosci.*, vol. 120, no. December, pp. 12053–12066, 2017, doi: 10.4314/jab.v120i1.8.
- [5] M. M. Inoussa, «Dynamique des forêts claires dans le Parc National du W du Niger,» 2011.

- [6] C. Z. Félix, Serge, A. Tougiani, M. Moussa, and H. Rabiou, «Diversité Et Structure Des Peuplements Ligneux Issus De La Régénération Naturelle Assistée (RNA) Suivant Un Gradient Agro-Ecologique Au Centre Sud Du Niger.», *J. Agric. Vet. Sci.*, vol. 12, no. 1, pp. 52–62, 2019, doi: 10.9790/2380-1201035262.
- [7] A. Garba, A. Amani, S. Douma, A. K. Soumaila, and A. Mahamane, «Structure des populations de *Tamarindus indica* L. dans la zone Sud-Ouest du Niger Demographical structure of the *Tamarindus indica* L. in southwest of Niger (north Soudan),» *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 14, no. January, pp. 126–142, 2020, doi: 10.4314/ijbcs.v14i1.11.
- [8] A. Ali, «Dynamique et rôles socioéconomiques des populations de *Diospyros mespiliformis* Hochst. ex A. Rich au Niger.», [Thèse Dr. en Biol. Ecol. végétales], no. Université Abdou Moumouni de Niamey Option, p. 163pages, 2018.
- [9] 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 Dr. en Biol. Appliquée], no. Université Abdou Moumouni, p. 198pages, 2010.
- [10] A. Alhassane, S. Idrissa, K. Saley, C. Issa, and M. Ali, «Flore et végétation des parcs naturels de la région de Maradi, Niger,» vol. 34, no. 1, pp. 5354–5375, 2017.
- [11] H. Rabiou *et al.*, «Structure démographique de peuplement naturel et répartition spatiale des plantules de *Pterocarpus erinaceus* Poir. dans la forêt de Tiogo en zone soudanienne du Burkina Faso,» *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 9, no. March, pp. 69–81, 2015, doi: 10.4314/ijbcs.v9i1.7.
- [12] D. Ngom, C. Boubacar, S. Boubacar, and G. Zoe Daba, «Cortège floristique, paramètres structuraux et agroforestiers à *Elaeis guineensis* Jacq. en Basse indicateurs d'anthropisation des parcs Casamance, Sénégal,» *J. Anim. Plant Sci.*, vol. 36, no. 3, pp. 5919–5932, 2018.
- [13] A. M. Guihini, M. Mahamat, and A. Diallo, «Composition floristique et structure des peuplements ligneux de deux sites du tracé de la grande muraille verte du Tchad,» *J. Anim. Plant Sci.*, vol. 49, no. 1, pp. 8774–8784, 2021, doi: 10.35759/JAnmPLSci.v49-1.2.
- [14] PAG, «Rapport final du Plan d'Aménagement et de Gestion,» 2021.
- [15] K. Ouédraogo, «Ecologie et services écosystémiques de *Diospyros mespiliformis* HOCHST. EX A. RICH et de *Gardenia erubescens* SRAPF & HUTCH. Suivant un gradient climatique au Burkina Faso (Afrique de l'Ouest),» 2021.
- [16] A. Thiombiano and P. Bayen, «Méthodes et dispositifs d'inventaires forestiers en Afrique de l'ouest : Etat des lieux et propositions pour une Harmonisation,» no. April, 2016.
- [17] I. Soumana, «Groupements végétaux pâturés des parcours de la région de Zinder et stratégies d'exploitation développées par les éleveurs Uda'en,» [Thèse Dr. en Ecol. végétale Pastor.], no. Université de Niamey, p. 222pages, 2011.
- [18] H. Abdourhamane, «Etude floristique, écologique, phytosociologique et ethnobotanique des forêts classées de Dan Kada Dodo et de Dan Gado au Niger,» 2016.
- [19] S. Barmo, A. Amani, I. Soumana, and A. Ichaou, «Structure et diversité des parcs agroforestiers adjacents à la forêt protégée de Baban Rafi, Niger - Afrique de l'Ouest,» *Afrique Sci.*, vol. 15, no. 2, pp. 166–185, 2019.
- [20] J. Rondeux, «La mesure des arbres et des peuplements forestiers,» p. 726pages, 2021.
- [21] D. Kangbéni, W. Kpérkouma, K. Batawila, M. Dourma, Y. W. A, and A. Koffi, «Analyse spatiale des différentes formes de pressions anthropiques dans la réserve de faune de l'Oti-Mandouri (Togo),» *Vertigo - la Rev. électronique en Sci. l'environnement*, no. Hors-série 14, 2012, doi: <https://doi.org/10.4000/vertigo.12423>.
- [22] I. Abdou, «Evaluation de la biodiversité et caractérisation de la végétation de la Réserve Partielle de Faune de Dosso,» 2021.
- [23] B. Babou André, A. Kalinganire, and B. Jule, «Potentialités des ligneux dans la pratique de l'agriculture de conservation dans les zones arides et semi-arides de l'Afrique de l'Ouest : Aperçu de quelques systèmes candidats, no. 17. 2012. [Online]. Available: [www.worldagroforestry.org](http://www.worldagroforestry.org)
- [24] I. Dan Guimbo, «Fonction, dynamique et productivité des parcs à *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn. et à *Neocarya macrophylla* (Sabine) Prance dans le sud-ouest du Niger,» [Thèse Dr. en Sci. Agron.], no. Université Abdou Moumouni, p. 156pages, 2011.
- [25] K. Missa, D. Soro, and B. Dro, «Composition floristique et diversité du peuplement ligneux en zone de savane soudanienne de la Côte d'Ivoire,» *Vertigo - la Rev. électronique en Sci. l'environnement*, vol. 1492–8442, no. August, pp. 0–11, 2023, doi: 10.4000/vertigo.34794.
- [26] I. D. Guimbo, R. Habou, and M. Massaoudou, «Potentiel de régénération naturelle de *Neocarya macrophylla* (Sabine) Prance et de *Vitellaria paradoxa* C.F. Gaertn dans le sud-ouest du Niger, Afrique de l'Ouest,» *Afrique Sci.*, no. May, 2017.
- [27] A. T. Ndong, O. Ndiaye, M. B. Sagna, A. Diallo, D. Galop, and A. Guisse, «Caractérisation de la végétation ligneuse sahélienne du Sénégal: cas du Ferlo,» *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 9, no. 6, p. 2582, 2015, doi: 10.4314/ijbcs.v9i6.6.
- [28] I. Dan Guimbo, A. Mahamane, and J. Marie, «Peuplement des parcs à *Neocarya macrophylla* (Sabine) Prance et à *Vitellaria paradoxa* (Gaertn. C. F.) dans le sud-ouest nigérien : diversité, structure et régénération,» *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 4, no. October, pp. 1706–1720, 2010.
- [29] H. Abdourhamane, B. Morou, H. Rabiou, A. Mahamane, U. De Maradi, and B. P. Maradi, «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.*, vol. 7, no. 3, pp. 1048–1068, 2013, doi: /10.4314/ijbcs.v7i3.13.
- [30] A. Laouali, «Importance ethnobotanique, dynamique des peuplements et écologie de *Prosopis africana* (G. et Perr.) Taub. au Niger,» [Thèse Dr. en Biol. Ecol. végétale], no. Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, p. 110pages, 2016.
- [31] B. Katkoré *et al.*, «végétation ligneuse des trois parcours naturels du Centre Sud du Niger suivant un gradient climatique,» *J. Environ. Sci. Toxicol. Food Technol.*, vol. 15, no. 7, pp. 64–79, 2021, doi: 10.9790/2402-1507026479.
- [32] K. Adjéya Banilé et al., «Distribution et structure des parcs à *Adansonia digitata* L. (baobab) au Togo (Afrique de l'Ouest),» *Afrique Sci.*, vol. 10, no. 2, pp. 434–449, 2014.