

## Caractérisation de la végétation de trois parcours naturels du Centre Sud nigérien

Boubakar Katkoré\*<sup>1</sup>, Ali Mahamane<sup>3</sup>, Karim Saley<sup>2</sup>, Boubé Morou<sup>2</sup>, Soumana Idrissa<sup>1</sup>, Ousmane Lamine Manzo<sup>2</sup>, Abdoul Razak Dodo<sup>2</sup>, Massaoudou Moussa<sup>1</sup>, Issa Chaibou<sup>2</sup>, Ichaou Aboubacar<sup>1</sup>, Rabiou Habou<sup>3</sup>, Hassane Hambali<sup>2</sup> et Saadou Mahamane<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut National de la Recherche Agronomique du Niger (INRAN), BP 240 Maradi, Niger.

<sup>2</sup>Université Dan Diko Dankolodo de Maradi. BP 465 Maradi, Niger.

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

<sup>4</sup>International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Niamey, Niger.

---

### Résumé

La présente étude porte sur la caractérisation de la végétation des trois parcours naturels du Centre Sud nigérien à travers l'analyse de la phytodiversité et des paramètres écologiques influençant la distribution de sa végétation. Elle est réalisée sur trois sites (zones Nord soudanienne, Sud sahélienne et Nord sahélienne). Cette étude s'est basée sur des inventaires floristiques selon les approches sigmatiste [1] et linéaire [2]. Les relevés ont été effectués dans 160 placettes. Les analyses à travers la NMS et la CHA ont permis de distinguer 5 groupements végétaux repartis suivant le gradient climatique de la zone d'étude. La mise en relation des groupements végétaux et des variables environnementales a été possible grâce à l'ACC et le test de Monte-Carlo. Les résultats montrent que le bioclimat Nord soudanien présente une richesse floristique plus élevée que le bioclimat Sud sahélien et Nord sahélien. Ainsi, il a été inventorié : 100 espèces végétales de 38 familles et 81 genres en bioclimat Nord soudanien ; 42 espèces végétales de 21 familles et 38 genres en bioclimat Sud sahélien et 35 espèces végétales de 20 familles et 32 genres en bioclimat Nord sahélien. Par ailleurs, en considérant le nombre de familles, la zone Nord soudanienne renferme à elle seule 86,96% de la richesse spécifique de la zone d'étude.

L'analyse des spectres biologiques fait ressortir la dominance des thérophytes dans tous les groupements des trois bioclimats. La chorologie au niveau monde montre une dominance des espèces africaines suivies des paléotropicales. Au niveau Afrique, deux catégories dominent les groupements : les Guinéo-Congolaises-Soudano-Zambéziennes et les Soudano-Zambéziennes et les Soudano-Zambéziennes-Saharo-Sindiennes.

La pluviométrie est le principal facteur environnemental influençant la distribution de la végétation. En outre, le type d'occupation des terres et la géomorphologie influent sur cette distribution.

**Mots clés :** Caractérisation, végétation parcours naturels, analyses multivariées, Niger.

### Abstract

This study focuses on the characterization of the vegetation of natural rangelands in the Center-Sud region of Niger through the analysis of phytodiversity and ecological parameters influencing the distribution of its vegetation. It is carried out on three sites (North Sudanian, South Sahelian and North Sahelian zones). This study was based on floristic inventories using the sigmatiste [1] and linear [2] approaches. Surveys were carried out in 160 plots. Analyzes through NMS and CHA made it possible to distinguish 5 plant groups distributed according to the climatic gradient of the study area. The linking of plant groups and environmental variables was possible thanks to the CCA and the Monte-Carlo test. The results show that the North Sudanian bioclimate has a higher flora richness than the South Sahelian and North Sahelian bioclimate. Thus, it was inventoried: 100 plant species of 38 families and 81 genera in the North Sudanese bioclimate; 42 plant species from 21 families and 38 genera in a South Sahelian bioclimate and 35 plant species from 20 families and 32 genera in a North Sahelian bioclimate. Moreover, considering the number of families, the North Sudanian zone alone contains 86.96% of the specific richness of the study area.

Analysis of the biological spectra shows the dominance of therophytes in all groups of the three bioclimates. Chorology at the world level shows a dominance of African species followed by paleotropics. At the African level, two categories dominate the groups: the Guineo-Congolese-Sudano-Zambeziens and the Sudano-Zambeziens and the Sudano-Zambeziens-Saharo-Sindiennes. Rainfall is the main environmental factor influencing the distribution of vegetation. In addition, the type of land use and geomorphology influence this distribution.

**Keywords:** Characterization, natural rangeland vegetation, multivariate analysis, Niger

---

## I. Introduction

Dans la région de Maradi, la zone pastorale est localisée au nord. Elle est constituée d'aires de pâturage, couloirs de passage et d'enclaves rencontrées aux abords des agglomérations. Son climat est tropical aride et offre une végétation de steppe à l'exception des formations forestières des plateaux et des galeries des dépressions. La steppe sahélienne est composée le plus souvent d'une strate herbacée dominée par des plantes annuelles, principalement des graminées, et de plantes ligneuses éparses, de hauteur et de phénologies variées[3]. De même, l'écosystème de cette zone, à l'instar de ceux du pays sont dégradés par les changements importants dans l'occupation des sols, la surexploitation des ressources naturelles et des sécheresses des trente dernières années[4]. Au regard de tout ce qui précède, ces pratiques peuvent compromettre la biodiversité et avoir comme conséquences une destruction de la structure du sol et des activités des biotes.

En effet, il s'ensuit une modification de la composition floristique, une raréfaction des espèces fortement appréciées et une détérioration de la qualité des parcours [5]. Il est donc indispensable de connaître la distribution, la structure et la composition de la végétation de ces parcours pour leur bonne gestion. Cependant, très peu de travaux se sont intéressés à la végétation des parcours naturels bien qu'elle soit la base de l'alimentation du bétail pour toutes les formes d'élevages. Les seules informations scientifiques sur la distribution de la flore et la végétation des parcours en relation avec les variations des conditions écologiques se limitent aux travaux de quelques auteurs[6, 7, 8, 9]. L'étude de la flore et la végétation des parcours naturels en relation avec les variables environnementales permet d'une part d'appréhender les conditions du milieu et d'autre part d'analyser les réponses de la végétation aux différentes variations de l'environnement afin de proposer des instruments scientifiques de gestion durable des parcours. La présente étude se propose de répondre à cette problématique.

## II. Matériel et méthodes

### 2.1. Zone d'étude

Cette étude a été menée sur les pâturages naturels dans la région de Maradi, située au Centre Sud du Niger (figure 1) en bioclimat sahélien entre 13° et 15°26' de latitudes Nord et 6°16' et 8°36' de longitudes Est. La pluviométrie de cette région a une variation latitudinale. La pluviométrie moyenne annuelle des dix dernières années est de 493, 3±60,85 mm au sud de la région (station pluviométrique de Madarounfa) en bioclimat sahélo-soudanien et de 336,39±72,72 mm au nord (station pluviométrique de Gadabédji). Trois types de sols sont rencontrés dans la région de Maradi[10] ; il s'agit de sols hydromorphes des vallées, les sols sableux lessivés à complexes argilo-humiques déséquilibrés développés sur des entités dunaires stabilisées dans la partie nord de la région et des sols ferrugineux tropicaux de types soudano-sahéliens établis sur le socle cristallin dans la partie sud. La population de la Région estimée à 4 340 983 habitants en 2018 [11]. L'agriculture et l'élevage représentent les principales activités économiques de la population.

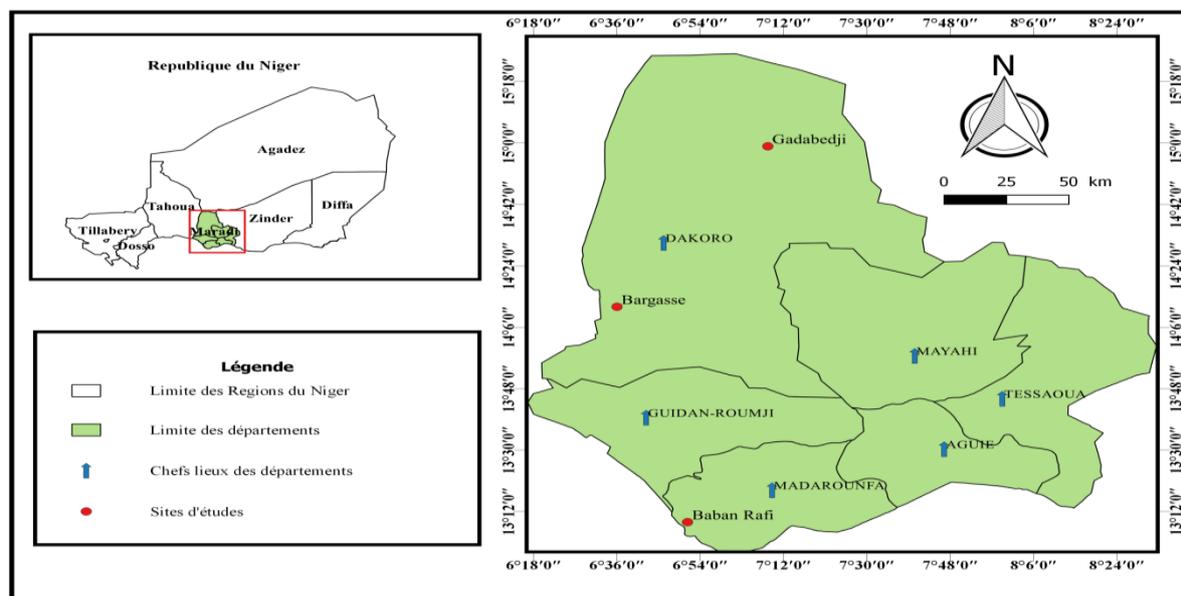


Figure 1 : Localisation des sites d'étude sur la carte de la région de Maradi

## 2.2. Méthodologie

### 2.2.1. Relevé de la végétation

#### 2.2.1.1. Echantillonnage

Les sites des relevés ont été identifiés sur la base d'un échantillonnage stratifié. La stratification a consisté à sélectionner les parcours suivant la géomorphologie dans les trois zones bioclimatiques de la région. Dans chaque unité géomorphologique (sommets et pentes des dunes, pénéplaines, versants, plateaux et dépressions) ont été délimitées des placettes de 1 000 m<sup>2</sup> (20 m x 50 m) au sud et 2 500 m<sup>2</sup> (50 m x 50 m) au centre et au nord conformément aux recommandations des méthodes d'étude et d'analyse de la flore et de la végétation des zones tropicales [12] sur la base de l'homogénéité floristique et écologique des stations [13, 14,15]. Les placettes ont été disposées à des intervalles de 500 m dans le sens de la longueur de l'aire de pâturage. Pour les aires de pâturage présentant une géomorphologie assez prononcée, les relevés ont été effectués sur toutes les unités géomorphologiques.

#### 2.2.1.2. Relevés phytosociologiques

Les relevés ont été réalisés entre septembre et octobre, période correspondant à l'optimum de croissance de la végétation au Sahel [16]. Dans chaque placette de 1 000 m<sup>2</sup> et 2 500 m<sup>2</sup>, un inventaire floristique a été fait selon la méthode sigmatiste [1]. Cette méthode a été utilisée avec succès dans l'étude des pâturages des écosystèmes dunaires du centre-est du Niger par certains auteurs [17, 6, 8] et du centre-sud du Niger [18].

L'approche consiste à attribuer un coefficient à chaque espèce sur la base de leur abondance-dominance (tableau 1). Ensuite, chaque espèce se trouvant dans la placette est identifiée, recensée et accompagnée de son coefficient. La valeur moyenne du coefficient de recouvrement d'une espèce donnée (*R<sub>Mi</sub>*%) est obtenue en transformant chaque coefficient d'abondance-dominance en taux de recouvrement moyen (tableau 1), et on additionne toutes les valeurs correspondantes pour cette espèce, ensuite on additionne toutes les valeurs puis on divise le total obtenu par le nombre total des relevés effectués (*N*) et enfin on multiplie par 100 [13,19]. Elle est obtenue par la formule :

$$R_{Mi} = \frac{\sum Ri}{N} \times 100$$

L'identification des espèces a été faite en s'inspirant de la flore du Sénégal [20] et des Poaceae du Niger [21].

**Tableau 1** : Correspondance entre les coefficients d'abondance-dominance et les valeurs de recouvrement moyens [19].

Coefficient	Taux de recouvrement moyen (Ri %)
+	0,5
1	3
2	15
3	37,5
4	62,5
5	87,5

Pour chaque relevé, des paramètres physiques tels que les coordonnées géographiques, le type d'unité géomorphologique et la texture du sol par sensation tactile ont été notés.

## 2.3. Traitement des données floristiques

### 2.3.1. Mode d'adaptation et distribution géographique des espèces

Les types biologiques et phytogéographiques utilisés pour décrire la flore des parcours du centre-sud du Niger sont respectivement ceux de Raunkiaer [22] et de White [23] utilisés par plusieurs auteurs [24, 15, 25, 26, 27,28]. Ces types biologiques sont en effet souvent utilisés pour caractériser la flore d'une région donnée. Ils reflètent principalement aussi bien les paramètres structuraux dans une végétation que les conditions environnementales variées (climat, impact anthropique) [29]. À l'échelle locale, ils donnent des informations détaillées qui pourront par la suite servir pour la conservation et la gestion de la biodiversité [15]. Quant aux types phytogéographiques, ils renseignent sur l'aire de distribution des espèces végétales à la surface du globe [15].

## 2.4. Analyse

La discrimination des groupements végétaux a été faite avec les analyses multivariées.

Ainsi des tableaux de contingence relevés/espèces et relevés/variables environnementales ont été conçus sur le tableur EXCEL 2007.

L'utilisation conjointe des méthodes d'ordination et de classification résulte de leur complémentarité [30, 31]. Le principe de la méthode de groupement ou de classification est de rassembler les relevés qui ont un degré de similarité suffisant pour être réunis dans le même ensemble. Après encodage binaire (présence-absence des espèces dans les relevés) des données à partir du tableur Excel, l'analyse phytosociologique de la matrice de relevés a consisté à la soumission des relevés à l'analyse multidimensionnelle non numérique (NMS) selon la méthode de liaison de WARD [32] à l'aide du logiciel *PC-ORD 5* pour l'individualisation des groupements végétaux.

L'identification des groupements végétaux pâturés a été faite par la matrice globale constituée de 160 relevés et 115 espèces soumis à une NMS avec le logiciel *PC ORD 5* [32]. Les groupements végétaux issus de cette analyse ont été soumis chacun à une NMS partielle suivie d'une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA). Pour la CHA, nous avons utilisé la métrique de Bray-Curtis et la construction du dendrogramme a été réalisée sur la base de Ward's Minimum Variance, méthode qui minimise la variance des groupes [32].

La relation entre les communautés végétales et les paramètres écologiques mesurés, a été testée par une Analyse Canonique des Correspondances (ACC). Cette technique d'analyse directe de gradient permet de tester l'effet de chaque variable environnementale sur la distribution des espèces en utilisant le test de permutation de Monte Carlo [33, 34, 35, 36]. Pour comparer la similitude entre les différentes communautés, nous avons utilisé l'indice de Sorensen ou coefficient de similitude de Sorensen (1948) (*I*). Cet indice varie de 0 % (pour des communautés qui n'ont aucune espèce en commun) à 100 % (pour des communautés qui ont toutes les espèces en commun). Pour cette étude, le seuil de 50% indique l'appartenance à la même communauté végétale. L'indice de Sorensen est calculé à partir de la formule suivante  $I = (2C/A+B-C) \times 100$ .

Avec A = nombre d'espèces du groupement a, B = nombre d'espèces du groupement b et C = nombre total d'espèces communes aux deux groupements.

Différents indices ont été proposés en écologie végétale pour apprécier la diversité floristique d'une communauté végétale [37]. Certains calculs d'indice se basent uniquement sur le nombre ou l'abondance relative d'espèces de la communauté [38], d'autres par contre combinent les deux [39, 40]. Dans le cadre de ce travail, nous avons eu recours à la richesse floristique, l'indice de Shannon-Weaver (1949) et l'Équitabilité de Pielou (1966).

- La richesse floristique (S) ou diversité floristique est le nombre d'espèces d'un peuplement [41].
- L'indice de diversité de Shannon-Weaver ( $H'$ ) basé sur la théorie de l'information, mesure l'entropie (désordre) d'un système. C'est une mesure des possibilités d'interaction entre les espèces qui composent une communauté. L'indice de diversité de Shannon-Weaver ( $H'$ ) est calculé suivant la formule  $H' = -\sum p_i \log_2 p_i$ , avec  $p_i = n_i / \sum n_i$  où  $n_i$  = recouvrement moyen de l'espèce i et  $\sum n_i$  recouvrement de toutes les espèces.  $H'$  est minimal ( $H'=0$ ) si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce, ou encore  $H'$  est minimal si, dans un peuplement chaque espèce est représentée par un seul individu. L'indice est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces. Pour  $H' < 2,5$  la diversité est faible ;  $2,5 \leq H' < 4$  elle est moyenne ;  $H' \geq 4$  elle est élevée.
- l'indice d'Équitabilité de Pielou (E) évalue la régularité de la distribution des espèces au sein d'une communauté [42] avec  $E = H'/H_{max} = H' / \log_2 S$ .

Cet indice varie de 0 à 1, il est maximal quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement et il est minimal quand une seule espèce domine tout le peuplement.

### III. Résultats

#### 3.1. Phytodiversité

Par rapport au cortège floristique, la présente étude a permis d'inventorier 115 espèces végétales regroupées dans 40 familles et 93 genres. La répartition de ce cortège floristique dans les 3 zones bioclimatiques se présente comme suit :

- ✓ 100 espèces végétales de 38 familles et 81 genres en bioclimat nord soudanien
- ✓ 42 espèces végétales de 21 familles et 38 genres en bioclimat sud sahélien et
- ✓ 35 espèces végétales de 20 familles et 32 genres en bioclimat nord sahélien (tableau 2).

**Tableau 2 : Nombre d'espèces et de genres par famille par zone**

Zones bioclimatiques	Nombre		Nombre		Nombre	
	Familles	%	Genres	%	Espèces	%
Nord soudanien	38	95	81	87,10	100	86,96
Sud sahélien	21	52,5	38	40,86	42	36,52
Nord sahélien	20	50	32	34,41	35	30,43

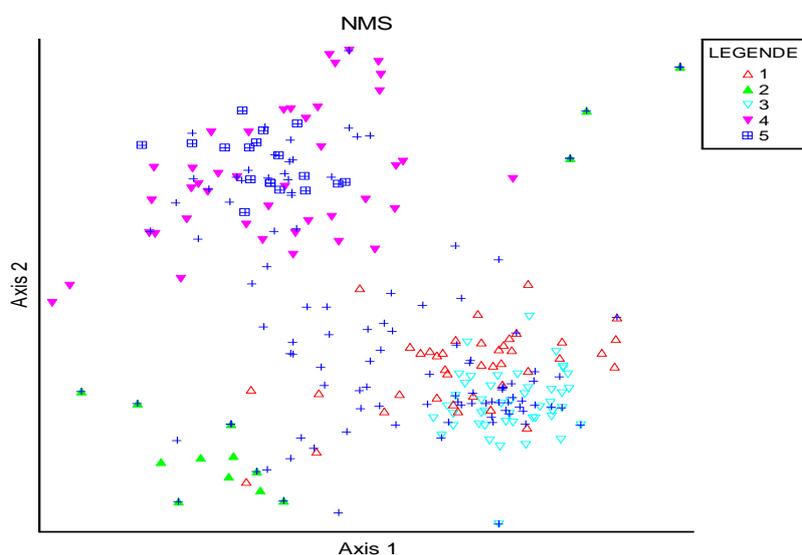
Par ailleurs, en considérant le nombre de familles, les zones nord soudaniennes et sud sahéliennes se caractérisent par plus de 50%. La zone nord sahélienne qui a moins de familles renferme aussi 50%.

### 3.2. Partition des relevés en formations végétales

Sur les trois parcours du centre-sud nigérien, 115 espèces sont recensées sur la base de 160 relevés. L'Analyse du tableau 3 de NSM de la matrice en présence/absence de ces espèces dans les 160 relevés donne suivant les deux premiers axes (axes 1 et 2) respectivement 50,25 et 53 de valeur propre et la longueur du gradient (les plus élevées). Ces valeurs mettent en évidence la dispersion des informations sur les axes factoriels. La carte factorielle de la figure 2 donne la partition de l'ensemble des relevés suivant les deux premiers axes (axes 1 et 2) de la NSM. En effet l'axe 1 de la figure 2 sépare à gauche les relevés du sud (soit 100 relevés et 96 espèces) avec ceux du centre (soit 30 relevés et 46 espèces). Ce qui traduit un gradient d'humidité et de topographie et décrit le gradient majeur contrôlant la variabilité floristique. Quant à l'axe 2, il isole en haut les groupes de relevés effectués sur sable (plateaux et champ) de ceux sur sablo-argileux (aires de pâturage et couloir de passage). Entre les deux groupes de relevés se trouvent ceux de géomorphologie variée (dune, pente, bas-fonds et glacs). Ils sont essentiellement localisés sur les parcours.

**Tableau 3 :** Valeur propre et pourcentage de la variance expliquée par les trois premiers axes de NSM appliquée aux 160 relevés des trois parcours naturels du sud-est du Niger  
STRESS IN RELATION TO DIMENSIONALITY (Number of Axes)

Axes	Stress in real data 50 run(s)		Stress in randomized data Monte Carlo test, 50 runs			p	
	Minimum	Mean	Maximum	Minimum	Mean		Maximum
1	33.575	50.253	57.400	50.518	53.005	57.379	0.0196
2	19.613	21.912	24.160	33.879	35.503	38.303	0.0196
3	16.378	16.799	17.738	25.939	27.733	39.876	0.0196
4	14.756	15.309	16.493	21.243	23.123	28.307	0.0196



G1 : groupement à *Combretum nigricans-Tripogon minimus* ; G2 : groupement à *Gardenia sokotensis - Brachiaria ramosa* ; G3 : groupement à *Prosopis africana-Pennisetum pedicellatum* ; G4 : groupement à *Acacia nilotica-Ctenolepis cerasiformis*; G5 : *Faidherbia albida-Cyperus rotundus*

Figure 2 : Répartition des relevés des formations végétales

### 3.3. Partition des formations végétales en groupements végétaux

La matrice des relevés des formations végétales en abondance/dominance (160 relevés et 115 espèces) a été soumise à une classification hiérarchique ascendante (CHA) et à une NSM. Le dendrogramme issu de la CHA est représenté par la figure 3. A une valeur seuil de 15 % de l'indice de Sorensen, cinq groupements végétaux ont été identifiés.

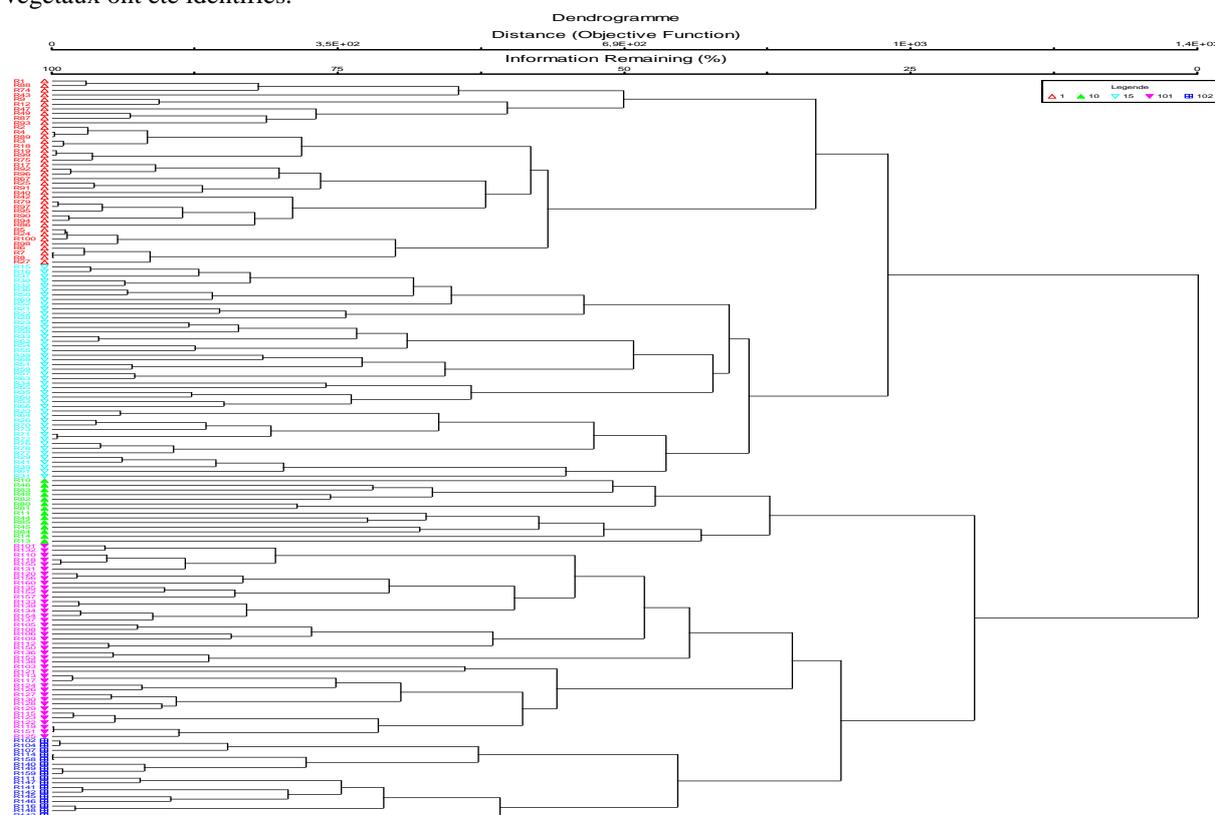


Figure 3. Classification des groupements des formations steppiques en groupements végétaux (CHA)  
 G1 : groupement à *Combretum micranthum-Tripogon minimus* ; G2 : groupement à *Gardenia sokotensis - Brachiaria ramosa* ; G3 : groupement à *Prosopis africana-Pennisetum pedicellatum* ; G4 : groupement à *Acacia nilotica-Ctenolepis cerasiformis*; G5 : *Faidherbia albida-Cyperus rotundus*

### 3.4. Similarité entre les groupements végétaux

La diversité  $\beta$  calculée à partir du coefficient de Sorensen révèle l'existence de communauté végétale entre les groupements végétaux ayant un indice supérieur à 0,50. Il s'agit des groupements végétaux suivants dont l'indice est mis en relief dans le tableau : groupement à *Guiera senegalensis-Sida cordifolia* et : groupement à *Piliostigma reticulatum-Evolvulus alsinoides* ; *Guiera senegalensis-Sida cordifolia* et groupement à *Combretum nigricans-Tripogon minimus* ; groupement à *Piliostigma reticulatum-Evolvulus alsinoides* et groupement à *Combretum nigricans-Tripogon minimus* ; groupement à *Balanites aegyptiaca-Cenchrus biflorus* et *Acacia tortilis-Senna italica*. Les autres groupements ayant entre eux des indices de Sorensen inférieurs à 0,50 forment des groupements différents (tableau 4).

Tableau 4 : Matrice de similarité entre les groupements végétaux

	G1	G2	G3	G4	G5
G1	1				
G2	0,595	1			
G3	0,7321	0,5354	1		
G4	0,3656	0,3333	0,2828	1	
G5	0,3333	0,303	0,2444	0,8169	1

G1 : groupement à *Combretum micranthum-Tripogon minimus* ; G2 : groupement à *Gardenia sokotensis - Brachiaria ramosa* ; G3 : groupement à *Prosopis africana-Pennisetum pedicellatum* ; G4 : groupement à *Acacia nilotica-Ctenolepis cerasiformis*; G5 : *Faidherbia albida-Cyperus rotundus*

### 3.5. Relation entre les groupements végétaux et les variables environnementales

L'influence des facteurs édapho-physiques sur la distribution des groupements végétaux a été faite à partir de l'analyse canonique des correspondances (ACC), technique d'analyse directe de gradient [33][34]

entre la matrice des variables environnementales (texture de sable, argile, limon) (données quantitatives) ; géomorphologie (données nominales) et la matrice des groupements végétaux en présence/absence. L'avantage de cette technique est de tester la signification des variables environnementales sur la distribution des espèces en utilisant le test de permutation de Monte Carlo. Le logiciel CANOCO FOR WINDOWS 4.5 (op cit.) a été utilisé pour cette analyse.

Le tableau 5 donne les résultats de l'ACC. D'après ce tableau, les 3 premiers axes factoriels expliquent 1,5 % de la variance totale (inertie totale de 6,99).

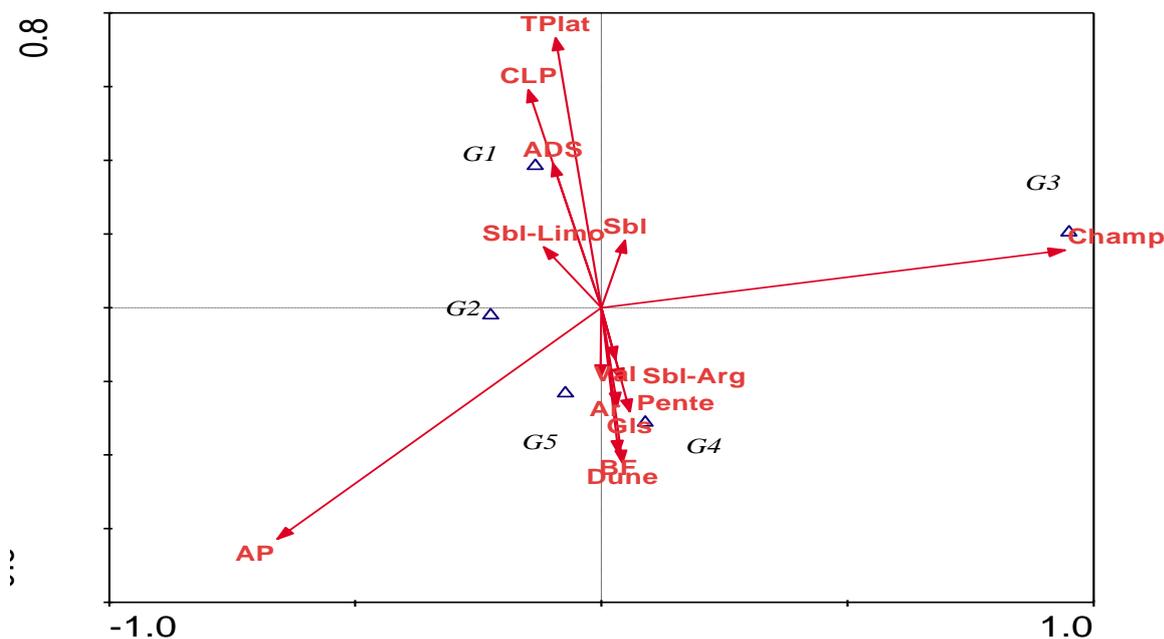
La carte factorielle issue de l'ACC illustre la distribution des groupements végétaux en fonction des variables environnementales (figure 4). La distribution des variables environnementales suivant les deux premiers axes (1 et 2) de l'ACC ayant les grandes valeurs propres et de variance met en évidence l'existence des gradients morpho-pédologiques de distribution des espèces : géomorphologique (plateau), granulométrique (texture : sable et limono-sableuse), occupation du sol (couloir de passage, aire de séjour et champ).

**Tableau 5 :** Valeurs propres et pourcentage de variance expliquée par les trois axes d'ordination de l'ACC  
 AXIS SUMMARY STATISTICS

Number of canonical axes: 3

Total variance ("inertia") in the species data: 6.9986

	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Eigenvalue	0.288	0.258	0.106
Variance in species data			
% of variance explained	4.1	3.7	1.5
Cumulative % explained	4.1	7.8	9.3
Pearson Correlation, Spp-Envt*	0.727	0.823	0.953
Kendall (Rank) Corr., Spp-Envt	0.368	0.452	0.357



G1 : groupement à *Combretum micranthum-Tripogon minimus* ; G2 : groupement à *Gardenia sokotensis - Brachiaria ramosa* ; G3 : groupement à *Prosopis africana-Pennisetum pedicellatum* ; G4 : groupement à *Acacia nilotica-Ctenolepis cerasiformis* ; G5 : *Faidherbia albida-Cyperus rotundus*. CLP : couloir de passage, ADS : aire de séjour ; Sbl : sable ; BF : bas-fonds ; Gls : glacis.

Figure 4 : Carte factorielle de l'ACC appliquée aux groupements végétaux et aux variables édapho-physiques (argile, limon, sable, géomorphologie et occupation du sol).

### 3.6. Caractérisation des groupements

#### 3.6.1. Groupement à *Combretum micranthum-Tripogon minimus*(G1)

Les relevés de ce groupement sont effectués sur des plateaux. Le sol de ces stations est de texture sablo-limoneuse.

▪ **Spectre biologique**

Les thérophytes dominent les spectres bruts et pondérés de ce groupement avec respectivement 55,56% et 51,95%. Ils sont suivis par les microphanérophytes (24,07%) pour le spectre brut et 26,99% pour le spectre pondéré. Les types biologiques les moins représentés sont les chaméphytes et hémicryptophytes avec 1,85% pour le spectre brut et respectivement 12,14 et 1,36% pour le spectre pondéré (figure 5).

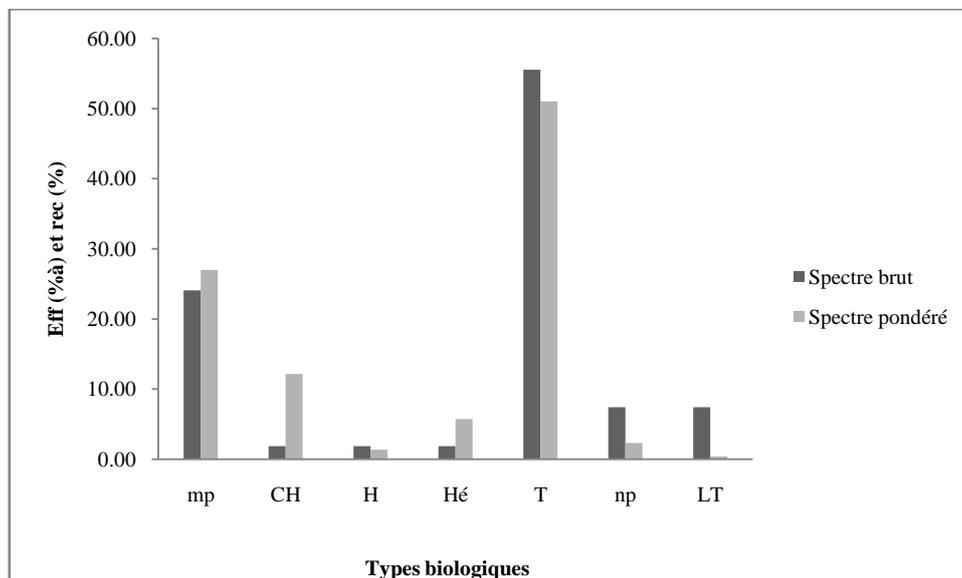


Figure 5 : Spectre des types biologiques du groupement G1

▪ **Spectre phytogéographique**

La distribution phytogéographique au niveau mondial montre que ce sont les espèces Africaines qui dominent le spectre brut (51,81%) et le spectre pondéré (39,96%) (figure 6). Elles sont suivies par les Paléotropicales avec 24,07% pour le spectre brut et 31,24% pour le spectre pondéré. Les espèces les moins représentées sont les Pantropicales et les Afro-malgaches avec respectivement 18,52% et 3,70% pour le spectre brut et, 27,30% et 0,09% pour le spectre pondéré.

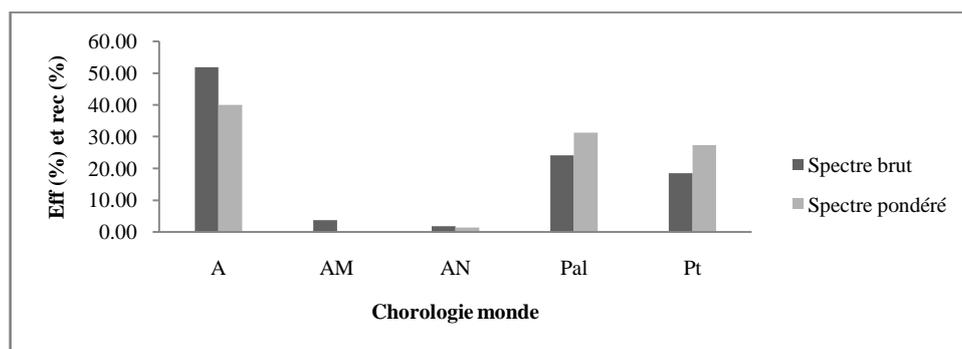


Figure 6: spectre des types phytogéographiques (monde) du groupement G1

La distribution phytogéographique au niveau Africain (figure 7) révèle que ce sont les espèces Guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes qui dominent le spectre brut (37,04%) tandis que le spectre pondéré est dominé par les espèces Guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes-saharo-sindienne (32,91 %). Elles sont suivies par les espèces Soudano-zambéziennes pour le spectre brut (33,33%), puis par les Guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes (30,72%) pour le spectre pondéré.

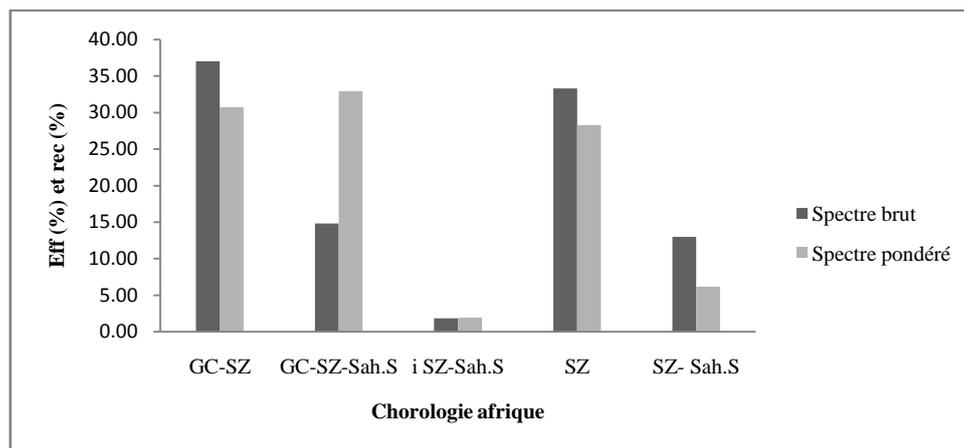


Figure 7 : spectre des types phytogéographiques (Afrique) du groupement G1

▪ **Diversité spécifique et équitabilité**

L'indice de diversité alpha ( $H'$ ) est de 4,49 bits. Quant à l'équitabilité de Piélou (E), elle est de 0,78.

**3.6.2. Groupement à *Gardenia sokotensis* - *Brachiaria ramosa* (G2)**

Les relevés de ce groupement se trouvent sur des dépressions ouvertes et parsemées de ligneux.

▪ **Spectre biologique**

Les spectres brut et pondéré du groupement à *Gardenia sokotensis* -*Brachiaria ramosa* (figure 8) montre une dominance des Thérophytes avec respectivement 42,28% et 53,23%. Ils sont suivis par les microphanérophytes avec 26,09 % pour le spectre brut et 34,99 % pour le spectre pondéré. Les types les moins représentés sont les Hélophytes, les Hydrophytes et les Lianes Géophytes rhizomateux avec respectivement chacun 1,45% pour le spectre brut et, 3,51%, 0,34% et 0,11%.

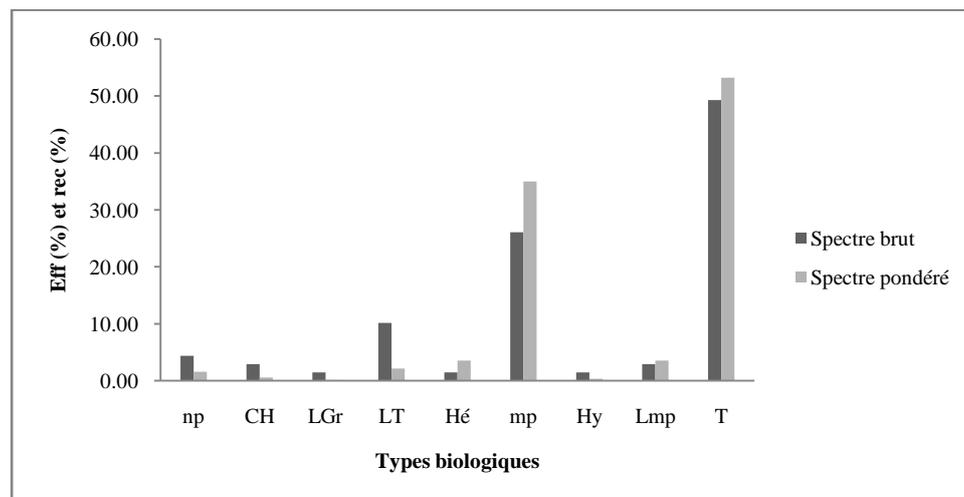


Figure 8 : spectre des types biologiques du groupement G2

▪ **Spectre phytogéographique**

La distribution phytogéographique au niveau mondial fait ressortir que ce sont les espèces Africaines qui dominent le spectre brut (50,72%) et le spectre pondéré (47,45%) (figure 9).Elles sont suivies par les espèces Paléotropicales pour les spectres brut et pondéré, puis par les Pantropicales. Les espèces les moins représentées sont les Afro-malgaches et les Afronéotropicales avec respectivement 2,90% chacune pour le spectre brut et, 8,27 et 4,19%.

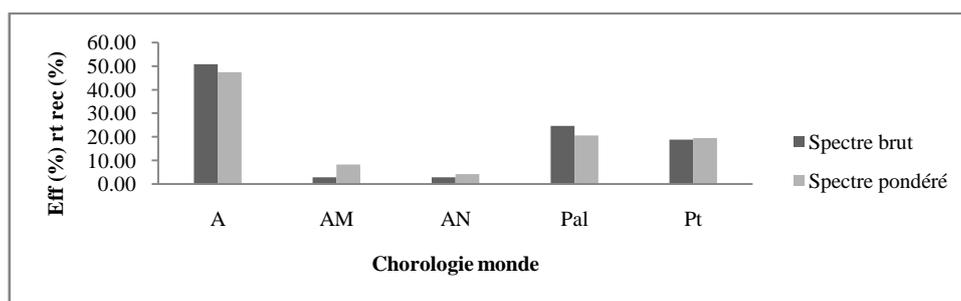


Figure 9: spectre des types phytogéographiques (monde) du groupement G2

La distribution phytogéographique au niveau Africain (figure 10) illustre que ce sont les espèces Guinéo-Congolaises-Soudano-Zambéziennes qui dominent à la fois le spectre brut (36,23 %) et le spectre pondéré (34,31 %). Elles sont suivies par les espèces Soudano-Zambéziennes avec 28,99% pour le spectre brut et 30,58% pour le spectre pondéré. Les moins représentées sont les espèces introduites Soudano-Zambéziennes-Saharo-Sindiennes et introduites avec chacune respectivement 1,45 % pour le spectre brut et 3,62 et 0,11%.

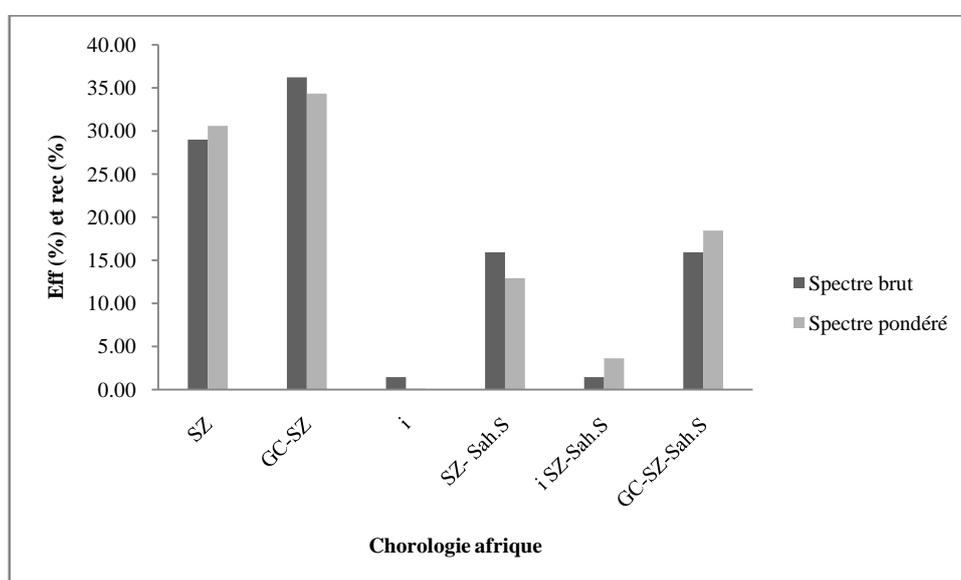


Figure 10 : spectre des types phytogéographiques (Afrique) du groupement G2

▪ **Diversité spécifique et équitabilité**

L'indice de diversité  $H'$  du groupement G2 vaut 5,34 bits et l'équitabilité de Piélou (E) 0,93.

**3.6.3. Groupement à *Prosopis africana-Pennisetum pedicellatum* (G3)**

Les relevés de ce groupement sont effectués sur des sols de texture sableuse.

▪ **Spectre biologique**

Le spectre brut du groupement à *Prosopis africana-Pennisetum pedicellatum* (G3) (figure 11) est dominé par les thérophytes avec 38,98%. Pour le spectre pondéré ce sont les mésophanérophytes qui sont dominants avec 41,80%. Ils sont suivis de loin par les lianes thérophytes (6,78%) et les chaméphytes (5,08%). Les types les moins représentés sont les Hélophytes, les hémicryptophytes et les lianes hydrophytes avec chacun respectivement 1,69% pour le spectre brut et 9,37% ; 2,08 et 0,02% pour le spectre pondéré.

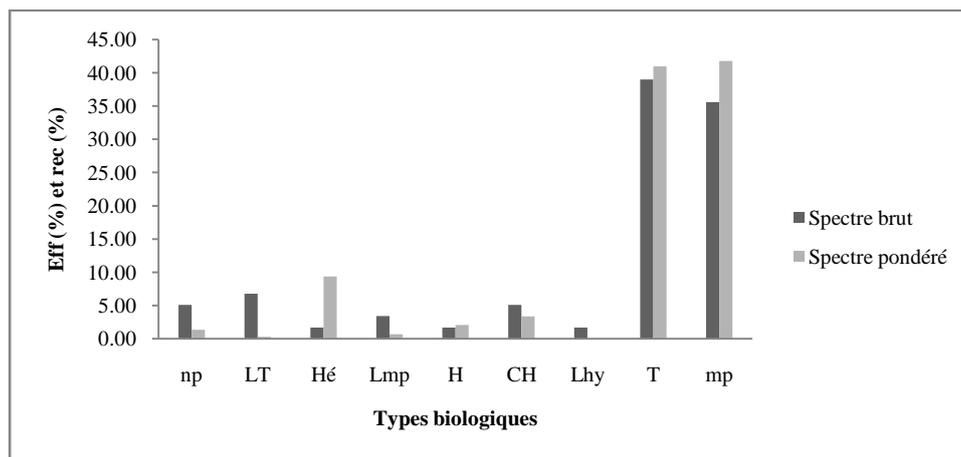


Figure 11 : spectre des types biologiques

▪ **Spectre phytogéographique**

La distribution phytogéographique au niveau mondial révèle que les espèces Africaines sont les plus dominantes dans le spectre brut (57,63 %) et le spectre pondéré (59,54 %) (Figure 12). Elles sont suivies par les espèces Paléotropicales et Pantropicales avec chacune respectivement 20,34% pour le spectre brut et, 21,45 et 18,97 % pour le spectre pondéré. Les moins représentées sont les espèces Afro-malgaches avec 1,69% pour le spectre brut et 0,04% pour le spectre pondéré.

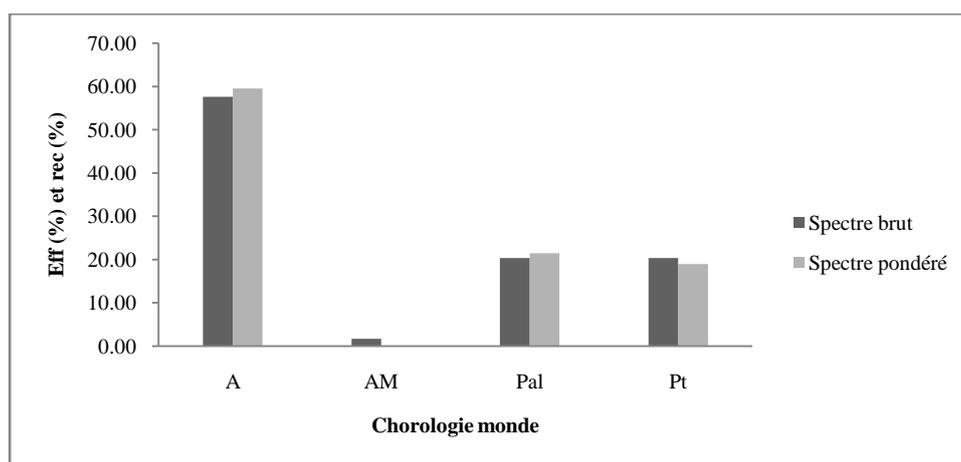


Figure 12 : spectre des types phytogéographiques (Monde) du groupement G3

La distribution phytogéographique au niveau Africain du groupement G3(Figure 13) illustre que ce sont les espèces Guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes qui dominent à la fois le spectre brut (35,59 %) et le spectre pondéré (36,62 %). Elles sont suivies par les espèces Soudano-zambéziennes avec 25,42 % pour le spectre brut et 29,52 % pour le spectre pondéré. Les moins représentées sont les espèces introduites Soudano-Zambéziennes-Saharo-Sindiennes avec 1,69% pour le spectre brut et 0,45% pour le spectre pondéré.

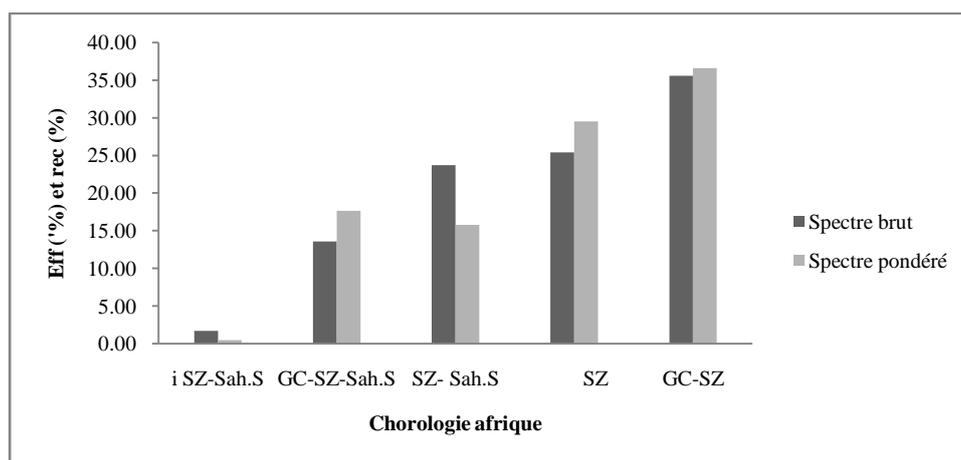


Figure 13 : spectre des types phytogéographiques (Afrique) du groupement G3

▪ **Diversité spécifique et équitabilité**

La diversité alpha du groupement G3 équivaut à 4,82 bits et l'équitabilité de Pielou E à 0,84.

**3.6.4. Groupement à *Acacia nilotica-Ctenolepis cerasiformis* (G4)**

Ce groupement est formé par une steppe herbeuse établie sur des dunes et des pentes. Le substrat pédologique est de texture sablo-argileuse.

▪ **Spectre biologique**

Les spectres brut et pondéré montrent une dominance desthérophytes, avec respectivement 47,5 % et 48,65%. Ils sont suivis par les microphanérophytes (25 %) pour le spectre brut et 31,68% pour le spectre pondéré. Les types biologiques les moins représentés sont les lianes Géophytes rhizomateux, les Hélophytes, les Géophytes rhizomateux, les Nanophanérophytes et les lianes Chaméphytes avec respectivement 2,5% chacun pour le spectre brut et 6,21% ; 6,06% ; 3,95% ; 0,15 et 0,03% pour le spectre pondéré (Figure 14).

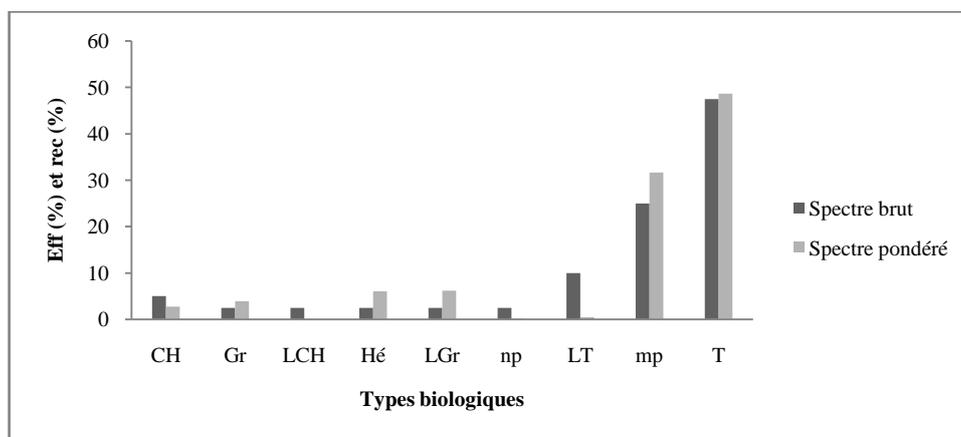


Figure 14 : spectre des types biologiques

▪ **Spectre phytogéographique**

La distribution phytogéographique au niveau mondial illustre que les espèces Africaines sont les plus dominantes dans le spectre brut (42,5 %) et le spectre pondéré (46,09 %) (Figure 15). Elles sont suivies par les espèces Paléotropicales avec 37,5% pour le spectre brut et 25,5% pour le spectre pondéré. Les moins représentées sont les espèces Afro-malgaches avec 5% pour le spectre brut et 1,11% pour le spectre pondéré.

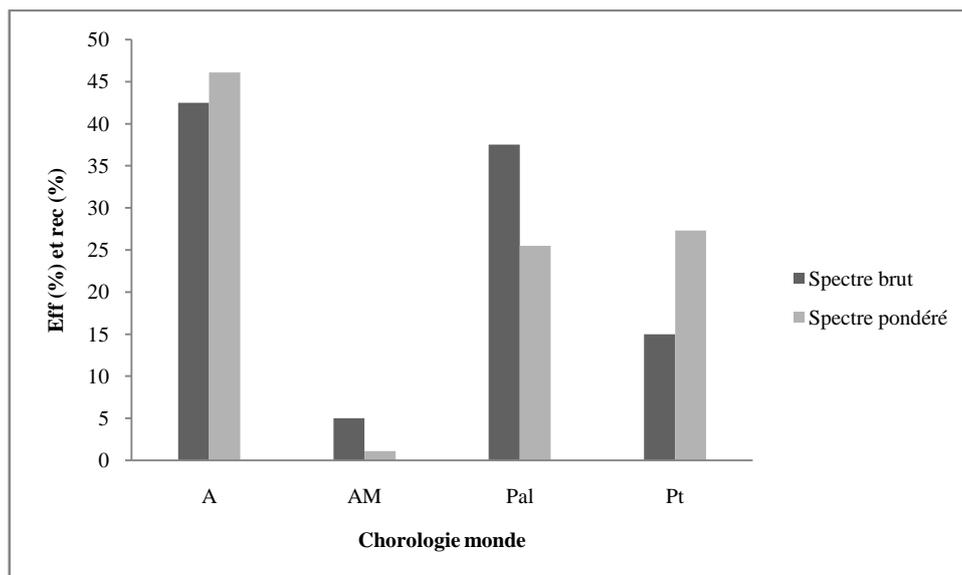


Figure 15 : spectre des types phytogéographiques (Monde) du groupement G4

La distribution phytogéographique au niveau africain (Figure 16) révèle que ce sont les espèces Soudano-zambéziennes-saharo-sindiennes qui dominent le spectre brut (32,5 %) alors que le spectre pondéré est dominé par les espèces Guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes (35,96 %). Elles sont suivies par les espèces Soudano-zambéziennes pour les spectres brut et pondéré avec respectivement 25 et 24,79%. Les espèces les moins représentées sont les Guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes-saharo-sindiennes-méditerranéennes avec 15% pour le spectre brut et 14,41% pour le spectre pondéré.

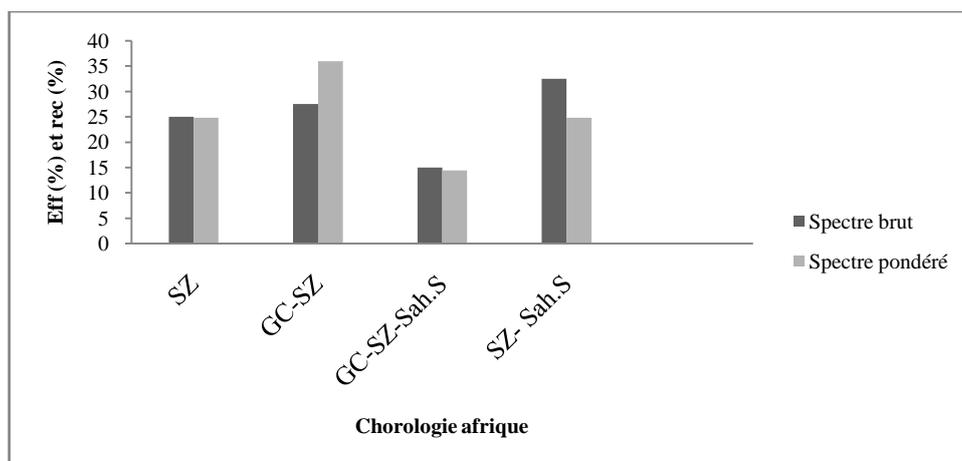


Figure 16 : spectre des types phytogéographiques (Afrique) du groupement G4

▪ **Diversité spécifique et équitabilité**

L'indice de diversité alpha vaut 4,54 bits et l'équitabilité de Piélou (E) 0,79.

**3.6.5. Groupement à *Faidherbia albida*-*Cyperus rotundus* (G5)**

Ce groupement comprend des relevés effectués sur des dunes et des plateaux. Le substrat pédologique est de texture sablo-argileuse.

▪ **Spectre biologique**

Les thérophytes dominent à la fois le spectre brut (51,61 %) et le spectre pondéré (52,71 %) du groupement G5. Ils sont suivis par les microphanérophytes avec 32,26% pour le spectre brut et 34,16% pour le spectre pondéré. Les types biologiques les moins représentés sont les Hélophytes, les Géophytes rhizomateux, les Chaméphytes, les lianes thérophytes et les lianes Chaméphytes avec respectivement 3,23% chacun pour le spectre brut et 6,74% ; 4,12% ; 1,54% ; 0,63 et 0,09% pour le spectre pondéré (Figure 17).

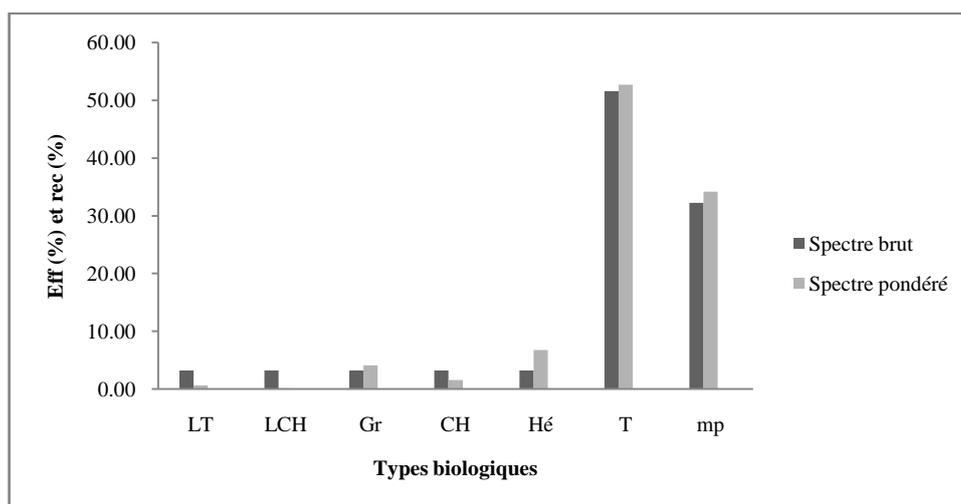


Figure 17 : spectre des types biologiques

▪ **Spectre phytogéographique**

La distribution phytogéographique au niveau Monde (figure 18) révèle que ce sont les espèces Africaines qui dominent le spectre brut (38,71%) alors que le spectre pondéré est dominé par les espèces pantropicales (38,64 %). Elles sont suivies par les espèces Paléotropicales avec 35,48% pour le spectre brut et 23,57% pour le spectre pondéré. Les espèces Afro-malgaches sont les moins représentées avec 3,23% pour le spectre brut et 0,05% pour le spectre pondéré.

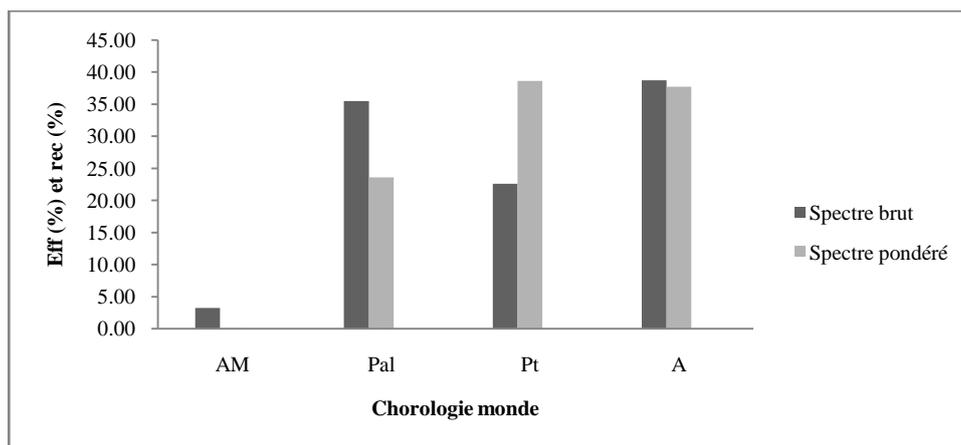


Figure 18 : spectre des types phytogéographiques (Monde) du groupement G5

La distribution phytogéographique au niveau Africain (figure 19) fait ressortir une dominance des espèces Soudano-zambézienne-saharo-sindienne (32,26 %) du spectre brut tandis que le spectre pondéré est dominé par les espèces Guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes (36,15%). Elles sont suivies par les espèces Guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes- saharo-sindiennes avec 19,35% pour le spectre brut et 24,39% pour le spectre pondéré. Les espèces les moins dominantes sont les Soudano-zambéziennes avec 19,35% pour le spectre brut et 6,74% pour le spectre pondéré.

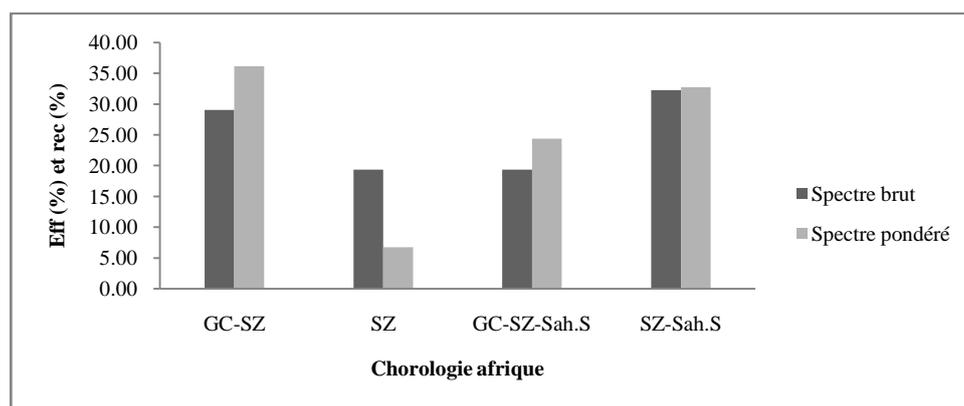


Figure 19 : spectre des types phytogéographiques (Afrique) du groupement G5

▪ **Diversité spécifique et équitabilité**

L'indice de diversité  $H'$  du Groupement G5 vaut 4,07 bits et l'équitabilité de Piélou E est égale à 0,71.

#### IV. Discussion

##### 4.1. Richesse spécifique

L'analyse de la liste floristique globale des trois parcours du centre-sud du Niger a fait ressortir un total de 115 espèces végétales. Ce nombre d'espèces est inférieur à ceux trouvés par certains auteurs ayant travaillé sur les parcours de Zinder qui est une zone voisine de notre zone d'étude [27,43] et Maradi avec des sites différents [44]. Cette différence peut s'expliquer d'une part par le nombre des placettes de relevés, et d'autre part par la pluviosité qui est différente d'un site à un autre. Ces valeurs sont très loin de celles trouvées dans le parc W en zone soudanienne bien humide et intégralement protégée. La répartition du cortège floristique par zone bioclimatique donne une variabilité de cette dernière suivant le gradient climatique sud-nord. Ce résultat corrobore ceux trouvés sur les parcours de la même zone d'étude que nous [8].

Cependant, il faut retenir qu'au Niger, la richesse spécifique est plus élevée dans les bioclimats de la partie sud du pays qui sont les plus arrosés [17].

De même, Plusieurs auteurs ont étudié la flore et la végétation du Niger [44, 45, 15, 46, 26, 47] mais aucun d'entre eux n'a abordé la végétation des parcours. Nous pouvons citer les travaux

L'analyse de la richesse floristique par zone bioclimatique donne 100 espèces en bioclimat nord soudanien, 42 espèces en bioclimat sud sahélien et 35 espèces en bioclimat nord sahélien.

Au niveau des groupements, la richesse floristique diminue du sud au nord. Elle varie de 31 espèces à 69 espèces.

Par ailleurs en considérant le nombre de familles, il diffère par zone bioclimatique. Il est de 38 en bioclimat Nord soudanien, 21 en bioclimat Sud sahélien et 21 en bioclimat Nord sahélien.

##### 4.2. Types biologiques

L'analyse des spectres biologiques fait ressortir la dominance des thérophytes au sein de tous les groupements des trois zones bioclimatiques. Ce phénomène de thérophytisation caractérise les régions arides [48]. Il exprime une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et une forme de survie des espèces. Aussi, les écosystèmes méditerranéens sont naturellement riches en thérophytes et leur abondance souvent qualifiée de « thérophytisation » prouve qu'ils sont déjà adaptés aux stress climatiques [48]. En effet, les thérophytes passent la mauvaise saison sous forme de graine et ne s'expriment que lorsque les conditions sont favorables, et peuvent supporter de fortes perturbations (indifférence). Cette thérophytisation généralisée des écosystèmes par des espèces annuelles est déterminée par l'aridification du climat, et l'effet de l'érosion des sols, [49]. Elle trouve son origine dans le phénomène d'aridité ainsi que des pressions humaine et animale accrues [50].

##### 4.3. Types phytogéographiques

En considérant la chorologie au niveau mondial, on trouve que les espèces Africaines sont les plus dominantes dans tous les groupements. Elles sont suivies par les espèces paléotropicales. À l'échelle du continent africain, deux catégories dominent les groupements. Il s'agit des espèces Guinéo-Congolaises-Soudano-Zambéziennes pour les groupements 1 ; 2 et 3. Les Soudano-Zambéziennes-Saharo-Sindiennes dominent les groupements 4 et 5.

#### 4.4. Diversité spécifique et équitabilité

L'indice de diversité obtenu pour les cinq groupements varie de 4,07bits à 5,34 bits. Le groupement (G2) qui a l'indice le plus élevé se trouve dans le bioclimat nord soudanien plus arrosé.

Ainsi, on constate que la richesse spécifique établie présente un gradient décroissant du sud vers le nord, c'est à dire des zones les plus arrosées vers les moins arrosées [51]. Quant à l'équitabilité de Piélou (E), elle est comprise entre 0,71 à 0,93.

### V. Conclusion

L'étude conduite au niveau des parcours du Centre-Sud du Niger a permis d'inventorier 115 espèces végétales regroupées dans 40 familles et 93 genres. La répartition de ce cortège floristique dans les 3 zones bioclimatique est de :

- ✓ 100 espèces végétales de 38 familles et 81 genres en bioclimat Nord soudanien
- ✓ 42 espèces végétales de 21 familles et 38 genres en bioclimat Sud sahélien et 35 espèces végétales de 20 familles et 32 genres en bioclimat Nord. Les 160 relevés phytosociologiques ont démontré que la richesse floristique tout comme l'indice de diversité spécifique et d'équitabilité varient du Sud au Nord suivant le gradient pluviométrique.

La typologie des groupements végétaux pâturés a été faite sur la base de la végétation. L'ordination (NMS, ACC) et la classification (CHA) des relevés ont permis de distinguer cinq groupements végétaux pâturés et les variables environnementales qui déterminent leur distribution dans le milieu.

Les résultats obtenus à travers cette étude apportent certes des nouvelles connaissances mais certains aspects méritent d'être approfondis. Pour une gestion durable des parcours naturels du centre-sud du Niger, il est nécessaire d'investiguer d'autres pistes qui ne sont pas prises en compte notamment sur la dynamique de l'occupation des terres et de l'utilisation des sols, la hiérarchisation et la syntaxonomie des groupements étudiés. Néanmoins, les paramètres étudiés peuvent être utilisés comme guide afin d'orienter des futurs travaux d'aménagements des parcours du centre-sud Nigérien.

### Références bibliographiques

- [1]. BRAUN-BLANQUET J., 1932. *Plant sociology. The study of plant communities*. Ed. McGray Hill, New York, London, p 439.
- [2]. DAGET P. ET POISSONET J., 1971. *Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des pâturages*. Exposé présenté à la quatrième assemblée générale de la fédération européenne des herbages à Lausanne, p 8.
- [3]. HIERNAUX P. & LE HOUEROU H.N., 2006. Les parcours du Sahel. *Sécheresse*, Vol. 17, p 51-71.
- [4]. ACHARD F., HIERNAUX P. ET BANOIN M., 2001. Les jachères fourragères naturelles et améliorées. In : Floret Christian (ed.), Pontanier Roger (ed.). *La jachère en Afrique tropicale : rôles, aménagement, alternatives : 2. De la jachère naturelle à la jachère améliorée : le point des connaissances*. Paris (FRA); Montrouge : IRD ; *J. Libbey*, 201-239.
- [5]. COMAKLI B., DAFICI M. & KOC A., 2008. The Effects of Traditional Grazing Practices on Upland (Yayla) Rangeland Vegetation & Forage Quality. *Turk. J. Agric.* 32: 259-265.
- [6]. SOUMANA I., MAHAMANE A., GANDOU Z., AMBOUTA J.M.K & SAADOU M., 2012. Vegetation and plant diversity pattern study of central eastern Niger grasslands. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, Volume 6, Number 1:394-407.
- [7]. SOUMANA I., BOUBACAR M. M, YOUSOUFA I., MAHAMANE A., AMBOUTA J.M. K AND SAADOU M. 2017: Ecological Drivers of Ecosystem Diversity in Sahelian Rangeland of Niger. *Journal of Rangeland Science*, Vol. 7, No. 3
- [8]. ALHASSANE A., SOUMANA I., CHAIBOU I., KARIM S., MAHAMANE A., SAADOU M., 2017. Flore et végétation des parcours naturels de la région de Maradi, Niger. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 34 (1): 5354 -5375.
- [9]. BOUBABCAR M. M ; SOUMANA I., SALEY K., AMBOUTA J.M.K & MAHAMANE A., 2018. Diversité, productivité et qualité des pâturages des écosystèmes dunaires du Département de Gouré (Niger). *Geo-Eco-Trop.*, 2456-2416.
- [10]. RAYNAUT, C., KOEHLIN, J., BRASSET, P., CHEUNG, C. ET STIGLIANO, M., 1988. *Le développement rural de la région au village : analyser et comprendre la diversité*. Projet de Développement Rural de Maradi / G.R.I.D., Université de Bordeaux II.
- [11]. INS., 2018. Maradi en chiffre, Edition 2018, Institut National de la Statistique, Direction Régionale de Maradi, dépliant, 2 p.
- [12]. MAHAMANE et SAADOU, 2008. Actes de l'atelier de Niamey portant sur l'harmonisation des méthodes d'étude et d'analyse de la flore et de la végétation tropicale, 67 p.
- [13]. GOUNOT M., 1969. Méthode d'étude quantitative de la végétation. *Masson et al., Paris VIe*. 303 p.
- [14]. GUINOCHE, 1973. *Phytosociologie*. Collection d'écologie. éd. Masson et Cie, 227p.
- [15]. MAHAMANE A., 2005. *Etudes floristique, phytosociologie et phytogéographique de la végétation du Parc Régional du W du Niger*. Thèse d'Etat, Univ. Libre de Bruxelles, p 497.
- [16]. BOUDET G., 1984. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. IEMVT, Ministère des Relations Extérieures, Coopération et Développement, 266 p.
- [17]. MAHAMANE A., MOROU B., ZAMAN-ALLAH M., SAADOU M., SALEY K., BAKASSO Y., ISSOUFOU S.W., ABDOULAYE A.O. & JAUFFRET S., 2012. Climate variability in Niger: Potential impacts on vegetation distribution and productivity. *Journal of Environmental Science and Engineering*. B: 49-57.
- [18]. ABDOURAHAMANE HY. 2016. Etude floristique, écologique, et ethnobotanique des forêts classées de dan-kada dodo dan gado au Niger. Thèse de Doctorat en sciences de l'Environnement. Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, 209 P.
- [19]. DE FOUCAULT B., 1980. Les prairies permanentes du Bocage virois (Basse-Normandie, France). Typologie phytosociologique et essai de reconstitution des séries évolutives herbagères. *Documents Phytosociologiques*, 5: 1-109.
- [20]. BERHAUT J., 1967. Flore du Sénégal. 2<sup>ème</sup>ed. Claireafrique ; 485 p.
- [21]. POILECOT P., 1999. Les Poaceae du Niger. *Boissiera* vol 56, p 766.
- [22]. RAUNKIER, 1934. *The life forms of plants and statistical plant geography*: oxford University Press, London, 632 p.
- [23]. WHITE F., 1986. *La végétation de l'Afrique*. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique. Unesco /AETFAT / UNSO, ORSTOM /UNESC, p 384.

- [24]. HOUINATO M. R. B., 2001. Phytosociologie, écologie, production et capacité de charge de formations végétales pâturées dans la région des Mont Kouffé (Benin), Thèse de Doctorat, Université libre de Bruxelles, Facultés des Sciences, Section interfacultaire d'Agronomie, Laboratoire de Botanique Systématique.
- [25]. MBAYNGONE E., THIOMBIANO A., HAHN-HADJALI K., ET GUINKO S., 2008. Flore et groupements ligneux des formations du Sud-est du Burkina Faso (Afrique de l'Ouest) : le cas de la réserve de Pama. *Candollea* 63, 17-23.
- [26]. MOROU B., 2010. *Impacts de l'occupation des sols sur l'habitat de la girafe au Niger et enjeux pour la sauvegarde du dernier troupeau de girafes de l'Afrique de l'Ouest*. Thèse de doctorat, Université Abdou Moumouni de Niamey, p 198.
- [27]. SOUMANA I., 2011. Groupements végétaux pâturés des parcours de la région de Zinder et stratégies d'exploitation développées par les éleveurs *Uda'en*. Thèse de Doctorat de l'Université de Niamey, 222p.
- [28]. OUE'DRAOGO O., SCHMIDT M., THIOMBIANO A., HAHN K., GUINKO S., ZIZKA G., 2011. Magnoliophyta, Arly National Park, Tapoa, Burkina Faso. *Check List* 7: 85-100.
- [29]. SCHMIDT M., KREFT H., THIOMBIANO A., ZIZKA G., 2005. Herbarium collections and field data-based plant diversity maps for Burkina Faso. *Divers. and Distrib.* 11: 509-516.
- [30]. KENT M. & BALLARD J., 1988. Trends and problems in the application of classification and ordination methods in plant ecology. *Vegetation* 78, 109-124.
- [31]. DUPOUEY J.L., 1988. Intérêt de la notion d'ensemble flou en phytosociologie forestière. Application à la classification des relevés de végétation. *Coll. Phytosoc.*, XVI, Phytosociologie et foresterie, Nancy, 1985, 43-53.
- [32]. MCCUNE B. & GRACE J. B., 2002. *Analysis of ecological communities*. Glendeden Beach, Oregon: MJM Software Design, p 300.
- [33]. GAUCH H.G. & WENTWORTH T.R., 1976. Canonical correlation analysis and ordination technique. *Vegetation* vol. 33, p 17 -22
- [34]. Ter BRAAK C. J. F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67, 1167-1179.
- [35]. Ter BRAAK C. J. F. & Smilauer P. 1998. *CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows*. Software for Canonical Community Ordination (version 4). Microcomputer Power (Ithaca, NY USA), p 352.
- [36]. MCCUNE B, GRACE. 2000. PC-ORD Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4: Users Guide. MjM Software Design, Glendeden Beach, OR.
- [37]. MCCUNE B, GRACE. 2000. PC-ORD Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4: Users Guide. MjM Software Design, Glendeden Beach, OR.
- [38]. WHITTAKER, R. H., 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21: 213-251.
- [39]. DICKMAN M., 1968. Some Indices of Diversity. *Ecology* Vol 49, No 6, p 1191-1193.
- [40]. PEET R. K., 1975. Relative diversity indices. *Ecology* vol 56, p 496-498.
- [41]. ALATALO R. V., 1981. Problems in the measurement of evenness in ecology. *Oikos* 37: 199-204.
- [42]. ALHASSANE A., SOUMANA I., CHAIBOU I., KARIM S., MAHAMANE A., SAADOU M., 2017. Flore et végétation des parcours naturels de la région de Maradi, Niger. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 34 (1): 5354 -5375.
- [43]. MOUSSA B., 2010. Variabilité spatiale de la productivité des parcours pastoraux dans le Département de Gouré. Mémoire de DEA, Université Abdou Moumouni de Niamey, 81p.
- [44]. BAINA D., 2000. *Contribution à l'étude floristique, écologique et phytosociologique de la forêt classée de Gourou Bassounga et des milieux cultivés adjacents*. Thèse de doctorat, Université Abdou Moumouni de Niamey. 151 p.
- [45]. ICHAOU A., 2000. *Dynamique et productivité des structures forestières contractées des plateaux de l'Ouest Nigérien*. Thèse de Doctorat de l'Université Paul Sabatier de Toulouse III. Spécialité : Ecologie Végétale Tropicale : 231 p.
- [46]. LARWANOU M., SAADOU M. 2005. Biodiversity of ligneous species in semi-arid to arid zones of southwestern Niger according to anthropogenic and natural factors. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 105:267-271.
- [47]. KATKORE B., 2019. Effet des Variables Agro-Écologiques sur la Distribution de la Végétation de la Rôneraie Anthropisée de Dasga au Niger. *European Scientific Journal* edition Vol.15, No.3 ISSN: 1857 – 7881.
- [48]. JAUFFRET S., 2001. Validation et comparaison de divers indicateurs des changements à long terme dans les écosystèmes méditerranéens arides: Application au suivi de la désertification dans le Sud tunisien. Thèse Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille (Aix-Marseille III) France: 133 p.
- [49]. MEDAIL F. & DIADEMA K., 2006. Biodiversité végétale méditerranéenne et anthropisation : approches macro et micro-régionales. *Annales de Géographie*, numéro thématique « Les territoires de la biodiversité », 651 : 618-649.
- [50]. FELIDJ M., M. BOUAZZA & T. FEROUANI., 2010. Note sur le cortège floristique et l'intérêt de la plante médicinale *Anmoidespussila(verticillata)* dans le Parc national des Monts de Tlemcen (Algérie occidentale). *Geo-Eco-Trop.*, 2010, 34 : 147 – 154
- [51]. MAHAMANE A., SAADOU M., DAN JIMO M. B., SALEY K., YACOUBOU B., DIOUF A., MOROU B., MAMANE MAAROUHI I., SOUMANA I. & TANIMOUNE A., 2009. Plant diversity in Niger: State of the present studies. *Ann. Univ. Lomé (Togo)*, 2009, série Sciences, Tome XVIII: 81-93.

Boubacar Katkoré, et. al. "Caractérisation de la végétation de trois parcours naturels du Centre Sud nigérien." *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*, 14(7), (2021): pp 23-39.