

Études floristique, phytosociologique et phytogéographique de la végétation ligneuse des trois parcours naturels du Centre Sud du Niger suivant un gradient climatique

Boubakar Katkoré*¹, Ali Mahamane³, Karim Saley², Soumana Idrissa¹, Boubé Morou², Ousmane Lamine Manzo², Zounon Félix¹, Massaoudou Moussa¹, Rabiou Habou³, Aboubacar Ichaou¹, Abdoul Razak Dodo², Hassane Hambali² et Saadou Mahamane²

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

²Université Dan Diko Dankolodo de Maradi. BP 465 Maradi, Niger.

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

Résumé

Cette étude caractérise les peuplements ligneux des trois parcours naturels du centre sud du Niger. La collecte des données a été faite avec des relevés phytosociologiques et d'analyses multivariées. L'analyse des Correspondances Détendancées (DCA) et la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) sont les analyses utilisées pour cette étude. A l'issue de ces analyses, 5 peuplements ligneux sont obtenus. Les résultats de cette étude donnent une richesse spécifique de 41 espèces ligneuses dont 38 espèces regroupées dans 18 familles et 29 genres en bioclimat nord soudanien contre 12 espèces de 7 familles et 10 genres en bioclimat sud sahélien et 10 espèces de 6 familles et 7 genres en bioclimat nord sahélien. Parmi ces familles, les Mimosaceae et les Caesalpiniaceae sont les plus dominantes. L'analyse des types biologiques montre que les Microphanérophytes constituent plus de la moitié de la flore au niveau de toutes les zones bioclimatiques. Par rapport à la chorologie, les espèces soudanaises sont les types dominants au sein du bioclimat nord soudanien tandis que les soudano-zambéziennes les précèdent dans tous les bioclimats. La structure des peuplements ligneux montre une prédominance des individus jeunes tant pour les classes de hauteur que de diamètre et ceci pour tous les bioclimats.

Compte tenu des caractéristiques écologiques et de l'importance de ces ressources, il est souhaitable de mener d'autres études sur leur dynamique spatio-temporelle. Ceci permettra de faire une gestion durable de ces ressources.

Mots clés : caractérisation, peuplements ligneux, parcours naturels, centre sud, Niger.

Abstract

This study characterizes the woody stands of the three natural rangelands of central southern Niger. Data collection was done with phytosociological surveys and multivariate analyzes. The Relaxed Correspondence Analysis (DCA) and the Ascendant Hierarchical Classification are the analyzes used for this study. At the end of these analyzes, 5 woody stands are obtained. The results of this study give a specific richness of 41 woody species including 38 species grouped in 18 families and 29 genera in North Sudanian bioclimate against 12 species from 7 families and 10 genera in South Sahelian bioclimate and 10 species from 6 families and 7 genera in northern Sahelian bioclimate. Among these families, Mimosaceae and Caesalpiniaceae are the most dominant. Analysis of biological types shows that Microphanerophytes constitute more than half of the flora in all bioclimatic zones. In relation to chorology, Sudanese species are the dominant types within the North Sudanese bioclimate while Sudano-Zambeziens precede them in all bioclimates. The structure of woody stands shows a predominance of young individuals for both height and diameter classes and this for all bioclimates.

Given the ecological characteristics and the importance of these resources, it is desirable to conduct further studies on their spatio-temporal dynamics. This will allow for a sustainable management of these resources.

Key words: characterization, woody stands, natural rangelands, south.

Date of Submission: 10-07-2021

Date of Acceptance: 26-07-2021

I. Introduction

Le centre sud du Niger se trouve dans le domaine phytogéographique sahélien [1]. Dans cette région, le 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 [2]. Cette steppe qui est à vocation pastorale a des espèces ligneuses dont les feuilles, les fruits, les fleurs et les jeunes bourgeons, peuvent constituer une part importante de la ration du bétail en saison sèche [3]. Ces espèces ligneuses sont utiles pour l'amélioration des conditions de vie des populations humaines voir dans la satisfaction du bien être humain [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Les ligneux sont des apports importants dans l'alimentation humaine et animale pour environ 50 à 70% des besoins, dans la pharmacopée traditionnelle pour 80 à 90%, dans l'énergie et la construction pour 90% de la population [11]. En plus de ce bien être, les ligneux jouent un rôle important dans le cycle biochimique des systèmes de production du point de vue biomasse et création de microclimat [12, 13]. Les produits non ligneux (fleurs, graines, fruits, écorce, fibres, racines, feuilles) provenant des espèces ligneuses assurent aussi des biens et services aux populations [14, 15, 16]. De nos jours, nous assistons à une perturbation accentuée de ces espèces ligneuses et de leurs habitats. Cette perturbation est liée aux actions anthropiques et aux effets du changement climatique et ayant pour conséquences la dégradation des formations végétales à un rythme inquiétant [17]. C'est ainsi que la dynamique de ces formations se caractérise par la régression des espèces végétales sélectives et l'expansion des espèces rustiques [18]. Dans cette région, les végétaux font l'objet d'une exploitation abusive [19, 20, 21]. On observe fréquemment leur destruction pour des fins diverses : défrichement, pâture et exploitation de bois de service et d'œuvre [22].

Dans ce contexte de dégradation de ces ressources, une meilleure connaissance de leurs caractéristiques permettra de mieux proposer des stratégies de gestion durable. La présente étude s'inscrit dans cette logique. Elle se propose d'établir un état de lieu de l'organisation floristique et structurale des peuplements ligneux des parcours naturels de ces trois zones bioclimatiques étudiées.

II. Matériel et méthodes

2.1. Zone d'étude : La présente étude a été menée sur les pâturages naturels du centre sud du Niger en bioclimat sahélien entre 13° et 15°26' de latitude Nord et 6°16' et 8°36' de longitude Est (Figure 1). Le centre sud du Niger couvre une superficie de 41796 km² soit 96 3,3 % de la superficie totale du Pays [23, 24].

A l'instar de la grande majorité des régions du pays, la pluviométrie de cette région a une variabilité climatique [25]. Elle varie du Nord au Sud de 200 mm à un peu plus de 600 mm [26, 27]. 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), répartie entre les mois de juin et septembre. Le mois le plus frais est janvier avec une température moyenne mensuelle de 21°C et le plus chaud est mai avec une moyenne allant jusqu'à 45°C.

Trois types de sols sont rencontrés dans la région de Maradi [28]. Il s'agit des 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.

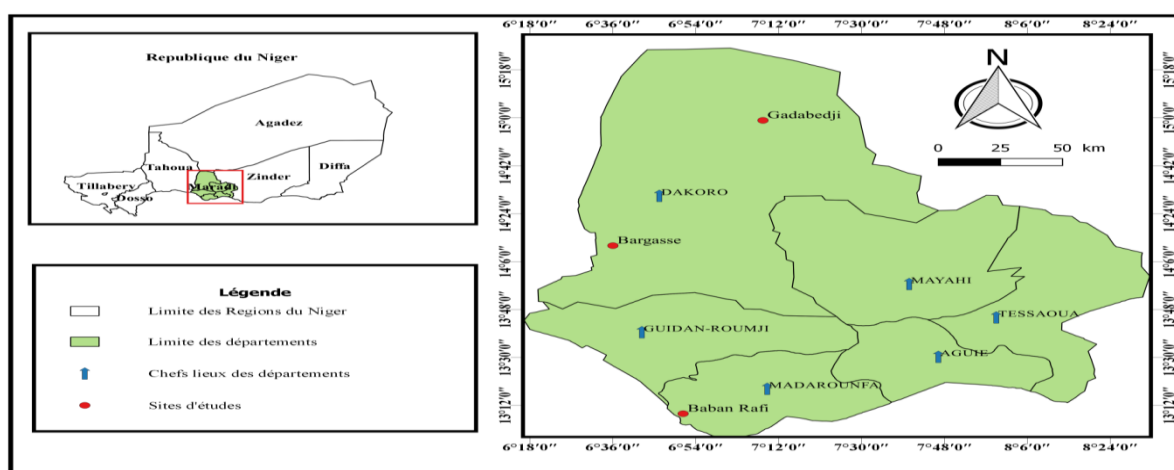


Figure 1 : Localisation des sites d'étude sur la carte de la région de Maradi

2.2. Présentation des parcours

La région de Maradi dispose de trois types de parcours pastoraux [29] :

- La zone pastorale, qui s'étend au nord du département de Dakoro, jusqu'à la frontière d'Agadez (département de Bermo). Dans cette zone les pâturages sont essentiellement constitués des pâturages naturels (herbeux et ligneux). La strate herbacée est composée de graminées comme *Shoenofeldia gracilis*, *Aristida mutabilis*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Cenchrus biflorus*, *Eragrotis tremula* etc et de légumineuses telles que *Alysicarpus ovalifolius*, *Zornia glochidiata* et *Tribulus terrestris*.

- La zone agro-pastorale dite zone intermédiaire située entre la zone pastorale et agricole caractérisée par des grands domaines agricoles avec souvent la pratique de la jachère; La zone agro-pastorale renferme des aires de pâturages plus grandes que celles de la zone agricole. Dans cette zone le degré de colonisation par les espèces non apprêtées est moindre en comparaison avec la zone agricole. Les espèces les plus rencontrées sont entre autres *Dactyloctenium aegyptium*, *Eragrotis tremula*, *Alysicarpus ovalifolius*, *Zornia glochidiata*, *Tribulus terrestris*.

- La zone agricole renferme d'énormes potentialités pastorales comme les forêts classées (Baban Rafi, Dan Gado, Dan Kada, Bakabé), des enclaves pastorales et des couloirs de passages. Cependant ces parcours pastoraux sont envahis dans leurs majorités à plus de 80% par des espèces non ou peu apprêtées comme *Sida cordifolia*. Les espèces apprêtées sont plus rencontrées dans les champs ou sur les limites des champs: ce sont principalement *Eragrotis tremula*, *Alysicarpus ovalifolius*, *Cenchrus biflorus*. Les ligneux en zone agricole sont composés essentiellement de *Acacia albida* et de *Guiera senegalensis*.

2.3. Méthodes

2.3.1. Échantillonnage : les sites des relevés ont été identifiés sur la base d'un échantillonnage stratifié suivant la géomorphologie dans les trois zones bioclimatiques de la région. Dans chaque unité géomorphologique ont été délimitées des placettes de 1 000 m² (20 m x 50m) au sud et 2 500 m² (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 (sur la base de l'homogénéité floristique et écologique des stations [30, 31, 32, 33, 34, 35]. Les placettes ont été disposées à des intervalles de 500 m dans le sens de la longueur de l'aire de pâturage. Au total 160 placettes ont été délimitées dans le cadre de cette étude.

2.3.2. Relevés phytosociologiques

Les relevés ont été réalisés entre septembre et octobre. Dans chaque placette de 1 000 m² et 2 500 m², un inventaire floristique a été fait selon la méthode sigmatiste [36]. Cette méthode a été utilisée avec succès par plusieurs auteurs dans l'étude des pâturages des écosystèmes dunaires du centre est et du sud est du Niger [37, 38, 27, 39].

2.3.4. Collecte des données

La collecte des données a été faite dans 100 placettes de 1 000 m² (20 m x 50 m) au sud et 60 placettes de 2 500 m² (50 m x 50 m) au centre et au nord. Dans chaque placette, un recensement exhaustif des ligneux a été effectué. Les mesures effectuées ont porté sur les caractéristiques dendrométriques classiques, à savoir : la hauteur des arbres mesurée à l'aide d'une perche graduée, le diamètre des tiges à 1,3 m du sol pour les arbres et à 20 cm du sol pour les arbustes et les arbrisseaux à l'aide d'un compas forestier pour les gros diamètres, d'un pied à coulisse pour les petits diamètres. Les deux diamètres du houppier ont été mesurés à partir de leur projection au sol avec un mètre ruban pour les individus ayant un diamètre ≥ 2 cm à hauteur de poitrine [40].

Le nombre de pieds de diamètre ≤ 2 cm, considérés comme régénération a été dénombré dans toutes les placettes au niveau des cinq placeaux (de 5m x 5m) [41]. Ces placeaux sont installés aux quatre angles et au milieu de la placette [42].

2.4. Traitement des données

Les relevés phytosociologiques, effectués à l'aide de la méthode sigmatiste [36], ont été constitués en une matrice d'abondance-dominance des espèces. L'abondance-dominance exprime le nombre d'individus d'une même espèce et de leur degré de recouvrement. Cette matrice a été soumise à une classification hiérarchique ascendante (CHA) à l'aide de logiciel PC ORD version 5. L'information contenue dans le tableau est résumée en un dendrogramme.

L'analyse permet de discriminer les groupements végétaux sur la base de similarité au seuil de l'indice de Sorensen [43]. Pour chaque groupement la composition floristique, le spectre des types biologiques, le spectre des types phytogéographiques ont été décrits avec une analyse de la diversité alpha. Les types biologiques ont été définis selon la méthode de Raunkiaer [44]. L'identification des espèces caractéristiques des groupements a été faite avec l'indice de valeur d'importance (IV). La classification APG (Angiosperm Phylogeny Group) III a été utilisée dans la détermination des familles des espèces [45].

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

Le taux de recouvrement (R) en % :

$$R = \frac{R_m \times 100}{s} \quad R_m = \frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{4}$$

Où r = recouvrement de l'ensemble des individus de la placette (m²) ; d_i = diamètre moyen du houppier de l'individu i (m) ; s = superficie de la placette (m²) ;

La surface terrière (G) en m²/ha : la surface terrière des peuplements est définie comme la somme des sections transversales des arbres mesurées à 1,30 m au-dessus du sol ou le cas échéant à 30 cm au-dessus des contreforts [46]. Elle renseigne sur le niveau d'occupation du sol par l'arbuste, comme espace vital de croissance [47]. Elle se calcule selon la formule suivante :

$$G = \pi d^2/4$$

Où d = le diamètre à 1,30 m.

La densité moyenne (D) en tiges/ha :

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

Où n = nombre total de tiges inventoriées dans la placette et s = superficie de la placette en hectare.

Le diamètre moyen (Dg) en cm :

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

Où n = nombre total de tiges rencontrées dans la placette et di = diamètre de la tige i.

La hauteur moyenne de Lorey (HL) (m) :

La hauteur moyenne de Lorey (HL) exprimée en mètre (m) est la hauteur moyenne des individus pondérés à leur surface terrière [48]. La formule est la suivante :

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

Où gi et hi sont respectivement la surface terrière et la hauteur totale de l'individu i.

Le taux de régénération du peuplement est donné par le rapport en pourcentage entre l'effectif total des jeunes plants (régénération) et l'effectif total du peuplement.

$$TRP = \frac{\text{Effectif total des jeunes plants}}{\text{Effectif total du peuplement}} \times 100$$

L'importance de spécifique de régénération :

$$ISR = \frac{\text{Effectif total des jeunes plants d'une espèce}}{\text{Effectif des jeunes plants dénombrés}} \times 100$$

L'Indice de valeur d'importance : l'indice de valeur d'importance (IVI), exprimé en pourcentage (%), il varie de 0 à 300%.

IVI= densité relative + dominance relative + fréquence relative

La Densité relative d'une espèce = (Nombre d'individus de l'espèce / Nombre total d'individus) X 100

La Dominance relative d'une espèce = (Surface terrière totale d'une espèce / Surface terrière totale de toutes espèces) X 100

La Fréquence relative : la fréquence relative (Fr) permet d'apprécier la distribution des espèces à travers les relevés. Elle est calculée par la formule suivante:

Fréquence relative d'une espèce = (Fréquence de l'espèce / somme de toutes les fréquences) X 100

La Distribution de Weibull des hauteurs et diamètres :

La Distribution de Weibull a été utilisée pour représenter la structure théorique des peuplements ligneux. Sa formule est :

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

Une analyse floristique basée sur les indices de diversité alpha et d'Equitabilité de Piélou a été également réalisée.

La diversité alpha en utilisant l'indice de Shannon-Weaver :

Où H' = Shannon/Weaver ou indice de diversité, pi = ni/Vni, avec ni = recouvrement moyen de l'espèce i et Vni = recouvrement total de toutes les espèces.

L'Equitabilité de Piélou (E) : traduit la manière dont les individus sont distribués à travers les espèces. Elle se calcule par la formule suivante :

$$E = H'/H_{max} = H'/\log_2 S$$

Où E < 0,6 = faible ; 0,6 ≤ E ≤ 0,7 = moyen ; E ≥ 0,8 = élevé.

Une analyse de diversité beta avec l'indice de Sorensen (I) :

$$I = (2C/A+B-C) \times 100$$

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

Un test d'ajustement de la distribution observée à la distribution théorique de Weibull [49] a été effectué à l'aide des logiciels Minitab14. Le logiciel SPSS version 20 a été utilisé pour la détermination des fréquences des espèces de chaque famille.

Quant à la différence de paramètres dendrométriques entre les différents groupements végétaux, elle a été évaluée par le test non paramétrique de Kruskal-wallis, une alternative non paramétrique à l'analyse de variance à un facteur contrôlé.

III. Résultats et discussion

3.1. Analyse floristique

Les résultats de cette étude donnent une richesse spécifique de 41 espèces ligneuses dont 38 espèces regroupées dans 18 familles et 29 genres en bioclimat nord soudanien contre 12 espèces de 7 familles et 10 genres en bioclimat sud sahélien et 10 espèces de 6 familles et 7 genres en bioclimat nord sahélien (tableau 1). Cette richesse floristique par zone bioclimatique est inférieure à d'autres trouvées en zone sahélienne du Niger [50, 51, [52, 24]. Parmi les familles de cette flore, les Mimosaceae et les Caesalpiniaceae sont les plus dominantes tant à l'échelle globale de l'étude qu'à celle des zones bioclimatiques. Leur importance numérique pourrait, en partie, s'expliquer par le mode de propagation de ces espèces qui appartiennent à ces familles [52]. En effet, les semences des Mimosaceae et des Caesalpiniaceae sont généralement fourragères donc consommées et disséminées par les herbivores [53]. De même, ces familles sont composées d'espèces résistantes à la rareté des pluies et aux températures élevées [54].

Tableau 1 : Nombre d'espèces et de genres par famille par zone biogéographique

Zones	Familles		Genres		Espèces	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Bioclimat nord soudanien (Baban Rafi)	18	94,74	29	93,55	38	92,68
Bioclimat sud sahélien (Dakoro)	7	36,84	10	32,26	12	38,71
Bioclimat nord sahélien (Gadabédji)	6	31,58	7	22,58	10	32,26

L'analyse des types biologiques (tableau 2) montre que les Microphanérophytes constituent plus de la moitié de la flore au niveau de toutes les zones bioclimatiques avec respectivement pour Baban Rafi (57,89%), Dakoro (91,67%) et Gadabédji (90%). Ce résultat corrobore avec ceux de certains auteurs ayant étudié les ligneux de la zone [51, 52] et confirme que le type physiologique le plus répandu dans la zone d'étude sont les formations arbustives [55, 31].

Tableau 2 : Répartition des types biologiques dans les trois zones bioclimatiques

Types biologiques	Proportion (%)		
	Baban Rafi	Dakoro	Gadabédji
Chaméphytes		8,33	10
Lianes Microphanérophytes	2,63		
Microphanérophytes	57,89	91,67	90
Mégaphanérophytes	10,53		
Mésophanérophytes	13,16		
Nanophanérophytes	15,79		

L'analyse de types phytogéographiques (tableau 3) met en exergue la dominance des espèces soudaniennes (42,11%) à Baban Rafi. Elles sont suivies des soudano-zambéziennes avec respectivement à Dakoro (41,67%), à Gadabédji (40%) et à Baban Rafi (18,42%).

Tableau 3 : Répartition des types phytogéographiques dans les trois zones bioclimatiques

Types phytogéographiques	%		
	Baban Rafi	Dakoro	Gadabédji
Espèces à distribution Africain	2,63		
Guineo-Congolaises	2,63		
Guineo-congolaises-soudano-zambésiennes		16,67	10
Guineo-congolaises-soudano-zambésiennes-saharo-sindiennes		8,33	10
Pluri- régionales africaines	10,53		
Paléotropicales	18,42		
Pantropicales	2,63		
Soudaniennes	42,11		
Soudano-Guinéennes	2,63		
Soudano-Zambésiennes	18,42	41,67	40
Soudano-Zambésiennes / Pantropicales			
Soudano-zambésiennes-saharo-sindiennes		33,33	40

Les résultats de l'Analyse Canonique des Correspondances (Tableau 4) montrent des fortes corrélations entre les variables environnementales d'une part et d'autre part entre les variables environnementales et les 5 groupements végétaux avec une inertie totale de 6,429.

Tableau 4 : Valeur propre, variances et corrélations avec les axes canoniques.

Axes					Total inertia
	1	2	3	4	
Eigen values	0,509	0,221	0,182	0,111	6,429
Species-environment correlations	0,912	0,953	0,769	0,685	
Cumulative percentage variance					
of species data	7,9	11,4	14,2	15,9	
of species-environnement relations	34,3	49,3	61,6	69,1	
sun of all eigen values					6,429

La carte factorielle (figure 2), issue de l'Analyse Canonique des Correspondances, qui illustre la distribution des groupements végétaux en fonction des variables environnementales, montre que les quatre variables environnementales, notamment la géomorphologie, la texture, le type de végétation et l'occupation du sol, expliquent à 69,1 % la variance totale (inertie totale = 6,42).

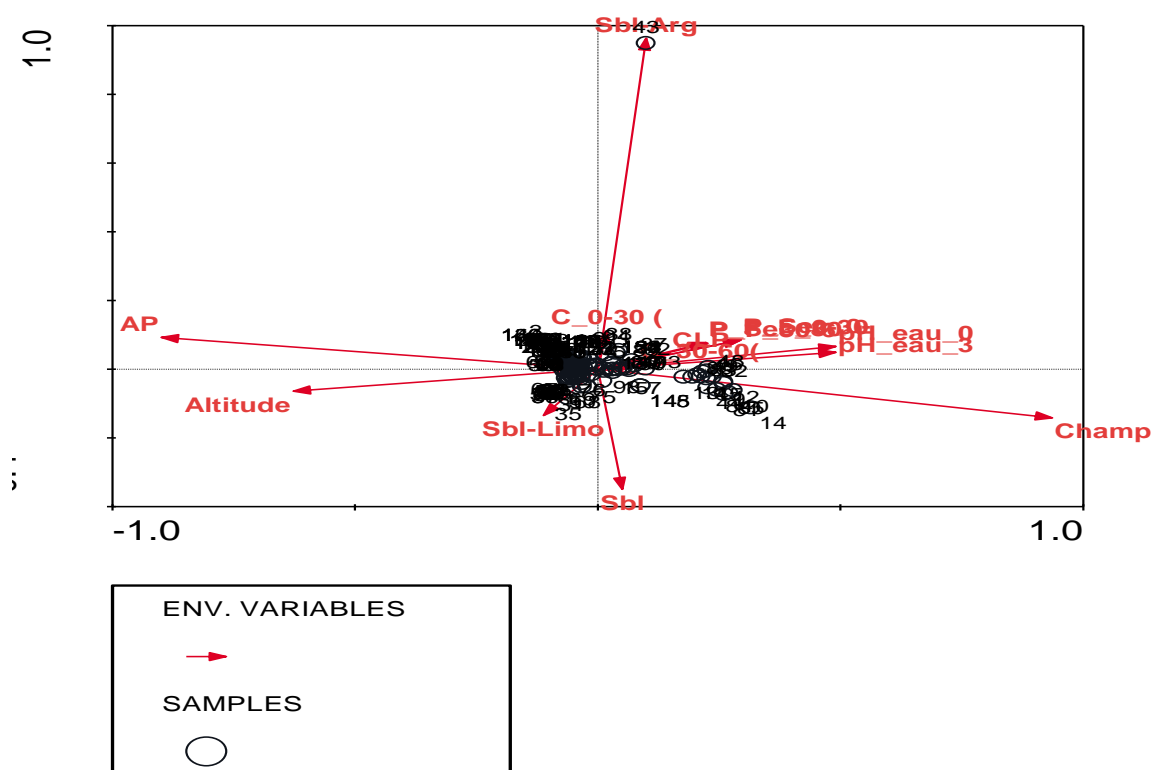


Figure 2: Carte factorielle : Projection sur les axes 1 et 2 de l'ACC appliquée aux 160 relevés et aux variables suivantes : géomorphologie, texture, type de végétation et occupation du sol, pH et altitude.

Légende : Coul : couloirs de passage ; Champ : champs ; AP : aires de pâturage ; Arg : argileux ; Arg-lim : argilo-limoneux ; Arg-sabl : argilo-sableux ; sabl-Limo : sabli-limoneux.

3.2. Groupements (peuplements) végétaux et leurs caractéristiques

Le dendrogramme issu de la CHA permet de discriminer 5 groupements végétaux (G1, G2, G3, G4 et G5) à un seuil de 25 % de l'indice de Sorensen (figure 3). La projection de ces groupements sur la carte factorielle de la DCA est représentée par la figure 3. Les résultats de l'Analyse des Correspondances Détenancées (DCA) de la matrice des relevés phytosociologiques en abondance/dominance montre les quatre premiers axes factoriels expliquant 9,40 % de la variance totale (tableau 5). Cette faible valeur de la variance totale met en exergue la dispersion des informations sur les axes factoriels.

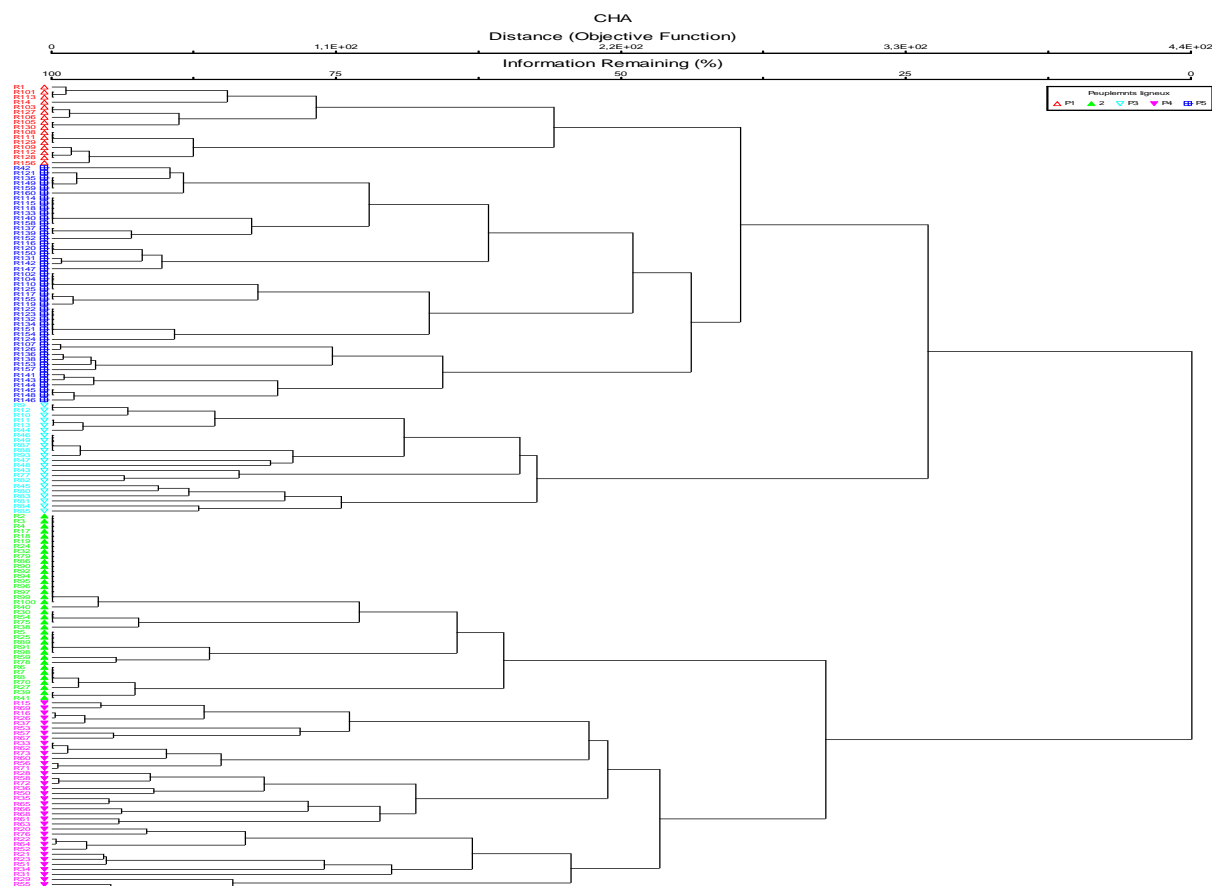


Figure 3 : Dendrogramme des relevés

Légende : G1 : Groupement à *Guiera senegalensis* J.F. Gmel et *Bauhinia rufescens* Lam ; G2 : Groupement à *Combretum micranthum* G. Don. et *Detarium microcarpum* Guill. et Perr ; G3 : Groupement à *Combretum nigricans var elliotii* (Engl. Ex Diels) Aubrev. et *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. Ex Poir ; G4 : Groupement à *Acacia senegal* (L.) Willd. et *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst ; G5 : Groupement à *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. et *Acacia tortilis* (Forsk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi.) Brenan.

Tableau 5 : Valeurs propres et variance expliquée par les quatre premiers axes de la DCA

Axes	1	2	3	4	Inertie totale
Valeurs propres	0,840	0,661	0,40	50,31	29,40
Longueur de gradients	6,383	6,125	4,491	3,422	
Pourcentage cumulatif de variance expliquée	8,9	16,0	20,3	23,6	

La description du premier groupement, (G1), à *Guiera senegalensis* J.F. Gmel et *Bauhinia rufescens* Lam a été établi à partir de 8 relevés. Au total 11 espèces ont été recensées parmi lesquelles *Guiera senegalensis* et *Bauhinia rufescens* sont les espèces caractéristiques. *Guiera senegalensis* a un recouvrement moyen de 24% et une fréquence relative de 60,42%. Quant à *Bauhinia rufescens*, son recouvrement moyen est de 7,9% et une fréquence relative de 3,12%. L'analyse des spectres biologiques brut et pondéré, au sein du groupement donne 100% des microphanérophytes pour les deux spectres. Quant à l'analyse des spectres phytogéographiques, elle relève la prédominance des espèces soudanaises avec 54,54% pour le spectre brut et des espèces Soudano-zambésiennes avec 67,89% pour le spectre pondéré. Elles sont suivies des espèces paléotropicales avec 27,27% pour le spectre brut et 11,5% pour le spectre pondéré. Ce groupement à *Guiera senegalensis* et *Bauhinia rufescens* a un indice de diversité de Shannon H' de 2,13 bits et de diversité théorique de 3,46 bits. L'équitabilité de Pielou (E) donne une valeur faible de 0,37. Ces résultats indiquent que la diversité au sein de ce groupement est faible. Le deuxième groupement (G2) à *Combretum micranthum* G. Don. et *Detarium microcarpum* Guill. et Perr. a été formé à partir de 128 relevés et 39 espèces ont été recensées dont ces deux dernières en sont les espèces caractéristiques. Ces deux espèces ont respectivement un recouvrement moyen de

2,3% et 37,5% et une fréquence relative de 25,97% et 0,78%. L'analyse des spectres biologiques au sein de ce groupement montre une nette dominance des microphanérophytes aussi bien pour le spectre brut que pondéré avec respectivement 76,92% et 77,32 %. Ils sont suivis des nanophanérophytes et des mésophanérophytes avec, respectivement, 12,82 et 7,69% pour le spectre brut et 9 et 8,14% pour le spectre pondéré. L'analyse des spectres phytogéographiques de ce groupement révèle la prépondérance des espèces soudaniennes avec 43,59% pour le spectre brut et 49,64% pour le spectre pondéré. Elles sont suivies des paléotropicales et des soudano-zambéziennes avec respectivement 20,51% et 17,95% pour le spectre brut. Pour le spectre pondéré, les espèces dominantes sont les paléotropiques et les pluri-régionales avec respectivement 20,81% et 12,34%. Dans ce groupement, l'indice de diversité de Shannon est de 4,67 bits alors que celui de la diversité théorique est de 5,29 bits. L'équitabilité de Piélou donne une valeur forte de 0,82. Ces résultats indiquent que la diversité au sein de ce groupement est élevée et qu'il existe une équirépartition des recouvrements entre les espèces plus nombreuses. Le troisième groupement (G3) à *Combretum nigricans var elliotii* (Engl. Ex Diels) Aubrev. et *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. Ex Poir. a été établi à partir de 2 relevés et 11 espèces dont ces deux dernières en sont les espèces caractéristiques. *Combretum nigricans* a un recouvrement de 9 % et une fréquence relative de 8,97%. *Boscia senegalensis* a un recouvrement de 50 % et une fréquence relative de 6,41%. L'analyse des spectres biologiques au sein de ce groupement montre une nette dominance des microphanérophytes aussi bien pour le spectre brut que pondéré avec respectivement 63,64 et 80,51 %. Ils sont suivis par les nanophanérophytes et les mésophanérophytes avec, respectivement, 27,27 et 9,09% pour le spectre brut et 4,10% et 15,38% dans celui pondéré. L'analyse des spectres phytogéographiques de ce groupement révèle la prépondérance des espèces soudaniennes aussi bien pour le spectre brut que pondéré avec respectivement 36,36% et 76,41%. Elles sont suivies des soudano-zambéziennes et des paléo tropicales respectivement 36, 36% et 18,18% pour le spectre brut et 4,10% et 15,9% pour le spectre pondéré. Dans ce groupement, l'indice de diversité de Shannon est de 2,15 bits alors que celui de la diversité théorique est de 3,46 bits. L'équitabilité de Piélou donne une valeur faible de 0,37. Le quatrième groupement (G4) à *Acacia senegal* (L.) Willd. et *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst. a été formé à partir de 12 relevés. Au total 10 espèces ont été recensées dont ces deux dernières en sont les espèces caractéristiques. Elles ont respectivement un recouvrement moyen de 15% et 5,57% et une fréquence relative de 15,32% et 5,41%. Par rapport aux types biologiques, les microphanérophytes représentent 100% pour chacun des deux spectres au sein de ce groupement.

L'analyse des spectres phytogéographiques de ce groupement révèle la prépondérance des espèces soudaniennes avec 50% pour le spectre brut. Elles sont suivies des paléotropicales et pluri-régionales avec 20% chacune. Pour le spectre pondéré, les espèces dominantes sont les paléotropiques et les soudaniennes avec respectivement 58,84% et 32,08%. Dans ce groupement, l'indice de diversité de Shannon est de 2,49 bits alors que celui de la diversité théorique est de 3,32 bits. L'équitabilité de Piélou donne une valeur faible de 0,43. Le cinquième groupement (G5) à *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. et *Acacia tortilis* (Forsk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi.) Brenan. a été établi à partir de 10 relevés. Au total 6 espèces ont été recensées dont ces deux dernières en sont les espèces caractéristiques. Elles ont respectivement un recouvrement moyen de 30,79% et 18,82% et une fréquence relative de 41% et 45,32%. L'analyse des spectres biologiques au sein de ce groupement montre une nette dominance des microphanérophytes aussi bien pour le spectre brut que pondéré avec respectivement 66,67 et 60,78 %. Ils sont suivis des lianes microphanérophytes et des mésophanérophytes avec respectivement chacun 16,67% pour le spectre brut et 24,51% et 14,71% pour le spectre pondéré. L'analyse des spectres phytogéographiques de ce groupement révèle la prépondérance des espèces soudanienne aussi bien pour le spectre brut que pondéré avec respectivement 66,67% et 73,31%. Elles sont suivies des espèces Guineo-Congolaises et Paléotropicales avec respectivement 16,67% chacune pour le spectre brut et 24,51% et 2, 18% pour le spectre pondéré. Dans ce groupement, l'indice de diversité de Shannon est de 2,13 bits alors que celui de la diversité théorique est de 2,58 bits. L'équitabilité de Piélou donne une valeur faible de 0,37.

L'étude de la similarité dans la composition floristique entre les cinq groupements végétaux révèle une faible similarité entre ces derniers avec un coefficient supérieur à 50%. Ils constituent donc des communautés végétales à part entière. Seul le groupement végétal G1 à *Guiera senegalensis* J.F. Gmel et *Bauhinia rufescens* Lam a une similarité avec les groupements végétaux G3 à *Combretum nigricans var elliotii* (Engl. Ex Diels) Aubrev. et *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. Ex Poir et G4 à *Acacia senegal* (L.) Willd. et *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst avec des coefficients respectifs de 0,63 et 0,57 %. Par contre la similarité entre les groupements G3 et G4 reste faible avec des coefficients inférieurs à 50%, ce qui reflète l'existence d'une diversité végétale entre ces groupements.

L'analyse des moyennes des différents paramètres dendrométriques en fonction des groupements végétaux montre qu'il existe une différence significative (ANOVA ; $p < 0,05$) entre ces différents groupements pour la densité, le diamètre moyen et le taux de régénération naturelle. La différence est très hautement significative (ANOVA; $p < 0,0001$), entre les groupements, pour la surface terrière, la hauteur moyenne de Laurey et le taux de recouvrement.

L'analyse de l'importance spécifique de la régénération met en évidence une nette dominance de l'espèce *Guiera senegalensis* dans les groupements G1, G2 et G3 avec respectivement 36,96%, 59,15% et 33,33%. Cette dominance de *Guiera senegalensis* J.G. Gmel. a été confirmée par plusieurs auteurs ayant travaillé dans la même bande écologique [39, 52, 24]

Dans le groupement G4, les espèces dominantes sont *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. (39,47%) et *Acacia tortilis* (forsk.) Hayne subsp. *Raddiana* (Savi.) Brenan tandis que *Acacia tortilis* (forsk.) Hayne subsp. *Raddiana* (Savi.) Brenan et *Acacia nilotica* (L.) Willd. Ex Del. Subsp. *nilotica* le sont dans le groupement G5.

En effet, ces espèces sont capables de régénérer même après une coupe rase par apparition de rejets de souches [56].

La structure en hauteur des peuplements de tous les 5 groupements (annexe 1) présente une distribution en forme de « J renversé » avec le paramètre de forme $c < 1$, caractéristique des peuplements multispécifiques.

La présence d'individus à grande hauteur dans les groupements G1, G2, G4 et G5 (annexe 1) démontre qu'ils renferment un potentiel de semenciers pouvant contribuer à leur stabilité et donner une capacité de renouvellement de la ressource [56]. La structure en diamètre des groupements G1, G2, G3 et G5 (annexe 2) présente une allure en « J renversé » et s'ajuste à la distribution théorique de Weibull avec le paramètre de forme c compris entre 1 et 3,6 caractéristique des peuplements monospécifiques avec une prédominance d'individus de petit diamètre. En ce qui concerne le groupement G4, la structure donne une allure en « J renversé » (annexe 2) et s'ajuste à la distribution asymétrique positive de Weibull avec le paramètre de forme $c < 1$, caractéristique des peuplements inéquiennes. La prépondérance des individus de petits diamètres s'explique par la dominance des espèces multicaules dont entre autres *Guiera senegalensis* et *Combretum micranthum*.

De même, selon une étude, les densités élevées des classes de petit diamètre assurent l'avenir de la formation naturelle [57]. Dans les classes supérieures, les individus à gros diamètre sont faiblement représentés. Ce qui pourrait être lié aux activités anthropiques néfastes.

IV. Conclusion

Au terme de cette étude conduite sur les trois parcours naturels du centre sud du Niger, la composition floristique, les caractéristiques dendrométriques, structurales et l'importance spécifique de régénération des peuplements ligneux ont été déterminées. Sur le plan floristique 41 espèces ligneuses ont été inventoriées, réparties dans 31 genres et 19 familles.

Cependant, les Mimosaceae et les Caesalpinaceae sont les plus dominantes dans tous les bioclimats. La répartition des types biologiques montre que les microphanérophytes constituent plus de la moitié de la flore au niveau de toutes les zones bioclimatiques. Par rapport à la chorologie, les espèces soudanaises sont les types dominants au sein du bioclimat nord soudanais tandis que les soudano-zambésiennes les précèdent dans tous les bioclimats. La structure des peuplements ligneux montre une prédominance des individus jeunes tant pour les classes de hauteur que de diamètre et ceci pour tous les bioclimats.

Compte tenu des caractéristiques écologiques et de l'importance de ces ressources, il est souhaitable de mener d'autres études sur leur dynamique spatio-temporelle. Ceci permettra de faire une gestion durable des ces ressources.

Références bibliographiques

- [1] Trochain J.L., 1970. Les territoires phytogéographiques de l'Afrique noire francophone d'après la trilogie : climat, flore et végétation. Extrait du compte-rendu des séances de la société de Biogéographie. p. 395-403.
- [2] Hiernaux P., Le Houerou H.N. L., 2006. Les parcours du Sahel. *Sécheresse*, vol. 17, p. 51-71.
- [3] Le Houerou, *Browse in Africa: the current state of knowledge*. Papers presented at the international symposium on browse in Africa. Interventional Livestock Center for Africa. Addis Ababa, Ethiopia. 1980.
- [4] Codjia J. T. C. A. E. Assogbadjo et Ekue M. R. M., 2003. Diversité et valorisation au niveau local des ressources végétales forestières alimentaires du Bénin. *Cahiers agricultures*, vol. 12, No. 5, p. 321-331.
- [5] Sinsin B., Eyog-Matig O., Assogbadjo A.E., Gaoue O.G., Sinadouwirou T., 2004. Dendrometric characteristics as indicators of pressure of *Azelia africana* Sm. dynamic changes in trees found in different climatic zones of Benin. *Biodivers. Conserv*, Vol. 13, p. 1555-1570.
- [6] Mahapatra A.K., Albers HJ and Robinson E.J.Z., 2005. The impact of NTFP Sales on Rural Households' Cash Income in India's Dry deciduous forest, *Environnement Management*, Vol. 35, No.3, p. 258-265.
- [7] Sileshi F.K., G. Ajayi O.C. Chirwa P.W. Kwesiga F. Harawa, R. 2008. Contributions of agroforestry research and development to livelihood of smallholder farmers in Southern Africa: 2. Fruit, medicinal, fuelwood and fodder tree systems'', *Agric. J*, Vol. 3, No. 1, p. 76-88.
- [8] Diallo B. O. Mckey, D. Chevallier M-H. Joly H. I. et Hossaert-Mckey M. 2008. Breeding system and pollination biology of the semi- domesticated fruit tree, *Tamarindus indica* L. (Leguminosae: Caesalpinioideae): Implications for fruit production, selective breeding, and conservation of genetic resources. *African Journal of Biotechnology*, Vol.7, No. 22, p. 4068-4075.
- [9] Oumarou M. Sinadouwirou, T. Kiki M. Glélé, R. Mensah, G.A. and Sinsin, B. Disturbance and population structure of *Vitex doniana* Sw ; in northern Benin, West Africa.2010. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, Vol. 4, No. 3, p. 624-632.
- [10] Fandohan B., *Conservation biology of Tamarindus indica (Fabaceae) in Benin, West Africa. 2011*. PHD Thesis. University of Abomey-Calavi, Benin, 227 p.

- [11] Sani R. A., Caractérisation biophysique des ressources ligneuses dans un site reverdi et un site dégradé dans le département de Mirriah. 2009. Mémoire de fin d'études en vue d'obtention du diplôme d'ingénieur en eaux et forêts. Faculté d'Agronomie/ Université Abdou Moumouni, 53p.
- [12] Young A., Agroforesterie pour la conservation des sols. ICRAF, 1995. 183 p.
- [13] Moussa, M. Larwanou M. et Saadou M. 2015. Caractérisation des peuplements Ligneux des parcs à *Faidherbia albida* (Del) A. Chev. et à *Prosopis africana* (Guill., Perrot et Rich.) Taub ; du Centre-sud Nigérien. *Journal of Applied Biosciences*, Vol. 94, p. 8890-8906.
- [14] FAO., Évaluation des ressources forestières mondiales 2000. 2009. Rapport succinct, Forêts No. 140.
- [15] TIEGUBOND JC. NDOYE O. VANTOMME P. GROUWELS, S. ZWOLINSKI J. and MASUCH, 2009. Coping with crisis in Central Africa: enhanced role for non-wood forest products", *Unasylva*, Vol. 233, No. 60, p. 49-54.
- [16] Achigan-dako EG., Pasquini MW ; Assogba KF., N'danikou S., Dansi A., and Ambroise-oji B., Traditional vegetables in Benin. 2010. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin. Imprimerie du CENAP, Cotonou, 285 p.
- [17] Mering C., Andrieu J., Sanemeterio J. et Toulouse B., 2010. Analyse spatiotemporelle du couvert végétale au Sahel par Télédétection : Intérêt d'une approche multiscale. Actes du colloque Géopoint, p. 261-267.
- [18] Kiema, A. Nianogo A. J. Zoungrouna C. Y. K. et Jalloh, B. 2012. Effets des demi-lunes associées au scarifiage sur les productions fourragères en région sahélienne du Burkina Faso", *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, Vol. 6, No. 6, p. 4018-4030.
- [19] Mehdioui R. et Kahouadji A. 2007. Etude ethnobotanique auprès de la population riveraine de la forêt d'Amsittène : Cas de la Commune d'Imi n'Tlit (Province d'Essaouira). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, No. 29, p. 11-20.
- [20] Agali A. B., 2009. Diversité, structure et perceptions locales des espèces ligneuses fourragères dans le terroir de Torodi, ouest Niger. Mémoire de DEA en Biologie et Ecologie Végétales. Université d'Ouagadougou, Burkina Faso, 66 p.
- [21] Sarr O. Diatta, S. Gueye M. Ndiaye P.M. Guisse A. Akpo L.E. 2013. Importance des ligneux fourragers dans un système agropastoral au Sénégal (Afrique de l'ouest)", *Revue Méd. Vét.*, Vol. 164, No. 1, p. 2-8.
- [22] Claude J., Grouzis M. et Mille ville P., Un Espace Sahélien ; la Mare d'Oursi Burkina Faso. 1991. Edition ORSTOM, France, 254 p.
- [23] Karimou Barké M., Ambouta K J-M., Tidjani A D., 2015. Cartographie des potentialités agricoles et forestières de la région Maradi, Colloque scientifique international « Maradi Kwalliya » sur le thème : «coexistence intercommunautaire et la construction de la paix dans l'Histoire de la région de Maradi » du 14 au 16 décembre, 2015, Maradi, Niger, 14 p.
- [24] Alhassane A. Chaibou I. Karim S. Soumana I. Mahamane A. et Saadou M. 2018. Flore et Structure des peuplements ligneux des pâturages naturels de la région de Maradi, Niger. *Afrique Sciences*, Vol. 14, No. 5, p. 171-189.
- [25] Tahirou H., Sitou L., Manssour A M., Soumana I., Massaoudou M. et Zoubeirou A. M. 2020. Risques pluviométriques, source d'insécurité alimentaire et nutritionnelle au Niger, p. 452-464.
- [26] Bodé S., Andres L., Dambo L., Saidou M. L., Issa H., Guéro C., Assadek M., Boubacar B., et Lebailly P., 2016. La production fourragère dans la gestion des ressources naturelles de la région de Maradi (Niger) : Impacts et méthodologies d'évaluation possibles de la Régénération Naturelle Assistée (RNA). *Territoires, Sociétés et Environnement*, No 007.
- [27] 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*, Vol. 34, No. 1, p. 5354-5375.
- [28] Raynaut C., 1988. Le développement rural de la région au village. Analyser et comprendre la diversité, GRID, PDRM, Bordeaux – Maradi.
- [29] Schéma d'aménagement foncier (SAF) de Maradi., 2020. 90 p.
- [30] Guinochet..., 1973. *Phytosociologie*. Collection d'écologie. Éd. Masson et Cie, 227p.
- [31] Mahamane A., 2005. *Études floristique, phytogéographique de la végétation du Parc Régional du W du Niger*. Thèse d'Etat, Univ. Libre du Bruxelles, 497 p.
- [32] Kiari A. K. K., Ousmane L. M., Iro D. G., Karim S., Rabiou H., Roger P., 2017. Diversité floristique et structure de la végétation dans la zone dunaire du sud-est du Niger : Cas de Mainé soroa. *Journal of Applied Biosciences*, Vol. 120, p. 12053-12066.
- [33] Mahamane A., Saadou M., Bakasso Y., Abassa I., Ichaou A., & Karim S., 2008. Analyse diachronique de l'occupation des terres et caractéristiques de la végétation dans la commune de Gabi (région de Maradi, Niger)". *Sécheresse*, Vol. 18, No. 4, p. 296-304.
- [34] 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 unique, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger, 198 p.
- [35] Karim S., 2013. *Dynamique de la biodiversité végétale suivant un gradient pluviométrique et un gradient d'utilisation des terres dans les observatoires de Falmey-Gaya et Tahoua- Tillabéry Nord (Niger)* ; thèse de doctorat, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger, 175 p.
- [36] Braun-Blanquet J., 1932. Plant sociology. The study of plant communities. Ed. McGray Hill, New York, London, 439 p.
- [37] Mahamane A., Morou B., Zaman-Allah M., Mahamane S., Karim S., Bakasso Y., Wata S. I., Abdoulaye A. O. & Jauffret S., 2012. Climate variability in Niger: Potential impacts on vegetation distribution and productivity. *Journal of Environmental Science and Engineering*, B: p. 49-57.
- [38] Soumana I., Mahamane A., Gandou Z., Ambouta J.M.K., et Saadou M. Saadou., 2012. Vegetation and plant diversity pattern study of central eastern Niger grasslands. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, February 2012, Vol. 6, No 1, p. 394-407.
- [39] Abdourhamane H., Morou B., Rabiou H., et Mahamane A., 2013. 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, p. 1048-1068.
- [40] Maazou R., 2017. Influence de l'occupation des terres sur la dynamique des communautés végétales en zone Sahélienne: cas de la commune rurale de Dantchandou (Niger). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, Vol. 11, No 1, p. 79-92.
- [41] Abdou HMK., Maman BGO et Maman BM., 2012. Caractérisation de la végétation ligneuse du terroir villageois de Sina Kouara (Niger). Mémoire licence en biodiversité et gestion de l'environnement. Faculté des Sciences et Techniques/Université Abdou Moumouni, 29 p.
- [42] Ouédraogo A., Thiombiano A., Hadjali K., Guinko S., 2005. Structure du peuplement juvénile et potentialités de régénération des ligneux dans l'Est du Burkina Faso. Étude sur la flore et la végétation du Burkina Faso et des pays avoisinants. *Sécheresse*, Vol. 10, p. 17-24.
- [43] Legendre P., Legendre L., 1998. *Numerical ecology*. 2nd ed. Elsevier, Amsterdam. ML.
- [44] Raunkiaer C., 1934. The life forms of plants and statistical plant geography : oxford University Press, London.
- [45] APGIII (Angiosperm Phylogeny Group), 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III", *Botanical Journal of the Linnean Society*, Vol. 161, No 2, p.105-121.
- [46] Hountondji Y. C., 2008. Dynamique environnementale en zones Sahélienne et soudanienne de l'Afrique de l'Ouest : Analyse des modifications et évaluation de la dégradation du couvert végétal.

- [47] Karim S., 2001. Contribution à l'étude de la régénération par multiplication végétative naturelle de deux combretacées dans l'ouest du Niger (*Combretum micranthum* G. Don et *Guiera Senegalensis* J. F. Gmel) : conséquences sur la gestion sylvopastorale Mémoire présenté pour obtenir le diplôme d'études approfondies (DEA). Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 69 p.
- [48] Philip, M.S., 2002. Measuring trees and forests, 2nd ed. CABI, London, pp. 1R310, avantages of detrended correspondence analysis. *American Naturalist*, 131, p. 924-934.
- [49] Rondeux J., 1999. La mesure des arbres et des peuplements forestiers. 2ème édition end. Les presses agronomiques de Gembloux, Belgique, 521 p.
- [50] Bagnian I., Adamou M.M., Toudou A., Mahamane A., 2013. Impact du mode de gestion de la Régénération Naturelle Assistée des ligneux (RNA) sur la résilience des écosystèmes dans le centre sud du Niger'', *Journal of Applied Biosciences*, Vol. 71, p. 5742-5752.
- [51] Abdourhamane H., Morou B., Rabiou H., Mahamane A., 2013. 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, p. 1048-1068.
- [52] Ousmane. L. M., Oumarou B. G. O., Morou B., Karim S., Mahamane A., 2017. Etat de la végétation ligneuse au Sahel : Cas de Guidan Roundji au sahel central du Niger'', *Journal of Animal & Pant Sciences*, Vol. 31, No 3, p. 5033 – 5049.
- [53] Ouédraogo O., 2009. *Phytosociologie, dynamique et productivité de la végétation du parc national d'Arly (Sud-Est du Burkina Faso)*. Thèse de doctorat de l'université d'Ouagadougou, 188 p.
- [54] Savadogo M. O., Ouattara K., Pare S. P., Ouédraogo I., Sawadogo K. S. S., Barron J., Zombré NP., 2016. Structure, composition spécifique et diversité des ligneux dans deux zones contrastées en zone Sahélienne du Burkina Faso'', *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Vol.16, No. 1, p. 1-16.
- [55] Saadou M., 1990. *La végétation des milieux drainés nigériens à l'Est du fleuve Niger*. Thèse de Docteur ès Sciences Naturelles, Université de Niamey, + annexes, 395 p.
- [56] N'gom D., Fall T., Sarr O., Diatta S. D., Akpo L.E., 2013. Caractéristiques écologiques du peuplement ligneux de la réserve de biosphère du Ferlo (Nord Sénégal). *Journal of Applied Biosciences*, Vol. 65, p. 5008-5023.
- [57] Whitmore TC., 1990. An introduction to tropical rain forests, Oxford: Clarendon Press, New York : Oxford University Press, 226 p.

ANNEXES

Annexe 1 : Structure en hauteur des groupements : G1 ; G2 ; G3 ; G4 et G5

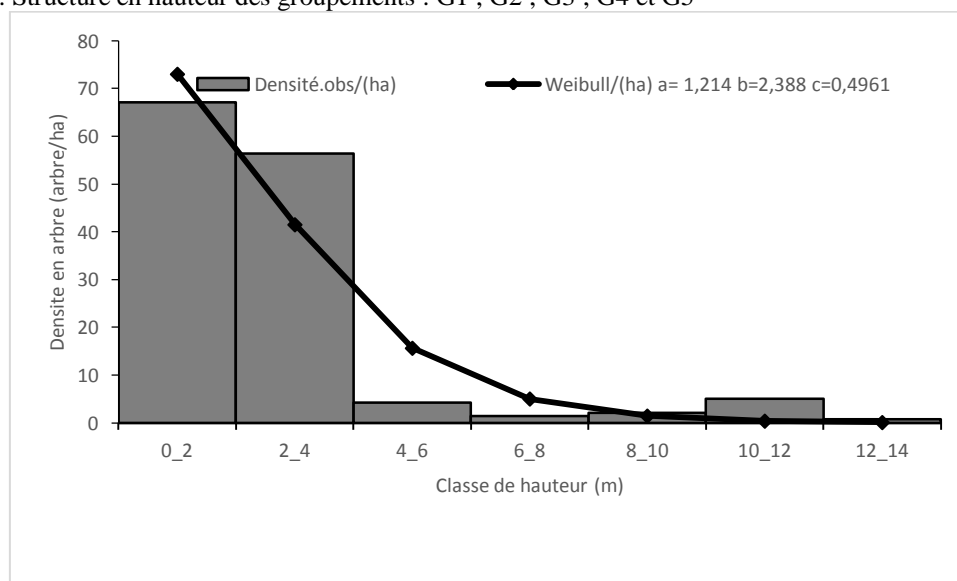


Figure 4 : Hauteur du Groupement G1

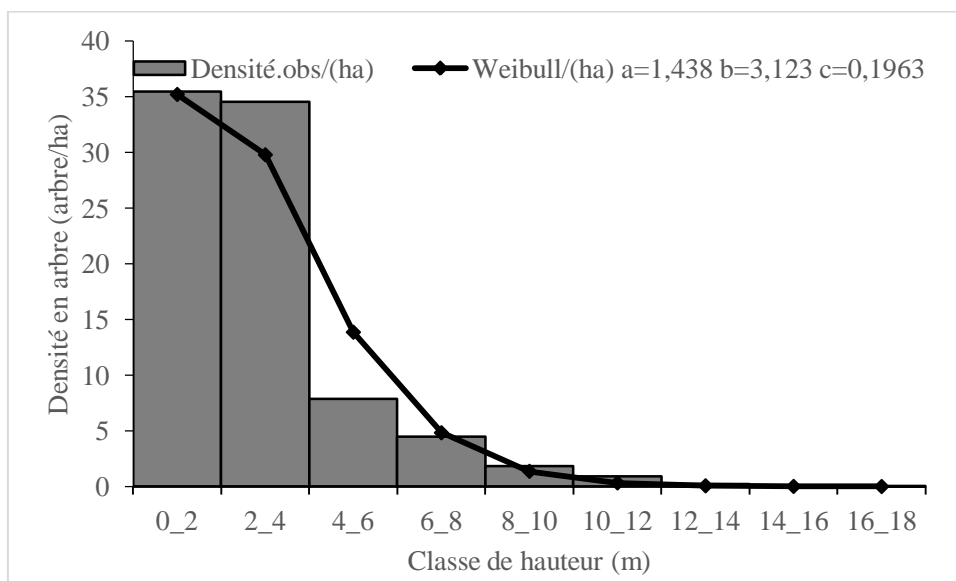


Figure 5 : Hauteur du Groupement G 2

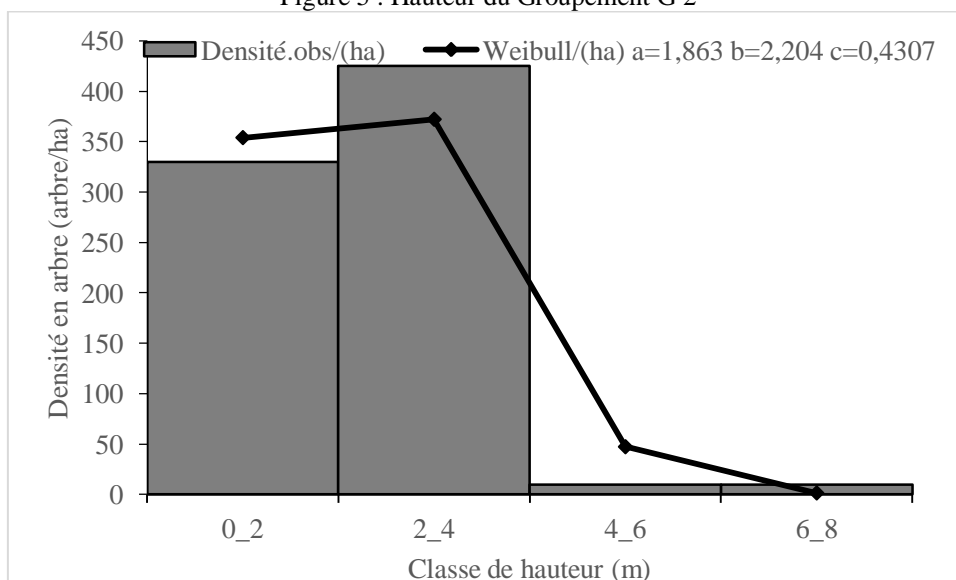


Figure 6 : Hauteur du Groupement G 3

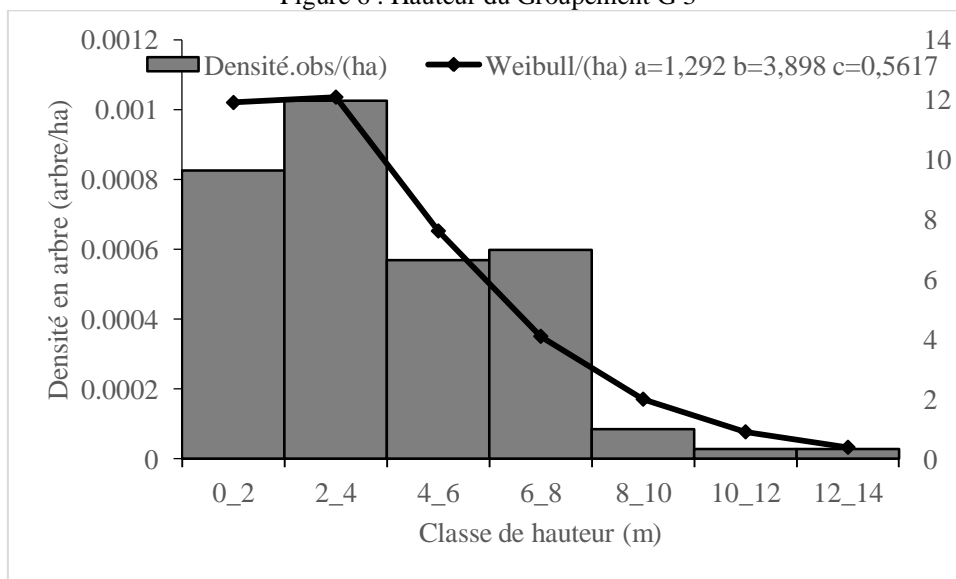


Figure 7 : Hauteur du Groupement G 4

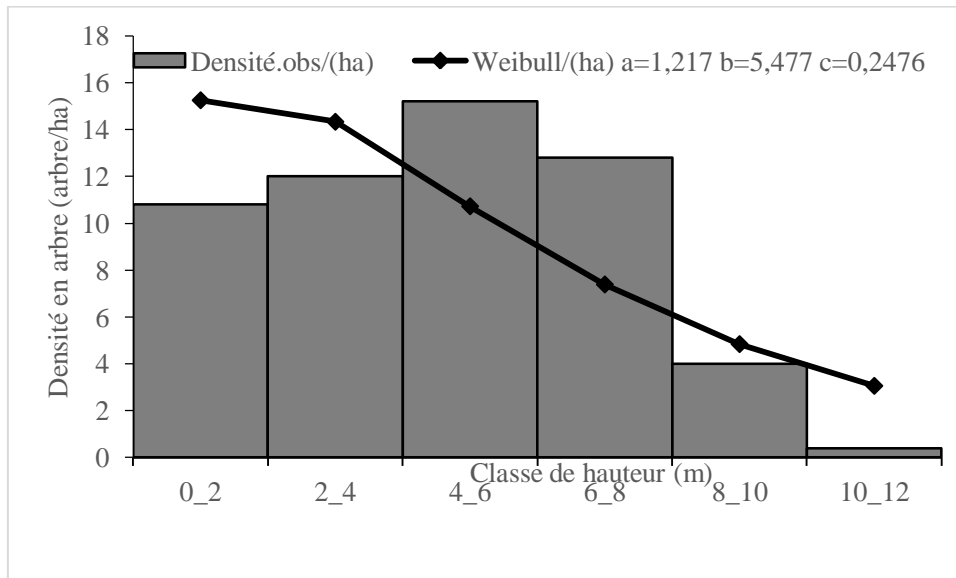


Figure 8 : Hauteur du Groupement G 5

Annexe 1 : Structure en diamètre des groupements : G1 ; G2 ; G3 ; G4 et G5

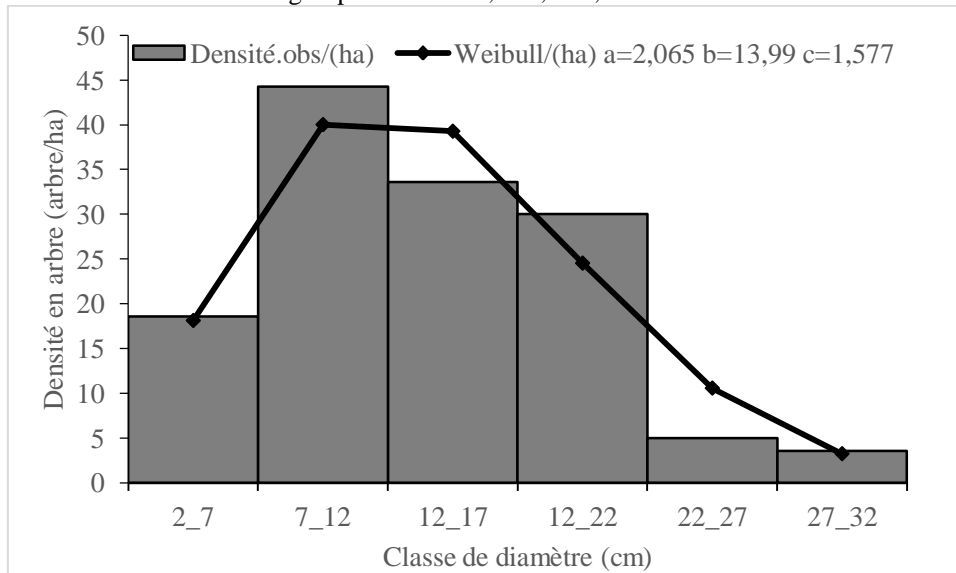


Figure 9: Diamètre du Groupement G 1

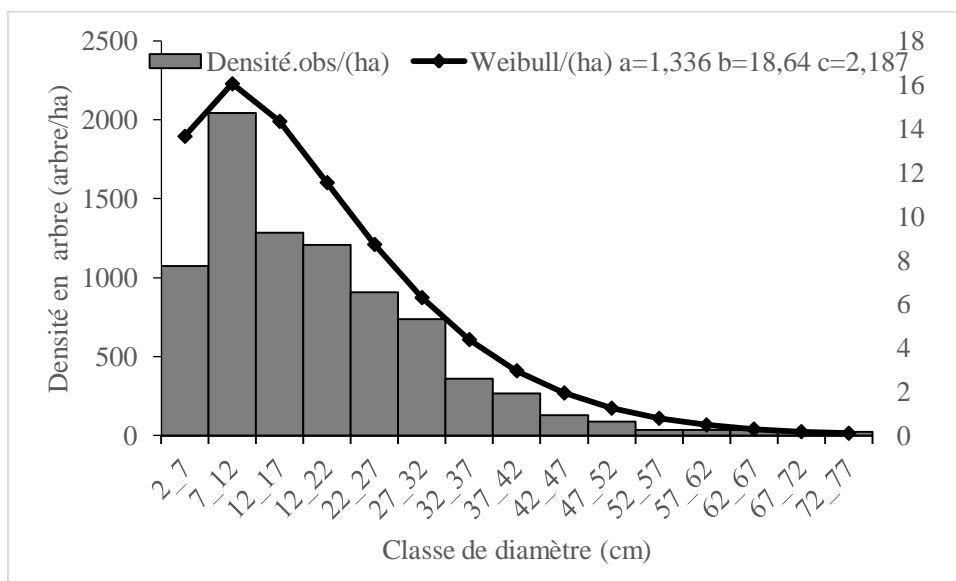


Figure 10 : Diamètre du Groupement G 2

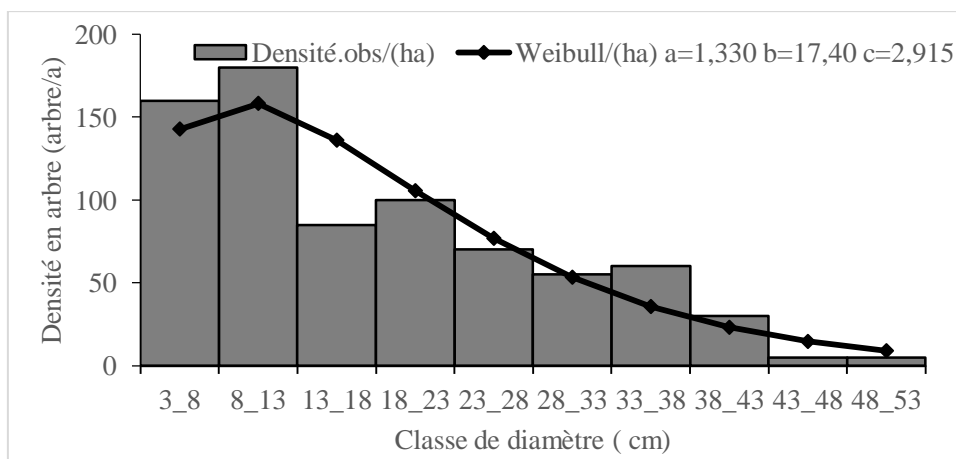


Figure 11 : Diamètre du Groupement G 3

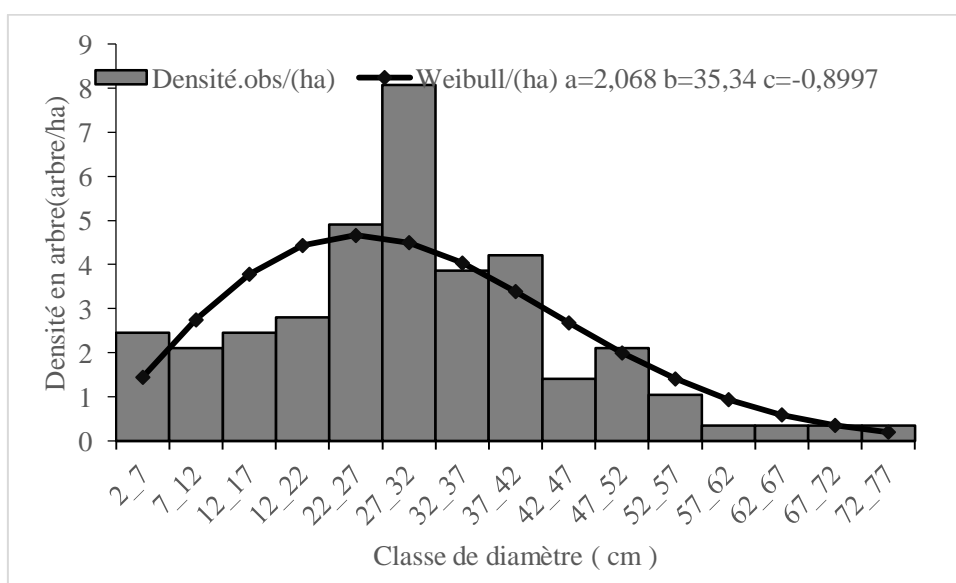


Figure 12 : Diamètre du Groupement G 4

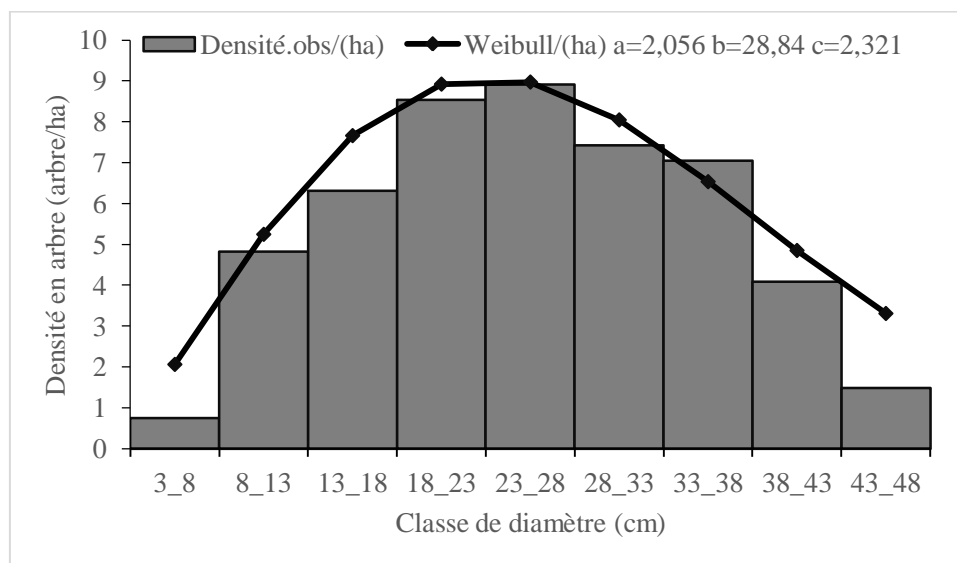


Figure 13 : Diamètre du Groupement G 5

Légende : G1 : Groupement à *Guiera senegalensis* J.F. Gmel et *Bauhinia rufescens* Lam ; G2 : Groupement à *Combretum micranthum* G. Don. et *Detarium microcarpum* Guill. et Perr ; G3 : Groupement à *Combretum nigricans var elliotii* (Engl. Ex Diels) Aubrev.et *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. Ex Poir ; G4 : Groupement à *Acacia senegal* (L.) Willd.et *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst ; G5 : Groupement à *Balanites aegyptiaca* (L.) Del. et *Acacia tortilis* (Forsk.) Hayne subsp. *raddiana* (Savi.) Brenan.

Boubakar Katkoré, et. al. "Études floristique, phytosociologique et phytogéographique de la végétation ligneuse des trois parcours naturels suivant un gradient climatique du centre sud du Niger." *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*, 14(7), (2021): pp 64-79.