



Diversité floristique et structure démographique des peuplements ligneux des parcours naturels sahéliens du Sud-Est du Niger : Cas de l'enclave pastorale « Dadaria » (Mainé-Soroa, Diffa)

Issoufa IDRISSE^{1*}, Boubé MOROU¹, Hamidou ABDOURHAMANE², Saley KARIM¹,
Taffa ABDOURHAMANE¹, Ibrahim DJIBO¹ et Ali MAHAMANE³

¹ Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, BP : 465 Maradi, Niger.

² Programme MCA, BP : 738 Niamey, Niger.

³ Université de Diffa, BP : 78 Diffa, Niger.

*Auteur correspondant ; E-mail : issoufad@yahoo.fr ; BP : 465 Maradi, Niger ;

Tél. : (00227) 96 67 81 53/95774645

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Ces remerciements vont particulièrement à l'endroit des relecteurs anonymes du manuscrit ainsi qu'aux responsables des services de l'Élevage, de l'Environnement et de l'Agriculture de Mainé-Soroa pour leur soutien en logistique, leur disponibilité et amabilité.

RESUME

L'enclave pastorale de Dadaria située dans le département de Mainé-Soroa est devenue une zone de concentration d'animaux locaux et transhumants durant toute l'année. La présente étude vise à caractériser la diversité floristique et la structure démographique des groupements ligneux cette enclave. Les données floristiques et dendrométriques ont été collectées dans 53 placettes de 2500 m² et la régénération a été appréciée dans des placeaux de 25 m². Les résultats montrent une flore ligneuse très pauvre avec 10 espèces réparties dans 7 familles. Les familles les plus représentées sont les Mimosaceae (30%) et les Asclepiadaceae (20%). La classification hiérarchique ascendante (CHA) a permis de discriminer quatre groupements ligneux notamment le groupement à *Calotropis procera* et *Ziziphus mauritiana*, le groupement à *Balanites aegyptiaca* et *Acacia senegal*, le groupement à *Leptadenia pyrotechnica* et *Salvadora persica* et le groupement à *Acacia tortilis* et *Maerua crassifolia*. La densité moyenne des adultes varie selon les groupements ligneux de 10 à 35 individus/ha et celle de la régénération de 45 à 64 individus/ha selon les groupements. Les structures en diamètre et hauteur montrent une concentration des individus des premières classes sur l'ensemble des peuplements. Dans les perspectives d'une réhabilitation et d'une gestion durable des écosystèmes pastoraux, cette étude apporte des informations complémentaires sur l'état actuel des peuplements ligneux de Dadaria.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Formation pastorale, diversité floristique, densité, régénération naturelle

Floristic richness and demographic structure of the woody populations of the natural sahelian routes of South-East Niger: Case of the pastoral enclave "Dadaria" (Mainé-soroa, Diffa)

ABSTRACT

The pastoral enclave of Dadaria located in the department of Mainé-Soroa became an area of concentration of local and transhumant animals throughout the year. The study aims to characterize the floristic diversity and the demographic structure of the woody groups in this enclave. Floristic and dendrometric data were collected in 53 plots of 2500 m² and regeneration was assessed in 25 m² plots. The results show a very poor woody flora with 10 species distributed in 7 families. The most represented families are the Mimosaceae (30%) and the Asclepiadaceae (20%). The ascending hierarchical classification (CHA) discriminates four woody groups namely: the grouping with *Calotropis procera* and *Ziziphus mauritiana*, the grouping with *Balanites aegyptiaca* and *Acacia Senegal*, the grouping with *Leptadenia pyrotechnica* and *Salvadora persica* and the grouping with *Acacia tortilis* and *Maerua crassifolia*. The average density of adults varies according to the woody groups from 10 to 35 individuals / ha and that of regeneration from 45 to 64 individuals / ha depending to the groups. The diameter and height structures show a tree concentration of the first classes on all of the groupings. With a view of a future rehabilitation and sustainable management of pastoral ecosystems, this study provides additional information on the current state of the woody stands of Dadaria.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Pastoral training, floristic diversity, density, natural regeneration.

INTRODUCTION

L'élevage est une activité socio-économique d'importance capitale pour les populations sahéniennes. En effet, il constitue la principale source de protéines dans l'alimentation humaine et procure des revenus monétaires pour les populations notamment rurales (Sawadogo, 2011).

Il constitue, après l'agriculture, la principale activité des populations rurales du Niger et contribue pour 12% au PIB et 35% au PIB agricole du pays (Garba, 2017). Dans la Région de Diffa, située au Sud-est du Niger, l'élevage occupe 95% de la population active et est pratiqué comme activité principale ou secondaire selon la zone agro-écologique considérée. Il contribue de façon significative aux stratégies de survie des populations rurales (Laouali, 2014). Les pratiques de l'élevage dans cette zone reposent essentiellement sur l'exploitation des parcours naturels à multi-strates (strates herbacée, arbustive voire arborée) (Soumana, 2011). La strate herbacée, maillon essentiel dans l'alimentation du bétail, ne subsiste que pendant la saison des pluies. En saison sèche, les ligneux constituent la principale source de fourrage vert pour le

bétail, en lui apportant protéines, sels minéraux et vitamines indispensables à l'équilibre alimentaire. Dans ces écosystèmes, la strate ligneuse joue plusieurs fonctions : (i) elle remplit particulièrement les fonctions de pâturage aérien, stable pendant tout le cycle annuel car moins tributaire de la répartition des pluies de la saison précédente permettant ainsi, de pallier le caractère aléatoire, instable et saisonnier du tapis herbacé (Diallo et al., 2012), (ii) elle permet aux populations rurales de satisfaire leurs besoins primaires par l'exploitation des divers produits ligneux et non ligneux (Morou et al., 2016a) et (iii) elle participe au maintien de l'équilibre écologique dans un milieu sahélien faisant face à l'extension du désert (Hountondji, 2008). Cependant, depuis quelques décennies ces ressources ligneuses sont confrontées à des sécheresses épisodiques entraînant leur dépérissement (Morou, 2010). L'enclave pastorale de la région de Diffa « Dadaria », qui constitue d'ailleurs le principal lieu d'approvisionnement en bois pour la ville de Mainé-Soroa n'est pas épargné par ce phénomène. De plus, la progression rapide du front agricole et le surpâturage qui s'y exercent

constituent une forte pression sur les ressources ligneuses disponibles. Cette situation s'est aggravée avec l'occupation de cette enclave par les réfugiés-déplacés suite à l'insurrection causée par la secte Boko Haram. Ces différents facteurs de pression ont entraîné une forte dégradation des ressources végétales qui se traduit par une modification de la structure démographique et une baisse de la densité et de la diversité floristique des ligneux. Il s'avère donc nécessaire d'étudier la composante ligneuse de ces formations végétales pour disposer des données scientifiques fiables pour une gestion durable ou des actions de restauration éventuelle. La présente étude dont l'objectif global est de connaître les caractéristiques floristiques et structurelles des peuplements ligneux de cette enclave pastorale. Plus spécifiquement, il s'agit de (i) étudier la diversité floristique et discriminer les groupements ligneux et (ii) caractériser la structure démographique de ces groupements ligneux.

MATERIEL ET METHODES

Zone d'étude

L'étude a été effectuée dans l'enclave pastorale « Dadaria », située au Sud-est du département de Maïné-Soroa (Figure 1). Ce dernier se situe entre 13°05' et 14°30' de latitudes Nord et 10°35' et 12°30' de longitudes Est avec une superficie de 15000 km². L'enclave couvre une superficie estimée à 340000 ha. Elle s'étend principalement sur les plaines et plateaux dunaires. Le site appartient au domaine sahélien marqué par l'alternance de deux saisons : une longue saison sèche allant d'octobre à juin et une courte saison des pluies avec des précipitations courtes et violentes entre juillet et août (Bodart et al., 2010). La pluviosité moyenne annuelle était de 3637 ±101 mm pour la période de 1961-2018. Les températures fluctuent au cours de l'année avec deux minima 12 °C (janvier-décembre) et 23 °C (juillet-août) et deux maxima de 38 °C (octobre) et 41 °C (avril-mai). Dans la zone on distingue deux types de vents : l'Harmattan qui souffle avec une forte intensité d'octobre à mars (2,7 à 3,1 m/s en moyenne) et la mousson qui atteint la région en avril-mai (2,7 m/s en moyenne) avec des pics de 3 à 4,4 m/s en juin

(Toudjani et al., 2004). Les sols sont constitués essentiellement de sable fin profond, de faible teneur en éléments chimiques et organiques avec une forte carence de potassium (Kaou et al., 2017). Sur le plan phytogéographique, l'enclave de Dadaria appartient au compartiment nord-sahélien oriental et sud saharien oriental (Saadou, 1990). La végétation naturelle évoluant sur ces sols est constituée de steppe arborée à *Acacia tortilis var raddiana* (Forsk.) et *Balanites aegyptiaca* (L.) Del à arbustive à dominance de *Leptadenia pyrotechnica* (Forssk.) Decne et *Calotropis procera* (Aiton) W.T.Aiton. Le tapis herbacé continu est composé essentiellement des Poaceae et légumineuses.

Echantillonnage et collecte de données

Dans le cadre de ce travail, un échantillonnage systématique par transect Sud-Nord a été adopté. Ainsi, les relevés floristiques ont été réalisés dans les différentes unités géomorphologiques. Au total, 53 placettes de 2500 m² (50 m×50 m) équidistantes de 500 m ont été relevées soit 13,5 ha correspondant à un taux de sondage de 0,03%. Les paramètres suivants ont été relevés dans chaque placette. Les coordonnées géographiques, le taux de recouvrement suivant l'échelle de Braun Blanquet (1932), la topographie et la texture du sol par la méthode tactile. Les paramètres dendrométriques : le diamètre du tronc (à 1,30 m du sol pour les arbres et à 20 cm au-dessus du sol pour les arbustes), la hauteur totale et les deux diamètres perpendiculaires du houppier sur les individus adultes (diamètre supérieur ou égal à 5 cm) (Sambou, 2004 ; Ouédraogo, 2009). Les individus dont le diamètre était inférieur à 5cm ont été considérés comme une régénération (Mahamane et Saadou, 2008). Leur comptage a été effectué dans des placeaux de 25 m² (5 m×5 m) placés aux quatre angles et un au centre de la placette.

Traitement et analyse des données

Indices de diversité et de régularité

Dans la caractérisation de ce peuplement la richesse spécifique et les indices de diversité et de régularité ont été déterminés.

- la richesse spécifique (S) est le nombre total d'espèces que compte la communauté végétale étudiée.
- l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') sert à mesurer l'ordre (ou désordre=entropie) d'un système (Mahamane, 2005). Il tient compte de l'abondance des espèces et est défini par :
- $H' = - \sum p_i \log_2 p_i$
- Où H' = indice de diversité spécifique de Shannon et Weaver, p_i = poids de l'espèce i dans le groupement; $p_i = n_i / \sum n_i$, avec n_i = recouvrement moyen de l'espèce i et $\sum n_i$ = recouvrement moyen total de toutes les espèces. Il est exprimé en bit. H' prend la valeur minimale (0) lorsque le relevé contient une seule espèce. H' est maximal lorsque tous les individus sont répartis de façon équitable sur toutes les espèces et H' est plus faible quand un nombre réduit d'espèces assure le maximum du recouvrement.
- l'indice d'équitabilité de Pielou évalue le poids de chaque espèce dans l'occupation de l'espace. Plus il est élevé, plus un grand nombre d'espèces participe au recouvrement, il est exprimé par :

$$E = \frac{H}{\log_2 S}$$

Avec E = équitabilité de Pielou, S = nombre total d'espèces consécutives du groupement, \log_2 = diversité maximale de Shannon et varie de 0 à 1.

Il tend vers 0 quand la quasi-totalité des individus appartiennent à une seule espèce et prend la valeur 1 lors que toutes les espèces ont le même nombre d'individu.

- Le coefficient de similitude de Sorensen (I) (1948) a été utilisé pour comparer la similitude entre deux groupements végétaux étudiés. Son expression générale est la suivante :

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

Où A = nombre d'espèces du groupement 1, B = nombre d'espèces du groupement 2, C = nombre total d'espèces communes aux deux groupements, plus ce coefficient est élevé plus les deux groupements ont des cortèges floristiques identiques et Le logiciel CAP a été utilisé pour le calculer.

Individualisation des groupements végétaux

La discrimination des groupements ligneux a été effectuée à l'aide d'analyses multivariées. À cet effet, des tableaux de contingence relevés-espèces et relevés-variables environnementales ont été élaborés dans le tableur Excel 2013. Les 53 relevés ont été traités en fonction de l'abondance-dominance des espèces. La matrice a été ensuite soumise à une classification hiérarchique ascendante (CHA) à l'aide du Logiciel PC-ORD version 5 (McCune et Grace, 2002). Les groupements ligneux ont été ainsi individualisés sur la base de similarité de l'indice de Sorensen (Legendre, 1999). Pour identifier les espèces caractéristiques, le test ISA (Indicator Species Analysis) a été effectué avec le logiciel PC-ORD 5. Ce test permet de combiner à la fois la fréquence et l'abondance relative pour calculer la valeur indicatrice de chaque espèce et la signification a été testée par le test de Monte Carlo. Les espèces ayant une probabilité (P) < 0,05 ont été retenues comme espèces caractéristiques du groupement (Ouôba, 2006 ; Soumana, 2011). Pour nommer le groupement, il a été utilisé la combinaison de deux espèces ayant les plus grandes valeurs indicatrices et les plus faibles valeurs de P (probabilité).

Paramètres dendrométriques

Les paramètres dendrométriques ont été calculés à l'échelle de la placette ensuite par groupement ligneux. Ces paramètres sont :

- Le taux de recouvrement moyen R exprimé en (%) par la formule suivante :

$$R(\%) = \frac{Rm}{S} \times 100 ; \text{ et } Rm = \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^n d_i^2,$$

Avec Rm = recouvrement de tous les individus de la placette ; d_i = diamètre de l'individu i (m) ; S = superficie de la placette (m²).

- La densité moyenne des arbres (N) a été calculée avec le nombre total des ligneux adultes de la placette à travers la formule suivante :

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

n est égal au nombre total des ligneux inventoriés dans la placette et S = la superficie de la placette en hectare;

- La densité moyenne de régénération (N_r), c'est le nombre de pieds juvéniles par

hectare (individus/ha) et donnée par la formule suivante :

$$Nr = \frac{nr}{s}$$

Avec nr = nombre total des individus de diamètre inférieur à 5 cm recensées dans la placette et s = superficie de la placette en hectare. Les individus dont le diamètre était inférieur à 5 cm ont été regroupés en classe de hauteur : [0-0,5 m ; [0,5-1 m ; [1-1,5 m ; [1,5-2 m [.

- La surface terrière des ligneux a été calculée pour tout le site de Dadaria ensuite pour chaque groupement en m²/ha, à l'aide de la formule suivante:

$$G \text{ (m}^2\text{/ha)} = \pi/40000s \sum_{i=1}^n di^2$$

Où di = le diamètre en (cm) de l'arbre i de la placette et s = superficie de la placette en m² et $\pi = 3,1416$

- Le diamètre moyen quadratique (Dg) exprimé en centimètre (cm) a été déterminé pour chaque placette par la formule :

$$Dg = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d^2 i}$$

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

- La hauteur moyenne de Lorey (H) exprimée en (m) qui est la hauteur moyenne des individus pondérés à leur surface terrière (Assogbadjo, 2006) a été calculée avec la formule

$$\text{suivante : } H_L = \frac{\sum_{i=1}^n gihi}{\sum_{i=1}^n gi}$$

$$\text{Avec } gi = \frac{\pi}{4} di^2,$$

- gi et hi sont respectivement la surface terrière et la hauteur totale de l'individu i.
- La combinaison des données structurales et floristiques a permis de calculer l'indice de valeur d'importance (IVI) ou importance value index qui permet de mieux apprécier l'importance d'une espèce dans une communauté végétale. Il s'exprime à l'aide de la formule suivante :
IVI = Densité relative + dominance relative + Fréquence relative (pour l'espèce).

Distribution en classe de diamètre et de hauteur des ligneux

Pour déterminer les deux structures (diamètre et hauteur), les individus de toutes les catégories ont été répartis en classe de diamètre et hauteur d'amplitude respectivement de 10 cm, et 2 m. Les densités des individus par classe de diamètre ainsi que par classe de hauteur ont été aussi déterminées. Les différentes structures de diamètre obtenues ont été ajustées au modèle de distribution de Weibull à 3 paramètres (a, b et c) qui permet de mieux présenter la variabilité des formes des structures théoriques du peuplement et la comparer avec les structures observées. Ceci à partir de la méthode du maximum de vraisemblance via le logiciel Minitab 14. La fonction de densité de probabilité de la distribution de Weibull F, se présente sous la forme suivante (Rondeux, 1999) :

$$F(x) = \left(c/b \left[\frac{x-a}{b} \right] \right)^{c-1} e^{-[(x-a)/b]^c}$$

Où x est la circonférence (diamètre ou hauteur) des arbres et F(x) sa valeur de densité de probabilité ; a est le paramètre de position; b est le paramètre d'échelle ou de taille et c est le paramètre de forme lié à la structure en diamètre (circonférence ou hauteur) considérée.

En fonction de la valeur de c, la distribution de Weibull peut prendre diverses formes. Lorsque $c < 1$, distribution en « J renversé », caractéristique des peuplements multi spécifiques ou inéquiens ; lorsque $1 < c < 3,6$, distribution asymétrique positive ou asymétrique droite, caractéristique des peuplements monospécifiques avec prédominance d'individus jeunes ou de faible diamètre. Quand $c > 3,6$, distribution asymétrique négative ou asymétrique gauche, caractéristique des peuplements monospécifiques à prédominance d'individus âgés. Un test ANOVA a été utilisé avec le logiciel XLSTAT 7.1 pour comparer dans chaque cas, la distribution en diamètre ou en hauteur observée à la distribution théorique de Weibull avec estimation des paramètres. L'hypothèse d'ajustement entre les deux distributions a été acceptée si la valeur de la probabilité du test est supérieure à 0,05 (Morou et al., 2016b).

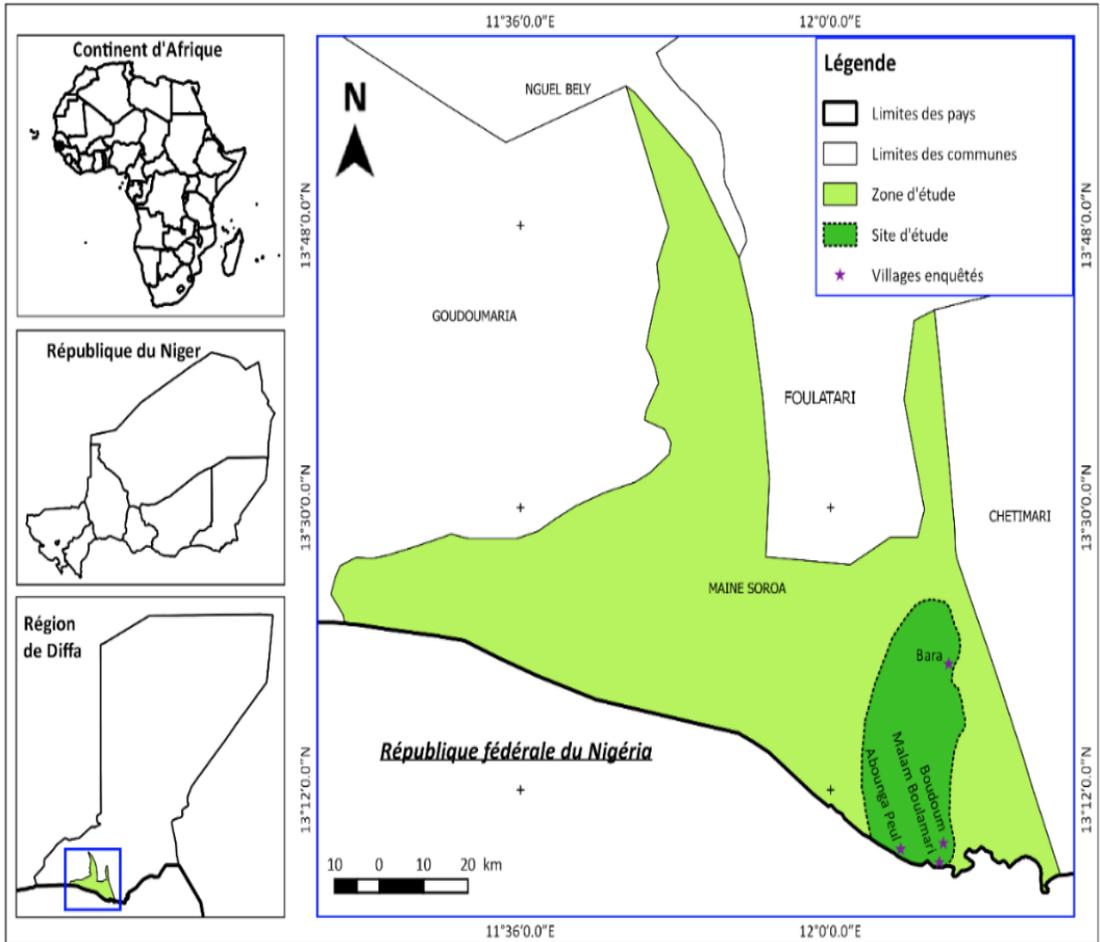


Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude.

RESULTATS

Caractéristiques floristiques et diversité du peuplement ligneux

La richesse floristique est de 10 espèces ligneuses appartenant à 7 familles et 8 genres (Tableau 1). La famille des Mimosaceae est la plus représentée (30%), suivie de celle des Asclepiadaceae, (20%). Ces 50% correspondent aux proportions des cinq familles suivantes : les Caesalpiniaceae, les Balanitaceae, les Capparidaceae, les Salvadoraceae et les Rhamnaceae représentées chacune par une espèce soit 10%. En termes de genre, la famille des Asclepiadaceae est la mieux représentée avec 2 genres (25%). Les 6 autres familles sont représentées chacune par un genre soit 12,5%. Le genre *Acacia* est le seul qui compte 3 espèces, les autres n'ont qu'une

seule. En termes de fréquence, les espèces les plus rencontrées sont : *Acacia tortilis* (63,40%), *Balanites aegyptiaca* (18,77%), *Leptadenia pyrotechnica* (9,56%) et *Acacia senegal* (7,44%).

Discrimination des groupements ligneux

La matrice des 53 relevés et des 10 espèces a été soumise à une analyse de correspondance détendécée (DCA) avec une inertie totale de 4,15 (Tableau 2). Les trois premiers axes factoriels expliquent à 19,64% la variance totale. Cette faible valeur traduit la dispersion de l'information sur plusieurs axes. Quatre groupements ligneux notés G1, G2, G3 et G4 ont été individualisés (Figure 2). L'axe 1 oppose le groupement G2 (composé de relevés effectués sur des sols sableux) au groupement

G3 (constitué des relevés effectués sur des sols sablo-limoneux). Cet axe avec respectivement 0,52 et 2,73 de valeur propre et de longueur de gradient, exprime un gradient de texture du sol et de forte anthropisation. Il décrit le gradient majeur contrôlant la variabilité floristique de Dadaria. Sur le plan géomorphologique, ces relevés se distribuent sur une plaine. Quant à l'axe 2 avec 0,36 de valeur propre et 2,69 de longueur du gradient oppose les groupements G1 et G4. Cet axe traduit un gradient d'occupation du sol. Le G1 représente une communauté végétale composée des taxons inféodés à une texture sablo-limoneuse et à une seule unité géomorphologique (plaine). La dispersion des relevés du G4 s'explique par le fait qu'il est dominé par des espèces rencontrées dans tous les types de sols (sableux, sablo-limoneux), d'unités d'occupation du sol (pâturage, jachère) et unités géomorphologiques (plaine, talus et plateaux dunaires). La combinaison de deux premières espèces ayant les plus grandes valeurs indicatrices et les plus faibles valeurs de probabilité a permis de nommer les groupements. Ainsi, le groupement à *Calotropis procera* (Aiton) W.T.Aiton et *Ziziphus mauritiana* auct. (G1) se situe au niveau des plateaux dunaires et des plaines. Sur le plan édaphique, il se distribue sur des sols sableux et sablo-limoneux. Ce groupement est constitué de 16 relevés. Le groupement à *Balanites aegyptiaca* (L.) Del et *Acacia senegal* (L.) Willd (G2) est un groupement ubiquiste. En effet, il se trouve sur tous les types des sols, d'unités d'occupation et de la géomorphologie rencontrés. Il est constitué de 12 relevés. Celui de *Leptadenia pyrotechnica* (Forssk.) Decne et *Salvadora persica* (L.) (G3) se localise sur un substrat édaphique de texture sableuse très pauvres. Ce groupement est décrit à partir de 6 relevés. Quant au groupement à *Acacia tortilis* var *raddiana* et *Maerua crassifolia* Forssk. (G4), il se distribue à la fois sur des sols sableux et sur le sol sablo-limoneux et compte 17 relevés.

Richesse spécifique et indices de diversité

La richesse spécifique par groupement ligneux varie de 3 espèces (G4) à 7 espèces (G2). La valeur de l'indice global de diversité

de Shannon (H') est de 1,28 bits et l'équiatbilité de Pielou (E) 0,53 (Tableau 3). Les valeurs de cet indice ont légèrement varié selon les groupements. Ainsi, la plus faible valeur a été observée au niveau du G4 (0,21 bit) et la valeur la plus élevée au niveau du G3 (2,12). L'indice d'équiatbilité suit la même tendance. Il est plus faible pour le G4 (0,13) et plus élevé pour le G3 (0,91). L'appréciation du degré de similitude entre les groupements montre que les groupements G1 et G2 sont les plus semblables avec une similitude de 76% et les groupements G3 et G1 sont les plus dissemblables avec 50% (Tableau 4).

Paramètres dendrométriques

Les analyses statistiques via le test ANOVA montre qu'il existe au seuil de 5% ($P < 0,05$) une différence significative entre les quatre groupements pour les paramètres mesurés, excepté la densité de régénération (N_r) et la hauteur de Lorey (H_L). (Tableau 5). Cependant, les valeurs les plus importantes s'observent au niveau du groupement G4 ($D = 12,12 \pm 1,80$; $G = 0,52 \pm 0,10$; $HL = 7,95 \pm 0,98$, $R = 16,66 \pm 3,26$). La densité moyenne des adultes varie de 10 individus/ha pour G3 à 35 individus/ha pour G4. Quant à la densité de régénération, elle fluctue de 45 individus/ha pour le G2 à 64 individus/ha pour le G4.

Structure démographique des peuplements ligneux

Répartition des individus en classes de diamètre

La structure en diamètre des peuplements a été ajustée à la distribution de Weibull. Les résultats du test de conformité χ^2 indiquent que les distributions observées s'ajustent globalement bien avec les distributions théoriques de Weibull ($P > 0,05$). Les groupements G1 et G3 présentent une structure en forme de « J » renversé. Cette forme traduit l'importance des individus juvéniles au sein des peuplements ligneux. Les valeurs du paramètre de forme (c) varient selon les groupements (Figure 4). Ainsi, pour G3 le paramètre $c < 1$, caractéristique des peuplements multispécifiques ou inéquiennes, tandis que pour le G1 la valeur de c est comprise entre 1 et 3,6, caractéristiques des

peuplements monospécifiques avec prédominance des sujets jeunes. Pour les G2 et G4 les structures s'apparentent à une distribution en cloche Cette forme traduit une bonne représentation des classes intermédiaires. Pour le G4 la valeur de C > 3,6 caractéristiques des peuplements monospécifiques avec prédominance des individus âgés.

Distribution des individus en classes de hauteur

Pour tous les peuplements, la structure en hauteur présente une forme en « J » renversé avec le paramètre C < 1 caractéristique des peuplements multispécifiques ou inéquiennes (Figure 5). Pour tous ces peuplements, les effectifs des classes de hauteur [2 – 4 m et 4 – 6 m] sont très faibles. À l'échelle des peuplements, les hauteurs des sujets varient de 0,1 à 14 m. Pour les premières classes, la

proportion d'individus ayant une hauteur < 1 m varie de 86% pour le G1 à 100% des effectifs pour le G4. Les sujets dont les hauteurs dépassent 7 m varient de 10,60% pour le G3 à 24,79% pour le G4. Après la première classe, la quatrième classe compte plus d'effectifs à l'hectare et ce, dans tous les groupements.

Importance écologique des espèces ligneuses à Dadaria

Les espèces ayant les plus grandes valeurs d'indice de valeur d'importance (IVI) sont *Acacia tortilis* (179,55), *Balanites aegyptiaca* (78,87), *Leptadenia pyrotechnica* (19,34), *Acacia senegal* (17,84). On constate que les deux premiers taxons sont les plus répandus et marquent la physionomie de la végétation ligneuse, car leur IVI représente 84,66% de l'IVI total.

Tableau 1 : Richesse floristique des peuplements.

Familles	TB	TP	G1	G2	G3	G4	Espèces
	McPh	Pal	+	+			<i>Acacia senegal</i> (L.) Willd
Mimosaceae	McPh	S	+	+	+	+	<i>Acacia tortilis</i> var <i>raddiana</i>
	McPh	S			+		<i>Acacia seyal</i> auct.
Caesalpinaceae	McPh	S		+			<i>Bauhinia rufescens</i> Lam.
Balanitaceae	McPh	Pal	+	+	+	+	<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del
Asclepiadaceae	McPh	Pal	+	+			<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W.T.Aiton
	McPh	Pan	+	+	+	+	<i>Leptadenia pyrotechnica</i> (Forssk.)
Capparidaceae	McPh	SZ	+				<i>Maerua crassifolia</i> Fork.
Salvadoraceae	McPh	Pal			+		<i>Salvadora persica</i> L.
Rhamnaceae	McPh	Pal		+			<i>Ziziphus mauritiana</i> auct.

TB : types biologiques, TP : types phytogéographiques, G1, G2, G3 et G4 : groupements ligneux, + : présence de l'espèce.

Tableau 2 : Valeurs propres et inerties des trois premiers axes.

Axes	1	2	3	Inertie totale
Valeurs propres	0,52	0,36	0,26	4,15
Longueur des gradients	2,73	2,69	3,32	
Pourcentage cumulatif de variance expliquée	7,40	13,90	19,64	

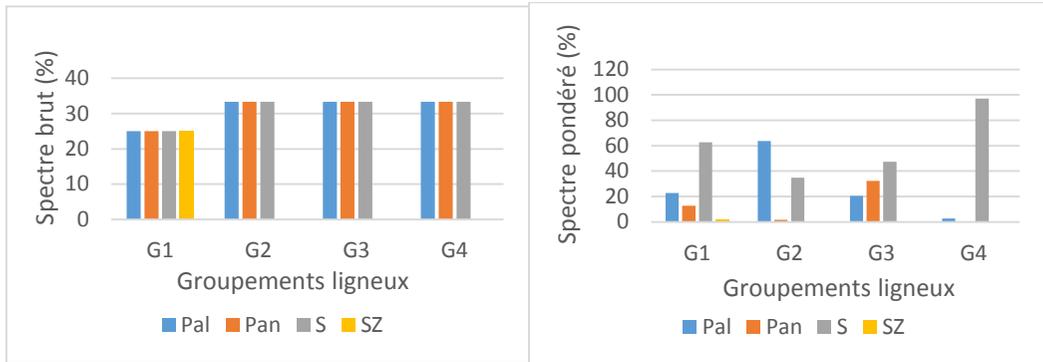


Figure 2 : Spectre brut des types phytogéographiques et Spectre pondéré des types phytogéographiques.

Tableau 3 : diversité spécifique de l'enclave pastorale de Dadaria.

Paramètres	Globale	G1	G2	G3	G4
Richesse spécifique (S)	10	6	7	5	3
Indice de Shannon (H en bits)	1,28	1,35	1,46	2,12	0,21
Equitabilité de Pielou (E)	0,53	0,58	0,52	0,91	0,13
Diversité maximale (Hmax)	2,32	2,58	2,8	2,32	1,58

Tableau 4 : Indices de diversité bêta.

Groupements	G1	G2	G3	G4
G1	100			
G2	76	100		
G3	50	54	100	
G4	60	66	75	100

Tableau 5 : Comparaison des moyennes des paramètres dendrométriques des groupements ligneux.

	G1	G2	G3	G4	P
	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	
D (cm)	8,66 ^{ab} ± 1,22	11,08 ^a ± 1,42	5,95 ^b ± 2,14	12,12 ^a ± 1,80	0,012
G (m ² /ha)	0,16 ^b ± 0,05	0,41 ^a ± 0,06	0,11 ^b ± 0,10	0,52 ^a ± 0,10	0,000
HL (m)	7,72 ^a ± 0,52	7,75 ^a ± 0,66	6,79 ^a ± 0,98	7,95 ^a ± 0,98	0,740
R (%)	6,66 ^b ± 1,74	4 ^b ± 2,20	16,66 ^a ± 3,26	16,66 ^a ± 3,26	0,0001
Na (pieds/ha)	13,86 ^b ± 3,55	21,44 ^{ab} ± 4,49	10,4 ^b ± 7,10	34,66 ^a ± 6,64	0,011
Nr (pieds/ha)	54,66 ^a ± 15,35	44,54 ^a ± 17,33	52 ^a ± 24,28	64 ^a ± 24,28	0,770

D : Diamètre moyen, **G :** surface terrière, **HL :** Hauteur moyenne de Lorey, **R :** recouvrement moyen ligneux du houppier, **Na :** densité des adultes, **Nr :** densité de régénération, **P :** probabilité, **NB :** les valeurs d'un même paramètre accompagnées de lettres différentes sont significativement différentes au seuil de 5%.

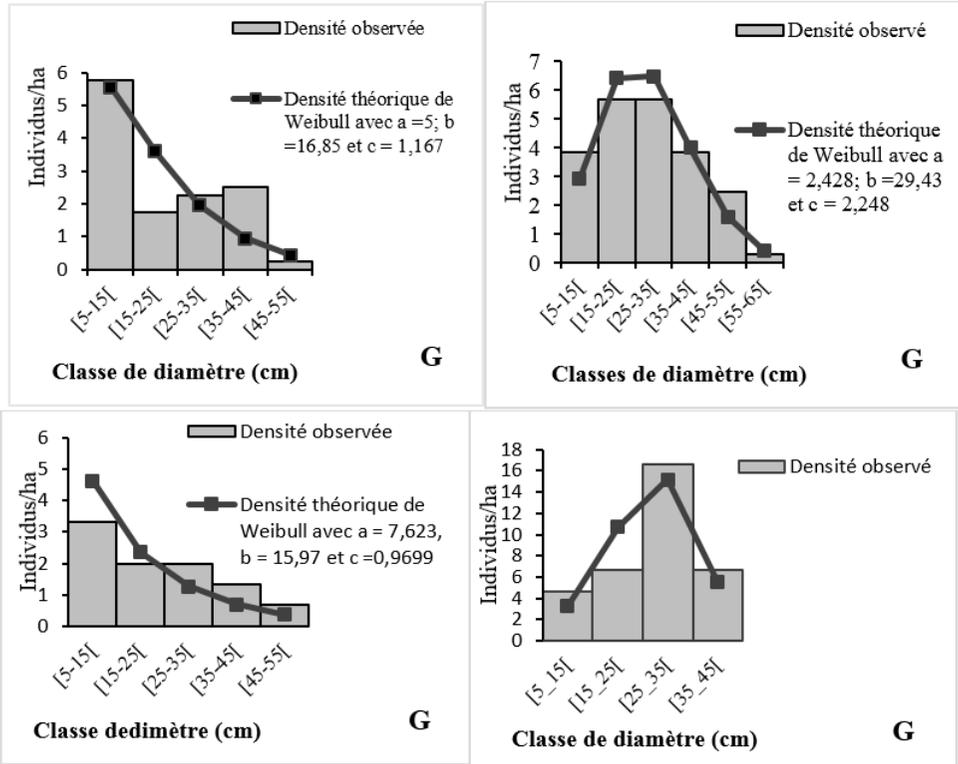


Figure 4 : Structure des groupements par classe de diamètre.

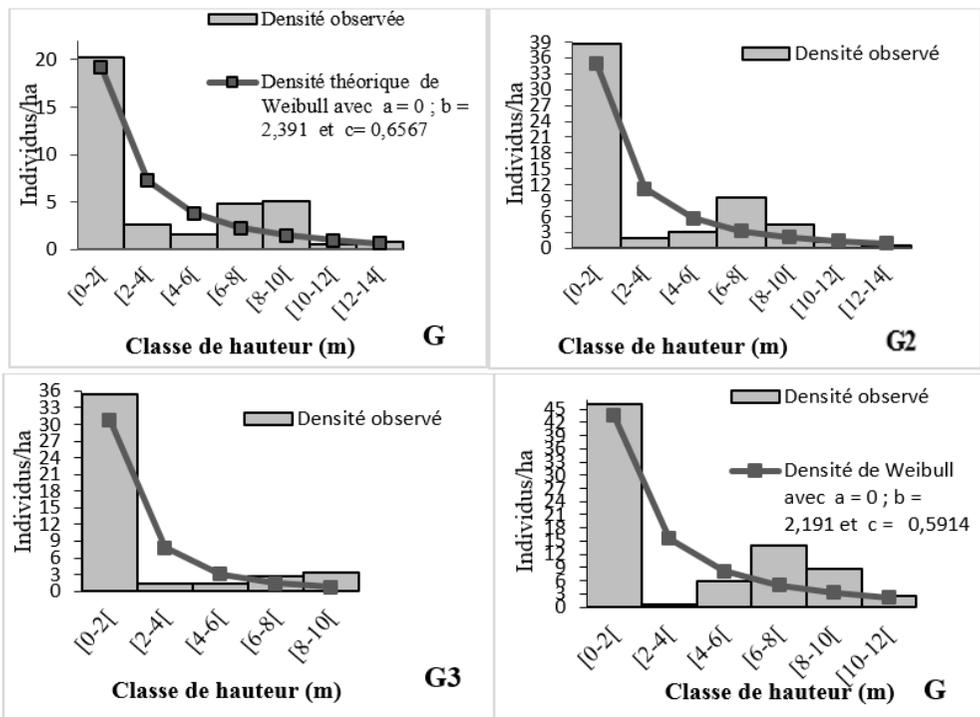


Figure 5 : Structure des groupements par classe de hauteur.

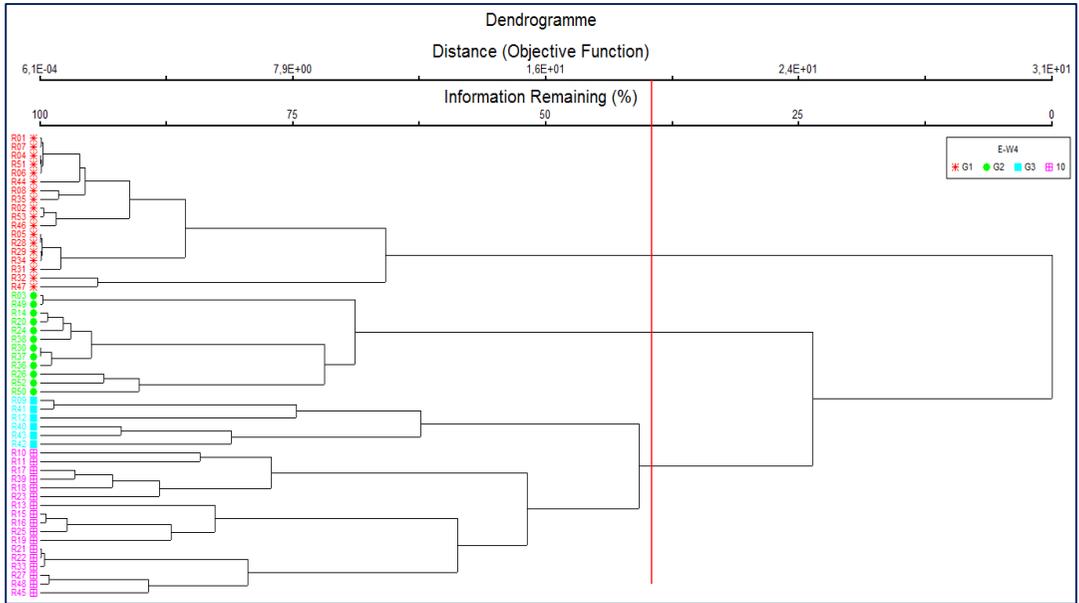
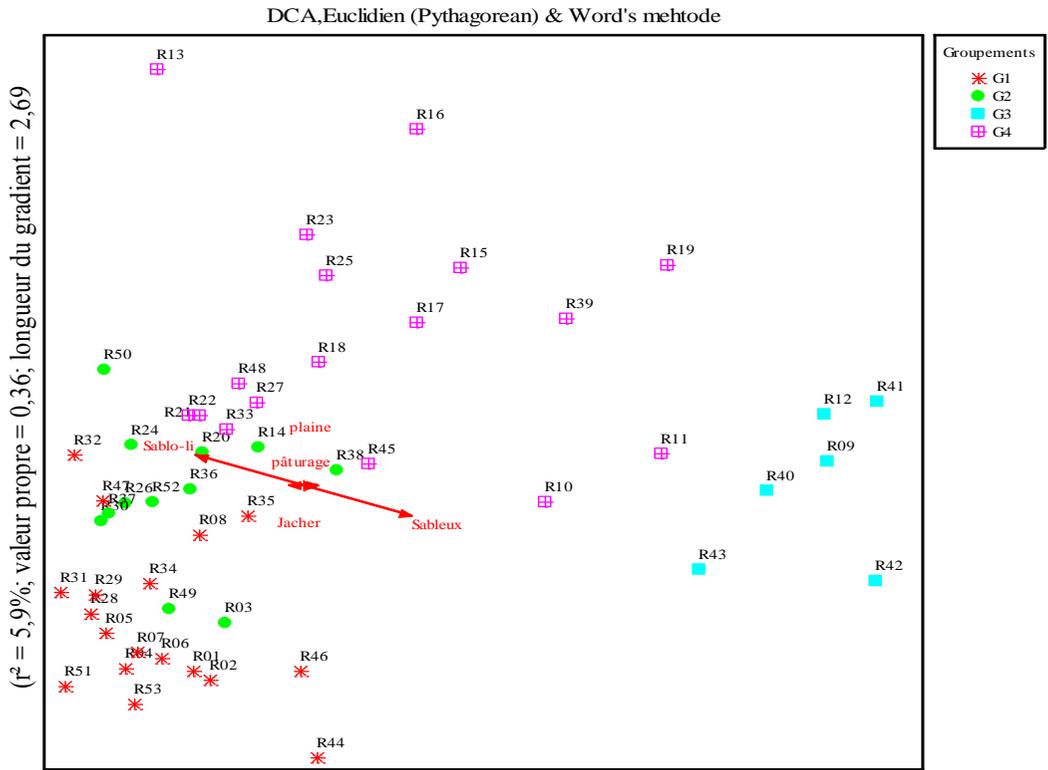


Figure 6 : Dendrogramme issu de la CHA des relevés.



Axis 1 ($r^2 = 17,9\%$; valeur propre = 0,52; longueur du gradient = 2,73)

Figure 7 : Carte factorielle : projection des relevés sur les axes 1 et 2 de la DCA.

DISCUSSION

La richesse floristique ligneuse de l'enclave pastorale de Dadaria est très faible avec 10 espèces regroupées en 7 familles et 8 genres. Cette richesse est variable suivant les groupements ligneux, elle est plus faible pour G4 (3 espèces) et plus élevée pour G2 (7 espèces). Ces résultats sont similaires à ceux de Kaou et al. (2017) qui ont dénombré 10 espèces ligneuses dans la végétation dunaire du sud de Mainé-Soroa. Toutefois, ils sont contraires à ceux de Abdourahmane et al. (2013) et de Ndong et al. (2016) qui ont trouvé respectivement 31 et 38 espèces ligneuses dans le complexe forestier de Dankada Dodo et le Ferlo sénégalais. Cette différence serait liée aux activités zoo-anthropiques intenses d'une part et d'autre part à la péjoration climatique dont fait face la région depuis plusieurs décennies. Selon Sarr (2009), le climat joue un rôle essentiel dans la composition et la structuration floristique. L'effet combiné de ces deux facteurs fait régresser voire disparaître de nombreuses espèces notamment ligneuses. En termes de familles, on note une forte dominance des Mimosaceae et Asclepiadaceae qui totalisent 50% de la composition floristique. La prédominance de ces deux familles témoigne d'une part leur résistance aux stress climatiques (Bakhom, 2013), d'autre part, elles constituent un indicateur d'un climat généralement sec (Mbayngone, 2008). La fréquence spécifique de *A. tortilis* est la plus importante (63,40%) dans tous les groupements ligneux suivie de celle de *B. aegyptiaca* (18,77%). Ce fort taux de l'espèce *A. tortilis* indique d'une part la tendance vers la monospécification de l'enclave et d'autre part l'adaptation de l'espèce aux conditions écologiques du milieu. La suprématie de ces deux espèces est confirmée par leurs grandes valeurs d'indices de valeur d'importance (IVI). Elles impriment la physionomie de cette formation pastorale, car leur indice de valeur d'importance représente 84,66% de l'IVI total. Selon Ndong

et al. (2015), le développement de l'espèce *B. aegyptiaca* est favorisé par sa sclérophylle élevée. Les valeurs de l'indice de Shannon sont globalement faibles et varient selon les groupements. Cet indice est plus élevé pour G3 (2,12 bit) et plus faible pour le G4 (0,21 bit). Ces différentes valeurs attestent que la strate ligneuse est très peu diversifiée. Selon Morou et al. (2016b), l'indice de Shannon a des valeurs fortes pour des espèces avec des recouvrements de même importance et prend des valeurs faibles lorsque quelques espèces ont de forts recouvrements. Les faibles valeurs observées traduisent la dominance des effectifs des individus de deux espèces : *A. tortilis* et *B. aegyptiaca* qui totalisent 79,20% de la fréquence totale. Les valeurs de l'indice de diversité bêta trouvées varient selon les groupements ligneux. Les plus grandes valeurs ont été notées entre G1 et G2. Cette forte ressemblance entre ces groupements s'explique par le fait qu'ils partagent presque le même cortège floristique. Les groupements G1 et G3 présentent la plus faible valeur de l'indice (50%). Cette faible valeur indique une certaine hétérogénéité de la composition floristique entre ces groupements. Selon Ndong et al. (2016), la faible valeur de cet indice traduit une différence dans la réponse adaptative des espèces de chaque groupement.

L'analyse des paramètres dendrométriques a révélé que la surface terrière, le recouvrement du houppier, le diamètre moyen et la densité des adultes, varient suivant les groupements. Ainsi, la densité moyenne des adultes varie de 10 ± 7 à 35 ± 7 individus/ha selon les groupements, avec une moyenne globale de 20 ± 4 individus/ha à l'échelle du peuplement global. Cette valeur moyenne est proche de celle de 25,8 individus/ha obtenue par Morou et al. (2016b) dans les parcs agro-forestiers de Dan Saga. Ces résultats témoignent que la densité des adultes est faible. Ainsi, les densités les plus faibles ont été notées dans les groupements G1 et G3 composés des relevés

effectués dans des milieux fortement anthropisés : le long de la route nationale numéro 1 où campent les réfugiés-déplacés et aux alentours des villages ou hameaux. Cette faible densité s'explique par la dominance des sujets âgés caractérisés par une exploitation abusive et dont la reconstitution nécessite une longue durée sans nouvelles perturbations eu égard aux conditions écologiques (Morou et al., 2016b). L'enclave constitue aussi la principale source d'approvisionnement en bois pour la ville de Mainé-Soroa. Pour assurer cet approvisionnement, les exploitants ont mis en place une pratique néfaste qui consiste à pointer des gros clous dans les troncs d'arbres ou couper les racines, ce qui faciliterait leur mort sur pied ou leur terrassement par le vent. Cette pratique prend de l'ampleur au niveau cet écosystème pastoral. Ces différents facteurs expliquent cette tendance baissière des ligneux. La densité moyenne globale de régénération est de 54 ± 20 individus/ha et varie de 45 ± 17 à 64 ± 24 individus/ha respectivement pour les G2 et G4. Ces valeurs de densité attestent que la régénération existe, est moyenne et répartie de façon presque homogène sur toute l'étendue de l'aire pastorale. Cependant, en raison d'une forte pression pastorale, ces plants peinent à franchir le stade juvénile. Cette influence du broutage sur la croissance des jeunes plants est illustrée par les propos d'un éleveur local qui dit « Dès que la biomasse herbacée se dessèche les jeunes plants ligneux seront rapidement broutés par les herbivores domestiques notamment les dromadaires ». Ces propos illustrent l'effet néfaste du surpâturage sur la régénération. Cette dynamique a été également observée dans un écosystème similaire par Abdourhamane et al. (2013) au niveau du complexe forestier de Dan kada Dodo où plus de 60% des jeunes individus n'arrivent pas à s'affranchir de la première classe C1 ($h < 1,3$ m) pour passer à la classe suivante C2 ($h > 1,3$ m). Si cette tendance se maintient, elle peut engendrer à la longue le non renouvellement du peuplement ligneux. Le taux de recouvrement

aérien est de 6,66%, 4%, 16,66% et 16,16% respectivement pour les groupements G1, G2, G3 et G4. On constate que les G3 et G4 présentent des recouvrements identiques et sont plus élevés tandis que les G1 et G2 ont les recouvrements les plus faibles. Le fort taux de recouvrements des groupements (G3 et G4) est dû à la présence des arbres à grandes cimes représentant les sujets âgés à l'état épars (*A. tortilis* et *B. aegyptiaca*). Selon Diallo (2011a), la présence d'individus épars ou disséminés montre que ce peuplement évolue dans des conditions climatiques difficiles aggravées parfois par une action anthropique intense. La structure en diamètre de quatre groupements a été ajustée au modèle théorique de Weibull et présent deux types de distribution. Les G1 et G3 présentent une structure en forme de « J » renversé, caractérisée par la prédominance des jeunes individus au sein du peuplement. Cette structure est dominée par les individus de faible diamètre. Ces derniers représentent 46% des effectifs. Cette abondance des jeunes témoigne que les premières classes sont bien représentées. D'après Morou (2010), l'abondance des individus de classe de faible diamètre garantie l'avenir d'une formation naturelle. Pour la structure verticale, la distribution observée ne s'ajuste pas bien au modèle théorique de Weibull. Ceci s'explique par le fait que toutes les catégories des ligneux ont été considérées ($a = 0$). Ce choix a été opéré dans le but de montrer l'existence de régénération mais que celle-ci est soumise à une forte pression notamment pastorale. La hauteur des sujets est comprise entre 0,1 m et 14 m selon les groupements ligneux et moins de 20% des individus atteignent 7 m. Selon Diallo et al. (2012), une telle hauteur caractérise la végétation sahélienne, essentiellement arbustive. Toutes les structures en hauteur de quatre groupements ligneux sont en forme de « J » renversé. Cette forme traduit l'importance des individus juvéniles au niveau des premières classes de hauteur (0 et 2 m). En effet, plus de 65% des individus recensés

appartiennent à ces classes. Cette abondance des jeunes plants témoigne l'existence d'un fort taux de régénération au sein du peuplement capable d'assurer la relève. Toutefois, on constate de façon uniforme une chute drastique du nombre d'individus après les premières classes (0-2 m). Cela confirme une rupture entre les jeunes plants et les jeunes arbres. Cette situation serait liée à la forte pression du bétail notamment les dromadaires. Ces résultats corroborent ceux de Diallo et al. (2012) qui ont montré dans les parcelles pastorales à WidouThiengoly au Sénégal que le broutage influence négativement la croissance des jeunes plants ligneux.

Conclusion

Cette étude a permis de caractériser l'enclave pastorale de Dadaria en termes de diversité floristique et structure démographique. Elle a montré que celle-ci tend vers une monospécification, car plus de 60% des individus participant au recouvrement appartiennent à une seule espèce (*A. tortilis*). Cette étude a également relevé l'existence d'une régénération naturelle bien répartie l'étendu de l'aire pastorale. Toutefois, elle reste soumise à une forte pression pastorale qui contribue à la dégradation continue de cet écosystème pastoral. D'où l'urgence et la nécessité d'élaborer un plan d'aménagement rigoureux doublée d'une gestion participative des ressources naturelles de cette enclave pastorale. Cette étude constitue d'une part une base de données scientifiques fiable et d'autre part un état de référence pour des travaux de restauration. Il est aussi important de poursuivre les investigations sur la caractérisation de la strate herbacée pour une connaissance globale de l'état actuel de cette formation pastorale.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs de ce manuscrit déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts entre eux.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Dans le cadre de la réalisation de cette étude, I.I et BM Ont élaboré le protocole de recherche, collecté et traité les données et aussi rédigé le Manuscrit. SK et TA ont apporté des conseils à l'analyse et traitement des données. MA, HA et ID ont participé à la relecture du document.

REFERENCES

- Abdourahamane 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.*, 7 (3): 1048-1068. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i3.13>.
- Assogbadjo A. 2006. Importance socio-économique et étude de la variabilité écologique, morphologique, génétique et biochimique du baobab (*Adansonia digitata* L.) au Bénin. Thèse, Ghent University, Belgium. p.213.
- Bakhom A. 2013. Dynamique des ressources fourragères: indicateur de résilience des parcours communautaires de Téssékéré au Ferlo (Nord-Sénégal). Thèse, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Senegal, p.115.
- Blanquet B. 1932. Plant sociology. The study of plant communities. *Ed. McGraw Hill, New York, London*, p.439.
- Bodart C, Ozer A, Derauw D. 2010. Suivi de l'activité des dunes au Niger au moyen de la cohérence interférométrique. *BSGLg*, 1 (54). ERS ½.
- Diallo A, Faye MN, Ndiaye O, Guissé A. 2011a. Variations de la composition de la végétation herbacée des plantations de *Acacia senegal* (L.) Willd de la zone de Dahra (Ferlo). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 5 (3) : 1250-1264. DOI: <http://ajol.info/index.php/ijbcs>.

- Diallo A, Emile CA, Amath T, Aliou G. 2012. Structure des populations de *Acacia senegal* (L.) Willd dans la zone de Tessékéré (Ferlo nord), Sénégal. *Journal of Applied Biosciences* 59 : 4366– 4374. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v79i1.15>.
- Garba Issa. 2017. Modélisation spatiale de la production fourragère en zone pastorale nigérienne. Thèse, Université de Liège, Belgique, p. 233.
- Grime JP. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *Amer. Nat.* p.111.
- Hountondji YC. 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. Thèse, Université de Liège-Belgique, p.153.
- Kaou KAK, Laminou MO, Danguimba I, Karim S, Habou R, Paul R. 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*, **120**: 12053-12066. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v120i1.8>
- Laouali A. 2014. Contribution à l’étude de la dynamique de l’élevage pastoral au Niger : Cas de la région de Diffa. Thèse, Université de Liège, Belgique, p. 212.
- Legendre P, Legendre L. 1999. Lexique anglais-français d’écologie numérique et de statistique. Montréal ULaval.
- Mahamane A, Saadou M. 2008. Méthode d’étude de la flore et de la végétation tropicale. Project SUN-EU. Actes de l’Atelier sur l’Harmonisation des Méthodes, Niamey , Niger, p.83.
- Mahamane A. 2005. Etudes floristique, phytosociologique et phytogéographique de la végétation du Parc Régional W du Niger. Thèse de doctorat d’Etat, Université Libre de Bruxelles, Belgique, p.484.
- Mbayngone E, Adjima TO, Karen H, Sita GO. 2008. Structure des ligneux des formations végétales de la Réserve de Pama (Sud-Est du Burkina Faso, Afrique de l’Ouest). Flora et Vegetation Sudano-Sambesica, Vol. 11.
- McCune B, Grace JB. 2002. Analysis of ecological communities. Glenden Beach, Oregon: MJM Software Design, p.300.
- Morou B, Sitou L, Abdoulaye AO, Haoua O, Chaïbou G, Mahamane A. 2016a: Ressources forestières ligneuses : diversité et usages dans le terroir villageois de Dan Saga. *Afrique SCIENCE*, **12**(4): 228 - 239
- Morou B, Haoua O, Abdoulaye AO, Abdoulaye D, Chaïbou G, Mahamane A. 2016b. Caractérisation de la structure démographique des ligneux dans les parcs agroforestiers du terroir de Dan Saga (Aguié, Niger). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(3): 1295-1311. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i3.31>
- 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, p.231.
- Ndiaye O, Diallo A, Sagna MB, Guissé A. 2014. Diversité floristique des peuplements ligneux du Ferlo, Sénégal. *Vertigo*, **13**(3): 12p. la revue électronique en sciences de l’environnement [En ligne],
- Ndong AT, Ousmane N, Moustapha BS, Diallo A, Didier G, Aliou G. 2015. Caractérisation de la végétation ligneuse sahélienne du Sénégal I: cas du Ferlo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9** (6) 2582-2594. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i6.6>.

- Ouédraogo O. 2009. Phytosociologie, dynamique et productivité de la végétation du parc national d'Arly (Sud-Est du Burkina Faso). Thèse, Université de Ouagadougou, Burkina -Faso, p.188.
- Ouôba P. 2006. Flore et végétation de la forêt classée de Niangoloko, Sud-Ouest du Burkina Faso. Thèse , Université de Ouagadougou, Burkina Faso, p.144.
- Rondeux J. 1999. *La Mesure des Peuplements Forestiers*. Presses Agronomiques: Gembloux ; Belgique; 522p.
- Saadou M. 1990. La végétation des milieux des drainés à l'Est du fleuve Niger. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger, p.539.
- Sambou B. 2004. Evaluation de l'état, de la dynamique et des tendances évolutives de la flore et de la végétation ligneuses dans les domaines soudanien et subguinéen au Sénégal. Thèse de doctorat , Université Cheikh Anta Diop, Senegal, p.248.
- Sarr MA. 2009. Évolution récente du climat et de la végétation au Sénégal (cas du Ferlo). Thèse Université Jean Moulin Lyon 3, France, p. 410.
- Sawadogo I. 2011. Ressources fourragères et représentations des éleveurs, évolution des pratiques pastorales en contexte d'aire protégée : Cas du terroir de Kotchari à la périphérie de la réserve de biosphère du W au Burkina Faso. Thèse de l' Ecole Doctorale Sciences de la Nature et de l'Homme, Paris, France, p. 338.
- Soumana I. 2011. Groupements végétaux pâturés des parcours de la région de Zinder et les stratégies développées par les éleveurs Ouda'en. Thèse de Doctorat Unique. Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger, p.234.
- Zabeirou T, Maman G, Amadou B. 2004. Étude sur la Dynamique de l'Ensablement dans le Département de Maïné-Soroa. Rapport, Projet d'Appui à la Gestion des Ressources Naturelles-PAGR, p.40.