



Diversité floristique et structure de la végétation dans la zone dunaire du sud-est du Niger : Cas de Mainé soroa

Kiari Ayimi Kolo Kaou¹, Ousmane Laminou Manzo^{2*}, Iro Dan Guimbo³, Saley Karim¹, Rabiou Habou⁴, Roger Paul⁵

¹Département de Biologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, B.P. 465 Maradi, Niger

²Département de Génie Rural et Eaux & Forêts, Faculté d'Agronomie et des Sciences de l'Environnement, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, B.P. 465 Maradi, Niger

³Département de Génie Rural et Eaux & Forêts, Faculté d'Agronomie, Université Abou Moumouni de Niamey, B.P. 10960 Niamey, Niger

⁴Département de Production Végétale, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Diffa, B.P. 78 Diffa, Niger

⁵Laboratoire de toxicologie environnementale, Département de Biologie, Gembloux AgroBioTech, Université de Liège, 2, Passage des Déportés, 5030 Gembloux, Belgique

*Auteur correspondant : Email : lamine_ous@yahoo.fr – Tél : +227 96 49 35 60

Original submitted in on 13th November 2017. Published online at www.m.elewa.org on 30th December 2017
<https://dx.doi.org/10.4314/jab.v120i1.8>

RÉSUMÉ

Objectifs : L'étude a été conduite dans le département de Mainé Soroa situé la Région de Diffa, à l'extrême sud-est du Niger dans l'optique d'un plan aménagement avec des travaux de fixation des dunes et de reboisement. L'objectif de celle-ci est de caractériser la composition floristique et la structure de la végétation de la zone. Les méthodes de collecte des données utilisées ont été celles des relevés phytosociologiques de Braun-Blanquet, de la phytomasse épigée et de mesures dendrométriques. Cette collecte a été réalisée sur 108 placettes de 1000 m². Les familles, les types biologiques et phytogéographiques des espèces ont été analysés à l'aide des spectres bruts et/ou pondérés.

Méthodologie et résultats : L'analyse des résultats a relevé une faible diversité de 38 espèces végétales réparties en 17 familles et 32 genres. Les familles les plus représentées sont les Poaceae (26,31%), les Mimosaceae et les Cyperaceae (10,52% chacune). Les thérophytes sont le type biologique le plus abondant (57,89%) et les espèces à distribution Soudano-Zambézienne le type phytogéographique le plus dominant, à l'échelle africaine, de la flore globale avec 40,45% de spectre brut. Associés avec l'appréciable proportion des microphanérophytes (15,79%), ces résultats révèlent le caractère arbustif et perturbé de cette végétation et aussi l'aridité du climat sahélien de la zone. La classification hiérarchique ascendante (CHA) a permis de discriminer 5 groupements végétaux d'une diversité floristique faible et avec une faible productivité de la biomasse herbacée. L'analyse des structures dendrométriques montre une dominance des individus de faible diamètre et de petite hauteur sur l'ensemble de groupements végétaux.

Conclusion et application des résultats : Ces résultats révèlent de l'état de dégradation avancé et de perturbation de la végétation steppique de la zone d'étude. Ce qui constitue un état de référence pour une gestion durable des terres pour des projets de fixation des dunes et de reboisement dans la lutte contre l'ensablement dans la zone.

Mots clés : Composition floristique, types biologiques, types phytogéographiques, structure, Niger

ABSTRACT

Objective: The study was conducted at the Mainé Soroa department located in the region of Diffa, in the far south eastern Niger in the perspective of a development plan based on sand dune fixation and reforestation. The aim of this study is to characterize the floristic composition and the vegetation structure of the area.

Methodology and Results: Braun-Blanquet phytosociological surveys, epiged phytomass and dendrometric measurements were the data collection methods used. Data were collected on 108 plots of 1000 m². Species families, biological and phytogeographical types were analyzed using raw and / or balanced spectrums. Results analysis revealed a low floristic diversity of 38 plant species distributed into 32 genera and 17 families dominated by Poaceae (26.31%), Mimosaceae and Cyperaceae (10.52% each) families. Therophytes species were the most abundant biological type (57.89%) and Sudano-Zambezian species are the most dominant phytogeographic type of the global flora with 40.45% in of raw spectrum. Associated with the appreciable proportion of microphanerophytes (15.79%), these results reveal the shrubby and disturbed character of this vegetation and reflected the dryness of the climate. 5 plant groups of low floristic diversity and low productivity of herbaceous biomass were discriminated through the ascending hierarchical classification (CHA) analysis. While dendrometric structures analysis showed the dominance of small diameter and small height trees within all the plant groups.

Conclusion and application of results: These results reveal the advanced degradation and disturbance state of the study area steppe vegetation. This constitutes a reference state for sustainable land management for dune fixation and reforestation projects in the fight against sand dune invasion in the area.

Keywords: floristic composition, biological types, phytogeographic types, structure, Niger

INTRODUCTION

Le souci de conservation de la biodiversité, avec la prise en compte des besoins et aspirations des populations locales, est devenu réel depuis le Sommet de la Terre en 1992 (Inoussa *et al.*, 2013). Les espèces végétales, en Afrique au Sud du Sahara, sont très importantes pour les populations humaines en raison de leur contribution à la satisfaction des besoins en alimentation, santé, énergie, revenus et autres aspects du bien-être humain (Codjia *et al.*, 2003 ; Sinsin *et al.*, 2004 ; Mahapatra *et al.*, 2005 ; Akinnifesi *et al.*, 2008 ; Diallo *et al.*, 2008 ; Oumorou *et al.*, 2010 ; Fandohan, 2011). Malgré cette importance reconnue de la conscience collective, l'érosion de la biodiversité se poursuit et constitue une menace pour l'humanité (Sinsin et Kampmann, 2010). Ainsi, les ligneux et leurs habitats subissent des perturbations, liées à ces actions anthropiques et aux changements climatiques, qui menacent leur survie alors même que leurs caractérisations écologiques, morphologiques, génétiques et l'inventaire de leur utilité n'aient été approfondies (Natta *et al.*, 2011).

Ces dernières décennies, l'Afrique a été caractérisée par un taux annuel de déforestation de l'ordre de 0,7 %, soit plus du double de la moyenne mondiale (Yaméogo *et al.*, 2009). En effet, l'augmentation des populations a entraîné une pression sans cesse croissante sur les écosystèmes forestiers due essentiellement aux activités anthropiques de tout genre (feux de brousse, exploitations anarchiques de certaines essences recherchées pour le charbon ou pour le bois de feu et pour le bois d'œuvre, divagations des animaux, pratiques culturelles traditionnelles). Au Niger, la population est estimée, en 2016, à 20 283 950 habitants avec un taux d'accroissement naturel de 3,9% (INS, 2013). Près de 84% de celle-ci vit en milieu rural et tire l'essentiel des moyens de sa subsistance de l'exploitation des ressources naturelles (Baggnian, 2010). A l'instar des autres pays du Sahel, ce pays fait face à des menaces d'ordre environnemental notamment la désertification. La dégradation des terres de cultures est la manifestation la plus importante de ce phénomène dans le pays (Ibrahim, 2005). Ce

phénomène de la dégradation de terres est plus accentué dans la partie sud-est du pays caractérisée par la présence des anciennes dunes remobilisées, qui étaient, il y a peu, fixées par la végétation naturelle. Cette réactivation de dunes est provoquée par la raréfaction de la couverture végétale des sols suite aux effets conjugués des sécheresses et des actions anthropiques (Bodart *et al.*, 2010). Ce phénomène s'observe plus particulièrement dans les régions de Zinder et Diffa et beaucoup plus encore dans les départements de Gouré et de Mainé Soroa. Pour les populations rurales, ce phénomène de dégradation des terres se traduit par un risque d'ensablement de l'habitat, des infrastructures (écoles et routes), des champs de cultures, des pâturages, des points d'eau et des cuvettes-oasiennes (Aboubacar *et al.*, 2009). Dans le département de Mainé soroa, avec les variations climatiques associées aux pressions anthropiques, le phénomène s'est accéléré et a porté la superficie occupée par les dunes vives à 305 000 ha en 2005 (Syaka, 2013). Selon Zabeirou et Manane (2006), entre 1968 et 2005, l'ensablement a enseveli 25% de terres agricoles, soit près de 186 000 ha, et l'extension des champs des cultures se sont effectuée à 92% sur les modelés dunaires, soit 41 200 ha. La principale

conséquence de ce phénomène est la dégradation de la végétation. Pour faire face à cette situation, et restaurer le milieu écologique, plusieurs actions de récupération des terres dégradées ont été mises en œuvre à travers des opérations de fixation des dunes. Ainsi, il est évident que le maintien de la qualité de cet environnement dépend intimement de la présence de la végétation pour fixer les dunes et lutter contre l'ensablement. Dans le contexte de dégradation des ressources naturelles que vit cette région, une meilleure connaissance des caractéristiques de la végétation permettra de mieux appréhender la structure des écosystèmes en place afin de proposer des stratégies de gestion durable. En effet, selon Melom (2015), la connaissance de la flore et de la végétation d'une localité donnée est un outil indispensable pour appuyer les politiques de développement durable. C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente étude qui vise à caractériser la végétation des terroirs de Darsarom, Kil et Nguel Lamido dans le département de Mainé soroa au Sud-est du Niger. L'objectif global est d'établir un état de lieu organisationnel et structural de la flore des différents écosystèmes de ces terroirs, représentatifs de cette zone de steppe.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Sites d'étude : Les terroirs de Darsarom, de Kil et de Nguel Lamido, sites de l'étude, sont situés au centre sud du département de Mainé Soroa dans la Région de Diffa à l'extrême sud-est du Niger (Figure 1). Ce département est compris entre 13°05' et 14°30' de latitude Nord et 10°35' et 12°30' de longitude Est. Le relief est caractérisé par des plaines et des dunes de sable, des cuvettes oasiennes et des bas-fonds (Harouna, 2006). Le climat de la zone est de type saharo-sahélien marqué par une longue saison sèche (9 à 10 mois), suivie d'une saison des pluies aux précipitations courtes et violentes essentiellement durant les mois de juillet et août (Bodart *et al.*, 2010). La zone d'étude présente une végétation de type steppique ouverte, présentant des petites unités contractées de ligneux (Saadou, 1990). Le cumul pluviométrique annuel à Mainé Soroa est de 384,33 ± 72,60 mm sur les 15 dernières années, des

températures présentant deux minima de 12 (décembre – Janvier) et 23°C (Juillet – Août) et deux maxima de 38 (Octobre) et 41°C (Avril – Mai) (Toudjani *et al.*, 2004). L'Harmattan et la Mousson sont les deux types de vent rencontrés dans cette zone où le vent souffle presque tout le temps (Toudjani *et al.*, 2004). La vitesse moyenne mensuelle de 3 m/s, érosive, est enregistrée de janvier à mars et de juin à juillet (Ado, 2011). Les principaux types de sols rencontrés regroupent les sols des plaines et plateaux dunaires constitués principalement de sable fin profond, de faible fertilité, de faible teneur de matière organique avec une forte carence de potassium ; les sols des bas-fonds occupés par une végétation ligneuse dense et variée dominée par l'espèce *Acacia raddiana* et les sols des cuvettes humides où les cultures maraîchères et fruitières sont pratiquées lorsque la teneur en sels n'est pas très élevée.

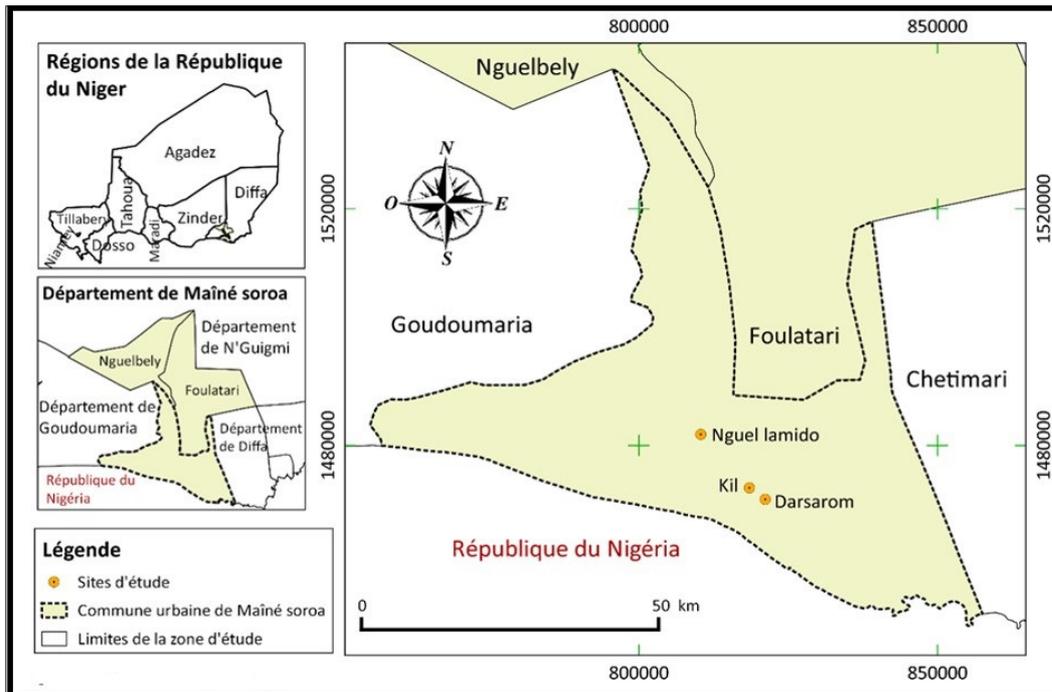


Figure 2 : Localisation de la zone d'étude

Échantillonnage : Dans le cadre de cette étude, la méthode d'échantillonnage de type stratifié a été choisie. Les relevés phytosociologiques ont été réalisés dans deux unités d'occupation des sols : les dunes et des dépressions interdunaires au niveau des 3 sites. Les relevés floristiques ont été réalisés dans 108 placettes disposées sur le long de 12 transects parallèles et équidistants de 100 m, soit 4 transects par site. A l'intérieur de chacun des types d'occupation des sols, des relevés ont été réalisés à des distances aléatoires mais suivant la densité des espèces végétales. Cette densité permet de relever un nombre important d'espèces. La collecte des données a été réalisée dans 108 placettes de 1000 m² (50 m x 20 m) dans les zones dunaires et de dépressions interdunaires. Elles correspondent à l'aire minimale d'inventaire pour la végétation de type steppique (Mahamane et Saadou, 2008). Dans les placettes, les noms de toutes les espèces herbacées et ligneuses ont été enregistrés. Pour les ligneux, la hauteur totale des individus, le diamètre à hauteur de poitrine (DHP = 1,30 m), le diamètre du houppier dans les deux directions perpendiculaires ont été mesurés. La phytomasse épigée des herbacées a été récoltée dans toutes les placettes au niveau des cinq placeaux de 1 m² (1m x 1m) de chacune des placettes (Abdou *et al.*, 2012). Ces placeaux ont été installés aux quatre angles et au milieu de la placette (Ouedraogo *et al.*, 2005).

Analyse des données : Les relevés phytosociologiques ont été effectués suivant la méthode sigmatiste de Braun-Blanquet (1932). Ils ont été constitués en une matrice de l'abondance-dominance des espèces qui 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 (Legendre et Legendre, 1998). 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 (1934). Les poids frais et sec de la biomasse herbacée récoltée ont été déterminés par pesage.

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

- Le taux de recouvrement (R) en % :

$$R(\%) = \frac{r \times 100}{S} \quad \text{avec} \quad r = \prod_{i=1}^n di^i$$

Où r = recouvrement de l'ensemble des individus de la placette (m²) ; di = diamètre moyen du houppier de l'individu i (m) ; s = superficie de la placette (m²) ;
 - La surface terrière (G) en m²/ha :

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

Où d = le diamètre à 1,30 m.
 - 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) :

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

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

- La distribution de Weibull a été utilisée pour représenter la structure théorique des peuplements ligneux.

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

- La diversité alpha en utilisant l'indice de Shannon-Weaver (1949) :

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Caractéristiques floristiques : Les résultats de l'étude montrent que la zone d'étude compte 38 espèces végétales réparties en 17 familles et 32 genres (Tableau 1). Les familles les mieux représentées regroupent les Poaceae (26,31%), les Mimosaceae et les Cyperaceae (10,52% chacune), les Papilionaceae et les Asclepiadaceae (7,89% chacune), les Cucurbitaceae et les Euphorbiaceae (5,26% chacune). Plus spécifiquement, la liste floristique de cette zone comporte 10 espèces ligneuses réparties en 5 familles et 8 genres avec une dominance des Mimosaceae (37,5%) et des Asclepiadaceae (25%) et 28 espèces herbacées réparties en 12 familles et 24 genres avec une dominance des Poaceae (35,71%), des Cyperaceae (14,28%), des Papilionaceae (10,71%) des

Où H' = Shannon/Weaver ou indice de diversité, pi = ni/∑ni, avec ni = recouvrement moyen de l'espèce i et ∑ni = recouvrement total de toutes les espèces.
 - L'Equitabilité de Piérou (E) :

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

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.

Le logiciel Minitab14 a été utilisé dans la réalisation de la structure démographique des ligneux et le test T de student dans la corrélation entre le diamètre et la hauteur. Le test statistique RMSE (Root Mean Square Error) a été utilisé pour valider l'ajustement de la structure démographique à la distribution théorique de Weibull au seuil de 5%. L'analyse de la phytobiosse épigée a été effectuée à l'aide de logiciel XLSTAT version 7.1. Le logiciel R (version i386 3.1.2) a servi à faire les analyses de variance des paramètres dendrométriques. Le logiciel PC-ORD version 5 a été utilisé pour discriminer les groupements végétaux. L'interprétation écologique, faite via l'Analyse Canonique des Correspondances, a été réalisée à l'aide du logiciel Canoco for Windows 4.5.

Cucurbitaceae et des Euphorbiaceae (7,14% chacune). En terme d'espèces, cette flore est relativement pauvre par rapport à d'autres inventoriées en zone sahélienne du Niger (Laminou et al., 2017). Cette faible importance numérique est beaucoup plus marquée chez les ligneux comparée à d'autres résultats toujours en zone sahélienne (Abdourahmane et al., 2013). Les Poaceae sont les familles dominantes de la composition de cette flore. Il a été démontré que les graminées sont des espèces qui résistent aux différentes perturbations car elles développent une stratégie leur permettant de se maintenir et de se développer dans un environnement perturbé (Bremen et De Ridder, 1991).

Tableau 1 : Liste floristique de la zone d'étude

Espèces	Familles	Types biologiques	Types phytogéographiques
<i>Aristida sieberiana</i> Trin	Poaceae	H	SZ
<i>Balanites aegyptiaca</i> (L.) Del.	Balanitaceae	McPh	SZ-Sah.S
<i>Cyperus conglomeratus</i> Rottb	Cyperaceae	Hé	SZ-Sah.S
<i>Ipomoea coptica</i> (L.) Roth. Ex Roem. Et Schult.	Convolvulaceae	The	GC-SZ
<i>Alysicarpus ovalifolius</i> (S. et Th.) Léon.	Papilionaceae	The	GC-SZ
<i>Aristida stipoides</i> Lam.	Poaceae	The	SZ
<i>Leptadenia hastata</i> (Pers.) Decne.	Asclepiadaceae	NnPh	SZ
<i>Indigofera diphylla</i> Vent.	Papilionaceae	The	SZ-Sah.S
<i>Chloris virgata</i> Sw	Poaceae	The	SZ
<i>Hyphaene thebaica</i> (L.) Mart.	Arecaceae	MsPh	SZ
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> L. Beauv.	Poaceae	The	GC-SZ-Sah.
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	Gt	GC-SZ
<i>Cenchrus biflorus</i> Roxb	Poaceae	The	SZ-Sah.S
<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae	Gt	GC-SZ
<i>Panicum repens</i> L.	Poaceae	The	
<i>Aristida mutabilis</i> Trim.	Poaceae	The	SZ
<i>Acacia raddiana</i> (Savi) Brenan.	Mimosaceae	McPh	SZ-Sah.S
<i>Leptadenia pyrotechnica</i> (Forsk.) Decne	Asclepiadaceae	NnPh	SZ-Sah.S
<i>Prosopis juliflora</i> (Guill. Et Perr.) Taub	Mimosaceae	McPh	I
<i>Faidherbia albida</i> Del.	Mimosaceae	McPh	SZ-Sah.S
<i>Euphorbia forskalaei</i> Gay.	Euphorbiaceae	The	SZ-Sah.S-Med
<i>Calotropis procera</i> (Ait.) Ait. F	Asclepiadaceae	McPh	Sah.S GC-SZ-Sah.S
<i>Tribulus terrestris</i> L.	Zygophyllaceae	The	GC-SZ
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	Poaceae	The	GC-SZ
<i>Chrozophora brocchiana</i> Vis ex Spreng	Euphorbiaceae	NnPh	SZ-Sah.S
<i>Spermacoce radiata</i> (DC.) Hiem	Rubiaceae	The	SZ
<i>Acacia senegal</i> (L.) Wild.	Mimosaceae	McPh	SZ
<i>Commelina forskalaei</i> Vahl.	Commelinaceae	The	SZ
<i>Pennisetum pedicellatum</i> Trin var pubirachis Berh.	Poaceae	The	SZ
<i>Cymbopogon schoenanthus</i> Spreng.	Poaceae	Hé	SZ
<i>Corchorus tridens</i> L.	Tiliaceae	The	SZ
<i>Bauhinia rufescens</i> L.	Césalpiniaceae	MsPh	SZ
<i>Zornia glochidiata</i> Reichb. ex Dc.	Papilionaceae	The	GC-SZ
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Amaranthaceae	The	GC-SZ
<i>Fimbristylis hispidula</i> (Vahl.) Kunth.	Cypéraceae	The	GC-SZ
<i>Citrillus lanatus</i> (Thunb.) Matsumara et Nakai	Cucurbitaceae	The	SZ
<i>Cucumis prophetarum</i> L.	Cucurbitaceae	The	SZ
<i>Mollugo cerviana</i> (L.) Seringe	Aizoaceae	The	SZ-Sah .S-Med

Cette dominance des Poaceae a été rapportée par plusieurs études menées au Sahel notamment celles de Mahamane (2005) dans le Parc régional du W du Niger, Morou (2010) dans région de Zinder et Melom *et al.* (2015) dans la zone de Massenya au Tchad. Ce qui confirme que les Poaceae sont caractéristiques de la zone sahélienne. Les Mimosaceae et les Cyperaceae (notamment *Cyperus conglomeratus*) pour leur part, sont connues pour être indicatrices d'un climat généralement sec. Les Asclepiadaceae sont

représentées, majoritairement, par l'espèce *Leptadenia pyrotechnica* (Forsk.) Decne. Celle-ci est une espèce caractéristique des steppes sahéliennes. Elle se rencontre aussi sur des dunes de sable qu'elle fixe. Toutes ces familles sont composées d'espèces qui résistent notamment au manque et à l'insuffisance des pluies, mais aussi aux fortes températures (Savadogo *et al.*, 2016). Ces aspects montrent que la zone d'étude est véritablement une zone aride en dégradation soumise à l'ensablement.

Tableau 2: Analyses globale des types biologiques

Types biologiques	Nombre d'espèces	% d'espèces	Recouvrement
Thérophytes (The)	22	57,89	41,13 (76,23%)
Microphanérophytes (McPh)	6	15,78	5,17 (9,59%)
Nanophanérophytes (NnPh)	3	7,89	0,15 (0,28%)
Hémicryptophytes (H)	3	7,89	6,38 (11,83%)
Mésophanérophytes (MsPh)	2	5,26	0,02 (0,05%)
Géophytes tuberculeux (Gt)	2	5,26	1,07 (1,98%)
Total	38	100	53,95 (100%)

L'analyse des types biologiques (Tableau 2) montre que les types dominants sont les thérophytes qui constituent plus de la moitié de la flore de la zone avec 57,89%, suivies des microphanérophytes (15,78%) et des nanophanérophytes (7,89 %). La prédominance des thérophytes montre que ces espèces s'adaptent mieux aux conditions du milieu. En effet, les thérophytes bouclent leur cycle pendant la saison des pluies et passent la saison sèche à l'état de graines, donc sont moins affectées par les rudes conditions du milieu (Morou, 2010). Elles font parties aussi des principales plantes caractéristiques propres à la végétation sahélienne (Mahamane *et al.*, 2009). Cette prédominance des thérophytes a été observée dans d'autres régions du Sahel notamment à Kouré (Morou, 2010) et à Gouré (Abdou, 2016) au Niger et à Assaba en Mauritanie (Abdellahi *et al.*, 2011). L'appréciable proportion des microphanérophytes dénote l'importance

des formations arbustives dans la végétation de la zone d'étude (Mahamane, 2005 ; Thiombiano, 2005 ; Nacoulma, 2012). Aussi, selon Koulibaly *et al.* (2006), la forte proportion des thérophytes (57,89%) et la faible représentativité des hémicryptophytes (7,89%) et des géophytes (5,26%) témoignent de la xéricité de la zone d'étude. Ce qui est confirmé par Toudjani *et al.* (2004) et Bodart *et al.*(2010). L'analyse phytogéographique (Tableau 3) montre que, à l'échelle africaine, la flore globale est dominée par les espèces Soudano-Zambéziennes avec 40,45% de spectre brut, suivies des espèces Guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes (24,32%) et des espèces Soudano-zambéziennes-saharo-sindiennes (21,62%). Les types les moins représentés regroupent les espèces Guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes-saharo-sindiennes, les Soudano-zambéziennes-saharo-sindiennes-méditerranéennes et les Introduites.

Tableau 3: Analyses globale des types phytogéographiques

Types phytogéographiques	Spectre brut	
	Nombre	%
Soudano-zambéziennes (SZ)	15	40,54
Guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes (GC-SZ)	9	24,32
Soudano-zambéziennes-saharo-sindiennes (SZ-Sah.S)	8	21,62
Guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes-saharo-sindiennes (GC-SZ-Sah.S)	2	5,40
Soudano-zambéziennes-saharo-sindiennes-méditerranéennes (SZ-Sah.S-Med)	2	5,40
Introduites (I)	1	2,70
Total	37	100

La présence d'espèces plurirégionales témoigne d'une végétation perturbée. Les résultats révèlent une flore peu métamorphosée car la forte proportion des espèces à large distribution est un indice de perturbation et indique que la flore perd de sa spécificité (Sinsin, 1993 ; Sinsin, 2001). Ce qui pourrait être dû aux effets du changement climatique, au surpâturage et à l'ensablement en cours dans la zone qui modifie fortement la flore originelle (Melon, 2015).

Identification des groupements végétaux : La matrice de relevés des peuplements de la zone d'étude en Abondance/dominance (108 relevés et 38 espèces) a été soumise à une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA). Le dendrogramme issu de la CHA est représenté par la figure 2. Le dendrogramme issu de la CHA a permis de discriminer 5 groupements végétaux au seuil de 26 % de l'indice de Sorensen.

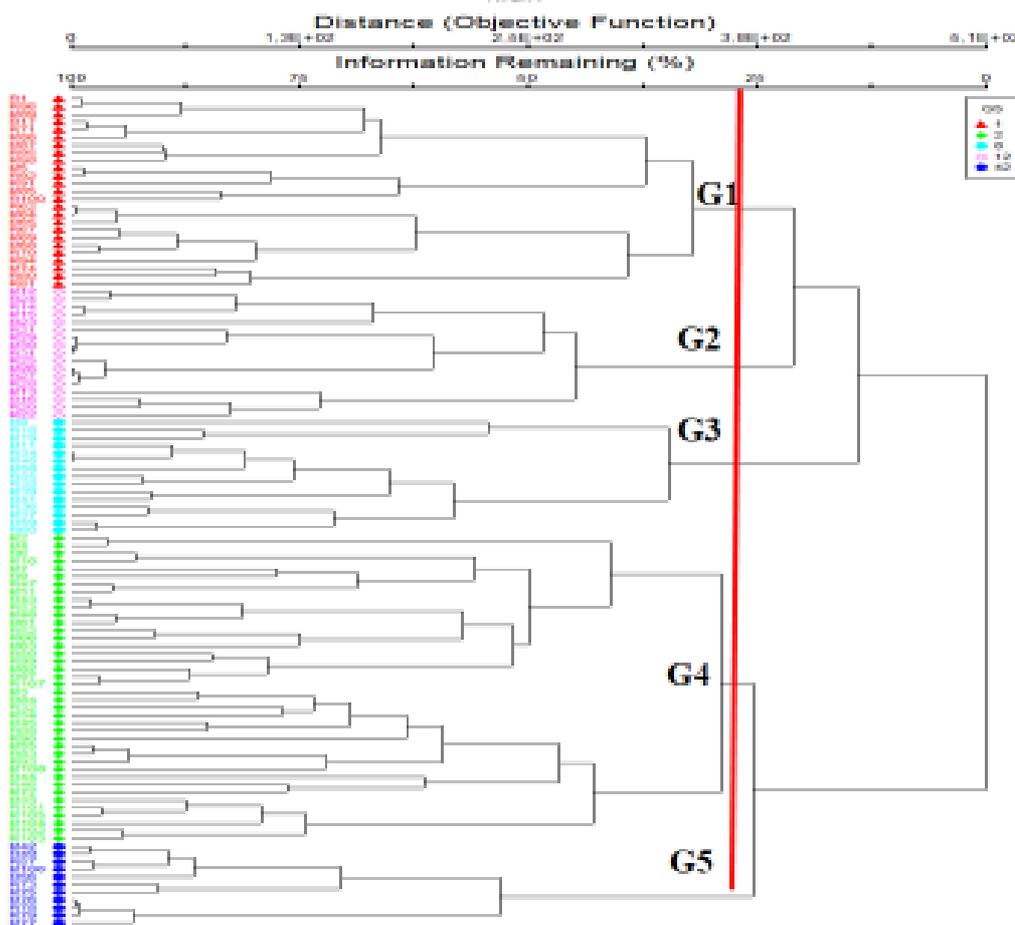


Figure 2: Classification hiérarchique ascendante des groupements végétaux (CHA)

Légende : Groupe 1 : groupement à *Pennisetum pedicellatum* et *Calotropis procera* (G1) ; Groupe 2 : groupement à *Aristida stipoides* et *Prosopis juliflora* (G2) ; Groupe 3 : groupement à *Cenchrus biflorus* et *Acacia raddiana* (G3) ; Groupe 4 : groupement à *Panicum repens* et *Faidherbia albida* (G4) ; Groupe 5 : groupement à *Alysicarpus ovalifolius* et *Acacia senegal* (G5).

Les résultats de l'Analyse Canonique des Correspondances (ACC) (Tableau 4) indiquent une inertie totale de 4,000. Le test de Monte Carlo montre

que les variables environnementales testées ont un effet significatif sur la distribution des groupements ($p = 0,0020$).

Tableau 4: Résultats de l'ACC appliquée à la variable «espèces» et aux variables environnementales

Axes	1	2	3	4	Inertie total
Valeurs propres :	0,184	1,00	0,816	0,000	
Corrélation espèces-environnement	0,429	0,000	0,000	0,000	
Variance floristique expliquée (%)	4,6	29,6	50,0	0,0	
Variance espèces-environnement expliquée (%)	100,0	0,0	0,0	0,0	
Somme des valeurs propres					4,000

La carte factorielle (Figure 3), issue de l'Analyse Canonique des Correspondances, qui illustre la distribution des groupements végétaux en fonction des variables environnementales, montre que les trois variables environnementales, notamment la géomorphologie, la texture et la profondeur du sol,

expliquent à 50 % la variance totale (inertie totale = 4,000). C'est ainsi que les groupements G1, G2 et G4 se retrouvent sur les dunes fixées avec un sol à texture sableuse et très profond et les groupements G3 et G5 dans les dépressions interdunaires avec un sol à texture sablo-argileuse et moyennement profond.

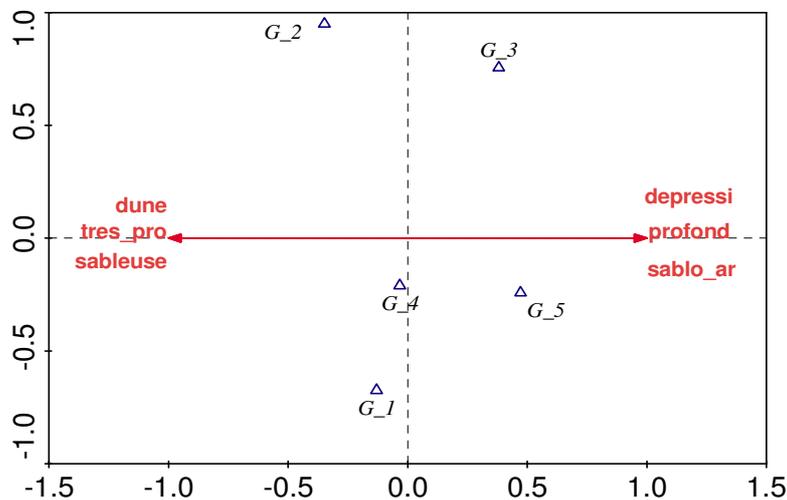


Figure 3 : Carte factorielle : Projection sur les axes 1 et 2 de l'ACC appliquée aux groupements végétaux en fonction des variables environnementales (géomorphologie, texture et profondeur du sol)

Légende : Dune : dunes fixées ; Depressi : dépressions interdunaires ; Sableuse : texture sableuse ; Sablo_arg : texture sablo-argileuse ; Profond : sol profond ; tres_pro : sol très profond.

Caractéristiques des groupements végétaux : Le dendrogramme issu de la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) a permis de discriminer 5 groupements végétaux (G1, G2, G3, G4 et G5) avec un seuil de 26% de l'indice de Sorensen. Le premier groupement (G1) est établi à partir de 25 relevés avec une richesse spécifique de 24 espèces. *Pennisetum pedicellatum* et *Calotropis procera* sont les espèces caractéristiques de ce groupement avec des recouvrements moyens respectifs de 11,40 et 1,18%. L'analyse des spectres biologiques brut et pondéré montre que les types thérophytes constituent l'essentiel de la flore de ce groupement avec 62,50% de spectre brut et 89,01% de spectre pondéré. Ils sont suivis des

microphanérophytes qui contribuent à 12,50% au spectre brut et 9,41% au spectre pondéré. Les autres formes de vie de ce groupement, faiblement représentées, comprennent les nanophanérophytes, hémicryptophytes, mésophanérophytes, géophytes tuberculeux dans les spectres brut et pondéré respectivement de 8,33 et 0,09% ; 8,33 et 0,28% ; 4,17 et 0,09% et 4,17 et 0,09%. L'analyse des spectres phytogéographiques de ce groupement G1 montre une prépondérance des espèces guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes et soudano-zambéziennes dans les deux spectres avec respectivement 30,43 et 26,08% dans le brut et 38,06 et 31,94% dans le pondéré. Elles sont suivies des espèces soudano-

zambéziennes-saharo-sindiennes avec 21,73 % dans le spectre brut et 21,34 % dans le spectre pondéré. Les autres espèces les moins représentées sont les Guinéo-Congolaises-Soudano-Zambéziennes-Saharo-Sindiennes, les Soudano-Zambéziennes-Saharo-Sindiennes-Méditerranéennes et les importées avec respectivement 8,69 ; 8,69 et 4,34% dans le spectre brut et 7,30 et 0,05 et 1,28% dans le spectre pondéré. Ce groupement à *Pennisetum pedicellatum* et *Calotropis procera* (G1) défini à partir de 25 relevés et 24 espèces a une moyenne de $6,76 \pm 2,12$ espèces par relevé. Il présente un indice de diversité de Shannon-Weaver de 4,01 bits pour un indice de diversité théorique de 4,58 bits et une équitabilité de Pielou de 0,87. La biomasse moyenne calculée est de $33,92 \pm 5,58$ g.ms/m², soit une productivité de 0,33 tonnes.ms/ha. Ces résultats indiquent que la diversité au sein du groupement est élevée et qu'il existe une équirépartition des recouvrements entre des espèces plus nombreuses. Le deuxième groupement a été établi à partir de 17 relevés et possède une richesse spécifique de 20 espèces dont *Aristida stipoides* et *Prosopis juliflora* en sont les espèces caractéristiques avec des recouvrements moyens respectifs de 8,53 et 2,65%. La présence de l'espèce introduite, *P. juliflora*, témoigne des travaux de fixation de dunes réalisés dans la zone avec cette dernière. L'analyse des spectres biologiques montre que les thérophytes constituent l'essentiel de la flore de ce groupement dans le spectre brut suivies des microphanérophytes avec, respectivement, 60 et 24,01% et inversement dans le spectre pondéré, avec 48,84 et 15% respectivement. Les hémicryptophytes restent faiblement représentées avec 15% dans le spectre brut et 14,73% dans le spectre pondéré. Les autres formes de vie sont moins représentées. L'analyse des spectres phytogéographiques de ce groupement révèle une prépondérance des espèces soudano-zambéziennes avec 30% de spectre brut et 53,97% de spectre pondéré et des espèces guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes avec 25% de spectre brut et 10,59% de spectre pondéré, suivies des espèces soudano-zambéziennes-saharo-sindiennes avec 25% de spectre brut et 0,06% de spectre pondéré. Les autres espèces sont moins représentées. Ce groupement à *Aristida stipoides* et *Prosopis juliflora* (G2) a une moyenne de $7,47 \pm 2,26$ espèces par relevé et une biomasse moyenne calculée de 0,37 tonnes.ms/ha. L'indice de diversité de Shannon est de 3,83 bits alors que celui de la diversité théorique de 4,32 bits. L'équitabilité de Pielou donne une valeur moyenne de 0,88. Ces

résultats indiquent que la diversité au sein de ce groupement est moyenne mais qu'il existe une équirépartition des recouvrements entre des espèces plus nombreuses.

Le troisième groupement (G3) à *Cenchrus biflorus* et *Acacia raddiana* a été établi à partir de 15 relevés. Au total, 28 espèces ont été recensées dont ces deux dernières en sont les espèces caractéristiques avec des recouvrements moyens respectifs de 26,20 et 0,97%.

L'analyse des types biologiques de ce groupement montre une nette dominance des thérophytes aussi bien dans le spectre brut que pondéré avec respectivement 64,28 et 68,25%. Ils sont suivis des microphanérophytes avec 14,28% de spectre brut et 3,80% de spectre pondéré. L'analyse des spectres phytogéographiques de ce groupement révèle une prépondérance des espèces soudano-zambéziennes avec 37,03% de spectre brut et 51,90% de spectre pondéré et des espèces guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes avec 25,92% de spectre brut 23,69% de spectre pondéré, suivies des espèces soudano-zambéziennes-saharo-sindiennes avec 22% de spectre brut et 16,52% de spectre pondéré. Ce groupement à *Cenchrus biflorus* et *Acacia raddiana* (G3) a une moyenne de $12,46 \pm 1,96$ espèces par relevé et une productivité de la biomasse moyenne calculée de 0,24 tonnes.ms/ha. L'indice de diversité de Shannon-Weaver est de 4,31 bits pour un indice de la diversité théorique de 4,80 bits et une équitabilité de Pielou de 0,89. Ces résultats indiquent que la diversité au sein du groupement est élevée et aussi qu'il existe une équirépartition des recouvrements entre des espèces plus nombreuses. Le quatrième groupement (G4) à *Panicum repens* et *Faidherbia albida* a été établi à partir de 40 relevés et 35 espèces ont été recensées dont ces deux dernières en sont les espèces caractéristiques. Ces espèces ont respectivement un recouvrement moyen de 16 et 0,10%. L'analyse des spectres biologiques au sein de ce groupement (G4) montre une nette dominance des thérophytes aussi bien pour le spectre brut que pondéré avec respectivement 60 et 81,60 %. Ils sont suivis par les microphanérophytes avec 17,14% pour le spectre brut et 11,03% pour le spectre pondéré. L'analyse des spectres phytogéographiques du groupement (G4) montre une prépondérance des espèces soudano-zambéziennes avec 45,45 % dans le spectre brut et 56,07 % dans le pondéré. Elles sont suivies des espèces soudano-zambéziennes-saharo-sindiennes et guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes avec,

respectivement 24,24 et 18,18% dans le spectre brut et 24,98 et 10,45% dans le spectre pondéré. Ce groupement à *Panicum repens* et *Faidherbia albida* (G4) a une moyenne de $11,62 \pm 1,89$ espèces par relevé et une productivité de la biomasse moyenne calculée de 0,47 tonnes.ms/ha. L'indice de diversité de Shannon-Weaver est de 4,41 bits pour un indice de la diversité théorique de 5,12 bits et une équitabilité de Pielou de 0,86. Ce qui indique que la diversité au sein du groupement est élevée et que de nombreuses espèces participent au recouvrement. Le cinquième groupement a été établi à partir de 11 relevés pour une richesse spécifique de 19 espèces dont *Alysicarpus ovalifolius* et *Acacia senegal* en sont les espèces caractéristiques avec des recouvrements moyens respectifs de 24,60 et 0,18%. L'analyse des spectres biologiques montre que les thérophytes constituent l'essentiel de la flore de ce groupement dans les spectres brut et pondéré respectivement avec 73,68 et 85,04%. Elles sont suivies des microphanérophytes et des hémicryptophytes qui contribuent respectivement à 10,52 et 8,65% au spectre brut et 5,26 et 5,92% au spectre pondéré. L'analyse des spectres phytogéographiques de ce groupement révèle une prépondérance des espèces guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes et soudano-zambéziennes avec, pour chacun des groupes d'espèces, 38,38% dans le spectre brut et respectivement 49,18 et 28,32% dans le spectre pondéré. Elles sont suivies des espèces soudano-zambéziennes-saharo-sindiennes avec 11,11 % de spectre brut et 12,56 % de spectre pondéré. Ce groupement à *Alysicarpus ovalifolius* et *Acacia senegal* (G5) a une moyenne de 12 ± 1 espèces par relevé et productivité de biomasse de 0,44 tonnes.ms /ha. L'indice de diversité de Shannon-Weaver est de 3,95 bits pour un indice théorique 4,24 bits et une équitabilité de Pielou de 0,92. Ces résultats indiquent que la diversité au sein de ce groupement est moyenne mais que plusieurs espèces participent au recouvrement.

CONCLUSION

La présente étude a permis une meilleure connaissance de la composition floristique et des caractéristiques structurales des groupements de la végétation du sud du département de Mainé soroa dans le sud-est du Niger. La végétation de la zone est assez pauvre et est composée de 38 espèces végétales réparties en 17 familles et 32 genres. La famille dominante est celle des Poaceae suivie dans une moindre mesure des Mimosaceae et des

L'étude de la similarité dans la composition floristique entre les cinq groupements végétaux révèle l'existence de communauté végétale similaire entre ces derniers avec un coefficient supérieur à 50%. Ainsi, la similarité entre ces groupements est élevée avec des coefficients variant de 82,53% entre G3 et G4 G3 à 59,57% entre G3 et G5. Ce qui dénote une faible diversité floristique. Par contre, les comparaisons incluant le groupement G5 ont enregistré les plus faibles coefficients de similarité. Ce qui révèle que G5 est une sous-zone totalement différente des autres en termes de composition floristique. La structure en hauteur des cinq groupements végétaux G1, G2, G3, G4, et G5 présente une distribution asymétrique positive de Weibull avec le paramètre de forme c compris entre 1 et 3,6, caractéristique des peuplements monospécifiques avec une prédominance d'individus jeunes ou de petite hauteur. Cela est illustré par la dominance des individus de classe de hauteur comprise entre 1,2 et 2,2 m, suivie de la classe de 0,2 à 1,2 m dans les groupements G1, G2 et G4 et inversement dans les groupements G3 et G5. Ceci révèle l'importance prépondérante de la strate arbustive dans les groupements constitutifs de la végétation de la zone d'étude. La structure en diamètre des cinq groupements présente une distribution asymétrique positive avec le paramètre de forme c compris entre 1 et 3,6, caractéristique des peuplements monospécifiques avec une prédominance des individus jeunes ou de petit diamètre compris entre 8 et 13 cm. Selon Whitmore (1990), les densités élevées des classes de petit diamètre assurent l'avenir de la formation naturelle. Ces résultats corroborent ceux de Moutari (2015) dans la zone de Simiri dans le département de Ouallam au Niger. Cependant, ces résultats pourraient être liés aux coupes de bois énergie, au surpâturage et aux conditions écologiques de la zone caractérisées par l'ensablement et l'aridification climatique.

Cyperaceae. Il a été dénombré seulement 10 espèces ligneuses (5 familles) et 28 espèces herbacées (12 familles). Cinq (5) groupements ont été discriminés et le groupement G4 à *Panicum repens* et *Faidherbia albida* est le plus diversifié avec 35 espèces. Les types biologiques dominants sont les thérophytes alors que les types phytogéographiques les plus représentés sont les espèces soudano-zambéziennes. Les indices de diversité et d'équitabilité révèlent qu'il y a une diversité

élevée d'espèces au sein des groupements et que de nombreuses espèces participent au recouvrement. Aussi, une grande similarité existe dans la composition floristique de ces groupements. La structure des peuplements montre une prédominance des individus jeunes aussi bien pour les classes de hauteur que de diamètre dans l'ensemble des cinq groupements végétaux révélant la dominance du caractère arbustif de la strate ligneuse dans les groupements. A cela s'ajoute la faible production de la biomasse herbacée. Ce qui témoigne de l'état de dégradation et de

perturbation de la végétation steppique de cette zone dunaire soumise au surpâturage et aux conditions climatiques arides qui favorisent le phénomène d'ensablement en cours dans la région.

Cette étude pourrait servir de l'état de référence à une gestion durable des terres à travers des projets de fixation des dunes dans le but de récupérer et protéger des terres agricoles contre l'ensablement. Aussi, ces résultats pourraient servir à équilibrer la charge animale par rapport à la capacité de charge de la zone connue pour être pastorale.

RÉFÉRENCES

- Abdellahi OMB, Ahmed OIB, Ahmedou OS, Mathieu G, Jean NL : 2011. Contribution à l'étude de la flore de Mauritanie : 1- Évaluation de la biodiversité floristique de l'Assaba (Açaba) Mauritanie. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, n° 33 (2).53-64p.
- Abdou MHK : 2016. Caractérisation de la végétation de la zone d'intervention du PLRCO à Gouré. Mémoire de Master en Biodiversité et Gestion de l'Environnement Soudanien et Sahélo-Saharien, Faculté des Sciences et Techniques, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, 79p.
- 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. 29pp.
- 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.*, 7(3): 1048-1068.
- Aboubacar I, Mahamane A, Tidjani AD, Gandou Z : 2009. État de Référence des Observatoires de Diffa, Zinder, Azawad et Torodi-Ton dikandia. Centre National de Suivi Écologique et Environnemental, Ministère de l'Environnement, République du Niger, Rapport, 118p.
- Ado SH : 2011. Occupation des sols, variabilité climatique, dynamique et vulnérabilité des paysages de la limite nord des cultures pluviales (commune rurale de Goudoumaria, département de Mainé Soroa, région de Diffa). Mémoire de maîtrise, faculté des lettres et sciences humaines département de géographie, Université Abdou Moumouni de Niamey. 60p.
- Akinnifesi FK, Sileshi G, Ajayi OC, Chirwa PW, 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.* 3(1): 76-88.
- Bagnian I : 2010. Rôle des dynamiques démographiques et migratoires sur l'évolution des écosystèmes sahéliens : cas d'un terroir villageois reverdi et non reverdi du département de Mirriah dans la région de Zinder au Niger. Mémoire de DESS en Protection de l'Environnement et Amélioration des Systèmes Agraires Sahéliens. Faculté d'Agronomie/Université Abdou Moumouni (CRESA – CER / UEMOA).77pp.
- Bodart C, Ozer A., Derauw D : 2010. Suivi de l'activité des dunes au Niger au moyen de la cohérence interférométrique ERS ½. *BSGLg*, 54 : 123-136.
- Braun-Blanquet J : 1939. Plant sociology. The study of plant communities. Ed. McGraw Hill, New York, London, 439p.
- Breman H et De Ridder N : 1991. Manuel sur les Pâturages des Pays Sahéliens. Karthala, ACCT, CABO-DLO et CTA ; 485p.
- Codjia JTC, Assogba AE and Ekue MRM : 2003. Diversité et valorisation au niveau local des ressources végétales forestières alimentaires au Bénin. *Cahiers agricultures*, 4(5) : 1706-1720.

- Diallo BO, Mickey D, Chevalier MH, Joly H and Hossaert-Mickey M : 2008. Breeding system and pollination biology of the semi-domesticated fruit tree, *Tamarindis indica* L. (Leguminosae: Caesalpinioideae): Implications for fruit production, selective breeding and conservation of genetic resources. *African Journal of Biotechnology*, 7(22) : 4068-4075.
- Fandohan B, Glèlè-Kakai R, Sinsin B et Pelz D : 2008. Caractérisation dendrométrique et spatiale de trois essences ligneuses médicinales dans la forêt classée de Wari Maro au Bénin. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 12 : 173-186.
- Harouna H : 2006. Dynamique locale de l'ensablement et évaluation de l'efficacité antiérosive de quelques techniques de fixation des dunes dans le département de Mainé –Soroa (Sud–Est du Niger). Mémoire d'Études Approfondies (DEA) en Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles. Université Abdou Moumouni de Niamey. 59p.
- Ibrahim S : 2005. Analyse des conditions de mobilisation éolienne autour des cuvettes du Mounio (région de Zinder): étude de dynamique d'ensablement des cuvettes et l'impact des haies morts sur le flux éoliens (sites de Tchago et de Woro). Mémoire d'Études Approfondies (DEA) en Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles. Université Abdou Moumouni de Niamey, 125p.
- Inoussa TM, Imorou IT, Gbègbo MC et Sinsin B : 2013. Structure et composition floristiques des forêts denses sèches de la région des Monts Kouffé au Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 64: 4787-4796.
- INS: 2013. Projections démographiques de la population du Niger. Direction Nationale de la Statistique, Ministère du Plan, République du Niger, 10p.
- Koulibaly A, Goetze D, Traoré D et Peromski S : 2006. Protected versus exploited savannas: characteristics of the soudanian vegetation in Ivory Coast. *Candollea*, 61:425-452.
- Laminou MO, Oumarou BG, Morou B, Karim S et Mahamane A : 2017. État de la végétation ligneuse au Sahel : Cas de Guidan Roumdji au sahel central du Niger. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 31(3) : 5033-5049.
- Mahamane A : 2005. Études floristique, phytosociologique et phytogéographique de la végétation du Parc Régional du W du Niger. Thèse de doctorat d'État, en Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique. Faculté des Sciences/Université Libre de Bruxelles. 484pp.
- Mahamane A, Saadou M, Mohamed BD, Karim S, Bakasso Y, Abdoulaye D, Morou B, Inoussa MM., Idrissa S, Arzika T : 2009. Biodiversité végétale au Niger : État des connaissances actuelles. *Annale de l'Université de Lomé, Séries Sciences*, Tome XVIII : 81-93.
- Mahamane A et Saadou M : 2008. Méthodes d'étude et d'analyse de la flore et de la végétation tropicale. Actes de l'atelier sur l'harmonisation des méthodes d'études et d'analyse de la flore et de la végétation tropicale, Niamey du 4 au 9 août, 67p.
- Mahapatra AK, Albers HJ and Robinson EJZ: 2005. The impact of NTFP Sales on Rural Households' Cash Income in india's Dry deciduous forest. *Environment Management*, 35(3): 258-265.
- Melom S, Mbayngone E, Bechir AB, Ratnan N, Mpongmetsem PM : 2015. Caractéristiques floristique et écologique des formations végétales de Massenya au Tchad (Afrique centrale). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 25(1) : 3799-3813.
- Morou B., 2010. Impact 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. Mémoire de thèse de doctorat en Biologie appliquée, Faculté des Sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni de Niamey. 198p
- Moutari A., 2015. Caractéristique de la flore et de la végétation sur trois types de sol dans la commune de Simiri (Ouallam) au Nord-Ouest du Niger. Mémoire de Master en Biodiversité et Gestion de l'Environnement Soudanien et Sahélo-Saharien (M2/BGESSS), Faculté des Sciences et Techniques, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi. 51p.
- Nacoulma B : 2012. Dynamique et stratégie de conservation de la végétation et de la phytodiversité du complexe écologique du Parc National du W du Burkina-Faso. Thèse Unique, Univ. Ouagadougou. 153p + Annexes.
- Natta AK, Yedomonhan H, Zoumarou-wallis N, Houndehin J, Ewedje EBK et Glèlè Kakai RL : 2011. Typologie et structure des populations

- naturelles de *Pentadesma butyracea* dans la zone soudano-guinéenne du Bénin. *Annales des Sciences Agronomiques*, 15 (2) : 137-152.
- Ouedraogo A, Thiombiano A, Hahn-Hadjali K et 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*, 10 : 17-24.
- Oumorou M, Sinadouwirou T, Kiki M, Glélé R, Mensah GA and Sinsin B : 2010. Disturbance and population structure of *Vitex doniana* Sw ; in northern Benin, West Africa. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4(3):624-632.
- Saadou M : 1990. La végétation des milieux drainés nigériens à l'Est du fleuve Niger. Thèse de doctorat en Es-Sciences Naturelles. Faculté des Sciences et Techniques/Université Abdou Moumouni. 393pp
- Savadogo OM, Ouattara K, Pare S, Ouedraogo I, Sawadogo-Kaboré S, Barron J et Zombre NP : 2016. Structure, composition spécifique et diversité des ligneux dans deux zones contrastées en zone Sahélienne du Burkina Faso. *VertigO* 16(1), mis en ligne le 09 mai 2016, consulté le 08 octobre 2016. URL : <http://vertigo.revues.org/17282>
- Sinsin B : 1993. Phytosociologie, écologie, valeur pastorale, production et capacité de charge des pâturages naturels du périmètre Nikki-Kalalé au Nord-Bénin. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Université Libre de Bruxelles, Belgique. 390 pp.
- Sinsin B., 2001. Formes de vie et diversité spécifique des associations de forêt claires du nord du Bénin. *Syst. Geogr. Pl.* 71 : 873-888.
- Sinsin B, Eyog-Matig O, Assogba AE, Gaoue O and Sinadouwirou T : 2004. Dendrometrics characteristics as indicators of pressure of *Azalia Africana* Sm. Trees dynamics in different climatic zones of Benin. *Biodiversity and Conservation*, 13:1555-1570.
- Sinsin B et Kampmann D: 2010. Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'ouest, Tome I : Bénin. Cotonou et Frankfurt/Main. BIOTA, 676p.
- Syaka S, Hamidil A et Abdoulaye N : 2013. Projet de Lutte contre l'Ensablement des Cuvettes Oasiennes (PLECO). Rapport Provisoire de la mission d'évaluation à mi-parcours. 122p.
- Thiombiano A., 2005. Les Combretaceae du Burkina-Faso : taxonomie, écologie, dynamique et régénération des espèces. Thèse d'État, Univ. Ouagadougou. 290 pages + annexes.
- Toudjani Z, Guéro M et Amadou B: 2004. Étude sur la Dynamique de l'Ensablement dans le Département de Maïné-Soroa, Projet d'Appui à la Gestion des Ressources Naturelles-PAGR, Rapport. 40p.
- Novinyo SK, Adjonou K, Raoufou RA, Dzifa KA, Kokou K, Habou R, Kamana P, André BB et Mahamane A : 2015. Importance socio-économique de *Pterocarpus erinaceus* Poir. au Togo. *European Scientific Journal*, 11 (23): 199-217
- Whitmore TC: 1990. An introduction to tropical rain forests. Oxford: Clarendon Press. 226pp.
- Yaméogo JT, Somé AN et Hien M : 2009. Étude préliminaire à une restauration de sols dégradés en zone soudanienne du Burkina Faso. *Sécheresse*, 20 (1): 8-32.
- Zabeirou T. et Mamane G. (2006) : Analyse diagnostique détaillée de la zone d'intervention du PLECO. Cartographie de la situation d'ensablement. Division des statistiques et de la cartographie forestière, Ministère de l'environnement et de la lutte contre la désertification, PNUD - PLECO, 66p.