

Caractéristiques floristique et écologique des formations végétales de Gouré (Sud-est du Niger)

M.K. ABDOU HABOU¹, H. RABIOU¹, S. KARIM³, R. MAAZOU², I. ISSAHAROU MATCHI², A. MAHAMANE¹

(Reçu le 12/04/2020; Accepté le 10/05/2020)

Résumé

La présente étude vise à évaluer les caractéristiques de la végétation du département de Gouré au Niger. Les données ont été collectées au moyen des relevés phytosociologiques et des mesures dendrométriques dans des placettes de 1000 m² réparties dans des unités d'occupation des terres (cuvettes, dunes et bas-fonds). Un total de 56 relevés a été réalisé et 81 espèces réparties dans 68 genres et 27 familles ont été inventoriées. L'analyse Factorielle des Correspondances Détendancées (AFCD) et la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) a permis de discriminer trois groupements végétaux. Il s'agit du groupement à *Hyphaene thebaica* et *Amaranthus spinosus* (G1); le groupement à *Acacia raddiana* et *Cenchrus biflorus* (G2) et le groupement à *Leptadenia pyrotechnica* et *Aristida mutabilis* (G3). Par ailleurs, les Thérophytes suivies des microphanérophytes sont les types biologiques dominants. Les espèces Soudano-Zambéziennes et Guinéo-Congolaises-Soudano-Zambéziennes sont les types phytogéographiques dominants. L'indice de diversité de Shannon varie de 3,13 à 5,16 bits et l'équitabilité de Pielou de 0,56 à 0,86. La structure en classes de diamètre des peuplements ligneux montre que les individus des groupements (G2) et (G3) sont à dominance d'individus de faible diamètre tandis que le groupement (G1) sont à dominance de gros sujets.

Mots clés: Diversité floristique, types biologiques et phytogéographiques, groupements végétaux, structure démographique, Gouré

Floristic and ecological characteristics of the plant formations of Gouré (South-eastern Niger)

Abstract

The present study aims to evaluate the characteristics of the vegetation of the department of Gouré. The data were collected using phytosociological surveys and dendrometric measurements in plots of 1000 m² located in different units of land use (basins, dunes and shallows). A total of 56 surveys were conducted. The carried out phytosociological inventories showed the floristic richness with 81 species distributed in 68 genera and 29 families. A matrix made up of 81 species and 56 surveys, submitted to a Detrended Correspondence Analysis (DCA) and the Ascending Hierarchy Classification (CHA) discriminated three plant communities. It is about plant communities of *Hyphaene thebaica* and *Amaranthus spinosus* (G1); *Acacia raddiana* and *Cenchrus biflorus* (G2) and the grouping *Leptadenia pyrotechnica* and *Aristida mutabilis* (G3). In addition, therophytes followed by microphanerophytes are the dominant biological types. The Sudano-Zambezian and Guineo-Congolese-Sudano-Zambezian species are the dominant phytogeographic types. The Shannon diversity index varied from 3.13 to 5.16 bits and the Pielou equitability from 0.56 to 0.86. The diameter structure of woody stands shows that individuals of the *Acacia raddiana* and *Cenchrus biflorus* (G2) and *Leptadenia pyrotechnica* and *Aristida mutabilis* (G3) groups are dominated by small diameter individuals whereas the grouping with *Hyphaene thebaica* and *Amaranthus spinosus* (G1) are dominated by large subjects.

Keywords: Floristic diversity, biological and phytogeographic types, plant communities, demographic structure, Gouré

INTRODUCTION

Le souci de la 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). Malgré cette prise de conscience collective, l'érosion de la biodiversité se poursuit et constitue une menace pour l'humanité (Sinsin et Kampmann, 2010). La zone sahélienne est l'une des zones les plus touchée par cette crise environnementale. Les formations végétales de cette région se dégradent à un rythme inquiétant (Mering *et al.*, 2010). Désormais, la recherche d'un équilibre entre les besoins des populations et la conservation de la biodiversité constitue le principal défi des scientifiques et des décideurs politique et publique. Les végétaux font l'objet d'une intense exploitation (Mehdioui et Kahouadji, 2007; Agali, 2009; Sarr *et al.*, 2013). Ils sont détruits lors des défriches ou utilisés à des fins diverses: pâture et exploitation des bois d'œuvre et de service (Claude *et al.*, 1991). La surexploitation sélective de ces ressources engendre une dynamique régressive des espèces utiles et progressive pour les espèces rustiques (Kiema *et al.*, 2012).

Au Niger, à l'instar de tous les pays sahéliens, le processus de la désertification se caractérise par une forte dégradation des terres et du couvert végétal principalement en raison des variations climatiques et des activités humaines (CNEDD, 2009). L'aggravation du phénomène de dégradation par l'érosion hydrique et éolienne avec comme conséquence une soustraction de près de 70 000 à 80 000 ha des terres rend ces formations naturelles impropres à la production (CNEDD, 1998). À cela s'ajoute, l'ensablement des cuvettes qui constituent l'un des capitaux productifs important dans la zone sahélienne. Cela constitue un phénomène écologique extrême et une contrainte majeure à l'utilisation durable ressources naturelles entraînant ainsi une paupérisation des populations et une insécurité alimentaire chronique.

Conscient de l'aggravation de la détérioration des ressources naturelles, le Niger a entrepris des processus de protection et de promotion des ressources naturelles contre les différents facteurs de dégradation. Il s'agit de la ratification, des conventions et accords dont entre autres la Convention sur la Diversité Biologique (CBD), la Conven-

¹ Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Diffa, Niger

² Institut Supérieur en Environnement et Écologie, Université de Diffa, Niger

³ Faculté des Sciences et Techniques, Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi, Niger

tion Cadre de Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC) et la Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification (CNULD).

Au Niger, le véritable phénomène de dégradation se manifeste par l'avancée du front dunaire à la limite des zones sahariennes. Dans la zone la plus touchée du Niger se trouve le département de Gouré dont la superficie de dunes vives a augmenté de 24 6203 ha entre 1985 et 2005 (Toudjani et Guero, 2006). Cette dynamique évolutive des fronts dunaires est aussi le reflet de l'accroissement conjoint de la pression démographique et des périodes de sécheresses observées depuis le début des années 70 (Tidjani, 2008). La pression anthropique en milieu dunaire amplifie les risques d'érosion éolienne et de transport de particules vers les zones dépressionnaires, notamment, les cuvettes et bas-fonds. En 20 ans, ces cuvettes et bas-fonds ont perdu du fait de l'ensablement 9 503 ha, soit 26 % de leur superficie totale en 1975 (Toudjani et Guero, 2006). Ces pertes de superficie sont d'autant plus graves que la productivité des sols de cuvettes et bas-fonds est élevée par comparaison aux sols régionaux. La disparition graduelle de cette ressource a conduit à une baisse importante des revenus agricoles. La pauvreté n'a cessé de s'accroître, menant à un accroissement de l'exode rural et à l'exacerbation des conflits (Jahiel, 1998).

En dépit de rôle important des plantes dans ces zones très peu des données scientifiques sur l'analyse de la diversité et de ses liens avec la dégradation des sols. Afin de mettre des données à la disposition des décideurs publique et politique et les gestionnaires, des analyses sur les indicateurs d'état de la végétation doivent être envisagées. Parmi ces indicateurs, l'étude de la phytosociologie constitue un préalable à toute action visant l'aménagement des terres dégradées. La présente étude s'inscrit dans cette logique dont l'objectif est d'évaluer les caractéristiques de la végétation du département de Gouré pour une gestion durable.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Zone d'étude

La zone d'étude est située entre 9°36' et 11°15' de longitude Est et 13°05' et 15°05' de latitude Nord (Figure 1). Du point de vue phytogéographique, elle appartient au secteur Nord sahélien oriental (compartiment C3) avec une végétation de type steppique ouverte dominée par les herbacées (Saadou, 1990). Le climat est de type tropical sec avec une alternance de saison sèche longue de 8 à 9 mois et une courte saison des pluies de 3 à 4 mois. La pluviométrie moyenne des dix dernières années (2004-2014) est de 345,45 mm à la station synoptique de Gouré. Les températures sont élevées de mars à mai et relativement basses de Décembre à Février (Ozer *et al.*, 2005). Le sol est dominé par une mosaïque des dunes vives au Nord et des dunes fixées au sud.

La végétation de la zone est essentiellement steppique dominée par une flore xérophytique dont entre autres: *Acacia raddiana*, *Leptadenia pyrotechnica*, *Schoenefeldia gracilis*, *aristida mutabilis*, etc. La principale activité des populations dans cette zone est l'élevage et accessoirement l'agriculture dans les cuvettes oasiennes.

Échantillonnage

Un échantillonnage stratifié a été réalisé, suivant les types d'occupation des terres et la géomorphologie (les cuvettes, les dunes et les bas-fonds). À l'exception des cuvettes l'emplacement des placettes a été effectué de façon systématique le long des transects parallèles et équidistants de 1 km. Les unités d'échantillonnage (placettes) sont des placettes de 1000 m² (50 m x 20 m) distantes de 300 m. Au niveau des cuvettes, les placettes ont été disposées sur la première auréole (Figure 2). Un total de 56 relevés a été réalisé. Au niveau de chaque placette ont été notées les variables suivantes: la géomorphologie, la texture du

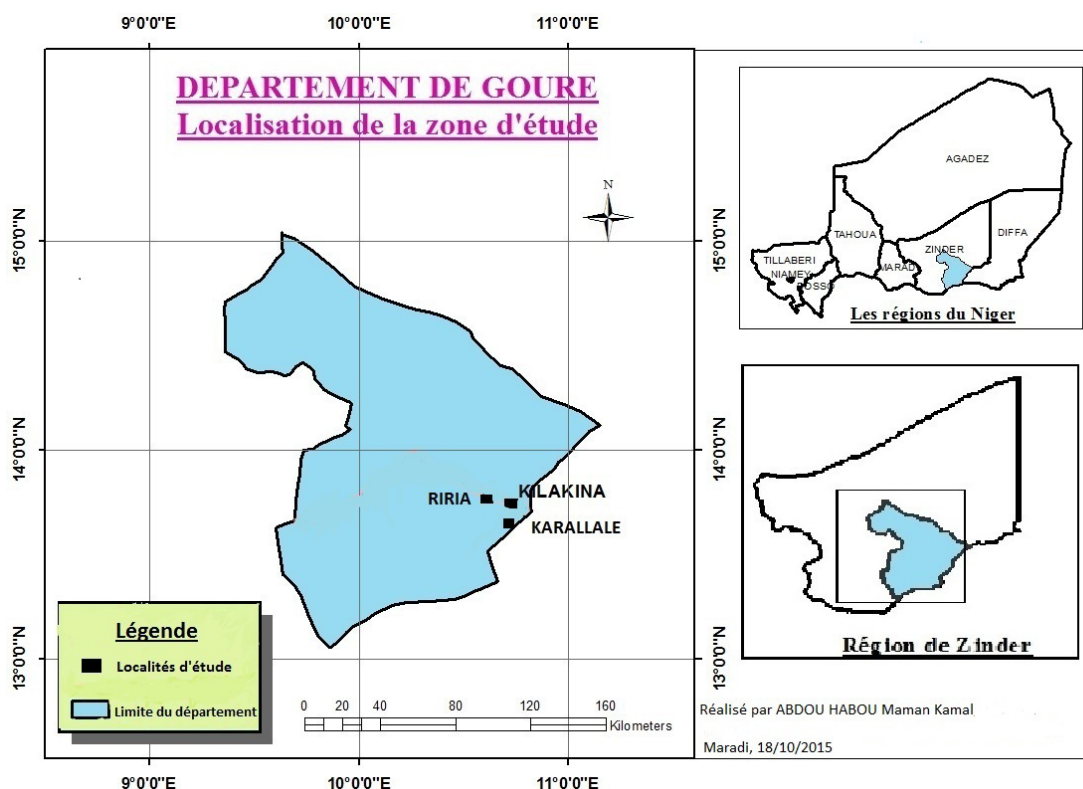


Figure 1: Localisation du département de Gouré et des sites d'étude

sol à travers la sensation tactile, le type d'occupation du sol et les coordonnées géographiques.

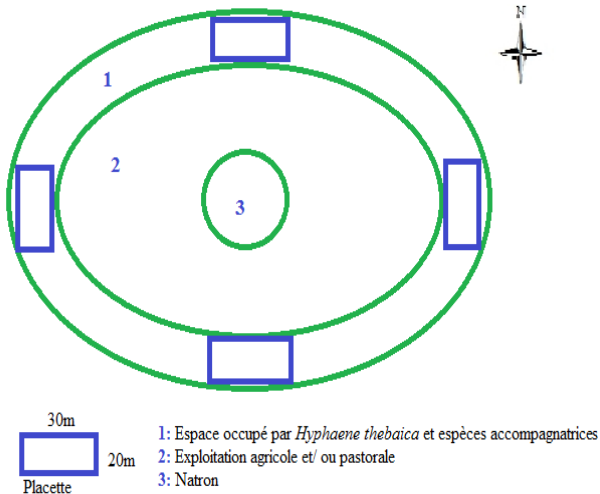


Figure 2: disposition schématique des placettes dans les cuvettes

Collecte des données

Relevés phytosociologiques

Dans le but de connaître l'organisation des communautés végétales étudiées, des relevés phytosociologiques ont été effectués selon la méthode sigmatiste Braun-Blanquet (1932). Cette méthode a été appliquée par plusieurs auteurs au Niger pour décrire les structures végétales (Mahamane, 2005; Morou, 2010; Inoussa, 2011; Soumana, 2011). Elle se fonde sur des critères de composition floristique, dont l'inventaire est reconnu comme un outil de base pour évaluer la diversité biologique (Schwal, 2004).

Les coefficients d'abondance-dominance attribués aux espèces sont:

5: Espèce couvrant 75 à 100 % de la surface du relevé soient 87,5 %;

4: Espèce couvrant 50 à 75 % de la surface du relevé soient 62,2%;

3: Espèce couvrant 25 à 50 % de la surface du relevé soient 37,5%;

2: Espèce couvrant 5 à 25 % de la surface du relevé soient 15%;

1: Espèce couvrant 1 à 5 % de la surface du relevé soient 3%;

+: Espèce couvrant entre 0 à 1 % de la superficie du sol soient 0,5%.

L'abondance exprime la proportion relative des individus d'une espèce donnée et la dominance, la surface couverte par cette espèce.

Mesures dendrométriques

Dans chaque placette, tous les individus ligneux de diamètres supérieur à 3 cm ont fait l'objet de mesures. Les paramètres dendrométriques mesurés sont deux diamètres perpendiculaire du houppier, la hauteur totale respectivement à l'aide d'un mètre ruban et une perche graduée. Le diamètre à 1,3 m du sol pour les arbres et à 20 cm du sol pour les arbustes et les arbrisseaux ont été mesurés respectivement à l'aide d'un compas forestier et un pied à

coulisse électronique. Les individus de diamètre inférieur à 3 cm sont considérés comme étant de la régénération et sont comptés après identification de l'espèce. Le comptage de la régénération a été effectué dans les placeaux de 5 m x 5 m répartis sur les quatre angles de la placette et à son centre.

Traitement et analyse des données

Types biologiques

Les types biologiques utilisés sont ceux définis par Raunkiaer et adaptés pour l'étude des formations végétales tropicales par divers auteurs (Mahamane, 2005; Morou, 2010; Inoussa, 2011). Il s'agit donc de: Phanérophytes (P) qui sont des végétaux ligneux et subligneux pérennes dont les bourgeons de rénovation sont situés à plus de 50 cm du sol. Ils se subdivisent en Nanophanéphytes (NnPh): de 50 cm à 2 m; Microphanérophytes (McPh): de 2 m à 8 m; Mésophanéphytes (MsPH): de 8 m à 30 m;

Pour la strate herbacée les types utilisés sont: Les chaméphytes (CH): Ce sont des plantes ligneuses ou suffrutuescentes pérennes dont les bourgeons de rénovation sont situés à 50 cm du sol au maximum; Les hémicryptophytes (H): plantes pérennes dont les bourgeons de rénovation affleurent à la surface du sol; Les géophytes (Ge): qui sont des plantes dont les bourgeons de rénovation sont enfouis dans le sol; Les thérophytes (The): plantes annuelles, dont la graine constitue le seul organe de conservation pendant la saison défavorable; Les hydrophytes (Hy): ce sont des plantes aquatiques dont les bourgeons persistants sont situés au fond de l'eau et dont le cycle de vie se passe entièrement dans l'eau.

Types phytogéographiques

Les éléments phytogéographiques ont été définis en se référant à ceux adaptés par Saadou (1990). Il s'agit des espèces Soudano-Zambéziennes (SZ); Saharo-Sindiennes (Sah.S); Guinéo-Congolaises (GC); Méditerranéennes (Méd) et les espèces Introduites (I).

Indices de diversité

L'analyse de la diversité spécifique a été faite à l'aide des indices de diversité de Shannon-Weaver et l'indice d'équitabilité de Pielou et la richesse spécifique (nombre d'espèces). Ces indices s'expriment par:

Indice de Shannon

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

H': indice de Shannon Weaver (en bits), Pi: fréquence relative des espèces, S: nombre total d'espèces

Indice d'équitabilité de Pielou

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

E: Equitabilité de Pielou; S: Nombre total des espèces; H': Indice de diversité de Shannon.

L'ordination des relevés a été abordée par les techniques d'analyses multivariées. Les données ont été soumises à une CHA (Classification Hiérarchique Ascendante) et AFCD (Analyse Factorielle des Correspondances Détendancées) à l'aide du logiciel PC-ORD 5 sur la base des critères présence-absence des espèces dans les relevés. L'analyse est basée sur des tableaux floristiques et permet de réduire la variabilité floristique entre relevés à un nombre réduit (deux ou trois en général) d'axes factoriels (Mahamane, 2005). La nomination des groupements a été faite avec deux espèces (une ligneuse et une herbacée) les plus caractéristiques de la liste floristique de chaque groupement.

Pour déterminer les relations entre les groupements végétaux et les variables environnementales, une matrice constituée des groupements végétaux et des variables environnementales a été soumise à une analyse canonique des correspondances (CCA). Le test de permutation de Monte Carlo a été utilisé pour tester la signification des variables environnementales sur la distribution des groupements. Pour ce faire, le logiciel CANOCO (Canonical Community Ordination) for Windows version 4.5 a été utilisé.

Paramètres dendrométriques

Un test de comparaison entre les groupements en fonction des paramètres dendrométriques a été réalisée à travers l'Analyse de Variance (ANOVA) à l'aide du logiciel Minitab 14. Ces paramètres sont les suivants:

Densité

La densité du peuplement est le nombre d'arbres sur pied ramené à l'hectare (notation: N). On la calcule selon la formule suivante:

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

n: nombre total d'arbres inventoriés dans la placette;

S: superficie de la placette en hectare.

Densité de régénération

La densité en régénération (Nr) est exprimée en tiges par hectare (Tiges/ha) par la formule suivante:

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

nr: nombre total de tiges de diamètre inférieur à 3 cm recensées dans la placette; S: superficie de la placette en hectare.

Taux de recouvrement

Le taux de recouvrement (R) des espèces ligneuses en pourcentage (%) est obtenu par la formule suivante:

$$R(\%) = \frac{r \times 100}{S} \quad \text{avec} \quad r = \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^n d_i^2$$

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).

Surface terrière

La surface terrière globale (G), exprimée en m²/ha, est donnée par la formule:

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

S: superficie de la placette en hectare et di: diamètre de la tige i (cm).

Hauteur moyenne de Lorey

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

La hauteur moyenne de Lorey (HL) exprimée en mètre (m) est la hauteur moyenne des individus pondérés à leur surface terrière (Philip, 2002). La formule est la suivante :

Distributions en classe de diamètre des ligneux

L'ensemble des individus de diamètre supérieur à 3 cm de toutes les espèces recensées ont été répartis par classes de diamètre d'amplitude 5 cm. La structure de chaque groupement a été ajustée au modèle de Weibull, choisi pour sa grande flexibilité (Bonou *et al.*, 2009). La fonction de densité de probabilité de la distribution de Weibull, se présente sous la forme de l'équation suivante (Rondeux, 1999):

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

Où x est le diamètre (circonférence) des arbres et F(x) sa valeur de densité de probabilité;

a est le paramètre de position; il est égal à 0 si toutes les catégories d'arbres sont considérées (des plantules jusqu'aux semenciers) lors de l'inventaire; il est non nul si les arbres considérés ont un diamètre ou une hauteur supérieur ou égal à a;

b est le paramètre d'échelle ou de taille, il est lié à la valeur centrale des diamètres ou hauteurs des arbres du peuplement considéré;

c est le paramètre de forme lié à la structure en diamètre ou hauteur considérée.

RÉSULTATS

Composition floristique

L'analyse taxonomique donne 81 espèces végétales appartenant à 68 genres et 29 familles. Les Poaceae constituent la famille la plus représentée (13 espèces) suivies des Caesalpiniaceae (7 espèces), des Mimosaceae (5 espèces) et Euphorbiaceae (5 espèces). D'autres familles (Balaniaceae, Bombacaceae, Boraginaceae...) sont représentées par une seule espèce (Tableau 1).

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

Familles	Genres	%	Espèces	%
Amaranthaceae	2	2,9	3	3,7
Anacardiaceae	2	2,9	2	2,4
Arecaceae	3	4,4	3	3,7
Asclepiadaceae	4	5,8	4	4,9
Balanitaceae	1	1,4	1	1,2
Bombacaceae	1	1,4	1	1,2
Boraginaceae	1	1,4	1	1,2
Burseraceae	1	1,4	1	1,2
Caesalpinaceae	5	7,3	7	8,6
Capparaceae	3	4,4	3	3,7
Combretaceae	1	1,4	1	1,2
Commelinaceae	1	1,4	2	2,4
Convolvulaceae	1	1,4	4	4,9
Cucurbitaceae	3	4,4	3	3,7
Cyperaceae	2	2,9	2	2,4
Euphorbiaceae	5	7,3	5	6,1
Fabaceae	3	4,4	3	3,7
Lythraceae	1	1,4	1	1,2
Malvaceae	2	2,9	2	2,4
Meliaceae	1	1,4	1	1,2
Mimosaceae	3	4,4	5	6,1
Molluginaceae	3	4,4	4	4,9
Pedaliaceae	2	2,9	2	2,4
Poaceae	11	16,1	13	16,0
Rhamnaceae	1	1,4	2	2,4
Rubiaceae	1	1,4	1	1,2
Scrophulariaceae	1	1,4	1	1,2
Tiliaceae	2	2,9	2	2,4
Zygophyllaceae	1	1,4	1	1,2
Total	68	100	81	100

Les types biologiques

L'analyse des types biologiques montre une importance numérique des Thérophytes (The) avec une importance numérique de 46,9 % et un recouvrement de 66,5 %. Ensuite viennent les Microphanérophytes (McPh) avec une importance spécifique de 28,39% et un recouvrement de 17,7 %, suivies des Mésophanérophyte (MsPH) avec 8,6% du spectre brut et 12,9% spectre pondéré. Les Géophytes et les Hydrophytes sont moins représentées au niveau des spectres brut et pondéré (Figure 3).

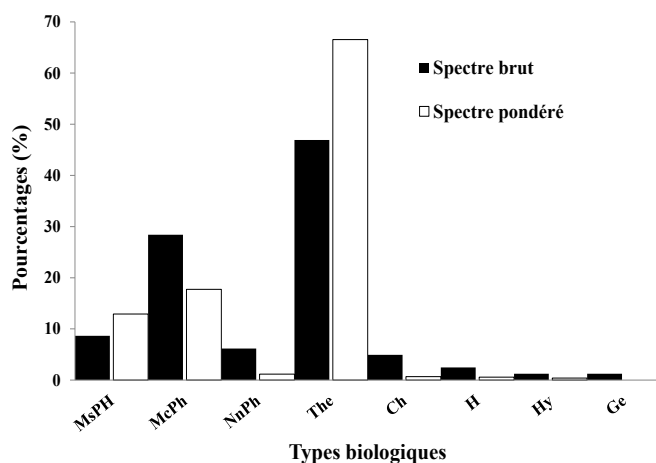


Figure 3: Analyse globale des types biologiques

Les types phytogéographiques

L'analyse des types phytogéographiques fait ressortir une distribution importante des espèces Soudano-Zambéziennes avec 48,1 % du spectre brut et 66,0 % du spectre pondéré. Ces espèces sont suivies des espèces Guinéo-Congolaise-Soudano-Zambéziennes avec 23,4 % du spectre brut et 14,5% du spectre pondéré. Les espèces introduites et les espèces Saharo-Sindiennes Méditerranéennes sont très peu représentées dans les deux spectres (Tableau 2).

Tableau 2: Analyse globale des types phytogéographiques

Types phytogéographiques	Spectre brut		Spectre pondéré	
	Nombre	%	Recouvrement	%
SZ	39	48,1	18,2	65,9
GC-SZ	19	23,4	4,0	14,5
SZ-Sah.S	13	16,0	2,6	9,5
GC-SZ-Sah.S	3	3,7	2,2	7,8
SZ-Sah.S-Med	2	2,4	0,3	1,3
Sah.S-Méd	1	1,2	0,0	0,3
I	4	4,9	0,1	0,4
Total	81	100	27,7	100

Individualisation des groupements végétaux

Le dendrogramme issu de la CHA a permis de discriminer 3 groupements végétaux (G1, G2 et G3) à un seuil de 15 % de l'indice de Sorensen (Figure 5): le groupement G1 de 10 relevés, le groupement G2 de 18 relevés et le groupement G3 de 28 relevés.

La projection de ces groupements sur la carte factorielle de l'AFCD est représentée par la figure 6. Les résultats de l'AFCD confirment les trois groupements observés à l'issue de la CHA, ainsi, trois (3) premiers axes factoriels expliquent les maxima de variance avec une inertie totale de 4,24% (Tableau 3).

Tableau 3: Valeurs propres et variance expliquée par trois premiers axes de l'AFCD

Axes	1	2	3	Inertie totale
Valeurs propres	0,176	0,165	0,175	4,243
Longueur des gradients	3,185	2,205	2,366	
Pourcentage cumulatif de variance expliquée	42,8	22,1	18,4	

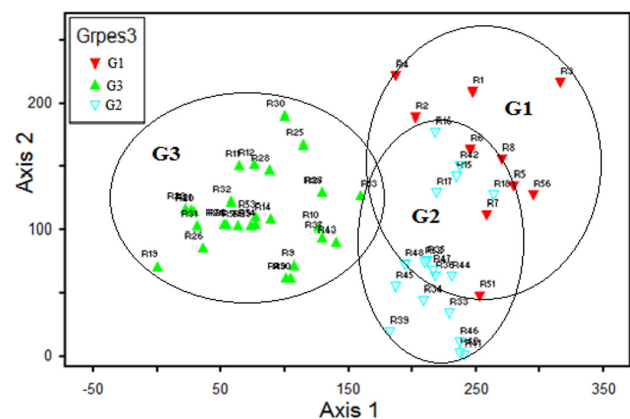


Figure 4: Répartition des relevés en groupements végétaux dans le plan des axes factoriels 1 et 2 de l'AFCD

G1: Groupement à *Hyphaene thebaica* et *Amaranthus spinosus*;
G2: Groupement à *Acacia raddiana* et *Cenchrus biflorus*;
G3: Groupement à *Leptadenia pyrotechnica* et *Aristida mutabilis*

Analyse de gradient direct des groupements végétaux

La carte factorielle issue de l'analyse canonique des correspondances (CCA) illustre la distribution des groupements végétaux en fonction des variables environnementales et écologiques (Figure 6). Les quatre premiers axes factoriels expliquent à 79,8 % la variance de la relation entre les espèces et les variables stationnaires (Tableau 4). Le test de Monte Carlo montre que les variables environnementales

testées ont un effet significatif ($P=0,002$) sur la distribution des groupements. La corrélation entre les variables environnementales et les axes canoniques montre que l'axe 1 est fortement corrélé aux variables «cuvettes» et «agropastorales» (à 0,94) et «aire de pâturage» (à -0,52). Le deuxième axe est corrélé avec la variable «champ» (à 0,83) et «aire de pâturage» (à -0,59) (Tableau 5).

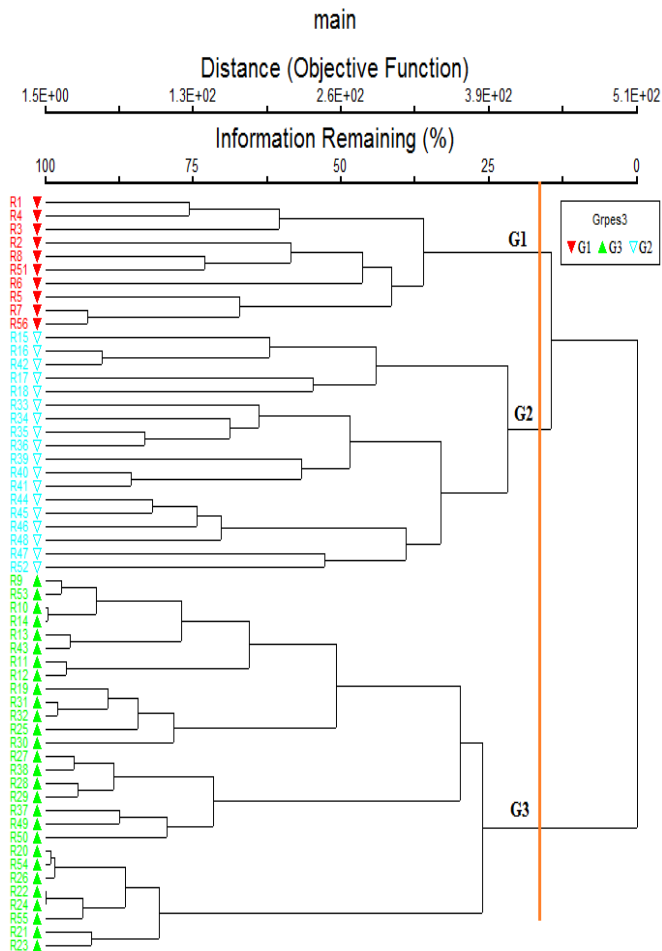


Figure 5: Dendrogramme des groupements végétaux obtenus

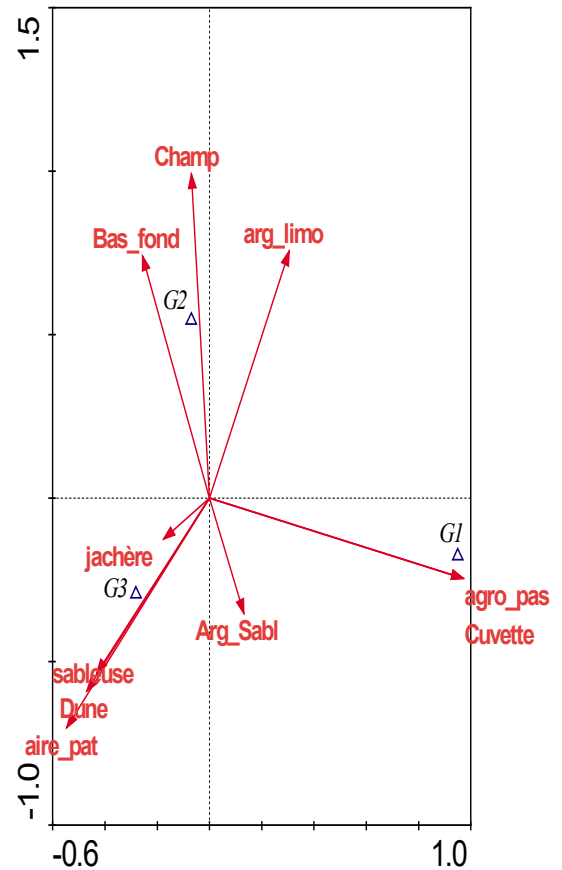


Figure 6: Carte factorielle de CCA appliquée aux groupements végétaux identifiés et aux variables environnementales

Tableau 4: Valeurs propres et pourcentage de variance expliquée par les quatre premiers axes de la CCA

Axes	1	2	3	4	Inertie totale
Valeurs propres	0,896	0,662	0,269	0,053	1,880
Corrélation espèces-environnement	0,97	0,845	0,00	0,00	
Variance floristique expliquée (%)	47,6	82,9	97,2	79,81	
Variance espèces-environnement expliquée (%)	57,5	100	0,00	0,00	
Somme des valeurs propres					1,558

Tableau 5: Corrélation entre les variables environnementales et les axes canoniques

Variables	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4
Cuvette	0,94	-0,20	0,96	-0,24
Bas-fond	-0,24	0,62	-0,25	0,73
Dune	-0,45	-0,49	-0,46	-0,59
Argilo-limoneuse	0,29	0,63	0,30	0,75
Argilo-Sableuse	0,12	-0,29	0,13	-0,35
Sableuse	-0,418	-0,45	-0,43	-0,53
Champ	-0,06	0,83	-0,06	0,98
Jachère	-0,16	-0,10	-0,17	-0,12
Aire pâturage	-0,52	-0,59	-0,54	-0,70
Agro-pastoral	0,94	-0,20	0,96	-0,24

Indices de diversité

L'analyse du Tableau 6 montre que globalement, l'indice de diversité de Shannon (H') est de 4,64 bits et il varie de 3,13 (G1) à 5,16 (G2). Quant à l'équitabilité de Pielou (E) elle est globalement moyenne. La richesse spécifique varie de 46 (G3) à 64 (G2).

Caractéristiques dendrométriques

Le groupement à *Hyphaene thebaica* et *Amaranthus spinosus* (G1) présente la plus grande valeur pour tous les paramètres étudiés. Seul au niveau de la densité de régénération qu'il n'y a pas une différence significative entre les groupements végétaux ($P > 0,05$) (Tableau 7).

Structure en classes de diamètre des peuplements ligneux des trois groupements

La structure en classes de diamètre du groupement à *Hyphaene thebaica* et *Amaranthus spinosus* montre une dominance des individus de diamètre ≥ 21 cm de diamètre avec une valeur de paramètre $c = 4,51$ (Figure 7 A). Dans le groupement à *Acacia raddiana* et *Cenchrus biflorus*, les individus de classe de 3 à 8 cm suivis de ceux de la classe ≥ 21 cm sont les plus représentés (Figure 7 B). Les individus de la classe de 3 à 8 cm sont dominants dans le groupement à *Leptadenia pyrotechnica* et *Aristida mutabilis* avec une valeur du paramètre C du Weibull inférieure à 1, distribution en «J inversé» caractéristique des peuplements multisécifiques ou inéquiennes (Figure 7 C).

DISCUSSION

La flore recensée est dominée par les Poaceae, les Caesalpinaceae, les Mimosaceae et les Euphorbiaceae. La forte proportion des Poaceae dans la zone d'étude peut s'expliquer par le fait que ces taxons possèdent une très grande possibilité de tallage et une plus grande vitesse de repousse (Salette, 1970). Et en plus, les graminées (Poaceae) 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 (Bre-

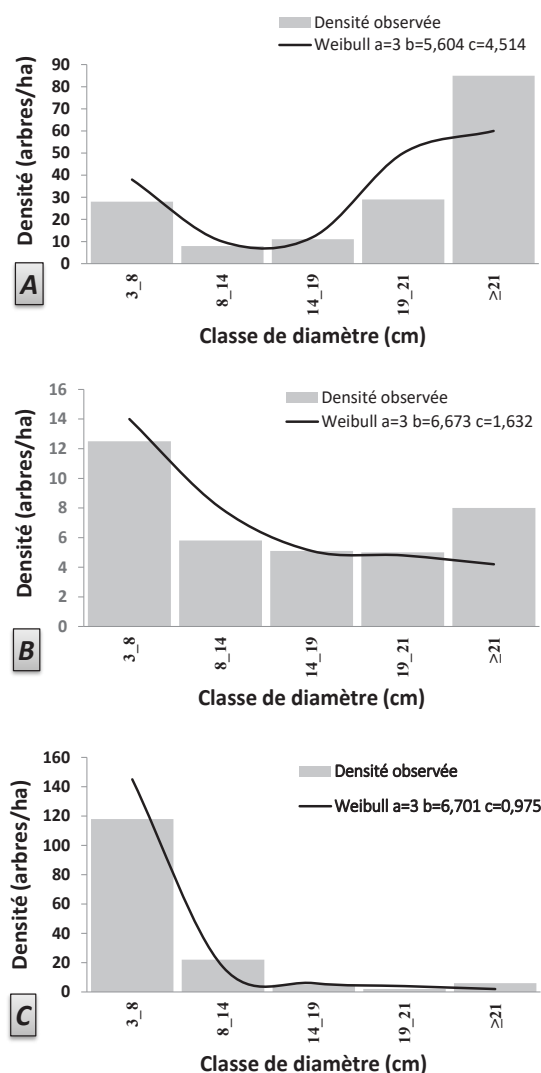


Figure 7: Structure en diamètre des ligneux des trois groupements; A: groupement à *Hyphaene thebaica* et *Amaranthus spinosus*; B: groupement à *Acacia raddiana* et *Cenchrus biflorus*; C: groupement à *Leptadenia pyrotechnica* et *Aristida mutabilis*

Tableau 6: Diversité spécifiques des groupements végétaux

Indices de diversités	Globale	Groupements		
		G1	G2	G3
Richesse spécifique (S)	81	48	64	46
Shannon (H' en bits)	4,64	3,13	5,16	3,3
Diversité maximale (H_{max} en bits)	6,33	5,58	6,00	5,52
Equitabilité (E)	0,73	0,56	0,86	0,59

Tableau 7: Comparaison des moyennes (m) des paramètres dendrométriques de trois groupements végétaux

Paramètres dendrométriques	G1		G2		G3		Probabilité
	m	σ	m	σ	m	σ	
Densité (Tiges/ha)	179,8 ^a	108,1	35,6 ^b	15,8	190,5 ^a	114,1	<0,001**
Densité de régénération (Tiges/ha)	560	399	321	205	549	382	0,081 ^{ns}
Diamètre moyen (cm)	33,0	11,7	20,6	8,1	13,3	13,2	0,001**
Hauteur moyenne de Lorey (m)	9,05	1,85	8,6	2,57	4,55	3,15	<0,001**
Surface terrière globale (m ² /ha)	16,7	11,0	1,42	1,00	2,44	3,88	<0,001**
Taux de recouvrement (%)	15,3	8,21	7,11	7,3	23,7	19,1	0,001**

m: moyenne; σ : écart type; ns: non significatif au seuil de 5 %; **: très significatif au seuil de 5 %; G1: groupement à *Hyphaene thebaica* et *Amaranthus spinosus*; G2: groupement à *Acacia raddiana* et *Cenchrus biflorus*; G3: groupement à *Leptadenia pyrotechnica* et *Aristida mutabilis*

man et De Ridder, 1991). Ces résultats corroborent ceux de Boulweydou (2008) dans l'habitat de la tortue sillonnée au niveau de massif de Termit et Akpo et Grouzis (2000) dans les parcours sahéliens du Nord-Sénégal.

Les Thérophytes constituent les formes biologiques les plus représentées en termes de spectre brut et pondéré suivies des Microphanérophytes et dans tous les groupements végétaux, hormis, le groupement à *Hyphaene thebaica* et *Amaranthus spinosus* caractérisés par une dominance des Mésophanérophites. Cela s'explique par la différence des conditions du milieu (cuvettes et dépressions interdunaires) favorable au développement des essences ligneuses. Ces résultats confirment l'observation de Schmidt *et al.* (2005) selon qui les types biologiques reflètent non seulement les paramètres structuraux dans une végétation mais également les conditions environnementales variées. Des résultats similaires ont été observés par Soumana (2011) dans les parcours pastoraux de la région de Zinder et par Karim *et al.* (2012) dans la Commune rurale de Simiri. Pour bon nombre d'auteurs (Mahamane, 2005; Morou, 2010; Inoussa, 2011), la prédominance des thérophytes en zone sahélienne s'explique par leur adaptation aux milieux aride et semi-aride. En effet, elles bouclent leurs cycles pendant la saison des pluies et passent la saison sèche particulièrement très chaude à l'état de graines donc moins affectées par les rudes conditions du milieu (Morou, 2010).

Les types phytogéographiques sont des indicateurs de l'état des écosystèmes car ils traduisent la fidélité des espèces à leur région de confinement (Imorou, 2008). La répartition chorologique de la flore de notre zone est marquée par l'abondance et la dominance des espèces Soudano-Zambéziennes et Guinéo-Congolaises-Soudano-Zambéziennes dans tous les groupements végétaux. Les espèces Soudano-Zambéziennes-Saharo-Sindiennes viennent en troisième position. Ceci concorde bien avec les observations de Saadou (1990) qui remarque que la flore du même compartiment biogéographique est marquée en général par la prédominance des espèces Soudano-Zambéziennes (56,1%) suivies des Guinéo-Congolaises-Soudano-Zambéziennes (24,2%). Ceci nous permet d'affirmer que malgré les pressions naturelles et anthropiques sur les ressources végétales, cela n'a pas conduit à une perte d'identité florale de la zone.

Les indices de diversité floristique constituent des critères objectifs pour apprécier la diversité d'une communauté végétale (Ramade, 1994). L'examen de l'indice de diversité de Shannon-Weaver H' et la régularité ou l'équitabilité de Pielou fait apparaître que le groupement à *Acacia raddiana* et *Cenchrus biflorus* (G2) a un indice de diversité légèrement plus élevé (5,16 bits). La régularité ou l'équitabilité est assez élevée dans les trois groupements ($>0,5$). Il y a donc une diversification de la flore dans ces trois groupements.

Selon Orth et Colette (1996), l'indice de Shannon prend des valeurs élevées dans une phytocénose quand il y a une équirépartition des espèces et prend des valeurs faibles quand il existe une dominance de certaines espèces par rapport aux autres. Dans le cas de cette étude, on peut aussi dire que quelques espèces recensées ont de forts recouvrements et dans tous les trois groupements végétaux identifiés. Ces résultats corroborent ceux de Boubacar (2010) obtenus dans les parcours pastoraux de la même zone.

Les peuplements ligneux du groupement à *Hyphaene thebaica* et *Amaranthus spinosus* se caractérisent par des valeurs élevées de surface terrière, de densité en tiges, de hauteur moyenne et de taux de recouvrement. La densité de régénération élevée est liée au mode de multiplication des espèces ligneuses particulièrement chez *Hyphaene thebaica*. D'après Peltier *et al.* (2008), l'espèce *Hyphaene thebaica* développe, à quelques dizaines de centimètres sous la surface du sol, un réseau horizontal d'organes végétatifs qui grossissent pour atteindre 10 à 20 cm de diamètre, avec un aspect de rhizomes. Ces derniers assurent la production des rejets qui colonisent très densément le milieu. La structure du peuplement est marquée par une forte densité des individus de gros diamètre. Cette structure est influencée par les sujets de l'espèce *Hyphaene thebaica* majoritairement concentrés dans la classe supérieure à 20 cm. Une structure similaire a été retrouvée par Mahamane (1997) dans le parc Agroforestier à *Hyphaene thebaica* à l'ouest du Niger.

Le groupement à *Acacia raddiana* et *Cenchrus biflorus* (G2) se caractérise par des individus de diamètre moyen élevé, de surface terrière faible, de hauteur moyenne de Lorey élevée et un fort recouvrement. Par contre, dans le groupement à *Leptadenia pyrotechnica* et *Aristida mutabilis* (G3), les valeurs faibles de diamètre moyen, de surface terrière et de taux de recouvrement peuvent s'expliquer par les conditions écologiques du milieu mais aussi par l'utilisation de l'espèce caractéristique du groupe (*L. pyrotechnica*) dans la fixation de dunes, généralement ce sont les individus des gros diamètres qui sont sélectionnés pour cette activité. La prédominance des individus de petit diamètre est une structure souvent observée pour les écosystèmes non perturbés. Les individus de petit diamètre assurent l'avenir des formations naturelles, tandis que ceux de gros diamètre résultant de la sélection naturelle sont des semenciers qui assurent l'avenir de peuplement à travers la production des graines (Morou, 2010). Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Moussa *et al.* (2013) dans la commune rurale de Simiri.

Dans le groupement à *Acacia raddiana* et *Cenchrus biflorus*, la strate ligneuse est dominée par des individus de classe de diamètre compris entre 3 à 8 cm. Cette structure est caractéristique des peuplements multispécifiques ou inéquiennes. L'absence des individus des autres classes, pourrait être expliqué par les coupes opérés par les populations pour satisfaire les besoins en bois énergie et bois de services. Ces résultats se rapprochent ceux de Rabiou *et al.* (2014) observés sur la population de *Boscia senegalensis* dans la commune rurale de Simiri et ceux de Diallo *et al.* (2012) sur les populations de *Acacia senegal* dans la zone de Tessékéré (Ferlo nord), Sénégal.

CONCLUSION

Au terme de cette étude conduite dans le département de Gouré, trois groupements végétaux ont été identifiés. Sur le plan floristique 81 espèces ont été recensées, réparties dans 68 genres et 29 familles. Les différents groupements ont un nombre assez élevé d'espèces variant entre 48 et 64. La répartition des types biologiques montre la dominance des Thérophytes et des Microphanérophytes confirmant ainsi l'appartenance de la zone d'étude au domaine sahélien.

Par rapport aux types phytogéographiques, ce sont les espèces soudano-zambéziennes et les guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes qui sont les mieux représentées. Cette étude nous a aussi permis de caractériser les peuplements ligneux. L'examen des caractéristiques dendrométriques et des structures des peuplements ligneux montre une forte influence des conditions mésologiques sur la taille des sujets. Dans le groupement à *Hyphaene thebaica* et *Amaranthus spinosus* (G1) bien approvisionné en eau, les ligneux sont de gros diamètre et avec de fortes densités contrairement aux deux autres groupements où les ligneux sont des petits diamètres.

RÉFÉRENCES

- Agali A.B. (2009). Diversité, structure et perceptions locales des espèces ligneuses fourragères dans le terroir de Torodi, ouest Niger. Mémoire de DEA en Biologie et Écologie Végétales. Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 66p.
- Akpo L.E., Grouzis M. (2000). Valeur pastorale des herbages en région soudanienne, le cas des parcours sahéliens du Nord-Sénégal. *Tropicultura*, 1-8.
- Boulweydou A. (2008). Caractérisation de l'habitat de la tortue sillonnée (*Geochelone sulcata*, Miller, 1979) dans le massif de Termit (Zinder-Niger). Mémoire de DEA en Biologie appliquée, Faculté des Sciences, Université Abdou Moumouni de Niamey. 118p.
- Braun-Blanquet J. (1932). Plant sociology. The study of plant communities. Ed. McGraw Hill, New York, London. 439 p.
- Breman H., De Ridder N. (1991). Manuel sur les Pâturages des Pays Sahéliens. Karthala, ACCT, CABO-DLO et CTA; 485 p.
- Claude J., Grouzis M., Milleville P. (1991). Un Espace Sahélien; la Mare d'Oursi Burkina Faso. Edition ORSTOM, France, 254 p.
- CNEDD (1998). Plan National de l'Environnement pour un Développement Durable (PNEDD), 120 p.
- CNEDD (2009). Stratégie Nationale et plan d'actions sur la diversité biologique 2^{ème} édition. 141 p.
- Diallo A., Agbangba E.C., Thiaw A., Guisse A. (2012). Structure des populations de *Acacia senegal* (L.) Willd dans la zone de Tessékéré (Ferlo nord), Sénégal. *Journal of Applied Biosciences*, 59: 4366-4374.
- Imorou I.T. (2008). Étude de la variabilité spatiale de la biomasse herbacée, de la phénologie et de la structure de la végétation le long des toposéquences du bassin supérieur du fleuve Ouémé au Bénin. Thèse unique de doctorat en Gestion de l'Environnement, Université d'Abomey-Calavi, Bénin. 241 p.
- Inoussa M.M. (2011). Dynamique des forêts claires dans le parc national du W du Niger. Thèse de doctorat en Biologie et Écologie Végétales, Faculté des Sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni de Niamey. 137 p.
- Inoussa T.M., Imorou I.T., Gbègbo M.C., 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.
- Jahiel M. (1998). Rôle du palmier dattier dans la sécurisation foncière et alimentaire au sud-est du Niger. *Sécheresse*, 9:167-74.
- Karim S., Zaman Allah M., Morou B., Mahamane A., Saadou M. (2012). Land Cover/Use Dynamics and Vegetation Characteristics in the Rural District of Simiri (Tillabery Region, Niger), *The Functioning of Ecosystems*, ISBN: 978-953-51-0573-2. InTech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/the-functioning-of-ecosystems/spatial-and-temporal-dynamics-of-the-falkipond-ecosystem-in-the-region-of-zinder-niger>.
- Kiema A., Nianogo A. J., Zoungrouna C.Y.K., Jalloh B. (2012). Effets des demi-lunes associées au scarifiage sur les productions fourragères en région sahélienne du Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 6: 4018-4030.
- Laminou M.O. (2009). Fixation des dunes dans le Sud-est du Niger: Évaluation de l'efficacité de la barrière mécanique, espèces ligneuses adaptées et potentialités d'inoculation mycorrhizienne. Thèse de doctorat en sciences agronomiques et ingénierie biologique, Université de Liège, Belgique, 142 p.
- Mahamane A. (1997). Structure, fonctionnement et dynamique des parcs agroforestiers dans l'Ouest du Niger. Thèse de Doctorat 3^{ème} cycle en Sciences Biologiques appliquées, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 213 p.
- Mahamane A. (2005). Études floristique, phytosociologique et phytogéographique de la végétation du Parc Régional du W du Niger. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique, Université Libre de Bruxelles, Belgique, 484 p.
- Mehdioui R., Kahouadji A. (2007). Étude ethnobotanique auprès de la population riveraine de la forêt d'Amsittène: cas de la Commune d'Imi n'Tlit (Province d'Essaouira). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie*, n°29, 11-20.
- Mering C., Andrieu J., Sanemeterio J., Toulouse B. (2010). Analyse spatio-temporelle du couvert végétal au Sahel par Télédétection: intérêt d'une approche multiscalaire. *Actes du colloque Géopoint*, 261-267 p.
- 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. Thèse de doctorat en Biologie appliquée, Université Abdou Moumouni de Niamey, 184 p + annexes.
- Moussa M.B. (2010). Variabilité spatiale de la productivité des parcours pastoraux dans le Département de Gouré. Mémoire de DEA en Biologie Appliquée, Faculté des Sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni de Niamey, 81 p.
- Moussa M.B., Inoussa M.M., Ambouta J.M.K., Mahamane A., Jorgen A.A., Harissou Y., Rabiou H. (2013). Caractérisation de la végétation ligneuse et des organisations pelliculaires de surface des agroécosystèmes à différents stades de dégradation de la Commune rurale de Simiri (Niger). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 7:1963-1975.
- Orth D., Colette M.G. (1996). Espèces dominantes et biodiversité: Relation avec les conditions édaphiques et les pratiques agricoles pour les prairies des marais du cotentin. *Écologie*, 3: 171-189.

- Ozer P., Catherine B., Bernard T. (2005). Analyse climatique de la région de Gouré, Niger oriental: récentes modifications et impacts environnementaux. *Cybergeo: Revue Européenne de Géographie*, 308: 1-24.
- Peltier R., Duhem C. S., Ichaou A. (2008). Valoriser les produits du palmier doum pour gérer durablement le système agroforestier d'une vallée sahélienne du Niger et éviter sa désertification. *VertigO*, 1: 1-15.
- Philip, M.S. (2002). *Measuring trees and forests*, 2nd ed. CABI, London, pp. 1-310.
- Rabiou H., Inoussa M.M., Bakasso Y., Diouf A., Boubacar M., Mahamane A., Saidou I.S., Saadou M., Lykke A.M., (2014). Structure de la population de *Boscia senegalensis* (Pers) Lam. Ex Poir suivant la toposéquence dans la commune de Simiri (Niger). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 23: 3657-3669.
- Raunkiaer C. (1934). *The life-forms of plants and plant geography*. Oxford University Press, London, 632 p.
- Ramade F. (1994). *Éléments d'Écologie. Écologie fondamentale 2*. Edi. Science internationale, Paris, 579.
- Rondeux J. (1999). *La mesure arbres et des peuplements forestiers*. Presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique. 522 p.
- Saadou M. (1990). *Végétation des milieux drainés nigériens à l'Est du fleuve Niger*. Thèse d'État, Université de Niamey, 395 p.
- Salette J.O. (1970). Les cultures fourragères tropicales et leurs possibilités d'intensification. *Fourrages*, 43: 91-105.
- Sarr O., Bakhoum A., Diatta S., Akpo L. E. (2013). L'arbre en milieu soudano-sahélien dans le bassin arachidier (Centre-Sénégal). *Journal of Appl. Biosciences*, 61: 4515-4529.
- Schwal B. (2004). *Dynamique de la biodiversité végétale dans les paysages d'agriculture intensive: utilisation du sol, composition floristique, végétation et structures paysagères du Lauragais haut-garonnais (Sud-ouest, France), XIXe-XXe siècles*. Thèse de doctorat en Géographie et Aménagement, Université Toulouse II, France, 370p.
- Schmidt M., Kreft H., Thiombiano A., Zizka G. (2005). Herbarium collection and field data based plant diversity maps for Burkina Faso. *Diversity & distribution*, 11: 509-516.
- Sinsin B., Kampmann D. (2010). *Atlas de la biodiversité de l'Afrique de l'ouest, Tome I: Bénin*. Cotonou et Frankfurt/Main. BIOTA, 676 p.
- Soumana I. (2011). *Groupements végétaux pâturés des parcours de la région de Zinder et stratégie d'exploitations développées par les éleveurs Uda'en*. Thèse de doctorat en Écologie végétale et Pastoralisme, Université Abdou Moumouni de Niamey, 222 p.
- Thiombiano D.N.E., Lamien N., Dibong D.S., Boussim I. J., Belem B. (2012). Le rôle des espèces ligneuses dans la gestion de la soudure alimentaire au Burkina Faso. *Sécheresse*, 23: 86-93.
- Tidjani A.D. (2008). *Érosion éolienne dans le Damagaram Est (Sud-Est du Niger): paramétrisation, quantification et moyens de lutte*. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques et Ingénierie Biologique. Université catholique de Louvain, Belgique, 194 p.
- Toudjani Z., Guero M. (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, 66 p.
- White F. (1986). *La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique*. Unesco / AETFAT / UNSO, ORSTOM / UNESCO, 384 p.