



## Numéro spécial

### Diversité, productivité et qualité des pâturages des écosystèmes dunaires du Département de Gouré (Niger)

### Diversity, productivity and grasslands quality of the dune ecosystems into the Department of Gouré (Niger)

Boubacar M. MOUSSA <sup>1\*</sup>, Idrissa SOUMANA <sup>2</sup>, Karim SALEY <sup>3</sup>,  
Karimou Jean-Marie AMBOUTA <sup>4</sup> & Ali MAHAMANE <sup>1</sup>

**Abstract:** A phytosociological study was carried out on grasslands to highlight the factors that determine the diversity, productivity and quality of transhumant grassland in the department of Gouré in eastern Niger. A total of 69 phytosociological plots were carried out using Braun-Blanquet method and biomass samples in small plots were collected. The data matrix was subjected to a Detrended Correspondence Analysis for the grassland typology followed by comparison tests to assess the significance of the differences between grasslands according to their productivity and quality. Rainfall and morpho-pedology are the major determinants of diversity, availability of herbaceous biomass, carrying capacity and pastoral value of grasslands. The values of these fodder parameters are higher in the Southern part than in the Northern part of sahelian zone and also higher in the sandy loam depressions than on the sandy dunes except pastoral value which has inverse units according to the gradient morpho-pedology. These results can contribute significantly to the sustainable management of pastoral resources in sahelian ecosystems.

Keywords: diversity, productivity, carrying capacity, pastoral value, Gouré

**Résumé :** Une étude phytosociologique a été menée sur la végétation herbacée pour mettre en évidence les facteurs déterminants de la diversité, de la productivité et de la qualité des pâturages des parcours transhumants dans le Département de Gouré à l'est du Niger. Au total, 69 relevés de végétation ont été réalisés suivant la méthode sigmatiste de Braun Blanquet et des placeaux de biomasse ont été récoltés. La matrice de données a été soumise à une « Detrended Correspondence Analysis » pour la typologie des pâturages. Ensuite, des tests de comparaison ont permis d'apprécier la significativité des différences entre les pâturages par rapport à leurs productivités et leurs qualités. La pluviométrie et la morpho-pédologie sont les déterminants majeurs de la diversité, de la disponibilité de la biomasse herbacée, de la charge en unité de bétail tropical et de la valeur pastorale des pâturages. Les valeurs de ces paramètres fourragers sont plus élevées en zone Sud sahélienne qu'en zone Nord sahélienne et plus dans les dépressions sablo-limoneuses que sur les dunes sableuses excepté la valeur pastorale qui a des valeurs inverses selon la morpho-pédologie. Ces résultats peuvent contribuer significativement à la gestion durable des ressources pastorales des écosystèmes sahéliens.

Mots clés : diversité, productivité, capacité de charge, valeur pastorale, Gouré

## INTRODUCTION

Les populations sahéliennes restent encore dépendantes des ressources naturelles renouvelables, au point que la survie et la reproduction de ces sociétés découlent de la capacité de régénération et de la diversité des ressources biologiques (BARRIERE, 1996). Cependant, les particularités écologiques des écosystèmes sahéliens amènent les éleveurs qui exploitent les ressources biologiques à adopter des stratégies nécessitant souvent des déplacements permanents ou périodiques du bétail parmi lesquels la transhumance. La distribution des précipitations au cours de la saison des pluies et leur redistribution à la surface des sols sont les facteurs prépondérants de la diversité du couvert végétal et de sa production (HIERNAUX & LE HOUEROU, 2006). Or, le nombre de jours de pluie ne cesse de diminuer au

<sup>1</sup> Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Diffa, Diffa, Niger. \*Auteur correspondant : [boubacar\\_mac@yahoo.fr](mailto:boubacar_mac@yahoo.fr)

<sup>2</sup> Département des Productions Animales, Institut National de la Recherche Agronomique, Niamey, Niger.

<sup>3</sup> Faculté des Sciences et Techniques, Université Dan Dicko Dankoulodo, Maradi, Niger.

<sup>4</sup> Faculté d'Agronomie, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger.

Niger et plus particulièrement dans la zone d'étude (OZER *et al.*, 2009, 2017). Ces facteurs amènent les transhumants à adopter de nouvelles techniques afin d'exploiter ces ressources pastorales et ils compromettent ainsi le type d'élevage dans cette zone (LHOSTE *et al.*, 1991). Les itinéraires nouveaux sont définis sur la base des nouvelles conditions de disponibilité des ressources en eau et en pâturage entraînant une convergence des éleveurs vers les terres exploitables. A long terme, on assiste à un changement dans la composition floristique avec la disparition des espèces fortement appréciées et l'invasion des parcours diminuant la productivité et la qualité des écosystèmes (ÇOMAKLI *et al.*, 2008). De nombreux auteurs ont montré que la végétation au Sahel est en relation avec les facteurs du milieu les plus déterminants tels que la pluviosité, le substrat, la topographie et l'exploitation anthropique (LE HOUEROU, 2005 ; HIERNAUX & LE HOUEROU, 2006 ; HOUNTONDJI *et al.*, 2005). Au centre-est du Niger, les travaux réalisés se sont plus focalisés sur une analyse de la flore et la végétation des pâturages des écosystèmes dunaires (MAHAMANE *et al.*, 2012 ; SOUMANA *et al.*, 2012). Très peu d'études se sont intéressées à évaluer la productivité et la qualité des pâturages de ces écosystèmes en relation avec les facteurs du milieu. En ce qui concerne la productivité, elle permet d'apprécier la quantité de bétail que peut supporter ces pâturages sans se détériorer (BOUDET, 1984). Pour la qualité des pâturages naturels, la valeur pastorale est un indicateur essentiel, en l'absence d'analyses chimiques et/ou bromatologiques (AKPO & GROUZIS, 2001). Toutefois, elle est fonction de la composition floristique et de la qualité fourragère disponible (AKPO *et al.*, 2003).

Cette étude se fixe alors pour objectif d'évaluer la diversité, la productivité et la qualité des pâturages en fonction des facteurs physiques du milieu dans le Département de Gouré. Il s'agit spécifiquement d'identifier les déterminants de la structuration des pâturages et d'apprécier la diversité, la productivité et la qualité des pâturages identifiés.

## MATERIEL ET METHODES

### Zone d'étude

Cette étude a été réalisée en fin de saison pluvieuse de l'année 2009 dans le Département de Gouré (13°00' et 15°00' latitude Nord ; 09°30' et 11°30' longitude Est) (Fig. 1). Le climat est tropical sec à deux saisons dont une longue saison sèche et une courte saison pluvieuse (OZER *et al.*, 2005). Selon la moyenne pluviométrique (1968-2000), le département peut être scindé en zone Nord sahélienne de pluviométrie moyenne comprise entre 200 et 300 mm et en zone Sud sahélienne avec 300 à 400 mm de pluies (Base de données du Centre Régional Agrhymet). Les sols sub-arides, les lithosols et les sols hydromorphes sont les plus rencontrés dans le département (AMBOUTA *et al.*, 2009). La population était de 332 278 habitants lors du dernier recensement en 2012 (INS, 2013). L'agriculture et l'élevage sont les principales activités économiques de la population.

### Méthodologie

Des relevés phytosociologiques ont été réalisés selon la méthode de Braun Blanquet (1932) dans des placettes de 1000 m<sup>2</sup> (20 m × 50 m) suivant un transect Nord-Sud en tenant compte des unités géomorphologiques. Cette méthode a été utilisée avec succès, notamment par TOGOLA (1982) dans l'étude des pâturages ouest africains. L'approche consiste à attribuer un coefficient à chaque espèce sur la base de leur abondance-dominance (Tab. 1). Ainsi, chaque espèce se trouvant dans la placette est d'abord identifiée puis recensée, accompagnée de son coefficient. Pour calculer la valeur moyenne du coefficient de recouvrement d'une espèce donnée ( $RM_i$  %), on transforme chaque coefficient d'abondance-dominance en taux de recouvrement moyen (Tab. 1), et on additionne toutes les valeurs correspondantes pour cette espèce puis on divise le total obtenu par le nombre total de relevés effectués ( $N$ ) et enfin on multiplie par 100 (GOUNOT, 1969 ; DE FOUCAULT, 1980).

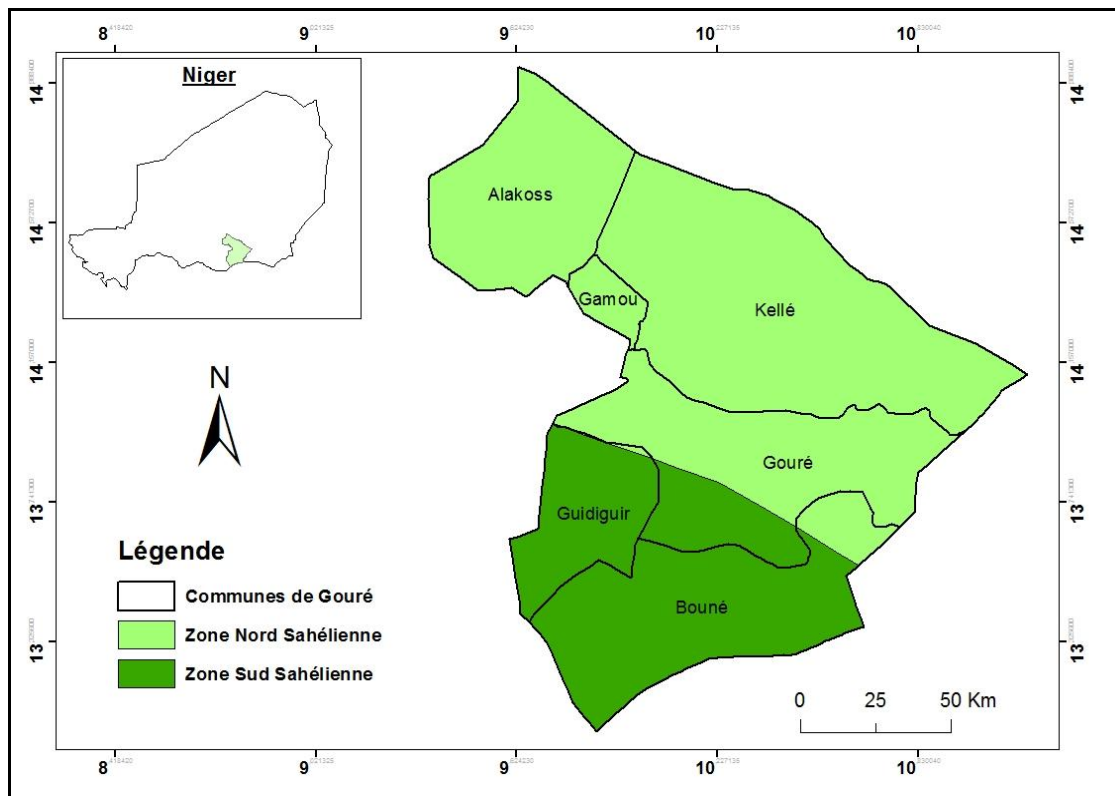
$$RM_i = \frac{\sum R_i}{N} \times 100$$

L'identification des espèces a été réalisée en s'inspirant de la flore du Sénégal (BERHAUT, 1967) et des Poaceae du Niger (POILECOT, 1999).

**Tableau 1 :** Correspondance entre les coefficients d'abondance-dominance et les valeurs de recouvrement moyens (DE FOUCAULD, 1980).

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

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



**Figure 1 :** Localisation de la zone d'étude.

### Biomasse et capacité de charge

Pour l'évaluation de la phytomasse herbacée, la méthode de coupe rase a été utilisée. La récolte s'est faite à l'intérieur de placeaux unitaires de 1 m<sup>2</sup> (BOUDET, 1984 ; GROUZIS, 1988). Pour ce faire, dix placeaux de 1 m<sup>2</sup> chacun répartis de manière aléatoire ont été prélevés dans chaque placette (1000 m<sup>2</sup>). La phytomasse de chaque carré a été ensachée, séchée à l'air libre pendant trois jours et à l'étuve au laboratoire, puis pesée pour la détermination de la matière sèche (MS). Les résultats ont été exprimés en kg MS/ha puis en t MS/ha et ont servi à la détermination de la productivité et de la capacité de charge.

La capacité de charge (CC) a été évaluée sur la base du rapport entre la biomasse et la consommation journalière d'une unité bovine tropicale (UBT) estimée à 6,25 kg de matière sèche puis évalué pour la saison des pluies qui est de 4 mois au maximum (120 jours). La formule est la suivante :

$$CC \text{ (UBT/ha/saison pluvieuse)} = \frac{\text{Biomasse (kg MS/ha)}}{6,25 \times 120}$$

## Valeur pastorale et spectre fourrager

La valeur pastorale (*VP*) permet d'évaluer la qualité d'un pâturage naturel (AKPO *et al.*, 2003). Elle est obtenue en multipliant la contribution spécifique de chaque espèce (*Csi*) par son indice de valeur pastorale (*Vi*) (CESAR, 2005). La contribution spécifique a été calculée en faisant le rapport entre le recouvrement moyen de l'espèce (*RMi*) et la somme des recouvrements de toutes les espèces (GILLES, 1986). A chaque espèce collectée, un indice de valeur pastorale a été attribué en tenant compte de la productivité de l'espèce sur le terrain et de son appétibilité (Tab. 2). Ces indices ont été obtenus à partir des résultats d'une enquête semi structurée effectuée auprès des éleveurs transhumants Uda'en dans la même zone d'étude pendant la même période (SOUMANA, 2011). La valeur de cet indice varie de 0 (sans valeur pastorale) à 5 (très bonne valeur pastorale). L'indice de valeur pastorale est subjectif et tient compte à la fois de l'appétibilité, de la valeur alimentaire et de l'accessibilité de l'espèce. Le tableau 2 donne les catégories fourragères et les indices qui y correspondent. La valeur pastorale a été calculée par la formule suivante :

$$VP(\%) = \sum (Csi \times Vi) / 5 \quad \text{avec} \quad Csi = \frac{RMi \times 100}{\sum RMi}$$

Le spectre fourrager d'un pâturage est le pourcentage des contributions spécifiques des différentes catégories fourragères pour ce pâturage.

**Tableau 2** : Les différentes catégories fourragères de valeurs pastorales et les indices de valeur pastorale (*Vi*) correspondants.

Catégories fourragères	Caractéristique	Indice
Très bonne valeur pastorale (Tvp)	Productivité élevée et excellente appétibilité	5
Bonne valeur pastorale (Bvp)	Productivité élevée et bonne appétibilité	4
Moyenne valeur pastorale (Mvp)	Productivité élevée et appétibilité moyenne	3
Faible valeur pastorale (Fvp)	Productivité moyenne et appétibilité faible	2
Mauvaise valeur pastorale (mvp)	Productivité faible et appétibilité médiocre	1
Sans valeur pastorale (Svp)	Non appétée dans les conditions normales	0

## Diversité et équitabilité

L'indice de Shannon-Weaver (*H'*) permet d'apprécier la diversité des espèces (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998). Cet indice varie en fonction du nombre d'espèces présentes. Il est d'autant plus élevé qu'un grand nombre d'espèces participe dans l'occupation du sol. Il s'exprime en bits et varie de la diversité la plus faible (0 bit) à la plus élevée (4,5 bits). La formule utilisée est la suivante :

$$H' = - \sum_{i=0}^n Csi \log_2 Csi$$

*Csi* : contribution spécifique de l'espèce *i* ; *n* : nombre d'espèces par pâturage.

L'indice d'équitabilité de Pielou (*E*) évalue le poids de chaque espèce dans l'occupation de l'espace (MAHAMANE, 2005). Il varie entre 0 et 1, tend vers 0 lorsqu'il y a un phénomène de dominance et tend vers 1 lorsque la répartition des espèces est régulière. Il est calculé en fonction de la richesse spécifique (*n*) et de la diversité théorique maximale (*Hmax*) à travers la formule suivante :

$$E = \frac{H'}{Hmax} = \frac{H'}{\log_2 n}$$

## Traitements statistiques

L'identification des pâturages a été effectuée à travers une « Detrended Correspondence Analysis » (DCA) (HILL & GAUCH, 1980) sur une matrice de 69 relevés et 146 espèces. De plus, un test non paramétrique de Kruskal-Wallis a été réalisé pour la comparaison des différents pâturages identifiés selon leurs productivités et leurs qualités. Les analyses univariées ont été effectuées par le logiciel PCORD version 5 (GRANDIN, 2006) et les tests de comparaisons par le logiciel R (BUNN & KORPELA, 2018).

## RESULTATS

### Analyse globale de la flore

La flore recensée dans les 69 relevés est constituée de 146 espèces réparties dans 95 genres et 38 familles (Tab. 3). L'importance numérique des espèces varie selon les familles. Les Poaceae constituent la famille la plus représentée (28 espèces) suivies des Convolvulaceae (11 espèces), des Fabaceae (9 espèces), des Cyperaceae (8 espèces) et des Mimosaceae (6 espèces). D'autres familles enfin sont représentées par une seule espèce ; ce sont les Acanthaceae, Anacardiaceae, Arecaceae, Balanitaceae, Bombacaceae, Caryophyllaceae, Labiateae, Loranthaceae, Menispermaceae, Polygalaceae, Portulacaceae, Salvadoraceae, Sterculiaceae et Tribulaceae.

### Typologie des pâturages

Le plan factoriel de la DCA montre que les deux premiers axes les plus significatifs expliquent 62,54 % de la variance totale (Fig. 2). Par conséquent, seul ces deux axes ont été retenus pour l'identification des pâturages. L'analyse du plan factoriel fait ressortir quatre types de pâturages (P1, P2, P3 et P4).

Les pâturages P1 comptent 7 relevés réalisés dans la commune de Bouné en zone Sud sahélienne. La texture sablo-limoneuse du substrat des dépressions inter-dunaires influence la végétation de ces pâturages. Les herbacées caractéristiques de ces pâturages sont *Brachiaria xantholeuca*, *Alysicarpus ovalifolius*, *Indigofera tinctoria*, *Cyperus rotundus* et *Schoenefeldia gracilis*. Pour les espèces ligneuses, *Acacia raddiana*, *A. seyal*, *A. senegal* et *Balanites aegyptiaca* sont les plus représentées. Ils ont été nommé : pâturages à *Acacia seyal* et *Alysicarpus ovalifolius* des dépressions inter-dunaires de la zone Sud sahélienne.

Les pâturages P2 regroupent 25 relevés réalisés dans la commune de Bouné, non loin des villages où la pression animale est permanente et sur des replats dunaires à texture sableuse de la zone Sud sahélienne. Ils constituent des aires de refuges des éleveurs sédentaires pendant la saison pluvieuse et sont donc soumis à une forte pression pastorale. Les espèces herbacées les plus caractéristiques de la flore de ces pâturages sont *Digitaria horizontalis*, *Mitracarpus scaber*, *Zornia glochidiata*, *Brachiara xantholeuca* et *Cenchrus biflorus*. Les ligneux sont représentés par *Acacia senegal*, *Sclerocarya birrea* et *Balanites aegyptiaca*. Ils ont été définis comme « pâturages à *Balanites aegyptiaca* et *Digitaria horizontalis* des dunes de la zone Sud sahélienne ».

Les 11 relevés des pâturages P3 ont été effectués dans la commune de Gamou au nord de Gouré en zone Nord sahélienne. Comme les pâturages P1, ces formations se rencontrent sur des substrats sablo-limoneux dans les dépressions inter-dunaires. La strate herbacée est dominée par *Amaranthus spinosus*, *Echinochloa colona* et *Amaranthus graecizans*. Quant à la strate ligneuse, elle est dominée par des pieds de *Calotropis procera* d'environ 2 mètres de hauteur moyenne formant des petits fourrés par endroit. Ils ont été nommés « Pâturages à *Calotropis procera* et *Amaranthus spinosus* des dépressions inter-dunaire de la zone Nord sahélienne ».

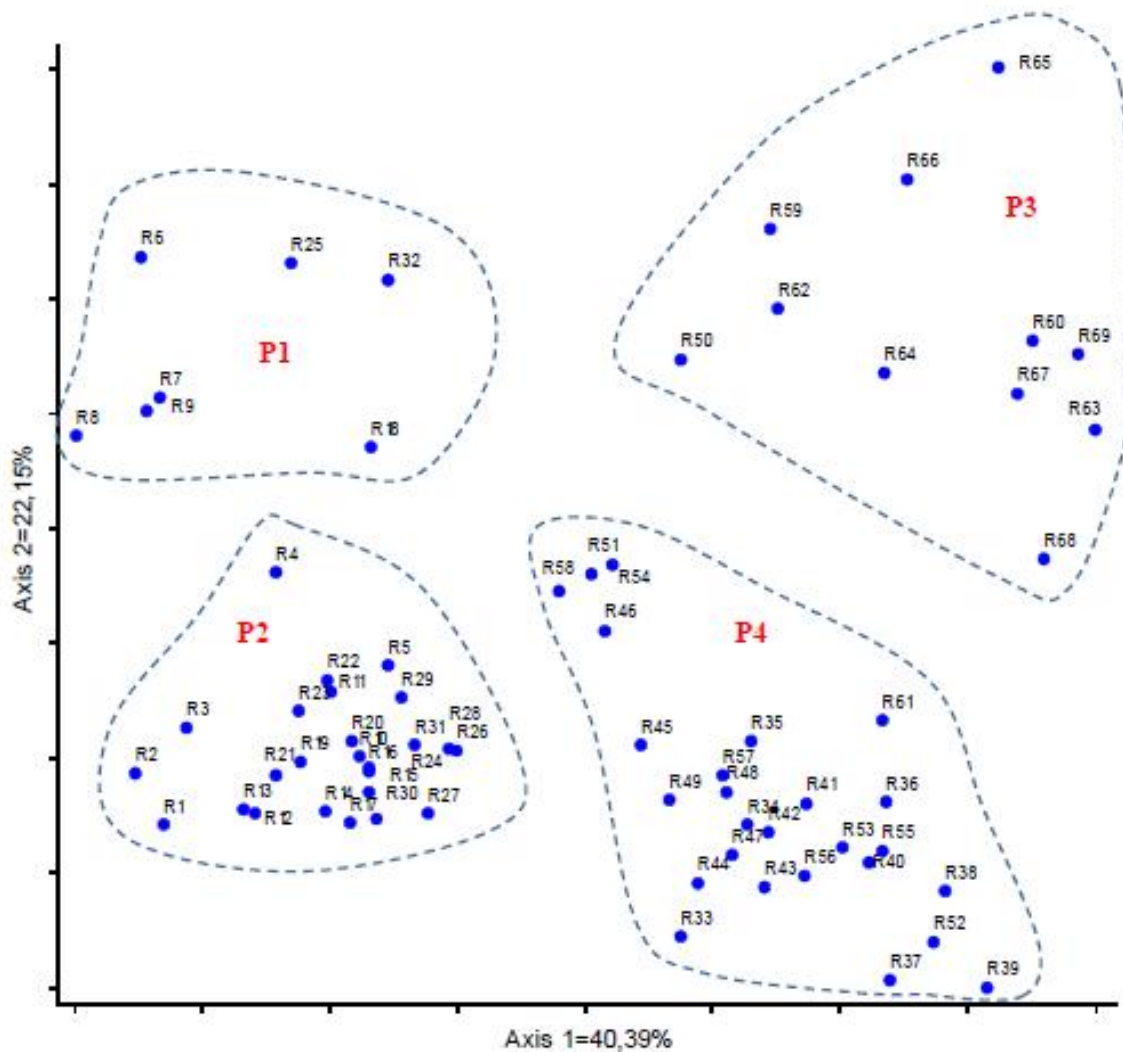
Quant aux pâturages P4, ils regroupent 26 relevés effectués dans la zone de Kellé sur les pénélaines dunaires et sur les piedmonts autour du plateau de Koutous en zone Nord sahélienne.

La nature sableuse du substrat, avec par endroits des croûtes de battance et le relief à pente douce de ces dunes sont des facteurs écologiques importants de ces formations végétales. La flore des pâturages (P4) est majoritairement représentée par des herbacées. Parmi ces dernières, *Tribulus*

*terrestris* et *Tragus racemosus*, *Brachiara xantholeuca* et *Dactyloctenium aegyptium* sont les espèces herbacées les plus caractéristiques de ce pâturage. Les espèces ligneuses parmi lesquelles on peut noter *Acacia raddiana*, *Leptadenia pyrotechnica*, *Cordia sinensis* et *Boscia senegalensis* sont faiblement représentées. Ils ont été qualifiés de pâturages à *Leptadenia pyrotechnica* et *Tragus racemosus* des dunes de la zone Nord sahélienne.

**Tableau 3** : Répartition des familles en fonction du nombre de genres et d'espèces.

Familles	Nombre de genres	%	Nombre d'espèces	%
Poaceae	16	16,84	28	19,18
Convolvulaceae	4	4,21	11	7,53
Fabaceae	6	6,32	9	6,16
Cyperaceae	3	3,16	8	5,48
Mimosaceae	2	2,11	6	4,11
Asteraceae	5	5,26	5	3,42
Amaranthaceae	4	4,21	5	3,42
Malvaceae	4	4,21	5	3,42
Capparaceae	3	3,16	5	3,42
Rubiaceae	3	3,16	5	3,42
Tiliaceae	3	3,16	5	3,42
Caesalpinaceae	2	2,11	5	3,42
Cucurbitaceae	2	2,11	5	3,42
Euphorbiaceae	3	3,16	4	2,74
Asclepiadaceae	3	3,16	4	2,74
Aizoaceae	3	3,16	3	2,05
Solanaceae	3	3,16	3	2,05
Borraginaceae	2	2,11	3	2,05
Nyctaginaceae	2	2,11	3	2,05
Burseraceae	2	2,11	2	1,37
Combretaceae	2	2,11	2	1,37
Pedaliaceae	2	2,11	2	1,37
Commelinaceae	1	1,05	2	1,37
Rhamnaceae	1	1,05	2	1,37
Acanthaceae	1	1,05	1	0,68
Anacardiaceae	1	1,05	1	0,68
Arecaceae	1	1,05	1	0,68
Balanitaceae	1	1,05	1	0,68
Bombacaceae	1	1,05	1	0,68
Caryophyllaceae	1	1,05	1	0,68
Labiatae	1	1,05	1	0,68
Loranthaceae	1	1,05	1	0,68
Menispermaceae	1	1,05	1	0,68
Polygalaceae	1	1,05	1	0,68
Portulacaceae	1	1,05	1	0,68
Salvadoraceae	1	1,05	1	0,68
Sterculariaceae	1	1,05	1	0,68
Tribulaceae	1	1,05	1	0,68
<b>Total</b>	<b>95</b>	<b>100</b>	<b>146</b>	<b>100</b>



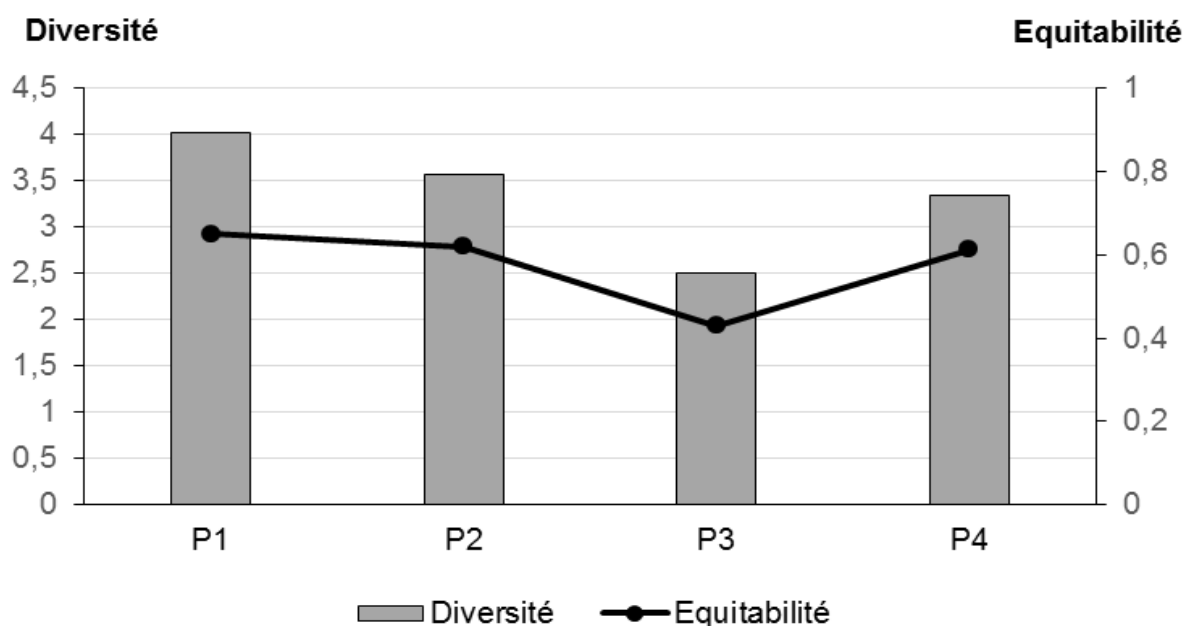
**Figure 2** : Plan factoriel de la « Detrended Correspondence Analysis » suivant les deux premiers axes.  
P1 : pâturages à *Acacia seyal* et *Alysicarpus ovalifolius* des dépressions inter-dunaires de la zone Sud sahélienne ;  
P2 : pâturages à *Balanites aegyptiaca* et *Digitaria horizontalis* des dunes de la zone Sud sahélienne ;  
P3 : pâturages à *Calotropis procera* et *Amaranthus spinosus* des dépressions inter-dunaire de la zone Nord sahélienne ;  
P4 : pâturages à *Leptadenia pyrotechnica* et *Tragus racemosus* des dunes de la zone Nord sahélienne ; Ri : relevé.

Il ressort de l'analyse de ces résultats une séparation suivant l'axe 1, des pâturages de la zone Sud sahélienne (P1 et P2) à ceux de la zone Nord sahélienne (P3 et P4) (Fig. 2). Cette partition nous permet d'interpréter cet axe comme étant un gradient pluviométrique. Par ailleurs, la distribution des relevés le long de l'axe 2 permet de distinguer les pâturages des dépressions à texture sablo-limoneuse (P1 et P3), de ceux des dunes à texture sableuse (P2 et P4). Ce second axe représente donc un gradient morpho-pédologique.

### Diversité et équitabilité

L'analyse de la figure 3 montre que les pâturages des dépressions (P1 et P3) partagent les valeurs extrêmes de diversité Shannon-Weaver et d'équitabilité de Pielou. Ainsi, les dépressions du sud (P1) enregistrent la plus grande valeur de diversité ( $H' = 4,02$  bits) avec une bonne répartition des espèces ( $E = 0,65$ ) tandis que ceux des dépressions du nord ont les valeurs de diversité les plus faibles ( $H' = 2,5$  bits) et une tendance vers un phénomène de dominance dans la répartition des espèces ( $E = 0,43$ ). En ce qui concerne les pâturages dunaires (P2 et P4), les valeurs de diversité et d'équitabilité varient de 3,34 à 3,57 bits et 0,61 à 0,62 respectivement.





**Figure 3 :** Indices de diversité et équitabilité des quatre pâturages identifiés.

- P1 : pâturages à *Acacia seyal* et *Alysicarpus ovalifolius* des dépressions inter-dunaires de la zone Sud sahélienne ;  
 P2 : pâturages à *Balanites aegyptiaca* et *Digitaria horizontalis* des dunes de la zone Sud sahélienne ;  
 P3 : pâturages à *Calotropis procera* et *Amaranthus spinosus* des dépressions inter-dunaire de la zone Nord sahélienne ;  
 P4 : pâturages à *Leptadenia pyrotechnica* et *Tragus racemosus* des dunes de la zone Nord sahélienne.

### Productivité et capacité de charge

Pour l'ensemble de la zone d'étude, la biomasse moyenne est de  $1,38 \pm 0,53$  t.MS/ha et la capacité de charge est de  $1,83 \pm 0,7$  UBT/ha/saison des pluies. La comparaison de ces paramètres entre les quatre pâturages montre des différences significatives ( $P < 0,05$ ) (Tab. 4). Les valeurs moyennes obtenues en zone Nord sahélienne ( $1,20 \pm 0,75$  t.MS/ha ;  $1,58 \pm 0,9$  UBT/ha/saison des pluies) sont inférieures à celles enregistrées en zone Sud sahélienne ( $1,57 \pm 0,36$  t.MS/ha ;  $2,09 \pm 0,4$  UBT/ha/saison des pluies). De même, celles enregistrées dans les dépressions inter-dunaires ( $1,78 \pm 0,11$  t.MS/ha ;  $2,35 \pm 0,11$  UBT/ha/saison des pluies) atteignent environ le double des valeurs obtenues sur les dunes ( $0,99 \pm 0,18$  t.MS/ha ;  $1,32 \pm 0,6$  UBT/ha/saison des pluies). De plus, les biomasses les plus élevées sont obtenues dans les zones dépressionnaires ( $1,82 \pm 0,26$  t.MS/ha au sud ;  $1,73 \pm 0,41$  t.MS/ha au nord) permettant de supporter une charge de  $2,43 \pm 0,35$  à  $2,27 \pm 0,30$  UBT/ha/saison des pluies du sud vers le nord. Cependant, la plus faible productivité en biomasse est obtenue au niveau des pâturages dunaires de la zone Nord sahélienne (P4) avec  $0,66 \pm 0,04$  t.MS/ha. Dans cette zone, la capacité de charge est inférieure à 1 UBT/ha/saison des pluies.

**Tableau 4 :** Moyenne et écart type de la biomasse et de la capacité de charge des 4 types de pâturages.

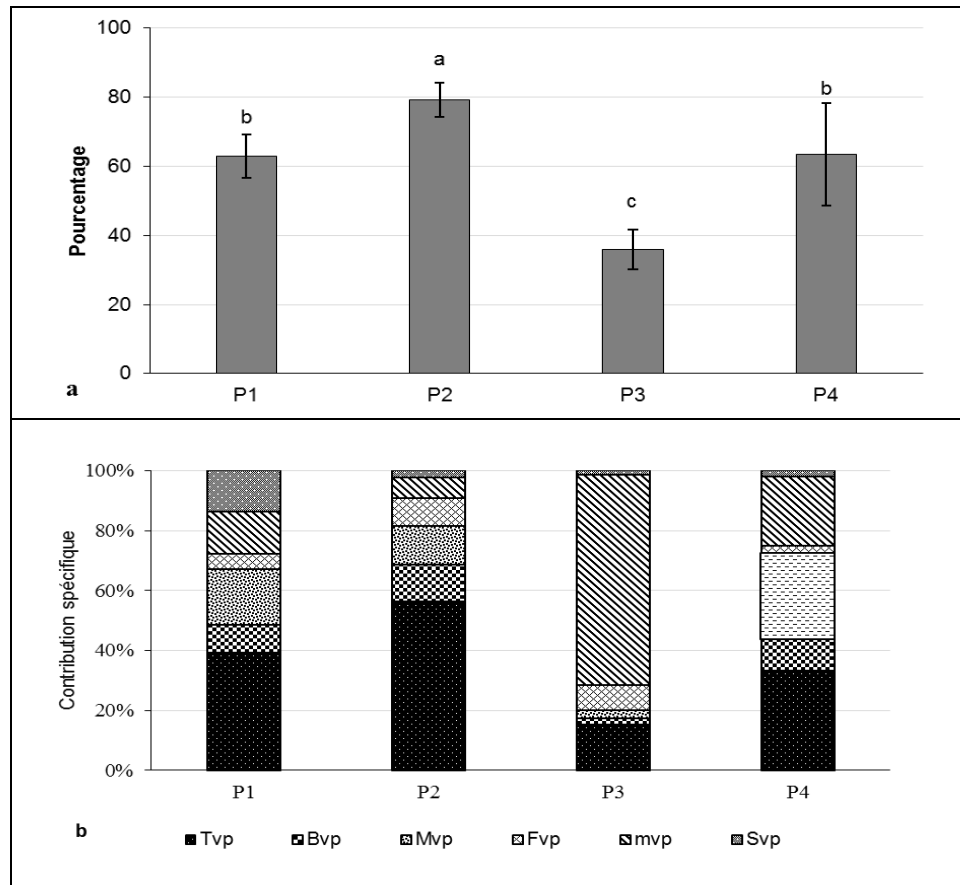
Paramètres	P1	P2	P3	P4	Probabilité
Biomasse (t MS/ha)	$1,82 \pm 0,26a$	$1,313 \pm 0,29b$	$1,73 \pm 0,41a$	$0,66 \pm 0,04c$	0,004
CC (UBT/ha/saison des pluies)	$2,43 \pm 0,35a$	$1,75 \pm 0,40b$	$2,27 \pm 0,30a$	$0,88 \pm 0,05c$	0,0029

- P1 : pâturages à *Acacia seyal* et *Alysicarpus ovalifolius* des dépressions inter-dunaires de la zone Sud sahélienne ;  
 P2 : pâturages à *Balanites aegyptiaca* et *Digitaria horizontalis* des dunes de la zone Sud sahélienne ;  
 P3 : pâturages à *Calotropis procera* et *Amaranthus spinosus* des dépressions inter-dunaire de la zone Nord sahélienne ;  
 P4 : pâturages à *Leptadenia pyrotechnica* et *Tragus racemosus* des dunes de la zone Nord sahélienne.  
 Sur chaque ligne, les valeurs accompagnées par des lettres différentes sont significativement différentes au seuil de probabilité  $\alpha = 0,05$ .



## Valeur pastorale et spectre fourrager

La valeur pastorale calculée pour l'ensemble des pâturages varie entre 35,9 % et 84,76 % avec une moyenne de 65,9 % (Fig. 4a). Elle est significativement élevée sur les dunes (71,41 ± 11 %) par rapport aux dépressions (49,38 ± 19 %). Les plus fortes valeurs sont obtenues par les pâturages dunaires de la zone Sud sahélienne (79,25 ± 4 %) et les plus faibles, dans les dépressions interdunaires du nord (P3 = 35,9 ± 5,7 %). Toutefois, la qualité des pâturages des dépressions du sud et des écosystèmes dunaires du nord ne sont pas significativement différents (P1 = 62,85 ± 6,3 % ; P4 = 63,57 ± 14,8 % respectivement).



**Figure 4 :** Pourcentage de valeur pastorale (a) et fréquence des contributions spécifiques des catégories fourragères (b) selon les pâturages identifiés.

P1 : pâturages à *Acacia seyal* et *Alysicarpus ovalifolius* des dépressions inter-dunaires de la zone Sud sahélienne ;

P2 : pâturages à *Balanites aegyptiaca* et *Digitaria horizontalis* des dunes de la zone Sud sahélienne ;

P3 : pâturages à *Calotropis procera* et *Amaranthus spinosus* des dépressions inter-dunaires de la zone Nord sahélienne ;

P4 : pâturages à *Leptadenia pyrotechnica* et *Tragus racemosus* des dunes de la zone Nord sahélienne.

Tvp : très bonne valeur pastorale ; Bvp : bonne valeur pastorale ; Mvp : moyenne valeur pastorale ; Fvp : faible valeur pastorale ; mvp : mauvaise valeur pastorale et Svp : sans valeur pastorale.

Les histogrammes accompagnés par des lettres différentes sont significativement différents au seuil de probabilité  $\alpha=0,05$ .

Le spectre fourrager des pâturages montre la répartition des catégories fourragères en termes de contributions spécifiques (Fig. 4b). Les espèces de très bonne valeur pastorale (Tvp) et de mauvaise valeur pastorale (mvp) sont les plus dominantes dans les quatre pâturages. Les Tvp ont des contributions élevées dans les pâturages du sud (P1 = 39,05 % et P2 = 56,31 %) comparativement à ceux du nord (P3 = 15,04 % et P4 = 33,17 %) et plus sur les dunes (P2 et P4) que dans les dépressions inter-dunaires (P1 et P3) pour chaque zone. Par contre, les mvp sont plus représentées dans les pâturages du nord (P3 = 70,18 % et P4 = 22,97 %) que ceux du sud (P1 = 14,25 % et P2 = 6,98 %) et plus sur les dunes (P2 et P4) que dans les dépressions (P1 et P3).

## DISCUSSION

### Diversité floristique des pâturages

La flore de la zone d'étude compte 146 espèces au total soit environ 21 espèces par hectare. Cette faible richesse spécifique de la zone d'étude et du Sahel en général, comparativement à la flore de la zone soudanienne pourrait être liée à la faible pluviométrie. En effet, les analyses ont montré que le déterminant majeur (40,39 % de variance totale) de la variabilité des parcours de la zone d'étude est la pluviosité. Ces résultats permettent de confirmer les travaux de MAHAMANE *et al.* (2012) réalisés dans les différents bioclimats du Niger faisant ressortir une augmentation de la richesse spécifique des écosystèmes en passant des zones de faible pluviométrie vers les zones les plus arrosées. La richesse spécifique obtenue est inférieure à celle (162 espèces) évaluée à petite échelle dans la Commune de Bouné situé dans la zone Sud sahélienne de notre zone d'étude (SOUMANA *et al.*, 2012) mais supérieure aux résultats des travaux réalisés à une échelle plus grande au Sahel (HIERNAUX & LE HOUEROU, 2006). Par conséquent, l'indice de Shannon-Weaver étant fonction de la richesse spécifique est alors plus élevé au sud qu'au nord. En plus de la pluviosité, la morpho-pédologie est le facteur secondaire de la structuration des pâturages et de leurs paramètres caractéristiques. En effet, le développement de la végétation au Sahel est sous la dépendance du régime pluviométrique mais aussi de sa redistribution à la surface du sol. Pour HIERNAUX & LE HOUEROU (2006), la distribution des espèces est fonction des interactions entre la situation géomorphologique, la texture du sol et la pluviosité moyenne. Toutefois, la diversité est particulièrement plus faible dans les dépressions interdunaires que sur les dunes en zone Nord sahélienne en raison probablement d'une pâture intense et sélective des espèces. Les espèces les plus appréciées sont consommées aux dépens des espèces de mauvaise valeur pastorale entraînant ainsi un effet de dominance ( $E = 0,43$ ). Ces résultats corroborent ceux obtenus aux alentours immédiats des ouvrages hydrauliques des zones pastorales du Batha occidental au Tchad (BECHIR & MOPATE, 2015).

### Productivité et capacité de charge des pâturages

La phytomasse moyenne des herbacées de la zone d'étude est de  $1,38 \pm 0,56$  t.MS/ha. Cette faible valeur pourrait être due à la forte représentation de la famille des Poaceae dont les espèces contribuent peu en termes de quantité de matière. Cependant, la biomasse moyenne est supérieure à celle récoltée dans les steppes à *Acacia tortilis* de la région de Zinder (MAHAMANE *et al.*, 2012) mais inférieure à la biomasse herbacée obtenue après trois ans de mise en défens d'une dune vive à Tchago au nord-ouest de Gouré (TIDJANI *et al.*, 2009). La capacité de charge moyenne pour l'ensemble de la zone d'étude est de  $1,83 \pm 0,7$  UBT/ha/saison des pluies. Elle est supérieure à la valeur obtenue dans la zone pastorale de Tierkoura (1,26 UBT/ha) au Burkina Faso (LIEHOUN *et al.*, 2006). Cependant, l'augmentation de la biomasse moyenne et de la capacité de charge des pâturages est fonction des gradients pluviométriques et morpho-pédologiques. Les valeurs de ces paramètres augmentent en passant de la zone Nord à la zone Sud sahélienne et des dunes vers les dépressions probablement en raison de la répartition de la pluie à la surface du sol et du niveau de fertilité des sols dans les dépressions. En effet, dans une zone biogéographique donnée, la productivité des herbacées est sous la dépendance de plusieurs facteurs tel que le régime pluviométrique (HIERNAUX & LE HOUEROU, 2006). La quantité de pluies et la distribution dans l'espace et dans le temps jouent donc un rôle important sur la production de la strate herbacée. Par conséquent, la zone Nord sahélienne avec une pluviométrie comprise entre 200 et 300 mm aura moins de biomasse et supportera moins d'animaux que les parcours du sud où le minimum pluviométrique se situe autour de 300 mm. De même, les dépressions interdunaires à texture sablo-limoneuse permettent une rétention de l'eau et des éléments minéraux favorisant un bon développement de la végétation. Selon HIERNAUX & LE HOUEROU (2006), la topographie et la texture du sol conditionnent la quantité d'eau disponible pour l'installation d'une végétation. La capacité de charge étant corrélée positivement à la biomasse, il est évident qu'elle est aussi sensible aux fortes variations liées à la topographie et aux fluctuations des précipitations. TOGOLA (1982), pour une pluviosité de près de 600 mm au Kaarta (Mali), a obtenu également une différence de biomasse dans les dépressions (3,5 t MS/ha) et sur des dunes fixées (2,11 t MS/ha).

## Qualité fourragère des pâturages

La valeur pastorale de l'ensemble des pâturages varie de 35,9 à 84,76 % avec une moyenne de 65,9 %. Cette valeur moyenne dépasse le seuil de 60 % et peut, par conséquent, traduire la bonne qualité des pâturages de la zone d'étude (CESAR, 2005). Cela pourrait provenir de la bonne représentation en genres (16,84 %) et en espèces (19,18 %) de la famille des Poaceae dans la flore de la zone d'étude. En effet, la qualité d'un pâturage est fonction de la contribution spécifique et de l'indice de valeur pastorale dont les Poaceae sont représentés par des valeurs élevées. Cependant, elle est inférieure à la valeur moyenne (72 %) obtenue pour l'ensemble des parcours constituant les pâturages du Ferlo dans le Nord Sénégal (AKPO *et al.*, 2003). Cette différence pourrait aussi provenir de la perception différente des pasteurs de l'indice de valeur pastorale d'une espèce à l'échelle spatiale. Par ailleurs, la valeur pastorale est aussi dépendante du gradient morpho-pédologique, les plus fortes valeurs sont obtenues par les pâturages dunaires de la zone Sud sahélienne ( $79,25 \pm 4$  %) et les plus faibles, dans les dépressions inter-dunaires du nord ( $P3 = 35,9 \pm 5,7$  %). En effet, la contribution spécifique des espèces de très bonne valeur pastorale est plus élevée sur les dunes du sud que dans les dépressions du nord. Pour ces derniers, plus de 50 % de la flore herbacée est représentée par des espèces à mauvaise ou sans valeur pastorale (*Amaranthus spinosus*, *Amaranthus graecizans*, etc.). Cela vient en réduction à la qualité de ces parcours. En effet, l'intensité de la pâture pourrait être une des causes de la baisse de qualité de ces pâturages. Souvent, la pâture créant la pâture, l'évolution provoquée par l'effet pâture est d'abord améliorante jusqu'à un seuil de rupture à partir duquel la dégradation intervient et s'accélère rapidement (BOUDET, 1984). Selon CESAR (1994), la pâture, lorsqu'elle est excessive, bouleverse la composition floristique. Les meilleures espèces disparaissent progressivement au profit des plantes non appréciées et la valeur pastorale globale diminue. Selon l'INS (2014), le cheptel (bovins, ovins, caprins, camelins, équins, asins) de la région de Zinder est passé de 9 113 000 têtes en 2009 à 9 607 000 têtes en 2013 soit une augmentation de 5,4 % en 5 ans. Cette tendance à l'accroissement du cheptel semble continue partout au Sahel depuis le milieu des années 1980 et la fin de la « grande sécheresse » (OZER *et al.*, 2010). Ceci démontre la forte charge pastorale des parcours dans la région pendant cette période.

## CONCLUSION

La pluviosité et la morpho-pédologie sont les déterminants de la diversité, de la productivité et de la qualité des pâturages des écosystèmes dunaires du Département de Gouré. L'indice de la diversité, la biomasse, la capacité de charge et la valeur pastorale sont plus élevées en zone Sud sahélienne qu'en zone Nord sahélienne. De plus, les valeurs de ces paramètres augmentent de la dune à texture sableuse vers la dépression à texture sablo-limoneuse excepté la valeur pastorale qui a une tendance inverse. Des travaux complémentaires sur les teneurs en matière azotées digestible et sur la valeur fourragère permettront une évaluation plus complète de la qualité des pâturages.

## BIBLIOGRAPHIE

- AKPO L.E. & GROUZIS M., 2001. Valeur pastorale des herbages en région soudanienne : le cas des parcours sahéliens du Nord-Sénégal. *Tropicultura*, 18: 1-8.
- AKPO L.E., BANOIN M. & GROUZIS M., 2003. Effet de l'arbre sur la production et la qualité fourragères de la végétation herbacée : bilan pastoral en milieu sahélien. *Revue de médecine vétérinaire*, 154: 619-628.
- AMBOUTA K.J.M., IBRAHIM D. & BARA S., 2009. Statut mycorhizien de dix espèces ligneuses prélevées sur des dunes menaçant d'ensablement des cuvettes dans le département de Gouré (Niger). *Geo-Eco-Trop*, 33: 107-114.
- BARRIERE O., 1996. Gestion des ressources naturelles renouvelables et conservation des écosystèmes au Sahel : le foncier-environnement. Thèse de Doctorat, Université de Paris I, Paris, France, 470 p.
- BECHIR A.B. & MOPATE L.Y., 2015. Analyse de la dynamique des pâturages autour des ouvrages hydrauliques des zones pastorales du Batha Ouest au Tchad. *Afrique SCIENCE*, 11: 212-226.
- BERHAUT J., 1967. Flore du Sénégal. Clairafrique, Dakar, Sénégal, 485 p.
- BOUDET G., 1984. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Manuels et précis d'élevage 4, Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, Maisons-Alfort, France, 266 p.
- BUNN A. & KORPELA M., 2018. An introduction to dplR. Available from: <http://www.R-project.org>.

- CESAR J., 1994. Gestion et aménagement de l'espace pastoral. In BLANC-PAMARD C. & BOUTRAIS L. (coord.), Dynamique des systèmes agraires. A la croisée des parcours : Pasteurs, éleveurs, cultivateurs. ORSTOM, Coll. Colloques et séminaires, Paris, France : 111-145.
- CESAR J., 2005. L'évaluation des ressources fourragères naturelles. Productions fourragères en zone tropicale. Production animale en Afrique de l'Ouest : Synthèse. CIRDES/CIRAD, Bobo Dioulasso, Burkina Faso, 12 p.
- ÇOMAKLI B., DASCI M. & KOC A., 2008. The effects of traditional grazing practices on upland (yayla) rangeland vegetation and forage quality. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32: 259-265.
- DE FOUCAULT B., 1980. Les prairies permanentes du Bocage virois (Basse-Normandie, France). Typologie phytosociologique et essai de reconstitution des séries évolutives herbagères. *Documents Phytosociologiques*, 5: 1-109.
- GILLES P., 1986. Phytoécologie, phytosociologie et potentialités fourragères des pelouses d'altitude en Oisans (Alpes françaises) : application à la vallée du Chazelet (La Grave, Hautes-Alpes). Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble, France, 96 p.
- GOUNOT M., 1969. Méthode d'étude quantitative de la végétation. Masson, Paris, France, 314 p.
- GRANDIN U., 2006. PC-ORD version 5: A user-friendly toolbox for ecologists. *Journal of Vegetation Science*, 17: 843-844.
- GROUZIS M., 1988. Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (mare d'Oursi, Burkina Faso). Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Paris-Sud, Paris, France, 336 p.
- HIERNAUX P. & LE HOUEROU H.N., 2006. Les parcours du Sahel. *Sécheresse*, 17: 51-71.
- HILL M.O. & GAUCH H.G., 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio*, 42: 47-58.
- HOUNTONDJI Y.C., NICOLAS J., SOKPON N. & OZER P., 2005. Mise en évidence de la résilience de la végétation sahélienne par télédétection basse résolution au Niger à la suite d'épisodes de sécheresse. *Belgeo*, 4 / 2005: 499-516.
- INS [Institut national de la statistique], 2013. Présentation des résultats préliminaires du quatrième recensement général de la population et de l'habitat (RGP/H) 2012. INS, Niamey, Niger, 9 p.
- INS [Institut national de la statistique], 2014. Répertoire national des localités. INS, Niamey, Niger, 719 p.
- LE HOUEROU H.N., 2005. Problèmes écologiques du développement de l'élevage en région sèche. *Sécheresse*, 16: 89-96.
- LEGENDRE P. & LEGENDRE L., 1998. Numerical ecology. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 852 p.
- LHOSTE P., DOLLE V., ROUSSEAU J. & SOLTNER D., 1991. Zootechnie des régions chaudes : les systèmes d'élevage. Ministère de la coopération et du développement, Paris, France, 288 p.
- LIEHOUN E.B., DAGET P. & CESAR J., 2006. Activités de pâturage, biodiversité et végétation pastorale dans la zone Ouest du Burkina Faso. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 59: 31-38.
- MAHAMANE A., 2005. Etudes floristique, phytosociologique et phytogéographique de la végétation du Parc Régional du W du Niger. Thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgique, 484 p.
- MAHAMANE A., MOROU B., ZAMAN-ALLAH M., SAADOU M., SALEY K., BAKASSO Y., ISSOUFOU S.W., ABDOULAYE A.O. & JAUFFRET S., 2012. Climate variability in Niger: Potential impacts on vegetation distribution and productivity. *Journal of Environmental Science and Engineering*. B: 49-57.
- OZER P., BODART C. & TYCHON B., 2005. Analyse climatique de la région de Gouré, Niger oriental : récentes modifications et impacts environnementaux. *CyberGeo*. No.308, DOI: 10.4000/cybergegeo.3338.
- OZER P., HOUNTONDJI Y.C. & LAMINOU MANZO O., 2009. Evolution des caractéristiques pluviométriques dans l'est du Niger de 1940 à 2007. *Geo-Eco-Trop*, 33: 11-30.
- OZER P., HOUNTONDJI Y.C., NIANG A.J., KARIMOUNE S., LAMINOU MANZO O. & SALMON M., 2010. Désertification au Sahel: historique et perspectives. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, 54: 69-84.
- OZER P., LAMINOU MANZO O., TIDJANI D., DJABY B. & DE LONGUEVILLE F., 2017. Evolution récente des extrêmes pluviométriques au Niger (1950-2014). *Geo-Eco-Trop*, 41: 375-383.
- POILECOT P., 1999. Les Poaceae du Niger : description, illustration, écologie, utilisations. CIRAD, UICN, Genève, Suisse, 766 p.
- SOUMANA I., 2011. Groupements végétaux pâturés des parcours de la région de Zinder et stratégies d'exploitation développées par les éleveurs Uda'en. Thèse de doctorat, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger, 234 p.
- SOUMANA I., MAHAMANE A., GANDOU Z., AMBOUTA K.J.M. & SAADOU M., 2012. Vegetation and plant diversity pattern study of Central Eastern Niger grasslands. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6: 394-407.
- TIDJANI A.D., AMBOUTA K.J.M. & BIELDERS C., 2009. Réhabilitation d'une dune vive par fixation mécanique : flux éoliens, fertilité du sol et biodiversité des herbacées. *Geo-Eco-Trop*, 33: 81-98.
- TOGOLA M., 1982. Contribution à l'étude de la végétation sahélo-soudanienne et des potentialités pastorales de la région du Kaarta (Mali). Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Université Paris-Sud Orsay, Paris, France, 86 p.