



Importance des indicateurs écologiques dans la surveillance de la phytodiversité et des changements environnementaux en bioclimat sahélien

Importance of ecological indicators in the monitoring of phytodiversity and environmental changes in a sahelian bioclimate

Ali MAHAMANE ^{1,2*}, Karim SALEY ³, Boubé MOROU ³, Habou RABIOU ¹,
Abdoulaye AMADOU OUMANI ³, Abdoulaye DIOUF ³, Yacoubou BAKASSO ²,
Issoufou Sama WATA ⁴, Arzika TANIMOUNE ² & Mahamane SAADOU ^{2,3}

Abstract: The Region of Diffa is located in the sahelian zone, in the basin of Lake Chad. Geology is characterized by ergs smoothed out by Tenelean lake transgressions. This set is punctuated with date palm trees. And the vegetation of the surrounding dune areas is a steppe at *Acacia tortilis*, *Balanites aegyptiaca*, *Leptadenia pyrotechnica*, *Aristida mutabilis*. The rainfall deficits recorded in recent decades have had as corollary a degradation of the surface states of the soil including the vegetation cover that helped to stabilize the environment. In order to understand these dynamics, an ecological monitoring system has been put in place. The floristic and phytoecological data were recorded according to the phytosociological method of Braun-Blanquet. The vital attributes analyzed relate to specific diversity, alpha diversity, equitable distribution, biological spectra and herbaceous phytomass. Across the region, the spectrum of biological types shows a dominance of therophytes (65.1%). Perennial species (woody and perennial grasses) come second with 30.1% of the biological spectrum. Primary productivity varies greatly from year to year.

Keywords: ecosystem, vital attributes, environmental monitoring

Résumé : La région de Diffa est localisée en zone sahélienne, dans le bassin du Lac Tchad. La géologie se caractérise par des ergs aplanis par les transgressions lacustres. Cet ensemble est ponctué de cuvettes à palmiers dattiers. La végétation des zones dunaires environnantes est une steppe à *Acacia tortilis*, *Balanites aegyptiaca*, *Leptadenia pyrotechnica*, *Aristida mutabilis* etc. Les déficits pluviométriques enregistrés au cours de ces dernières décennies ont eu pour corollaire une dégradation des états de surface du sol notamment le couvert végétal qui contribuait à stabiliser le milieu. Afin de comprendre ces dynamiques, un dispositif de surveillance écologique a été mis en place. Les données floristiques et phytoécologiques ont été relevées suivant la méthode phytosociologique de Braun-Blanquet. Les attributs vitaux analysés se rapportent à la diversité spécifique, la diversité alpha, l'équirépartition, les spectres biologiques et la phytomasse herbacée. A l'échelle de la région, le spectre des types biologiques montre une dominance des thérophytes (65,1 %). Les espèces pérennes (ligneux et herbes vivaces) viennent en seconde position avec 30,1 % du spectre biologique.

Mots clés : écosystème, attributs vitaux, surveillance environnementale

INTRODUCTION

Le travail est réalisé dans la Région de Diffa en bioclimat sahélien au Niger. Cette région se caractérise par de fréquentes variations pluviométriques (OZER *et al.*, 2003, 2005, 2009) qui déterminent les niveaux des productions agricoles et pastorales.

Pour aider à la prise de décision relative à la gestion des ressources naturelles, un dispositif de surveillance environnementale est mis en place à l'échelle de la région. Il s'agit d'un ensemble d'activités d'observations, de suivi et de recherche sur l'état de l'environnement et son évolution, effectuées à des pas de temps réguliers et sur le long terme.

¹ Université de Diffa, BP 78, Diffa, Niger, ali_mahamane@yahoo.fr.

² Département de Biologie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger.

³ Université de Maradi, BP 465, Maradi, Niger.

⁴ Centre National de Surveillance Ecologique et Environnementale, Niamey, Niger.

Contexte et problématique

La Région de Diffa est située dans le bassin du lac Tchad entre 10°30' et 15°35' de longitude Est et 13°04' et 18°00' de latitude Nord (Fig. 1). Elle fait face à de nombreux problèmes dont les principaux sont d'une part l'extrémisme violent lié à la secte Boko Haram (FREEMAN, 2017) et, d'autre part, les effets des déséquilibres climatiques très prononcés : l'ensablement des infrastructures, l'érosion éolienne (Photo 1), la dégradation des agroécosystèmes, l'assèchement du lac Tchad (OZER, 2002 ; OZER *et al.*, 2017 ; TYCHON *et al.*, 2009 ; KIARI FOUGOU & ABDOURAHAMANI, 2018).

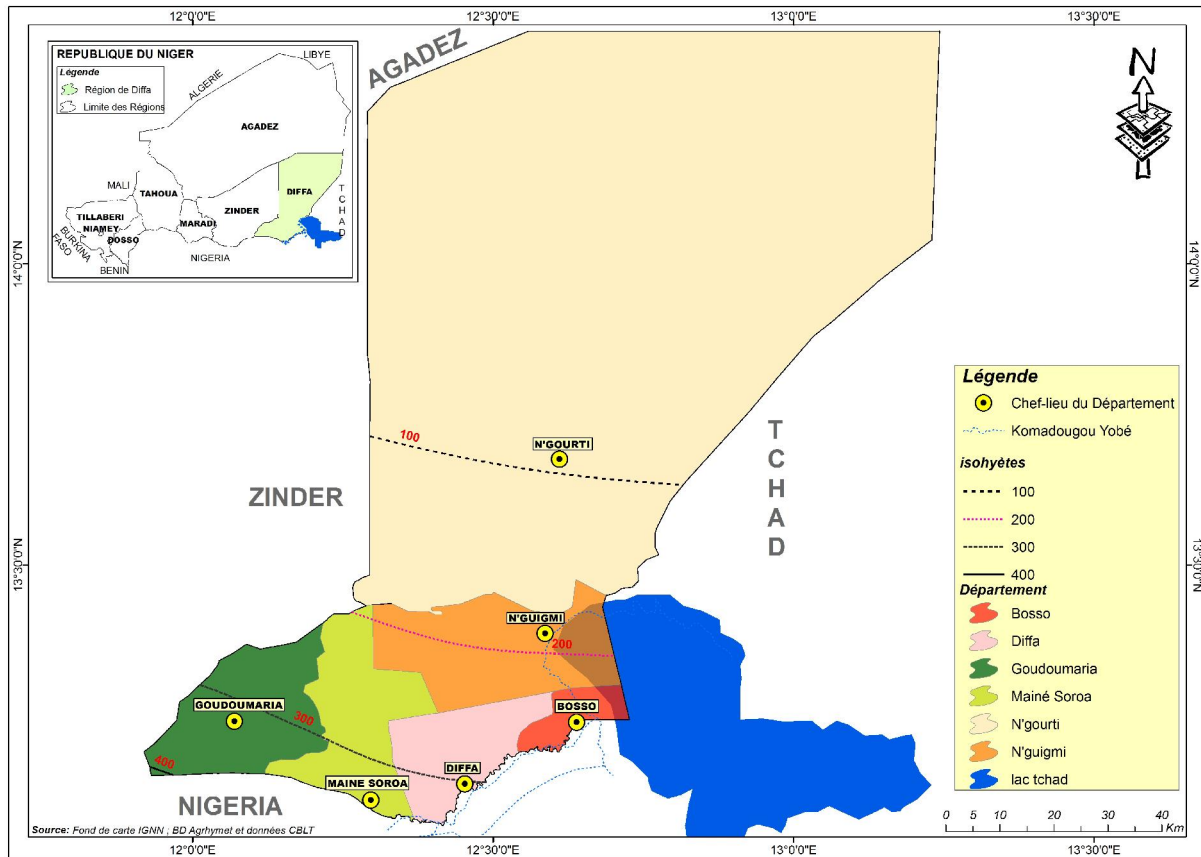


Figure 1 : Localisation de la Région de Diffa.

MATERIEL ET METHODES

Echantillonnage et collecte des données

Un dispositif de surveillance est mis en place pour évaluer la dynamique de la phytodiversité et les changements écologiques à long terme. Des stations permanentes de suivi sont retenues à partir de la carte d'occupation des terres. Pour la commune de Goudoumaria, cinq stations ont fait l'objet du suivi. Il s'agit des jardins de la cuvette de Wakadji, la végétation naturelle de la cuvette de Wakadji (Photo 2), le système agroforestier des Faya du village de Wakadji, les jachères dans le terroir de Wakadji et les plateaux dunaires du village de Wakadji. A Mainé Soroa, cinq stations permanentes ont fait l'objet du suivi. Elles comprennent la cuvette de Kill et ses environs, les pâturages à *Acacia raddiana* à l'est de la ville de Mainé Soroa, les champs de mil, les jachères, la parcelle à cheval sur la zone aménagée et non aménagée.

Les données phytocologiques ont été relevées suivant la méthode phytosociologique de Braun-Blanquet (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998) et la méthode des points quadrats (DAGET & POISSONNET, 1971). Des placettes de 1000 m² ont été délimitées au niveau de chaque unité d'occupation des terres.



Photo 1 : Pied de *Balanites aegyptiaca* (dattier du désert) déchaussé par la déflation éolienne à Goudoumaria.



Photo 2 : Front d'ensablement de la cuvette de Wakadji.

Analyse des données

Un indicateur est un paramètre ou une valeur calculée à partir d'un ensemble de données et qui fournit des informations sur la dynamique d'un phénomène ou sur son état (JAUFFRET, 2001). La diversité alpha (intra-stations) est évaluée par les indices de diversité biologique (H') et d'équitabilité (régularité) selon la méthode Shannon-Weaver (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998). L'indice d'équitabilité de Pielou permet quant à lui d'évaluer le poids de chaque espèce dans l'occupation de l'espace. Il permet d'apprécier la régularité de la distribution des espèces dans la communauté. L'indice de diversité Maximale H_{max} montre la diversité lorsque toutes les espèces ont le même poids et S la richesse spécifique correspondant au nombre d'espèces observées au niveau de chaque unité.

A l'échelle du continent africain, les **affinités chorologiques** pour l'Afrique utilisées sont celles de GUINOCHET (1973). Il s'agit de : **GC-SZ** : espèces à distribution Guinéo-Congolaise et Soudano-Zambézienne ; **GC-SZ-Sah.S** : espèces à distribution Guinéo Congolaise et Soudano Zambézienne et Saharo-Sindienne ; **i** : espèce introduite ; **Sah.S** : espèces à distribution Saharo-Sindienne ; **Sah.S-Med** : espèces à distribution Saharo-Sindienne et Méditerranéenne ; **SZ** : espèces à distribution Soudano Zambézienne ; **SZ- Sah.S** : espèces à distribution Soudano Zambézienne et Saharo-Sindienne ; **SZ-Sah.S-Med** : espèces à distribution Soudano Zambézienne, Saharo-Sindienne et Méditerranéenne.

Les **types biologiques** utilisés sont ceux définis par RAUNKAER (DAGET, 1980). Il s'agit de : **mP** : Mésophanérophytes ; **mp** : microphanérophytes ; **np** : Nanophanérophytes ; **CH** : Chaméphytes ; **LCH** : Lianes Chaméphytes ; **T** : Thérophytes ; **LT** : Lianes thérophytes ; **H** : Hélophytes ; **Hy** : Hydrophytes ; **Lmp** : Lianes microphanérophytes.

Les principaux **types de diaspores** sont analysés (MOLINIER & MULLER, 1938). Il s'agit de : **Sarcochores** : diaspores totalement ou partiellement charnues ; **Ballochores** : diaspores expulsées par la plante elle-même ; **Desmochores** ou **acanthochores** : diaspores accrochantes ou adhésives ; **Pogonochores** : diaspores à appendices plumeux ou soyeux ; **Ptérochores** : diaspores à appendices saliformes ; **Selérochores** : diaspores non charnues, relativement légères ; **Barochores** : diaspores dont la dissémination se fait sous l'effet de son propre poids à courte distance de la plante mère. Les espèces recensées au niveau de chaque unité par relevé effectué ont été constituées en tableau de présence absence et soumises à une DCA (Analyse Canonique Discriminante) à l'aide de Logiciel CANOCO (Canonical Community Ordination) for Windows version 5 (LEPS & ŠMILAUER, 2003).

RESULTATS

Composition floristique

Le nombre d'espèces est de 95 à Goudoumaria et 74 à Mainé Soroa. A l'exception des Poaceae qui dominent le fonds floristique des deux communes respectivement 25,29 % pour Goudoumaria et 21,62 % pour Mainé Soroa, l'importance des autres familles varie en fonction des communes. Par ordre d'importance, elles sont Cucurbitaceae (8,05 %), Fabaceae (8,05 %) et Caesalpiniaceae (5,75 %) pour Goudoumaria alors que pour Mainé Soroa, les familles dominantes sont Convolvulaceae (8,11 %), Amaranthaceae (5,41 %) et Asclepiadaceae (5,41 %). Les résultats de l'analyse canonique de correspondance (DCA) sont donnés par la figure 2. Les deux premiers axes déterminent 83,9 % de l'inertie totale de l'hétérogénéité du nuage de points. L'axe 1 qui explique 53,4 % de la variabilité totale, oppose les relevés des cuvettes et ceux des dunes. L'axe 2, avec 30,5 % de la variabilité totale, discrimine les stations de suivi des communes de Goudoumaria et de Mainé Soroa (Fig. 2).

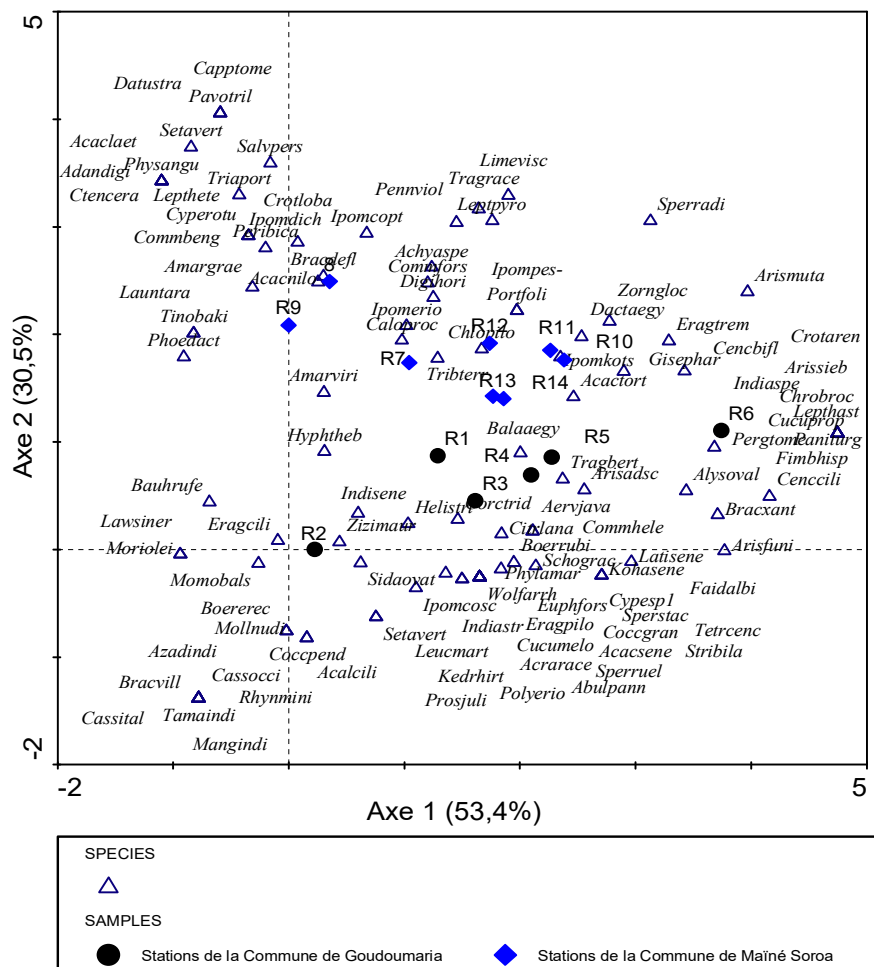


Figure 2 : Répartition des espèces en fonction de deux premiers axes de l'analyse canonique de correspondance.

Diversité

Le tableau 1 présente les variations de la diversité alpha pour les différentes stations permanentes de suivi de la commune de Mainé Soroa. L'indice de diversité de Shannon (H') le plus élevé est observé au niveau de la parcelle à cheval sur les zones aménagée et non aménagée. Par contre, la richesse spécifique est plus élevée au niveau de la cuvette de Kill même si par ailleurs l'indice de diversité (H') reste faible et relativement inférieur à celui de la parcelle à cheval sur les zones aménagée et non aménagée. La variation de l'indice de diversité maximale (H_{max}) va de pair avec la richesse spécifique. Ainsi, la diversité maximale élevée est observée au niveau de ladite cuvette.

Le tableau 2 récapitule les indices de diversité de la commune de Goudoumaria. L'indice de Shannon (H') le plus élevé est observé au niveau du système agroforestier de Faya (2,57) avec une équitabilité (E) de 0,71. La richesse spécifique (S) la plus élevée est observée au niveau de la végétation naturelle de la cuvette de Wakadji (50 espèces) suivi des jardins (39 espèces) et le système agroforestier de Faya.

Tableau 1 : Diversité alpha des stations permanentes de suivi de la commune de Mainé Soroa.
(H' : indice de diversité de Shannon ; S : nombre d'espèces ; H_{max} : Diversité théorique maximale ;
 E : Equitabilité de Pielou ; Z. amén. : Zone aménagée ; Z. non amén. : Zone non aménagée)

| Stations | | H' | S | H_{max} | E |
|--|--------------|------|-----|-----------|------|
| Champ_de mil | | 2,00 | 24 | 3,18 | 0,63 |
| Cuvette de kill | | 2,15 | 33 | 3,50 | 0,71 |
| Parcelle à cheval sur les zones aménagée et non aménagée | Z. amén. | 2,10 | 15 | 2,71 | 0,78 |
| | Z. non amén. | 2,37 | 17 | 2,83 | 0,84 |
| Pâturage à <i>Acacia raddiana</i> | | 1,54 | 22 | 3,09 | 0,50 |
| Jachères | | 1,84 | 11 | 2,40 | 0,77 |

Tableau 2 : Diversité alpha des stations permanentes de suivi de la commune de Goudoumaria.
(H' : indice de diversité de Shannon ; S : nombre d'espèces ; H_{max} : Diversité théorique maximale ;
 E : Equitabilité de Pielou)

| Stations | H' | S | H_{max} | E |
|---|------|-----|-----------|------|
| Jardin de Wakadji | 1,96 | 39 | 3,66 | 0,54 |
| Végétation naturelle de la cuvette de Wakadji | 2,21 | 50 | 3,91 | 0,56 |
| Système agroforestier de Faya | 2,57 | 38 | 3,64 | 0,71 |
| Jachère de 30 ans | 2,09 | 24 | 3,18 | 0,66 |
| Plateaux dunaires de Wakadji | 1,91 | 22 | 3,09 | 0,62 |

Etude des types biologiques

L'analyse des spectres de type biologique permet de ressortir les formes de vies dominantes au niveau de chaque unité d'occupation. L'importance des thérophytes (T) et des microphanérophytes (mp) est mise en évidence au niveau des deux communes. Il ressort de l'analyse des tableaux que les thérophytes représentent 53,76 % et 52,05 % du spectre brut respectivement pour Goudoumaria et Mainé Soroa (Tab. 3 et 4).

Tableau 3 : Spectre des types biologiques des stations de la commune de Goudoumaria.

| Types biologiques | Spectre brut | | Spectre pondéré | |
|-------------------|------------------|------------|--------------------|------------|
| | Nombre d'espèces | % | Recouvrement moyen | % |
| mP | 5 | 5,37 | 22,33 | 35,54 |
| mp | 13 | 13,99 | 22,33 | 35,54 |
| np | 5 | 5,37 | 0,67 | 1,06 |
| CH | 3 | 3,23 | 0,67 | 1,06 |
| LCH | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T | 50 | 53,76 | 11,83 | 18,84 |
| LT | 9 | 9,68 | 1,42 | 2,25 |
| H | 2 | 2,15 | 0,17 | 0,27 |
| Hy | 1 | 1,08 | 0,08 | 0,13 |
| Lmp | 5 | 5,37 | 3,33 | 5,31 |
| Total | 93 | 100 | 62,83 | 100 |

Tableau 4 : Spectre des types biologiques des stations de la commune de Mainé Soroa.

| Types biologiques | Spectre brut | | Spectre pondéré | |
|-------------------|------------------|------------|--------------------|------------|
| | Nombre d'espèces | % | Recouvrement moyen | % |
| mP | 3 | 4,11 | 4,50 | 15,22 |
| mp | 15 | 20,55 | 11,13 | 37,63 |
| np | 3 | 4,11 | 0,19 | 0,63 |
| CH | 3 | 4,11 | 0,38 | 1,27 |
| LCH | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| T | 38 | 52,05 | 11,63 | 39,33 |
| LT | 9 | 12,33 | 1,63 | 5,50 |
| H | 1 | 1,37 | 0,00 | 0,00 |
| Hy | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Lmp | 1 | 1,37 | 0,13 | 0,42 |
| Total | 73 | 100 | 29,59 | 100 |

Etudes des spectres des types de diaspores

La flore des deux communes se caractérise par la diversité des types de diaspores. Les Barochores (46,19 %), Sarcochores (18,14 %), Sclérochores (20,82 %) sont prépondérants dans la commune de Goudoumaria (Tab. 5). Quant à la commune de Mainé Soroa, les types dominants sont les Barochores (52,00 %), les Sclérochores (22,11 %) et les Pogonochores (11,37 % ; Tab. 6).

Tableau 5 : Spectres des types de diaspores des stations de la commune de Goudoumaria.

| Types de diaspores | Spectre brut | | Spectre pondéré | |
|--------------------|------------------|------------|--------------------|------------|
| | Nombre d'espèces | % | Recouvrement moyen | % |
| Sarcochores | 10 | 10,74 | 7,33 | 18,14 |
| Ballochores | 7 | 7,53 | 0,67 | 1,65 |
| Desmochores | 7 | 7,53 | 1,25 | 3,10 |
| Pogonochores | 6 | 6,45 | 3,67 | 9,07 |
| Ptérochores | 1 | 1,08 | 0,08 | 0,21 |
| Sclérochores | 47 | 50,54 | 8,42 | 20,82 |
| Ixochores | 2 | 2,15 | 0,33 | 0,82 |
| Barochores | 13 | 13,98 | 18,67 | 46,19 |
| Total | 93 | 100 | 40,42 | 100 |

Tableau 6 : Spectres des types de diaspores des stations de la commune de Mainé Soroa.

| Types de diaspores | Spectre brut | | Spectre pondéré | |
|--------------------|------------------|------------|--------------------|------------|
| | Nombre d'espèces | % | Recouvrement moyen | % |
| Sarcochores | 9 | 12,16 | 0,75 | 2,53 |
| Ballochores | 5 | 6,76 | 0,56 | 1,89 |
| Desmochores | 5 | 6,76 | 2,44 | 8,21 |
| Pogonochores | 6 | 8,11 | 3,38 | 11,37 |
| Ptérochores | 1 | 1,34 | 0,06 | 0,21 |
| Sclérochores | 32 | 43,24 | 6,56 | 22,11 |
| Ixochores | 4 | 5,41 | 0,50 | 1,68 |
| Barochores | 12 | 16,22 | 15,44 | 52,00 |
| Total | 74 | 100 | 29,69 | 100 |

Etudes des spectres phytogéographiques

L'analyse des types phytogéographiques montre la dominance des espèces plurirégionales africaines. Les types phytogéographiques dominants sont : les espèces Guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes (GC-SZ) avec 29,2 % et 51 % du spectre pondéré respectivement pour Goudoumaria et Mainé Soroa. Les espèces Guinéo-congolaises-soudano-zambéziennes-saharo-sindiennes (GC-SZ-Sah.S) sont représentées par 32,1 % et 30,8 % respectivement pour Goudoumaria et Mainé Soroa (Tab. 7 et 8). Une différence du nombre d'espèces est observée au niveau des espèces introduites avec quatre espèces à Goudoumaria et seulement une espèce à Mainé Soroa.

Tableau 7 : Spectres des types phytogéographiques des stations de la commune de Goudoumaria.

| Types phytogéographiques | Spectre brut | Spectre pondéré | Spectre brut | Spectre pondéré |
|--------------------------|------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| | Nombre d'espèces | % | Recouvrement moyen | % |
| GC-SZ | 17 | 32,1 | 5,4 | 29,2 |
| GC-SZ-Sah,S | 17 | 32,1 | 3,3 | 17,8 |
| i | 4 | 7,5 | 6,5 | 35,1 |
| Sah,S | 1 | 1,9 | 0,2 | 1,1 |
| Sah,S-Med | 1 | 1,9 | 0,8 | 4,3 |
| SZ | 10 | 18,8 | 1,7 | 9,2 |
| SZ- Sah,S | 1 | 1,9 | 0,2 | 1,1 |
| SZ-Sah,S-Med | 2 | 3,8 | 0,4 | 2,2 |
| Total | 53 | 100 | 18,5 | 100 |

Tableau 8 : Spectres des types phytogéographiques des stations de la commune de Mainé Soroa.

| Types phytogéographiques | Spectre brut | Spectre pondéré | Spectre brut | Spectre pondéré |
|--------------------------|------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| | Nombre d'espèces | % | Recouvrement moyen | % |
| GC-SZ | 15 | 38,3 | 7,6 | 51,0 |
| GC-SZ-Sah.S | 12 | 30,8 | 4,1 | 27,2 |
| i | 1 | 2,6 | 0,1 | 0,4 |
| Sah.S-Med | 1 | 2,6 | 2,3 | 15,1 |
| SZ | 6 | 15,4 | 0,4 | 2,9 |
| SZ- Sah.S | 1 | 2,6 | 0,2 | 1,3 |
| SZ-Sah.S-Med | 3 | 7,7 | 0,3 | 2,1 |
| Total | 39 | 100 | 15 | 100 |

DISCUSSION

Indice de diversité et productivité

La richesse spécifique établie présente un gradient en fonction des situations géomorphologiques. Elle est plus élevée dans les cuvettes et les steppes arborées qui sont des milieux stables dont le bilan hydrique est très favorable au développement des espèces, même les plus exigeantes en humidité. Selon LEGENDRE et LEGENDRE (1998) et MAHAMANE *et al.* (2009), l'indice de Shannon a des valeurs fortes pour des espèces avec des recouvrements de même importance et il prend des valeurs faibles lorsque quelques espèces ont de forts recouvrements. Quant à l'équitabilité, elle tend vers 0 quand une espèce a un très fort recouvrement et tend vers 1 lorsque toutes les espèces présentent la même importance. Ceci confirme la faiblesse de l'équitabilité observée au niveau de la cuvette de Kill à Mainé Soroa. Bien que la richesse spécifique soit relativement plus élevée avec 33 espèces, l'indice de diversité de Shannon reste faible (2,15 bits) par rapport à celui observé dans la zone aménagée de la parcelle 2,37 bits mais avec une richesse spécifique de 17 espèces seulement. L'analyse de l'équitabilité permet d'expliquer cette différence. En effet, le microclimat observé au niveau de la cuvette de Kill a engendré une dominance de certaines espèces, les plus exigeantes en humidité. Cette dominance explique la baisse de l'indice de Shannon et cela se confirme par la faiblesse de l'équitabilité au niveau de la cuvette. Dans la zone non aménagée, les individus sont épars. Les conditions d'aridité ne sont plus favorables et, par conséquent, la dominance de certaines espèces par rapport aux autres n'a pas été observée. Les espèces ont presque une équirépartition, c'est d'ailleurs ce qui confirme l'équitabilité élevée (0,84). ZOBEL et PÄRTEL (2008) montrent que différents processus peuvent affecter isolément ou concomitamment la diversité et la productivité. Une espèce, en fonction de ses aptitudes peut déterminer un niveau élevé de productivité. Les espèces connaissent aussi une migration en fonction des facteurs du milieu. BRADLEY *et al.* (2007) ont montré l'effet positif de la richesse spécifique sur la productivité. MEUNIER (2003) souligne que la limitation des ressources agit sur la diversité et la productivité.

Adaptation des espèces aux milieux secs

La flore des deux communes est dominée par des espèces annuelles très sensibles à la variation de la pluviométrie. En effet, pour l'ensemble des stations de suivi permanent, les conditions d'installation de la saison des pluies sont très irrégulières.

En conditions de pluies erratiques, ce sont les espèces xérophytiques qui sont avantagées. Il s'agit d'espèces peu exigeantes en eau (SAADOU, 2007). En revanche, lorsque les pluies de début de saison sont importantes et régulières, ce sont les espèces plus hygrophiles qui sont avantagées. Aussi, lorsque les états de surface ne limitent pas l'infiltration des eaux de pluie, la diversité floristique peut être importante (AMBOUTA, 1984). Par contre, les croûtes de battance comme algales, limitent considérablement les possibilités d'infiltration (MAHAMANE *et al.*, 2007). Il en résulte une limitation de l'installation de nombreuses herbacées.

Dans ces bioclimats arides, la flore se caractérise par la dominance des thérophytes observés à plus de 50 % des spectres bruts au niveau de tous les sites. D'après SAADOU (2007), POILECOT (1999) et SAADOU (1990), les bioclimats sahéliens et sahélo-sahariens sont les domaines des thérophytes et microphanérophytes, ce qui traduit bien un paysage végétal de steppe arbustive. Ces deux types biologiques présentent la meilleure adaptation écologique dans une zone à neuf mois secs dans l'année et les courtes saisons de pluies favorisent leur installation (JAUFFRET, 2001). Les thérophytes sont des espèces qui vivent en milieu sec et qui ont développé des adaptations notamment au plan anatomique pour faire face à la siccité du milieu ambiant (SAADOU, 2007). Le type thérophyte est celui qui est le mieux adapté à la vie en milieu sec, la plante ayant une vie végétative de courte durée et se maintenant dans le milieu sous forme de graines pendant la mauvaise saison. La thérophytie est une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux rigueurs climatiques. Ce phénomène a été observé dans de nombreuses zones arides au nord du Sahara (JAUFFRET, 2001 ; DAGET, 1980). L'interaction de ces paramètres écologiques avec les usages détermine des physionomies variables à l'échelle du terroir villageois (TEAGUE *et al.*, 2004).

CONCLUSION

A l'échelle des deux communes les types biologiques montrent une dominance des thérophytes (65,1 %). Les espèces pérennes (ligneux et herbes vivaces) viennent en seconde position avec 30,1 % du spectre biologique. Le spectre phytogéographique se caractérise par la dominance des espèces Guinéo-Congolaises et Soudano-Zambézienne. Aussi, d'importantes différences existent sur le plan floristique, de leur diversité et de la productivité des stations. Ainsi, les valeurs des indices de diversité sont meilleures dans les cuvettes qui sont plus propices à la conservation des espèces.

REMERCIEMENTS

Nous remercions l'Université de Diffa, l'Université Abdou Moumouni et le Centre National de Surveillance Ecologique et Environnementale qui ont supporté la collecte des données sur le terrain.

BIBLIOGRAPHIE

- AMBOUTA K.J.M., 1984. Contribution à l'édaphologie de la brousse tigrée de l'ouest nigérien. Thèse de doctorat, Université de Nancy I, Nancy, France, 116 p.
- CARDINALE B.J., WRIGHT J.P., CADOTTE M.W., CARROLL I.T., HECTOR A., SRIVASTAVA D.S., LOREAU M. & WEIS J.J., 2007. Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104: 18123-18128.
- DAGET P. & POISSONNET J., 1971. Une méthode d'analyse phytosociologique des prairies : critères d'application. *Annales Agronomiques*, 22: 5-41.
- DAGET P., 1980. Sur les types biologiques en tant que stratégie adaptative (cas des thérophytes). In Barbault R., Blandin P. & Meyer J.A. (éds). *Recherches d'écologie théorique : les stratégies adaptatives*. Maloine, Paris, France, 89-114.
- FREEMAN L., 2017. Environmental change, migration, and conflict in Africa: A critical examination of the interconnections. *The Journal of Environment & Development*, 26: 351-374.
- GUINOCHET M., 1973. Phytosociologie (Vol. 1). Masson, Paris, France, 227 p.
- JAUFFRET S., 2001. Validation et comparaison de divers indicateurs des changements à long terme dans les écosystèmes méditerranéens arides : application au suivi de la désertification dans le sud tunisien. Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille III, Marseille, France, 360 p.
- KIARI FOUGOU H. & ABDOURAHAMANI M., 2018. Une oasis à la porte du Sahara : le lac Tchad et ses systèmes. *Geo-Eco-Trop*, 42: 275-283.
- LEGENDRE P. & LEGENDRE L., 1998. Numerical ecology. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 852 p.
- LEPS J. & ŠMILAUER P., 2003. Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 361 p.
- MAHAMANE A., ICHAOU A., AMBOUTA K.J.M., SAADOU M., MOROU B., AMANI I., MAHAMADOU H., D'HERBÈS J.M., GINESTE P., WATA I. & ABASSA I., 2007. Indicateurs écologiques de la période optimale de remise en culture de jachères au Niger. *Sécheresse*, 18: 289-295.
- MAHAMANE A., SAADOU M., DAN JIMO M.B., SALEY K., YACOUBOU B., DIOUF A., MOROU B., INOUSSA M.M., SOUMANA I. & TANIMOUNE A., 2009. Plant diversity in Niger: State of the present studies. *Annales de l'Université de Lomé*, 18: 81-93.
- MEUNIER J.D., 2003. Le rôle des plantes dans le transfert du silicium à la surface des continents. *Comptes Rendus Geoscience*, 335: 1199-1206.
- MOLINIER R. & MULLER P., 1938. La dissémination des espèces végétales. *Revue générale de Botanique*, 64: 1-178.
- OZER P., 2002. Dust variability and land degradation in the Sahel. *Belgeo*, 2 / 2002: 195-210.
- 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/cybergeo.3338.
- OZER P., ERPICUM M., DEMARÉE G. & VANDIEPENBEECK M., 2003. The Sahelian drought may have ended during the 1990s. *Hydrological Sciences Journal*, 48: 489-492.
- OZER P., HOUNTONDI 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., 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.
- SAADOU M., 1990. La végétation des milieux drainés nigériens à l'est du fleuve Niger. Thèse de doctorat, Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger, 393 p.
- SAADOU M., 2007. Les Poaceae de l'élément de base soudano-zambezien des milieux terrestres nigériens : étude écomorphologique. Annales de l'Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger.
- TEAGUE W.R., DOWHOWER S.L. & WAGGONER J.A., 2004. Drought and grazing patch dynamics under different grazing management. *Journal of Arid Environments*, 58: 97-117.
- TYCHON B., AMBOUTA K.J.M., OZER A., BIELDERS C., PAUL R. & OZER P., 2009. Quel avenir pour les cuvettes oasiennes dans le Niger oriental ? *Geo-Eco-Trop*, 33: III-VI.
- ZOBEL M. & PÄRTEL M., 2008. What determines the relationship between plant diversity and habitat productivity? *Global Ecology and Biogeography*, 17: 679-684.