



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Diversité floristique et écologie des plantes aquatiques du fleuve Niger (Régions de Tillabéry et Niamey)

Saharatou KIMBA BOURAHIMA^{1*}, Maarouhi Maman INOUSSA¹,
Hassane SOULEY ADAMO², Issa AMOUDÉ ALHOU¹, Abdoul-Latif HAMANI NOMA¹,
Soumana DOUMA¹, Yacoubou BAKASSO¹ et Ali MAHAMANE¹

¹Université Abdou Moumouni de Niamey, Département de Biologie, Faculté des Sciences et
Technique, BP : 10662 Niamey, Niger.

²Université André Salifou de Zinder, Faculté des Sciences et Techniques, Département des Sciences
Biologiques, BP : 656 Zinder, Niger.

*Auteur correspondant; E-mail: kimbaharatou@gmail.com

Received: 05-09-2023

Accepted: 29-11-2023

Published: 31-12-2023

RÉSUMÉ

Le fleuve Niger subissait depuis quelques décennies des pressions anthropiques permanentes liées à la mauvaise exploitation des plans d'eau entraînant la dégradation du milieu et de ces ressources aquatiques. La présente étude avait pour objectif de déterminer les différentes espèces des plantes aquatiques du fleuve Niger afin de proposer des stratégies de valorisations de ces plantes. L'approche utilisée a été celle des relevés phytosociologiques de Braun-Blanquet sur 10 méga-transects linéaires suivant le sens du courant d'eau avec un échantillonnage aléatoire. Au total, 111 relevés ont été installés pendant les deux périodes de l'année à savoir la crue avec 55 relevés et l'étiage (56 relevés). La richesse spécifique, les familles, les indices de diversité, d'équitabilité de Pielou, et le coefficient générique ont été déterminés. Les types biologiques et l'affinité phytogéographique des espèces ont été analysés à l'aide des spectres bruts et pondérés. Les inventaires phytosociologiques menés ont montré une richesse floristique de 100 espèces réparties dans 86 genres et 39 familles. Les plantes à fleurs (angiospermes) étaient les plus dominantes où la classe des dicotylédones était la plus représentée avec 61 espèces soit 61% mais la famille des Poaceae (classe des monocotylédones) restait la plus diversifiée avec 20 espèces (20%). On note par ailleurs une abondance des thérophytes qui, combinée à celle des Poaceae, traduit un climat soudanien de plus en plus sec et les fougères étaient les moins représentés avec 2 espèces, 2 genres et 2 familles (Azollaceae et les Marsileaceae avec une seule espèce chacune). Les informations issues de cette investigation pourraient permettre d'apprécier le rôle que jouent pour le bien-être de la population locale et la gestion durable de l'environnement.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Macrophytes, hydrosystème, fleuve Niger, mares permanente et semi-permanente.

Floristic diversity and ecology of aquatic plants of the Niger River (Regions Tillabéri and Niamey)

ABSTRACT

For several decades, the Niger River has been subject to permanent anthropogenic pressures linked to the poor exploitation of water bodies, leading to the degradation of the environment and these aquatic resources. The objective of this study was to determine the different species of aquatic plants of the Niger River in order to

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

9510-IJBCS

DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v17i7.9>

propose strategies for valorizing these plants. The approach used was that of Braun-Blanquet phytosociological surveys on 10 linear mega-transects following the direction of the water current with random sampling. In total, 111 readings were installed during the two periods of the year, namely the flood with 55 readings and the low flow (56 readings). Specific richness, families, diversity indices, Pielou fairness, and the generic coefficient were determined. The biological types and phytogeographic affinity of the species were analyzed using the raw and weighted spectra. The phytosociological inventories carried out showed a floristic richness of 100 species distributed in 86 genera and 39 families. Flowering plants (angiosperms) were the most dominant where the class of dicotyledons was the most represented with 61 species or 61% but the family Poaceae (class of monocots) remained the most diverse with 20 species (20%). We also note an abundance of therophytes which, combined with that of Poaceae, reflects an increasingly drier Sudanian climate and ferns were the least represented with 2 species, 2 genera and 2 families (Azollaceae and Marsileaceae with a single species each). The information resulting from this investigation could make it possible to assess the role played by the well-being of the local population and the sustainable management of the environment.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Macrophytes, hydrosystem, Niger River, permanent and semi-permanent ponds.

INTRODUCTION

D'une exploitation restée longtemps harmonieuse à ses grandes fonctions naturelles et à ses capacités, le Niger, principale artère fluviale de l'ouest africain, subissait depuis quelques décennies une pression d'activités perturbant le fonctionnement des écosystèmes. Or cette exploitation intensive conjuguée à une augmentation de la population humaine auxquelles s'ajoutaient les aléas climatiques ont eu des conséquences néfastes sur le flux du fleuve, entraînant la réduction des plans d'eau ainsi que la diminution des plantes aquatiques (Awaïs, 2003). En effet, les macrophytes, organismes indispensables au fonctionnement écologique de la plupart des milieux aquatiques continentaux, les macrophytes sont constitués par des algues filamenteuses, des mousses, des ptéridophytes et des phanérogames ou plantes supérieures (Dutartre et al., 2014). C'est cette dernière catégorie qui correspondait le plus souvent au terme de « Plantes aquatiques » (Chauvin, 2022). De ce fait les plantes aquatiques sont composées par des végétaux photosynthétiques visibles à l'œil nu, dont tout ou une partie du cycle de vie se déroulaient en milieu aquatique (Diane, 2020). Ces plantes aquatiques pouvant contribuer à la richesse et à l'équilibre des écosystèmes aquatiques (Hutchinson, 1975 dans Zuazo et al., 2019). Relativement peu connue des botanistes

comme du public, cette flore a été peu étudiée pour différentes raisons (Chauvin., 2022). Mais elles ont été étudiées comme indicatrices de la qualité des milieux aquatiques (Breugnot et al., 2004; Priso et al., 2012; Ntakiyiruta et al., 2020) et participaient aussi à la structuration des populations des macro-invertébrés (Sanogo et al, 2023). Elles ont été également composées d'une diversité importante d'espèces (Souley et al., 2022; Ramiandrisoa et al., 2020; Leclerc, 2018; Taffouo et al., 2017; Dibong et Ndjouondo, 2014; Thiam, 2012; Ranarijaona et al., 2009; Mahamane, 2005). Par ailleurs, les plantes aquatiques pouvant être nuisibles dans certaines circonstances en proliférant ou en obstruant les voies navigables, les canaux d'irrigation ou en hébergeant des parasites et favoriser des animaux nuisibles à l'homme, des vecteurs de maladies

Cependant, face à tous ces utilités, nuisances et manques de données disponibles, il se posait la question de savoir comment assurer une utilisation et une gestion durable des plantes aquatiques dans l'ouest du Niger ou la question de conservation des écosystèmes et plantes aquatiques posait généralement des problèmes. C'est dans ce cadre idée que s'inscrit cet article qui avait pour objectif d'évaluer la diversité floristique et l'écologie des plantes aquatiques du fleuve Niger.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Milieu d'étude

Le milieu d'étude est situé dans l'ouest du Niger et comprend les villages riverains du fleuve de la commune 1 de Niamey à la commune de N'dounga (Tillabéry). Il est localisé entre les latitudes nord (13°35' et 13°24') et les longitudes Est (001°58' et 002°10') avec des altitudes comprises entre 184 et 164 m et comprend 5 communes. Il s'agit de la commune 1, 2 et 4 de Niamey, la commune de Liboré et celle de N'Dounga (Tillabéry) toutes situées le long du fleuve Niger (Figure 1). D'après Mahamane (2005) cette zone correspond au Niger occidental avec des températures moyennes mensuelles comprises entre 30,3°C et 30,5°C (ABN, 2021). Cette zone a été choisie car juger utile de renfermer toutes les informations nécessaires pour une bonne conduite de terrain en ce qui concerne les plantes aquatiques.

Collecte des données

La collecte des données a été faite par un échantillonnage aléatoire suivant la méthode stigmatique de Braun Blanquet (1932) et ceci sur 10 méga-transects en fonction du sens du courant d'eau et les types d'occupation du sol (fleuve et mare) et les unités géomorphologiques (berges et le lit mineur). Les relevés ont été exécutés pendant les deux périodes de l'année (la crue et la décrue). Au total dix (10) sites en amont et aval de fleuve de Niamey ont fait l'objet d'investigation. Sur ces méga-transects les unités d'inventaire (placettes) ont été de 16 m² (4 m x 4 m) correspondant à l'aire minimale pour les prairies aquatiques (Mahamane et Saadou, 2008). Tout au long du fleuve et sur les 10 sites un total de 111 relevés a été établi dont la présence des plantes aquatiques a été un facteur déterminant. Ainsi, dans chaque placette, de 16 m² toutes les espèces présentes sont recensées et affectées chacune d'un coefficient d'abondance-dominance. L'abondance relative de chaque espèce végétale est le nombre d'individus propres à

chaque espèce présente dans le peuplement étudié (Saadou, 1990.). Cette méthode a été beaucoup appliquée au Niger et dans la sous-région ouest africaine pour apprécier la phytodiversité par Saadou (1990) ; Oumarou (2005) ; Mahamane (2005) ; Ouédraogo (2009) ; Morou (2010) ; Inoussa (2011) ; Soumana (2011).

L'échelle d'abondance-dominance utilisée est la suivante :

- 5 : Individus couvrant plus de 75 % de la surface du relevé ;
- 4 : Individus couvrant entre 50 à 75 % de la surface du relevé ;
- 3 : Individus couvrant entre 25 à 50 % de la surface du relevé ;
- 2 : Individus couvrant entre 5 à 25 % de la surface du relevé ;
- 1 : Individus à faible recouvrement, de 1 à 5 % de la surface du relevé
- + : Individus simplement présents.

Traitement et analyse des données

L'identification des espèces collectées a été faite au Laboratoire Garba Mounkaila (Université Abdou Moumouni de Niamey) à travers la flore du Sénégal de Berhaut (1967) la flore du Bénin Akoègninou (2006) et le guide des adventices d'Afrique de l'ouest (1989). La nomenclature botanique utilisée en général est celle de Lebrun & Stork (1991-1997). Les familles sont classées dans l'ordre de la flore de Berhaut (1967), genre et espèces se suivent dans l'ordre alphabétique.

L'analyse de la flore a également fait recours à des descripteurs non taxonomiques Types biologiques et types phytogéographiques. Pour les types biologiques, nous avons utilisés la classification de Raunkiaer (1934) adaptée à la zone tropicale où la saison défavorable correspond à la saison sèche (Lebrun 1966; Trochain, 1966). Cette classification distingue 6 formes biologiques: les phanérophtes (Ph), les chaméphytes (Ch), les hémicryptophytes (Hém), les Thérophytes (Th), les Géophytes (Gé) et les Hydrophytes (Hy).

Or les plantes aquatiques, qui constituent la grande majorité des macrophytes que nous étudions dans ce travail sont difficiles à classer dans le système de Raunkiaer. Nous avons adopté dans ce travail la nomenclature proposée par Trochain (1966). Celle-ci se présente de la façon suivante :

- ✚ Les Hélophytes (deux types) :
 - Hélogéophytes (Hé gé)
 - Hélothérophytes (Hé th)
- ✚ Les hydrophytes (quatre types):
 - Hydrophytes nageant (Hyd na)
 - Hydrogéophytes (Hyd gé)
 - Hydrohémicryptophytes (Hyd hém)
 - Hydrothérophytes (Hyd th)

Les types phytogéographiques (TP) utilisés sont basés sur les grandes subdivisions chorologiques établies pour l'Afrique (White, 1986) dont les principaux sont: Cosmopolites (Cos); Pantropicales (Pan); Paléo-tropicales (Pal); Afro-américaines (AA); Soudano-zambéziennes (SZ); Afrotropicales (AT); Afro-malgaches (AM); Guinéo-congolaises (GC); Soudano-guinéennes (SG), espèces sindiennes (S) et espèces indiennes (i). Pour ces descripteurs non taxonomiques, il a été établi les spectres bruts et pondérés.

Le traitement des données phytosociologiques a consisté en la transformation des coefficients d'abondance-dominance des espèces en une valeur semi-quantitative R_i de recouvrement de Foucault, 1980 qui exprime la dominance de chaque espèce dans son milieu. L'abondance-dominance de chaque relevé a été appréciée suivant l'échelle de Braun-Blanquet (1964) :

- + = recouvrement < 1% correspondant à un recouvrement moyen de 0,5 ;
- 1 = recouvrement 1 à 5% correspondant à un recouvrement moyen de 3 ;

- 2 = recouvrement 5 à 25% correspondant à un recouvrement moyen de 15 ;
- 3 = recouvrement 25 à 50% correspondant à un recouvrement moyen de 37,5 ;
- 4 = recouvrement 50 à 75% correspondant à un recouvrement moyen de 62,5 ;
- 5 = recouvrement 75 à 100% correspondant à un recouvrement moyen de 87,5.

Ces coefficients permettent de calculer le recouvrement de chaque espèce suivant la formule :

$$R_i = \frac{\sum_{i=1}^n R_{mi}}{N} \quad (1)$$

Où R_i est la valeur semi-quantitative de l'espèce i ; R_{mi} =recouvrement moyen de l'espèce i dans un relevé (obtenu à partir de la conversion du code de Braun-Blanquet) ; n = nombre de relevés où l'espèce i est présente ; N = Nombre de tous les relevés.

L'analyse des espèces obtenues a d'abord portée sur la composition du milieu en espèces (Richesse spécifique) et le calcul des indices de diversités: Indice (H') de diversité de Shannon-Weaver (1949) et de régularité (Équitabilité) de Piéluou (E). La richesse spécifique d'une communauté est le nombre d'espèces que contient cette communauté.

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i \quad (2)$$

$$E = \frac{H'}{\log_2 s} \quad (3)$$

Avec s égal au nombre total des espèces; P_i est l'abondance proportionnelle de chaque espèce et N le nombre total d'individus.

Avec :

$$P_i = \frac{R_i}{\sum_{i=1}^s R_i} \text{ Et } N = \sum_{i=1}^s R_i.$$

Le coefficient générique a aussi été calculé. Selon Aké Assi ((1984) dans Saâdou, 1990), une flore est d'autant plus diversifiée qu'elle comprend moins des grands genres plurispécifiques. Le coefficient générique est le rapport entre le nombre de genre et celui des espèces.

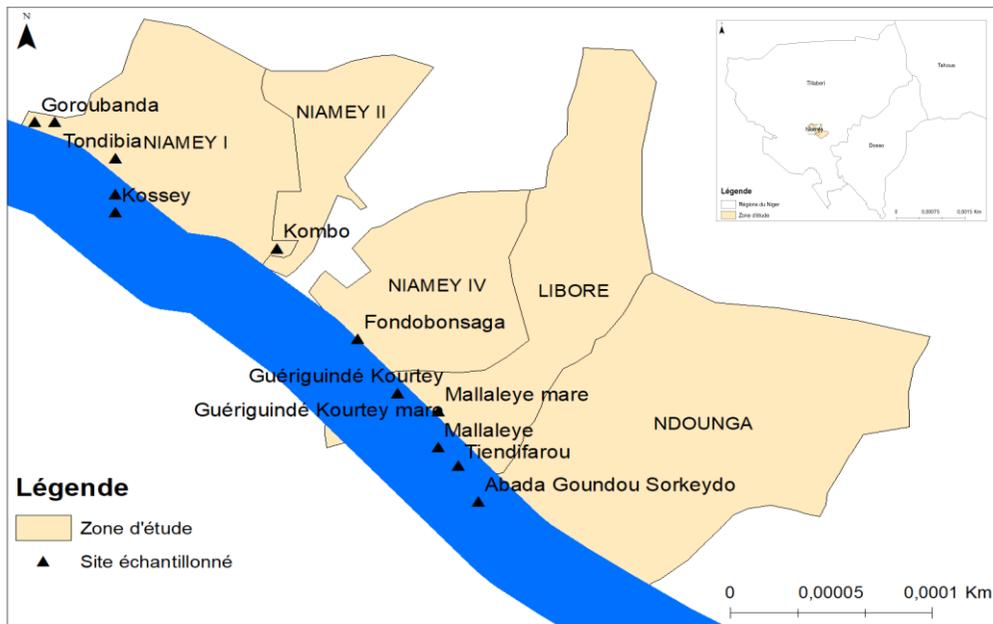


Figure1 : Localisation géographique de la zone d'étude et des sites échantillonnés.

RESULTATS

Spectre taxonomique

Il ressortait de ces résultats que cette flore indiquait une richesse spécifique de 100 espèces dont 61 dicotylédones, 37 monocotylédones et 2 Ptéridophytes; réparties en 68 genres et 39 familles (Tableau 1). Ce qui montrait que la flore aquatique est riche en espèces avec un coefficient générique de 68%. Parmi les angiospermes, la classe des dicotylédones est la mieux représentée avec 61 espèces, 42 genres et 29 familles et les monocotylédones venaient en seconde place avec 37 espèces, 24 genres et 8 familles. Et enfin les ptéridophytes étaient les moins représentés avec une seule classe celle des filicinées dont 2 espèces, 2 genres et 2 familles.

L'analyse du Tableau 2 démontrait très clairement que les familles les plus représentées en espèces et genres étaient les Poaceae (20 espèces et 13 genres) ; les Cyperaceae (9 espèces et 4 genres) ; les Fabaceae (7 espèces et 4 genres) et les Mimosaceae avec 4 (espèces et genres). Vingt-deux (22, soit 56%) des familles étaient

monospécifiques. Les genres les plus représentés en espèces étaient les genres *Cyperus* et *Ludwigia* avec 6 espèces ; le genre *Ipomea* (5 espèces) ; le genre *phyllanthus* (4 espèces) et les genres *Nymphaeae*, *Oriza* et *Echinochloa* avec 3 espèces chacun.

La flore était pauvre en ptéridophytes, elle est essentiellement composée d'angiospermes et l'analyse des monocotylédones affirmaient que les Poaceae dominaient avec 20 espèces (20%) et 13 genres (19,11%) (Tableau 2).

Indices de diversité

L'analyse du tableau 3 des indices de diversité indiquait un indice élevé de Shannon de 4,28 bits, une équitabilité de Piélou de 0,78, une richesse spécifique de 100 espèces et un coefficient générique de 68%. D'après Frontier et al. (1995), d'une manière générale la valeur de l'indice de Shannon varie de 0 à 4,4 bits ; la valeur 0 correspond à une diversité faible et les valeurs élevées indiquaient un nombre élevé d'espèces qui participaient au recouvrement.

Spectre des types biologiques

L'importance numérique des types biologiques est donnée par la Figure 2. Il ressortait de cette analyse que les plantes aquatiques du fleuve Niger sont dominées du côté du spectre brut par les thérophytes (31,96%). Elles sont de près suivies par des hydrophytes (29,90%). Ensuite venaient les héliophytes (13,40%), les lianes (spectre brut 9,28%) et les micro-phanérogames (6,19%). Et les autres étaient à des pourcentages faibles tels que les méso-phanérogames (3,09%), les Hémicryptophytes, les Nano phanérogames et les Chaméphytes avec 2,06% chacune.

Par contre du côté du spectre pondéré c'étaient les Hydrophytes qui sont les mieux représentées avec 46,23%. Elles sont suivies par les micro-phanérogames (24,46%), les thérophytes (10,69%), les héliophytes (9,45%), les méso-phanérogames (4,19%), les Hémicryptophytes (2,66%), les Lianes (2,19%) et enfin les Nano-phanérogames (0,10%) et les Chaméphytes (0,03%).

Spectre des types phytogéographiques

Les résultats de l'analyse des spectres brut et pondéré de la distribution géographique des plantes aquatiques du fleuve Niger (Figure 3 et 4), ont montrés une présence marquée par les espèces pantropicales (25,17% de spectre brut et 34,06% de spectre pondéré), suivies des

espèces paléo-tropicales (17,48% de spectre brut et 27,01% de spectre pondéré) les espèces guinéo-congolaises (13,99% de spectre brut et 14,81% de spectre pondéré), les espèces africaines (12,59% de spectre brut et 8,44% de spectre pondéré) et espèces soudano-zambéziennes (11,89% de spectre brut et 7,69% de spectre pondéré). Les espèces qui sont faiblement représentées dans la flore aquatique il s'agirait des espèces afro-malgaches (4,90%), les espèces afrotropicales et les indiennes avec 3,50% chacune, les espèces sindiennes et les espèces africaines (2,10%) chacune et les espèces indiennes (4,2%), les espèces cosmopolites, brésiliennes, américaines, australiennes, malgaches et les espèces asiatiques avec (0,7%) chacune. Par contre concernant les espèces faiblement représentées le spectre pondéré des types phytogéographiques (Figure 4); a montré que ce sont les espèces indiennes (3,03%), les espèces africaines (2,97%), les espèces malgaches (1,95%), les espèces cosmopolites (1,87%), les espèces afro-malgaches (0,64%), les espèces afrotropicales (0,46%), les espèces sindiennes (0,38%), les espèces (brésiliennes (0,22%), les espèces (australiennes (0,07%) et les espèces asiatiques et américaines (0,01%) chacune.

Tableau 1 : Répartition taxonomique.

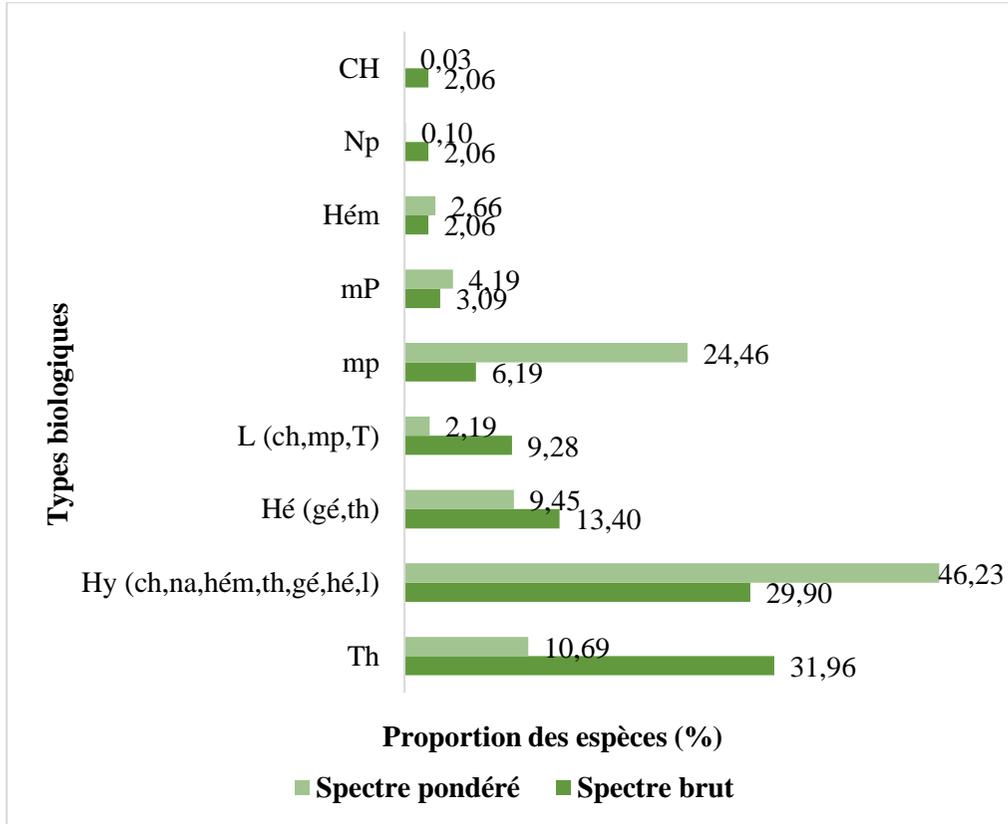
	Nbre d'espèces	%	Nbre de genre	%	Nbre de famille	%
Dicotylédones	61	61	42	61,76	29	74,6
Monocotylédones	37	37	24	35,29	8	20,1
Filicinées	2	2	2	2,94	2	5,13
Total	100	100	68	100	39	100

Tableau 2 : Répartition du nombre espèces en fonction des familles.

Classes	Familles	Nbre Espèces	%	Nbre de genres	%
D	Fabaceae = papilionaceae	7	7	4	5,88
D	Amaranthaceae	3	3	2	2,94
M	Poaceae	20	20	13	19,12
D	Asteraceae = Compositae	2	2	2	2,94

D	Meliaceae	1	1	1	1,47
F	Azollaceae	1	1	1	1,47
D	Nyctaginaceae	1	1	1	1,47
D	Euphorbiaceae	5	5	2	2,94
D	Bombacaceae	1	1	1	1,47
D	Borraginaceae	2	2	2	2,94
M	Commelinaceae	2	2	1	1,47
M	Cyperaceae	9	9	4	5,88
D	Melastomataceae	1	1	1	1,47
D	Myrtaceae	1	1	1	1,47
M	Pontederiaceae	2	2	1	1,47
M	Hydrophyllaceae	1	1	1	1,47
D	Labiatae = Lamiaceae	2	2	2	2,94
D	Convolvulaceae	5	5	1	1,47
D	Onagraceae	6	6	1	1,47
F	Marsileaceae	1	1	1	1,47
D	Sterculariaceae	1	1	1	1,47
D	Mimosaceae	4	4	4	5,88
D	Rubiaceae	2	2	2	2,94
D	Cucurbitaceae	1	1	1	1,47
M	Najadaceae	1	1	1	1,47
D	Nymphaeaceae	3	3	1	1,47
M	Hydrocharitaceae	1	1	1	1,47
D	Solanaceae	1	1	1	1,47
D	Caesalpinaceae	1	1	1	1,47
D	Polygonaceae	1	1	1	1,47
D	Scrophulariaceae	1	1	1	1,47
D	Sphenocleaceae	1	1	1	1,47
D	Combretaceae	1	1	1	1,47
D	Menispermaceae	1	1	1	1,47
D	Tiliaceae	2	2	2	2,94
M	Typhaceae	1	1	1	1,47
D	Lentibulariaceae	1	1	1	1,47
D	Malvaceae	2	2	2	2,94
D	Asclepiadaceae	1	1	1	1,47
	Totaux	100	100	68	100

D : Dicotylédones, M : Monocotylédones et F : Filicinées.



Th : Thérophytes, Hy (ch, na, hém, th, gé, hé,L) : Hydrophytes (chaméphytes, nageant, hémicryptophytes, thérophytes, géophytes, héliophytes et lianes), Hé (gé, th) : Héliophytes (géophytes, thérophytes), L (ch,mp,T) : Lianes (chaméphytes, microphanérogames, thérophytes), mp : Microphanérogames, Mp : Mésophanerogames, Np : Nanaphanérogames, Ch : Chaméphytes, Hém : Hémicryptophytes.

Figure 2 : Spectre brut et pondéré des types biologiques des plantes aquatiques.

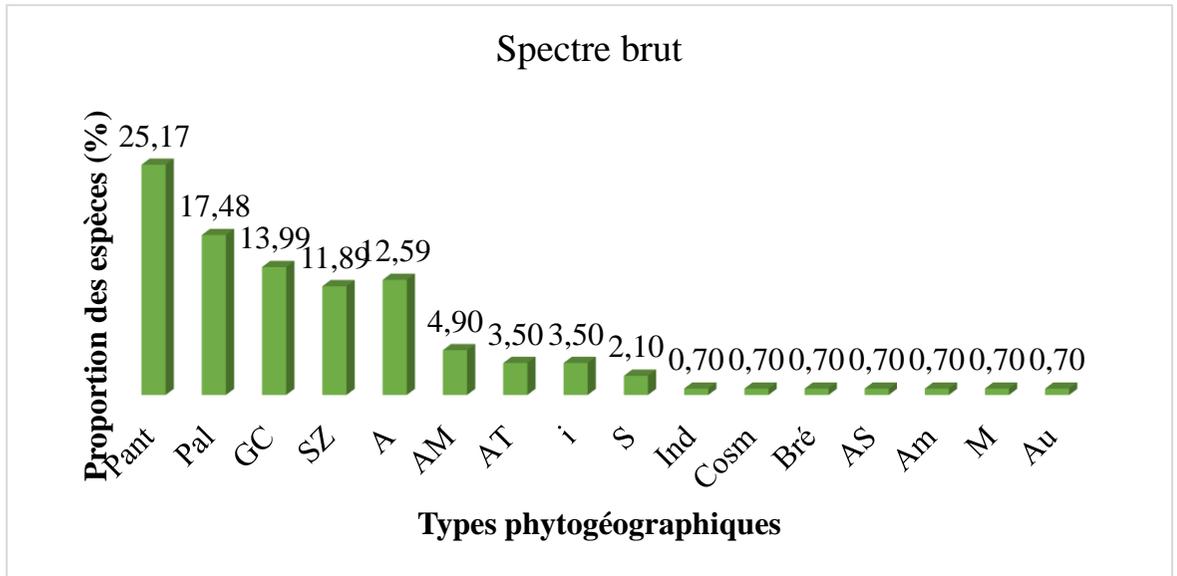
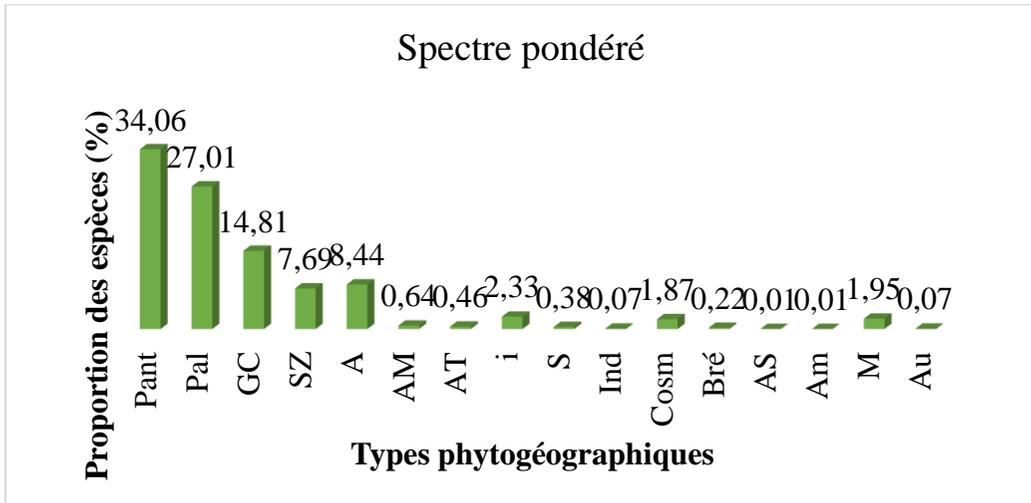


Figure 3 : Spectre brut des types phytogéographiques des plantes aquatiques.



Pant : Pantropicales, Pal : Paléo-tropicales, GC : Guinéo-congolaises, SZ : Soudano-zambéziennes, A : Afrique, AM : Afro-malgaches, AT : Afrotropicales, I : Indiennes, S : Sindiennes, Cosm : Cosmopolites, Bré : Brésiliennes, AS : Asiatique, Am : Américaines, M : Madagascar et Au : Australie

Figure 4 : Spectre pondéré des types phytogéographiques des plantes aquatiques.

DISCUSSION

Spectre taxonomique

L'inventaire floristique réalisé dans cette étude phytosociologique comprend 111 relevés réparties dans 100 espèces, 68 genres et 39 familles a montré que la flore aquatique est particulièrement riche en espèces et en genres avec un coefficient générique de 68%. Cette diversité floristique importante de 111 relevés corrobore avec celle de Mahamane en 2005 qui a trouvé également une diversité importante des plantes aquatiques soit 527 espèces (76 relevés) sur les milieux aquatiques; celle de Thiam (2012) sur le fleuve du Sénégal avec 151 espèces et; celle de Souley et al. (2022) qui ont aussi trouvés une diversité importante des plantes aquatiques sur la mare d'Albarkaizé soit 70 espèces réparties dans 50 genres et 28 familles; Ramiantrisoa et al. (2020) qui ont trouvés 43 espèces réparties entre 34 genres et 19 familles sur les milieux lenthiques dans le district de Vohipeno. Madagascar, David (2018) a eu 55 espèces macrophytiques sur les écosystèmes aquatiques du Salève. Francois et al. (2009) ont inventorié également une forte diversité des plantes aquatiques soit 338 espèces sur les milieux lenthiques de Madagascar. Tous ces auteurs les milieux aquatiques sont riches en

plantes aquatiques. Cette diversité élevée est due à la manière dont les espèces végétales sont dispersées le long du plan d'eau mais aussi selon leur affinité aux types de substrat ainsi que leur distribution géographique. Ce pendant la liste floristique de nos résultats peut être améliorée en étendant l'inventaire sur des zones non touchées par cette étude. Par ailleurs les familles les plus représentées dans cette flore étaient les Poaceae (20 espèces et 13 genres) ; les Cyperaceae (9 espèces et 4 genres); les Fabaceae (7 espèces et 4 genres) et les Mimosaceae avec 4 espèces et genres mais par contre cette flore était faible en Ptéridophytes et parmi les angiospermes, les dicotylédones étaient les dominants. Ces résultats corroborent avec celles de Thiam (2012), Dibong et al. (2014) et Souley et al. (2022). Pour tous ces auteurs les Poaceae sont les plus diversifiées. De ce fait ces résultats confirment bien que les milieux aquatiques de l'ouest du Niger sont très riches en monocotylédones notamment la famille des Poaceae. En effet la dominance de cette famille s'explique par le fait qu'elle est bien représentée dans les zones sahéennes et soudaniennes et que ces taxons bouclent leur cycle rapidement, possèdent une particularité très importante celle de la multiplication

végétative par tallage. Cette dominance dans le peuplement a été beaucoup rapportée par plusieurs études en Afrique de l'ouest notamment celle de Garba (1984), Ali Mahamane (2005), Francois et al. (2009), Dibong et al. (2014), Victor et al. (2017) Akossoua et al. (2010), Traoré et al. (2019), Souley et al. (2022) et Diop et al. (2023). Mais nos résultats sont inférieurs à ceux de Mahamane qui a également travaillé sur le fleuve Niger avec une richesse spécifique respectivement de 527 espèces. D'après Dibong et al. (2014) lorsque le milieu est soumis à des perturbations d'origine anthropiques comme l'eutrophisation ; la richesse spécifique diminue. C'est qui confirme la diminution (dégradation) de la richesse spécifique des plantes aquatiques de 2005 à nos jours et cette dégradation pourrait aussi s'expliquer par l'infériorité du nombre d'espèces par rapport à ce des relevés soit 111 relevés par 100 espèces. En effet la présence de la famille des Nymphaeaceae, des Azollaceae, Pontédériaceae et des Onagraceae montre le caractère humide du milieu. La faible représentation des ptéridophytes dans la flore a été observée dans d'autres régions humides en Afrique. Au Sénégal 3 genres et 3 espèces de Ptéridophytes ont été également trouvés par Thiam en 2012. Cette faible présence des Ptéridophytes est due au fait que ces genres espèces ont des difficultés à se développer dans les pays sahéliens à cause des conditions écologiques et climatiques. Les indices de Shannon et d'équitabilité de Piélou calculés pour les plantes aquatiques du fleuve Niger sont relativement élevés avec respectivement 4,28 bits et 0,78 ; ce qui ont montré que cette flore est très diversifiée. Cela est confirmé par une richesse spécifique de 100 espèces et un coefficient générique de 68% (Tableau 4). D'après Frontier et al. (1995), d'une manière générale la valeur de l'indice de Shannon varie

de 0 à 4,4 bits ; la valeur 0 correspond à une diversité faible et les valeurs élevées indiquent un nombre élevé d'espèces qui participent au recouvrement.

Spectre biologique et phytogéographique des plantes aquatiques

Le spectre biologique des plantes aquatiques du fleuve Niger est dominé par les thérophytes. En effet cette dominance pourrait s'expliquer par le fait que ces espèces adaptent leur cycle de développement à la période favorable qui correspond à la saison des pluies et ont un cycle très court parfois quelques mois et passant la période défavorable sous forme de graine; ce sont des plantes annuelles. Mais aussi la prédominance des thérophytes traduit une prévalence des formations savaniques. Cette dominance serait liée à leur capacité à boucler leur cycle en quelques semaines (Noba et al., 2010) ce qui constitue un atout majeur. La dominance des thérophytes a déjà été apporté par plusieurs études en Afrique de l'ouest (Diop et al., 2023; Melom et al., 2015 ; Bassene et al., 2014 ; Faye et al., 2018 ; Ado, 2012; Ali, 2005; Mbayngone, 2008; Souley et al., 2022).

Pour le spectre phytogéographique les espèces pantropicales sont les plus dominantes suivies des espèces paléo-tropicales et des espèces guinéo-congolaises. Cependant nos résultats corroborent à ceux de Thiam (2012) au Sénégal avec la dominance de ces deux types phytogéographiques respectivement (48 espèces pantropicales, les espèces paléo-tropicales avec 26 espèces), ce qui montre que ces espèces sont nombreuses dans le fleuve. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que ces espèces soient plus adaptées aux conditions bioclimatiques du milieu. Mais la présence considérable des espèces GC (Guinéo-congolaises) fait ressortir l'existence d'un gradient d'humidité et de profondeur du sol.

Tableau 4 : Valeur des indices de diversité des plantes aquatiques du fleuve Niger.

Indice de diversité	H'	E	S	Cg
Valeur	4,28	0,78	100	68 %

H' : Indice de Shannon, E : Equitabilité de Piélou, S : Richesse spécifique et Cg : Coefficient générique.

Conclusion

Cette étude floristique et écologique réalisée sur le fleuve du Niger a permis de mettre en évidence une richesse spécifique intéressante soit 100 espèces, 86 genres et 39 familles dont les Poaceae sont les mieux représentées malgré la petite aire prospectée et les difficultés d'accès. Toutes fois, les résultats montrent que les inventaires restent le seul outil efficace pour l'évaluation et la valorisation des plantes aquatiques. Enfin cette étude contribue dans la connaissance des plantes aquatiques pour une meilleure conservation et une gestion durable de ces plantes aquatiques.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas d'intérêts concurrents

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Les auteurs ci-dessous ont participé de diverses manières à la conception de cet article. SKB et IAA ont collecté les données. Mais SKB a traité et analysé les données puis à rédiger et corriger le manuscrit. HSA a contribué à la lecture et à la correction du présent manuscrit. LAHN a contribué au traitement des données. MMI a servi à l'encadrement et à la correction du manuscrit. Quant à YB, AM et SD, ils ont tous trois contribué à la rédaction du présent manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur gratitude à l'endroit du Laboratoire Garba Mounkaila et le département de Biologie de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Abdou Moumouni de Niamey pour l'autorisation accordée de mener cette étude mais aussi à leur appuis et conseils. Nous remercions également les techniciens de ce laboratoire pour leur aide dans la détermination des échantillons. Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont aidés dans l'établissement de cet article.

REFERENCES

Ado AM. 2013. Inventaire des Poaceae des Communes d'Aguié et Mayahi: composition systématique, chorologie, types biologiques et importance

socioéconomique. Pour l'obtention du diplôme de Master II en Biodiversité et Gestion de l'Environnement Soudanien et Sahélo-Saharien (BGESS). Université de Maradi, 53 pages.

Akossoua FK, Adou YCY, Ipou JI, Kamanzi K. 2010. Diversité floristique des zones côtières pâturées de la Côte d'Ivoire : Cas du cordon littoral Port-Bouet-Grand-Bassam (Abidjan). *Sci. Nat.*, **7** : 69-86. DOI : <https://doi.org/10.4314/scinat.V7i1.59936>

Alhou B. 2007. Impact des rejets de la ville de Niamey (Niger) sur la qualité des eaux du fleuve Niger en vue de l'obtention du grade de docteur en sciences. Facultés universitaires Notre-Dame de la paix Namur, Faculté des sciences, 229 pages

Ali MO. 2005. Caractérisation des groupements végétaux de la mare d'Albarkaizé et de son environnement. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieurs de l'IPR/IFRA, 52 pages.

Akoègninou A, Van der Burg WJ, Van der Maesen L J G, Adjakidjè V, Essou J P, Sinsin B, Yédomonhan H. 2006. Flore Analytique du Bénin. (Wageningen Agricultural University papers; No. 06.2). Backhuys Publishers. Cotonou et Wageningen, 1033p. <https://edepot.wur.nl/281595>

Andoni Zuazo, Lionel Fournier, Alain Dutartre., Vincent Bertrin. 2019. Les macrophytes indigènes et exotiques : mieux connaître pour mieux gérer. *Dynamiques environnementales (Journal International des Géosciences et de l'Environnement)*, **43-44** : 50-73. URL : <http://journals.openedition.org/dynenviro n/3613> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/dynenviro n.3613>,

Bassene C, Mbaye MS, Camara AA, Kane A, Gueye M, Sylla SN, Sambou B, Noba K. 2014. La flore des systèmes agropastoraux de la Basse Casamance (Sénégal) : cas de la communauté rurale de Mlomp. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8** : 2258-2273. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i5.28>

- Berhaut J. 1967. Flore du Sénégal (2e édition). Clairafrrique : Dakar ; 485 pages.
- Braun-Blanquet J. 1932. *Plant Sociology. The Study of Plant Communities*. Ed. McGraw Hill: New York, London; 439 p.
- Breugnot E, Dutartre A, Christophe LT, Jacques JH. 2004. Variabilité des peuplements de macrophytes aquatiques en grand cours d'eau: premiers résultats sur l'hydrosystème Adour-Garonne. *Ingénieries Eau-Agriculture-Territoires*, **37**: 37-50. <https://hal.science/hal-00472718>
- Christian C. 2022 Les plantes aquatiques : des adaptations spécifiques, une écologie sous contrainte, un intérêt en bio-indication. L'eau et la plante, Colloque scientifique, Société Nationale d'Horticulture de France Paris, France. Hal-03690711
- Conseil régional de l'environnement des Laurentides 2019. Détection et identification des plantes aquatiques exotiques et indigènes dans les plans d'eau des Laurentides. Projet de Lutte contre le myriophylle à épi dans les plans d'eau des Laurentides-Résultats de l'été 2018, Bleu Laurentides 2018, 96 p.
- David L. 2018. Écosystèmes aquatiques du Salève Enjeux écologiques et mesures en faveur de leurs espèces remarquables, *Arch. Sci.*, **70**: 171-180.
- Diane E. 2020. Développement d'une boîte à outils pour comprendre et prédire la dynamique spatiale et temporelle des macrophytes submergés : application aux écosystèmes fluviaux. Thèse de Doctorat; Université de Toulouse, 247 pages
- Dibong SD, Ndjouondo GP. 2014. Inventaire floristique et écologie des macrophytes aquatiques de la rivière Kambo à Douala (Cameroun). *Journal of Applied Biosciences*, **80**: 7147-7160. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v80i1.15>
- Diop D, S L KA, Diouf J, Mbaye MS, Noba K. 2023. Quelques Poaceae adventices de culture dans la zone agroécologique du Sénégal. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.*, **11**(1) : 70-79.
- Djima IT. 2013. Les algues du fleuve Niger et des milieux humides connexes de l'ouest du Niger. Thèse de doctorat. Université Abdou Moumouni de Niamey, 189 pages.
- Djima IT, M'baye N, Mahamane A, Saadou M. 2010a. Les Algues des zones humides de Niamey : le genre *Micrasterias* Agardh ex Ralfs (Desmidiaceae) (a). *Annales de l'Université Abdou Moumouni de Niamey*, Tome XI-A, pp. 134-141.
- Dutartre A, Haury J, Peltre M C, Menozzi MJ, Rebillard JP. 2014. Les macrophytes, partenaires ou concurrents ? *Sciences Eaux & Territoires*, **15**: 2-7. <https://hal.science/hal-01190173>.
- Fatimata Niang Diop. 2010. Le suivi de la flore et de la végétation aquatiques Module_plantes_aquatiques final_fr Gambie; 62 pages.
- Inoussa M. 2011. Dynamique spatio-temporelle des forêts claires dans le Parc National du W du Niger (Afrique de l'Ouest). Thèse de Doctorat; Université Abdou Moumouni de Niamey, 93 pages
- Isabelle A, Denis L. 2007. Les écosystèmes aquatiques : ressources et valorisation. Les dossiers d'agropolis, 68 pages.
- Maddi FA. 2014 Contribution à l'inventaire de la flore dulçaquicole de la Martinique : « les espèces exotiques envahissantes » Bilan des prospections. Société d'Histoire naturelle l'Herminier (Nantes, France) DEAL (Martinique), Société d'Histoire naturelle l'Herminier 28 pages
- Mahamane A, Saadou M. 2008. Méthodes d'étude et d'analyse de la flore et de la végétation tropicale, Actes sur l'harmonisation des méthodes, Projet SUN, 67 pages.
- Mahamane A., 2005. Études floristique, phytosociologique et phytogéographique de la végétation du Parc Régional du W du Niger. Thèse de doctorat d'État, Université Libre de Bruxelles, 484p.
- Morou B. 2010. Impacts de l'occupation des sols sur l'habitat de la girafe au Niger et enjeux pour la sauvegarde du dernier troupeau de girafes de l'Afrique de l'Ouest. Thèse de doctorat, Université de Niamey, 231 p.
- Noba K, Mbaye MS, Coundoul M, Kane A, Hane PD, Bâ N, Mbaye N, Faye MN, Bâ AT. 2010. La flore du parc national des

- oiseaux de Djoudj. Une zone humide du Sénégal. *Scien. Chang. Plan. Sech.*, **21**(1): 71-78. DOI : <https://doi.org/10.1683/sec.2009.0208>
- Ouedraogo O. 2009. Phytosociologie, dynamique et productivité de la végétation du Parc National d'Arly (sud-est du Burkina Faso) Doctorat de l'Université de Ouagadougou 140p.
- Pierre N, Gaston N, Bi Gouessé Henri B, Kopoin A, David N, Gaspard N. 2020. Actions combinées de *Eichhornia crassipes* & *Pistia stratiotes* pour traitement tertiaire de l'effluent des bassins facultatifs de la station d'épuration de Buterere, Burundi. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **14**(7) : 2463-2475. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i7.8>
- Priso RJ, Oum Go, Ndongo D. 2012. Utilisation des macrophytes comme descripteurs de la qualité des eaux de la rivière Kondi dans la ville de Douala (Cameroun-Afrique Centrale). *Journal of Applied Biosciences*, **53**: 3797 – 3811.
- Ramiandrisoa BA, Maharombaka C, Ranarijaona HLT. 2020. Inventaire et typologie floristique des milieux lenthiques dans le district de Vohipeno. *Madagascar Conservation et Development*, **16**(S2): 48–51. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/mcd.wetlands.7>
- Ranarijaona HLT, Claude C, Gibon FM. 2009. Les macrophytes des milieux lenthiques de Madagascar : biotypologie, diversité, espèces envahissantes et mesure de conservation, 20 pages.
- Roxanne T. 2018. Inventaire des plantes aquatiques chaîne des lacs, rapport final, experts-conseils en environnement et gestion de l'eau, 40 pages.
- Saadou M. 1990. La végétation des milieux drainés nigériens à l'est du fleuve Niger. Thèse de doctorat d'état, Université de Niamey-Niger, 539 p.
- Saadou M. 1998. Évaluation de la biodiversité biologique au Niger : éléments constitutifs de la biodiversité végétale. Conseil National de l'Environnement pour un Développement Durable SE/CNEDD. Projet NER/ 97 / G 31 / A / 1 G / 99 "Stratégie Nationale et plan d'action-Diversité
- Souley Adamou H, Bourahima Kimba S, Alhou B, Djima Idrissou T. Contribution à l'étude des macrophytes de la mare d'Albarkaizé, département de Gaya au Niger. ESI Preprints. DOI : <https://doi.org/10.19044/esipreprint.9.2022.p400>
- Souleymane S, Inoussa C, Saïdou S, Epilou B, André K. 2023. Importance de *Azolla pinnata* R. Br. dans la structuration des populations de macro-invertébrés de la mare aux hippopotames de Bala (Burkina Faso) : *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **17**(1) : 13-27. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v17i1.2>
- 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, Faculté des Sciences, Université Abdou Moumouni, 234 p.
- Thiam MA. 2012. Étude la flore vasculaire, de la végétation et des macrophytes aquatiques proliférant dans le delta du fleuve Sénégal et le lac de Guiers (Sénégal). Thèse de doctorat, Université Cheick Anta Diop, 255 pages.
- Traore K, Djaha K, Koffi N'A. 2019. Analyse de la flore aquatique envahissante dans les plans d'eau de la ville de Daloa (Centre Ouest de la Côte d'Ivoire). *J. Appl. Biosci.*, **142** : 14509-14518. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v142i1.5>
- Victor DT, Rhode adley IS, Lawrence OM, Minette TE. 2017. Impacts des caractéristiques physico-chimiques des eaux sur la distribution du phytoplancton et des macrophytes de la rivière Nkam (Cameroun). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **11**(4): 1766-1784. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v11i4.28>
- White F. 1983. La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique. L'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture (UNESCO).