

1 **Contribution à l'inventaire de la diversité phytoplanctonique de la mare d'Albarkaïzé,**
2 **département de Gaya au Niger.**

3
4
5 **Résumé**

6 Cette étude porte sur la flore algale de la mare Albarkaïzé. Elle a comme objectifs
7 l'inventaire de la diversité algale et la caractérisation des paramètres physico-chimiques de
8 l'eau. Cette dernière constitue un lieu où prolifèrent plusieurs espèces autochtones et
9 allochtones, au nombre desquelles quelques espèces invasives qui menacent la survie de cet
10 écosystème. Deux campagnes d'échantillonnages ont été menées dans des conditions
11 hydrologiques contrastées : la période des hautes eaux et celle des basses eaux sur cinq (5)
12 sites. L'analyse floristique a permis de recenser 76 microphytes dont, 13 familles réparties
13 dans 25 genres et 76 espèces avec une dominance de la famille des Desmidiaceae. Les taxons
14 les plus représentés sont les Chlorophyta, les Euglenophyta et les Cyanophyta. La dominance
15 des chlorophycées dans cette étude, montre bien que dans les eaux douces ce sont les
16 chlorophycées qui sont les mieux représentées. Les paramètres physico-chimiques essentiels
17 relevés sont (température $33 \pm 0,23$ °C, oxygène dissous $8,48 \pm 2$ mg L⁻¹, la conductivité 110
18 $\pm 2,23$ µS cm⁻¹, le pH $6,8 \pm 0,46$, les nitrites $2,9 \pm 0,07$ mg L⁻¹, les nitrates $0,008 \pm 0,006$ mg
19 L⁻¹, le magnésium $4,45 \pm 1,3$ mg L⁻¹, la turbidité $35 \pm 9,5$ NTU, le fer $2,1 \pm 0,6$ mg L⁻¹). Les
20 résultats obtenus indiquent que l'eau de la mare d'Albarkaïzé est une eau douce, légèrement
21 acide, assez bien oxygénée et contient un faible taux d'ions dissous.

22 **Mots clés :** inventaire ; algues ; phytoplancton ; Niger ; diversité ; Albarkaïzé.

23
24
25
26
27 **Abstract**

28 This study concerns the algal flora of the Albarkaïzé pond. It has as objectives the inventory
29 of the algal diversity and the characterization of the physico-chemical of the water. The latter
30 is a place where several native and non-native species proliferate, among which some
31 invasive species that threaten the survival of this ecosystem. Two sampling campaigns were
32 conducted under contrasting hydrological conditions: the period of high water (September

33 2018) and low water (April 2019) on five (5) sites. The floristic analysis has identified 76
34 microphytes including, 13 families distributed in 25 genera and 76 species with a dominance
35 of Desmidiaceae. The most represented taxa are Chlorophyta, Euglenophyta and Cyanophyta.
36 The dominance of chlorophyceae in this study, shows that in freshwater it is the
37 chlorophyceae that are best represented. The essential physico-chemical parameters recorded
38 are (temperature 33 ± 0.23 °C, dissolved oxygen 8.48 ± 2 mg L⁻¹, conductivity 110 ± 2.23 μS
39 cm⁻¹, pH 6.8 ± 0.46 , nitrite 2.9 ± 07 mg L⁻¹, nitrate 0.008 ± 0.006 mg L⁻¹, magnesium $4.45 \pm$
40 1.3 mg L⁻¹, turbidity 35 ± 9.5 NTU, iron 2.1 ± 0.6 mg L⁻¹). The obtained result indicates that
41 the water of the pond of Albarkaizé is a fresh water, slightly acid, rather well oxygenated and
42 contains a low rate of dissolved ions.

43 **Key words**- inventory; algae; phytoplankton; Niger; diversity; Albarkaizé.

44 INTRODUCTION

45 La zone humide d'Albarkaizé, comme toutes les zones humides du Niger, sont des
46 écosystèmes de grande importance. Elles renferment une diversité biologique unique (Saadou,
47 2004) dans un pays majoritairement désertique et sahélien comme le Niger. Elles sont
48 utilisées comme voies de communication, et servent aussi de lieu d'approvisionnement en
49 eaux domestiques et agricoles pour les populations riveraines. La zone d'Albarkaizé fait partie
50 des sites FEM (Fonds pour l'Environnement Mondial) du fait des systèmes agroécologiques
51 de productions complexes qu'elle présente et de sa vulnérabilité sur le plan environnemental
52 Mahamane et al.(2007). Elle renferme d'importantes ressources qui sont exploitées par la
53 population. Leur mise en valeur ainsi que leur conservation ne peuvent se faire que dans le
54 cadre d'une gestion intégrée Ali, (2005). C'est ainsi que ce complexe écosystémique est aussi
55 classé site RAMSAR1 compte tenu de l'importance de ses ressources naturelles au plan
56 mondial Ahmed, (2001).

57 Les pressions anthropiques actuelles, consécutives à la croissance démographique,
58 constituent les principales menaces à la survie de ces milieux ; ce qui entraînent la diminution
59 de certaines espèces végétales. Cette diminution a provoqué des changements majeurs dans le
60 fonctionnement de l'écosystème CNEDD, (2011). C'est pourquoi, la biodiversité de ces
61 milieux mérite d'être préservée (Ceillier, 2015 ; Sossou, 2021).

62 Selon Mahamane et al.(2007), la structure des écosystèmes des zones humides a fait l'objet de
63 divers travaux aussi bien dans la sous-région qu'au
64 Niger, Grouziz,(1985) ; Aberlin,(1986) ; Boudouresque,(1995) ; Garba,(1984) ; Roussel,(1987) ;
65 Abdou,(2004) et Djima,(2013).

66 La zone humide d'Albarkaïzé joue un rôle important dans le cycle hydrologique du
67 fleuve Niger Abba, (2000). Elle est le lieu de développement par excellence de plusieurs
68 espèces végétales telles que les macrophytes et les algues. Toutes ces espèces végétales jouent
69 un rôle important dans la vie des communautés locales tels que le fourrage, la construction
70 d'habitat, préparation de médicaments Djima (2013).

71 Dans les écosystèmes aquatiques, le phytoplancton constitue un maillon important du
72 maintien de l'équilibre écologique des milieux aquatiques. Il est à la base de tous les réseaux
73 trophiques de ces milieux, voire même au-delà. Il est le premier producteur d'oxygène assurant
74 près de 70 % de l'oxygène atmosphérique et réduisant ainsi le taux des gaz à effet de serre par
75 photosynthèse Sayre, (2010). Par conséquent, il joue un rôle très important dans l'évaluation
76 de l'état écologique des milieux aquatiques Tornés et al. (2007); Zhang et al.(2016);
77 Mangadze et al. (2017) et Adams et al. (2018). Malgré ce rôle important, il existe relativement
78 peu d'informations sur la flore algale des zones humides du Niger. L'objectif de cette étude
79 est de : i) Déterminer les caractéristiques physico-chimiques de l'eau de la mare d'Albarkaïzé ;
80 ii) Evaluer sa diversité algale ; iii) Déterminer la distribution de la diversité algale en fonction
81 des facteurs écologiques.

82 **MATERIEL ET METHODES**

83 **Présentation de la zone d'étude**

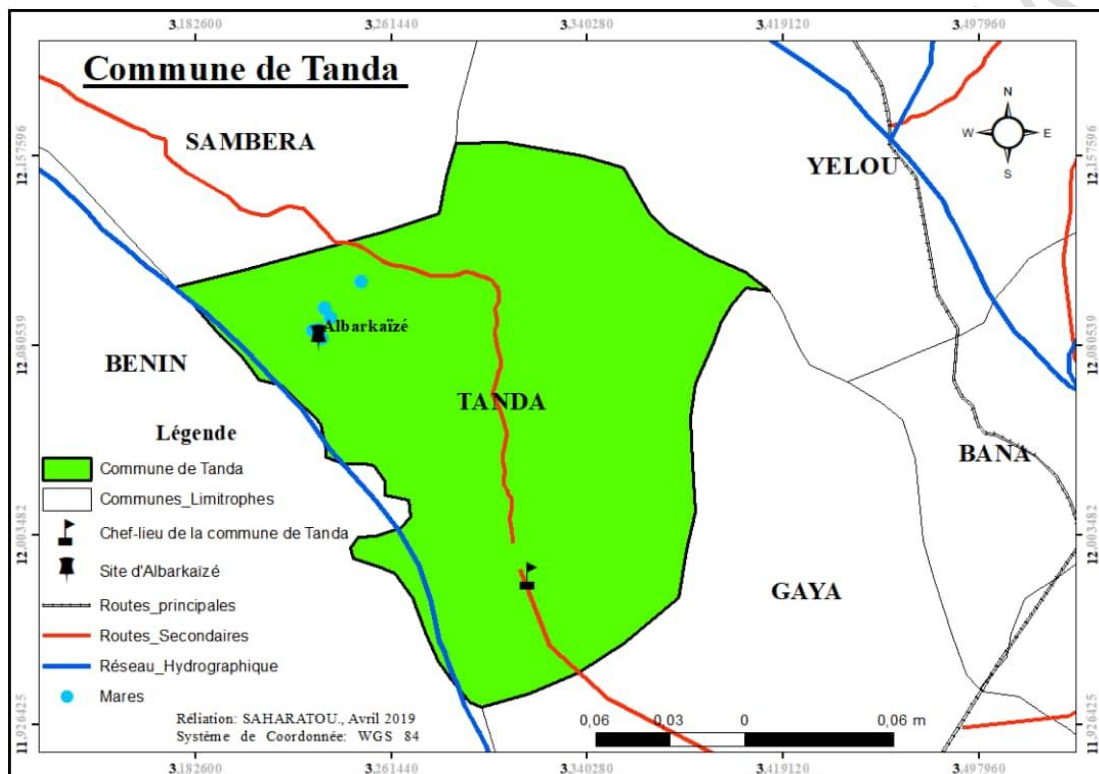
84 La mare d'Albarkaïzé couvre une superficie de 4 044 km². Elle se trouve dans le
85 département de Gaya situé dans la frange Sud de la région de Dosso plus précisément dans la
86 commune de Tanda (figure 1). Elle est située dans la partie sud de la région de Dosso à
87 environ 20 km du chef-lieu du Département de Gaya entre la longitude 3°19'00'' Est et la
88 latitude 11°59'30'' Nord DDE, (2010). Elle couvre une superficie de 342 km², soit 8,45% de
89 la superficie totale du Département et 35,04% du canton de Gaya. Elle est limitée à l'Est par
90 la Commune Urbaine de Gaya et la Commune Rurale de Bana, à l'Ouest par la République du
91 Bénin, au Sud par la Commune Urbaine de Gaya et la République du Bénin, au Nord par les
92 Communes Rurales de Sambéra (Dosso) et de Yélou (Gaya) PDC, (2015).

93 Le climat est de type soudanien tropical sec, et la zone d'étude est localisée dans
94 l'extrême sud du pays Saadou, (2005). La saison des pluies est assez étendue (juin à octobre)
95 avec une moyenne de 800 mm, une saison sèche (Novembre à Mai). Deux influences
96 climatiques déterminent le climat de la zone : la mousson et l'harmattan. Les températures
97 moyennes annuelles minimales atteignent 22°C en février et la température moyenne élevée
98 est de 35°C en Avril Hamidou, (2009).

99 **Tableau 1** : Coordonnées des différentes stations de prélèvements

Stations	Position		Altitude (m)
ALB1	12°04.947' N	003°13.535' E	137
ALB2	12°05.138' N	003°13.770' E	138
ALB3	12°04.950' N	003°13.760' E	135
ALB4	12°04.963' N	003°13.717' E	136
ALB5	12°04.997' N	003°13.675' E	135

100



101

102 **Figure 1** : carte de la commune rurale de Tanda (Gaya)

103 **Prélèvement de l'eau et détermination des paramètres physico-chimiques**

104 Pour les analyses physico-chimiques, des échantillons d'eau ont été prélevés pendant les deux
 105 périodes de l'année dans des flacons de 1L. La température, l'oxygène dissous, le pH et la
 106 conductivité de l'eau ont été mesurés *in situ* au moyen d'une sonde de marque (WTW multi
 107 340i). Les concentrations en nutriments ont été déterminées par spectrophotométrie au
 108 laboratoire du département de géologie de la Faculté des Sciences et Technique (université
 109 Abdou Moumouni).

110 **Prélèvement des algues microscopiques**

111 Deux campagnes d'échantillonnages ont été menées dans des conditions hydrologiques
112 contrastées : la période des hautes eaux et celle des basses eaux. La méthode consiste à faire
113 deux types de prélèvements sur chacun des 5 sites (désignées par ALB ; tableau 1) de la mare
114 sur 5 transects :

115 Le premier prélèvement consiste à échantillonner l'eau dans un seau puis la filtrer sur
116 un filtre de 45 µm de porosité en raison de 5 seaux de 20 litres par site.

117 Le deuxième prélèvement consiste tout d'abord à prélever quelques hydrophytes fixés
118 ou flottants (*Echinochloa* sp., *Eichhornia crassipes* et *Ludwigia adscendens*). Après nettoyage
119 de ces hydrophytes l'eau recueillie a été filtrée avec un filtre de 100 µm puis 45 et 11 µm.
120 Pour les deux types de prélèvements et pour une meilleure conservation, les filtrats sont
121 mis dans des flacons de 0,5 et 1,5 L et immédiatement fixés à l'aide d'une solution de formol
122 préalablement neutralisée, à une concentration finale de 4 %.

123 **Traitement et analyse des peuplements algaux**

124 Après sédimentation, les échantillons ont été observés et les espèces photographiées au
125 microscope optique LEITZ LABORLUXS, équipé d'une chambre claire et d'une règle
126 graduée oculaire. Les observations au microscope ont porté sur des préparations effectuées à
127 raison de dix (10) lames préparées par contenu de chaque pilulier Bourrelly, (1972). Les
128 mesures ont été effectuées à l'aide d'une règle oculaire graduée, préalablement étalonnée avec
129 un micromètre-objet. Les déterminations des taxons ont été faites à l'aide des ouvrages de
130 référence suivants : Bourrelly (1957, 1972, 1988), Bourrelly et Couté (1991), Compère (1977),
131 Gerrath et Denny (1989), Ivania et al. (2009), Kadiri et Opute (1989), Komárek et Fott (1983),
132 Opute (1992), Tyler (1970), W. et G.S. West (1904, 1905), Da (2007), Zongo (2007), Djima
133 (2013).

134 **RESULTATS**

135 **Caractéristiques physico-chimiques de la mare d'Albarkaïzé**

136 Les eaux de la mare d'Albarkaïzé ont une conductivité qui varie de 107 à 113 µScm⁻¹ avec
137 une valeur moyenne de 110 µScm⁻¹. Elle est d'autant plus importante que la température de
138 l'eau augmente. La température de l'eau relevée à Albarkaïzé varie de 32,7 à 33,3°C. La
139 moyenne est de 32,98°C. Quant au pH, il varie de 6,32 à 7,57 avec une moyenne de 6,88. La
140 turbidité relevée varie de 25,3 à 49,19 NTU. Sa valeur moyenne étant de 35,04 NTU. La
141 concentration en oxygène dissous varie de 6,15 mg L⁻¹ à 10,5 mg L⁻¹ avec une moyenne de

142 8,48 mg L⁻¹ indiquant un eau bien oxygénée. Les ions chlorures et bicarbonates ont des
 143 concentrations faibles et constantes quant aux ions fluorures, nitrates, nitrites, sodium et
 144 magnésium ont des faibles valeurs tandis que la concentration en fer est élevée (tableau 2).

145 **Tableau 2 :** Caractéristiques physicochimiques de la mare d'Albarkaizé

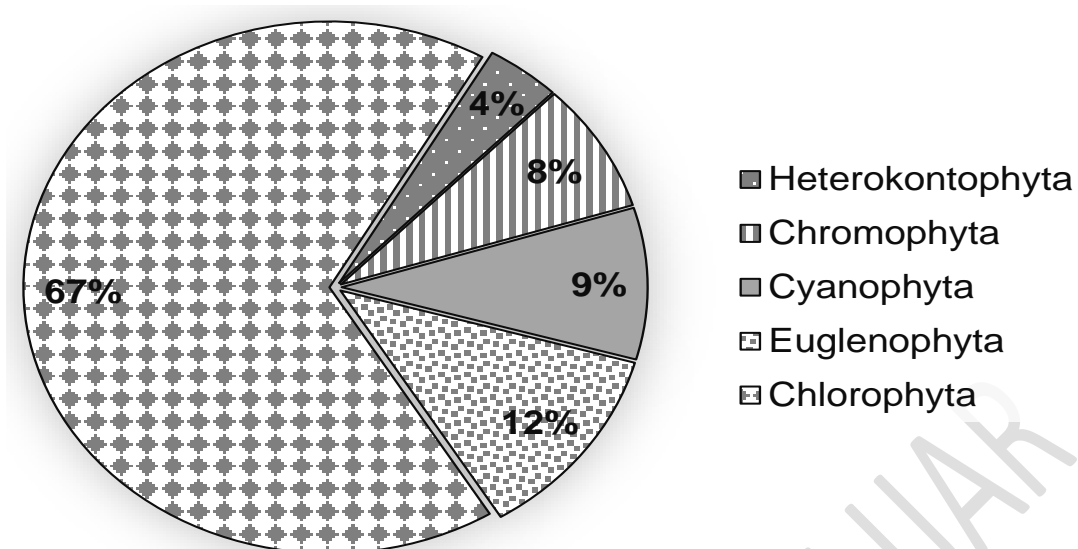
Paramètres	Points de prélèvements					Moyenne	Ecart-type
	ALB 1	ALB 2	ALB 3	ALB 4	ALB 5		
Cond. (µscm ⁻¹)	111	113	107	109	110	110	2,236068
T (°C)	33	32,7	33,1	32,8	33,3	32,98	0,2387467
pH	7,57	7,08	6,72	6,32	6,75	6,888	0,4668726
Turb (NTU)	49,19	38,16	35,05	25,3	27,5	35,04	9,5088932
O₂ (mg L ⁻¹)	6,48	8,9	10,4	6,15	10,5	8,486	2,0839818
HCO₃⁻ (mg L ⁻¹)	61	61	61	61	61	61	0
Cl⁻ (mg L ⁻¹)	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	0
NO₃⁻ (mg L ⁻¹)	3,08	2,64	3,96	2,2	2,64	2,904	0,667293
NO₂ (mg L ⁻¹)	0,0132	0,0132	0	0,0099	0,0033	0,00792	0,0059947
F⁻ (mg L ⁻¹)	0,21	0,1	0,26	0,3	0,77	0,328	0,2582053
Ca²⁺ (mg L ⁻¹)	6,4	6,4	6,4	6,4	7,2	6,56	0,3577709
Mg²⁺ (mg L ⁻¹)	3,388	5,808	5,324	2,904	4,84	4,4528	1,2528029
Fer (mg L ⁻¹)	1,45	1,5	2,34	2,98	2,24	2,102	0,6391557
Na⁺ (mg L ⁻¹)	5,83	5,83	5,83	4,998	7,497	5,997	0,9126429

146

147 **Diversité taxonomique des algues**

148 Au total 76 espèces microphytiques ont été identifiées, elles sont réparties dans 25 genres et
 149 13 familles (tableau 4). L'analyse des différents embranchements algaux des 5 stations de la
 150 mare d'Albarkaizé montre que les chlorophyta sont les mieux représentées sur la mare avec
 151 51 espèces soit 67,11 % ; suivies des Euglenophyta 9 espèces (11,87 %), des Cyanophyta (7
 152 espèces soit 9,21 %), des Chromophyta 6 espèces (7,89 %) et des Heterokontophyta 3 espèces
 153 (3,95 %) (figure 2).

154



155

156 **Figure 2** : Pourcentage d'espèces par embranchement

157 Les familles les mieux représentées sont les Desmidiaceae avec 40 espèces soit 52,63 %. Elles
 158 sont suivies des Euglenaceae et Zygnemataceae avec 8 espèces soit 10,53 % chacune ; des
 159 Diatomaceae avec 5 espèces soit 6,58 % et les autres familles sont faiblement représentées. La
 160 famille des Desmidiaceae regroupe le grand nombre de genres (7 genres soit 28 %) (tableau
 161 3).

162 **Tableau 3** : Nombre d'espèces et de genres par familles des algues

Familles	Nbre d'espèces	Pourcentage (%)	Nbre de Genres	Pourcentage (%)
Desmidiaceae	40	52,63	7	28
Euglenaceae	8	10,53	3	12
Zygnemataceae	8	10,53	2	8
Diatomaceae	5	6,58	2	8
Noctocaceae	3	3,95	1	4
Oscillatoriaceae	3	3,95	2	8
Oedogoniaceae	1	1,32	1	4
Chroococcaceae	1	1,32	1	4
Scenedesmaceae	1	1,32	1	4
Naviculaceae	3	3,95	2	8
Oocystaceae	1	1,32	1	4
Cymbellaceae	1	1,32	1	4
Borziaceae	1	1,32	1	4
Total	76	100	25	100

163

164 L'analyse des résultats du tableau (4) indique que les genres *Staurastrum*, *Cosmarium*,
 165 *spirogyra*, *Micrasterias*, *Desmidium* et *Diatoma* sont les plus représentés en espèces avec
 166 respectivement 15, 9, 6, 5, 5 et 5 espèces chacun.

167 **Tableau 4 :** Nombre d'espèces et de genres par familles des algues

Familles	Genres	Abréviation	Espèces
Naviculaceae	<i>Gyrosigma</i>	Gyr-sp	<i>Gyrosigmaacuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst
	<i>Pinnularia</i>	Pin-sp	<i>Pinnulariagrunowii</i> Krammer
		Pin-vir	<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg
Diatomaceae	<i>Diatoma</i>	Dia-sp1	<i>Diatoméé sp1</i>
		Dia-sp2	<i>Diatoméé sp2</i>
		Dia-sp3	<i>Diatoméé sp3</i>
		Dia-sp4	<i>Diatoméé sp4</i>
		Dia-sp5	<i>Diatoméé sp5</i>
Euglenaceae	<i>Euglena</i>	Eug-hem	<i>Euglenahemichromata</i> Skuja.
		Eug-spi	<i>Euglenaspirogyra</i> Ehrenberg
		Eug-prox	<i>Euglenaproximavar.piriformis</i> Dangeard
		Eug-sp	<i>Euglenasociabilis</i> Dangeard
	<i>Lepocynclis</i>	Lep-sp	<i>Lepocynclisacus</i> (Ehrenberg) Marin et Melkonian var. <i>acus</i>
	<i>Phacus</i>	Pha-long	<i>Phaculongicauda</i> var. <i>major</i> Svirenko
		Pha-longv	<i>Phaculongicauda</i> var. <i>insecta</i> Koczwara
	Pha-caud	<i>Phacuscaudatus</i> Hubner.	
Noctocaceae	<i>Anabaena</i>	Ana-sol	<i>Anabaenasolitariavar.solitariafo.smithii</i> Komárek
		Ana-ina	<i>Anabaena inaequalis</i> (Kützing) Bornet et Flahault
		Ana-cya	<i>Anabaenacyanophyceae</i>
Chroococcaceae	<i>Microcystis</i>	Mic-sp	<i>Microcystis</i> sp
Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i>	Osc-lim	<i>Oscillatoriaprinceps</i> var. <i>pseudo-limosa</i> Ghose
	<i>Phormidium</i>	Pho-sp	<i>Phormidium</i> sp
		Pho-ten	<i>Phormidium tenue</i> (Menegh.) Gomont
Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i>	Oed-sp	<i>Oedogonium</i> sp
Desmidiaceae	<i>Closterium</i>	Clo-sp	<i>Closterium</i> sp

	<i>Micrasterias</i>	Mic-radi	<i>Micrasterias radians</i> Turner var. <i>radians</i>
		Mic-trun	<i>Micrasteriastruncata</i> var. <i>quadrata</i> Bulnher
		Mic-dec	<i>Micrasteriasdecemdentata</i> (Nägeli) Archer
		Mic-radiv	<i>Micrasterias radians</i> var. <i>brasiliensis</i> (Grönblad) Grönblad
		Mic-ceyl	<i>Micrasteriasceylanica</i> Fritsch
	<i>Euastrum</i>	Eua-subba	<i>Euastrumsubstellatum</i> var. <i>bangladeshicum</i> Islam et Irfanullah
		Eua-subs	<i>Euastrumsubstellatum</i> Islam
		Eua-div	<i>Euastrumdivergens</i> var. <i>bourrellyanum</i> Compère
	<i>Cosmarium</i>	Cos-sub	<i>Cosmariumsubspeciosum</i> Nordstedt
		Cos-pse	<i>Cosmariumpseudobroomei</i> Wolle
		Cos-orth	<i>Cosmariumorthostichum</i> Lundell
		Cos-obs	<i>Cosmariumobsoletum</i> (Hantzsch) Reinsch
		Cos-lun	<i>Cosmariumlundellii</i> Delponte
		Cos-bot	<i>Cosmarium botrytis</i> var. <i>depressum</i> W. et G.S. West
		Cos-sp1	<i>Cosmarium sp1</i>
		Cos-pac	<i>Cosmariumpachydermum</i> var. <i>aethiopicum</i> W. et G.S. West
		Cos-sp2	<i>Cosmarium sp2</i>
	<i>Staurastrum</i>	Sta-pin	<i>Staurastrumpinnatum</i> var. <i>hydrafo. supernumerarium</i> Scott et Prescott
		Sta-seti	<i>Staurastrumsetigerum</i> Cleve
		Sta-tohv	<i>Staurastrumtohopekaligense</i> var. <i>trifurcatum</i> W. et G.S. West
		Sta-tohw	<i>Staurastrumtohopekaligense</i> Wolle var. <i>tohopekaligense</i>
		Sta-toh	<i>Staurastrumtohopekaligense</i> var. <i>robustum</i> Wolle
		Sta-dia	<i>Staurastrumdiacanthum</i> A. Lemaire
		Sta-val	<i>Staurodesmusvalidus</i> (West et G.S. West) Thomasson
		Sta-sp1	<i>Staurastrum sp1</i>
		Sta-sp2	<i>Staurastrum sp2</i>

		Sta-sp3	<i>Staurastrum sp3</i>
		Sta-sex	<i>Staurastrum. sexacostatum</i> var. productum (W. West) G.S. West
		Sta-jav	<i>Staurastrum javanicum</i> var. apiculiferum (Turner) Krieger
		Sta-lep	<i>Staurastrum leptocladum</i> var. cornutum Wille
		Sta-seb	<i>Staurastrum sebaldivar. ornatum fo. elongate</i> Krieger et Bourrelly
		Sta-cor	<i>Staurastrum corniculatus</i> (Lundell) Teiling
	<i>Desmidium</i>	Des-apt	<i>Desmidium aptogonum</i> var. acutus Nordstedt
		Des-sp1	<i>Desmidium aptogonum</i> var. tetragonum W. et G.S. West
		Des-sp2	<i>Desmidium grevillei</i> (Kützing) De Bary
		Des-sp3	<i>Desmidium quadratum</i> Nordstedt
		Des-sp4	<i>Desmidium schwartzii</i> Agardh ex Ralfs
	<i>Xanthidium</i>	Xan-ant	<i>Xanthidium antilopaeum</i> (Brébisson) Kützing
		Xan-tri	<i>Xanthidium trilobum</i> Nordstedt
Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>	Sce-den	<i>Scenedesmus denticulatus</i> var. linearis Hansgirg
Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i>	Mou-sp	<i>Mougeotia sp</i>
	<i>Spirogyra</i>	Spi-sp1	<i>Spirogyra sp</i>
		Spi-sp2	<i>Spirogyra varians</i> (Hassall) Kützing
		Spi-sp3	<i>Spirogyra longata</i>
		Spi-sp4	<i>Spirogyra majuscula</i> Kützing
		Spi-sp5	<i>Spirogyra porticalis</i>
		Spi-sp6	<i>Spirogyra communis</i>
	<i>Zygnéma</i>	Zyg-sp	<i>Zygnéma sp</i>
Oocystaceae	<i>Selenastrum</i>	Sel-bib	<i>Selenastrum bibraianum</i> Reinsch
Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>	Cym-ven	<i>Cymbella ventricosa</i> (C. Agardh)
Borziaceae	<i>Komvophorum</i>	Kom-sp	<i>Komvophorum sp</i>

168

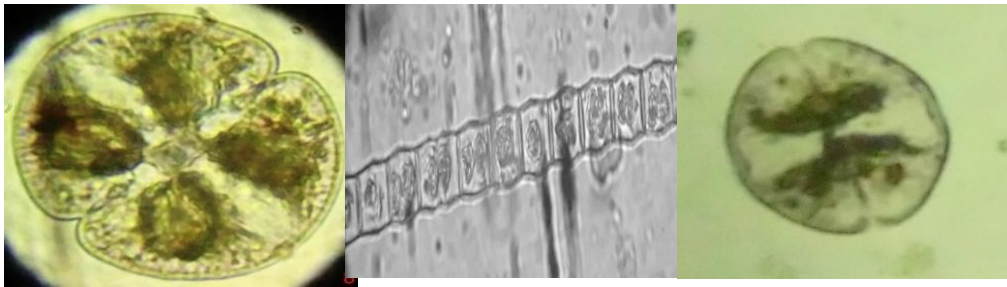
169 Treize (13) familles et 25 genres des algues ont été recensées dans la mare d'Albarkaïzé. La

170 figure 4 illustre quelques exemples des espèces des genres et familles les plus représentées. Il

171 s'agit de :

172

173



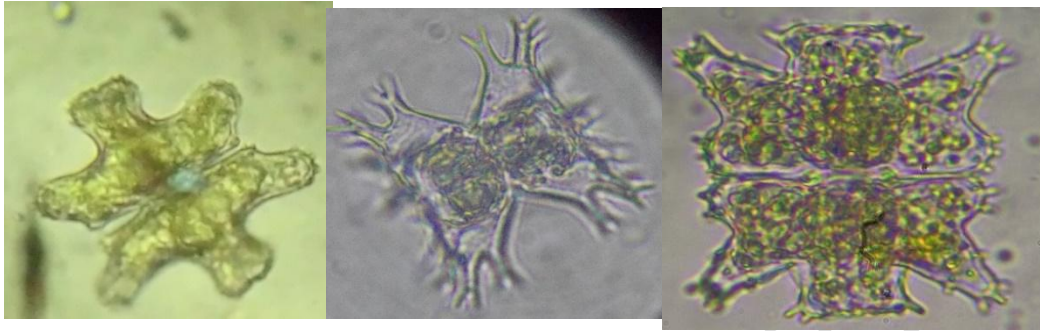
a

b

c

174

175



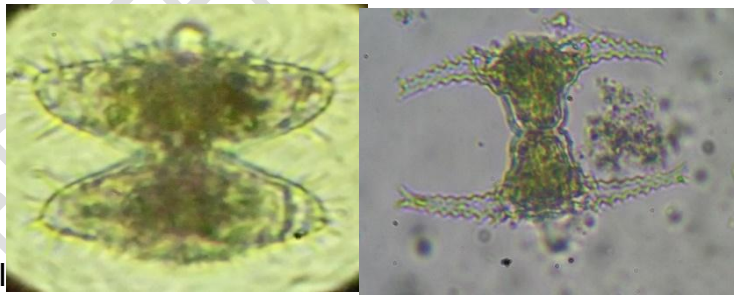
def

176



177

178

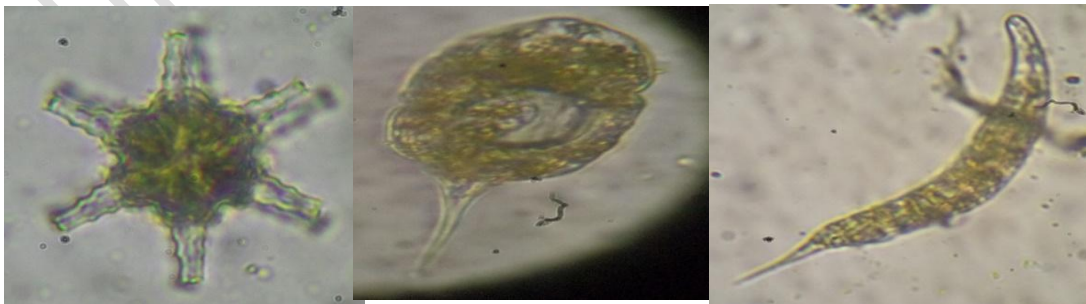


gh l

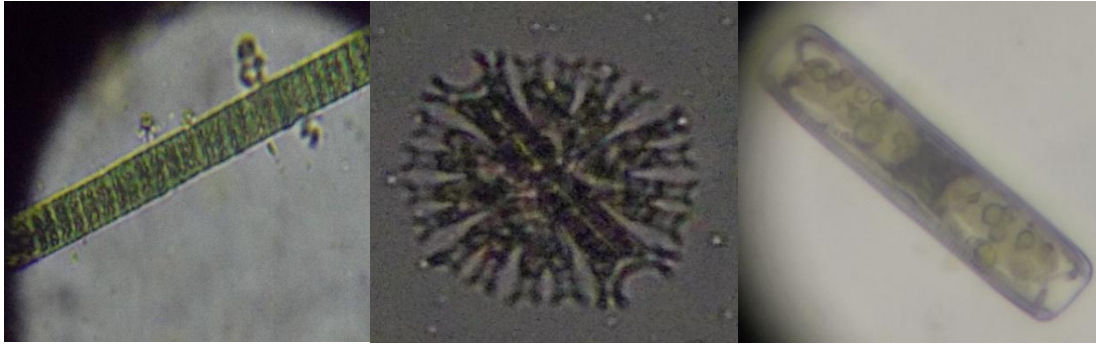
jk

179

180

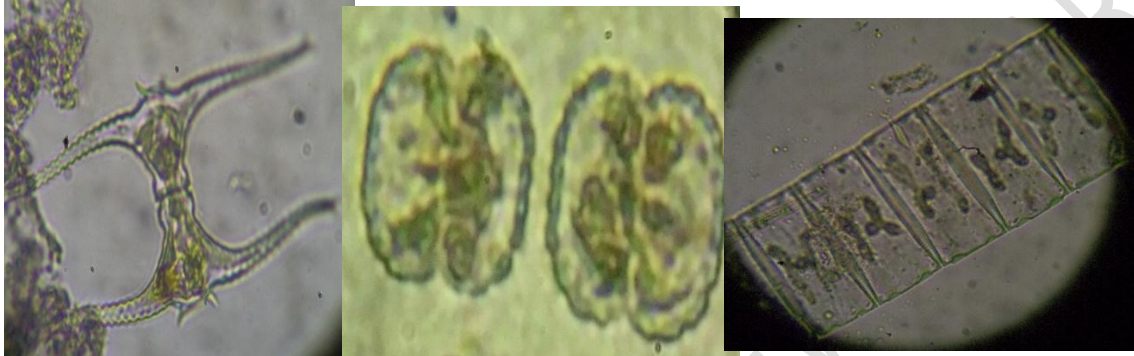


lmn



181

182 opq



183

184 rst

185 **Figure 4:** a. *Cosmarium pachydermum* var. *aethiopicum*; b. *Desmidiumpolygonum* var. *acutus*;
 186 c. *Cosmarium obsoletum*; d. *Euastrum stellatum* var. *bangladeshicum*;
 187 e. *Staurastrum diacanthum*; f. *Euastrum divergens*; g.
 188 *Micrasterias radians*; h. *Micrasterium decemdentata*; i. *Anabaena inaequalis*; j.
 189 *Staurastrum setigerum*; k. *Staurastrum javanicum* var.; l. *Stauras. sexacostatum* var.; m.
 190 *Phacus longicauda* var. *insecta*; n. *Euglenaspirogyra*; o. *Oscillatorialimosa*; p. *Micrasterias*
 191 *radians*; q. *Pinnularia viridis*; r. *Staurastrum leptocladum* var. *cornutum* Wille; s. *Cosmarium*
 192 *botrytis*; t. *Diatomée* sp

193

194 **Corrélation entre les variables environnementales et les espèces algales**

195 L'Analyse Canonique des Correspondances (ACC) montre une corrélation significative des
 196 espèces algales aux variables environnementales. Les coefficients de corrélation sont de 0,961
 197 sur l'axe 1 ; 0,982 sur l'axe 2 ; 0,929 sur l'axe 3 et 0,980 sur l'axe 4 (tableau 5). Cette
 198 corrélation a permis de distinguer quatre grands groupes algaux en fonction de l'affinité des
 199 espèces aux variables environnementales (figure 5).

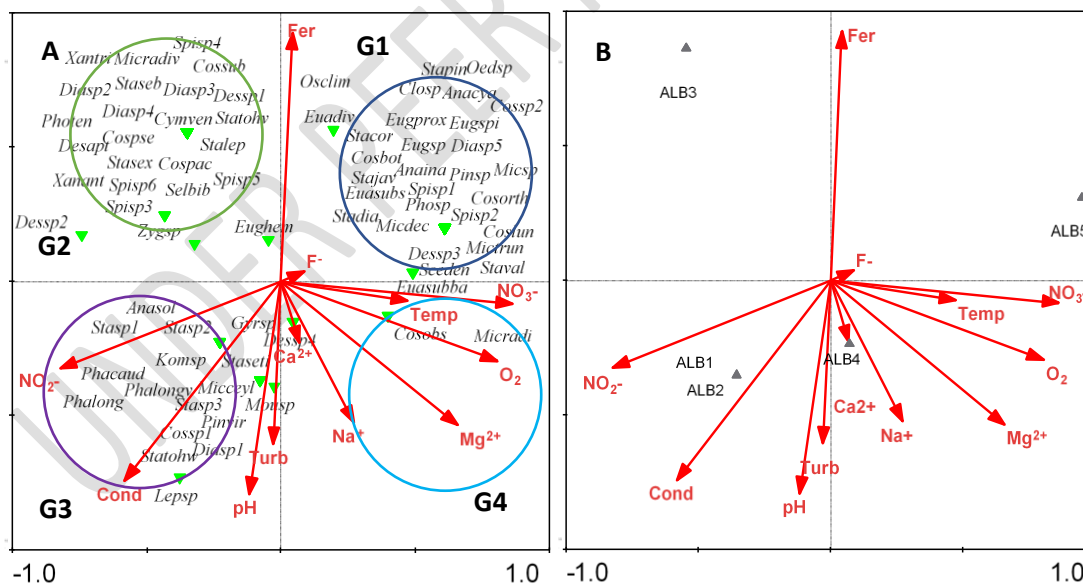
200 La Variance floristique algale expliquée par les deux premiers axes de l'ACC est de 32,9%
 201 tandis qu'elle est de 71,9% pour les variables environnementales. Les variables les plus
 202 corrélées sont celles qui ont des longues flèches sur les deux axes, ce qui veut dire que ce sont
 203 les plus significatives, il s'agit de : le Fer (Fe^{2+}), les nitrites (NO_2^-), le pH, l'oxygène dissous,

204 les nitrates (NO_3^-), la conductivité (Cond) et le Magnésium (Mg^{2+}). L'axe 1 corrèle
 205 positivement avec NO_3^- , l'oxygène dissous (O_2) et Mg^{2+} et corrèle négativement avec NO_2^-
 206 tandis que l'axe 2 corrèle positivement avec le Fer et négativement avec la conductivité et le
 207 pH. La variance expliquée par l'axe 1 est de l'ordre de 19,6 % et celle expliquée par l'axe 2
 208 est de 13,2 %. Ainsi, les espèces du groupe (G1 et G2) ont une exigence en Fer ; les espèces
 209 du groupe G3 sont corrélées aux nitrites, la conductivité et le pH. Ceux du groupe G4 ont une
 210 affinité pour le magnésium, l'oxygène dissous et les nitrates. Les espèces du groupe 1 se
 211 retrouvent dans la station 5, celles du groupe 2 dans la station 3, celles du groupe 3 dans les
 212 stations 1, 2, et enfin celles du groupe 4 dans la station 4.

213 **Tableau 5** : Distribution des variables floristiques en fonction des variables
 214 environnementales sur les 5 stations de la mare d'Albarkaizé.

Axes	1	2	3	4	Inertie totale
Valeurs propres	0,196	0,132	0,070	0,059	5,129
Corrélation espèces-environnement	0,961	0,982	0,929	0,980	
Variance floristique expliquée	19,6	32,9	39,8	45,7	
Variance espèce environnement expliquée	42,9	71,9	87,1	100,0	
Somme des valeurs propres					0,475

215



216

217 **Figure 5** : Distribution des espèces (A) et des points de prélèvements (B) en fonction des
 218 variables environnementales

219 **DISCUSSION**

220 La présente étude a permis de recenser au total 76 espèces algales au cours de deux campagnes
221 d'échantillonnages (cruet et décrue). Ce nombre est inférieur à celui rapporté par Bandjé (2010)
222 dans les écosystèmes du sud du Togo (203 espèces), Djima (2013) sur le fleuve Niger et les
223 zones humides connexes du sud-ouest du Niger (507 espèces), Issifou *et al.*, (2014) sur le
224 système lagunaire de Lomé (117 espèces) et Olodo *et al.*, (2020). Sur le lac Ahémé au Bénin
225 (274 espèces). Cependant, ce nombre est supérieur à celui obtenu par Antal *et al.*, (2012) dans
226 le lac de Zowla au Togo (68 espèces). La diversité floristique varie donc d'un écosystème à un
227 autre (Descy *et al.*, 2010 ; Sarmiento *et al.*, 2009). Cette variation pourrait s'expliquer par
228 l'étendue et les conditions écologiques des zones explorées mais aussi par les techniques et
229 l'effort d'échantillonnage. En effet, la forte variation souvent observée chez les algues, dans
230 leur distribution, est due à l'effet des facteurs hydrographiques (Nafeesa *et al.*, 2010 ; Olodo,
231 2021). Les familles les plus dominantes sont les Desmidiaceae (40 espèces), et la dominance
232 de cette famille est caractéristique des eaux douces (dulçaquicole) d'où sa forte présence dans
233 la mare d'Albarkaïzé.

234 L'analyse qualitative exprimée en pourcentage, fait apparaître que les chlorophyta sont les
235 mieux représentées sur la mare avec 67,11%. Ces résultats corroborent ceux de Assougnon *et*
236 *al.*, (2017) qui au cours d'une étude sur les mares au sud de la réserve de faune de Togodo
237 (sud-Togo) se retrouve avec une prédominance des chlorophyta (42%), quant à Djima (2013),
238 il constate la prédominance des Chlorophyta avec 50% des espèces récoltées. Ceci est due au
239 fait que dans les eaux douces, ce sont les Chlorophycées qui ont une plus grande richesse
240 spécifique d'où la forte présence de la famille des Desmidiaceae. Toutefois, pour les autres
241 embranchements une nette différence de la composition algale se dégage entre nos
242 échantillons et ceux de Djima (2013) où les Cyanophyta (9,21 %) et les Chromophyta (7,89 %)
243 supplantent largement les Heterokontophyta (3,95%).

244 L'analyse canonique des correspondances (ACC) des 76 espèces algales en relation avec les
245 données physicochimiques ont permis d'obtenir 4 groupements phytoplanktoniques repartis
246 en fonction de leur préférence écologique. Les résultats montrent qu'il existe une relation
247 entre les axes canoniques et quelques variables environnementales et cette corrélation reflète
248 la sensibilité des espèces algales aux variations de ces différents paramètres.

249 **Conclusion**

250 Cette étude sur la mare d'Albarkaïzé qui est une mare d'importance internationale et classe
251 comme site FEM du site Ramsar 1 a permis d'investiguer 76 espèces microphytiques algales.
252 En effet les résultats obtenus indiquent que cette mare est confrontée aux énormes pressions

253 liées aux activités humaines. Ceci entraîne parfois des perturbations écologiques qui impactent
254 sur la distribution des espèces. Ce travail apporte une contribution dans la connaissance de la
255 flore algale du Niger.

256 Ainsi, vu l'importance de ces zones humides au plan international et leur importance pour les
257 populations locales qui en dépendent, il y a lieu de les appuyer pour une gestion durable des
258 ressources naturelles de ces zones.

259 **REMERCIEMENTS**

260 Les auteurs tiennent à remercier le Laboratoire Garba Mounkaila et le département de
261 Biologie de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Abdou Moumouni de
262 Niamey pour avoir fourni le cadre et le support technique. Nous remercions également les
263 techniciens de ce laboratoire pour leur aide dans l'analyse des échantillons. Enfin, nous tenons
264 à remercier tous ceux qui nous ont aidés dans la collecte des données de terrain et sans oublier
265 nos piroguiers.

266 **REFERENCES**

- 267 1. Abba M., 2000. Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar, 14 pages.
- 268 2. Abdou M. I., 2004. Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar (FDR) : cas de la zone
269 humide du moyen Niger II. Direction de la Faune Pêche et Pisciculture, Ministère de
270 l'Hydraulique de l'Environnement. 10p.
- 271 3. Aberlin J.P. 1986. Les grandes unités phytosociologiques au Mali central. Première partie :
272 Les milieux humides. Feddes Repertorium, 97 : 186-196.
- 273 4. Adams, J.K., Peng, Y., Rose, N.L., Shchetnikov, A.A., Mackay, A., 2018. Diatom
274 community responses to long-term multiple stressors at Lake Gusinoye, Siberia pre-print.
275 doi:10.31223/osf.io/4vqcr.
- 276 5. Ali M. O., 2005. Caractérisation des groupements végétaux de la mare d'Albarkaïzé et de
277 son environnement. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieurs de
278 l'IPR/IFRA, 52 pages.
- 279 6. Assougnon D. L., Agadjihouèdé H., Kokou K., Lalèyè A. P., 2017. Caractérisation
280 physico-chimique et diversité du peuplement phytoplanctonique des mares au sud de la
281 réserve de faune de Togodo (sud-Togo). *International Journal of Biological and Chemical*
282 *Sciences*

- 283 7. Atanle K, Bawa ML, Kokou K, Djaneye-Boundjou G. 2012. Caractérisation physico-
284 chimique et diversité phytoplanctonique des eaux du Lac de Zowla (Lac Boko), Togo. *Int. J.*
285 *Biol. Chem. Sci.*, 6 : 543-558.
- 286 8. Bourrelly P. & Couté A. (1991) : Desmidiées de Madagascar (Chlorophyta, Zygothryxales).
287 *Bibliotheca Phycologica*, 86 : 1-348.
- 288 9. Bourrelly, P. (1957). Algues d'eau douce du Soudan Français, région du Macina. *Bull.*
289 *I.F.A.N., Série A*, 19 : 1047-1102.
- 290 10. Bourrelly P. (1972). *Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome I. Les*
291 *algues vertes*. Éd. Boubée et Cie., Paris, 572 p.
- 292 11. Bourrelly P. (1988). Les algues d'eau douce. Compléments Tome I : Algues vertes. Soc.
293 Nouv.
- 294 12. Compère P. (1974) : Algues de la Région du lac Tchad II. CYANOPHYCÉES Cah.
295 O.R.S.T.O.M., *Sér. Hydrobiol.*, vol. VIII, n° 314 : 165-19.
- 296 13. CNEDD (2011). Impact des changements climatiques dans le secteur des zones humides
297 au Niger. 47 pages.
- 298 14. Da K.P., 2007. Étude taxinomique du phytoplancton dulçaquicole des masses d'eau
299 lenticules et lotiques de quelques sites au Sud de la Côte d'Ivoire, entre les fleuves Bandama et
300 la Bia : apports de la microscopie électronique à balayage. Thèse de Doctorat d'État ès
301 Sciences Naturelles, Université de Cocody-Abidjan (Côte d'Ivoire), 401 p.
- 302 15. Descy, J.-P., Tarbe, A.-L., Stenuite, S., Pirlot, S., Stimart, J., Vanderheyden, J., Leporcq,
303 B., Stoyneva, M.P., Kimirei, I., Sinyinza, D., Plisnier, P.-D., 2010. Drivers of phytoplankton
304 diversity in Lake Tanganyika. *Hydrobiologia* 653, 29–44. doi:10.1007/s10750-010-0343-3
- 305 16. Djima I. T., 2013. Les algues du fleuve Niger et des milieux humides connexes de l'ouest
306 du Niger. Thèse de doctorat. Université Abdou Moumouni de Niamey, 189 pages.
- 307 17. Djima, I.T., M'baye, N., Mahamane, A. et Saadou, M. (2010a). Les Algues des zones
308 humides de Niamey : le genre *Micrasterias* Agardh ex Ralfs (Desmidiaceae) (a). *Annales*
309 *del'Université Abdou Moumouni de Niamey*, 11-A : 134-141. Éd. Boubée, Paris, 182 p.
- 310 18. Garba M., 1984.- Contribution à l'étude de la flore et de la végétation des milieux
311 aquatiques et des sols hydromorphes de l'ouest de la République du Niger, de la longitude de

- 312 Dogondoutchi au fleuve Niger. Thèse de Doctorat 3ème Cycle, Université de Niamey ET
313 Université de Bordeaux II, 149p.
- 314 19. Gerrath J.F. & Denny P. (1989): Freshwater algae of Sierra Leone. VI - Desmids
315 (Gonatozygon to Pleurotaenium) from the Southern Province. *Nova Hedwigia*, 48 (1-2): 167-
316 186.
- 317 20. Grouziz M., 1985. Structure, productivités et dynamiques des systèmes écologiques
318 sahéliens : mare d'Oursi, Burkina Faso. Thèse de Doctorat. 336p.
- 319 21. Hamidou T., 2009. Dynamique spatio-temporelle de la biodiversité de l'écosystème du
320 site Ramsar du moyen Niger 1 dans la commune de Tanda (Gaya) Niger. Mémoire de fin
321 d'études En vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA). Université Abdou
322 Moumouni de Niamey. 37 pages.
- 323 22. IBGE (2005) : Qualité physico- chimique et chimique des eaux de surface : cadre général,
324 Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement/Observatoire des Données de
325 l'Environnement, Fiche 2 : 16p.
- 326 23. Issifou L., Antalé K., Radji R., Lawson HL., Adjonou K., Edoth MT., Kokuste UND.,
327 Attoh-Mensah UN, Kokou K., 2014. Liste de contrôle des tropiques algues du Togo dans le
328 Guinée Golfe de Afrique de l'Ouest. *ScientifiqueRechercher et Essais*. 9 (22): 932-958.
- 329 24. Ivania B.O., Carlos W.N.M. & Carlos E.M.B. (2009): *Micrasterias* C. Agardh ex Ralfs
330 (Zygnematophyceae) of two Environment Protection Areas of the northern littoral lowland of
331 Bahia, Brazil. *Rev. Bras. Bot.*, 32 (2): vol. 32 n°. 2.
- 332 25. Kadiri M.O. & Opute F.I. (1989): A rich flora of *Micrasterias* from Ikpoba Reservoir,
333 Nigeria. *Arch. Hydrobiol.*, 116 (3): 129-130.
- 334 26. Komárek J. & Fott B. (1983). Desmidiaceae. Das phytoplankton des Süßwassers und
335 biologie. In: Phil et Pestalozzi Mad G.H. (Eds) *Die Binnengewässer*, Stuttgart, 1001p.
- 336 27. Mahamane A., Diouf A., Ambouta Karimou J. M., Saadou M., Saadou E. M., Wata I.,
337 Ichaou Issaka A. A., 2007. Dynamique spatio-temporelle de l'écosystème du site Ramsar du
338 moyen Niger 1 : cas de la mare d'Albarkaizé. *Revue Française de Photogrammétrie et de*
339 *Télédétection*

- 340 28. Mangadze, T., Wasserman, R.J., Dalu, T., 2017. Use of Diatom Communities as
341 Indicators of Conductivity and Ionic Composition in a Small Austral Temperate River
342 System. *Water, Air, Soil Pollut.* 228. doi:10.1007/s11270-017-3610-3.
- 343 29. Nafeesa, B., Narayana, J., Sayeswara, H.A., 2010. A seasonal study of phytoplankton
344 diversity and pollution indicators of Bathi pond near Davangere city, Karnataka (India).
345 *Environment conservation Journal* 11(3) 75-80.
- 346 30. Olodo I. Y., 2021. Ecologie du phytoplancton et bioindication de la qualité de l'eau du lac
347 Ahémé au Bénin. Thèse de Doctorat Unique, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou (Bénin),
348 302p.
- 349 31. Olodo I. Y., Abou Y., Kokou K. and Cocquyt C. (2020). Dynamic of phytoplankton
350 assemblages, as a response in the change of Water Quality in Lake Ahémé (Bénin).
351 *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 5(3), 842-856.
- 352 32. PDC/Gaya, 2015-2019, Plan du développement communal 101 pages.
- 353 33. Rapport annuel d'activités DDE/Gaya, décembre 2010, 48 pages.
- 354 34. Ramsar, 1971. Guide de la Convention sur les zones humides, 110 pages.
- 355 35. Roussel B., 1987. Les groupements végétaux hydrophiles, hygrophiles ET ripicoles d'une
356 région sahélienne (l'Ader Douchi, République du Niger). Doctorat en Sciences naturelles,
357 Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand, UFR de Recherche Scientifique ET Technique,
358 342p.
- 359 36. Saadou M. 2004 : Fiche descriptive sur les zones humides (Zone humide du moyen Niger
360 II)
- 361 37. Sarmiento, H., Isumbisho, M., Stenuite, S., Darchambeau, F., Leporcq, B., 2009.
362 Phytoplankton ecology of Lake Kivu (eastern Africa): biomass, production and elemental
363 ratios. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 30, 709–713.
- 364 38. Sayre, R., 2010. Microalgae: The Potential for Carbon Capture. *BioScience* 60:722–727.
365 ISSN 0006-3568, electronic ISSN 1525- 3244.
- 366 39. Sossou S D., 2021 : Les ardeidae de la zone humide d'importance internationale du sud-
367 est du Benin (site Ramsar 1018) : peuplement, phénologie et influence de quelques

- 368 paramètres physico-chimiques sur leurs distributions spatio-temporelles, Thèse de doctorat,
369 l'Université d'Abomey-Calavi, 118 p.
- 370 40. Tornés, E., Cambra, J., Gomà, J., Leira, M., Ortiz, R., Sabater, S., 2007. Indicator taxa of
371 benthic diatom communities: a case study in Mediterranean streams. *Ann. Limnol. -Int. J. Lim*
372 43, 1–11. doi:10.1051/limn:2007023.
- 373 41. Tyler P.A. (1970): Taxonomy of australian freshwater Algae. I. The genus *Micrasterias* in
374 South-Eastern Australia. *Br.Phycol. J.*, 5 (2): 211-234.
- 375 42. West W. & West G. S (1905): A monograph of British Desmidiaceae, vol. II, The Ray.
376 Society, London, 204 p.
- 377 43. West W. & West G.S. (1904): A monograph of British Desmidiaceae, vol. I, The Ray.
378 Society, London, 224 p.
- 379 44. Zongo F., 2007. Inventaire et systématique des microalgues dulçaquicoles du réservoir de
380 Bagré au Burkina Faso (Province du Boulgou). Thèse d'État, Université de Ouagadougou,
381 214 p.
- 382 45. Zhang, Y., Huo, S., Li, R., Xi, B., Li, H., He, Z., Pang, C., 2016. Diatom taxa and
383 assemblages for establishing nutrient criteria of lakes with anthropogenic hydrologic
384 alteration. *Ecol. Indic.* 67, 166–173. doi: 10.1016/j.ecolind.2016.02.048.

385