



Original Paper

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

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

Distribution spatio-saisonnière des micro-algues de la retenue d'eau d'Adzopé (Côte d'Ivoire)

Blé Alexis Tardy KOUASSI^{1*}, Koffi KOMOE² et Wadja Mathieu EGNANKOU²

¹UFR Sciences Biologiques, Université Peleforo Gon Coulibaly, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire.

²Laboratoire de Botanique, Université Félix Houphouët-Boigny, 22 BP 918 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

*Auteur correspondant ; E-mail : alexis1tardy@yahoo.fr, 02 BP 1393 Abidjan 02 ; Tel : +22505830132.

RÉSUMÉ

La dynamique spatio-saisonnière des micro-algues de réservoir d'Adzopé a été analysée à partir d'échantillons collectés mensuellement de janvier à décembre 2005. Un total de 186 taxons de rang spécifique et infra spécifique a été identifié. Au niveau spatial, les densités les plus élevées sont enregistrées en aval alors que les densités les plus faibles le sont en amont. Au niveau saisonnier, en général, les densités micro-algales sont maximales lors de la grande saison sèche et de la petite saison pluvieuse en relation avec les fortes concentrations en nitrates et orthophosphates. Lors de ces périodes, des taxons comme *Geitleribactron periphyticum*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis wesenbergii*, *Trachelomonas volvocina*, *Trachelomonas volvocinopsis*, *Cosmarium granatum*, *Cosmarium quadratum* var. *aplanatum*, *Cosmarium trilobulatum*, *Desmodesmus quadricaudata*, *Pseudovella americana* et *Encyonema silesiacum* contribuent fortement à l'élévation de densité. Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H') et l'Équitabilité (E) varient entre 0,82 à St1 à 3,3 à la station St3 pendant la grande saison sèche et entre 0,25 à la station St1 à 0,83 à la station St3 pendant la grande saison sèche, respectivement.

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: Dynamique, micro-algues, réservoir, Côte d'Ivoire.

Spatio-seasonal distribution of micro-algae in Adzopé reservoir (Côte d'Ivoire)

ABSTRACT

Spatio-seasonal dynamics of micro-algae from the raw potable water reservoir of Adzopé, was investigated in this study. The samples were collected monthly from January to December 2005. One hundred eighty six taxa of micro-algae were identified in the temporal survey. At spatial level, micro-algae abundances showed high values downstream and low values in the upstream. At the seasonal level, in general, micro-algae densities showed maximum values during the long dry season and the short rainy season corresponding to high concentrations of nitrates and orthophosphates. In generally, abundance was dominated by taxa like

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

2684-IJBCS

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i5.24>

Geitleribactron periphyticum, *Microcystis aeruginosa*, *Trachelomonas volvocina*, *Trachelomonas volvocinopsis*, *Cosmarium granatum*, *Cosmarium trilobulatum*, *Desmodesmus quadricaudata*, *Pseudovella americana* and *Encyonema silesiacum*. Values of diversity (H') and evenness (E) indexes varied between 0.82 at St1 to 3.3 at St3 during long dry seasons and 0.25 at St1 to 0.83 at St3 during long dry season, respectively.

© 2016 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Dynamic, micro-algae, reservoir, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

Les eaux de surface occupent la plus grande partie du globe terrestre et environ 98% de ces eaux sont des eaux marines. Les 2% restants constituent les eaux continentales représentées par les rivières, les étangs et les lacs. La nécessité de préserver la ressource mondiale en eau, non seulement en quantité mais aussi en qualité, est aujourd'hui reconnue unanimement (Mc Kinney, 2002). Paradoxalement, alors que partout dans le monde les villes se sont construites et développées le long des cours d'eau, les fortes densités de population ont engendré des interférences énormes avec les volumes de déchets produits. Ces derniers sont responsables de la dégradation de la qualité des milieux récepteurs, notamment celle des cours d'eau (Maksimovic et al., 2001). De ce fait, selon Tazi et al. (2001), les activités humaines représentent l'une des causes majeures du stress des écosystèmes aquatiques.

Le lac de retenue d'Adzopé n'échappe pas à cette réalité. Créée en 1977, ce dernier a toujours joué un rôle essentiel dans le développement de la ville. Ces deux dernières décennies la forte croissance démographique et l'extension de la ville ont entraîné l'occupation des berges de ce lac soit pour la création d'habitations soit pour le développement des cultures maraîchères. Du coup, celui-ci naguère isolé se retrouve en pleine agglomération. Il subit de fortes agressions émanant des rejets indirects des usines, drainés par les eaux de ruissellement et des eaux usées provenant des structures

riveraines du plan d'eau. De telles menaces laissent augurer d'un mauvais état de santé de l'hydro système, provoqué par son enrichissement en éléments nutritifs.

Un des indicateurs de l'enrichissement en éléments nutritifs du milieu est la communauté d'algues. En effet, elle représente, du point de vue abondance et biomasse, une composante essentielle des milieux aquatiques. De ce fait, elle joue un rôle prépondérant au sein de ces écosystèmes puisqu'elle produit de l'oxygène grâce à la photosynthèse nécessaire à la survie des organismes hétérotrophes (poissons, zooplancton, crustacés) d'une part, et d'autre, constitue une source de nourriture pour la vie animale, en particuliers les poissons (Angelier, 2000 ; Schlumberger et Bouretz, 2002). En outre, les travaux de Chomerat (2005) ont montré que dans des conditions de stabilité et d'enrichissement en substances nutritives favorables, une population d'algues peut se développer et, selon les cas, être bénéfique ou préjudiciable pour l'Homme. Malgré l'importance de la retenue pour la ville et les agressions que celle-ci subit au quotidien, à ce jour, aucune étude sur la dynamique des algues n'a été conduite sur cette dernière. Les seuls travaux (Adon et al., 2012a, 2012b ; Kouassi et al., 2010, 2014 et 20015) ont porté soit sur l'aspect taxinomique, soit sur la caractérisation physico-chimique des eaux de la retenue. Le présent article a pour objectif d'étudier la dynamique spatiale et saisonnière des micro-algues de cette retenue d'eau.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le réservoir d'Adzopé est situé à Adzopé entre 6°10'52" - 6°12'15" N et 3°85'65" - 3°86'73" E, dans le Sud-Est forestier de la Côte d'Ivoire, à 105 km d'Abidjan. La zone est sous l'influence climatique sub-équatorial de transition de type atténué, caractérisé par 2 saisons sèches et 2 saisons pluvieuses (Figure 1).

Quatre points de prélèvements (Figure 2), choisis en fonction d'éventuelles perturbations anthropiques (rejets d'eaux usées, activités agricoles sur la berge) et de leur accessibilité, ont été retenus pour la présente étude. La transparence de l'eau a été déterminée *in situ*, à l'aide d'un disque de Secchi blanc de 30 cm de diamètre. Les données de la conductivité électrique, du pH et de la température ont été mesurées respectivement avec un conductimètre de type AQUALYTIC CD 24, et d'un pH mètre de type AQUALYTIC pH 24 ; ces appareils affichant la température. Pour le dosage des sels nutritifs (NO_3^- et PO_4^{3-}), un colorimètre de type HACH DR 890 a été utilisé en suivant les normes Afnor (2005). Une bouteille hydrologique de type Van Dorn de 2,5 l a servi pour le prélèvement de l'eau destinée à la mesure des paramètres physico-chimiques.

Pour la collecte des algues, des lames de 76 x 26 mm sont montées sur des portoirs en bois puis déployées dans la colonne d'eau jusqu'à une profondeur maximale de 2 mètres. La durée d'incubation nécessaire pour avoir une bonne colonisation des substrats artificiels retenue est de 3 semaines.

Six lames sont mises en place par portoir, 3 sont disposées verticalement et 3 autres horizontalement. Lors de chaque campagne, deux lames (une placée horizontalement et une autre placée verticalement) sont retirées de chaque portoir. La fine pellicule se trouvant à la surface de chaque lame est soigneusement décapée grâce

à une lame rasoir et lavée avec de l'eau distillée. Chaque échantillon est fortement agité pour la dissociation des amas d'algues subsistants puis conservé dans un pilulier de 30 ml après fixation au formol à la concentration finale de 5%. Un microscope trioculaire de type OLYMPUS BX 40 muni d'une chambre claire a servi pour l'observation des taxons. L'identification des taxons a été réalisée jusqu'au niveau spécifique ou infraspécifique grâce aux travaux (clés et/ou descriptions) effectués par Prygiel et Coste (2000), John et al. (2004), Komárek et Anagnostidis (2005), Sophia et al. (2005), Wołowski et Hindák (2005), Zongo et al. (2008), Ciugulea et al. (2008), Da et al. (2009, 2014), Kosmala et al. (2009), Linton et al. (2010) et Salla et al. (2011).

Le dénombrement des taxons algaux a été réalisé grâce à la cellule de Burker. Après homogénéisation de l'échantillon, la cellule est remplie avec un aliquote, puis recouverte par la lamelle. La détermination préliminaire du nombre de montage à réaliser, en fonction de la dispersion aléatoire des algues dans l'échantillon homogénéisé, suit la méthodologie de Uehlinger mentionnée par Lazzaro (1981).

La structure des peuplements a été étudiée grâce à l'indice de diversité de Shannon et l'Équitabilité.

Analyses statistiques

Les tests non paramétriques de Kruskal-Wallis et de Mann-Whitney ont permis de tester la variance des paramètres physico-chimiques entre les différents points de prélèvements et entre les différentes saisons. Ces tests ont par ailleurs permis de tester la variance de la densité algale entre les saisons et entre les stations. Ces tests sont significatifs pour une valeur de la probabilité inférieure à 0,05 ($p < 0,05$).

RÉSULTATS

Paramètres physico-chimiques mesurés

Le Tableau 1 présente les variations spatio-temporelles des différents paramètres environnementaux au niveau de la retenue.

La température ne présente pas de grande variation d'une station à une autre et d'une saison à l'autre. Ainsi, la moyenne la moins élevée (23,3 °C) a été mesurée à St1 à la petite saison sèche, alors que la moyenne la plus élevée (30,13 °C) a été enregistrée en St3 durant la petite saison pluvieuse.

Pour l'oxygène dissous, les moyennes sont généralement élevées lors de la grande saison sèche et faible lors de la petite saison sèche. La moyenne d'oxygène la plus élevée (4,69 mg/L) est obtenue à la station St2, alors que la moyenne minimale (1,99 mg/L) est enregistrée à la station St4.

Concernant la conductivité, les moyennes sont faibles lors des grandes saisons sèche et pluvieuse à toutes les stations, alors qu'elles sont élevées lors des petites saisons sèche et pluvieuse. La plus petite moyenne de conductivité (160,67 µS/cm) est mesurée à la grande saison sèche en St4, alors que la moyenne la plus grande (188,44 µS/cm) est notée lors de la petite saison pluvieuse en St1.

Pour le pH, les valeurs sont plus faibles lors de la petite saison sèche et élevées lors des grandes saisons sèche et pluvieuse. Ainsi, la valeur la plus élevée (8,21) est mesurée à la station St4 lors de la grande saison sèche, tandis que la valeur la moins élevée (6,9) est obtenue à la station St1 pendant petite saison sèche.

Les moyennes de la transparence mesurées sont en général plus élevées pendant la petite saison sèche que pendant les autres saisons. La moyenne la plus grande (80 cm) est enregistrée en St1. Quant à la moyenne la plus petite (35,69 cm), elle est mesurée lors de la grande saison pluvieuse à la station St1.

Concernant les nitrates, les moyennes de concentrations sont plus élevées aux stations en aval qu'à la station St1 en amont. De plus, à toutes ces stations, les concentrations de ce paramètre sont maximales en grande saison sèche. Ces concentrations sont à la limite du seuil de détection lors de la grande saison pluvieuse et de la petite saison sèche. La moyenne la plus élevée (1,19 mg/L) est mesurée à la station St2.

La plus forte concentration d'orthophosphates (0,9 mg/L) est mesurée en St3 lors de la grande saison des pluies, tandis que la concentration la plus faible (0,03 mg/L) est enregistrée en St3 lors de la petite saison sèche.

Au plan spatial, ces paramètres environnementaux ne présentent aucune différence significative ($p > 0,05$, test de Kruskal-Wallis). Au plan saisonnier, deux de ces 7 paramètres (oxygène dissous et orthophosphates) présentent une variation significative selon le test U de Mann-Whitney. Pour l'oxygène dissous, la différence a été observée entre la grande saison sèche et petite saison pluvieuse d'une part, et d'autre part entre la petite saison sèche et la petite saison pluvieuse. Pour les orthophosphates, la différence a été observée entre la grande saison sèche et la petite saison sèche.

Composition floristique et dynamique de la flore micro-algale

Composition floristique

La flore micro-algale de la retenue étudiée comprend 186 taxons répartis entre 58 genres, 36 familles, 21 ordres, 12 classes et 7 embranchements. L'embranchement des Chlorophyta, avec 77 taxons (soit 41,39%) est le plus diversifié, suivi de l'embranchement des Euglenophyta avec 49 taxons soit 26,34%. Les embranchements des Bacillariophyta et des Cyanoprokaryota qui viennent par la suite sont respectivement représentés par 30 taxons

soit 16,12% et 24 taxons soit (12,9%). Les autres embranchements (Xanthophyta, Dinophyta et Rhodophyta) sont faiblement représentés avec respectivement 2,15%, 0,53% et 0,53%.

Variations spatiales des densités micro-algales

La Figure 3 présente les densités absolues des peuplements d'algues périphytiques récoltées dans la retenue d'Adzopé. La densité la plus élevée, 12 465 480 cellules/cm², est enregistrée en St4. Suivent les stations St2 et St3 avec respectivement 4 995 712 cellules/cm² et 4 501 106 cellules/cm². La station St1 possède la plus faible densité algale avec seulement 3 101 176 cellules/cm².

À toutes ces stations (Figure 4), on note une prédominance de la densité des individus appartenant à l'embranchement des Cyanoprokaryota. Ces individus constituent 67,41% et 47,33% de la densité relative respectivement en St1 et St4. Exception faite de la station St4, où la densité relative des individus constituant l'embranchement des Bacillariophyta occupe la deuxième place, la densité des individus de l'embranchement des Chlorophyta est prépondérante avec des valeurs atteignant 30,82% en St3. L'embranchement des Euglenophyta est représenté par des densités relatives supérieures à 10% uniquement en St3 et St2. Cette même densité est atteinte par les individus de l'embranchement des Bacillariophyta aux stations St3, St2 et St1. La densité relative cumulée des individus des autres embranchements (Rhodophyta, Dinophyta, Xanthophyta) ne dépasse guère 2% aux différentes stations d'échantillonnage. Au plan spatial, les densités d'algues ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$).

Variations saisonnières des densités micro-algales

Les variations saisonnières des densités d'algues aux 4 stations d'échantillonnage,

sont présentées par les Figures 5 à 8. Hormis la station St3, les valeurs élevées de densité sont enregistrées lors de la grande saison sèche (janvier ou février) d'une part, et de la petite saison pluvieuse pour toutes les stations d'autre part (octobre ou novembre).

Au niveau de la station St1 (Figure 5), les grands groupes d'algues qui contribuent à élever la densité cumulée en février lors de la grande saison sèche sont essentiellement constitués par les Cyanoprokaryota et par les Chlorophyta. Au niveau des Cyanoprokaryota, des taxons comme *Geitleribactron periphyticum* sont prépondérants. La période de mars à septembre est marquée par une pauvreté en algues pendant laquelle les Cyanoprokaryota s'assurent une relative prépondérance en avril, mai et août. Au mois d'octobre, on note une élévation de la densité de la plupart des grands groupes d'algues avec en tête les Cyanoprokaryota.

À la station St2 (Figure 6), les maxima de densités cumulées sont enregistrés en février lors de la grande saison sèche et en septembre pendant la petite saison pluvieuse, tandis que les minima de densités cumulées ont été observés en avril lors de la grande saison pluvieuse. En considérant les densités des grands groupes d'algues relevées en février, on note une dominance des Bacillariophyta et des Cyanoprokaryota. En septembre, lors de la petite saison pluvieuse, la densité des Chlorophyta, des Bacillariophyta et des Cyanoprokaryota participent à l'élévation de la densité cumulée. Les Euglenophyta présentent une faible densité à cette période. Les Xanthophyta, Dinophyta et Rhodophyta ont des densités très faibles durant toute la période.

À la station St3 (Figure 7), les densités algales les plus élevées sont enregistrées en début de grande saison pluvieuse et de la petite saison pluvieuse respectivement aux mois de mars et septembre. Lors de la grande saison pluvieuse, les Cyanoprokaryota sont les

plus abondantes suivies par les Chlorophyta. Du mois d'avril jusqu'au mois d'août, la densité cumulée reste faible. Durant cette période, on note une légère dominance des Euglenophyta en juin. Le début de la petite saison pluvieuse est marqué par une élévation de la densité des algues. Hormis les Euglenophyta qui sont peu abondantes, les Xanthophyta, les Rhodophyta et les Dinophyta absentes, les autres embranchements sont abondants. L'embranchement des Chlorophyta présente une densité maximale. Les densités diminuent les mois d'octobre et novembre, mois au cours desquels on note une apparition des Rhodophyta et des Dinophyta.

Au niveau de la station St4 (Figure 8), les plus fortes densités ont été enregistrées pendant la grande saison sèche avec des valeurs cumulées mensuelles pour tous les embranchements atteignant 39 989 857 cellules/cm² en février. En considérant la composition des grands groupes d'algues participant à l'élévation de la densité lors de cette grande saison sèche, on note la prédominance des Bacillariophyta et des Chlorophyta en janvier. Les Cyanoprokaryota présentent la densité maximale lors de cette

saison, principalement en février. La densité diminue lors de la grande saison pluvieuse et de la petite saison sèche, avec une légère hausse pour les Chlorophyta en mai grâce à des taxons comme *Pseudulvella americana* et *Desmodesmus quadricaudata*. Une deuxième légère hausse est produite en août par les Bacillariophyta (6 719 289 cellules/cm²) grâce à *Gomphonema gracile*. Pendant la petite saison sèche, les Cyanoprokaryota présentent une densité maximale en septembre.

Variations spatio-saisonnnières des indices de diversité et d'Équitabilité

La Figure 9 présente les variations spatio-saisonnnières des indices de diversité de Shannon (H') et d'Équitabilité (E). Pour ces 2 indices, les stations St2 et St3 présentent les valeurs les plus élevées en général. Pour l'indice de diversité de Shannon, la valeur la plus faible (0,82) est enregistrée en St1 pendant la grande saison sèche, alors que la valeur la plus élevée (3,30) est obtenue en St3 à la grande saison sèche. Concernant l'indice d'Équitabilité, les valeurs enregistrées varient entre 0,25 à la station St1 et 0,83 à la station St3, ces valeurs extrêmes étant obtenues lors de la grande saison sèche.

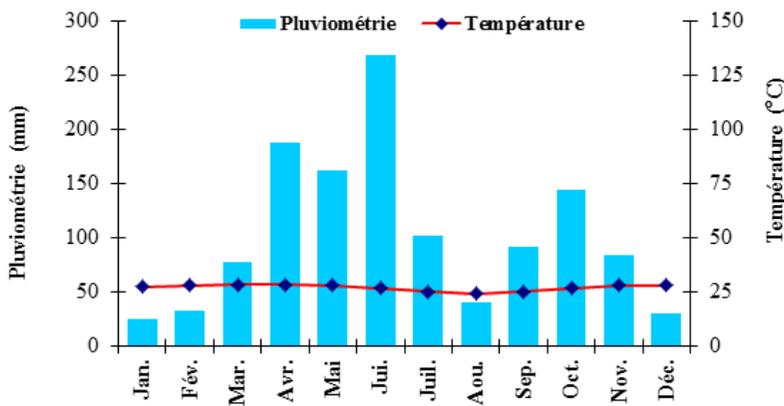


Figure 1: Diagramme ombro-thermique du département d'Adzopé.

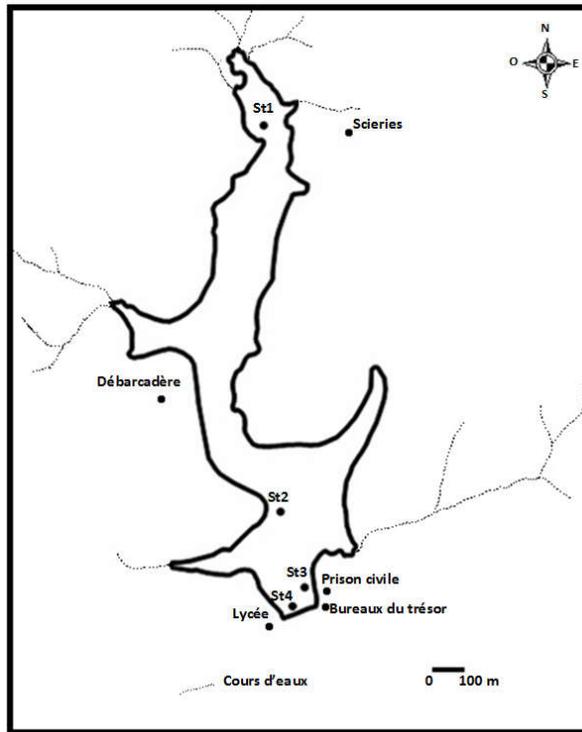


Figure 2 : Localisation des stations de prélèvements sur la retenue d’Adzopé.
St1 : station 1; St2 : station 2 ; St3 : station 3 et St4 : station 4.

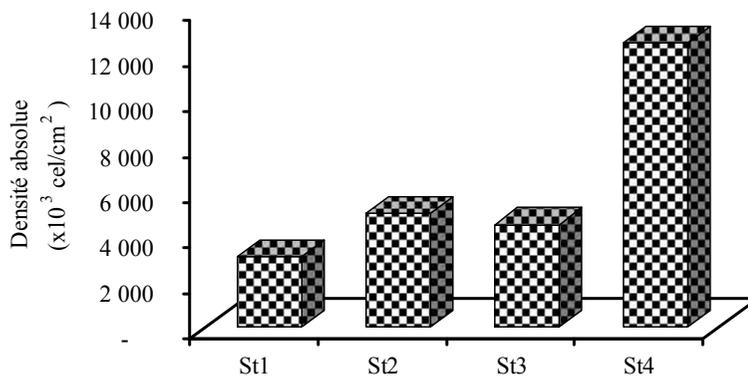


Figure 3 : Variation spatiale des densités absolues micro-algales dans la retenue d’Adzopé.
St1 : station 1; St2 : station 2 ; St3 : station 3 et St4 : station 4.

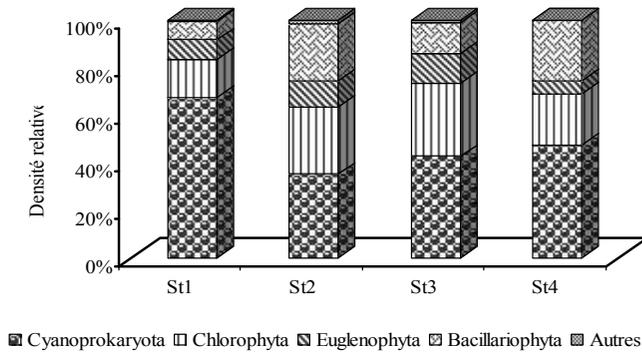


Figure 4 : Variation spatiale des densités relatives des embranchements micro-algaux dans la retenue.

St1 : station 1 ; St2 : station 2 ; St3 : station 3 et St4 : station 4.

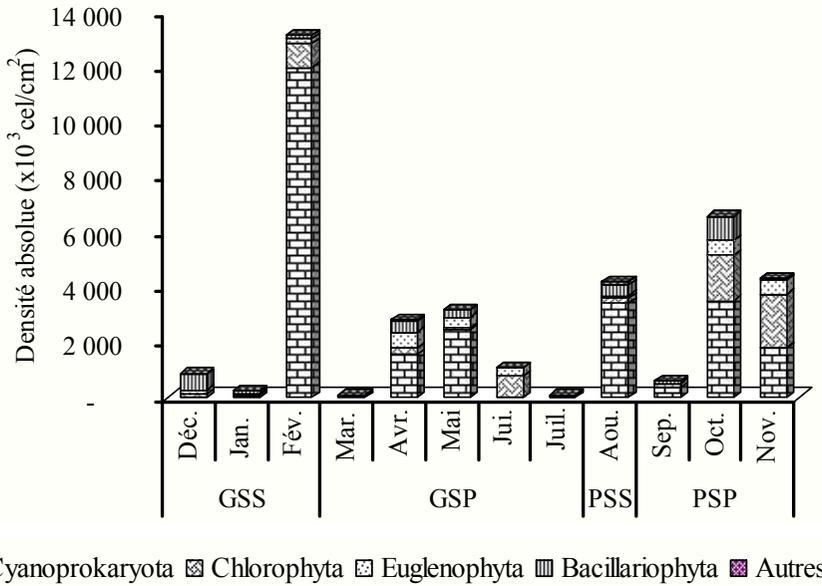


Figure 5 : Variations saisonnières des densités absolues micro-algaux en St1.
 St1 : station 1 ; GSS: grande saison sèche ; GSP : grande saison pluvieuse ;
 PSS: petite saison sèche ; PSP : petite saison pluvieuse.

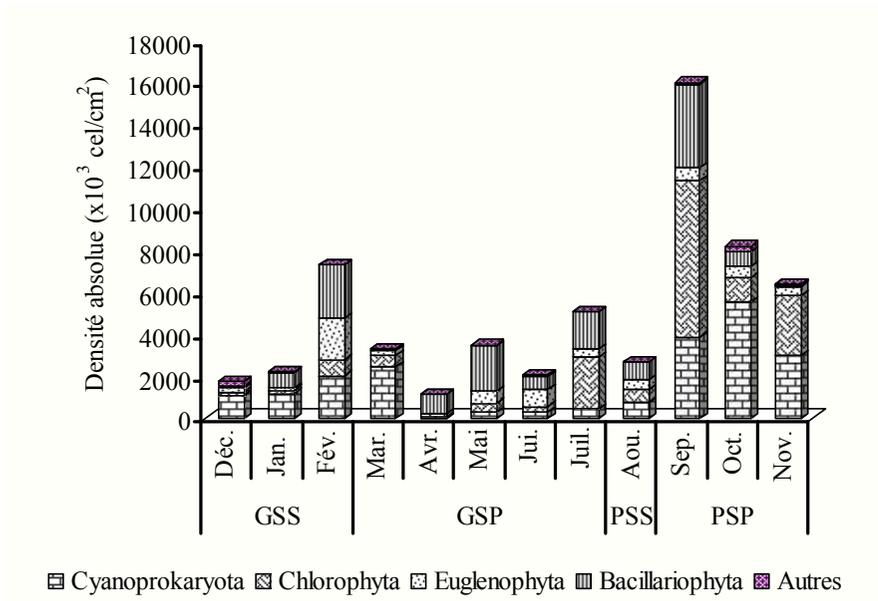


Figure 6 : Variations saisonnières des densités absolues micro-algales en St2. St2 : station 2; GSS: grande saison sèche ; GSP : grande saison pluvieuse ; PSS: petite saison sèche ; PSP : petite saison pluvieuse.

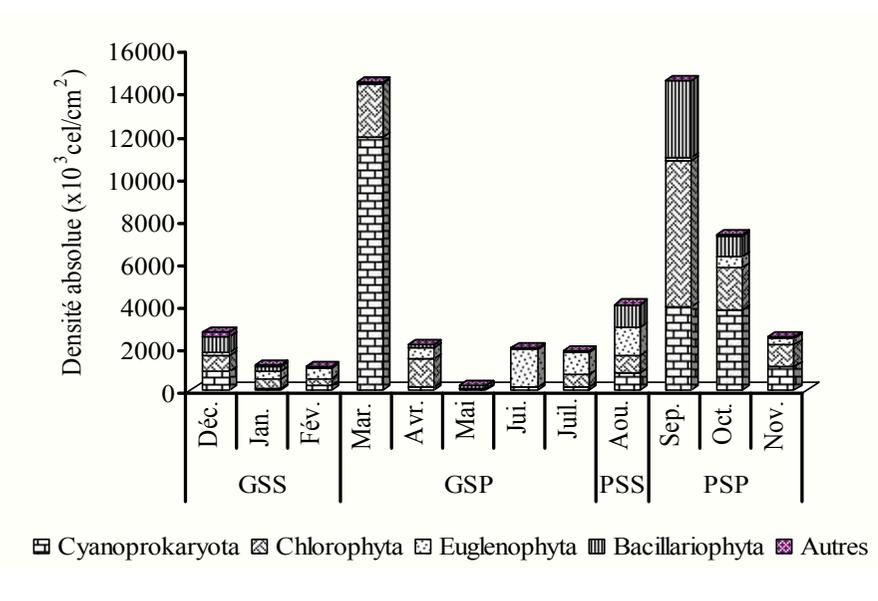


Figure 7 : Variations saisonnières des densités absolues micro-algales en St3. St3 : station 3 ; GSS: grande saison sèche ; GSP : grande saison pluvieuse ; PSS: petite saison sèche ; PSP : petite saison pluvieuse.

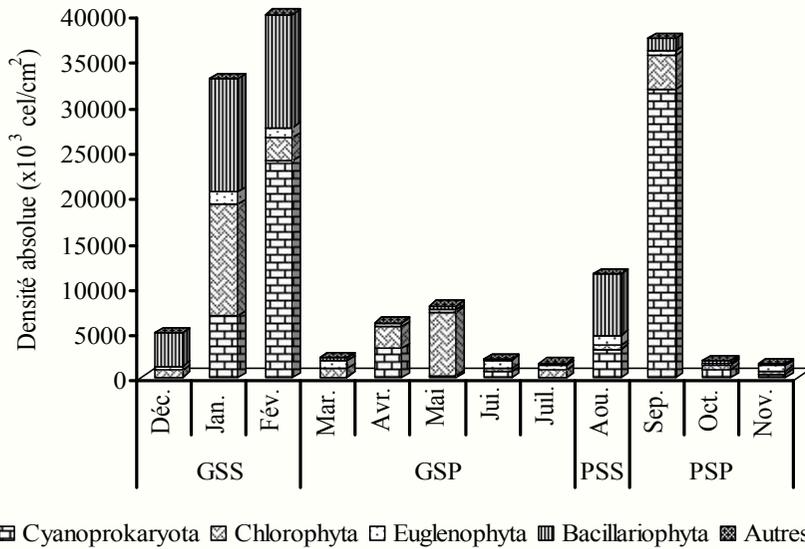


Figure 8 : Variations saisonnières des densités absolues micro-algues en St4

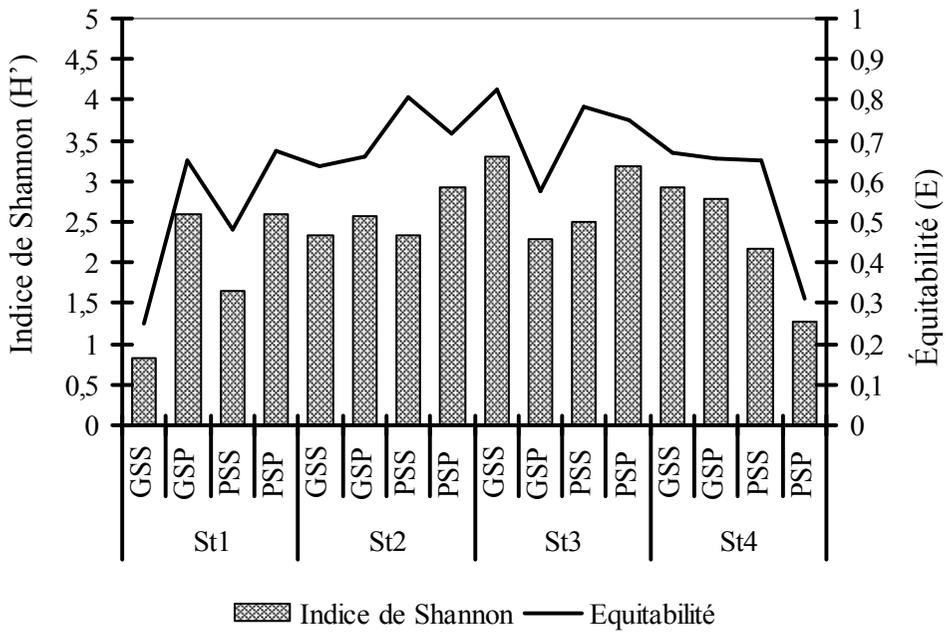


Figure 9 : Variations des indices de diversité de Shannon et d'Équitabilité au niveau de la retenue d'Adzopé. St1 : station 1 ; St2 : station 2 ; St3 : station 3 ; St4 : station 4 ; GSS: grande saison sèche ; GSP : grande saison pluvieuse ; PSS: petite saison sèche ; PSP : petite saison pluvieuse.

Tableau 1 : Paramètres physico chimiques mesurés dans la retenue d'Adzopé .

		Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	OD (mg/L)	pH	Transp. (cm)	Nitrates (mg/L)	Orthoph. (mg/L)
St1	GSS	27,66	170,4	3,386	8,086	60	0,12	0,11
	GSP	26,4	171	3,61	7,2	35,69	-	-
	PSS	23,3	182,1	2,17	6,9	80	-	0,04
	PSP	29,31	188,44	3,09	7,39	42,33	0,11	0,15
St2	GSS	29,76	168,79	4,69	8,02	53,33	1,19	0,28
	GSP	27,9	164,78	4,374	7,56	40,8	0,40	0,31
	PSS	25,6	183,6	2,02	6,95	62	-	0,04
	PSP	29,18	177,02	3,28	7,56	55,33	-	-
St3	GSS	28,82	169,85	4,37	7,90	51	0,7	0,45
	GSP	28,89	168,26	4,22	7,71	44,6	0,40	0,9
	PSS	24,96	181,76	2,19	7	74	-	0,03
	PSP	30,13	181,74	2,75	7,75	54	-	-
St4	GSS	28,77	160,67	4,66	8,21	44,67	0,59	0,5
	GSP	28,74	167,84	3,91	8,1304	42,2	0,32	0,26
	PSS	25,5	183,02	1,99	7,004	74	0,46	0,05
	PSP	29,27	177,87	2,55	7,798	55,67	0,26	0,3

St1 : station 1; St2 : station 2 ; St3 : station 3 et St4 : station 4; GSS: grande saison sèche ; GSP : grande saison pluvieuse ; PSS: petite saison sèche ; petite saison pluvieuse ; OD : Oxygène Dissous ; Transp. : transparence ; Orthoph. : orthophosphates.

DISCUSSION

Au cours des saisons pluvieuses et lors de la saison grande sèche, l'eau de la retenue est légèrement basique. Ceci serait dû à l'activité des algues et des autres végétaux aquatiques qui éliminent le CO₂ de l'eau pendant la photosynthèse, en relation avec les valeurs de température. En revanche, les faibles valeurs enregistrées lors de la petite saison sèche sont dues à la décomposition des macrophytes qui libèrent l'acide humique dans l'eau.

Les moyennes élevées de nitrates lors de la grande saison sèche et des orthophosphates au début de la grande saison pluvieuse spécifiquement aux stations St2 et St3 pourrait être mise en relation avec la pratique des cultures maraîchères avec épandage d'engrais sur les berges de la retenue à ces 2 stations. Selon Biggs (2000),

les activités agricoles entraînent généralement une augmentation de nutriments dans l'eau. Elle s'expliquerait aussi par les éléments nutritifs provenant des effluents urbains domestiques aboutissant à la retenue aux environs de ces 2 stations. Les valeurs basses de la transparence, spécifiquement lors des saisons pluvieuses, est due à l'apport de matières organiques, des cendres de bois drainées jusqu'à la retenue ainsi que la resuspension liée au vent.

Par ailleurs, les faibles concentrations de l'oxygène dissous enregistrées particulièrement lors des saisons pluvieuses seraient attribuables à l'oxydation qui se produit à l'interface eau-sédiment, où l'activité bactérienne et la matière organique sont concentrées. En effet, les eaux de ruissellement qui débouchent dans la retenue lors des pluies sont susceptibles d'être

chargées entre autres de matières organiques dissoutes. Une partie de ces matières organiques est composée essentiellement des substances humiques qui proviennent de la végétation et des sols du bassin versant. La photolyse des composés organiques dissous est associée à la consommation d'oxygène et est ainsi susceptible d'engendrer une perte directe en oxygène dissous (Villeneuve et al., 2006).

Les moyennes de conductivités mesurées sont légèrement élevées et traduisent une minéralisation moyenne des eaux de la retenue. En effet, une augmentation des paramètres liés à la minéralisation mesurés (nitrates et orthophosphates) est notée surtout lors de la saison sèche.

Au niveau spatial, les fortes densités algales ont été enregistrées en St4 en aval. Ce résultat serait attribuable à l'effet combiné du nombre élevé des taxons filamenteux ou coloniaux associé au phénomène d'addition des taxons en aval près de la digue.

À toutes les stations et presque en toutes saisons, on note une prédominance de la densité des individus appartenant à l'embranchement des Cyanoprokaryota. Cette prédominance est due au fait que cette catégorie d'algues s'adapte à une multitude de conditions environnementales et même, celles-ci sont capables de proliférer sous des conditions extrêmes (Lavoie et al., 2007). Plusieurs études se sont intéressées à la question du succès et de la dominance des Cyanoprokaryota sur les autres algues. Différentes théories qui pourraient expliquer ce succès sont présentées par Cronberg et Annadotter (2006). De ces théories rappelons la capacité des Cyanoprokaryota à produire de toxines. Ballot et al. (2005) suggèrent que la production de ces composés contribuerait à augmenter l'avantage compétitif des

Cyanoprokaryota sur les autres embranchements d'algues dans l'atteinte de la dominance d'un milieu aquatique. Dans les présents échantillons, des taxons susceptibles de produire des toxines ont été identifiés. Il s'agit entre autres des taxons appartenant aux genres *Microcystis*, *Oscillatoria* et *Planktothrix*. Des densités élevées allant jusqu'à 4 650 000 cellules/cm² de *Microcystis aeruginosa* ont été observées.

En général, les valeurs élevées de densité sont enregistrées lors de la grande saison sèche et de la petite saison pluvieuse. Cette élévation de densité serait tributaire de facteurs comme le débit et les nutriments. En effet, pendant ces saisons, la réduction de la quantité d'eau de ruissellement qui alimente la retenue contribue à rendre plus stable la masse d'eau de celle-ci, ce qui favoriserait les processus biologiques tels que les cycles complets de reproduction et de développement des algues (Ouattara et al., 2001) et limiterait les phénomènes d'arrachage. Les perturbations hydriques, causées par les inondations et le courant, semblent être le mécanisme majeur contrôlant les différences dans la biomasse et la structure des communautés périphytiques à travers le temps et les écosystèmes. Cette stabilité de la colonne d'eau augmenterait la sédimentation des formes planctoniques pour en faire des formes périphytiques, toute chose qui contribuerait à augmenter la densité de ces dernières.

Concernant les nutriments, l'apport nutritif par les effluents urbains ou agricoles est aussi une cause indirecte de la grande richesse en algues de la retenue d'Adzopé. En effet, les concentrations élevées des nitrates et des orthophosphates ont été observées lors de la grande saison sèche, certainement en relation avec la pratique de cultures

marais. Cette élévation de la densité des algues en relation avec les activités anthropiques a été observée par Kemka et al. (2006) dans le lac situé en pleine ville de Yaoundé.

Lors de la grande saison pluvieuse et de la petite saison sèche, on note une diminution de la densité algale. Cette baisse serait inhérente à l'effet défavorable des fortes pluies entraînant une augmentation de la force d'arrachage des algues sur le support, la dilution et une forte turbidité des eaux de la retenue. Il en serait de même pour l'arrivée massive des eaux de ruissellement chargées des produits de lessivage des sols (matières organiques et minérales) qui aboutissent à la retenue, probablement dans un état non approprié pour être directement utilisés par les algues. Par la suite, les températures relativement élevées des eaux tropicales accélèrent la décomposition des matières organiques par l'activité microbienne associée à une consommation accrue d'oxygène (Granéli et al., 1999), ce qui enrichit le milieu en éléments minéraux, favorisant une prolifération algale les mois suivants. Aussi, est-il remarquable de noter la poussée de la densité d'algues après les périodes de faible densité.

Les indices de diversité de Shannon et l'Équitabilité calculées sont comprises respectivement entre 2 - 3,30 et 0,4 - 0,83. L'indice de diversité est élevé et montre que la population n'est pas soumise à l'influence d'une seule espèce qui se développe mais plutôt à un fort développement de plusieurs individus différents comme observé par Dibong et Ndjouondo (2014). D'après Kemka et al. (2004), une diversité faible caractérise une population jeune à haut pouvoir de multiplication avec prédominance d'une espèce ou d'un petit nombre d'espèces, tandis

qu'une diversité élevée caractérise au contraire des populations sénescents présentant une composition spécifique complexe. Les valeurs de l'Équitabilité proche de 1, en effet, témoigneraient selon Dajoz (2000) de l'équilibre et de la stabilité du milieu.

Conclusion

Les micro-algues de la retenue d'Adzopé, du point de vue de la densité, sont très hétérogènes dans l'espace et dans le temps. La prépondérance de la densité de Cyanoprokaryota comme *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis wesenbergii* et *Planktothrix rubescens* connues pour le développement d'efflorescences et pour la sécrétion de toxines constitue une menace à court terme pour les populations riveraines.

Bien que le stade d'efflorescence algale ne soit pas encore constaté, il convient déjà de sensibiliser ces populations sur les risques multiples et multiformes auxquels elles s'exposeraient, et le rôle non moins négligeable que celles-ci pourraient jouer dans la survie de cette retenue, vitale pour la ville d'Adzopé.

CONFLIT D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent qu'aucun conflit d'intérêt n'est associé à la présente publication.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

BATK, WME et KK ont conduit les campagnes qui ont permis de récolter les échantillons pour la présente étude. L'observation, l'identification des taxons ainsi que la rédaction de la présente publication ont été possible grâce à BATK et KK. Les 3 auteurs ont tous lu le manuscrit et en porte une entière responsabilité.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier le Directeur du Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique de l'Université Nangui Abrogoua et tout le staff dudit laboratoire pour l'attention accordée et l'assistance au quotidien durant les travaux ayant aboutis à cette publication.

RÉFÉRENCES

- Adon MP, Ouattara A, Gourène G. 2012a. Limnological characteristics inferred from physical-chemical patterns of a tropical shallow reservoir (Adzopé, Côte d'Ivoire). *Journal of Agriculture and Biological Sciences*, **3**(2): 262-270.
- Adon MP, Ouattara A, Gourène G. 2012b. Phytoplankton composition of a shallow African tropical reservoir (Adzopé, Côte d'Ivoire). *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, **1**(5): 1189-120.
- Afnor. 2005. Recueil Normes et Réglementation Environnement. Qualité de l'eau, 552 p.
- Angelier E. 2000. Écologie des eaux courantes. Éditions Technique & Documentation, Paris, 199 p.
- Ballot A, Krienitz L, Wiegand C, Pflugmacher S. 2005. Cyanobacteria and cyanobacterial toxins in alkaline crater Lakes Sonachi and Simbi, Kenya. *Harm. Alg.*, **4**: 139-150.
- Biggs B. J. F. 2000. Eutrophication of streams and rivers: dissolved nutrient-chlorophyll relationships for benthic algae. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, **19**(1): 17-31.
- Chomerat N. 2005. Patrons de réponse du phytoplancton à la variabilité des facteurs abiotiques dans un étang méditerranéen hypereutrophe : succès écologique de *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anagn. & Kom. (Cyanoprokaryote) dans un écosystème saumâtre. Thèse de Doctorat, Université Paul Cézanne (Aix-Marseille III), p.307.
- Ciugulea I, Nudelman MA, Brosnan S, Triemer RE. 2008. Phylogeny of the Euglenoid loricate genera *Trachelomonas* and *Strombomonas* (Euglenophyta) inferred from nuclear SSU and LSU rDNA. *J. Phycol.*, **44** : 406-418.
- Cronberg G, Annadotter H. 2006. Manual on aquatic Cyanobacteria. A photo guide and a synopsis of their toxicology, International Society for the Study of Harmful Algae and the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation, 106p.
- Da KP, Mascarell G, Couté A. 2009. Étude au microscope électronique à balayage du genre *Trachelomonas* (Euglenophyta) dans le Sud-Est de la Côte d'Ivoire (Afrique de l'Ouest). *Cryptogamie Algol.*, **30**(1): 31-90.
- Da KP, Bambara S, N'guessan K. 2014. Étude de quelques *Trachelomonas* Ehr. (Euglenophyta) nouveaux ou peu connus pour la Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(4): 1730-1741. Doi: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i4.32>
- Dajoz R. 2000. Précis d'Écologie. 7ème édition, Éditions Dunod, Paris.
- Dibong SD, Ndjouondo GP. 2014. Inventaire floristique et écologie des algues des rivières Kambo et Longmayagui de la zone humide de Douala (Cameroun). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(6): 2560-2577.
- Granéli E, Carlson P, Turner JT, Tester P, Bechemin C, Dawson R, Funari E.

1999. Effects of N : P : Si ratios and zooplankton grazing on phytoplankton communities in the northern Adriatic Sea. I. Nutrients, phytoplankton biomass, and polysaccharid production. *Aquat. Microb. Ecol.*, **18**: 37-54.
- John MD, Whitton AB, Brook AJ. 2004. The Freshwater Algal Flora of the British Isles : An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. Cambridge University Press, 702 p.
- Kemka N, Njine T, Zébazé TSH, Niyitegeta D, Nola M, Menbohan F. 2004. Phytoplankton du lac municipal de Yaoundé : succession écologique et structure des peuplements. *Rev. Sci. Eau*, **17**(3): 301-316.
- Kemka N, Njiné T, Togouet SHZ, Menbohan SF, Nola M, Monkiedje A, Niyitegeka D, Compère P. 2006. Eutrophication of lakes in urbanized areas : The case of Yaounde Municipal Lake in Cameroon, Central Africa. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, **11**(1): 47-55.
- Komárek J, Anagnostidis K. 2005. Cyanoprokaryota -2. Teil/ 2nd Part : Oscillatoriales. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/2*, Büdel B, Krienitz L, Gärtner G, Schagerl M (Eds.), Elsevier/Spektrum: Heidelberg; 759 p.
- Kouassi BAT, Ouattara A, Da KP, Traoré D. 2010. Zygothécées périphytiques de la retenue d'Adzopé, Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, **34**: 2198-2207.
- Kouassi BAT, Ouattara A, Da KP. 2013. Euglenozoa occurring in Adzopé Reservoir, Côte d'Ivoire. *Turk. J. Bot.*, **37**: 1176-1187.
- Kouassi BAT, Adon MP, Komoé K, Ouattara A. 2015. Cyanobacteria from a shallow Reservoir in Côte d'Ivoire. *J. Bio. Env. Sc*, **7**(5): 136-149.
- Kosmala S, Karnkowska A, Milanowski R, Kwiatowski J, Zakryś B. 2009. Phylogeny and systematics of the species from the genus *Euglena* (Euglenaceae) with axial, stellate chloroplasts based on morphological and molecular data -New taxa, emended diagnoses and epitypifications. *J. Phycol.*, **45**(2): 464-481. Doi: 10.1111/j.1529-8817.2009.00653.x
- Lavoie I, Laurion I, Warren A, Vincent W. 2007. Les fleurs d'eau de Cyanobactéries. Revue de littérature. Institut national de la recherche scientifique, rapport **916** (xiii), 124 p.
- Lazzaro X. 1981. Biomasses, peuplements phytoplanktoniques et production primaire du lac Titicaca. *Rev. d'Hydrobiol. Trop.*, **14**(4): 349-380.
- Linton EW, Karnkowska-Ishikawa A, Kim JI, Shin W, Bennett M, Kwiatowski J, Zakryś B, Triemer ER, 2010. Reconstructing Euglenoid Evolutionary Relationships using Three Genes : Nuclear SSU and LSU, and Chloroplast 16S rDNA Sequences and the description of *Euglenariagen* nov. (Euglenophyta). *Protist*, **161**: 603-619.
- Maksimovic C, Tejada-Guibert JA, Roche PA. 2001. Les nouvelles frontières de la gestion urbaine de l'eau, UNESCO PHI - Presses de l'ENPC, Paris, 132 p.
- Mc Kinney ML, 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. *Bioscience*, **52**(10): 883-890.
- Ouattara A, Podoor N, Teugels GG, Gourène G. 2001. Études préliminaires de la

- distribution spatio-temporelle du phytoplancton dans un système fluvio-lacustre africain (Bassin Bia ; Côte d'Ivoire). *Hydro-écologie Appliquée*, **23**(1): 113-132.
- Prygiel J, Coste M. 2000. Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Diatomées NF T 90-354. Agences de l'Eau : 134 p.
- Salla M, Da KP, Koffi OS, Traoré D. 2010. Cyanobacteries des rivières Boubo et Mé dans le Sud côtier de la Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**(4): 1365-1373.
- Schlumberger O, Bouretz N. 2002. Réseaux trophiques et production piscicole en étangs fertilisés (Dordogne, France). *Revue des Sciences de l'Eau*, **15**(1): 177-192.
- Sophia MG, Dias ICA, Araújo AM. 2005. Chlorophyceae and Zygnematophyceae from The Turvo State Forest Park, state of Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Botânica, Porto Alegre*, **60**(1): 25-47.
- Tazi O, Fahde A, EL Younoussi S. 2001. Impact de la pollution sur l'unique réseau hydrographique de Casablanca, Maroc. *Sécheresse*, **12**: 12-134.
- Villeneuve V, Legare S, Painchaud J, Warwick V. 2006. Dynamique et modélisation de l'oxygène dissous en rivière. *Rev. Sci. Eau*, **19**(4): 259-274.
- Zongo F, Zongo B, Boussim IJ, Couté A. 2008. Nouveaux taxa de micro-algues dulçaquicoles pour le Burkina Faso (Afrique de l'Ouest): I- Chlorophyta. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **2**(4): 508-528.