

QUALITE DE L'EAU ET DIVERSITE PHYTOPLANKTONIQUE DE LA RETENUE DU BARRAGE DE KEDDARA (NORD EST ALGÉRIE)

*Hamaidi Fella, Hamaidi
Mohand Said, Benouaklil
Fatouma, Megateli
Smain, Bengherbia
Abdelmalek, Kais Hichem
et Chaouch Amel
Département de biologie,
Université Saad Dahlab
Blida*

hamaidifella@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Les échantillons examinés mensuellement d'avril à octobre 2007 proviennent de diverses stations du système lacustre : quatre sites situés d'amont en aval de la retenue de Keddara. La structure et la dynamique du phytoplancton ont été appréciées. L'étude qualitative du phytoplancton a permis de dénombrer 71 espèces réparties en cinq groupes : Chlorophytes (51.56%), Cyanobactéries (26.56%), Chrysophytes (15.62%), Euglénophytes (3.12%) Pyrrophytes (1.56%) et Charophytes (1.56%). La densité de ce phytoplancton semble d'une part être régie par les variations des paramètres physico-chimiques et d'autre part par le régime hydrologique du barrage.

MOTS CLÉS : retenue de keddara, phytoplancton, paramètres physico-chimiques, indice de pollution algale.

ABSTRACT

The samples examined monthly from April to October 2007 from various parts of the lake system: four sites located upstream to downstream from the dam at Keddara.

The structure of phytoplankton was appreciated. The qualitative study phytoplankton allowed to count 71 species divided into five groups: Chlorophyta (51.56%), Cyanobacteria (26.56%), Chrysophyta (15.62%), Euglenophyta (3.12%) Pyrrophyta (1.56%) and Charophyta (1.56%). The density of this phytoplankton seems be governed by changes in physical and chemical parameters and by the hydrological regime of the dam.

KEY-WORDS: Keddara reservoir, phytoplankton, physical and chemical parameters, pollution index

INTRODUCTION

Les méthodes biologiques de l'évaluation des écosystèmes aquatiques ont été longtemps utilisées dans de nombreux pays. Les algues comme une composante de l'écosystème aquatique sont un indicateur de la qualité de l'eau qui est déterminée par la composition des espèces et leur diversité. Les algues ont été soulignées comme un outil utile pour l'estimation de l'impact des facteurs environnementaux sur l'écosystème aquatique en raison de leur réponse

rapide aux changements environnementaux permettant ainsi une évaluation rapide de la qualité de l'eau [1]; [2]. Une réduction du nombre d'espèces et une augmentation du nombre d'individus caractérisent les zones polluées et le résultat est une diminution sensible de la valeur de la diversité [3]. En revanche, une forte diversité (quelques individus, mais de nombreuses espèces) et une faible biomasse indique un écosystème en bonne santé [4].

Les augmentations des décharges nutritives d'origine anthropiques finissent par déséquilibrer le système planctonique et peuvent aboutir au déclin de certaines populations. De plus, ils peuvent se produire des pullulations de microalgues nuisibles, pouvant produire des toxines [5].

Le lac de Keddara a depuis toujours une vocation multi-usages (production d'eau potable, irrigation etc..) en raison de sa position géographique. En vue de protéger

cet écosystème, il est essentiel d'étudier la structuration des populations phytoplanctoniques actuelles et de quantifier leurs réponses à l'augmentation de la décharge nutritive.

Dans cette optique, la présente étude se propose d'examiner la communauté des producteurs primaires sur le plan qualitatif et d'utiliser un indice biologique pour déterminer l'impact de la perturbation et de la pollution sur cet écosystème aquatique.

Matériel et méthodes

1) Situation géographique de la zone d'étude

Le réservoir de Keddara est situé dans la wilaya de Boumerdès à 8 Km au sud de Boudouaou et à 35 Km à l'est d'Alger (Fig.1). D'un volume de 145.6 Mm³, ce lac est alimentée par les effluents des oueds Boudouaou et des Issers d'une part et d'autre part par les eaux excédentaires du barrage de Hamiz et de Beni-Amrane [6].

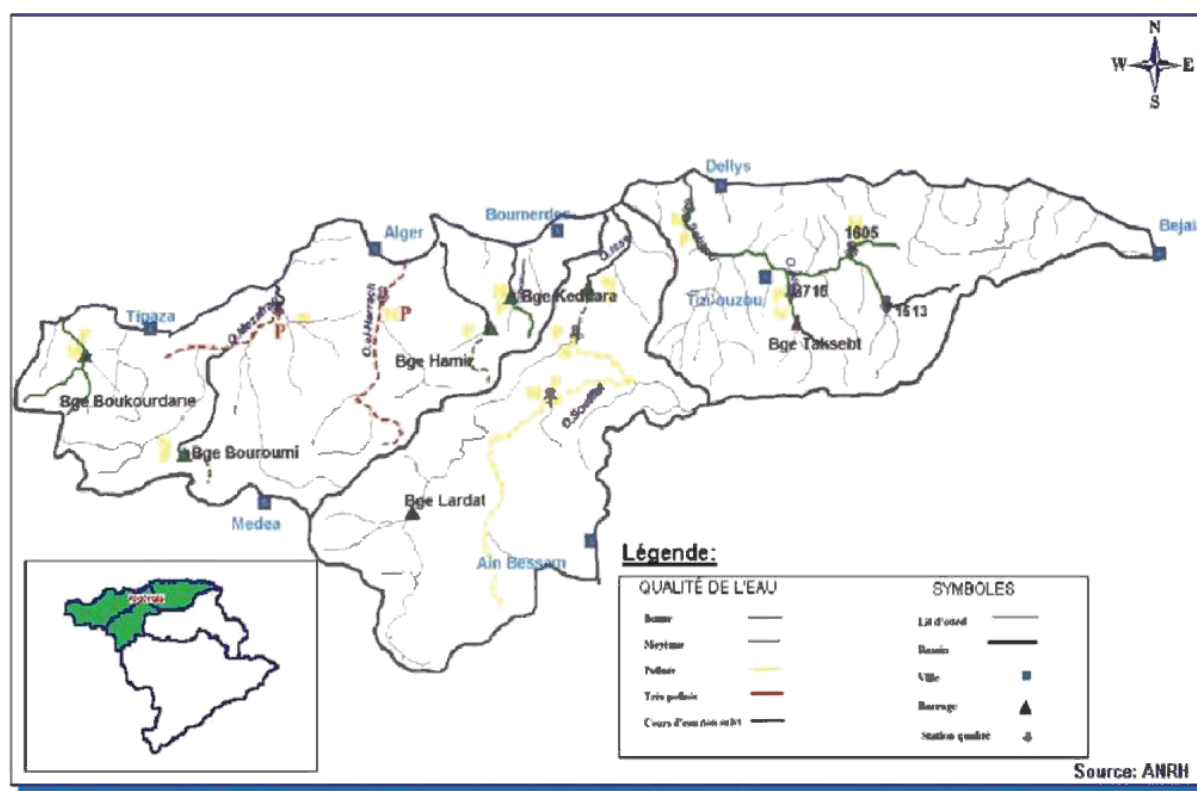


Figure 1.

Situation de la zone d'étude. (Source Ministère des ressources en eau, 2002)

2) Echantillonnage

Les échantillons d'eau sont prélevés mensuellement sur les quatre stations (S) d'échantillonnage (Photos 1-4) au cours du mois d'avril-octobre 2007. Certaines variables, telles que la température, le pH et la conductivité sont

mesurés in situ.

Les échantillons d'eau sont recueillies à proximité du point de la surface de l'eau à 0,5m de profondeur et conservés dans une glacière jusqu'à leur analyse. L'oxygène dissous est mesuré par un oxymètre, les nitrates par

colorimétrie et les orthophosphates par spectrophotométrie. La chlorophylle-a est déterminée par la méthode de l'acétone [7] et les teneurs sont exprimées en µg/l.



Photo 1. S1 vue de près.



Photo 2. S2 vue de loin.



Photo 3. S3 vue de près



Photo 4. S4 vue de près

L'échantillonnage des algues est réalisé à l'aide d'un filet à plancton de 75 μ m de vide de maille. Les échantillons sont fixés sur site au formaldéhyde. Le concentré de l'échantillon contenant les algues déposé a été utilisé pour l'identification et le comptage des algues.

L'indice de pollution de Palmer et Adams [8] est calculé comme suit: Le niveau de pollution organique est déterminé en étudiant les algues présentes dans un échantillon d'eau. Les algues qui ont une tolérance maximale possèdent un indice de pollution égale à 5, les moins tolérantes ont un indice de pollution inférieure à 5.

Si le total des indices de pollution est $\geq$ à 20, cela indique une forte pollution organique.

Si le total est $\leq$ à 15, cela indique généralement une faible pollution organique.

Si le total est compris entre 16-19, ceci indique une pollution organique modérée

Résultats et discussion

1) Paramètres physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques ainsi que ceux du dosage de la chlorophylle a des eaux du réservoir de keddara sont représentés dans les tableaux 1 et 2.

Les eaux de surface de ce harrage se

caractérisent par une température maximale égale à 33°C pour le mois d'août et une température minimale égale à 20°C pour le mois d'avril. Dans cette étude, les variations de la température sont clairement liées aux saisons. L'augmentation du rayonnement solaire en raison de la longueur du jour peut expliquer l'augmentation progressive de la température de l'air et de l'eau de mai à septembre. Une relation directe de la température de l'eau avec un soleil radieux et sa durée est également suggéré par les travaux de Munawar [9] et Harshey et *al.*, [10].

Tableau 1 : Valeurs moyennes physico-chimiques des eaux du site étudié

Mois	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	Normes de l'OMS	
T°	°C	20	21,5	23	28	29	33	19	22 à 25
pH		7,8	7,8	7,8	7,97	7,8	7,8	7,5	5,5-9
Conductivité électrique	Ms/cm	1,20	1,20	1,56	1,50	1,35	1,42	1,30	0,4-0,75
Matière organique	mg/l	4,2	6,90	7,5	8,2	4,7	5,3	4	5
O ₂	%	90	92,2	85	100,01	86,7	102	72,2	70 à 90%
Nitrate (NO ₃ ⁻)	mg/l	8,05	8,9	9,12	6,72	6,24	6	6	0,5
Nitrite (NO ₂)	mg/l	0,001	0,044	0,068	0,088	0,019	0,052	0,010	0,1
Phosphore (PO ₄ ³⁻)	mg/l	0	0	0	0,032	0,174	0,074	0,012	0,2
Calcium (Ca ²⁺)	mg/l	104,12	109,72	104,72	103,12	99,01	98,20	97	100
Magnésium (Mg ²⁺)	mg/l	37	35	47,8	43	50,37	53,5	51,4	50
Sodium (Na ⁺)	mg/l	95,47	82,40	98,40	96,44	104,52	100,599	103,90	100
Chlorures (Cl)	mg/l	141	122	245	185	172	178	152	200
Sulfates (SO ₄ ²⁻)	mg/l	278	310	262	264	338	239	352	150

Les valeurs de la conductivité électrique varient entre 1,20 ms/cm et 1,56 ms/cm, ce qui indique une minéralisation importante. Le pH de l'eau résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes d'acides carboniques [11] ; [12]. Il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates. Il dépend d'une part de la diffusion du gaz carbonique à partir de l'atmosphère et du bilan des métabolismes respiratoires et photosynthétiques [13] et d'autre part, de l'origine des eaux, de la nature géologique du milieu traversé et des rejets des eaux usées[14]. Les valeurs varient entre 7,5 au mois d'octobre et 7,97 au mois de juillet qui selon Arfi [15] est un pH favorable à la vie aquatique. En effet, un pH compris entre 5 et 9 permet un développement de la faune et de la flore. Les eaux alcalines présentent généralement une faune plus riche et plus

diversifiée que les eaux acides qui, faiblement minéralisés ne permettent qu'un développement limité de la flore aquatique.

L'oxygène dissous présente des valeurs élevées avec un maximum de 102% et un minimum de 72,2%. Cette forte teneur en oxygène est due selon Viboud [16] à une faible consommation de l'oxygène par la respiration des êtres vivants présents dans ce lac.

Les variations mensuelles des nitrates varient entre 6mg/l et 9,12mg/l. Ces valeurs légèrement élevée et due selon Levallois et Phaneuf [17] à la décomposition de la matière végétale et animale dans l'eau. Contrairement aux nitrites, on remarque qu'il est de faible concentration et varie entre 0,001 mg/l et 0,088 mg/l ce qui pourrait s'expliquer selon Aminot et Chaussepied [18] que les nitrites dans le cycle de l'azote sont des intermédiaires relativement fugaces

entre l'azote ammoniacal et les ions nitrate. Les valeurs du phosphore varient entre 0 mg/l et 0,174 mg/l. Ces faibles valeurs peuvent être expliquées par les phénomènes d'assimilation par le phytoplancton et la fixation du phosphore dans les sédiments. La valeur la plus élevée est observée au mois d'août et pourrait être expliqué par les rejets domestiques dans le lac de Keddara. Les ions Ca⁺² et Mg⁺² sont dits « non conservatifs », car leur concentration varie au gré des échanges entre l'eau et les organismes vivants [19].

La chlorophylle a atteint son maximum au mois de mai dans les quatre stations. Elle varie de 15,82µg/l à 27,74µg/l (tableau 3), ceci concorde avec une floraison et un développement important des Chlorophycées et de quelques Cyanobactéries.

Mois Station	A	M	J	J	A	S	O
S ₁	3	27,74	1,58	6,91	2,94	3,06	5,28
S ₂	9,82	23,26	1,90	0,70	3,56	2,57	0,28
S ₃	ND	15,82	0,94	10,36	4,87	5,91	4,23
S ₄	ND	23,14	0,77	2,70	3,49	1,56	2,11

ND: Non déterminé

S: station

Tableau 3:

**Résultats du dosage de la chlorophylle
a des eaux du barrage de Keddara**

2) Paramètres biologiques

L'étude biologique des eaux de la retenue de Keddara a permis de déterminer 99 espèces d'algues microscopiques (tableau 4).

Tableau 4: Liste des espèces de micro-algues identifiées dans le réservoir de Keddara.

Cyanobactéries	<i>Microcoleus chthonoplastes</i>	<i>Palmodictyon viride</i>	Pyrrhophyta
<i>Anabaena affinis</i>	<i>Microcoleus lacustris</i>	<i>Palmodictyon sp.</i>	<i>Cryptomonas sp.</i>
<i>Anabaena contorta</i>	<i>Planktothrix agardhii</i>	<i>Pediastrum clathratum</i>	<i>Ceratium hirundinella</i>
<i>Anabaena flos-aquae</i>	<i>Chlamydomonas sp.</i>	<i>Pediastrum duplex var. gracillimum</i>	Euglenophyta
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	<i>Gonium pectorale</i>	<i>Pediastrum duplex</i>	<i>Euglena oxyuris</i>
<i>Aphanizomenon sp.</i>	<i>Hemitoma meandrocystis</i>	<i>Pediastrum simplex var. simplex</i>	<i>Phacus. cervicauda</i>
<i>Phormidium sp.</i>	<i>Pandorina sp.</i>	<i>Rivularia globiceps</i>	<i>P. elegans</i>
<i>Aphanothece hegewaldii</i>	<i>Volvox aureus</i>	<i>Romeria elegans</i>	<i>Strombomonas verrucosa</i>
<i>Gleotrichia echinulata</i>	<i>Volvox sp.</i>	<i>Scytonema sp.</i>	<i>Scenedesmus acutiformis</i>
<i>Microcystis aeruginosa</i>	<i>Tetraspora sp. 1</i>	<i>Fragilaria capucina</i>	<i>Closterium acerosum</i>
<i>Microcystis flos-aquae</i>	<i>Tetraspora sp. 2</i>	<i>Fragilaria ulna</i>	<i>Closterium navicula</i>
<i>Microcystis incerta</i>	<i>Arthrodesmus triangularis</i>	<i>Frustulia rhomboides</i>	<i>Closterium sp.</i>
<i>Microcystis viridis</i>	<i>Chlorella minutissima</i>	<i>Gyrosigma sp.</i>	<i>Cosmarium humile</i>
<i>Microcystis wesenbergii</i>	<i>Coelastrum microporum</i>	<i>Rhoicosphaenia abbreviate</i>	<i>C. punctulatum</i>
<i>Synechococcus aeruginosa</i>	<i>Coenococcus sp.</i>	<i>Stauroneis anceps</i>	<i>Gonatozygon kinahani</i>
<i>Synechococcus sp.</i>	<i>Coenocystis sp.</i>	<i>Surirella minuta</i>	<i>Gonatozygon sp.</i>
<i>Arthrospira okensis</i>	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	<i>Synedra acus</i>	<i>Micrasteria crux</i>
<i>Beggiatoa alba</i>	<i>Hydrodictyon reticulatum</i>	<i>Synedra ulna</i>	<i>Micrasteria sp.</i>
<i>Lyngbya limnetica</i>	<i>Micractinium pusillum</i>	<i>Tabellaria flocculosa</i>	<i>Staurostrum crenulatum</i>
<i>Lyngbya sp.</i>	<i>Oocystis apiculata</i>	Xanthophyta	<i>Ulothrix zonata</i>
<i>Oscillatoria agardhii</i>	<i>Oocystis submarina</i>	<i>Vaucheria sp.1</i>	<i>Stigeoclonium factum</i>
<i>Oscillatoria animalis</i>	<i>Oocystis sp.</i>	<i>Vaucheria sp.2</i>	Charophyta
<i>Oscillatoria limnetica</i>			<i>Nitella opaca</i>

3) Indice de pollution des algues

L'indice de pollution de Palmer et Adams [8] appliqué aux genres d'algues (Tableau 5) a permis d'obtenir une valeur de 27. Les eaux de cette retenue présente une pollution organique élevée.

Genre	Indice	Genre	Indice
<i>Chlorella</i>	3	<i>Phacus</i>	2
<i>Euglena</i>	5	<i>Scenedesmus</i>	4
<i>Navicula</i>	3	<i>Stigeoclonium</i>	2
<i>Oscillatoria</i>	5	<i>Synedra</i>	2
<i>Pandorina</i>	1	Total	27

Tableau 5:

**Indice de pollution des algues récoltées
au niveau du barrage de keddara**

Conclusion

L'utilisation combinée de la qualité physico-chimique et d'un paramètre biologique tel que la variété floristique nous a permis de caractériser l'état de santé de notre écosystème aquatique. La flore y est moins variée et peu abondante. Cependant, une eutrophisation des eaux de ce barrage observée durant l'été dû aux blooms de cyanobactéries comme *Aphanizomenon flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis botrys*, *Microcystis sp*, *Microcystis wesenbergii* de quelques chlorophytes comme *Volvox*, *Pediastrum* et d'une seule espèce de dinophycée *Ceratium hirundinella*.

Le calcul de l'indice de pollution a permis de déterminer une pollution organique très élevée qui est en accord avec les résultats obtenus par les variables physico-chimiques.

Cependant, cette tentative de classification biologique est encore à un stade de développement et peut-être recommandé et servir de guide pour plus de tests intensifs et d'application. Cet index peut devenir un outil utile pour l'évaluation de la qualité de l'eau de certains plans d'eau algériens.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Fathi. A. A, Abdelzaher H. M. A, Flower. R. J, Ramdani. M et Kraiem H. M., 2001. Phytoplankton communities of North African wetland lakes: the CASSARINA Project. *Aquatic Ecology*, 35, 303-18.

[2] Zeng. H., Song. L, Yu Z, et Chen. H., 2006. Distribution of phytoplankton in the Three-Gorge reservoir during rainy and dry

seasons. *Sci. Total Environ.* 236, 999-1009.

[3] Wilhm, J. L., 1975. Biology indicators of pollution in Whitton B.A. (Eds), "Studies in Ecology, Vol.2, River Ecology", Black Well Scientific Publications, London. 375-402.

[4] Hellawell. J. M., 1986. Pollution monitoring series, biological indicators of freshwater pollution and environmental management. Elsevier, New York.

[5] Liu, G., Janowitz, G. S., Kamykowski, D., 2001. Influence of environmental nutrient conditions on *Gymnodinium breve* (Dinophyceae) population dynamics: a numerical study. *Mar. Ecol. Prog. Ser* 213, 13-37.

[6] A.N.B .2004. Livre des charges de l'Agence Nationale des Barrages.

[7] Alpha, Awwa et Wea. 1998. Standart methods for the examination of water and wastewater. 20th Edn., United Book Press. Baltimore.

[8] Palmer, M., Adams. M., 1977. Algae and water pollution. Office of Research and Development, Ohio.

[9] Munawar, M.,. Limnological studies on ponds of Hyderabad, India I. The biotope. *Hydrobiology*, 35 (1), (1970), 127-162.

[10] Harshley, D.K., Patil, S.G., and Singh, D.F., "Limnological studies on a tropical fresh water fish tank of Jabalpur". *Geobios new reports*, 1 (2), India.1 (1982), 98-102.

[11] Zafar, A.R., "On the ecology of algae in certain fish ponds of Hyderabad", "Distribution of unicellular and colonial forms". *Hydrobiocologia*. 24(4), India. 2 (1964), 556-566.

[12] Jhingran, V.G., "Fish and

Fisheries of India". Hindustan Publishing Corporation, (India) Delhi (1982).

[13] Hutchinson, G.E., "Introduction to Lake Biology and the Vol. 2. Limno plankton, *A Treatise of Limnology*". John Wiley and Sons, New York, (1967), 1115p.

[14] Dussart B., "Limnologie. L'étude des eaux continentales. Gauthier-Villars Collect". géobiol., écol., aménag., Paris, France., (1966), 677 p.

[15] Arfi.R., 1991. Qualité des eaux : Hydrogéologie, matériel particulier et plancton. Rapport de convention. étang de Berre

[16] Viboud.S., 2003. Dynamique du carbone organique et efficacité de production du bactérioplancton dans la zone pélagique des lacs. Thèse de doctorat. Université de Savoie, 293p.

[17] Levallois.P, Phaneuf.D., 1994. La contamination de l'eau potable par les nitrates : analyse des risques à la santé, *Revue Canadienne de santé publique*, 85(3): 192-196

[18] Aminot.A et Chaussepied.M., 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. C.N.E.X, 395p.

[19] Frontier.S, Pichod-Viale. 1993. *Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution*, 2^{ème} édition Masson, Paris.