

Contribution à l'étude de la flore aquatique d'un lac de montagne : Lac Dayet Aoua (Maroc)

Anis FAZUL¹, Saâd RACHIQ^{1*}, Karima MIKOU² et Said Hassane SAIDOMAR³

¹Laboratoire d'Environnement et d'Ecologie Fonctionnelle, Département de Sciences de la Vie,
F.S.T. Fès - Sais, Université Sidi Mohammed Abdallah Fès, B.P. 2202, Maroc

²Laboratoire des Molécules Bioactives, Département des Sciences de la Vie, F.S.T. Fès - Sais,
Université Sidi Mohammed Abdallah Fès, B.P. 2202, Maroc

³Laboratoire de Chimie des Plantes et des Substances Naturelles, Département des Sciences de la Vie,
FST, Université des Comores, B.P. 2585, Moroni, Comores

* Correspondance, courriel : rachiqs@yahoo.com

Résumé

L'étude présentée ici est réalisée durant la période allant de mars à octobre 2011 dans le lac Dayet Aoua situé dans la province d'Ifrane. Elle a porté sur une évaluation des Macrophytes présentes dans ce site d'étude en complément de la composition phytoplanctonique et des analyses de la physico-chimie des eaux à l'entrée, au milieu et à la sortie du lac. La diversité et l'importance quantitative des Macrophytes dans ce site sont marquées par la présence de plantes émergentes, de plantes à organes submergés et de plantes submergées. C'est ainsi que cette communauté dont le pourcentage de recouvrement dépasse largement 50 %, est représentée par *Nasturtium sp.* (Brassicaceae), *Myriophyllum spicatum*, *M. alterniflorum* (Haloragaceae), *Utriculariasp.* (Lentibulariaceae), *Polygonum amphibium* (Polygonaceae). Ces espèces sont accompagnées de *Carex sp.* (Cyperaceae), *Elodea* (Hydrocharitaceae), *Potamogeton sp.* (Potamogetonaceae), *Typha sp.* (Typhaceae), *Charasp.* (Characeae), *Phragmites communis* (Poaceae), *Scirpus lacustris* et de *Juncus bufonius*.

La densité et la biomasse phytoplanctonique sont faibles. Les espèces les mieux représentées sont *Cryptomonas ovata*, *C. marsonii* et *Mallomonas caudata* (Cryptophycées), *Oocystis lacustris*, *O. solitaria*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Scenedesmus sp.*, *Spharocystis schroeteri*, *Crucigenia rectangularis* (Chlorophycées), *Mougeotia*, *Cosmarium* et *Gonatozygon* (Zygophycées), *Oscillatoria sp.*, *Anabaena macrospora*, *spirulina sp.* (Cyanobactéries). L'analyse des paramètres physico-chimiques, au point central du lac, a montré que l'eau du lac a une transparence totale (5m qui est sa profondeur maximale), bien oxygénée jusqu'au fond avec une teneur moyenne en oxygène de 6,8 mg.L⁻¹. Les teneurs en nitrates et en orthophosphates sont faibles et de l'ordre de 0,019 mg/L pour les nitrates et 0,009 mg/L pour les orthophosphates. Cependant, ces valeurs varient, notamment pour les nitrates, à l'entrée et à la sortie du lac. Ainsi, à l'entrée du lac les teneurs en nitrates sont de 0,13 mg/L en valeurs moyenne, ces valeurs chutent à 0,024 mg/L à la sortie du lac. La même tendance a été enregistrée pour les valeurs de conductivité (623 et 356 µS/cm respectivement à l'entrée et à la sortie du lac). Vu l'importance quantitative des Macrophytes dans le lac Dayet Aoua, ces résultats montrent le rôle de cette flore aquatique dans la mobilisation des éléments minéraux en général et des nitrates en particulier absorbés par ces végétaux qui restituent à la sortie du lac une eau moins riche en ces éléments.

Mots-clefs : Dayet Aoua, macrophytes, phytoplancton, nitrates, orthophosphates.

Abstract

Interest of aquatic plants in a mountain lake : Lake Dayet Aoua (Morocco)

This study was conducted during the period of March to October 2011 in Lake Dayet Aoua located in the province of Ifrane. It focused on an assessment of macrophytes present in the study site in addition to phytoplankton composition and analysis of the physical chemistry of water at the entrance, middle and exit of the lake. The diversity and the quantitative importance of Macrophytes in this site is marked by the presence of emergent plants, plants with submerged organs and submerged plants. This community is represented by *Nasturtium sp.* (Brassicaceae), *Myriophyllum spicatum*, *M. Alterniflorum* (Haloragaceae), *Utricularia sp.* (Lentibulariaceae), *Polygonum amphibium* (Polygonaceae). These species are accompanied with *Carex sp.* (Cyperaceae), *Elodea* (Hydrocharitaceae), *Potamogeton sp.* (Potamogetonaceae), *Typha sp.* (Typhaceae), *Chara sp.* (Characeae), *Phragmites communis* (Poaceae), *Scirpus lacustris* and with *Juncus bufonius*.

The density and biomass of phytoplankton community is low. The phytoplankton composition revealed the presence of species representative of Cryptophyceae (*Cryptomonas ovata* and *C. marsonii*, *Mallomonas caudata*), Chlorophyceae (*Oocystis lacustris*, *O. Solitaria*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Scenedesmus sp.*, *Spharocystis schroeteri*, *Crucigenia*), Zygothryx (*Cosmarium sp.*, *Gonatozygon*) and Cyanophyceae (*Oscillatoria sp.*, *Anabaena macrospora*, *spirulina sp.*). The analysis of the physico-chemical parameters showed that the water of the lake has a total transparency (5 m which is its maximal depth), well oxygenated (mean value : 7,4 mg/L).

The contents in nitrates and orthophosphates are low (mean values : 0,024 mg/L for nitrates and 0,011 mg/L for orthophosphates). However, these values vary, in particular for nitrates, in the entry and in the exit of the lake. Thus, at the entrance of the lake nitrate concentrations are 0.13 mg/L in average values. These values fall to 0.024 mg/L at the lake outlet. The same trend was recorded for conductivity values (623 and 356 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectively at the inlet and outlet of the lake). The same trend was recorded for conductivity values (623 and 356 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectively at the entry and in the exit of the lake). The results together tend to show the role of Macrophytes in the mobilization of the mineral elements generally and the nitrates in particular absorbed by these aquatic plants which restore in the exit of the lake a water less rich in these elements.

Keywords : *Dayet Aoua, phytoplankton, macrophytes, nitrates, orthophosphates.*

1. Introduction

Le Maroc est un pays qui abrite des écosystèmes variés. Cette diversité écosystémique se traduit par la diversité de sa flore et de sa faune qui fait la richesse de ce pays. En effet, comparé aux autres pays maghrébins, et si l'on considère les écosystèmes aquatiques, le Maroc est le pays le plus riche en zones humides. On compte actuellement une vingtaine de lacs naturels permanents, essentiellement répartis entre deux chaînes montagneuses le Moyen Atlas et le haut Atlas [1] parmi lesquels on cite le lac Dayet Aoua. Ce lac, en raison de sa proximité et de son accessibilité, est un milieu très fréquenté et constitue un espace pour des activités diverses de loisirs (nautique, pêche,...). Cependant, cet écosystème n'est pas à l'abri des menaces d'ordre naturel (sécheresse) et anthropique en l'occurrence les aménagements et la pollution. Par ailleurs, cet écosystème abrite une flore macrophytique, qui malgré sa faible diversité en raison de son état oligotrophe [2], est très abondante occupant une bonne partie de sa superficie.

La présence et la distribution de ces macrophytes dépendent des conditions physicochimiques, morphométriques qui règnent dans le milieu, mais aussi de la disponibilité des nutriments. A leur tour, les macrophytes influencent aussi bien les conditions abiotiques de leur habitat que les biocénoses aquatiques [3]. Cependant, ces plantes ont eu pour effet un envahissement incontrôlé, suivi d'un étouffement rapide des plans d'eaux et la déstabilisation des écosystèmes aquatiques [4 - 6]. Ceci a occasionné des pertes socio-économiques et environnementales considérables [7 - 9], surtout dans les pays en voie de développement, là où justement les ressources hydriques sont souvent loin d'être abondantes [10].

Si l'on excepte les études de CHILLASSE et al. [11] qui ont donné un aperçu général sur la végétation terrestre et aquatique bordant le lac, et celles de ABBA et al. [2] et [12] sur la caractérisation physicochimique des eaux de ce dernier, aucune étude à notre connaissance n'a abordé cet écosystème au niveau de l'importance de sa communauté végétale microphytique et macrophytique. Ainsi que c'est dans l'intérêt général d'assurer sa protection, sa mise en valeur et le développement de ressources utilisables dans le respect des équilibres naturels que cette étude a été menée. Cette étude est basée sur un suivi des paramètres physico-chimiques et des communautés phytoplanctonique et macrophytique au niveau de ce lac qui a connu une remise en eau vers la fin de l'année 2008 à la suite de la dernière période d'assèchement.

2. Méthodologie

2-1. Présentation du site

Le lac Dayet Aoua, dont les coordonnées géographiques sont 32°58'N et 05°27'W, est situé à la sortie de la province d'Imouzer à 15 kilomètres au nord d'Ifrane par la route RN 24 Ifrane-Fès (**Figure 1**). C'est un lac de 140 ha. Cependant, cette superficie est variable selon les saisons. Sa profondeur maximale reste faible et varie de quatre à plus cinq mètres. Le lac est entouré par une prairie humide rase et des massifs forestiers de Chêne vert (*Quercus rotundifolia*) et de Cèdre (*Cedrus atlantica*). Une ceinture de peuplier et quelques pieds de saule entourent le lac sur ses bords immédiats. Le lac est alimenté principalement par le cours d'eau Oued El Kantra d'un débit important et accessoirement par d'autres points d'eau avec des débits relativement plus faibles (**Figure 1**).

2-2. Présentation de l'étude

Les résultats présentés correspondent à une série de 10 prélèvements réalisés entre les mois de mars et octobre 2011. Les prélèvements ont été effectués, au niveau du point le plus profond (≈ 5 m), aux profondeurs 0, 1, 2, et 4 m, à l'aide d'une bouteille fermante de type Van Dorn horizontale. Ces prélèvements ont été réalisés dans le but d'étudier la structure verticale de cet écosystème. D'autres prélèvements ont été effectués à l'entrée et à la sortie du lac pour affirmer ou infirmer le rôle de ce milieu dans la mobilisation des éléments minéraux en général et des éléments nutritifs en particulier. Les différentes études ont été réalisées sur une eau prélevée sur un filet de vide de maille de 200 μ m afin d'éliminer la fraction zooplanctonique et les débris. Les paramètres physicochimiques mesurés sont la transparence de l'eau (disque de Sécchi), la température, la conductivité, le pH, l'oxygène dissous, les ions ammonium, nitrates, ortho-phosphates et le carbone inorganique. Ils ont été analysés selon les méthodes standards décrites dans RODIER [13]. L'abondance phyto-planctonique a été déterminée par la méthode de comptage [14] modifiée par LEGENDRE et WATT [15]. Les teneurs en chlorophylle-a sont déterminées après extraction et dosage par spectrophotométrie [16]. Les équations utilisées pour calculer les concentrations sont celles proposées par le groupe de travail SCOR-UNESCO [17].

Pour l'appréciation de la flore macrophytique, nous avons procédé d'abord à la détermination du taux de recouvrement du lac à l'aide d'une estimation visuelle selon OFEV [3]. Les différentes espèces prélevées ont été identifiées soit directement sur le terrain ou au laboratoire.

LEGENDE et WATT

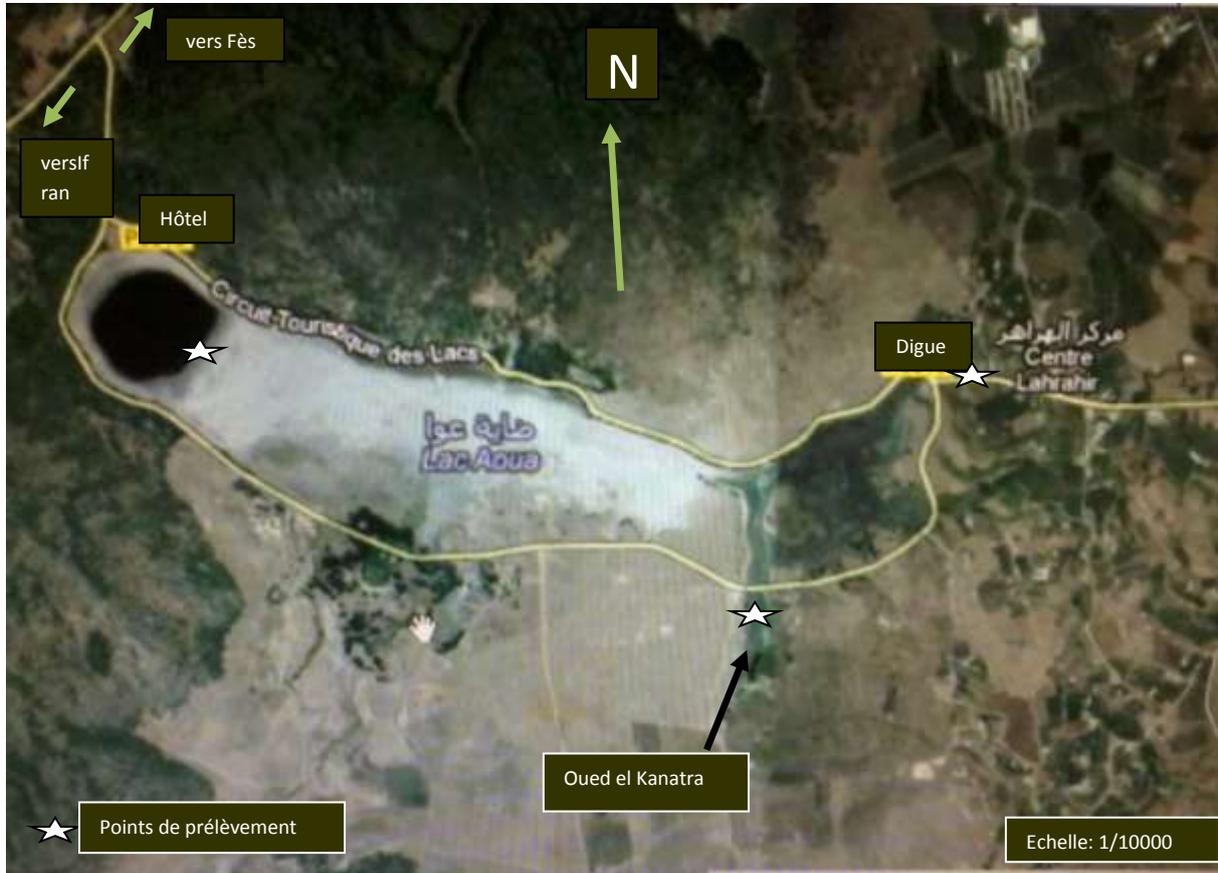


Figure 1 : Site et point de prélèvement.

3. Résultats et discussion

DayetAoua est un lac de montagne (1500 m d'altitude), peu profond (profondeur maximale autour de 5m), caractérisé par des eaux claires. En effet, tout au long de notre étude, la transparence de l'eau mesurée à l'aide du disque de Secchi n'est pas descendue au-dessous de la profondeur maximale du lac, témoignant ainsi de la faible charge en matière organique de cet écosystème. En se basant sur la règle qui régit la zonation des écosystèmes lacustres, le lac DayetAoua est un plan d'eau dominé par le caractère littoral, dans la mesure où la profondeur permettant la séparation entre zone littorale et zone pélagique n'est pas atteinte. Il s'agit d'un milieu moins chargé en matière organique, donc moins turbide, favorisant par un éclaircissement suffisant, la croissance et la progression des macrophytes et des algues benthiques à tous les fonds (*Chara sp.* par exemple, algue repêchée au niveau de la profondeur maximale du lac). Les faibles valeurs de conductivité comprises entre 305 et 452 $\mu\text{s}/\text{cm}$, sont à rattacher à l'abondance de la végétation aquatique plus tôt qu'à l'effet de la dilution comme cela a été expliqué par ABBA et all. [12]. La destratification du lac, en début de l'étude, est due à la densité des masses d'eau froides en surface qui coulent en profondeur créant une colonne d'eau homogène, c'est donc la période de l'homothermie (Figure 2). Cependant, ce phénomène persiste jusqu'à la fin de l'étude où les températures de l'eau avoisinent les 20°C.

Ce mélange est provoqué par les vents dont l'énergie cinétique est fréquemment suffisante pour entraîner un brassage complet d'une colonne d'eau de hauteur aussi faible (maximum 5m).

Tableau 1 : Valeurs moyennes des paramètres physicochimiques mesurés aux profondeurs, 0m, 1m, 2m et 4m.

paramètres	profondeurs			
	0m	1m	2m	4m
Température	18,3	18,1	1,1	16,8
Conductivité (µs/cm)	358,2	357,6	363,4	350,3
pH	8,7	8,8	8,7	8,7
O2 dissous (mg/L)	7,79	7,50	7,14	7,14
NH4 (mg/L)	0,018	0,027	0,019	0,016
NO3 (mg/L)	0,020	0,027	0,026	0,020
PO4 (mg/L)	0,015	0,015	0,007	0,008
C. inorg.(mg/L)	6,3	6,0	6,4	6,0
Chl-a (µg/L)	1,8	2,2	2,4	3,5
Densité algale (x10 ⁴ cellules/L)	2,0	1,9	2,7	2,4
Biomasse - algale (mg/L)	33,8	29,8	45,9	36,5

Comme l'ont remarqué ABBA et al. [2] lors d'une étude précédente menée sur le même lac, les eaux ont des pH alcalin dont les valeurs sont largement supérieures à la neutralité (de 7,7 à 9,5) et sont bien oxygénées jusqu'au fond (**Tableau 1**). En effet, les teneurs en oxygène dissous ont varié de 3,5 à 10,4 mg/L, les faibles teneurs obtenues à la sortie 1 (M1) étant exceptionnelles (**Figure 2**). Les sels nutritifs l'azote et le phosphore, considérés comme des indicateurs de pollution, dans l'eau brute sont présents à des concentrations très faibles (**Tableau 1 et Figure 2**), ceci montre qu'il n'y a pas de trace de pollution inquiétante dans le milieu. ABBA et al. [12] sont arrivés à la même conclusion au cours de leur campagne de prélèvements en 2005 dans ce même lac. Les teneurs en ces éléments seraient davantage plus faibles si nos analyses portaient sur de l'eau filtrée sur membrane filtrante de porosité 0,45 µm.

En effet, une bonne partie d'éléments nutritifs est contenue dans la fraction particulaire et notamment dans le compartiment cellulaire du phytoplancton et bactérienne constituant leur quota intracellulaire. Pour certains auteurs [18], des teneurs en azote et en phosphore de l'ordre de 0,2 et 0,02 mg/L respectivement, affectent au lac un caractère hyper-eutrophe. Cependant, notre milieu aux eaux transparentes ne présente aucun signe d'eutrophisation. Cette confirmation est appuyée par les faibles densités et biomasses de la communauté phytoplanctonique et les teneurs en chlorophylle a (**Tableau 1 et Figure 2**).

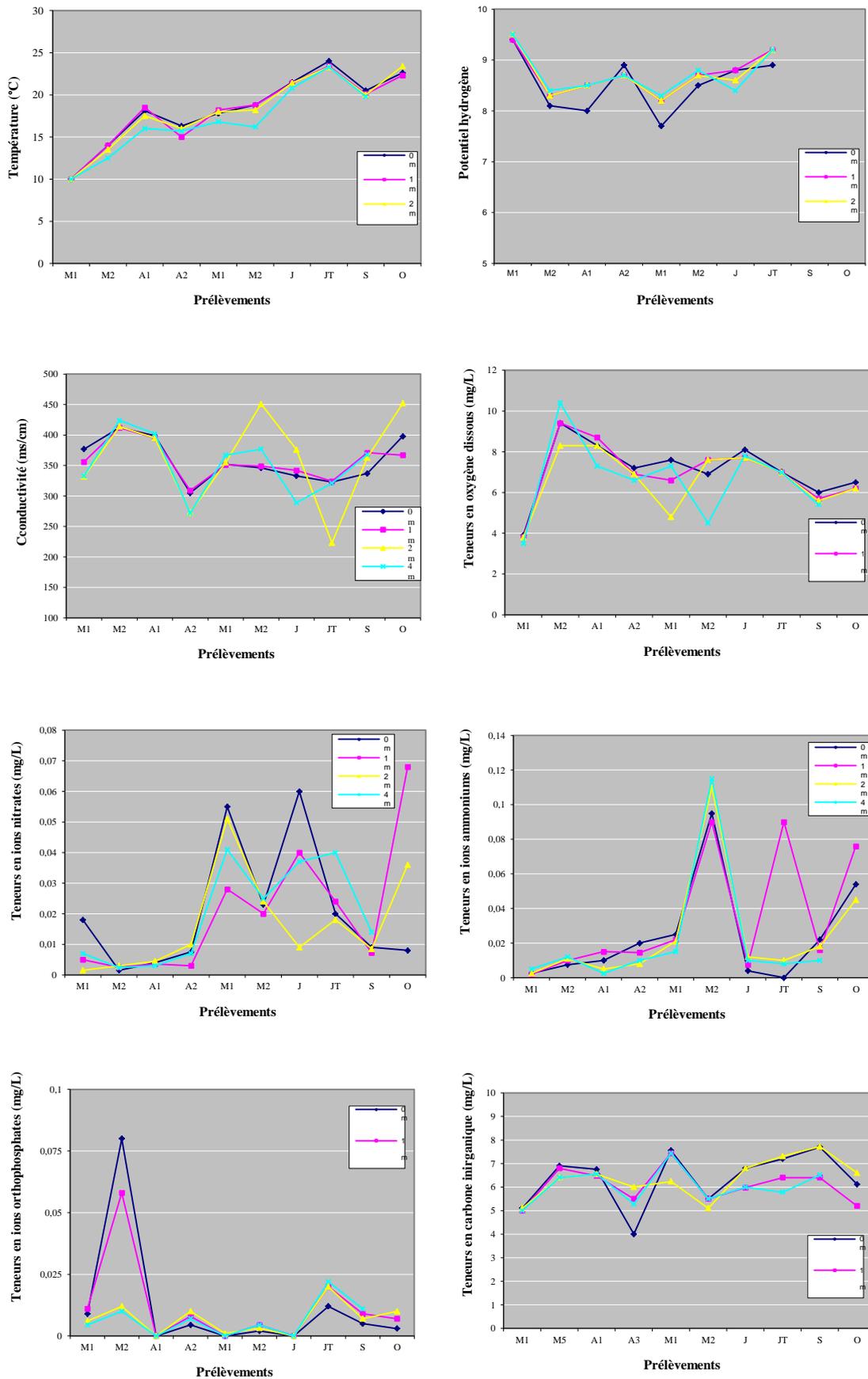


Figure 2 : Variations spatiotemporelles des paramètres physicochimiques des eaux du lac Dayet Aoua.

En effet, la densité phytoplanctonique a varié de $0,31 \times 10^4$ cellules/L en début de l'étude à 0m à $5,95 \times 10^4$ cellules/L vers la fin de l'étude aux profondeurs 2m (Figure 3). La densité moyenne sur l'ensemble des prélèvements et toutes profondeurs confondues est de $2,26 \times 10^4$ cellules/L, ($\sigma = 1,31 \times 10^4$ cellules/L). Les densités les plus élevées sont à rattacher d'une part à la Cryptophycée *Cryptomonas smarsonii* puis à la Zygothécée *Gonatozygon sp.*, cettedernière est apparue pendant le mois de mai et nous a accompagné jusqu'à la fin de l'étude. A la différence des paramètres physicochimiques qui sont généralement homogènes sur l'ensemble de la colonne d'eau, les variations de la densité phytoplanctonique en fonction de la profondeur sont fluctuantes d'un prélèvement à un autre et ne présentent aucune tendance bien définie (Figure 3).

Cette communauté phytoplanctonique est composée de Cryptophycées dont *Cryptomonas marsonii* et *Chroomonas minuta*. Les Chlorophycées sont représentées par *Oocystis lacustris*, *O. solitaria*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Scenedesmus falcatus*, *Scenedesmus sp.* *Sphaerocystis schroeteri*, *crucigenia rectangularis*. Les Zygothécées sont représentées par *Gonatozygon s*, *Cosmarium ralfisii*, *Closterium venus* et *Cosmarium sp.* En fin, les cyanophycées sont représentées par *Oscillatoriasp.* *Anabaena macrospora*, *spirulina sp.*, et d'autres cyanobactéries non déterminées en raison de leur petite taille. Par ailleurs, nous avons remarqué une absence quasi totale des représentants de la classe des Diatomophycées dont beaucoup d'espèces sont omniprésentes. L'absence de diatomées a été rapporté dans une étude sur des échantillons prélevés à la surface de tourbières ombrotrophes [19], ce qui peut s'expliquer par des concentrations en silice extrêmement faibles [20]

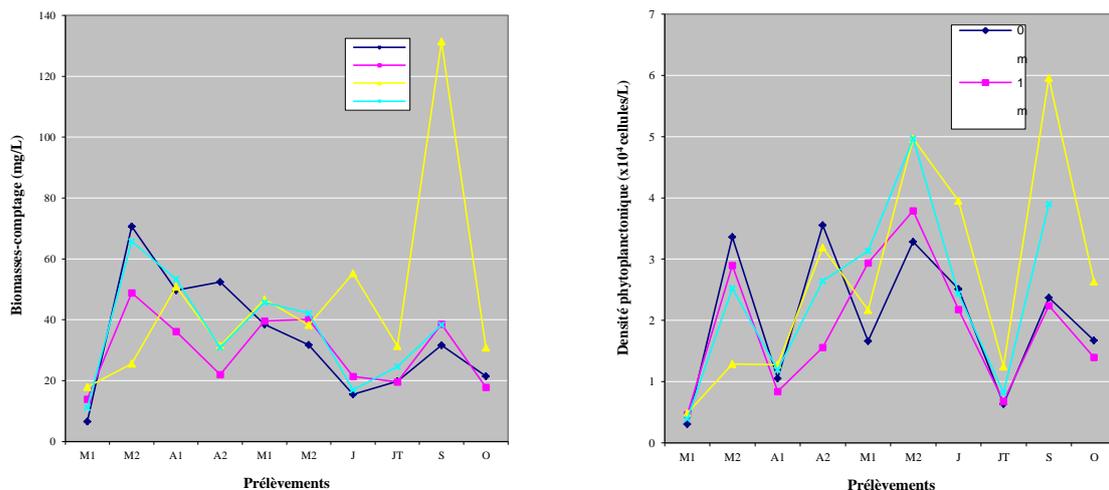


Figure 3 : Variations spatiotemporelles des densités et des biomasses phytoplanctoniques au niveau du point le plus profond du lac DayetAoua.

Si les densités phytoplanctoniques sont remarquablement très faibles, notre attention a été attirée par la flore macrophytique qui montre un caractère prolifératif. Cette communauté constitue la fraction végétale dominante du lac dont certaines espèces dépassent 4m de hauteur. Ce peuplement présente, selon notre estimation visuelle, un pourcentage de recouvrement largement supérieur à 50% et il est composé de *Nasturtium sp.* (Brassicaceae), *Myriophyllum spicatum*, *M. alterniflorum* (Haloragaceae), *Utriculariasp.* (Lentibulariaceae), *Polygonum amphibium* (Polygonaceae). Ces espèces sont accompagnées de *Carex sp.* (Cyperaceae), *Elodea* (Hydrocharitaceae), *Potamogeton sp.* (Potamogetonaceae), *Typha sp.* (Typhaceae), *Chara sp.* (Characeae), *Phragmites communis* (Poaceae), *Scirpus lacustris* et de *Juncus bufonius*.

L'examen des teneurs en éléments nutritifs et de la charge en éléments minéraux en général à l'entrée et à la sortie du lac (**Tableau. 2**) laisse penser que notre milieu a un caractère épurateur ou encore à effet « tampon ». En effet, les teneurs en nitrates sont plus élevées à l'entrée (0,13 mg/L) par rapport à celles obtenues au niveau de la sortie du lac (0,024 mg/L) (**Tableau. 2**). Cette réduction serait liée à la présence massive des végétaux aquatiques puisque l'azote sous forme nitrate est préférentiellement assimilé par les macrophytes, alors que les algues en général, assimilent préférentiellement la forme ammoniacale [21]. La même tendance a été remarquée pour les valeurs de conductivité qui sont passées de 623 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à l'entrée à 356 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à la sortie du lac et qui reflètent une diminution de la charge ionique de l'eau résultant de l'assimilation des éléments minéraux par les organismes vivants y compris les macrophytes. Il serait possible, après sélection d'entrevoir la possibilité de cultiver des plantes aquatiques sur un plan d'eau donné subissant une pollution continue en composés azotés et phosphorés comme cela a été avancé par MARIN [22]. Cette capacité d'épuration de ces plantes peut être exploitée dans le traitement des eaux usées. Ce procédé d'épuration est sans apport d'énergie et sans production de boues.

Tableau 2 : Valeurs moyennes des paramètres physicochimiques mesurés à l'entrée, à la sortie et au point central du lac.

Paramètres	Entrée du lac	Sortie du lac	Centre du lac
Température ($^{\circ}\text{C}$)	14,3	17,8	16,6
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{Cm}$)	623,0	356,0	356,5
pH	8,2	8,2	8,8
O ₂ dissous (mg/L)	10,0	7,4	7,4
NH ₄ (mg /L)	0,025	0,020	0,020
NO ₃ (mg/L)	0,130	0,024	0,024
PO ₄ (mg/L)	0,006	0,011	0,011
C. inorg. (mg/L)	7,80	7,55	6,20

Beaucoup de travaux ont démontré le rôle fonctionnel et épurateur des macrophytes dans les hydrosystèmes et leur utilisation comme indicateurs de la qualité des milieux aquatiques. De plus, beaucoup de plantes testées ont fait preuve de leur capacité d'accumuler des métaux toxiques. C'est le cas de *Polygonum hydropiperoides* qui présente la capacité d'accumuler le cuivre [23] et des deux espèces du genre *Lemna*, *L. minor* et *L. gibba* qui ont montré aussi la propriété d'accumulation de métaux lourds en particulier le Cr et le Cu [24]. Ces dernières ont des capacités d'accumulation qui sont nettement supérieures à celles de *Polygonum hydropiperoides*, *Thypha* et *Spartina spp.* [25,26].

4. Conclusion

Notre contribution vient confirmer l'état oligotrophe du lac Dayet Aoua, comme il a été annoncé par ABBA et al. [2], lors d'une campagne de prélèvements effectuée en 2005. Cette situation peut ne pas durer très longtemps, si des mesures de protection ne sont pas prises. En effet, si l'effet épurateur des macrophytes dans cet écosystème paraît évident, la dégradation et la décomposition de la matière organique résultant de cette biomasse végétale peut accélérer le processus d'altération du milieu et le conduire vers un état de trophie non souhaitable.

Par conséquent, des campagnes de nettoyage par élimination de ces végétaux qui ont un caractère envahissant, sans pour autant tendre vers une extermination systématique de ces plantes à cause de leurs propriétés dépolluantes sont nécessaires afin de conserver au lac son esthétique, sa salubrité et garantir la longévité de son état actuel.

Références

- [1] - L. CHILLASSE, M. DAKKI and M. ABBASSI "Les lacs naturels du Moyen Atlas, Zone d'intérêt majeur pour la conservation de la biodiversité" Proceeding of First International Conference in biodiversity and Naturel Ressources Preservation, School of Science et Engineering, Al Akhayan University, Ifrane , Morocco , May (1999) 13-14.
- [2] - E. ABBA, H. NASSALI, M. BENABID, R. EL AYADI and H. EL IBAOUI "Contribution a l'étude physicochimique de l'écosystème lacustre Dayet Aoua au Maroc". *Afrique SCIENCE* 04(2) (2008) 306- 317.
- [3] - OFEV Office fédéral de l'environnement "Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau - *Macrophytes: Instructions pour le prélèvement d'échantillons*". (2009) 1-60.
- [4] - B. GOPAL "Water Hyacinth". ELSEVIER, Amsterdam, Holland. 1987 471 p.
- [5] - R. LABRADA. and L. FORNASARI "Management of problematic aquatic weeds in Africa" FAO efforts and achievements during the period of 1999-2001. Rome, (2003) 28 p.
- [6] - H. A. PIETERSE and J. K. MURPHY "Aquatic Weeds: The Ecology and Management of Nuisance Aquatic Vegetation". Oxford University Press, New York. editors (1990).
- [7] - A.M. MAILU "Preliminary assessment of the social, economic and environmental impacts of water hyacinth in the Lake Victoriabasin and the status of control" Biological and Integrated Control of Water Hyacinth, *Eichhorniacrassipes*. ACIAR Proceedings No 102(2001) 130-133.
- [8] - W.F. MASIFWA, T. TWONGO and P. DENNY "The impact of water hyacinth, *Eichhorniacrassipes* (Mart). Solms on the abundance and diversity of aquatic macroinvertebrates along the shores of northern Lake Victoria, Uganda" *Hydrobiol.*, 452 (2001) 79-88.
- [9] - D.SIMBERLOFF "Impacts of introduced species in the United States" *Consequences*, 2(1996) 8-21.
- [10] - T. TWONGO "Growing impact of water hyacinth on nearshore environments on Lakes Victoria and Kyoga (East Africa)" Dans : *The Limnology, Climatology, and Paleoclimatology of the East African Lakes*. JOHNSON T.C. et E.O. ODADA (éditeurs). Gordon and Breach Publishers, Amsterdam, The Netherlands, (1996) 633-642.
- [11] - L. CHILLASSE, M. DAKKI and M. ABBASSI "Valeurs et Fonctions écologiques des zones humides du Moyen Atlas (Maroc)" *Humedales Mediterraneos*, édition SEHUMED, Valencia (España) ISSN 1137-7755, (2001) 139-146.
- [12] - E. ABBA, H. NASSALI, M. BENABID, H. EL IBAOUI and L. CHILLASSE "Approché physicochimique des eaux du lac dayet Aoua (Maroc)" *J. appl. Biosc.* 58 (2012) 4262 - 4270.
- [13] - J. RODIER "L'analyse de l'eau" 8^e édition, Dunod, Paris (1996).
- [14] - H. UTERMÖHL "Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Method. Int." *Ver. theor. angew. Limnol.*, 9 (1958) 1-39.
- [15] - L. LEGENRDE and W. D. WATT "One a rapid technique for plankton enumeration" *Annales de l'Institut Océanographique*, 58 (1971 , 1972) 173-177.
- [16] - G. MILLERIOUX "Contribution à l'étude du lac d'Ayda (Puy de Dome). Thèse doctorat 3^{ème} cycle. Univ. Clermont II, (1976) 107pp.
- [17] - S.C.O.R.- U.N.E.S.C.O. Working Group.17 "Determination of photosynthetic pigments in sea water". In : *Monographs on Oceanogr. methodology 1.2nd* (ed.) Paris, (1966) 9-18.

- [18] - M.SADANI, N.OUAZZANI, L. MANDI "Impact de la sécheresse sur l'évolution de la qualité des eaux du lac Mansour Eddahbi (Ouarzazate, Maroc) = The effect of dryness on water quality of lake Mansour Eddahbi (Ouarzazate, Morocc)". *Revue des sciences de l'eau* vol. 17, n°1, pp. 69-90 [22 page(s) (article)] 1 (2004) 1- 4.
- [19] - R. PIENITZ, J.P. SMOL and H.J.B. BIRKS " Assessment of freshwater diatom as quantitative indicators of past climatic change in the Yukon and Northwest Territories, Canada; *J. Paleolimnol.* 13 (1995) 21 - 49.
- [20] - S. Payette and L. Rochefort "Ecologie des tourbières du Québec" - Labrador. Ste-Foy, Québec: les Presses de l'Université Laval(2001).
- [21] - T. BERMAN, B.F.SHERR, E. SHERR, D. WHYNNIE and J.J. MC CARTHY "The characteristics of ammonium and nitrate uptake by phytoplankton in Lake Kinneret" *Limnol. Oceanogr.* 29 (1984) 287 - 297.
- [22] - M. MARIN "Système d'aquaculture appliqué au traitement des eaux usées pour les petites municipalités" *Sci. Tech. Eau*, 5 (1993) 33-40.
- [23] - J.H. QIAN, A. ZAYED, Y.L. ZHU, M. YU. and N.TERRY "Phytoaccumulation of trace elements by wetland plants:III. Uptake and accumulation of ten trace elements by twelve plant species" *J. Environ. Qual.*, 28(1999) 1448-1455.
- [24] - M. ATER, N. AÏT ALI and H. KASMI "Tolérance et accumulation du cuivre et du chrome chez deux espèces de lentilles d'eau : Lemnaminor L. et Lemnagibba L." *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, vol. 19, n° 1 (2006) p. 57-67
- [25] - J.J.ALBERTS, M.T.PRICE and M.KANIA "Metal concentrations in tissues of *Spartina alterniflora* (Loisel.) and sediments of Georgia salt marshes". *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 30 (1990) 47-58.
- [26] - G.J.TAYLOR and A.A.CROWDER "Uptake and accumulation of heavy metals by *Typhalatifolia* in wetlands of Sudbury, Ontario region" *Can. J. Botany*, 61 (1983) 63-73.