



## **Contribution a l'étude physicochimique de l'écosystème lacustre Dayet Aoua au Maroc**

**E. ABBA<sup>1\*</sup>, H. NASSALI<sup>2</sup>, M. BENABID<sup>3</sup>, R. EL AYADI<sup>1</sup> et H. EL IBAOUI<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Laboratoire de biodiversité et des ressources naturelles, Département de Biologie,  
Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, B.P. 133, Kénitra 14000 – Maroc.*

*<sup>2</sup>Laboratoire d'Electrochimie et des Etudes de Corrosion et d'Environnement,  
Département de Chimie, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, B.P. 133, Kénitra  
14000 – Maroc.*

*<sup>3</sup>Centre National d'Hydrobiologie et de Pisciculture B.P.11 – Azrou*

---

\* Correspondance, courriel : [abbaelhassan@hotmail.com](mailto:abbaelhassan@hotmail.com)

### **Résumé**

L'étude consiste à la détermination de la qualité physicochimique des eaux du lac Dayet Aoua situé dans le Moyen Atlas au Maroc juste après son dernier dessèchement survenu en été 2002. Les résultats d'analyse obtenus au cours de la période d'étude comprise entre février et juillet 2005, montrent que les eaux du lac sont bicarbonatées calciques et magnésiennes, dures à très dures. La dureté dépend essentiellement des ions magnésium. Les analyses des formes azotées et des orthophosphates des eaux du lac donnent des valeurs très faibles, et ne décèlent aucune sorte de pollution de type organique pouvant engendrer son eutrophisation, ce qui permet de le classer actuellement parmi les lacs oligotrophes.

**Mots-clés** : *lac, physico-chimie, pollution organique, oligotrophe.*

### **Abstract**

#### **CONTRIBUTION TO THE PHYSICO-CHEMICAL STUDY OF LAKE ECOSYSTEM DAYET AOUA MOROCCO**

The study consist of the determination of physicochemical quality of Dayet Aoua lake waters, which is situated in the Middle Atlas in Morocco; just after the lake's drouth that took place in Summer, 2002. The results of the analyses obtained during the period of study between February and July, 2005 show that the lake waters are bicarbonated, calcic and magnesian, hard to very hard. The analysis of nitrogenous forms and orthophosphates leads to very weak values and it is deprived of any type of organic

pollution that can cause lake eutrophication. That allows us to classify it as one of oligotrophic lakes.

**Keywords :** *Lake, physico-chemical, organic pollution, oligotrophic.*

## **1. Introduction**

Le lac Dayet Aoua fait partie des zones humides les plus importantes du Moyen Atlas au Maroc par son rôle écologique [1,2] et socioéconomique. A noter que le lac est exploité depuis longtemps dans le domaine de pisciculture en tant que réservoir des géniteurs de cyprinidés.

Malgré que le dessèchement du lac pourrait constituer une phase très importante de sa dynamique du fait de la minéralisation de la matière organique et de l'instauration d'un vide sanitaire qui favorise l'aération de la vase et limite la prolifération d'organismes indésirables comme les parasites ou les virus [3-5], l'état de l'écosystème devient de plus en plus préoccupant du fait que cette dernière décennie, et pour des causes diverses, la zone humide en question a subi des dessèchements dont la fréquence ne cesse d'augmenter. La compréhension du fonctionnement d'un tel écosystème nécessite plusieurs études dont l'une est la détermination de la qualité physicochimique des eaux du lac juste après son dernier dessèchement de 2002 [6]. De même, cette étude permettra de mettre en évidence l'impact des populations riveraines sur le milieu aquatique qui est le plus souvent négatif.

## **2. Matériel et méthodes**

### **2-1. situation géographique du lac Dayet Aoua**

Le lac d'eau Dayet Aoua, est situé dans la partie ouest du Moyen Atlas. Ses coordonnées sont 32°58'N et 05°27'W.

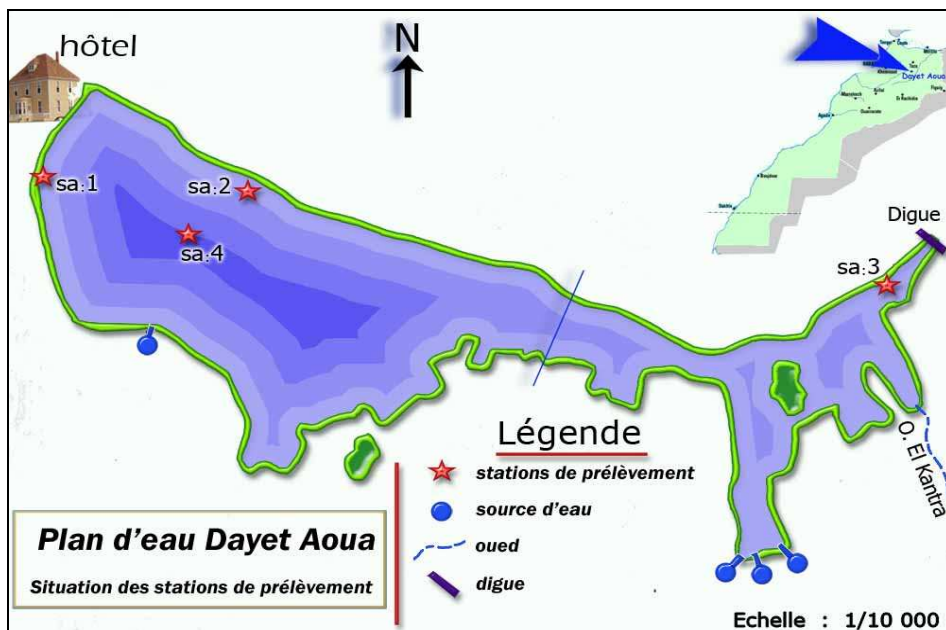


Figure 1 : Localisation du site d'étude et des stations d'échantillonnage

## 2-2. Choix des stations d'échantillonnage

Le choix des stations d'échantillonnage a été fait d'une façon à maximiser la diversité des données concernant la qualité physicochimique de l'eau du lac Dayet Aoua. Pour cela, deux types de stations ont été choisies : les stations des berges : SA1, SA2, et SA3 et la station du milieu du lac SA4 (*Figure 1*).

## 2-3. Echantillonnage

L'échantillonnage de l'eau a été fait au cours de la période février -juillet 2005.les prélèvements sont effectués d'une façon instantanée entre 9h30 mn et 11h du matin avec une fréquence mensuelle. Quelques paramètres sont mesurés in situ (conductivité, température, oxygène dissout et pH) par des appareils de mesure portatifs. Des échantillons de l'eau sont ramenés au laboratoire pour d'autres analyses (alcalinité, duretés, chlorures, orthophosphates, sulfates, formes azotées, potassium, sodium) effectuées par des méthodes homologuées [7].

### 3. Résultats et discussion

#### 3-1. Variation spatio-temporelle des paramètres étudiés

La variation spatiotemporelle des teneurs minimales, moyennes et maximales des différents paramètres physicochimiques des eaux du lac Dayet Aoua est représentée sur la **Figure 2**. Les résultats obtenus permettent de noter que:

-La température des eaux du lac suit les températures ambiantes. Les températures minimales sont enregistrées en février et les températures maximales en juillet. Au niveau de toutes les stations, la moyenne des températures ne montre pas de différence notable et varie entre 20°C pour SA3 et 23°C pour SA2.

-Le pH des eaux du lac est légèrement alcalin. Les valeurs moyennes sont comprises entre 8.5 et 9 au niveau des différentes stations, ces valeurs de pH constituent une valeur du critère de la protection de la vie aquatique [8 in 9]. Les valeurs minimales sont enregistrées au cours du mois de février où les conditions climatiques ne sont pas favorables pour la photosynthèse. Par contre les valeurs maximales sont enregistrées pendant le mois de juillet.

-Les valeurs de la conductivité électrique sont identiques au niveau de SA1 et SA2. Elles sont moins importantes que celles des stations SA3 et SA4. Ces résultats s'expliquent par la forte dilution des eaux pendant le mois de juin suite aux orages et aux grêles. Les valeurs minimales enregistrées à la station SA3 et SA4 ont été obtenues au cours du mois de février. De même, ces faibles valeurs de la conductivité surtout au niveau de la station SA1 témoignent de non déversement des eaux usées de l'hôtel situé à côté de cette station, car les eaux usées en général sont caractérisées par des concentrations très élevées des éléments dissous qui augmentent la conductivité électriques. A noter que les valeurs moyennes de la conductivité électrique sont comprises entre 310µS/cm au niveau de SA1 et 340 310µS/cm au niveau de SA3.

-La concentration minimale de l'oxygène dissous est au dessous de 2mg/L au niveau de toutes les stations. Malgré cette hypoxie enregistrée pendant le mois de février, aucune anomalie n'a été constatée vis-à-vis de la faune piscicole caractérisée par des cyprinidés. Les valeurs maximales sont enregistrées pendant les périodes favorables à la photosynthèse. La légère moyenne élevée pour SA2 est due au brassage de l'eau par le vent qui caractérise cette station.

-Les formes azotées sont légèrement importantes au niveau de SA3 à l'exception de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> élevée au niveau de SA1. Ceci s'explique par la biodégradation favorisée par le faible volume d'eau de SA3 qui permet les échanges avec l'atmosphère. L'azote nitreux qui est une forme intermédiaire présente des faibles concentrations. Par contre, la forme nitrique présente des valeurs maximales. Ces résultats témoignent de la décomposition

aérobique de la matière organique (Nitrification). D'une façon générale, les concentrations des formes azotées des eaux du lac sont très basses et ne témoignent d'aucune pollution azotée.

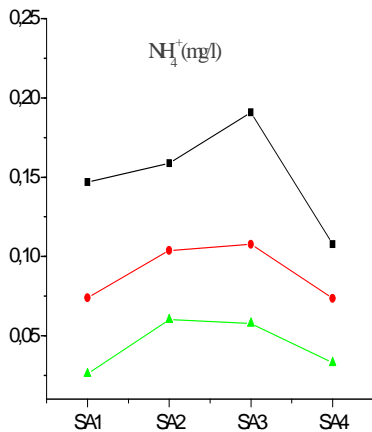
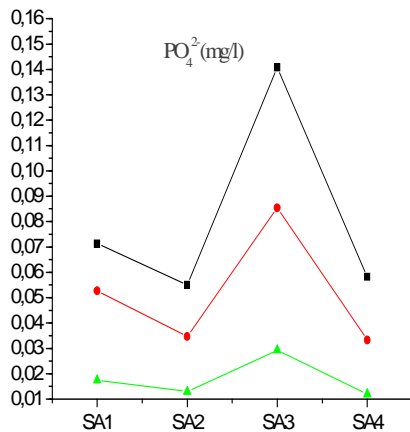
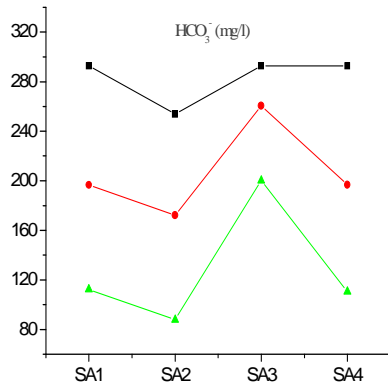
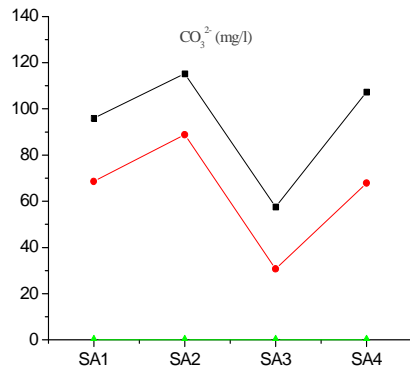
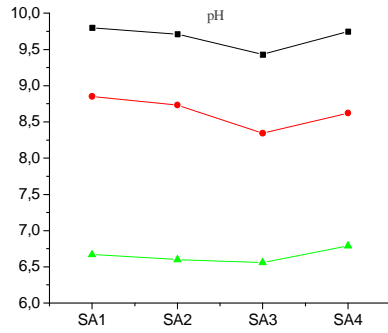
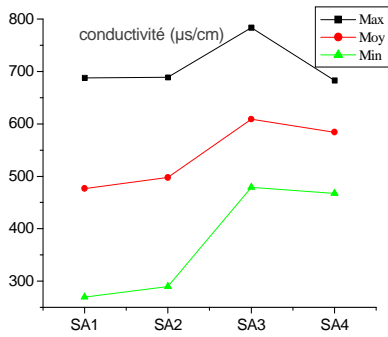
-les concentrations des orthophosphates sont très faibles au niveau de toutes les stations et présentent les mêmes écarts, à l'exception de la SA3 qui montre des valeurs remarquables. Les teneurs enregistrées à la station SA3 sont dues aux produits de lessive (au voisinage de SA3, une zone aménagée est utilisée par les riverains). Et comme le phosphore est considéré comme élément nutritif principale de développement du phytoplancton et par conséquent des chaînes trophiques [7] il a été constaté à ce niveau un développement excessif du phytoplancton pendant le mois de mai ce qui témoigne de l'enrichissement en orthophosphates [10]. Cet enrichissement est favorisé également par la faible couche d'eau au niveau de cette station pendant la même période.

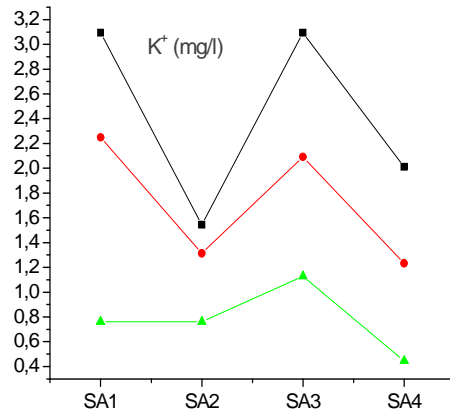
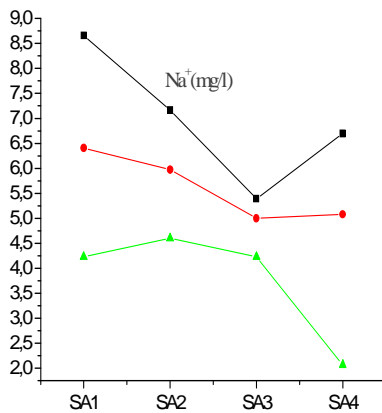
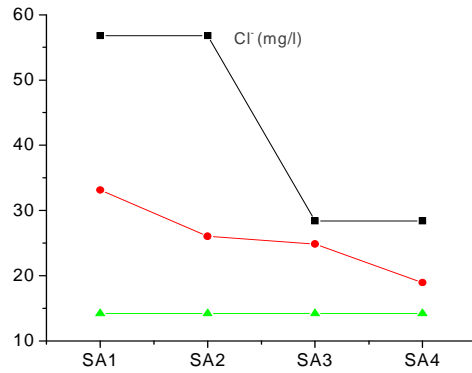
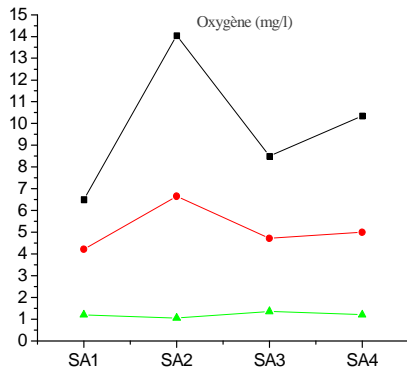
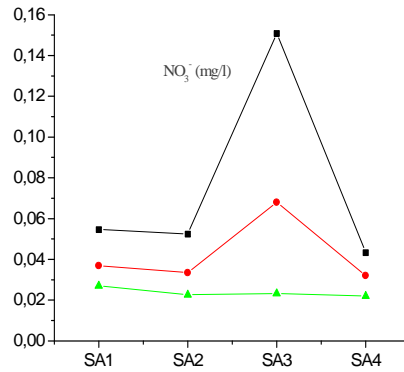
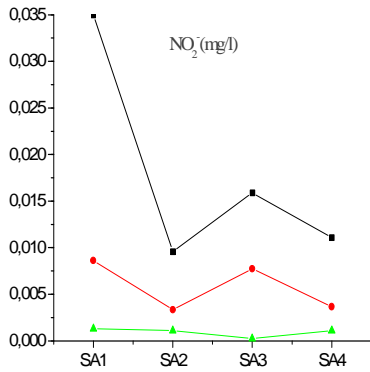
-Les concentrations des sulfates des eaux du lac sont faibles. Ceci témoigne de l'absence des évaporites dans la région. Toutes les stations présentent les mêmes moyennes. La faible valeur des concentrations maximales enregistrée au niveau de la station SA3 est due à son assèchement en juin et juillet. Les maximums enregistrés sont dus soit au lessivage par les précipitations du mois de juin, soit à l'évaporation importante au cours de cette même période.

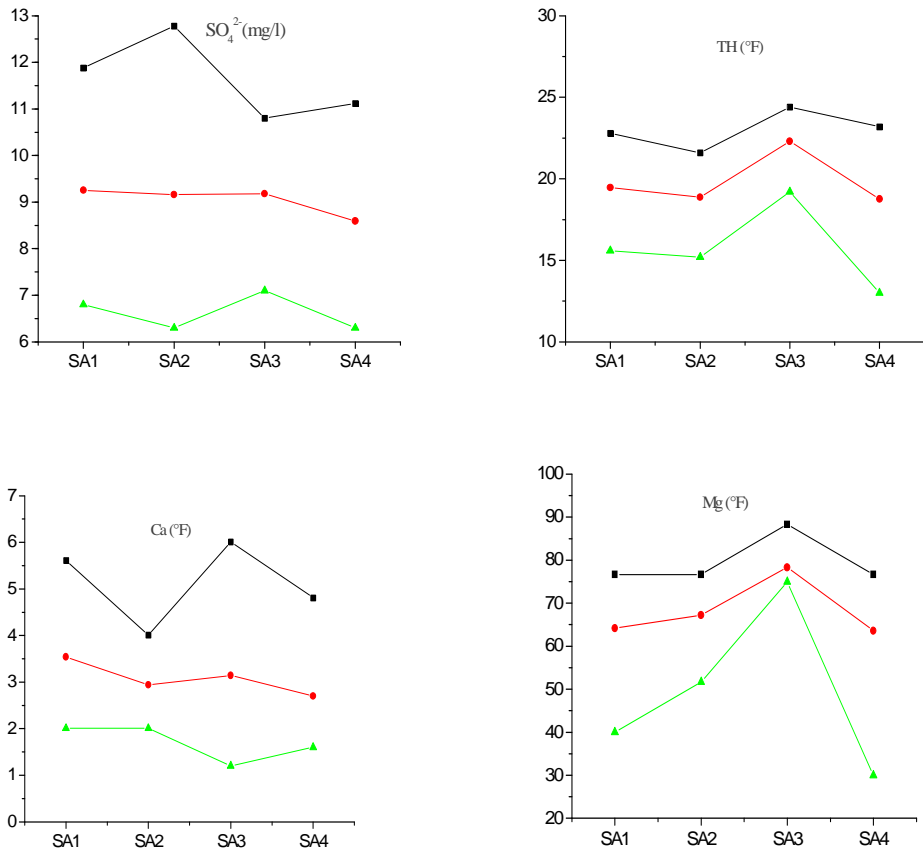
-les concentrations moyennes des chlorures sont comprises entre 18 mg/L (SA4) et 33 mg/L (SA1). La faible concentration moyenne au niveau de SA4 s'explique par le phénomène de dilution car c'est à ce niveau où le volume d'eau est maximal. La concentration maximale est observée au niveau de SA1 et SA2 pendant le mois de juin. Cette élévation peut être due au lessivage provoqué par les orages du mois de juin, et la contribution des urines des animaux. Comme pour les chlorures, les concentrations du potassium et de sodium sont importantes au niveau de SA1. Par contre, les faibles concentrations sont enregistrées au niveau de SA4 à cause de la dilution importante.

-les carbonates et les hydrogénocarbonates évoluent en fonction du pH de l'eau qui est lui même en fonction de l'activité photosynthétique [11]. Les valeurs les plus remarquables sont celles de SA3. Elles sont influencées par l'absence des données des mois de juin et de juillet où l'activité photosynthétique pourra faire diminuer la moyenne des hydrogénocarbonates et augmenter celle des carbonates.

-À l'exception d'une légère hausse au niveau de la SA3 (absence de dilution de mois de juin), la dureté totale montre une certaine homogénéité des eaux du lac et les classe parmi les eaux dures à très dure [7]. La dureté des eaux du lac est due principalement aux ions magnésium car la nature lithologique de la région est dolomitique [12, 13], ce qui donne un faciès de nature bicarbonatée calcique et magnésien [14, 15].







**Figure 2 :** Variation spatio-temporelle des paramètres étudiés au niveau du lac Dayet Aoua

### 3-2.Variation verticale des paramètres

La variation verticale des paramètres physicochimiques mesurés à la station SA4 est représentée sur la **Figures 3**-. Les résultats obtenus montrent que:

- Les valeurs moyennes de la température sont les mêmes malgré la légère différence de température entre la surface et la profondeur.
- Les teneurs moyennes en oxygène sont presque les mêmes. Les valeurs maximales importantes en surface et en profondeur sont dues à la photosynthèse importante à ces niveaux.



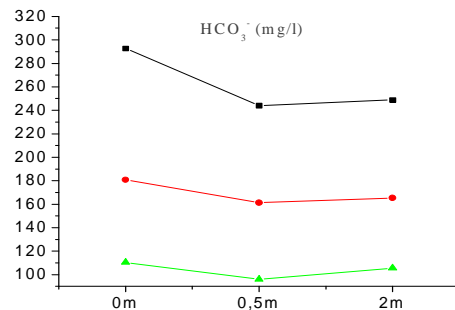
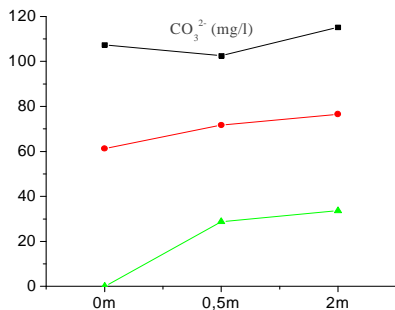
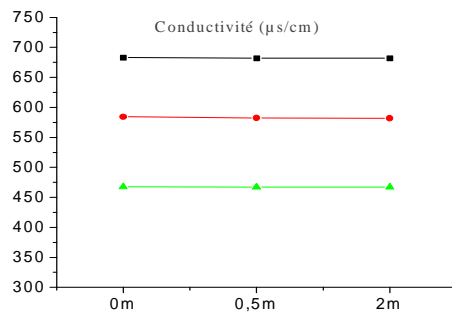
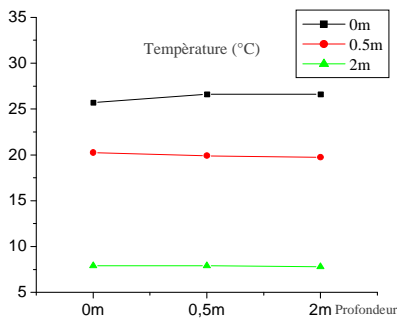
-la conductivité des eaux en fonction de la profondeur est presque la même ce qui montre l'homogénéité des eaux du milieu, à l'exception du mois de juin où la conductivité est basse en surface à cause des précipitations.

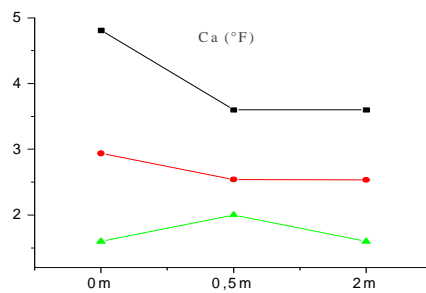
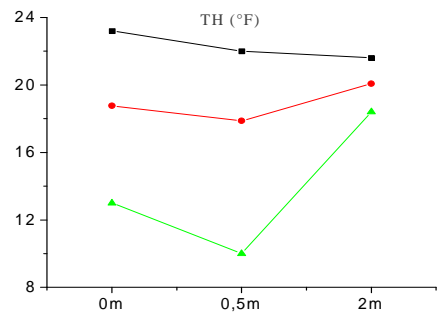
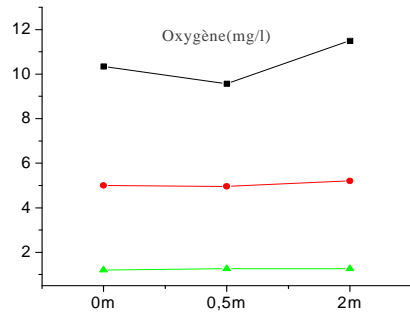
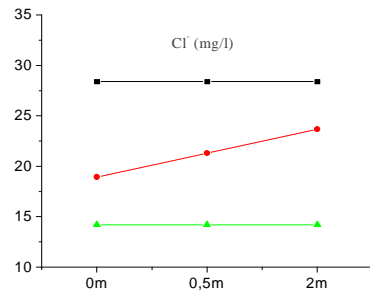
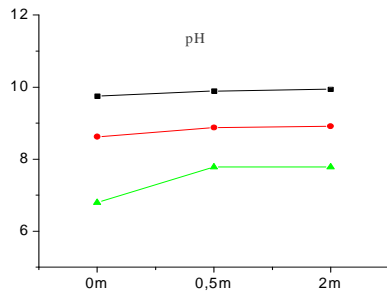
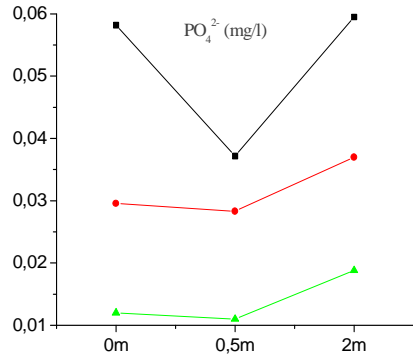
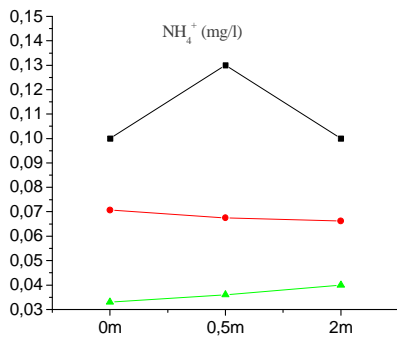
-Les carbonates et les hydrogencarbonates sont en relation étroites avec le pH, lui même en relation avec les activités biologiques (photosynthèse et respiration) surtout en surface et à 2m de profondeur où les valeurs sont presque les mêmes, par rapport à la profondeur 0.5m où les phénomènes biologiques sont moindres.

-Les concentrations des orthophosphates, sont importantes en surface et à 2m de profondeur car les décompositions de la matière organique à ces niveaux sont importantes.

-La concentration moyenne des nitrates est la même à toutes les profondeurs .Ceci témoigne d'une bonne oxygénation du milieu. La concentration de l'azote ammoniacale et de l'azote nitreux présente quelque faible variation selon les activités biologiques à différentes profondeurs.-La dureté totale étroitement liée au magnésium est légèrement importante en profondeur. Ceci peut être dû à la décomposition de la matière organique mais principalement au phénomène de dilution important en surface.

-les valeurs moyennes du potassium et de sodium présentent les mêmes allures. Les concentrations légèrement importantes en surface et en profondeur peuvent avoir comme origine les décompositions de la matière organique. Pour ce qui est des chlorures, la concentration moyenne augmente avec la profondeur. Ceci peut être dû aux dilutions importantes des eaux de surface. Contrairement aux sulfates la concentration moyenne est la même à toutes les profondeurs.





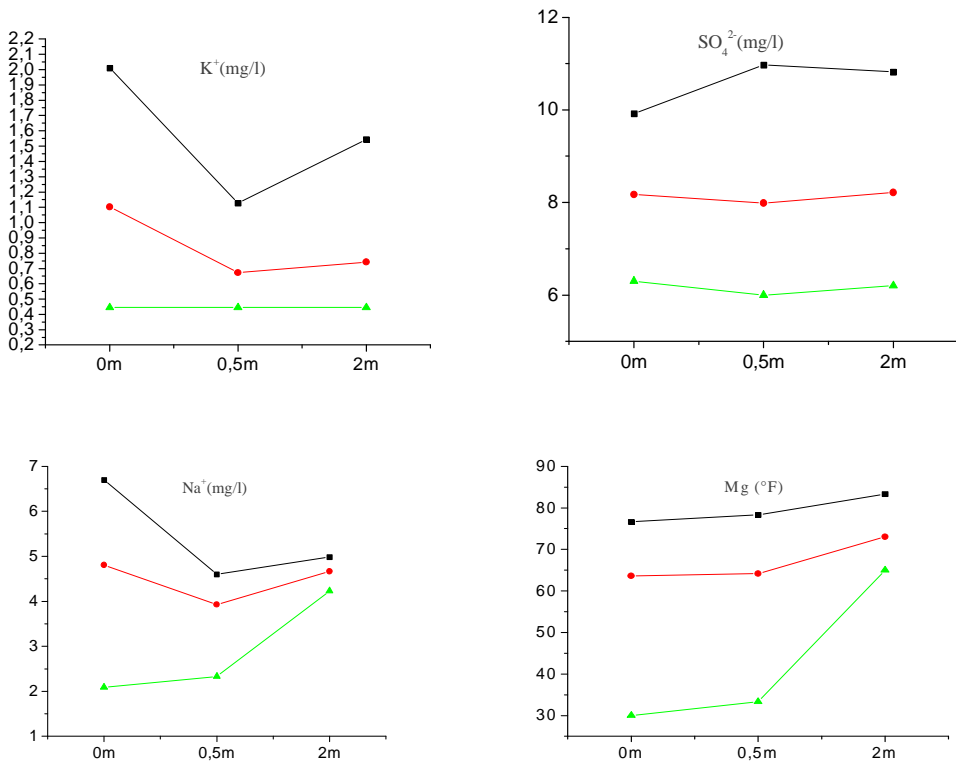


Figure 3 :.Variation verticale des paramètres étudiés au niveau du lac Dayet Aoua

#### 4. Conclusion

Dans le but de la détermination de la qualité physicochimique des eaux du lac Dayet Aoua juste après son rétablissement survenu entre 2003 et 2004. Une étude physicochimique a été menée sur les eaux de surface ainsi que sur une colonne d'eau jusqu'à 2 m de profondeur entre le mois de février et juillet 2005. Les résultats obtenus pour les indicateurs de la pollution organique sont très faibles et ne montrent pas de différence entre les différents points d'échantillonnage à l'exception de la station SA3 où les valeurs des orthophosphates sont légèrement importantes, cette faible augmentation peut être évitée par l'aménagement d'une zone un peu lointaine du lac pour être utilisée par les riverains afin d'éviter les apports de la lessive. Les concentrations des éléments majeurs indicateurs du faciès hydro chimique montrent que les eaux sont homogènes et présentent un même faciès qui reflète la nature géologique de la région au niveau de toutes les stations. D'une façon générale, le lac Dayet Aoua actuellement a subi un rajeunissement et peut être classé parmi les lacs oligotrophes.

## **Références**

- [1] - L. Chillasse, M. Dakki, M. Abbassi. Les lacs naturels du Moyen Atlas, Zone d'intérêt majeur pour la conservation de la biodiversité, *Proceeding of First International Conference on biodiversity and Naturel Ressources Preservation, School of Science and Engineering, Al Akhayan University, Ifrane, Morocco, May 13-14 (1999).*
- [2] - L. Chillasse, M. Dakki, M. Abbassi. Valeurs et Fonctions écologiques des zones humides du Moyen Atlas (Maroc). *Humedales Mediterraneos, édition SEHUMED, Valencia (España) ISSN 1137-7755, 139-146 (2001).*
- [3] - H. Le Louarn. et A. Neveu. Les étangs et les ressources en eau- Evolution et gestion de la qualité des écosystèmes aquatiques- INRA p151-168 (2001), In [5] A. Trintignac, V. Kerléo (2004).
- [4] - O. Schlumberger. Memento de pisciculture d'étang.. CEMAGREF, 4e édition, 237p. (2002);
- [5] - A. Trintignac, V. Kerléo. Impact des étangs à gestion piscicole sur l'environnement. Etude de synthèse bibliographique. Syndicat Mixte pour le Développement de l'Aquaculture et de la Pêche en pays de la Loire (SMIDAP) (2004).
- [6] - A. Boukil. Etude des possibilités de restauration et de réhabilitation du lac Dayet Aoua. Rapport 1/2004 du Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la Lutte contre la Désertification, Rabat, Maroc. 14p. (2004).
- [7] - J. Rodier. L'analyse de l'eau, 8e édition, (1996). Dunod, Paris.
- [8] - MENVIQ, Critère de la qualité de l'eau, Québec, 425p. (1990).
- [9] - J. Pinchaud. La qualité de l'eau des rivières de Québec: état et tendance, ministère de l'environnement et de la faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Québec, 58p. (1997).
- [10] - G. Barroin. La pollution des eaux par les phosphates. *La recherche* 221, 620-627. (1990).
- [11] - F. Ramade. *Elément d'écologie fondamentale*, Mc.Graw-Hill, Paris, p84. (1991).
- [12] - G. Golo. *Eudes Géomorphologiques in notes et mémoires du service géologique N°258 bis* 26 (1952).
- [13] - J. Martin. *Le Moyen Atlas Central*, Editions du Service géologique du Maroc, Rabat, Maroc 1981.
- [14] - H. Abba, H. Nassali, M. Benabid, H. Elibaoui. Contribution à l'étude de l'écosystème lacustre Dayet Aoua .Maroc. *Fifth International Symposium on Environment Catalysis and Processes Engineering (ECGP'5) Féz, Morocco, 24,25,26<sup>th</sup>, April, 2006.*
- [15] - H. Abba, H. Nassali, M. Benabid, H. Elibaoui. Contribution à l'étude hydrochimique d'un milieu aquatique au Moyen Atlas au Maroc: Lac Dayet Aoua. *Seventh International Symposium on Environment Catalysis and Processes Engineering (ECGP'7), EMIN - Rabat, Morocco, 15,16, April, 2008.*