

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

المعهد الوطني لعلوم البحر و تهيئة الساحل
INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AMENAGEMENT DU LITTORAL



MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'ETUDES UNIVERSITAIRES APPLIQUEES (DEUA)
EN SCIENCES DE LA MER

OPTION : Aquaculture

Thème :

Etude physico-chimique du plan d'eau
du barrage de Boukourdane
(wilaya de Tipaza)

Préparé par : ABIKCHI Fatiha et RAMDANI Kamilia

Présenté en juillet 2008 devant la commission d'examen formée de :

Mr Belhasnet K. Examineur.

Mr Bouaziz A. Examineur.

Mr Lourguioui H. Promoteur.

PROMOTION 2007/2008

Sommaire

Introduction	1
--------------------	---

Chapitre I : Généralités.

1-Présentation du site	2
1-1-Situation géographique	2
1-2-Caractéristiques morphométriques	2
1-3-Etude climatique	4
2-Description des paramètres physico-chimiques	7
2-1- Température	7
2-2-Potentiel d'hydrogène	7
2-3-Oxygène dissous	7
2-4-Matières en suspension (M.E.S)	7
2-5-La conductivité électrique	7
2-6- Les composés azotés	8
2-6-1-Azote ammoniacal (NH_4^+).....	8
2-6-2-Les nitrites (NO_2^-).....	8
2-6-3-Nitrates (NO_3^-)	8
2-7-Orthophosphates (PO_4^{3-}).....	8
2-8-La chlorophylle <i>a</i>	9

Chapitre II : Matériels et méthodes.

1-Choix des stations	10
2-Conditionnement	10
3-Prélèvement.....	12
4-Dosage des sels nutritifs	13
4-1-principe de la méthode	13
4-2-Dosage de l'ammonium (NH_4^+).....	13
4-3-Dosage des nitrites (NO_2^-)	13
4-4-Dosage des nitrates (NO_3^-).....	14
4-5-Dosage des Orthophosphates (PO_4^{3-}).....	14
4-6-Etalonnage.....	14
5-Dosage des matières en suspension.....	15
6-Dosage de la chlorophylle <i>a</i>	16

Chapitre III : Résultats et discussion.

1-Température	17
2-Oxygène dissous.....	19
3-Potentiel d'hydrogène	21
4-La conductivité électrique	22
5- Azote ammoniacal (NH_4^+)	24
6-Les nitrites (NO_2^-)	25
7-Nitrates (NO_3^-)	27
8-Orthophosphates (PO_4^{3-}).....	30

9-Matière en suspension	31
10-La chlorophylle <i>a</i>	33
11-Variation des paramètres physico-chimique du barrage de Boukourdane durant les années 2002, 2003, 2005 et 2008	35
12-Comparaison des résultats des paramètres physico-chimiques obtenus en 2008 au niveau du barrage de Boukourdane avec d'autres barrages	40
Conclusion	47
Bibliographie	48
Annexes.	

INTRODUCTION

Introduction

L'eau est en premier lieu une ressource naturelle vitale et un patrimoine commun inégalement réparti au niveau mondial et national (Ratiu *in* Aspe et Patrick, 1999).

Les lacs sont des plans d'eau artificiels dont la construction contribue d'une façon considérable à l'augmentation des retenus d'eau.

Les écosystèmes aquatiques sont le siège des phénomènes chimiques, physiques et biologiques, et apparaissent comme une ressource limitée et fragile menacée par les atteintes à l'environnement (Aspe et Point, 1999).

Depuis quelques années, plusieurs études des écosystèmes d'eau douce ont été réalisées sur les lacs et les barrages existants au nord de l'Algérie, parmi ceux-ci on peut citer :

- le barrage de Ghrib (wilaya de Ain Defla) :(Bensedik et Kemel, 1991) ;
- le barrage de Oued Fodda (wilaya de Chlef) :(Delih et Djouhri, 1991) ;
- le barrage de Sidi M'hamed Ben Aouda (wilaya de Relizane) : (Oussaid et Zerouki, 1993) ;
- le barrage de Boukourdane (wilaya de Tipaza) : (Titi, 2001 ; Amirouche et Ouldali, 2002 ; Tidadini et Amdoun, 2003 ; Zourez-Ouadda et Ferhani, 2003 ; Amrani et Louarit, 2004 ; Lourguioui, 2006).

On essayera à travers cette étude de contribuer à l'estimation de la qualité physico-chimique de l'eau du barrage de Boukourdane. Pour cela, un échantillonnage mensuel a été réalisé durant la période comprise entre avril 2008 et juin 2008 afin d'identifier la variation des paramètres physico-chimiques suivant : température de l'eau, oxygène dissous, *pH*, matières en suspension, ammonium, nitrites, nitrates et phosphates.

Ce travail comprend trois chapitres :

- le premier chapitre est consacré à la présentation du site et à la description des paramètres étudiés ;
- le deuxième chapitre décrit le matériel et les méthodes d'analyse utilisées ;
- le troisième chapitre présente l'évolution des paramètres physico-chimiques ainsi qu'une comparaison avec les études précédentes.

Chapitre I :

Généralités

1- Présentation du site

1-1- Situation géographique

Le barrage de Boukourdane est réalisé à l'amont de Sidi Amar sur l'oued El Hachem, dans la wilaya de Tipasa à 13 Km au Sud-Est de Cherchell, aux coordonnées géographiques : 36° 30 N et 2° 20 E (figure n°1) (Lourguioui, 2006).

Il a été construit en 1986 sur le lit de l'oued El Hachem, s'étendant en direction Est-Ouest. La mise en eau du barrage a été effectuée en 1996.

Le barrage régularise les eaux des divers oueds qui, par leur confluence, donnent naissance à l'oued El Hachem. D'autre part, ce barrage est alimenté par des prélèvements effectués par pompage sur Oued Nador. La retenue créée par le barrage de Boukourdane est destinée à :

- l'alimentation en eau potable de Tipaza, Cherchell, Nador et une partie d'Alger ; et
- l'irrigation de la vallée de Mitidja ouest.

1-2- Caractéristiques morphométriques

La morphométrie est la forme du lac caractérisée par ses dimensions, constitue un élément déterminant du fonctionnement physique et chimique des systèmes lacustres.

La surface du lac, son volume et la bathymétrie sont des informations de base souvent complétées par la connaissance de certains paramètres : le périmètre, la profondeur maximale et la profondeur moyenne (Levêque, 1996).

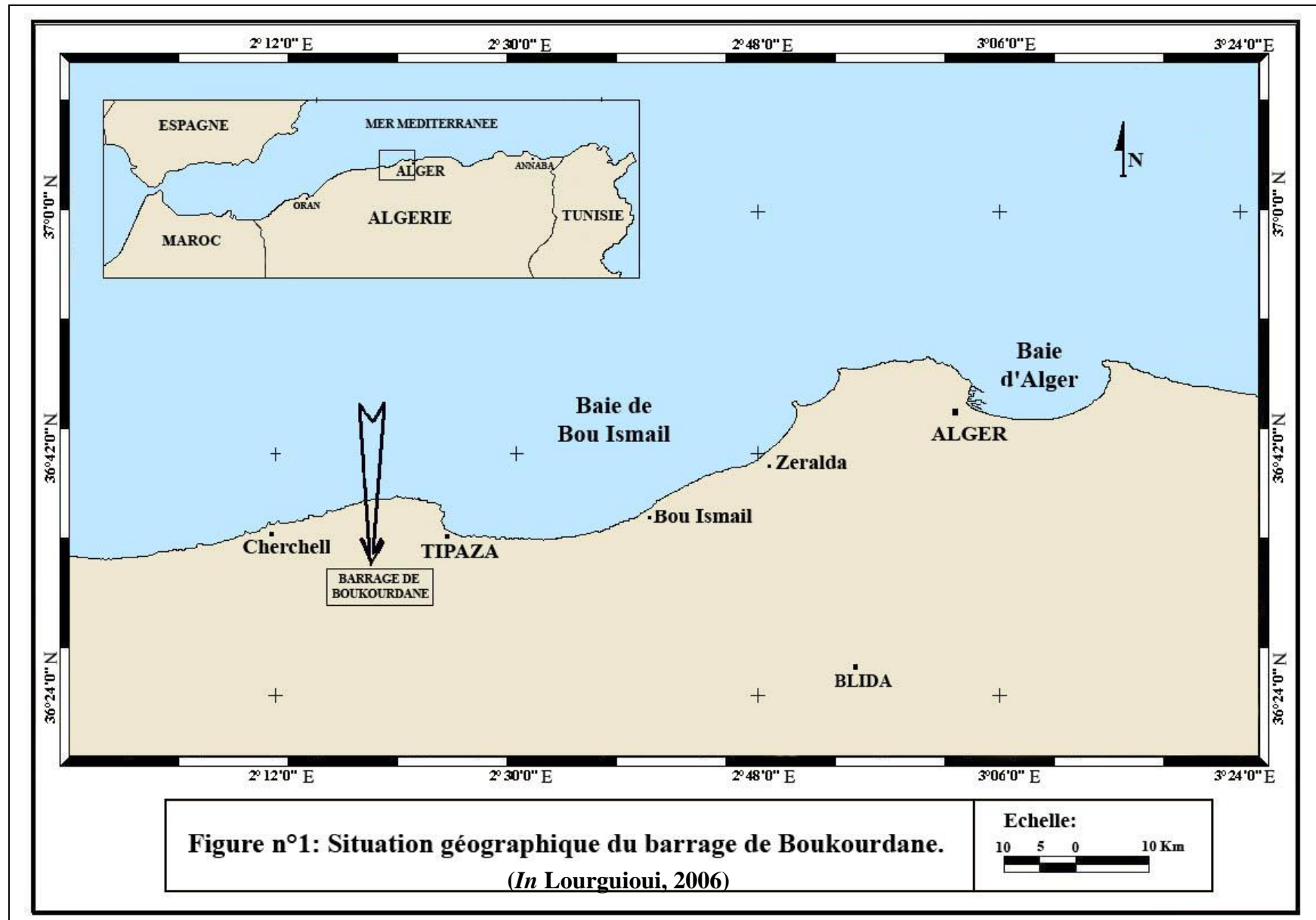
Les données morphométriques du barrage de Boukourdane sont regroupées dans les tableaux n° 1 et 2.

Tableau n° 1 : Données morphométriques du bassin versant
(Monographie du barrage, 1994)

Superficie (Km ²)	Périmètre (Km)	Altitude maximale (m)	Altitude moyenne (m)	Altitude minimale (m)
177	58	1417	420	70

Tableau n° 2 : Données morphométriques de la retenue
(Monographie du barrage, 1994)

Altitude de la retenue normale	Altitude des plus hautes eaux	Aire de la retenue au niveau normale	Aire de la retenue au niveau exceptionnel	Capacité totale de la retenue	Réserve d'envasement
119,5 m	123 m	536 ha	600 ha	101,5 millions de m ³	10,8m ³



1-3- Etude climatique

Le climat a des incidences directes sur le régime hydrographique (Bontoux, 1993), pour cela il faut noter les conditions météorologiques au moment de l'échantillonnage.

Le barrage de Boukourdane est équipé d'une station météorologique. Les données climatologiques sont prises quotidiennement par les techniciens du barrage.

1-3-1- Diagramme ombrothermique

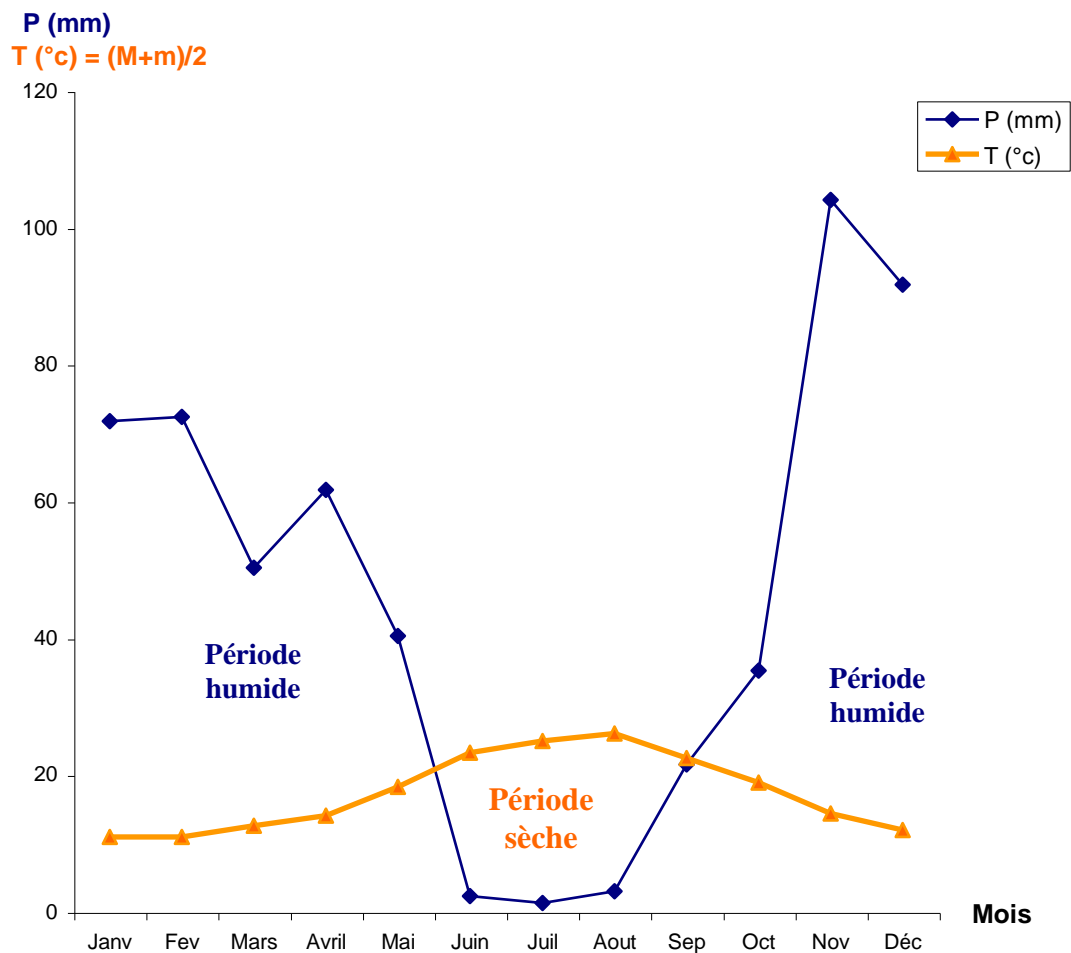


Figure n° 2 : Diagramme ombrothermique du barrage de Boukourdane (Lourguioui, 2006)

D'après Lourguioui (2006), le diagramme ombrothermique (figure n° 2) indique la présence d'une période sèche qui s'étend du mois de juin jusqu'à la fin du mois de septembre et une période humide qui s'étale du mois d'octobre au mois de mai.

1-3-2- Quotient pluviométrique d'Emberger (Q_2)

Emberger (1955) établit le climatogramme pluviométrique et définit le bioclimat d'une région suivant la relation :

$$Q_2 = \frac{2000.P}{(M+m).(M-m)}$$

P (mm) : moyenne annuelle des précipitations;

M : moyennes des températures maximales du mois le plus chaud. ($^{\circ}$ K); et

m : moyennes des températures minimales du mois le plus froid ($^{\circ}$ K).

D'après Lourguioui (2006), le positionnement de la valeur du Q_2 (**74,97**) et de **m** (**5,52**) sur le climatogramme d'Emberger (figure n°3) montre que le barrage de Boukourdane se situe dans un climat **sub-humide à hiver tempéré**.

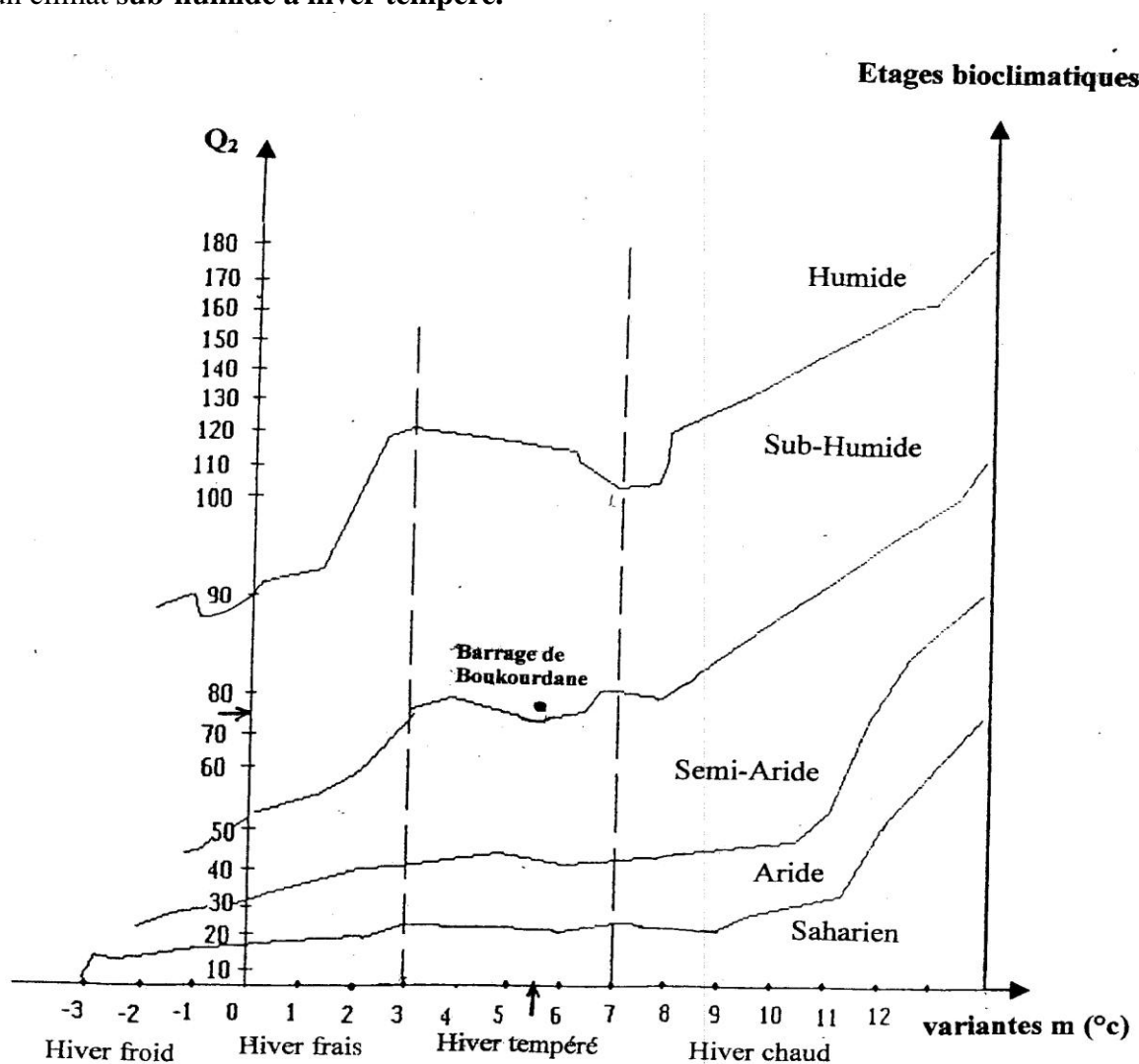


Figure n° 3 : Climatogramme d'Emberger du barrage de Boukourdane réalisé par Lourguioui (2006) à partir de données fournies par le service d'exploitation du barrage 1996-2005.

1-3-3- Evolution du niveau d'eau du barrage (de janvier à juin 2008)

A partir des données journalières du volume d'eau fournies par le service d'exploitation du barrage de Boukourdane pour la période comprise entre janvier 2008 et juin 2008, nous avons calculé les moyennes mensuelles du volume d'eau du barrage de Boukourdane (tableau n° 3).

Tableau n° 3: Moyennes mensuelles du niveau d'eau du barrage de Boukourdane et des précipitations (source : service d'exploitation du barrage de Boukourdane).

Mois	Janvier 2008	Février 2008	Mars 2008	Avril 2008	Mai 2008	Juin 2008
Volume d'eau du barrage (millions de m³)	38,99	40,28	41,17	41,51	40,55	38,65
Pluviométrie (mm)	17,8	20,5	10,7	10	41,5	34,3

On remarque que malgré la variation saisonnière des précipitations, le barrage de Boukourdane présente un volume d'eau constant au tour de 40 millions de m³ pour la période comprise entre janvier 2008 et juin 2008 (figure n° 4).

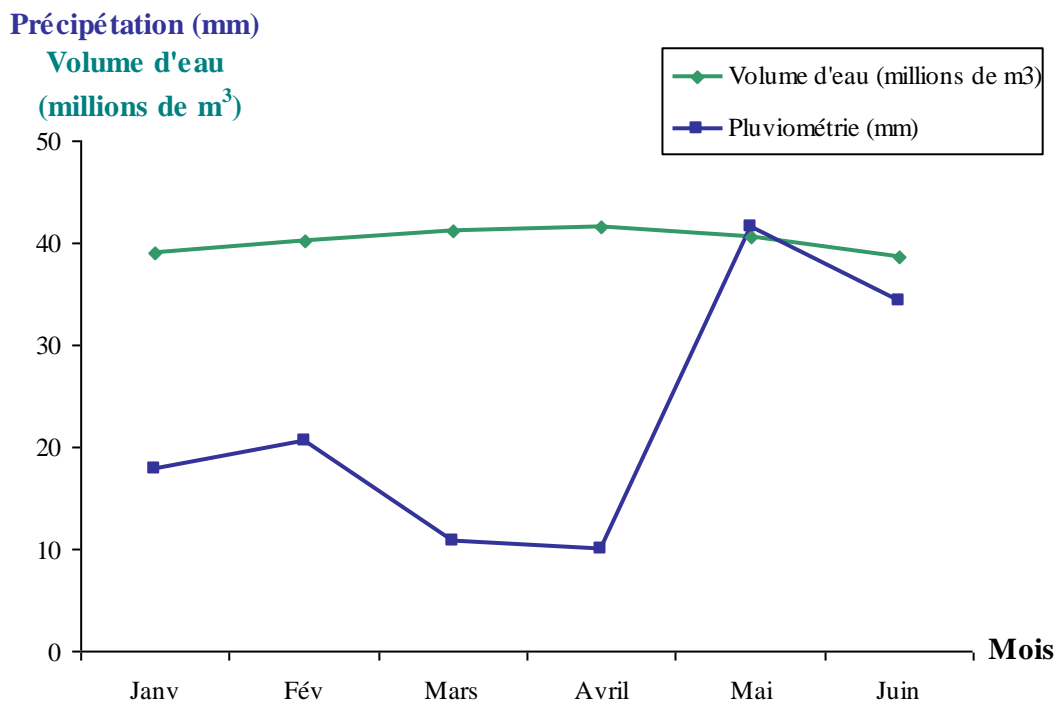


Figure n° 4 : Evolution de la pluviométrie et du niveau d'eau du barrage de Boukourdane de janvier à juin 2008 (Source : service d'exploitation du barrage de Boukourdane).

2- Description des paramètres physico-chimiques

2-1- La température

La température est l'un des facteurs environnementaux les plus importants pour tous les organismes aquatiques (Alzieu, 1989).

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision car celle-ci joue un rôle dans la solubilité des gaz (Rodier *et al.*, 1997).

Une élévation de la température influence doublement la physiologie des espèces en augmentant le métabolisme d'une part et en réduisant la solubilité de l'oxygène dans l'eau lorsque la température augmente (Billard, 2005).

2-2- Le pH

Le potentiel d'hydrogène représente conventionnellement l'alcalinité ou l'acidité d'une solution aqueuse, il exprime sa concentration en ions H^+ au moyen d'une notation logarithmique.

$$pH = - \log [H^+]$$

La détermination du pH permet d'estimer le degré d'agressivité d'une eau, il dépend du système des carbonates, de la photosynthèse et de la respiration (Arfi, 1991 *in* Zourez et Ferhani, 2003).

2-3- L'oxygène dissous

Parmi les gaz dissous, l'oxygène est celui qui joue le rôle le plus important pour la qualité biotique des eaux d'élevage; indispensable à la respiration des organismes, il facilite la dégradation des matières organiques détritiques et l'accomplissement des cycles biochimiques. L'oxygène présent dans les eaux est le résultat des échanges entre l'atmosphère et la surface de l'eau ainsi que de l'activité photosynthétique du phytoplancton (Alzieu, 1989).

2-4- Les matières en suspension (M.E.S)

La connaissance des teneurs en matière en suspension est importante pour l'étude des milieux aquatiques. Elles représentent la fraction de matières particulaires organiques et inorganiques dont la taille serait supérieure à $0,5\mu m$ (Strickland et Parson *in* Aminot et Chaussepied, 1983).

Les matières en suspension (MES) dans l'eau entraînent sa turbidité à des degrés divers et réduisent l'activité photosynthétique diminuant ainsi la productivité primaire (Arignon, 1982 *in* Tidadini et Amdoun, 2003).

2-5- La conductivité électrique

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique. Elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique (Rejsek, 2002).

Elle est proportionnelle à la quantité des sels ionisables et varie avec la température (Zourez et Ferhani, 2003).

La conductivité est déterminée par un conductimètre en micro-siemens par centimètre.

2-6- Les composés azotés

L'azote est un élément essentiel des structures vivantes, Il existe dans l'eau sous trois formes essentielles selon le degré d'oxydation : nitrates (NO_3^-), nitrites (NO_2^-), ammonium (NH_4^+), ainsi qu'urée ou acides aminés. Ce sont les formes d'azote utilisables par le phytoplancton (Copin-Montegut, 1996).

2-6-1- L'azote ammoniacal

Il est présent sous deux formes en solution, l'ammoniaque (NH_3) et l'ammonium (NH_4^+) dont les proportions dépendent du pH et de la température. L'azote ammoniacal provient des excréments animaux et de la décomposition bactérienne des composés organiques azotés; il est utilisé par le phytoplancton comme source d'azote et oxydé par les bactéries nitrifiantes (Aminot et Chaussepied, 1983).

Dans certains cas, les teneurs peuvent atteindre des seuils toxiques, variables pour chaque espèce, et liés au pH et à l'oxygénation des eaux (Alzieu, 1989).

2-6-2- Les nitrites (NO_2^-)

Dans le cycle de l'azote, les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées en milieu aquatique qui sont de l'ordre de quelques micromoles par litre d'azote nitreux (Aminot et Chaussepied, 1983).

2-6-3- Les nitrates (NO_3^-)

L'ion nitrate est la forme oxydée stable de l'azote en solution aqueuse, il entre dans le cycle de l'azote comme support principal de la croissance phytoplanctonique, il est ensuite régénéré à partir des formes organiques par les bactéries. L'ion nitrate est issu de l'oxydation des nitrites par les bactéries appelées nitrobacters (Aminot et Chaussepied, 1983).

2-7- Les orthophosphates (PO_4^{3-})

Le phosphore est un élément nutritif dont la forme minérale majoritaire est l'orthophosphate, il est essentiel à la vie aquatique.

Dans les écosystèmes aquatiques continentaux, on considère généralement le phosphore comme le principal facteur limitant de la production de la biomasse végétale (Levêque, 1996).

Lors de la minéralisation de la matière organique par les micro-organismes, les composés phosphatés, sont progressivement transformés en phosphate soluble, ces derniers vont être rapidement assimilés et recyclés (Lacroix, 1991 *in* Tidadini et Amdoun, 2003).

Les sources du phosphore sont multiples, elles proviennent des résidus métaboliques, détergents, excès d'engrais agricoles et de l'industrie (Zourez et Farhani, 2003).

2-8- La chlorophylle *a*

La chlorophylle est un pigment indispensable à la photosynthèse des algues. Son dosage sert à estimer la biomasse phytoplanctonique du milieu aquatique. Les concentrations en chlorophylle dans les eaux superficielles présentent une variabilité saisonnière: le développement phytoplanctonique est, en effet, tributaire de l'énergie lumineuse, de la concentration en sels nutritifs, de la stabilité des masses d'eaux et de l'intensité de la consommation par le zooplancton (Lorenzen, 1967).

Chapitre III :

Matériel et Méthodes

Chapitre II : Matériels et méthodes

1-Choix des stations

Afin d'avoir un échantillonnage représentatif, 09 stations de prélèvement ont été sélectionnées (tableau n° 4 et figure n° 5).

Tableau n° 4 : Identification des stations de prélèvements

N° de station	Localisation	Profondeur (m)
ST1	Située près de la station ST2.	15
ST2	Située près de l'embouchure de l'oued Fadjana.	6
ST3	Située au milieu du barrage (coté Est).	11
ST4	Située au milieu du barrage (coté Ouest).	17
ST5	Située en amont du barrage près de l'embouchure de l'Oued Menaceur.	5
ST6	Située en aval du barrage (coté Ouest).	10
ST7	Située en aval du barrage (coté Est).	12
ST8	Située en aval du barrage près de la digue (coté Ouest).	13
ST9	Située en aval du barrage près de la digue (coté Est).	11

2-Conditionnement

- **Flaconnage**

Le choix des flacons dépend de l'élément à analyser, du mode et de la durée de conservation. Les flacons sont rincés à l'eau distillée puis deux fois avec de l'eau à analyser.

- **Conservation**

La composition initiale de l'eau risque de subir des modifications dans les flacons après le prélèvement, c'est pour cela que toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible.

Les échantillons ont été transportés dans une glacière et immédiatement déposés au réfrigérateur dès le retour au laboratoire pour être analysés le jour suivant (MES et chlorophylle *a*) ou au congélateur (sels nutritifs).

Pour faciliter le travail et éviter des erreurs, chaque prélèvement a été rattaché à une fiche de renseignements contenant les informations suivantes :

- La date et l'heure du prélèvement ;
- Le lieu du prélèvement ; et
- Le paramètre à analyser.

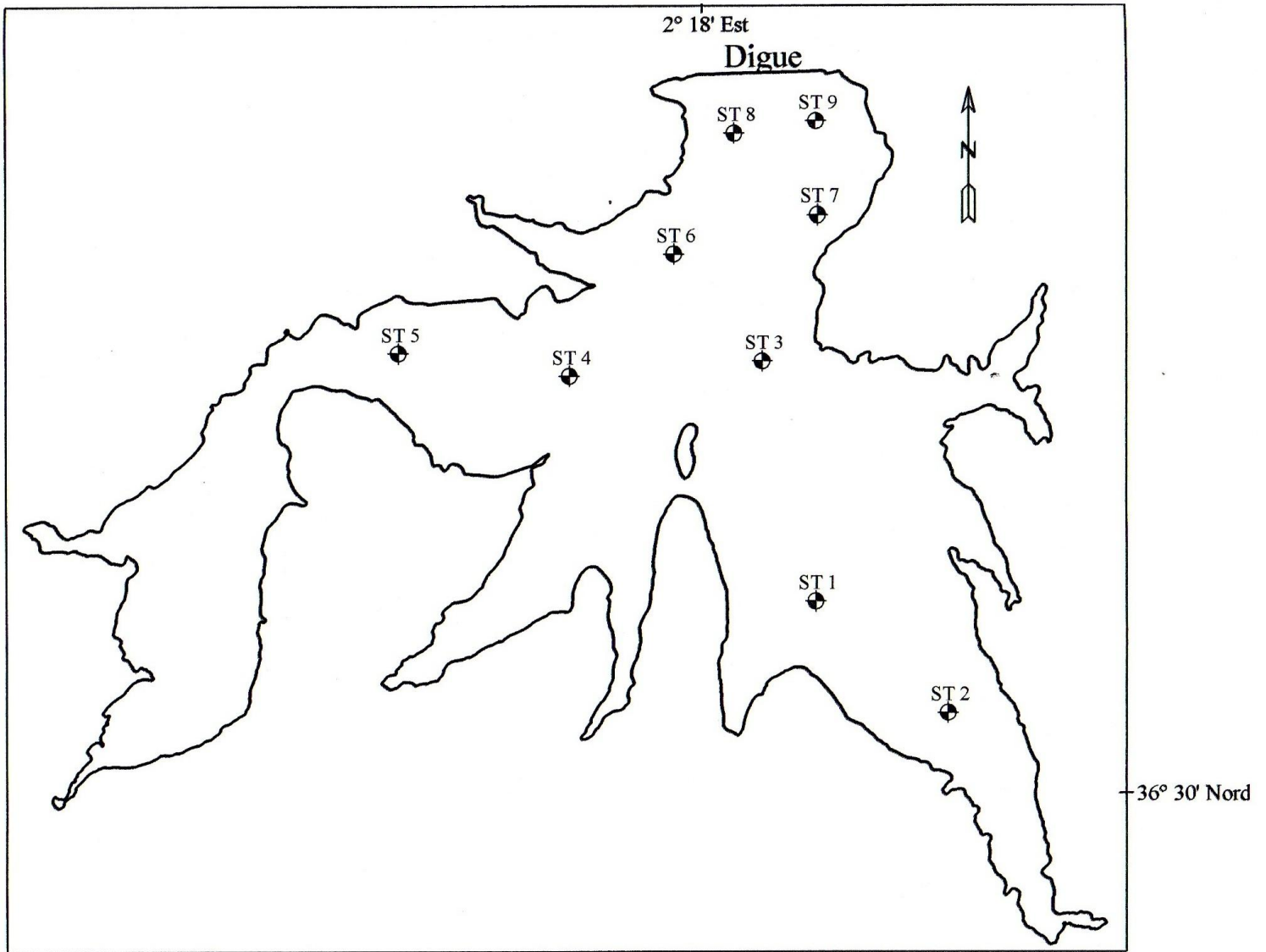


Figure n° 5 : Localisation des stations de prélèvement. Echelle : 1/25000

3- Prélèvement

Le prélèvement est l'opération qui consiste à prendre un certain volume représentatif du milieu à étudier (Aminot et Kerouel, 2004). Il s'effectue à l'aide de bouteilles de prélèvement qui sont constituées d'un cylindre, ouvert aux deux extrémités que l'on ferme à distance à l'aide d'une masselotte métallique qu'on appelle messenger (Aminot et Chaussepied, 1983).

Dans la présente étude, on a effectué un prélèvement mensuel (surface et fond) à bord d'une embarcation durant trois mois : avril 2008, mai 2008 et juin 2008 (tableau n° 5).

Tableau n° 5 : Date des opérations du prélèvement

N° de sortie	Date	Heure de prélèvement
1	20 Avril 2008	15 h
2	13 Mai 2008	13 h
3	04 Juin 2008	13 h

L'eau du fond a été prélevée à l'aide de bouteilles de prélèvement de type «van dorn», alors que le prélèvement de surface a été effectué directement dans les flacons d'échantillonnage.

La détermination du pH, de la température de l'eau, de l'oxygène dissous et de la conductivité électrique a été effectuée sur terrain au moment du prélèvement.

➤ **Mesure de la température de l'eau et pH**

Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre de terrain de marque WTW type 315i/Set doté de deux électrodes, l'une permettant de mesurer la température, l'autre le pH.

➤ **Mesure de l'oxygène dissous**

La mesure de l'oxygène dissous a été faite immédiatement après le prélèvement des échantillons par un oxymètre de marque WTW type Oxi 330i/Set.

➤ **Mesure de la conductivité électrique**

La valeur de la conductivité électrique a été déterminée *in situ* à l'aide d'un conductimètre de terrain de marque WTW type 315i.

4- Dosage des sels nutritifs

4-1- Principe de la méthode

Le dosage des sels nutritifs (ammonium, nitrates, nitrites, phosphates) est effectué par une méthode qui est basée sur une réaction de coloration. Elle consiste à mesurer l'absorbance ou la densité optique de la solution étudiée. Plus cette solution est concentrée plus elle absorbe la lumière dans les limites de proportionnalités énoncées par la loi de Beer-Lambert.

La densité optique des solutions est déterminée par un spectrophotomètre préalablement étalonné sur la longueur d'onde d'absorption de la solution étudiée.

Lorsqu'une lumière d'intensité I_0 passe à travers une solution, une partie de celle-ci est absorbée par le soluté. L'intensité I de la lumière transmise est donc inférieure à I_0 . On définit l'absorbance de la solution comme:

$$A = D.O = \log (I_0 / I) = \epsilon.L.C$$

A : l'absorbance de la solution;

D.O : la densité optique de la solution;

I_0 : intensité lumineuse incidente;

I : intensité lumineuse transmise ;

ϵ : le coefficient d'extinction molaire de l'espèce absorbante en solution (mol.L.cm^{-1}) ;

L : la longueur du trajet optique (cm) ; et

C : concentration de la solution absorbante (mol.l^{-1}).

4-2- Dosage de l'ammonium (NH_4^+)

Le dosage de l'ammonium se fait par la méthode de Koroleff (1969), qui offre une bonne précision ainsi qu'une bonne sensibilité (Aminot et Chaussepied, 1983).

En milieu alcalin et en présence de nitroprussiate qui agit comme un catalyseur, les ions ammonium traités par une solution d'hypochlorite et de phénol donnent le bleu d'indophénol susceptible d'un dosage par spectrophotométrie d'absorption moléculaire (Rodier *et al.*, 1997). Le maximum d'absorption se fait à une longueur d'onde de 630 nm.

4-3- Dosage des nitrites (NO_2^-)

Le dosage des nitrites NO_2^- est déterminé par spectrophotométrie. La diazotation de l'amino-4-benzenesulfanilamide par les nitrites en milieu acide et sa copulation avec le dichlorure de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage spectrophotométrique (Rodier *et al.*, 1997). La mesure de l'absorbance est faite à 543 nm.

4-4- Dosage des nitrates (NO_3^-)

Le principe de base repose sur la réduction quasi quantitative du nitrate (NO_3^-) en nitrite (NO_2^-) par le cadmium traité au cuivre (Wood *et al.*, 1967 in Aminot et Kerouel, 2004).

En effet, le dosage des nitrites étant simple, spécifique et sensible. Après réduction, on mesure la somme des concentrations en nitrites et en nitrates. La concentration en nitrates est obtenue, par soustraction de la concentration en nitrites (Aminot et Kerouel, 2004).

4-5- Dosage des orthophosphates (PO_4^{3-})

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les orthophosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue susceptible d'un dosage spectrophotométrique.

Le développement de la coloration est accéléré par l'utilisation d'un catalyseur, le tartrate double d'antimoine et de potassium (Rodier *et al.*, 1997). La forme réduite de la coloration a un maximum d'absorption à 880 nm.

4-6- Etalonnage

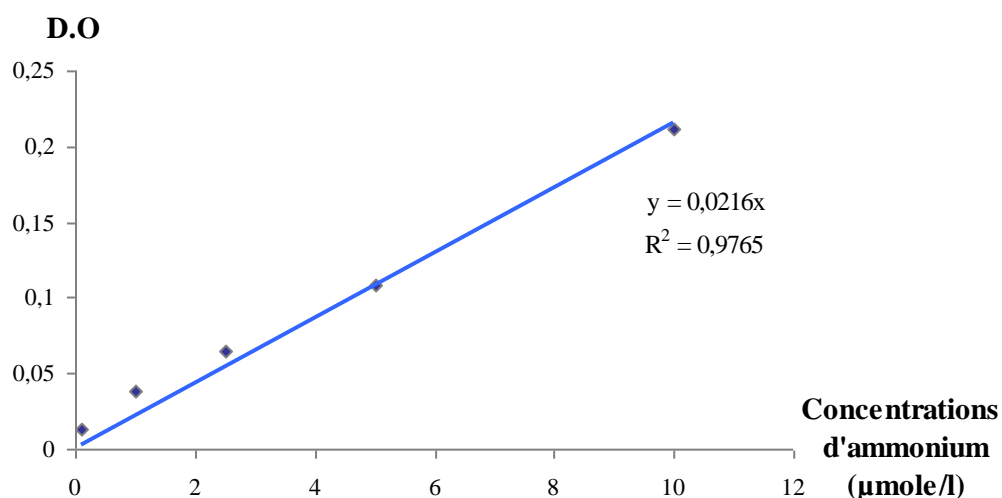


Figure n° 6 : courbe d'étalonnage obtenue pour l'ammonium.

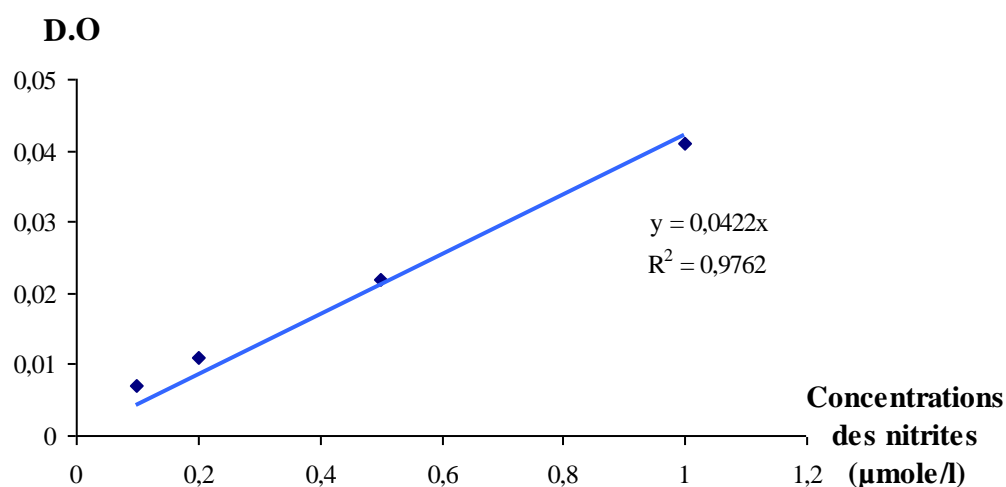


Figure n° 7 : Courbe d'étalonnage obtenue pour les nitrites

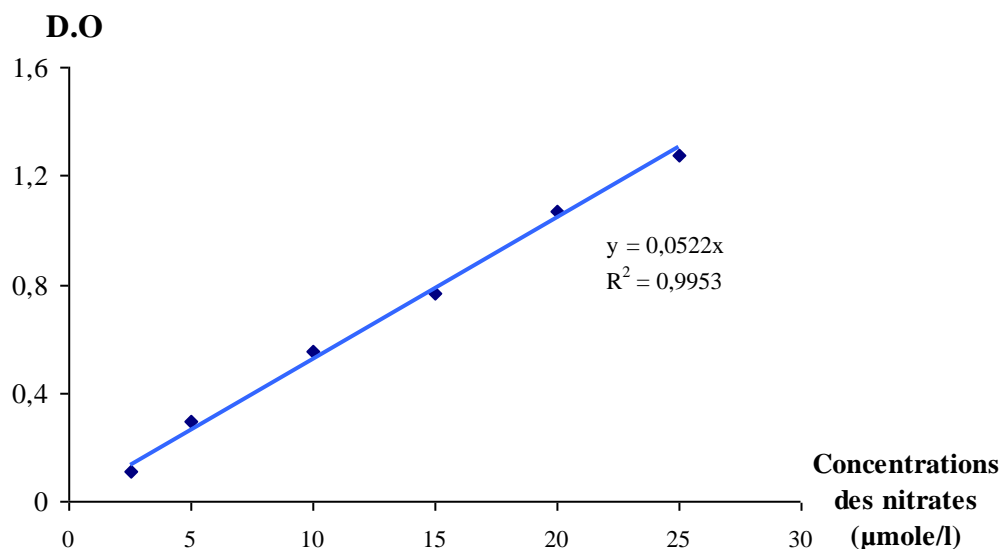


Figure n° 8 : courbe d'étalonnage obtenue pour les nitrates

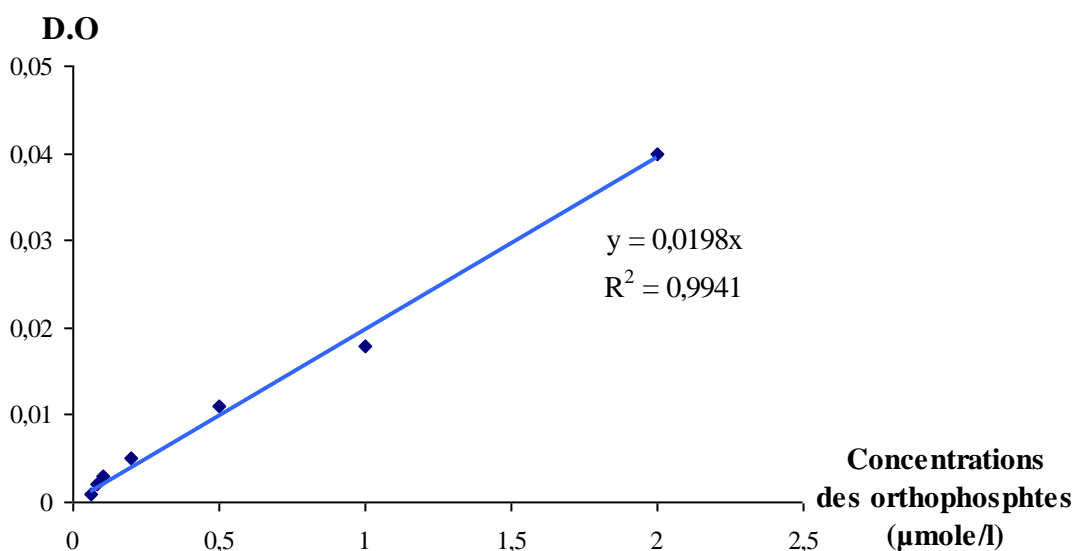


Figure n° 9 : Courbe d'étalonnage obtenue pour les orthophosphates

5- Dosage des matières en suspension

■ Principe de la méthode

Le principe de la méthode consiste à filtrer un volume bien déterminé d'eau (environ 250 ml) à travers des filtres afin de retenir les particules ayant une taille supérieure ou égale à 0,45 µm (Aminot et Chaussepied, 1983).

Les filtres sont rincés à l'eau distillée puis séchés à l'étuve à 70° pendant deux heures environ de manière à éliminer l'eau retenue dans les filtres, une fois les filtres sont séchés, un pesage est effectué avant et après filtration.

La teneur de l'eau en matière en suspension est donnée par l'expression suivante :

$$[\text{M.E.S}](\text{mg/l}) = \frac{(\text{P}_2 - \text{P}_1)}{\text{V}}$$

P_1 : poids du filtre sec avant filtration (mg);

P_2 : poids du filtre sec après filtration (mg);

V : volume d'eau filtré (l); et

$[\text{M.E.S}]$: concentration de la matière en suspension (mg/l).

6- Dosage de la chlorophylle

Le phytoplancton de l'eau est en général évalué par la mesure de la chlorophylle (Rodier *et al.*, 1997).

▪ Principe de la méthode

Après filtration d'un certain volume d'eau pour concentrer le matériel particulaire, le filtre est immergé dans un solvant qui assure l'extraction des pigments puis on mesure l'absorbance de l'extrait avant et après acidification (Aminot et Chaussepied, 1983).

▪ Mode opératoire

La filtration des échantillons (environ 250 ml) est effectuée sur des filtres de type Whatman GF/C qui retiennent les particules de taille supérieure à 0,5 μm . On dépose 1 à 2 ml d'une solution de carbonate de magnésium (1%) pour améliorer la rétention sur les filtres et éviter une éventuelle acidification des matières filtrées, avant et pendant l'extraction.

Les filtres mis dans des tubes à centrifuger en verre enveloppés dans une feuille d'aluminium, sont traités à l'acétone 90 % (volume du solvant d'extraction 10 ml) et déchiquetés, ces tubes sont placés au réfrigérateur et à l'abri de la lumière pendant 24 heures.

La mesure d'absorbance est effectuée avant et après acidification aux longueurs d'onde 665 nm et 750 nm. La teneur de l'eau en chlorophylle *a* est donnée par l'expression de Lorenzen (1967) *in* (Aminot et Chaussepied, 1983).

$$[\text{Chlorophylle } a] (\text{mg/m}^3) = \frac{26,7 (A_{665}^{\text{na}} - A_{665}^{\text{a}}) \cdot v}{\text{V} \cdot \text{L}}$$

V : volume d'eau filtrée (l);

v : volume de solvant d'extraction (ml);

L : longueur du trajet optique de la cuve de mesure (cm);

A_{665}^{na} : absorbance avant acidification; et

A_{665}^{a} : absorbance après acidification.

Chapitre III :

Résultats et Discussion

Chapitre III : Résultats et discussion

1- Température

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau n° 6 pour l'eau de surface et le tableau n° 8 pour l'eau du fond.

Tableau n° 6 : Valeurs mensuelles de la température (° C) de l'eau de surface du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin) 2008.

	Avril 2008	Mai 2008	Juin 2008
1S	-	20,23	22,7
2S	20,8	-	22,6
3S	20,8	20	22,5
4S	18,6	20,4	22,5
5S	-	20	23,2
6S	18,7	21	23
7S	-	19,9	22,7
8S	18,8	-	22,7
9S	20	-	22,5

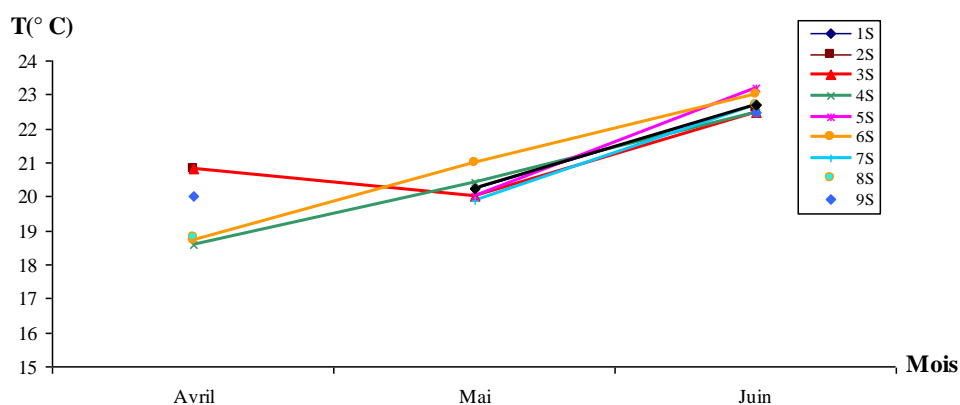


Figure n° 10 : Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) de la température de l'eau de surface du barrage de Boukourdane.

Dans notre étude, l'analyse thermique de l'eau de surface de lac du barrage Boukourdane montre que la température oscille entre un maximum de 23,2° C au niveau de la station 5S en juin et un minimum de 18,6° C au niveau de la station 4S en avril (figure n° 10).

En mois d'avril la température de l'eau de surface varie entre 18,6° C au niveau de la station 4S et 20,8° C au niveau des stations 2S et 3S. Une légère élévation est notée en juin (23° C au niveau de la station 6S).

Les résultats obtenus montrent que les valeurs de température sont peu variables en mai et juin par rapport au mois d'avril.

D'après Semroud (1983) et Barnabé (1989), la température de l'eau est influencée directement par la variation saisonnière de la température de l'air.

Tableau n° 7 : Evolution mensuelle de la température de l'air (° C) au niveau du barrage de Boukourdane (janvier- juin 2008).

(Source: service d'exploitation du barrage, 2008)

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Température de l'air (°c)	10,31	11,24	13,10	14,49	14,92	17,72

L'examen des figures n° 10 et la figure n° 11 démontre que la température de l'eau de surface du barrage de Boukourdane suit celle de l'air.

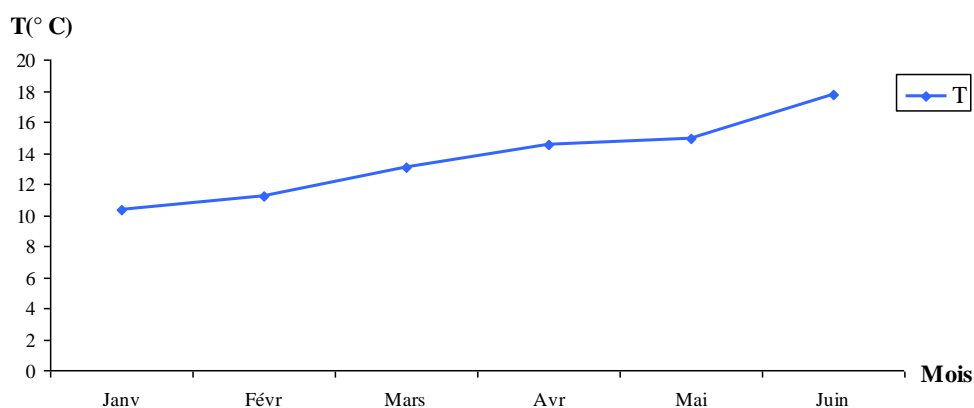


Figure n° 11 : Evolution mensuelle (janvier – juin 2008) de la température de l'air du barrage de Boukourdane

(Source: service d'exploitation du barrage, 2008)

Pour l'eau du fond, la température varie entre un minimum de 16° C au niveau de la station 5F en Mai et un maximum de 23° C au niveau de la station 5F en Juin.

Tableau n° 8 : Valeurs mensuelles de la température (° C) de l'eau du fond du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin 2008).

	Avril	Mai	Juin
1F	-	18,7	17,4
2F	-	-	21,6
3F	-	19,7	19,7
4F	18,7	17	16,3
5F	-	16	23
6F	20,7	17,9	21,7
7F	-	16,4	21,5
8F	20,9	-	17,8
9F	18,6	-	16

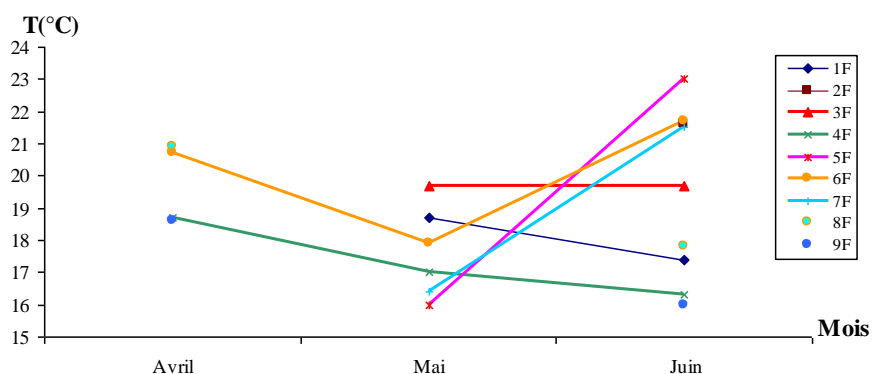


Figure n° 12 : Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) de la température de l'eau du fond du barrage de Boukourdane.

D'après la figure n° 10 et la figure n° 12, on remarque que la température s'abaisse de la surface vers le fond au niveau de toutes les stations à l'exception des stations 6F et 8F où l'on enregistre des températures au fond supérieures à celles de la surface pour ces deux stations durant le mois d'avril.

2- Oxygène dissous

Dans les milieux aquatiques, le dioxygène a deux origines : la production de dioxygène par les végétaux aquatiques et une dissolution du dioxygène atmosphérique (Levêque, 1996).

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau n° 9 pour l'eau de surface et le tableau n° 10 pour l'eau du fond.

Tableau n° 9: Teneurs mensuelles en oxygène dissous (mg/l) de l'eau de surface du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin 2008).

	Avril	Mai	Juin
1S	-	9,42	10,3
2S	8	-	10,5
3S	8,6	10,2	10,2
4S	8,8	10,6	10,2
5S	-	9,7	9,45
6S	8,3	14,5	8,8
7S	-	14	9,5
8S	8,9	-	9,8
9S	8,62	-	11,2

La figure n° 13 montre que la valeur maximale de l'oxygène dissous (14,5 mg/l) est relevée au niveau de la station 6S en mois de mai. Cette forte valeur pourrait être expliquée d'une part par l'activité photosynthétique des végétaux aquatiques et d'autre part par la forte agitation de l'eau de surface au niveau de cette station.

Le minimum est marqué en mois d'avril au niveau de la station 2S avec une valeur de 8 mg/l. Ces valeurs révèlent une bonne oxygénation de l'eau de surface du barrage de Boukourdane.

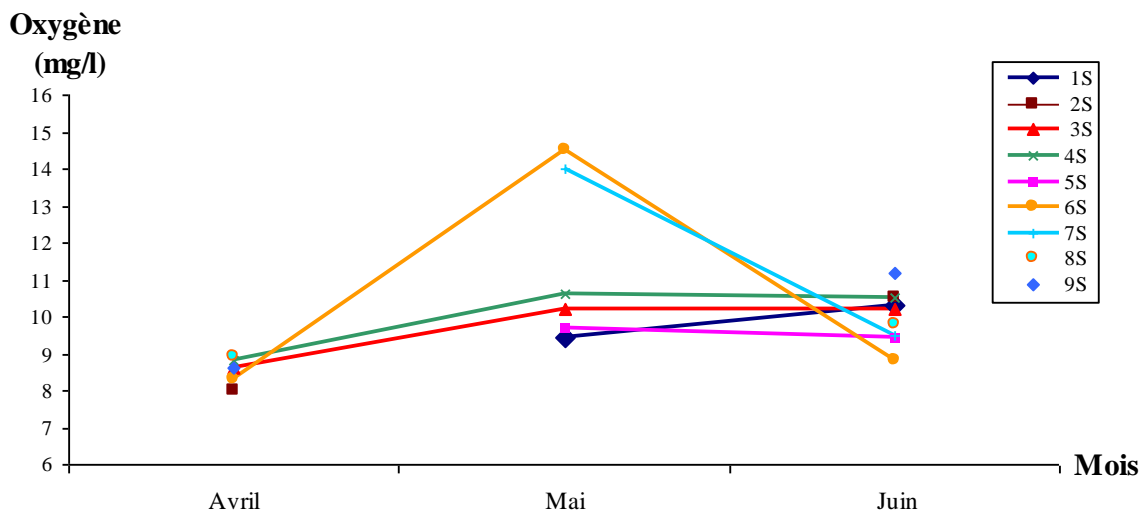


Figure n° 13 : Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) de l'oxygène dissous de l'eau de surface du barrage de Boukourdane.

L'eau du fond est caractérisée par des teneurs en oxygène dissous qui varient entre 0,3 mg/l en mois de juin (station 1F) et 8,85 mg/l en mois d'avril (station 4F).

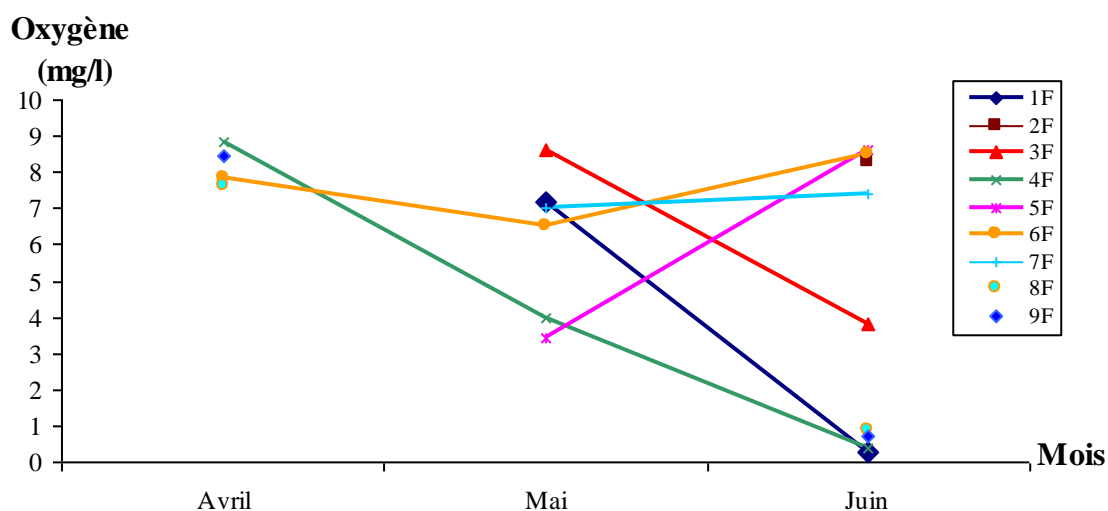


Figure n° 14: Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) de l'oxygène dissous de l'eau du fond du barrage de Boukourdane.

Les figures n° 13 et n° 14 font apparaître une diminution du taux d'oxygénation en fonction de la profondeur (un maximum d'écart de 10,5 mg/l en juin, 8 mg/l en mai et 1,3 mg/l en avril) et des teneurs très basses au niveau de certaines stations du fond au mois de juin : 1F (0,3 mg/l), 4F (0,36 mg/l), 8F (0,9 mg/l) et 9F (0,7 mg/l).

Ceci est due peut être à la stratification des couches d'eaux à l'approche de l'été (juin) ce qui empêcherai les échanges des couches d'eaux profondes (pauvres en oxygène dissous) avec celles de surface (riche en oxygène dissous).

Tableau n° 10 : Teneurs mensuelles en oxygène dissous (mg/l) de l'eau du fond du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin 2008).

	Avril	Mai	Juin
1F	-	7,2	0,3
2F	-	-	8,3
3F	-	8,6	3,8
4F	8,85	4	0,36
5F	-	3,4	8,6
6F	7,83	6,5	8,5
7F	-	7	7,4
8F	7,6	-	0,9
9F	8,46	-	0,7

3- pH

Dans les eaux naturelles le pH varie avec la présence des carbonates dans le milieu provoqués par l'activité photosynthétique. D'après Gaujous (1995), les milieux naturels sont tamponnés à un pH de 7 à 8.

Les valeurs du pH de l'eau de surface sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau n° 11 : Valeurs mensuelles du pH de l'eau de surface du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin 2008).

	Avril	Mai	Juin
1S	-	8,51	8,23
2S	8,3	-	8,16
3S	8,2	8,6	8,22
4S	8,3	8,62	8,19
5S	-	8,58	8,14
6S	8,3	8,6	8,15
7S	-	8,62	8,24
8S	8,3	-	8,25
9S	8,3	-	8,16

On remarque de faibles variations du pH au niveau de l'eau de surface du barrage de Boukourdane. Les valeurs sont autour de 8 au niveau de toutes les stations et durant les trois mois de prélèvement (figure n° 15). Cette eau est considérée par Arrignon (1976) comme optimale pour la vie aquatique.

On n'a pas pu déterminer le pH de l'eau du fond en mois de juin à cause des certaines contraintes rencontrées (défaillance du pH-mètre).

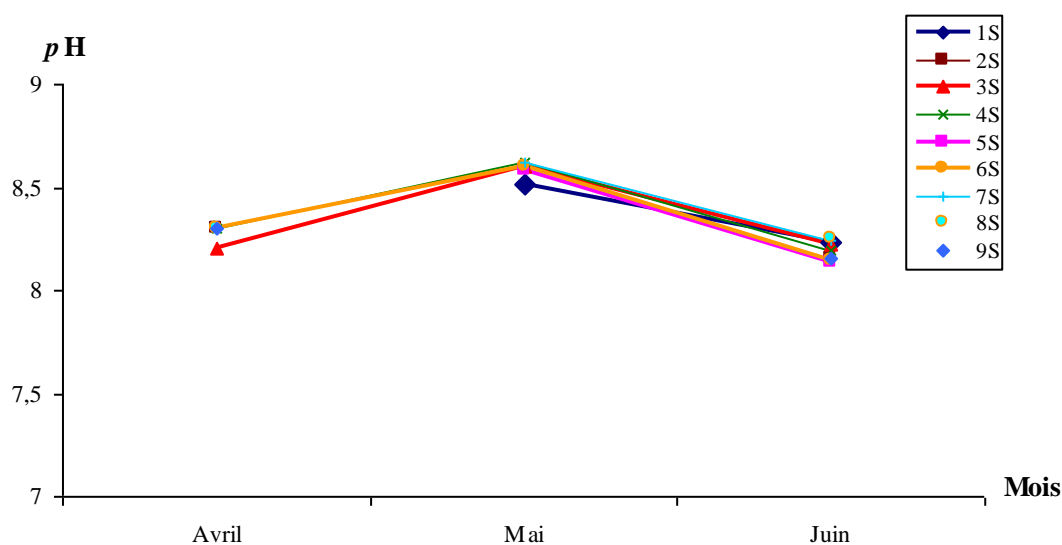


Figure n° 15 : Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) du pH de l'eau de surface du barrage de Boukourdane.

4- Conductivité électrique

D'après Rejsek (2002), la température influe sur la conductivité car la mobilité des ions augmente avec l'augmentation de la température. Mais notre étude montre que la conductivité dépend inversement de la température (figures n° 10 et n° 16).

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau n° 12 pour l'eau de surface et le tableau n°12 pour l'eau du fond.

Tableau n° 12 : valeurs mensuelles de la conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$) de l'eau de surface du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin 2008).

	Avril	Mai	Juin
1S	-	698	690
2S	762	-	690
3S	759	695	692
4S	765	696	693
5S	-	695	690
6S	756	694	690
7S	-	693	691
8S	764	-	688
9S	763	-	687

La figure n° 16 fait ressortir que l'eau de surface du barrage de Boukourdane présente des valeurs comprises entre un minimum de 687 $\mu\text{s}/\text{cm}$ au niveau de la station 9S en juin et un maximum de 765 $\mu\text{s}/\text{cm}$ au niveau de la station 4S en avril.

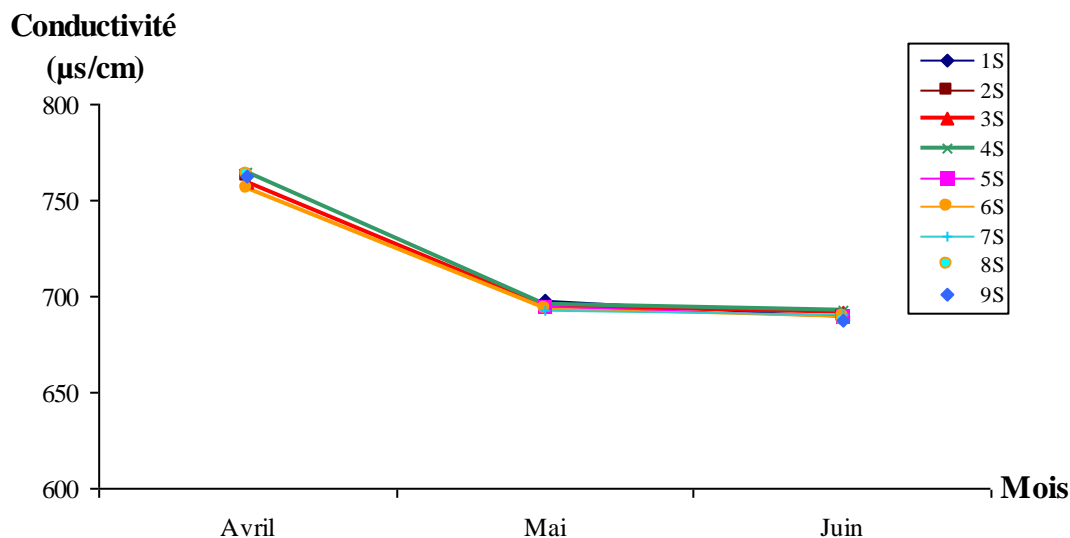


Figure n° 16 : Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) de la conductivité électrique de l'eau de surface du barrage de Boukourdane.

Pour l'eau du fond les teneurs de la conductivité oscillent entre 690 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et 775 $\mu\text{s}/\text{cm}$ respectivement au niveau des stations 2F en juin et 8F en avril (figure n° 17).

Tableau n° 13 : Valeurs mensuelles de la conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$) de l'eau du fond du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin 2008).

	Avril	Mai	Juin
1F	-	710	714
2F	-	-	690
3F	-	698	709
4F	766	720	717
5F	-	723	694
6F	762	711	691
7F	-	720	696
8F	775	-	711
9F	760	-	715

Les teneurs de la conductivité de l'eau du fond sont plus importantes à celles de l'eau de surface. Ceci est du probablement à la remise en suspension des particules sédimentaires près du fond et à l'oxydation de la matière organique produite dans la couche de surface.

D'une manière générale les teneurs de la conductivité sont élevées et sont dues peut être aux substances minérales charriées à partir du bassin versant par les eaux du ruissellement lors des crues. Selon Rodier et *al* (1997), ces fortes teneurs peuvent être aussi expliqué par une forte minéralisation engendrée par les apports organiques.

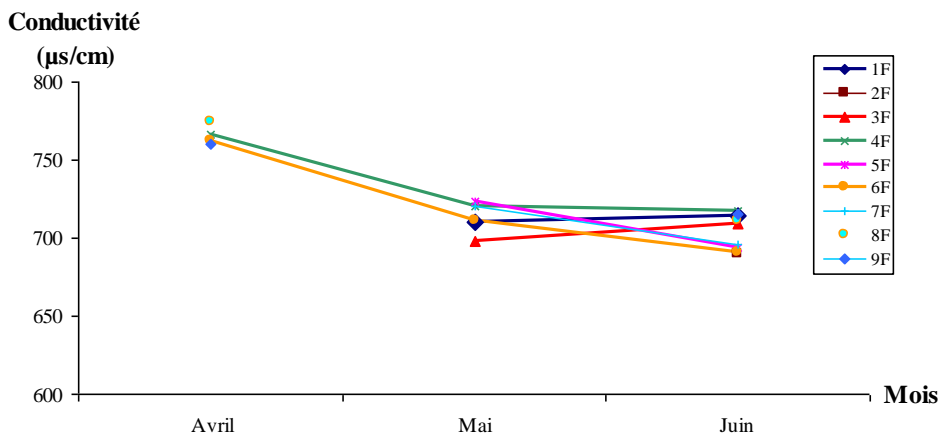


Figure n° 17 : Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) de la conductivité électrique de l'eau du fond du barrage de Boukourdane.

5- Ammonium (NH₄⁺)

La figure n° 18 dénote de faibles teneurs en ammonium qui ne dépassent pas 1,52 µmole/l.

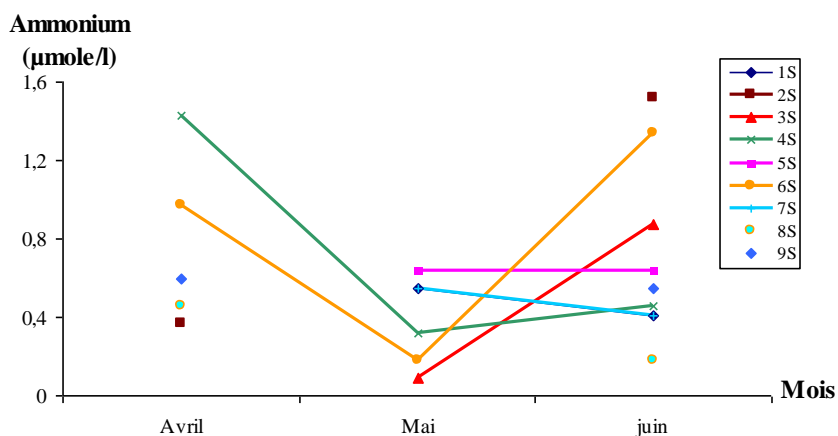


Figure n° 18 : Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) de l'ammonium de l'eau de surface du barrage de Boukourdane.

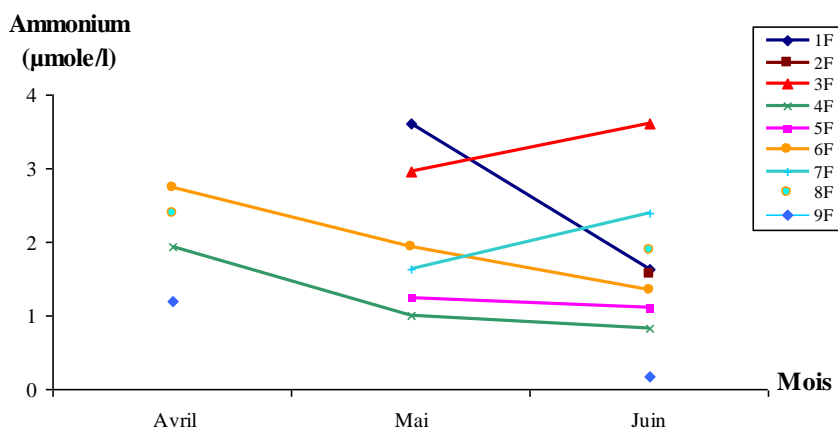


Figure n° 19 : Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) de l'ammonium de l'eau du fond du barrage de Boukourdane.

D'après Levêque (1996), les faibles quantités d'ammonium observées dans l'eau sont dues au fait que les organismes autotrophes le résorbent rapidement, et qu'une fraction moins importante est oxydée en milieu aérobie pour donner des nitrites puis nitrates (nitrification).

Tableau n° 14 : Teneurs mensuelles en ammonium ($\mu\text{mole/l}$) de l'eau de surface du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin 2008).

	Avril	Mai	Juin
1S	-	0,55	0,41
2S	0,037	-	1,52
3S	-	0,09	0,87
4S	1,43	0,32	0,46
5S	-	0,64	0,64
6S	0,97	0,18	0,34
7S	-	0,55	0,41
8S	0,46	-	0,18
9S	0,6	-	0,55

Tableau n° 15 : Teneurs mensuelles en ammonium ($\mu\text{mole/l}$) de l'eau du fond du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin 2008).

	Avril	Mai	Juin
1F	-	3,61	1,62
2F	-	-	1,57
3F	-	2,96	3,61
4F	1,94	1,01	0,83
5F	-	1,25	1,11
6F	2,73	1,94	1,34
7F	-	1,62	2,4
8F	2,4	-	1,89
9F	1,2	-	0,18

Selon le tableau n° 15, les teneurs en ammonium de l'eau du fond sont plus importantes à celles de surface (un maximum de $3,61 \mu\text{mole/l}$ au niveau des stations 1F en mai, 3F en juin et un minimum de $0,18 \mu\text{mole/l}$ au niveau de la station 9F en juin). Cette augmentation peut avoir comme origine la dégradation de la matière organique azotée produite en surface.

6- Nitrites (NO_2^-)

Les nitrites sont des composés labiles, ils ne représentent donc qu'un stade intermédiaire du cycle de l'azote, de ce fait, ils sont rencontrés en faibles quantités dans l'eau de surface du barrage de Boukourdane.

Tableau n° 16 : Teneurs mensuelles en nitrites ($\mu\text{mole/l}$) de l'eau de surface du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin 2008).

	Avril	Mai	Juin
1S	-	0,64	1,65
2S	0,97	-	1,2
3S	-	0,8	0,82
4S	1,06	0,63	1,61
5S	-	0,52	1,7
6S	1,75	1,51	1,8
7S	-	0,8	1,58
8S	0,94	-	0,71
9S	1,51	-	1,39

Les valeurs regroupées dans le tableau n° 16 présentent des faibles teneurs en nitrites pour l'eau de surface avec un minimum de $0,52 \mu\text{mole/l}$ au niveau de la station 5S en mai et un maximum de $1,8 \mu\text{mole/l}$ au niveau de la station 6S en juin.

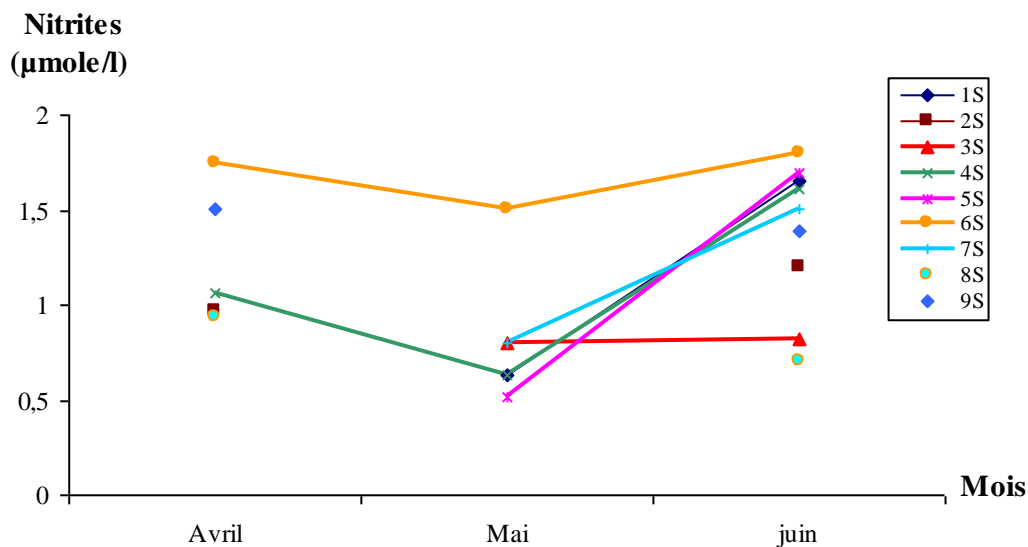


Figure n° 20 : Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) des nitrites de l'eau de surface du barrage de Boukourdane.

A partir des figures n° 18 et n° 20, on remarque que les courbes de variations des nitrites présentent la même allure que celles de l'ammonium pour l'eau de surface avec de faibles valeurs en mai par rapport à avril et juin.

Cette baisse des concentrations en mois de mai serait due probablement à l'assimilation de ces deux éléments azotés (ammonium et nitrites) par le phytoplancton durant le mois de mai. D'ailleurs, la figure n° 29 illustre bien que la valeur maximale de la chlorophylle *a* ($9,61 \text{ mg/m}^3$) a été enregistrée en mois de mai à la station 4S.

Pour l'eau du fond, les charges en nitrites sont plus importantes : $6,35 \mu\text{mole/l}$ au niveau de la station 7F en mois de mai, $4,21 \mu\text{mole/l}$ au niveau de la station 8F en juin et $3,29 \mu\text{mole/l}$ en juin à la station 1F.

Tableau n° 17 : Teneurs mensuelles en nitrites ($\mu\text{mole/l}$) de l'eau du fond du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin 2008).

	Avril	Mai	Juin
1F	-	1,84	3,29
2F	-	-	1,06
3F	-	1,42	0,08
4F	1,13	3,1	2,15
5F	-	3,17	0,56
6F	0,63	1,44	2,1
7F	-	6,35	1,25
8F	1,58	-	4,21
9F	0,97	-	1,06

Le même constat est fait pour l'ammonium où l'on a relevé des teneurs au fond supérieures à celles de la surface (dégradation de la matière organique azotée produite en surface).

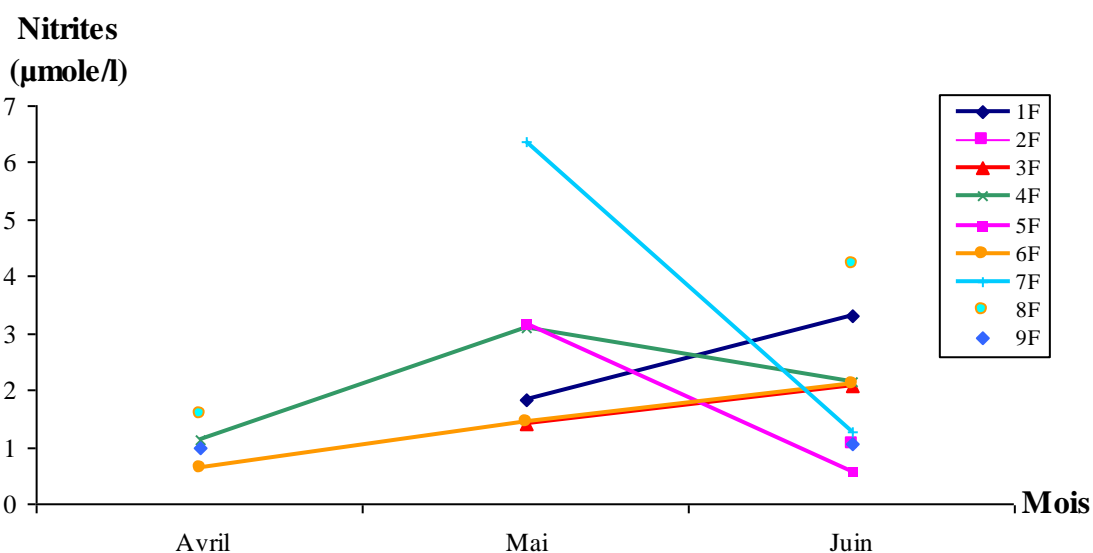


Figure n° 21 : Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) des nitrites de l'eau du fond du barrage de Boukourdane.

On remarque à partir des figures n° 19 et n° 21 que pour l'eau du fond, les profils des nitrites varient inversement aux profils de l'ammonium. Cela est dû au fait que les nitrites proviennent de l'oxydation de l'ammonium.

7- Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates de l'eau de surface présentent des concentrations dont les limites extrêmes se situent entre un minimum de $6,96 \mu\text{mole/l}$ au niveau de la station 8S au mois de juin et un maximum de $18,66 \mu\text{mole/l}$ au niveau de la station 8S en mois d'avril (Figure n° 22).

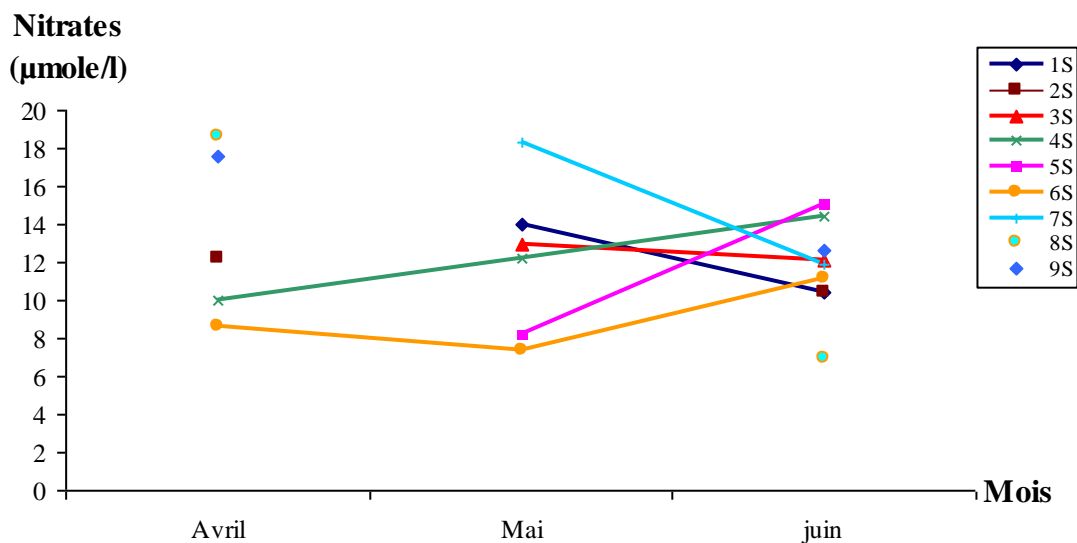


Figure n° 22 : Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) des nitrates de l'eau de surface du barrage de Boukourdane.

Tableau n° 18 : Teneurs mensuelles en nitrates ($\mu\text{mole/l}$) de l'eau de surface du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin 2008).

	Avril	Mai	Juin
1S	-	14,04	10,42
2S	12,18	-	10,4
3S	-	12,99	12,07
4S	9,99	12,23	14,46
5S	-	8,24	15,01
6S	8,64	7,41	11,18
7S	-	18,36	11,87
8S	18,66	-	6,96
9S	17,55	-	12,67

Pour l'eau du fond, les résultats sont regroupés dans le tableau n° 19.

Tableau n° 19 : Teneurs mensuelles en nitrates ($\mu\text{mole/l}$) de l'eau du fond du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin 2008).

	Avril	Mai	Juin
1F	-	12,44	8,33
2F	-	-	6,92
3F	-	11,41	11,46
4F	9,68	12,85	3,98
5F	-	10,28	11,53
6F	10,28	6,49	8,48
7F	-	6,92	9,64
8F	8,63	-	13,54
9F	8,82	-	-

Les charges en nitrates pour l'eau du fond, oscillent entre un minimum de 3,98 $\mu\text{mole/l}$ enregistré à la station 4F en mois de juin et un maximum de 13,54 $\mu\text{mole/l}$ au niveau de la station 8F pour le même mois.

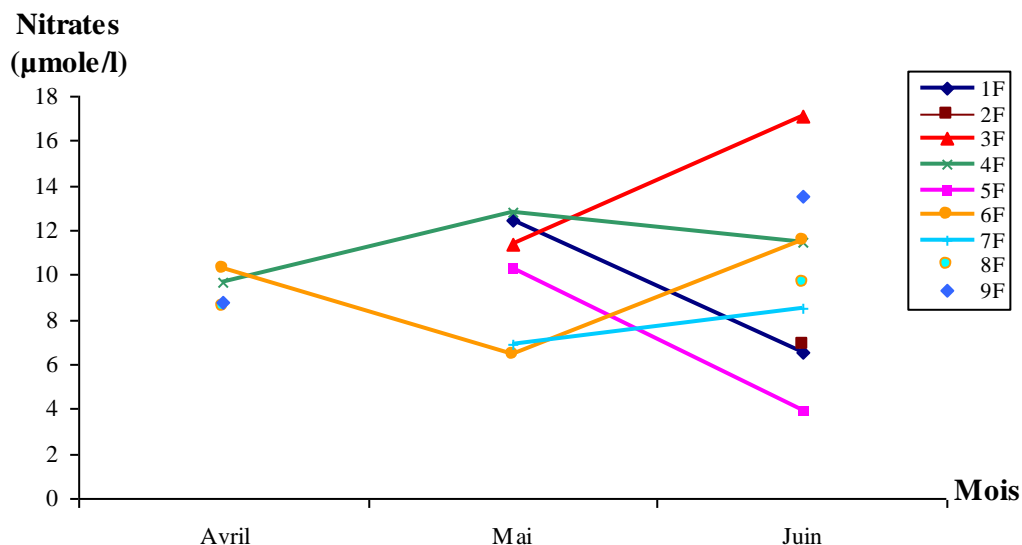


Figure n° 23 : Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) des nitrates de l'eau du fond du barrage de Boukourdane.

Les résultats obtenus indiquent une charge importante en nitrates au niveau de l'eau (surface et fond) du barrage de Boukourdane pour la période d'étude (avril à juin 2008).

On supposerai que cet enrichissement en nitrates est d'origine continentale car le bassin versant du barrage de Boukourdane est pourvu de nombreuses exploitations agricoles où l'on pourrai utiliser des engrais chimiques à bases de produits azotés qui vont être charriées avec l'eau de ruissellement. En effet, la figure n° 24, démontre un taux de précipitation considérable en mai et juin 2008.

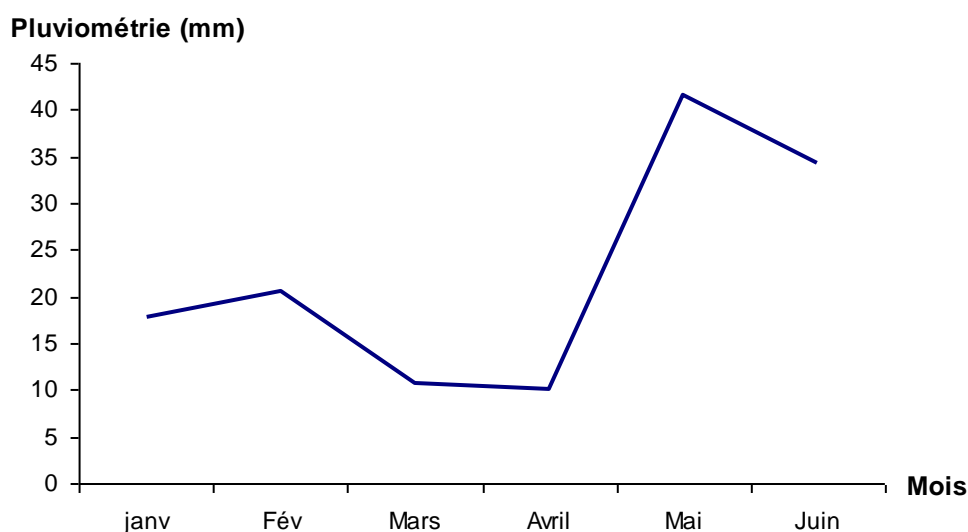


Figure n° 24 : Variation de la pluviométrie (de janvier 2008 à juin 2008) au niveau du barrage de Boukourdane.

8- Orthophosphates (PO_4^{3-})

La variation mensuelle des orthophosphates de l'eau de surface est représentée dans la figure n° 25.

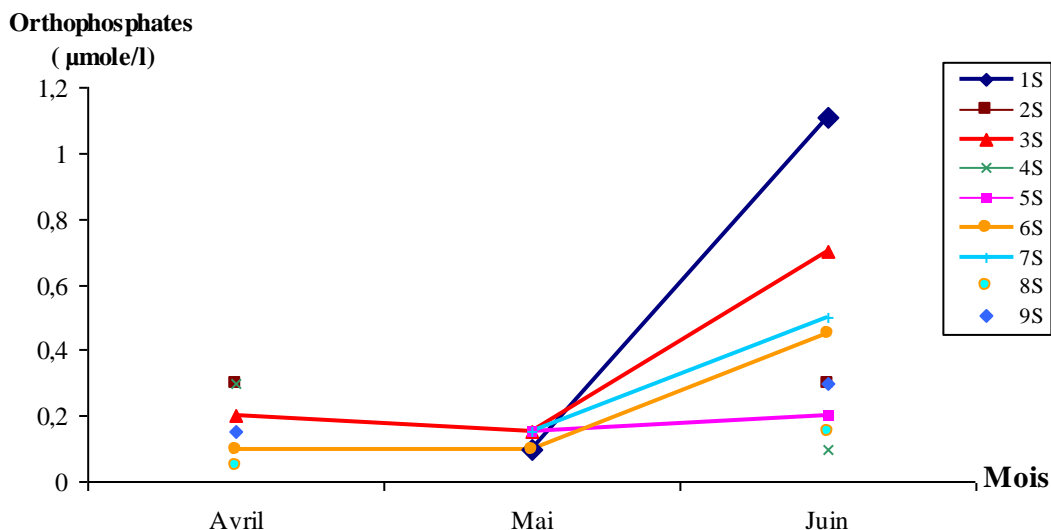


Figure n° 25 : Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) des orthophosphates de l'eau de surface du barrage de Boukourdane.

Les teneurs en cet élément varient entre 0,05 $\mu\text{mole/l}$ au niveau de la station 8S en avril et 1,11 $\mu\text{mole/l}$ au niveau de la station 1S en juin (tableau n° 20).

Pour l'eau du fond, les teneurs en orthophosphates oscillent entre 0,1 $\mu\text{mole/l}$ (1F en mai, 2F et 4F en juin) et 0,9 $\mu\text{mole/l}$ au niveau de la station 6F en juin (Figure n° 26 et tableau n° 21).

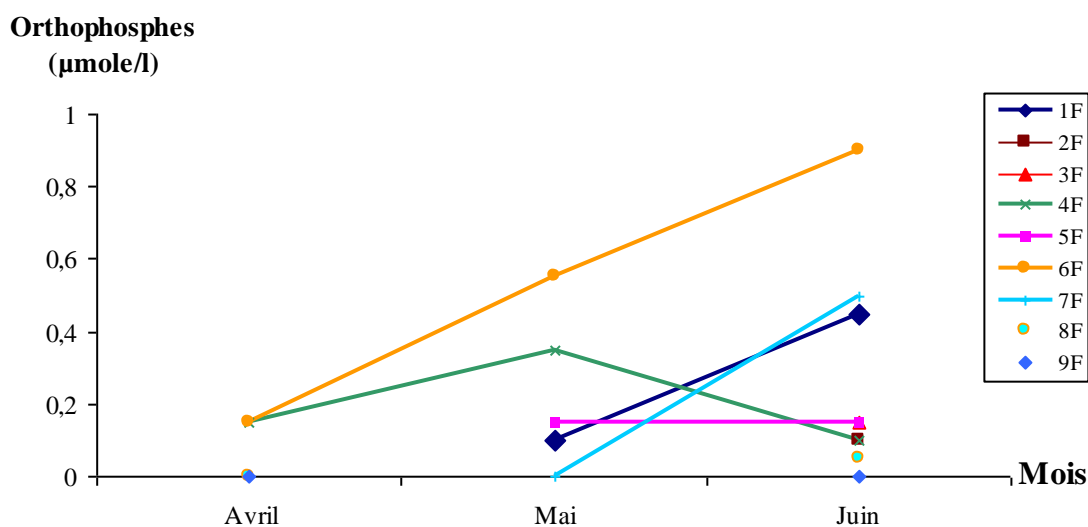


Figure n° 26 : Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) des orthophosphates de l'eau du fond du barrage de Boukourdane.

Tableau n° 20 : Teneurs mensuelles en orthophosphates ($\mu\text{mole/l}$) de l'eau de surface du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin 2008).

	Avril	Mai	Juin
1S	-	0,1	1,11
2S	0,3	-	0,3
3S	0,2	0,15	0,7
4S	0,3	-	0,1
5S	-	0,15	0,2
6S	0,1	0,1	0,45
7S	-	0,15	0,5
8S	0,05	-	0,15
9S	0,15	-	0,3

Tableau n° 21 : Teneurs mensuelles en orthophosphates ($\mu\text{mole/l}$) de l'eau du fond du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin 2008).

	Avril	Mai	Juin
1F	-	0.1	0,45
2F	-	-	0,1
3F	-	-	0,15
4F	0,15	0,35	0,1
5F	-	0,15	0,15
6F	0,15	0,55	0,9
7F	-	0	0,5
8F	0	-	0,05
9F	0	-	0

Les résultats de cette étude démontrent que les eaux du barrage de Boukourdane (surface et fond) sont pauvres en orthophosphates. S'il l'on exclu la valeur obtenu en mois de juin au niveau de la station 1S (1,11 $\mu\text{mole/l}$), les teneurs en orthophosphates sont inférieures à 1 $\mu\text{mole/l}$ ce qui témoigne de l'absence des sources de pollutions domestiques ou industrielles.

9- Matière en suspension (M.E.S)

Les courbes de variation de la matière en suspension au niveau de l'eau de surface (figure n° 27) montrent que les valeurs fluctuent entre 4 mg/l et 16 mg/l.

Tableau n° 22 : Teneurs mensuelles des MES (mg/l) de l'eau de surface du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin 2008).

	Avril	Mai	Juin
1S	-	8	8
2S	-	-	12,09
3S	-	4	12,09
4S	-	12	14
5S	-	8	11
6S	4	6	8
7S	-	4	16
8S	8	-	4
9S	4	-	12

Le mois d'avril et mai présentent des valeurs inférieures à 10 mg/l, exception faite pour la station 4S qui présente une charge de 12 mg/l en mois de mai.

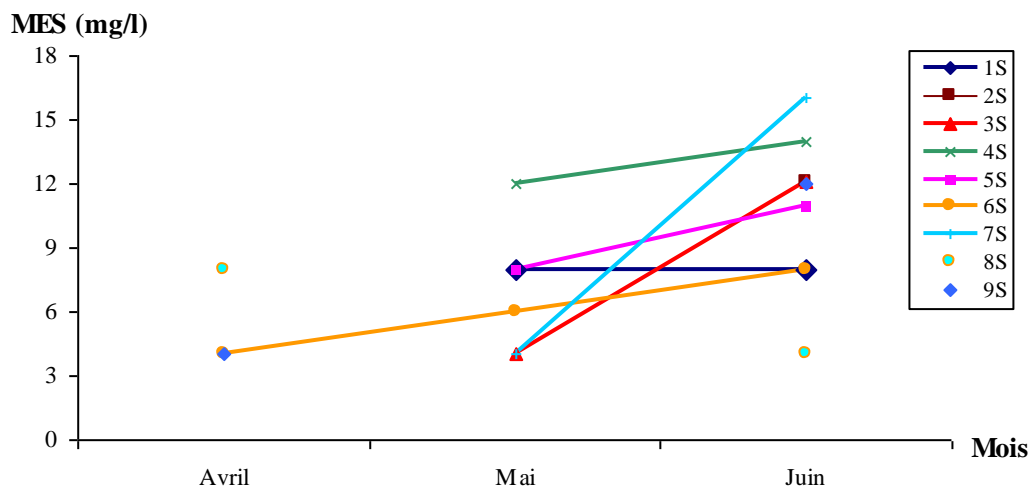


Figure n° 27 : Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) des MES de l'eau de surface du barrage de Boukourdane.

La tendance des courbes de variations fait apparaître que les teneurs en MES (en surface) augmentent progressivement d'avril (entre 4 mg/l et 8 mg/l) à juin (16 mg/l au niveau de la station 7 S).

Pour les eaux du fond, les résultats sont regroupés dans le tableau n° 23.

Tableau n° 23 : Teneurs mensuelles des MES (mg/l) de l'eau du fond du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin 2008).

	Avril	Mai	Juin
1F	-	4	4
2F	-	-	8
3F	-	4	8
4F	8	8	8
5F	-	4	8
6F	-	4	8
7F	-	4	12
8F	-	-	4
9F	4	-	4

Les charges en MES au niveau du fond varient entre 4 mg/l et 8 mg/l. On remarque qu'elles sont inférieures à celles obtenues en surface. Lourguioui (2006) a fait le même constat. Il a expliqué cela par le fait qu'une partie des MES est constituée par des cellules phytoplanctoniques qui sont plus abondantes en surface qu'en profondeur en raison des meilleures conditions hydrologiques qui règnent en surface (meilleur ensoleillement et température des eaux plus élevées).

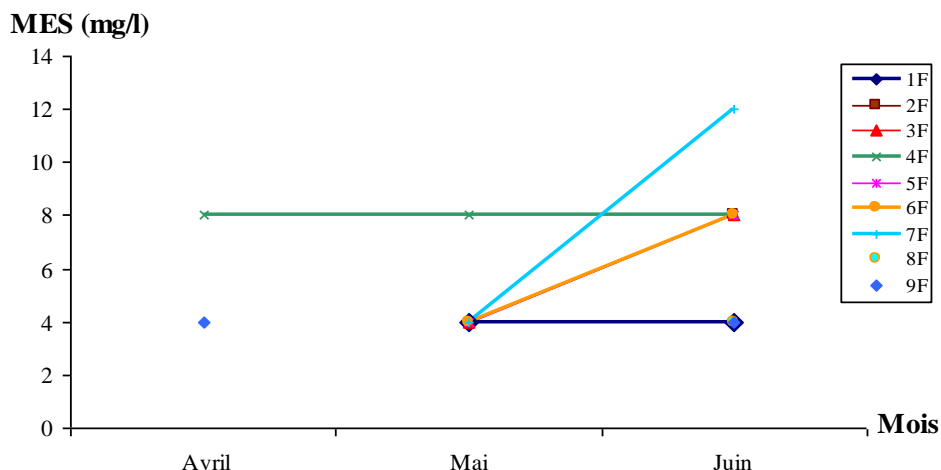


Figure n° 28 : Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) des MES de l'eau du fond du barrage de Boukourdane

10- Chlorophylle a

Les teneurs en chlorophylle *a* varient, en surface, entre un minimum de 1,06 mg/m³ relevé en mois de juin (ST 6S) et un maximum de 9,61 mg/m³ en mai (4S).

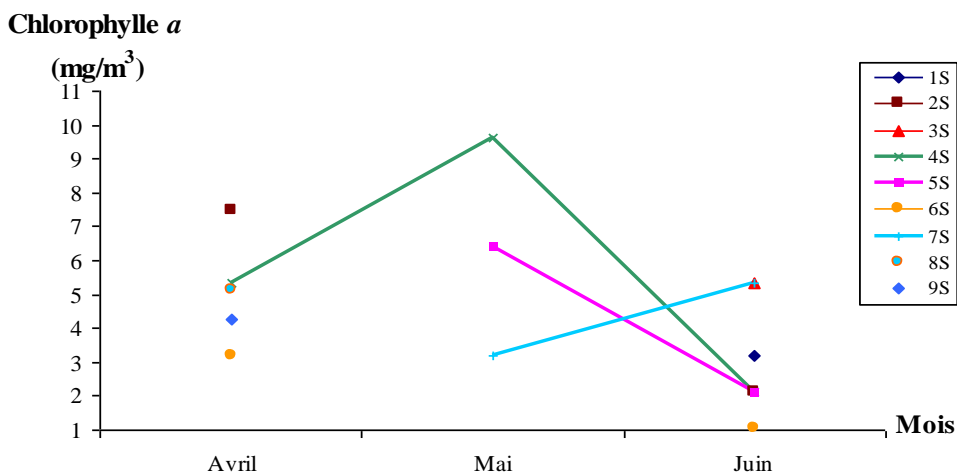


Figure n° 29 : Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) de la chlorophylle *a* de l'eau de surface du barrage de Boukourdane

Tableau n° 24 : Teneurs mensuelles en chlorophylle *a* (mg/m³) de l'eau de surface du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin 2008).

	Avril	Mai	Juin
1S	-	-	3,2
2S	7,47	-	2,13
3S	-	-	5,34
4S	5,34	9,61	2,13
5S	-	6,4	2,13
6S	3,2	-	1,06
7S	-	3,2	5,34
8S	5,15	-	-
9S	4,27	-	-

Les valeurs obtenues au fond (tableau n° 25) sont comparables à celles de surface et oscillent entre 1,06 mg/m³ (7F en mai) et 6,4 mg/m³ (9F en avril).

Tableau n° 25 : Teneurs mensuelles de la chlorophylle *a* (mg/m³) de l'eau du fond du barrage de Boukourdane (avril, mai et juin 2008).

	Avril	Mai	Juin
1F	-	-	Non détectée
2F	-	-	-
3F	-	-	1,28
4F	2,13	2,13	-
5F	-	-	1,06
6F	-	5,34	4,27
7F	-	1,06	5,34
8F	4,27	-	Non détectée
9F	6,4	-	1,28

Les teneurs en chlorophylle *a* au niveau des stations 1F et 8F en mois de juin sont inférieurs au seuil de détection de la méthode utilisée. Pour rappel, ces deux stations se trouvent à des profondeurs respectives de 15 m et 13 m.

Anderson (1986) *in* Djerrah et Rahmani (2003), montre que la distribution de la chlorophylle se caractérise très souvent par un maximum subsupéficiel.

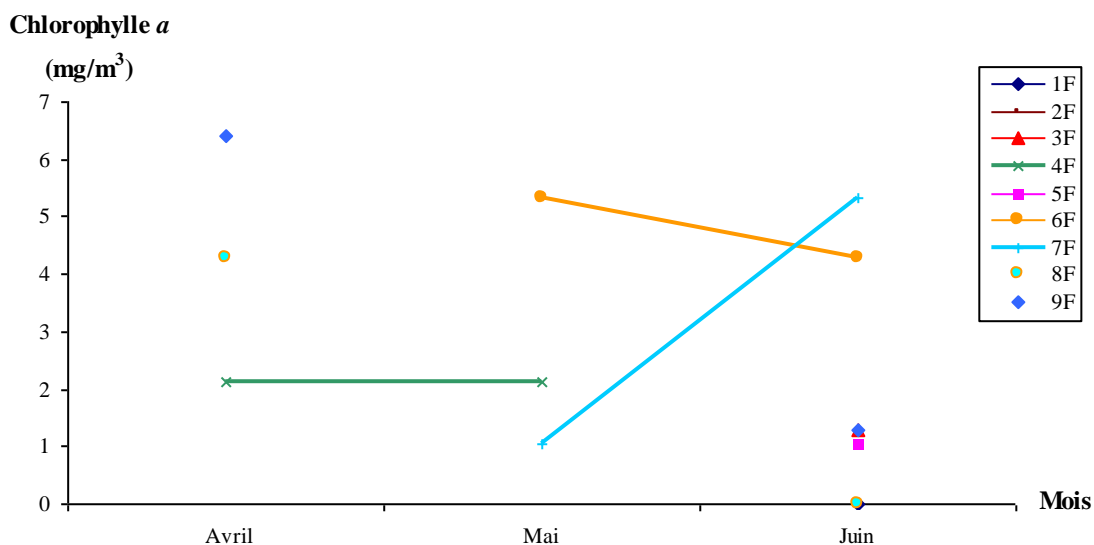


Figure n° 30 : Variation mensuelle (avril, mai et juin 2008) de la chlorophylle *a* de l'eau du fond du barrage de Boukourdane

A partir des figures n° 29 et n° 30, on peut dire que les eaux du barrage de Boukourdane (surface et fond) abritent une biomasse phytoplanctonique considérable. Cette richesse en biomasse chlorophyllienne est peut être due à l'abondance des éléments nutritifs azotés (nitrates) provenant probablement du lessivage des terres agricoles se trouvant sur le bassin versant du plan d'eau.

11- Variation des paramètres physico-chimiques du barrage de Boukourdane durant les années 2002, 2003, 2005 et 2008.

Tableau n° 26 : Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques des eaux de surface du barrage de Boukourdane durant les années : 2002, 2003, 2005 et 2008.

Auteurs	Amirouche et Ouldali (2002)			Zourez et Ferhani (2003)			Lourguioui (2006)			Présente étude (2008)		
	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois	Mois
Paramètres	Avril 2002	Mai 2002	Juin 2002	Avril 2003	Mai 2003	Juin 2003	Avril 2005	Mai 2005	Juin 2005	Avril 2008	Mai 2008	Juin 2008
T° C	16,5	20,8	24,3	21	23	28	19,9	25,6	25,5	19,61	20,58	22,61
O ₂ (mg/l)	7,6	8,73	8,13	11,6	10,9	10,9	8,27	7,8	8,3	8,53	11,4	10,02
pH	8,65	8,7	8,64	8,6	8,4	8,5	8,35	8,33	8,29	8,23	8,43	8,35
NH ₄ ⁺ (µmoles/l)	-	-	-	-	-	-	0,56	0,28	0,19	0,76	0,38	0,7
NO ₂ ⁻ (µmoles/l)	0,76	0,74	0,46	1,09	1,74	1,09	0,54	0,61	0,64	1,24	0,81	1,37
NO ₃ ⁻ (µmoles/l)	8,26	6,95	10,12	41,61	36,13	29,03	2,242	2,17	2,14	13,4	12,21	11,77
PO ₄ ³⁻ (µmoles/l)	3,53	2,05	0,45	6	0,74	3,79	0,34	0,15	0,05	0,18	0,13	0,42
MES (mg/l)	10	13,33	15	7	7	10,5	5,79	9,32	3,97	5,33	7	10,79
Chlorophylle a (mg/m ³)	-	-	-	2,86	1,6	1,56	2,85	2,74	1,71	7,68	6,04	2,66

Les courbes de variations de la température au niveau de l'eau de surface du barrage de Boukourdane (figure n° 31) présentent la même allure durant les quatre ans. La température de l'eau de surface suit celle de l'air et augmente graduellement d'avril à juin pour les quatre années (2002, 2003, 2005 et 2008).

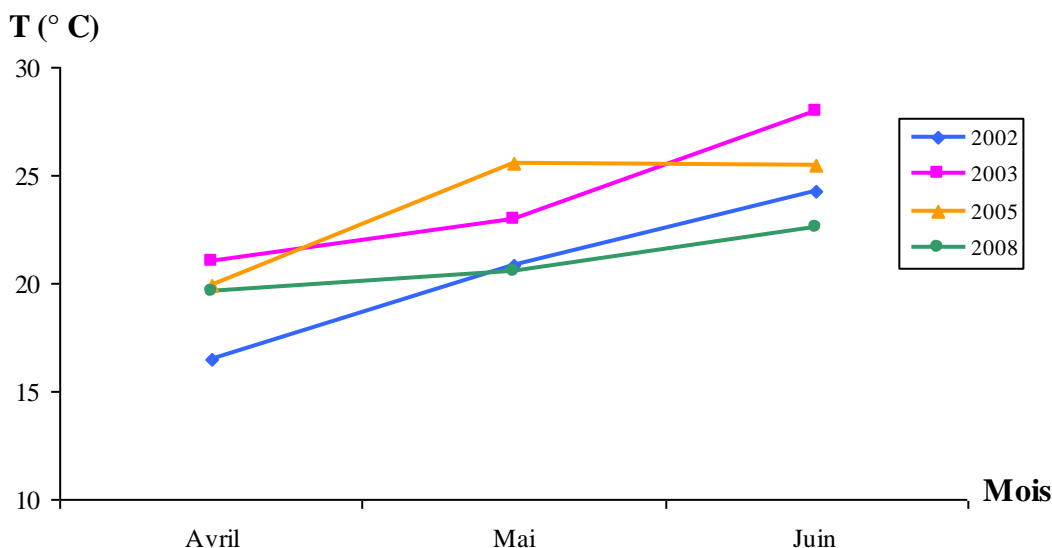


Figure n° 31 : Variation mensuelle des températures moyennes de l'eau de surface du barrage de Boukourdane durant les années (2002, 2003, 2005 et 2008).

A partir de la figure n° 32, on peut déduire que l'eau de surface du barrage de Boukourdane présente un pH stable autour de 8,4. La comparaison des valeurs du pH entre les années 2002,

2003, 2005 et 2008 (pour les mois d'avril, mai et juin) montre que le pH varie entre un maximum de 8,7 (mai 2002) et un minimum de 8,23 (avril 2008).

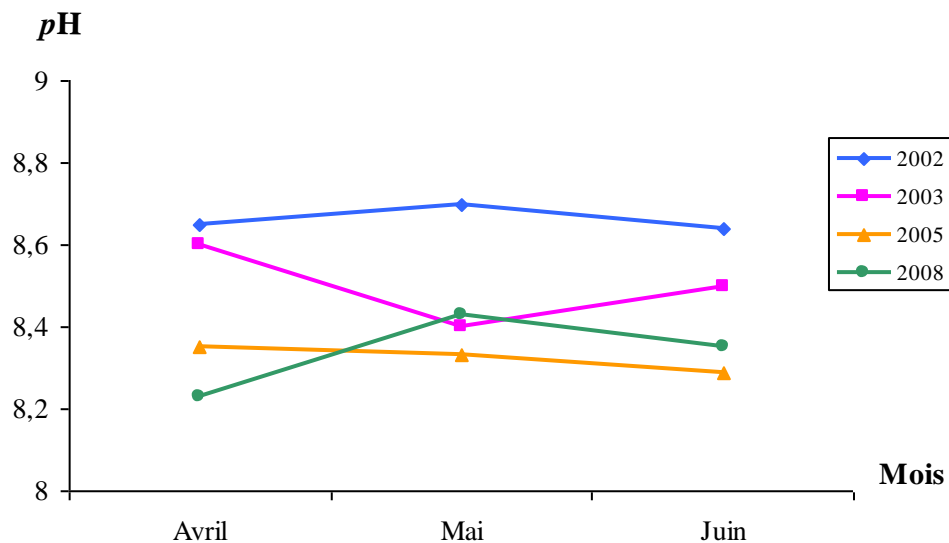


Figure n° 32 : Variation mensuelle du pH moyen de l'eau de surface du barrage de Boukourdane durant les années (2002, 2003, 2005 et 2008).

La figure n° 33 montre que les eaux de surface du barrage de Boukourdane sont très bien oxygénées (pour la période comprise entre avril et mai) avec des valeurs d'oxygènes dissous qui dépassent 7 mg/l.

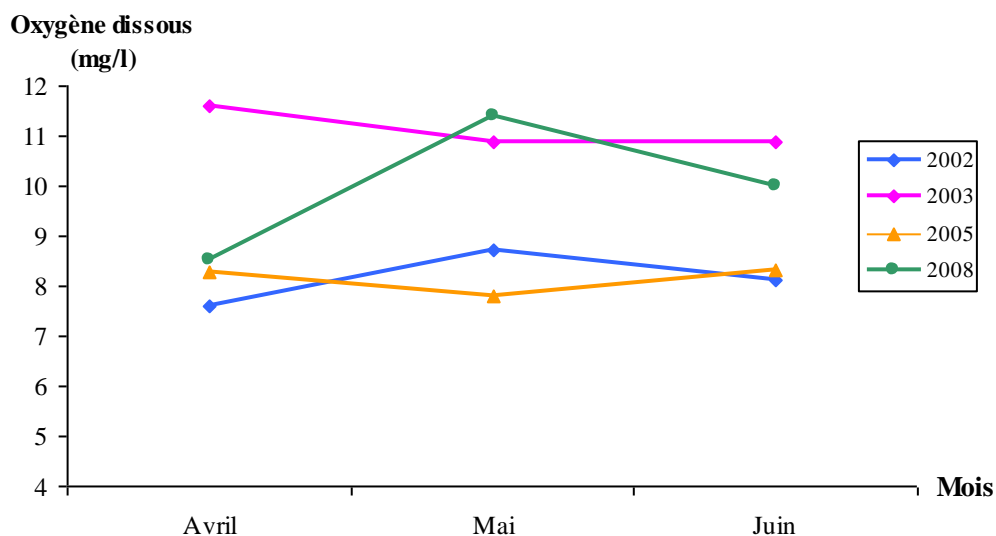


Figure n° 33 : Variation mensuelle des teneurs moyennes en oxygène dissous de l'eau de surface du barrage de Boukourdane durant les années (2002, 2003, 2005 et 2008).

La figure n° 34 montre que nos valeurs sont comparables à celles trouvées en 2005 par Lourguioui (Lourguioui, 2006) avec des concentrations qui ne dépassent pas 1 $\mu\text{mole/l}$ (pour les mois : avril, mai et juin).

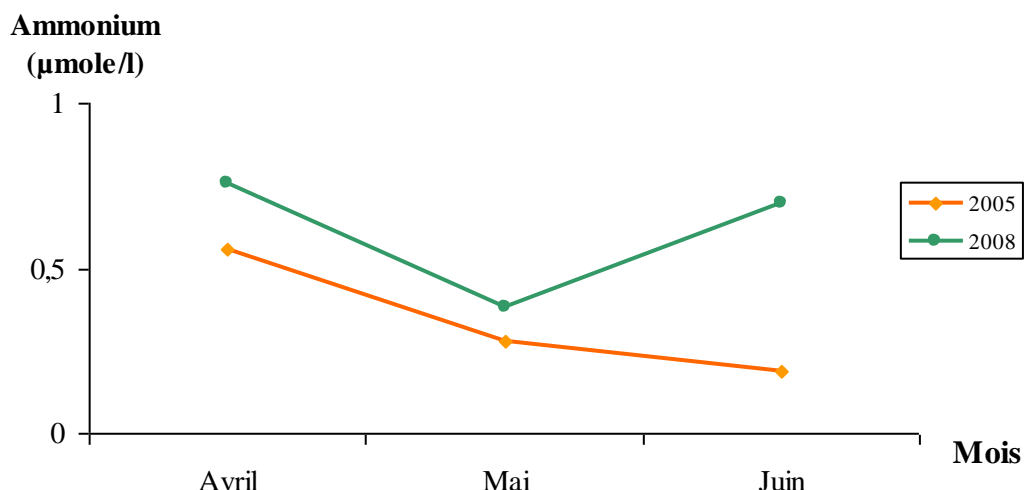


Figure n° 34 : Variation mensuelle des teneurs moyennes en ammonium de l'eau de surface du barrage de Boukourdane durant les années (2005 et 2008).

Pour les nitrites, si l'on fait exception à la valeur de $1,74 \mu\text{mole/l}$ obtenue en mois de mai 2003 par Zourez et Ferhani, les moyennes des résultats obtenus au cours des années : 2002, 2003, 2005 et 2008 (figure n°35) sont très proches et varient de $0,46 \mu\text{mole/l}$ à $1,37 \mu\text{mole/l}$.

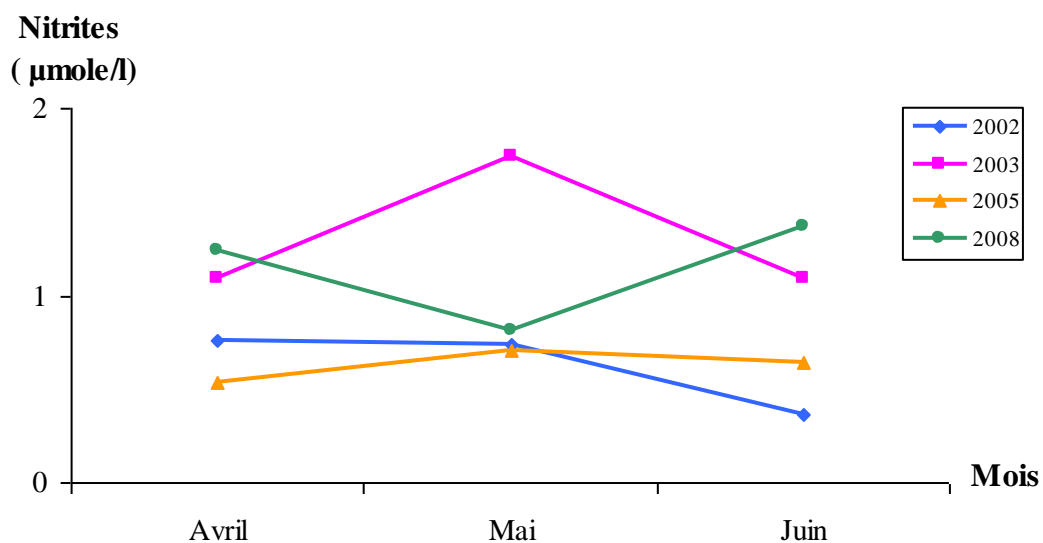


Figure n° 35 : Variation des teneurs moyennes en nitrites de l'eau de surface du barrage de Boukourdane durant les années (2002, 2003, 2005 et 2008).

Contrairement aux années : 2002, 2003 et 2005, l'année 2008 fait ressortir un minimum de concentrations en nitrites en mois de mai alors que pour les autres années c'est au niveau de ce mois que l'on enregistre la teneur la plus élevée.

Bien que les charges en nitrates obtenues par Zourez et Ferhani en 2003 dépassent largement les concentrations relevées par les autres auteurs, les courbes de variations des teneurs en nitrates présentent la même allure au cours des études faites en (2002, 2003, 2005 et 2008) sur le même site (figure n° 36).

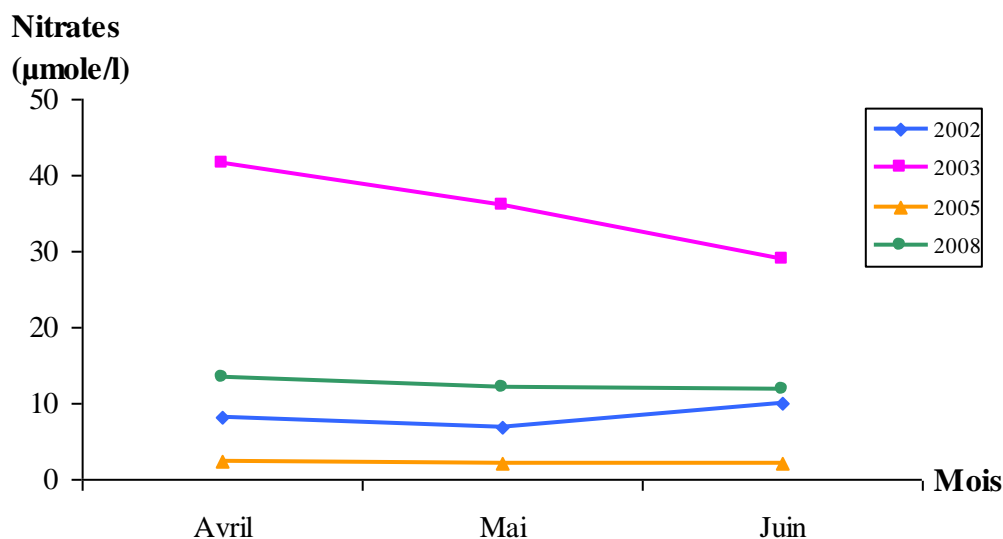


Figure n° 36 : Variation mensuelle des teneurs moyennes en Nitrates de l'eau de surface du barrage de Boukourdane durant les années (2002, 2003, 2005 et 2008).

Les résultats qu'on a obtenu pour les orthophosphates en 2008 sont très proches de ceux obtenu par Lourguioui en 2005 où les concentrations moyennes en orthophosphates ne dépassent pas 0,5 $\mu\text{mole/l}$ pour les trois mois : avril, mai et juin (figure n° 37).

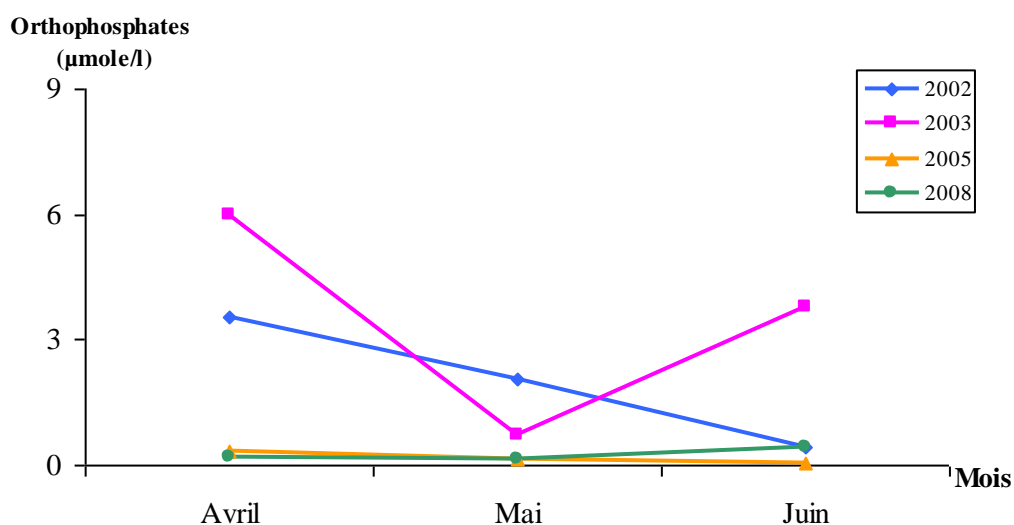


Figure n° 37 : Variation mensuelle des teneurs moyennes en orthophosphates de l'eau de surface du barrage de Boukourdane durant les années (2002, 2003, 2005 et 2008).

Les charges en MES qu'on a obtenus font partie de l'intervalle des valeurs mentionnées par Amirouche et Ouldali en 2002, Zourez et Ferhani en 2003 et Lourguioui en 2005. Les courbes de variations présentent la même allure (figure n° 38).

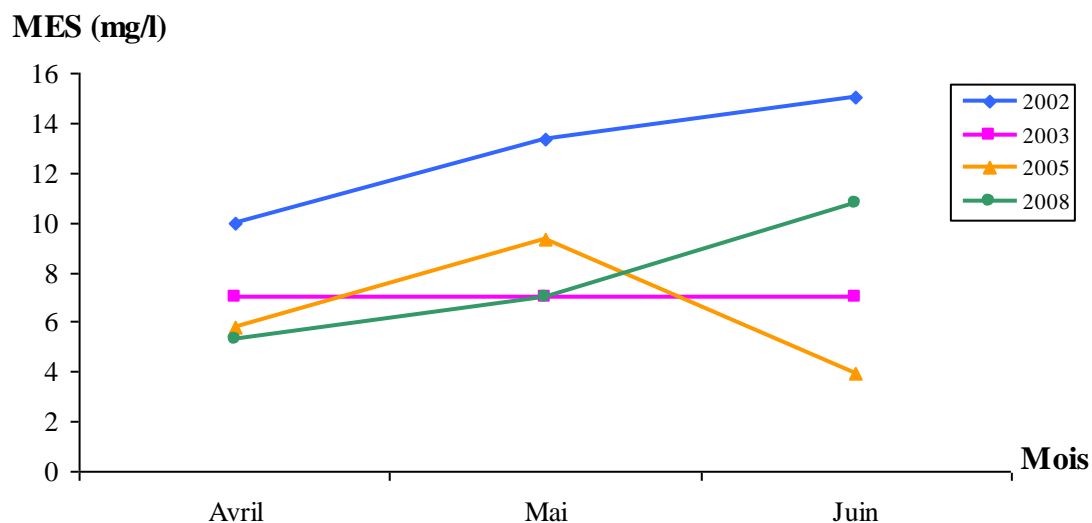


Figure n° 38 : Variation des teneurs moyennes en MES de l'eau de surface du barrage de Boukourdane durant les années (2002, 2003, 2005 et 2008).

Les teneurs en chlorophylle *a* obtenues en 2008 sont supérieures à celles observées en 2003 et 2005. Cela est du peut être à une plus grande disponibilité des sels nutritifs (azotés) qui se sont retrouvées dans l'eau du barrage charriées par les eaux de pluies des mois d'avril 2008 et de mai 2008.

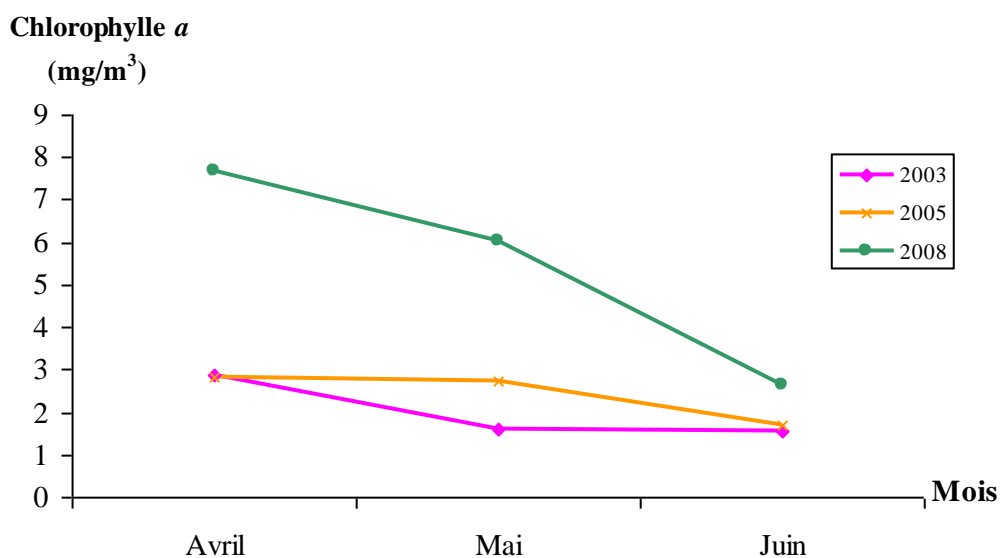


Figure n° 39 : Variation mensuelle des teneurs moyennes en chlorophylle *a* de l'eau de surface du barrage de Boukourdane durant les années (2003, 2005 et 2008).

12- Comparaison des résultats des paramètres physico-chimiques obtenus en 2008 au niveau du barrage de Boukoudane avec d'autres barrages

Les températures moyennes mensuelles obtenues au niveau du barrage de Boukoudane sont légèrement supérieures à celles des autres barrages.

Tableau n° 27 : valeurs moyennes mensuelles de la température (° C) de l'eau de surface de différents barrages.

	Avril	Mai	Juin
Barrage de Ghrib (Bensedik et Kemel, 1991)	17,3	16,6	18,9
Barrage Oued EL Fodda (Delih et Djouhri, 1991)	14,8	16,7	22
Barrage Sidi M'hamed Ben Aouda (Oussaid et Zerouki, 1993)	16,07	20,7	21,4
Barrage Boukoudane (2008)	19,61	20,58	22,61

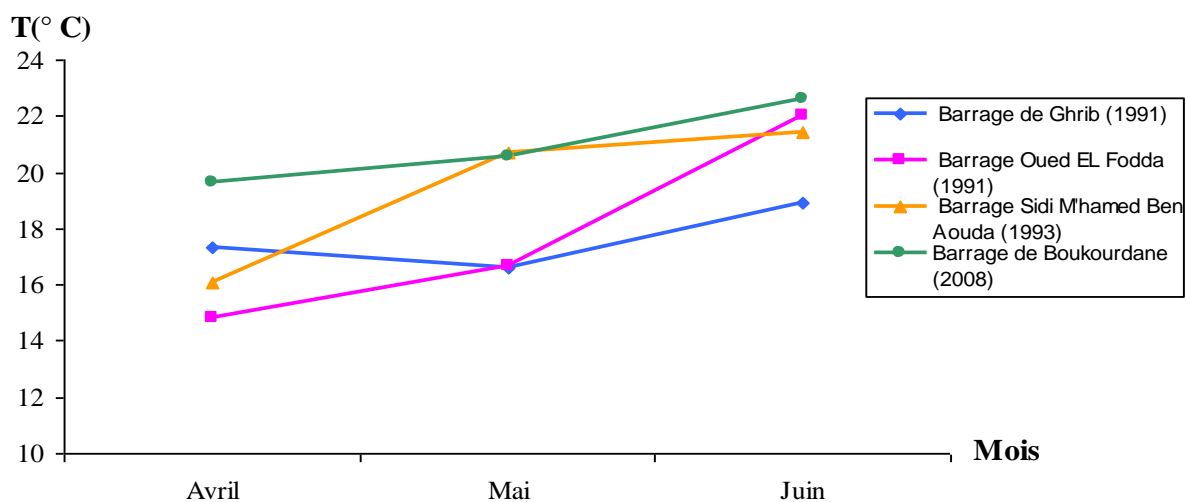


Figure n° 40 : Variation mensuelle des températures moyennes de l'eau de surface de différents barrages.

Contrairement aux autres barrages, l'eau du barrage de Boukoudane présente un *pH* stable autour de 8,2 et donc légèrement alcalin. Le barrage de Sidi M'hamed Ben Aouda (1993) présente aussi *pH* stable mais légèrement acide (entre 6,6 et 6,8).

Tableau n° 28 : valeurs moyennes mensuelles du *pH* de l'eau de surface de différents barrages

	Avril	Mai	Juin
Barrage de Ghrib (Bensedik et Kemel, 1991)	7,9	8,3	9,8
Barrage Midi M'hamed Ben Aouda (Oussaid et Zerouki, 1993)	6,8	6,7	6,6
Barrage de Boukoudane (2008)	8,28	8,43	8,35

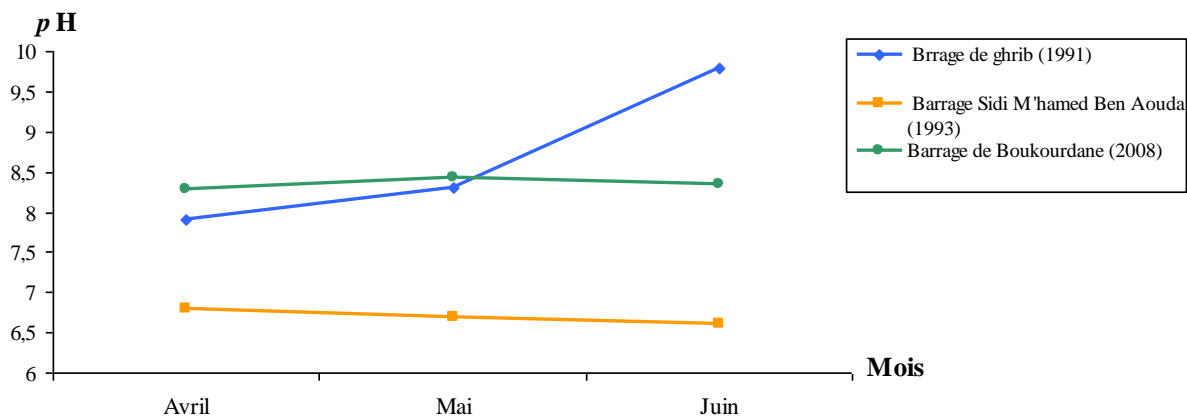


Figure n° 41 : Variation mensuelle moyenne du pH de l’eau de surface de différents barrages.

A l’exception du mois d’avril, l’eau de surface du barrage de Boukourdane présente une meilleure oxygénation par rapport aux autres barrages (figure n°42).

Tableau n° 29 : Teneurs moyennes mensuelles en oxygène dissous de l’eau de surface de différents barrages.

	Avril	Mai	Juin
Barrage de Ghib (Bensedik et Kemel, 1991)	11,4	8,7	9,6
Barrage Oued EL Fodda (Delih et Djouhri, 1991)	9,1	8,7	7,2
Barrage Sidi m'hamed Ben Aouda (Oussaid et Zerouki, 1993)	10,35	9,5	7,8
Barrage de Boukourdane (2008)	8,53	11,4	10,02

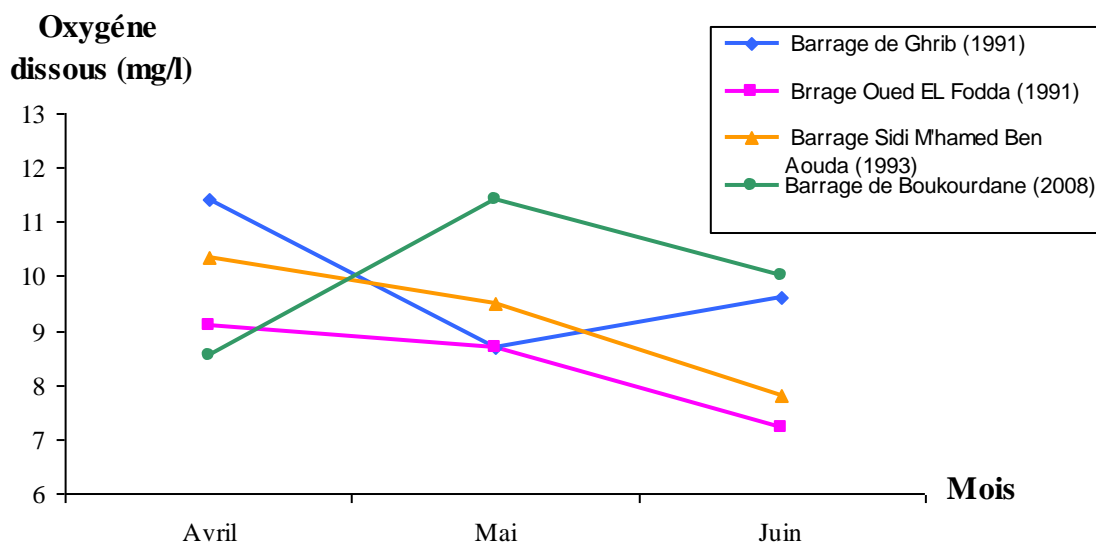


Figure n° 42 : Variation mensuelle des teneurs moyennes en oxygène dissous de l’eau de surface de différents barrages.

Les courbes de variations moyennes des teneurs en ammonium dénotent les faibles concentrations en ammonium enregistrées au niveau du barrage de Boukourdane en 2008. ceci est peut être à son assimilation par le phytoplancton. D'après (Sttathouloulou et ignatiades, 1980 in Brahmia et Brinis, 1997), l'ammonium constitue une forme nutritive très importante pour le phytoplancton et peut soutenir de très près la production biologique particulièrement en période estivale.

Le barrage de Ghrib (1991) présente des valeurs plus fortes par rapport aux autres barrages (un maximum de 211,11mg/l).

Tableau n° 30 : Teneurs mensuelles moyennes en Ammonium ($\mu\text{mole/l}$) de l'eau de surface de différents barrages

	Avril	Mai	Juin
Barrage de Ghrib (Bensedik et Kemel, 1991)	211,11	83,05	99,44
Barrage Oued El Fodda (Delih et Djouhri, 1991)	46,66	21,11	23,33
Barrage Sidi M'hamed Ben Aouda (Oussaid et Zerouki, 1993)	180,97	169,72	149,86
Barrage de Boukourdane (2008)	0,76	0,38	0,7

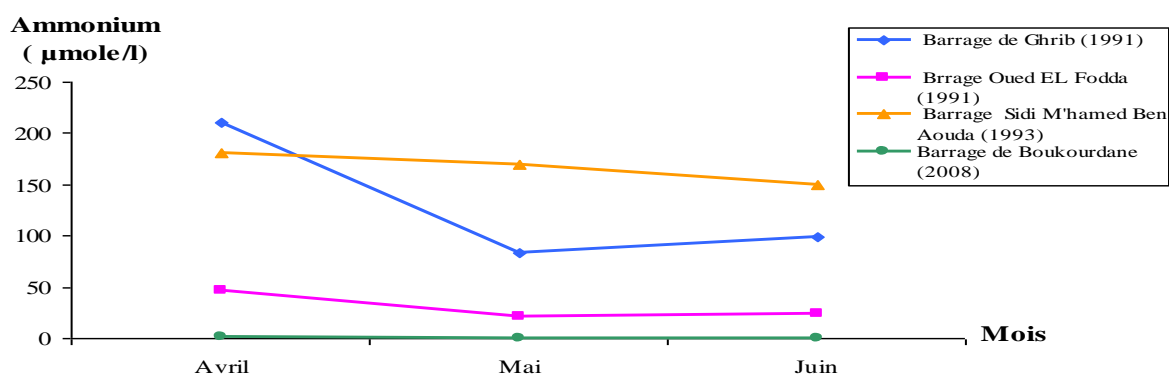


Figure n° 43 : Variation mensuelle des teneurs moyennes en Ammonium de l'eau de surface de différents barrages.

Pour les nitrites, la figure n° 44 fait apparaître que le barrage de Boukourdane présente des teneurs intermédiaires entre celles obtenus au niveau du barrage de Oued El Fodda et celles relevées au niveau des plans d'eaux de Ghrib et Sidi M'Hamed Ben Aouda.

Tableau n° 31 : Teneurs moyennes mensuelles en nitrites ($\mu\text{mole/l}$) de l'eau de surface de différents barrages

	Avril	Mai	Juin
Barrage de Ghrib (Bensedik et Kemel, 1991)	3,26	3,64	1,03
Barrage Oued El Fodda (Delih et Djouhri, 1991)	0,7	0,56	0,65
Barrage Sidi M'hamed Ben Aouda (Oussaid et Zerouki, 1993)	2,06	2,5	2,55
Barrage de Boukourdane (2008)	1,24	0,81	1,37

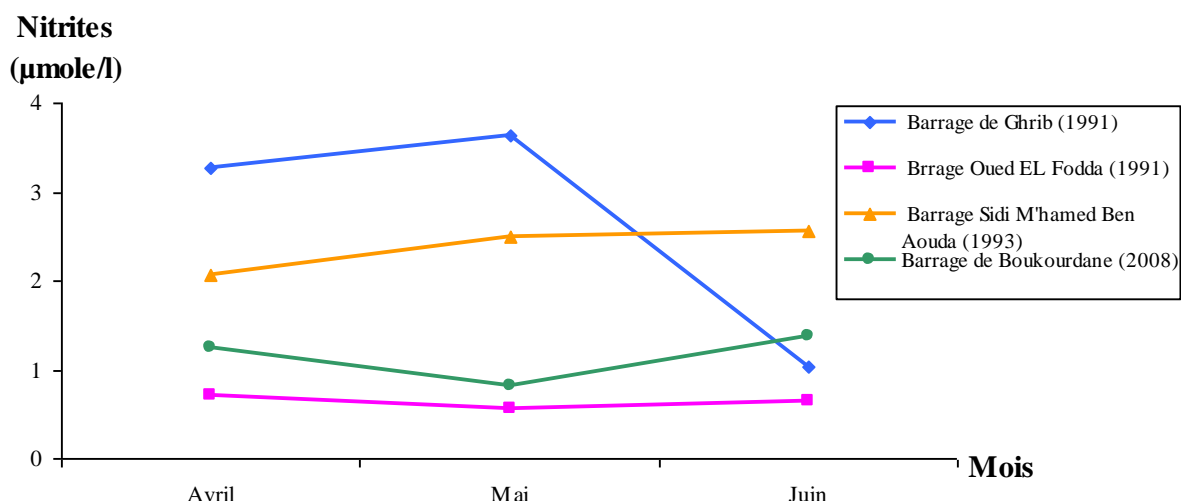


Figure n° 44 : Variation mensuelle des teneurs moyennes en nitrites de l'eau de surface de différents barrages

Le tableau n° 32 et la figure n° 45 montrent que les teneurs en nitrates relevées au niveau des barrages de Ghib (1991), de Oued El Fodda (1991), de Sidi M'Hamed Ben Aouda (1993) dépassent largement celles du barrage de Boukourdane (2008).

Tableau n° 32 : Teneurs moyennes mensuelle en nitrates (µmole/l) de l'eau de surface de différents barrages

	Avril	Mai	Juin
Barrage de Ghib (Bensedik et Kemel, 1991)	247,86	209,35	86,93
Barrage Oued EL Fodda (Delih et Djouhri, 1991)	306	290	177
Barrage Sidi m'hamed Ben Aouda (Oussaid et Zerouki, 1993)	69,56	74,52	40,8
Barrage de Boukourdane (2008)	13,4	12,21	11,77

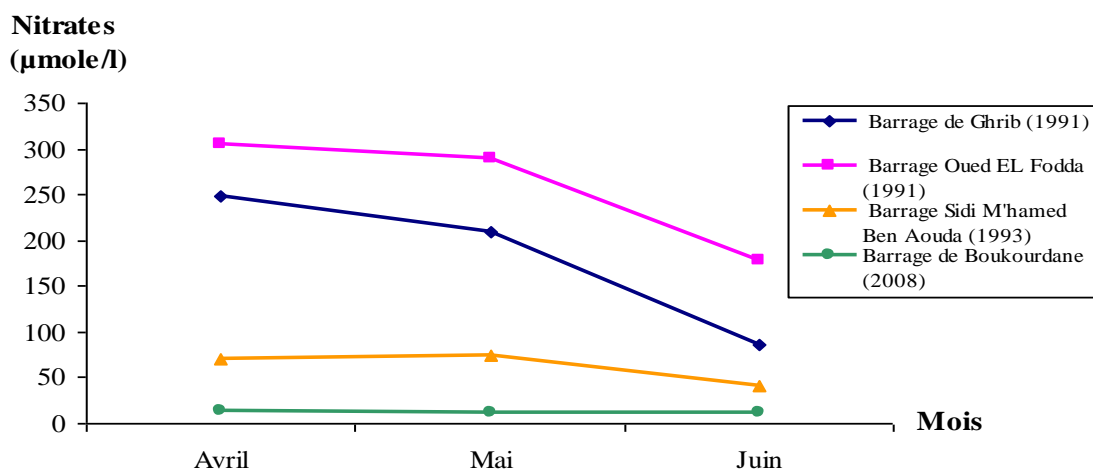


Figure n° 45 : Variation mensuelle des teneurs moyennes en nitrates de l'eau de surface de différents barrages

Les concentrations moyennes des Orthophosphates au niveau du barrage de Boukourdane sont considérées comme de très faibles teneurs par rapport aux valeurs enregistrées dans les autres barrages (tableau n° 33 et figure n° 46).

Tableau n° 33 : Teneurs moyennes mensuelle en orthophosphates ($\mu\text{mole/l}$) de l'eau de surface de différents barrages

	Avril	Mai	Juin
Barrage de Ghrib (Bensedik et Kemel, 1991)	12,5	12,29	2,1
Barrage Oued El Fodda (Delih et Djouhri, 1991)	16,84	20,21	11,6
Barrage Sidi m'hamed Ben Aouda (Oussaid et Zerouki, 1993)	0,79	13,32	1,39
Barrage de Boukourdane (2008)	0,18	0,13	0,42

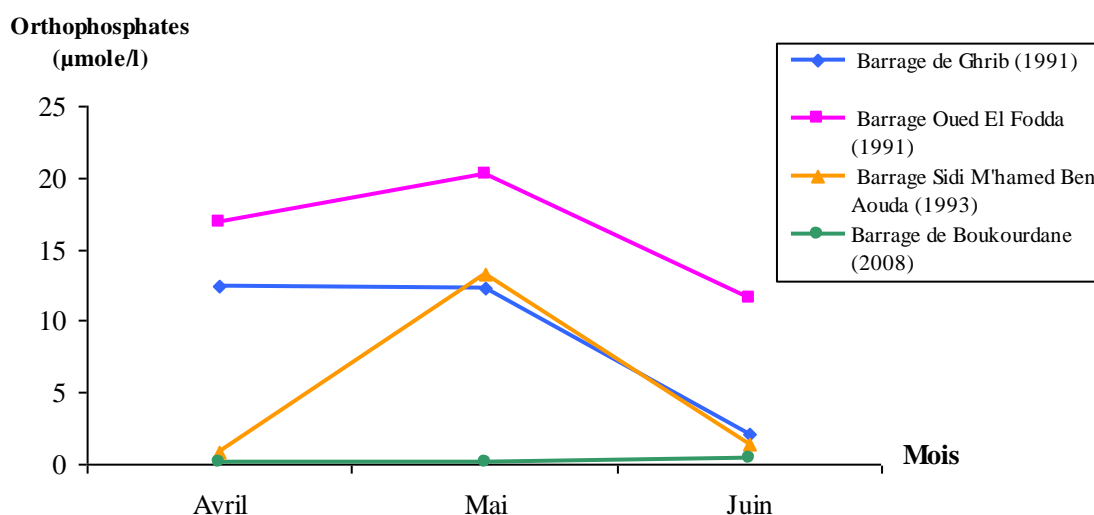


Figure n° 46 : Variation mensuelle des teneurs moyennes en orthophosphates de l'eau de surface de différents barrages

Tableau n° 34 : Teneurs moyennes mensuelles en MES (mg/l) de l'eau de surface de différents barrages

	Avril	Mai	Juin
Barrage de Ghrib (Bensedik et Kemel, 1991)	6	25,75	16
Barrage Sidi M'hamed Ben Aouda (Oussaid et Zerouki, 1993)	125	13	6
Barrage de Boukourdane (2008)	5,33	6,66	10,24

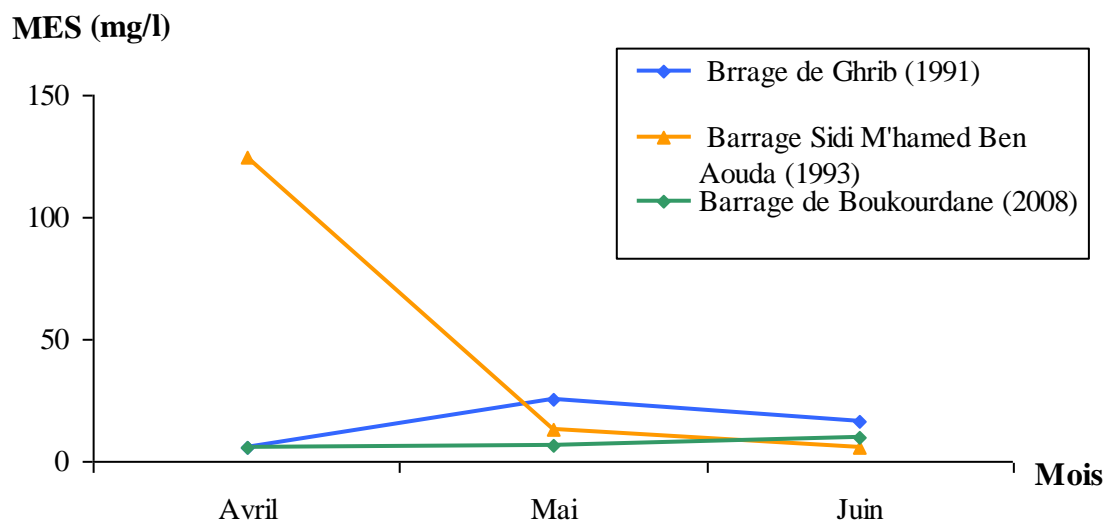


Figure n° 47 : Variation mensuelle des teneurs moyennes en MES de l'eau de surface de différents barrages

A l'exception de la forte charge en MES obtenue en mois d'avril au niveau du barrage de Sidi M'Hamed Ben Aouda, les autres valeurs sont dans le même ordre de grandeur. Le barrage de Boukourdane présente les plus faibles valeurs.

De fortes teneurs en chlorophylle *a* sont enregistrées au niveau du barrage de Boukourdane (figure n° 48). Ceci témoigne de la richesse phytoplanctonique de ce plan d'eau. Les autres barrages présentent des charges moins importantes (sauf pour le barrage de Ghrib en mois d'avril qui présente une valeur qui dépasse celle de notre site d'étude).

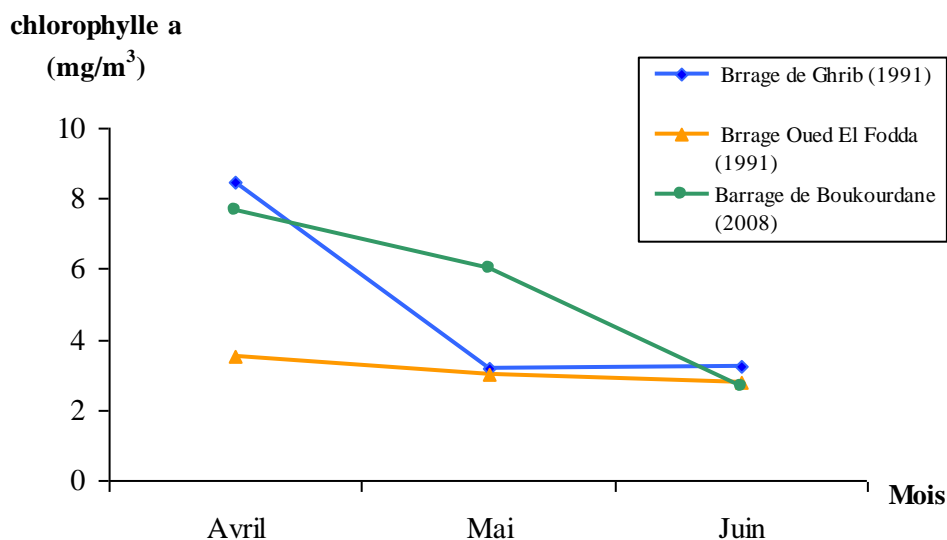


Figure n° 48 : Variation mensuelle des teneurs moyennes en chlorophylle *a* de l'eau de surface de différents barrages

Tableau n° 35 : Teneurs moyennes mensuelles en chlorophylle *a* (mg/m³)
de l'eau de surface de différents barrages

	Avril	Mai	Juin
Barrage de Ghrib (Bensedik et Kemel, 1991)	8,49	3,2	3,22
Barrage Oued El Fodda (Delih et Djouhri, 1991)	3,5	3	2,8
Barrage de Boukourdane (2008)	7,68	6,04	2,66

CONCLUSION

Conclusion

Au cours de cette étude, un suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau du barrage de Boukourdane a été effectué à travers trois campagnes de prélèvements des eaux de surface et du fond durant la période avril, mai et juin 2008.

On a remarqué que malgré la variation saisonnière des précipitations, le barrage de Boukourdane présentait un volume d'eau constant au tour de 40 millions de m³ pour la période comprise entre janvier 2008 et juin 2008.

Les résultats qu'on a obtenus montrent que le barrage de Boukourdane possède une eau fortement minéralisée et un *pH* légèrement alcalin (autour de 8), cette valeur est favorable pour la vie aquatique.

La bonne oxygénation de l'eau du barrage de Boukourdane (une teneur maximale de 11,2 mg/l en surface et 8,85 mg/l près du fond) favorise le bon déroulement des processus biologiques dans l'eau.

L'eau du barrage de Boukourdane présente des teneurs considérables en chlorophylle *a* (9,61 mg/m³ au niveau de la station 4S en mois de mai). Cette richesse en biomasse chlorophyllienne serait responsable des faibles concentrations en sels nutritifs (à l'exception des nitrates qui sont abondants probablement à cause d'apports exogènes permanents).

Enfin, des études complémentaires pourraient être envisagées afin de compléter les données déjà acquises. Ces études pourraient concerner l'analyse des peuplements phytoplanctoniques et zooplanctoniques.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

- Alzieu C., 1989.** L'eau : milieu de culture. *In* Aquaculture. 2^{ème}. Ed. Tec et Doc, Tome 1 : p 16-43
- Aminot A. et Chaussepied M., 1983.** Manuel des analyses chimiques dans le milieu marin. Edt. CNEXO, 395p.
- Aminot A. et Kérouel R., 2004.** Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. Ed. Ifremer, 336p
- Amirouche C. M. et Ouldali A., 2002.** Etude des paramètres physico-chimiques et biologiques de l'eau du lac du barrage de Boukourdane et de son peuplement zooplanctonique (crustacés, entomostracés). *Mém. d'Ing. d'Etat. en aquaculture*, U.S.T.H.B., 70p.
- Amrani M.S.A. et Louarit A., 2004.** Etude du barrage de Boukourdane (Wilaya de Tipaza), «Application de la méthode de la diagnose rapide » et estimation de la production. *Mém. d'Ing d'Etat. en aquaculture*, I.S.M.A.L. Alger. 62p.
- Arrignon J., 1998.** Aménagement écologique et piscicole des eaux douces. 5^{ème} Ed. 589p.
- Aspe C. et Patrick P., 1999.** Modèle d'analyse psychosociologiques et différenciation des relations environnementales en milieu aquatique In « l'eau en représentation : gestion des milieux aquatiques et représentations sociales », Hydrosystèmes : 15-29.
- Barnabé G., 1989.** L'eau : milieu de culture. *In* Aquaculture. 2^{ème} Ed. Tec et Doc, Tome 1 : 17-45.
- Bensedik A. et Kemel N., 1991.** Approche analytique d'un écosystème limnique: le barrage de Ghrib (Wilaya de Ain Defla) en vue d'une exploitation aquacole .*Mém. d'Ing. d'Etat en aquaculture*, U.S.T.H.B., 99p.
- Billard R., 2005.** Introduction à l'aquaculture.235p.
- Brahmia A. et Brinis A., 1997.** Caractéristiques hydrologiques et niveaux de fertilité des eaux de la baie de Bou Ismail. *Mém. d'Ing. d'Etat en biologie marine*,I.S.M.A.L., 78p. .
- Bontoux J., 1993.** Introduction à l'étude des eaux douces (eaux naturelles, eaux usées, eaux de boissons). Ed. Cebdoc. 169p.
- Copin-Montegut G., 1996.** Chimie de l'eau de mer. Institut océanographique, Paris. 319p.
- Delih A. et Djouhri., 1991.** Approche écologique du barrage Oued Fodda (wilaya de Chlef) pour un empoissonnement et essai de fécondation artificielle chez un Cyprinidé : *Carrassitus auratus*. *Mém. d'Ing. d'Etat en aquaculture*, U.S.T.H.B., 116p.
- Djerrah S et Rahmani H., 2003.** Étude préliminaire physico-chimique et phytoplanctonique du barrage Djorf Torba (wilaya de Bechar), *Mém. d'ing. d'Etat en aquaculture*,U.S.T.H.B. 100p.

Gaujous D., 1995. La pollution des milieux aquatiques : aide mémoire. *Ed. Tec et Doc.* 220p.

Lacaze J., 1996. L'eutrophisation des eaux marines et continentales, causes, manifestation, conséquence et moyens de lutte. *Ed. Marketing SA, Paris*, 191p.

Lorenzen C. J., 1967. Determinations of chlorophyll and pheopigments: spectrometric equation. *Limnol. Oceanogr*, 12: 343-346.

Levêque C., 1996. Ecosystèmes aquatiques. *Les fondamentaux, Ed. Hachette.* 159p.

Lourguioui H., 2006. Etude hydrobiologique du barrage de Boukourdane (Wilaya de Tipaza), *Mém. de Magister en Environnement et Ecosystèmes Littoraux, I.S.M.A.L.*, 84p.

Monographie du barrage de Boukourdane, 1994. Barrage de Boukourdane sur l'oued El Hachem, wilaya de Tipaza, *Agence Nationale des Barrages*, 150p.

Oussaid R. et Zerouki D., 1993. Etude physico-chimique et biologique du barrage Sidi M'Hamed Ben Aouda (wilaya de Rélizane), pour l'estimation d'une éventuelle exploitation aquacole. Essai de fécondation artificielle : *Carassius auratus*. *Mém. d'Ing. d'Etat en aquaculture. U.S.T.H.B.*, 151p.

Rejsek F., 2002. Analyse des eaux. 192p.

Rodier J., Bazin C., Broutin J.-P., Chambon P., Champsaur H. et Rodi L., 1997. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer. 8^{ème} *Ed. Dunod, Paris.* 1383p.

Semroud R., 1983. Contribution à l'étude écologique des milieux saumâtres méditerranéen : le lac Mellah (El Kala, Algérie). *Thèse 3^e cycle. Univ. Sci. Techn. Alger.* 120p.

Tidadini M. L. et Amdoun A., 2003 : Etude hydrobiologique de lac du barrage de Boukourdane (wilaya de Tipaza): Variation spatio-temporelle du peuplement zooplanctonique, physico-chimique, composition spécifique du plancton. *Mém. d'Ing. d'Etat en aquaculture, U.S.T.H.B.*, 110p.

Titi D., 2001. Contribution à l'étude physico-chimique et biologique du barrage de Boukourdane (wilaya de Tipaza): Application à la gestion piscicole. *Mém Tech. en aquaculture, I.T.P.A., Alger*, 35p.

Zourez O. H. et Ferhani k. 2003 : Etude physico-chimique et biologique d'un écosystème aquatique : barrage de Boukourdane (Wilaya de Tipaza). *Mém. d'Ing. d'Etat. en halieutique, I.S.M.A.L, Alger*, 104p.

ANNEXE

Dosage de l'ammonium

Réactifs 1 : solution de phénol-nitroprussiate

Dissoudre 35 g de phénol et 400 mg de nitroprussiate de sodium dans l'eau distillée et compléter à 1000 ml.

Note : Ce réactif doit être conservé au réfrigérateur et à l'abri de la lumière, il n'est stable que quelques semaines.

Réactif 2 : solution alcaline d'hypochlorite

Dissoudre 280 g de citrate trisodique et 22 g de soude dans environ 800 ml d'eau distillée, ajouter 44 ml de solution d'hypochlorite de sodium à 10° chlorométrique et compléter à 1000 ml avec l'eau distillée.

Note : Ce réactif se conserve au froid pendant 1 à 2 mois.

Solution étalon primaire d'ammonium

Sécher 1 h à 110 C° du sulfate d'ammonium, et en dissoudre 0,661 g dans 1000 ml d'eau distillée.

Note : Cette solution est stable indéfiniment au réfrigérateur.

Solution étalon secondaire d'ammonium

Diluer 20 fois la solution étalon primaire avec de l'eau distillée. Ajouter du chloroforme à raison de 1 ml.l⁻¹.

Note : Cette solution est stable environ une semaine au réfrigérateur.

Mode opératoire

- Prendre 100 ml d'échantillon directement dans le flacon à réaction.
- Ajouter 3 ml du réactif 1.
- Boucher et agiter pour bien homogénéiser.
- Ajouter sans attendre 3 ml du réactif 2.
- Boucher et agiter à nouveau.
- Placer immédiatement à l'abri de la lumière pendant 6 à 8 h (ou mieux pendant une nuit) à température ambiante.
- Mesurer l'absorbance à 630 nm, par rapport à l'eau distillée, en cuve de 1cm de trajet optique.

Étalonnage

- Introduire dans des fioles jaugées de 500 ml, 0,25-0,5-1-2,5-5-10-20 ml de la solution étalon secondaire et compléter à 500 ml avec de l'eau distillée pour obtenir la gamme de concentrations : 0,25-0,5-1-2,5-5-10-20 $\mu\text{mol.l}^{-1}$.
- Pour l'analyse de ces étalons, suivre le même mode opératoire que celui des échantillons.
- Tracer la courbe d'étalonnage.

Expression des résultats

Déterminer la pente de la droite d'étalonnage (P).

A : l'absorbance nette.

$$[\text{NH}_4^+] (\mu \text{ mol.l}^{-1}) = A/P$$

Dosage des nitrites

Réactif 1 : solution de sulfanilamide

Diluer 50 ml d'acide chlorhydrique concentré dans 300 ml d'eau distillée. Dissoudre 5 g de sulfanilamide dans cette solution et compléter à 500 ml.

Note : Cette solution est stable indéfiniment

Réactif 2 : solution de N- naphtyl-éthylènediamine

Dissoudre 0,5 g de dichlorohydrate de N-(1-naphtyl) éthylènediamine dans 500 ml d'eau distillée.

Note : Cette solution est conservée au froid et à l'abri de la lumière.

Solution étalon primaire de nitrite

Sécher à 110 °C pendant plusieurs heures du nitrite de sodium anhydre NaNO_2 .

Dissoudre 0,345 g dans l'eau distillée, compléter à 1000 ml et ajouter 1ml de chloroforme.

Note : cette solution est conservée au froid et à l'abri de la lumière, elle est stable 1 à 2 mois.

Solution étalon secondaire de nitrite

Diluer 100 fois la solution étalon primaire pour obtenir la solution secondaire.

Note : Cette solution ne se conserve que quelques heures.

Mode opératoire

- Rincer une éprouvette de 50 ml avec l'eau à analyser et y introduire 50 ml de l'échantillon.
- Ajouter 1 ml du réactif 1 et mélanger.
- Laisser reposer 2 à 8 min.
- Ajouter 1 ml du réactif 2 et mélanger à nouveau.
- Attendre au moins 10 min.
- Mesurer l'absorbance à 543 nm, par rapport à l'eau distillée en cuve de 1 cm de trajet optique.

Etalonnage

- Introduire dans des fioles jaugées de 500 ml, 1-2-5-10 ml de la solution étalon secondaire et compléter à 500 ml avec de l'eau distillée afin d'obtenir la gamme de concentrations : 0,1-0,2-0,5-1 $\mu\text{mol.l}^{-1}$.
- Suivre le même mode opératoire que celui des échantillons.
- Tracer la courbe d'étalonnage.

Expression des résultats

Déterminer la pente P de la droite d'étalonnage.

A : l'absorbance nette.

$$[\text{NO}_2^-] (\mu \text{ mol.l}^{-1}) = A/P$$

Dosage des nitrates

Réactif 1 : solution de sulfanilamide

Diluer 50 ml d'acide chlorhydrique concentré dans 300 ml d'eau distillée.
Dissoudre 5 g de sulfanilamide dans cette solution et compléter à 500 ml

Réactif 2 : solution de N- naphtyl-éthylènediamine

Dissoudre 0,5 g de dichlorohydrate de N-(1-naphtyl) étylènediamine dans 500 ml d'eau distillée.

Solution étalon de nitrite

Sécher à 110° C pendant plusieurs heures du nitrite de sodium anhydre NaNO_2 .

Dissoudre 0,345 g dans de l'eau distillée, compléter à 1000 ml et ajouter 1ml de chloroforme.

Solution étalon de nitrate

Dissoudre 0,506 g de nitrate de potassium anhydre dans 1l d'eau distillée, ajouter 1 ml de chloroforme.

Note : Cette solution est conservée au froid et à l'abri de la lumière, elle est stable pendant plusieurs mois.

Solution concentrée de chlorure d'ammonium

Préparer une solution à 250 g de chlorure d'ammonium NH_4Cl par litre dans de l'eau distillé.

Solution diluée de chlorure d'ammonium

Diluer 40 fois la solution précédente avec de l'eau distillée (25 ml pour 1 l de solution).

Mode opératoire

Analyse de la concentration totale nitrate+ nitrite

- Prendre 100 ml d'échantillon, ajouter 2 ml de la solution concentrée de chlorure d'ammonium et mélanger correctement.
- Verser 5 ml de cette solution dans la colonne réductrice et les laisser écouler.
- Verser le reste de l'échantillon
- Rejeter les 30 premiers millilitres.
- Rincer une éprouvette graduée de 50 ml avec quelques millilitres de la solution sortant de la colonne et recueillir 50 ml de l'effluent.
- Ajouter 1 ml du réactif 1 et mélanger.
- Laisser reposer 2 à 8 min.
- Ajouter 1 ml du réactif 2, mélanger.
- Attendre au moins 10 min mais pas plus de 2 h.

- Mesurer l'absorbance en cuve de 1 cm de trajet optique à 543 nm, par rapport à l'eau distillée.

Analyse des ions nitrite

Prendre 50 ml d'échantillon, ajouter 1ml de solution concentrée de NH_4Cl et mélanger, poursuivre le dosage comme sur 50 ml d'effluent de la colonne.

Etalonnage

- Introduire dans des fioles jaugées de 500 ml, 0,25-0,5-1-1,5-2-2,5 ml de la solution étalon de nitrite et compléter à 500 ml avec de l'eau distillée pour obtenir la gamme de concentrations : 2,5-5-10-15-20 et 25 $\mu\text{mol.l}^{-1}$.
- Prendre 50 ml de chacune de ses solutions, ajouter 1 ml de solution concentrée de NH_4Cl et mélanger.
- Suivre le même mode opératoire que celui des échantillons.
- Tracer la droite d'étalonnage.

Contrôle du rendement de réduction

- Préparer une solution à 20 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ de nitrate en mettant dans une fiole jaugée 2 ml de solution étalon de nitrate et en complétant à 500 ml avec de l'eau distillée.
- Suivre le même mode opératoire que celui des échantillons pour l'analyse de cette solution.
- Calculer le rendement de réduction.

Expression des résultats

Soit :

C : la concentration totale nitrate + nitrite.

$[\text{NO}_2^-]$: la concentration en nitrite.

R : rendement de réduction.

$$[\text{NO}_3^-] (\mu \text{ moles/l}) = (C - [\text{NO}_2^-]) \cdot R$$

Dosage de phosphore

Réactifs : Solution de molybdate d'ammonium

Dissoudre 15 g de paramolybdate d'ammonium dans 500 ml d'eau distillée.

Note : Cette solution est stable indéfiniment.

Solution d'acide sulfurique

Ajouter petit à petit 140 ml d'acide sulfurique dans 900 ml d'eau distillée. laisser refroidir et conserver en bouteille de verre bien bouché.

Solution d'acide ascorbique

Dissoudre 54 g d'acide ascorbique dans 500 ml d'eau distillée.

Note : cette solution se conserve plusieurs mois au congélateur

Solution d'oxotartrate de potassium et d'antimoine

Dissoudre 0,34 g d'oxotartrate de potassium et d'antimoine dans 250 ml d'eau distillée.

Note : cette solution est conservée plusieurs mois au réfrigérateur.

Mélange- réactif

Mélanger les réactifs ci-dessus dans les proportions suivantes :

- 100 ml de solution de molybdate d'ammonium,
- 250 ml d'acide sulfurique $2,5 \text{ mol.l}^{-1}$,
- 100 ml de solution d'acide ascorbique,
- 50 ml de solution d'oxotartrate de potassium et d'antimoine.

Solution étalon primaire de phosphate

Sécher à 100° C sur H_2SO_4 concentré du dihydrogénophosphate de potassium anhydre.

En dissoudre 0,6805 g dans l'eau distillée et ajouter 1 ml de chloroforme.

Note : Cette solution est stable plusieurs mois au réfrigérateur.

Solution étalon secondaire de phosphate

Diluer 100 fois la solution étalon primaire : 10 ml complétés à 1000 ml avec de l'eau distillée et ajouter 1ml de chloroforme.

Note : Cette solution est conservée au réfrigérateur quelques semaines.

Mode opératoire

- Mesurer 100 ml d'échantillon.
- Ajouter 10 ml du mélange –réactif et homogénéiser.
- Attendre 5 min et mesure l'absorbance à 885 nm en cuve de 1 cm de trajet optique, par rapport à l'eau distillée.

Étalonnage

- Introduire dans des fioles jaugées de 500 ml, 0,8-1-2-5-10-20 ml, de solution étalon secondaire et compléter à 500 ml avec de l'eau distillée pour obtenir la gamme de concentrations : 0,08-0,1-0,2-0,5-1-2 $\mu \text{ mol.l}^{-1}$.
- Suivre le même mode opératoire que celui des échantillons.
- Tracer la courbe d'étalonnage.

Expression des résultats

Déterminer la pente de la droite d'étalonnage.

A : l'absorbance nette.

$$[\text{PO}_4^{3-}] (\mu \text{ mol.l}^{-1}) = A/P.$$