

REPUBLIQUEALGERIENNEDEMOCRATIQUEETPOPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENTSUPERIEURETDE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**UNIVERSITE Saad DAHLAB – BLIDA 1**

**Faculté de Technologie**

Département des Sciences de l'Eau et Environnement



# **MEMOIRE DE MASTER**

Filière : **Hydraulique**

Spécialité : **Science de l'Eau**

Thème :

**Evaluation de la qualité des eaux du Barrage de Boukourdane  
(Wilaya de Tipaza)**

Présenté par :

**HACHEM Manel**

**TABOUCHE Abdenour**

Devant le jury composé de :

**Mme REMINI.O**                      **MCB U.Blida 1Présidente**

**Mme ANSER.M**                      **MCA U.Blida 1**                      **Examinatrice**

**Mme TAIBI.SMAB U.Blida1**                      **Examinatrice**

**M. D.BENSAFIA** **MCB U.Blida 1** **Promoteur**

**Promotion 2016/2017**

# Remerciements

*Nous remercions Dieu Le Tout Puissant, pour nous avoir donné la santé, le courage et la volonté d'étudier et pour nous avoir permis de réaliser ce travail dans les meilleures conditions.*

*Au terme de ce travail, Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos vifs remerciements à **Mr D. BENSAFIA** (notre promoteur et chef de département **SEE**) pour son soutien, ses conseils et ses orientations*

*Nous remercions la présidente et les membres du jury qui nous feront l'honneur de juger notre travail.*

*Nous voudrions aussi remercier l'ensemble des professeurs, la Direction de département des Sciences de l'Eau et Environnement pour avoir veillé à notre formation.*

*Un Merci pour le Directeur du Barrage, chef d'exploitation **Mr BOUNOUN**, son adjoint **Mr ABDERRAZAK** et le chef de laboratoire **Mme FEKHAR** et tout le personnel de laboratoire et de la **STEP**.*

*Merci à tous nos amis de l'Université chacun son nom.*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail de fin d'études à mes très chers parents, Que DIEU les protège, pour leur patience, conseils, aide et aussi de m'encourager à la réalisation de ce travail.*

*« Je vous remercie, mes chers parents »*

*Mon frère et sœurs dont je suis si fière.*

*A ma grande sœur et son mari Mohammed.*

*A ma famille au sens large et à tout mon entourage.*

*A tous mes amis.*

*A toute la promotion 2017 des Sciences de l'Eau.*

*A tous ceux que j'aime, ceux qui m'aiment et me respectent de près ou de loin.*

*Abdenmour*

# Dédicaces

*Je remercie ALLAH m'avoir donné la capacité  
d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience  
d'aller jusqu'au bout du rêve*

*Je dédie mon travail à celle qui m'a donné la vie, le  
symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon  
bonheur et ma réussite, à MA MERE...*

*A MON PERE, école de mon enfance, qui a été mon  
ombre durant toutes les années des études, et qui a  
veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me  
donner l'aide et à me protéger. Que Dieu les garde et  
les protège.*

*A ma jolie sœur Nadjet.*

*A mon adorable frère Abderrahmen.*

*A tous mes amis et mes collègues...*

*Manel*

## ملخص:

تتكون دراستنا في المقام الأول من تحديد نوعية المياه لسد بوكردان من خلال إجراء التحاليل الفيزيوكيميائية لعينة مماثلة للمياه السطحية.

لقد درسنا تأثير بعض المعلمات الفيزيوكيميائية التي هي أساسا: درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، الموصلية الكهربائية، التعكر والأكسجين المذاب. فضلا عن بارامترات التلوث: الأمونيوم، النترات، النتريت، كبريتات أورثو الفوسفات.

ووفقا للنتائج التي تم الحصول عليها، فإن المياه الخام لسد بوكردان هي ذات جودة فيزيوكيميائية مقبولة لأن هذه النتائج تتماشى مع المعايير الجزائرية وتوصيات منظمة الصحة العالمية بشأن المياه الخام.

**مفتاح الكلمات:** سد بوكردان، الماء، الجودة الفيزيوكيميائية.

## Résumé :

Notre étude consiste tout d'abord à déterminer la qualité de l'eau du barrage de Boukourdane par réalisation des analyses physico-chimique d'un échantillon correspondant à l'eau de surface.

Nous avons étudié l'effet de quelques paramètres physico-chimiques qui sont principalement : la température, le pH, la conductivité électrique, la turbidité et l'oxygène dissous; ainsi que les paramètres de pollutions : Ammonium, Nitrate, Nitrite, Sulfate et ortho Phosphate.

D'après les résultats obtenus, l'eau du barrage de Boukourdane est de qualité physico-chimique acceptable car ces résultats sont conformes aux normes algériennes et aux recommandations de l'OMS pour les eaux brutes.

**Mots clés :** Barrage Boukourdane, eau, qualité physicochimique.

## Abstract :

Our study consists first of all in determining the quality of the water of the Boukourdane dam by performing the physico-chemical analyzes of a sample corresponding to surface water. We have studied the effect of some physicochemical parameters which are mainly: temperature, pH, electrical conductivity, turbidity and dissolved oxygen; as well as the parameters of pollution: Ammonium, Nitrate, Nitrite, Sulfate and ortho Phosphate. According to the results obtained, the raw water of the Boukourdane dam is of acceptable physicochemical quality because these results are in line with Algerian standards and WHO recommendations for raw water.

**Key words:** Boukourdane dam, water, physicochemical quality.

# SOMMAIRE

## Introduction générale

### Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

I.1 Introduction .....	1
I.2 Bassin versant .....	1
I.3 La climatologie .....	3
I.3.1 Les précipitations .....	4
I.3.2 La température .....	6
I.3.3 Diagramme ombrothermique .....	8
I.4 Aperçu géologique et pédologique .....	9
I.5 Présentation du barrage Boukourdane .....	10
I.6 Caractéristiques principales de barrage de Boukourdane .....	12
I.6.1 Le barrage .....	12
I.6.2 Système de prise d'eau.....	13
I.6.3 Evacuateur de crues.....	14
I.7 Conclusion.....	15

### Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1 Introduction.....	16
II.2 Plan d'échantillonnage.....	16
II.3 Matériel et techniques de prélèvement.....	18
II.3.1 Flaconnage.....	18
II.3.2 Conditionnement et transport des échantillons.....	18
II.4 Caractérisations physico chimique de l'eau.....	19
II.4.1 Température.....	19
II.4.2 Potentiel d'hydrogène pH.....	19
II.4.3 Conductivité électrique.....	19
II.4.4 turbidité.....	20
II.4.5 Oxygène dissous.....	20
II.5 Paramètres de pollution.....	20

II.5.1	Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ).....	20
II.5.2	Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ).....	20
II.5.3	Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) .....	21
II.5.4	Sulfate ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) .....	21
II.5.5	Ortho phosphate ( $\text{PO}_4^{-3}$ ).....	21
II.6	conclusion.....	22

### **Chapitre III : Résultats des paramètres physico-chimique**

III.1	Introduction .....	23
III.2	Résultats des paramètres physico chimiques .....	23
III.2.1	Température .....	23
III.2.2	La mesure du pH .....	25
III.2.3	Conductivité électrique.....	26
III.2.4	Turbidité .....	28
III.2.5	Oxygène dissous .....	30
III.3	Paramètres de pollution .....	32
III.3.1	Ammonium $\text{NH}_4^+$ .....	32
III.3.2	Les teneurs en nitrates $\text{NO}_3^-$ .....	33
III.3.3	Concentration en nitrite $\text{NO}_2^-$ .....	35
III.3.4	Sulfate $\text{SO}_4^{-2}$ .....	37
III.3.5	ortho Phosphate $\text{PO}_4^-$ .....	39
III.4	Conclusion.....	40

Conclusion générale

## Liste des tableaux

<b>Tableau I.1</b> régime saisonnier du barrage Boukourdane .....	5
<b>Tableau I.2</b> Températures mensuelles de la région de barrage Boukourdane.....	6
<b>Tableau II.1</b> identification des stations de prélèvements .....	17
<b>Tableau III.1</b> variabilité spatiotemporelle de la température (°C) des eaux de barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement .....	24
<b>Tableau III.2</b> variabilité spatiotemporelle de pH des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement .....	25
<b>Tableau III.3</b> variabilité spatiotemporelle de la conductivité électrique ( $\mu\text{S}/\text{Cm}$ ) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement .....	27
<b>Tableau III.4</b> variabilité spatiotemporelle de la turbidité (NTU) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement .....	29
<b>Tableau III.5</b> variabilité spatiotemporelle de l'oxygène dissous (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement .....	31
<b>Tableau III.6</b> variabilité spatiotemporelle de l'Ammonium $\text{NH}_4^+$ (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement .....	32
<b>Tableau III.7</b> variabilité spatiotemporelle de nitrates $\text{NO}_3^-$ (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement .....	34
<b>Tableau III.8</b> variabilité spatiotemporelle de nitrites $\text{NO}_2^-$ (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement .....	36
<b>Tableau III.9</b> variabilité spatiotemporelle de sulfate $\text{SO}_4^{-2}$ (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement .....	37
<b>Tableau III.10</b> variabilité spatiotemporelle d'ortho phosphate $\text{PO}_4^-$ (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.....	39



## Liste des figures

<b>Figure I.1</b> bassin versant du barrage Boukourdane .....	2
<b>Figure I.2</b> la station météorologique du barrage Boukourdane .....	3
<b>Figure I.3</b> répartition mensuelle des moyens de précipitation (mm) de la station de mesure du barrage (période 2005 à 2017) .....	4
<b>Figure I.4</b> Variation mensuelle de la température.....	7
<b>Figure I.5</b> diagramme ombrothermique de la zone de barrage (période 2005 à 2017).....	8
<b>Figure I.6</b> le couvert végétal de barrage de Boukourdane.....	10
<b>Figure I.7</b> localisation du barrage Boukourdane.....	11
<b>Figure I.8</b> la pêche dans le barrage Boukourdane.....	12
<b>Figure I.9</b> barrage Boukourdane.....	13
<b>Figure I.10</b> la tour de prise d'eau du barrage Boukourdane.....	14
<b>Figure I.11</b> l'évacuateur de crues du barrage Boukourdane.....	14
<b>Figure II.1</b> plan d'échantillonnages .....	16
<b>Figure III.1</b> variabilité spatiotemporelle de la température (°C) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement .....	24
<b>Figure III.2</b> variabilité spatiotemporelle de pH des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement .....	26
<b>Figure III.3</b> variabilité spatiotemporelle de la conductivité électrique ( $\mu\text{S}/\text{Cm}$ ) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement .....	28
<b>Figure III.4</b> variabilité spatiotemporelle de la turbidité (NTU) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.....	29
<b>Figure III.5</b> variabilité spatiotemporelle de l'oxygène dissous (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement .....	31
<b>Figure III.6</b> variabilité spatiotemporelle de l'Ammonium $\text{NH}_4^+$ (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement .....	33
<b>Figure III.7</b> variabilité spatiotemporelle de nitrates $\text{NO}_3^-$ (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement .....	35
<b>Figure III.8</b> variabilité spatiotemporelle de nitrites $\text{NO}_2^-$ (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement .....	36
<b>Figure III.9</b> variabilité spatiotemporelle de sulfate $\text{SO}_4^{-2}$ (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement .....	38

## Liste des annexes

### **Annexe A :**

Tableau précipitations.

Tableau des températures.

### **Annexe B :**

Le mode opératoire.

### **Annexe C :**

Tableau des résultats des paramètres de pollution.

## Liste des abréviations

**m** : mètre.

**Km** : kilomètre.

**Km<sup>2</sup>** : kilomètre carré.

**mm** : millimètre.

**°C** : degré Celsius

**mg** : milligramme.

**mg/l** : milligramme par litre.

**m<sup>3</sup>** : mètre cube.

**hm<sup>3</sup>/an** : hectomètre cube par an.

**m<sup>3</sup>/sec** : mètre cube par seconde.

**P** : point.

**cm** : centimètre.

**min** : minute.

**pH** : potentiel d'Hydrogène.

**NTU** : Unité de Turbidité Néphélométrique.

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** : Ammonium.

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : nitrate.

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : Nitrites.

**SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>** : Sulfate.

**PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>** : ortho phosphate.

**Min** : minimale.

**Max** : maximale.

**OMS** : organisation mondiale de la santé.

**$\mu\text{S/cm}$**  : micro siemens par centimètre.

**T** : température.

**CE** : conductivité électrique.

**O<sub>2</sub>Diss** : Oxygène dissous.

**ANRH** : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

## Introduction générale

L'eau constitue un élément vital, pour le développement et le maintien de la vie sur notre planète, pour cela il faut préserver et assurer la persistance continue de l'eau, non seulement pour fournir à l'homme une quantité suffisante pour ces besoins mais pour lui assurer une irréprochable qualité de cette eau.

L'eau est un élément essentiel au fonctionnement de tout écosystème, mais aussi des activités humaines (agriculture, industrie) et de notre vie de tous les jours (usage domestique, loisirs). L'alimentation en eau potable provient des ressources en eau conventionnelles, telles que : eaux souterraines, des eaux douces de surface, des ruisseaux, des rivières, des fleuves, des barrages, ou des ressources en eaux non conventionnelles : eaux de mers dessalées, eaux saumâtres déminéralisées, recharge des nappes aquifères.

Néanmoins, La pollution guette à chaque instant et de plus en plus toutes nos réserves ; notamment les sources superficielles telles que : lacs, rivières et barrages, c'est pour cela qu'il est devenu très utile de procéder à des contrôles et analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau périodiquement.

En Algérie, l'eau est une ressource de plus en plus précieuse, le problème de l'eau est aggravé ces dernières années non seulement du côté quantitatif qui a touché l'ensemble du pays; mais aussi du côté qualitatif qui est la conséquence directe de la pollution qui enregistre des valeurs très élevées. Les valeurs des paramètres de pollution dépassent largement les valeurs admissibles par l'organisation mondiale de la santé (OMS). Ces dernières ont montré combien il était nécessaire d'appliquer des mesures de lutte contre la pollution. Parmi ces mesures, l'étude de l'évolution de ces éléments et ces origines ainsi que l'installation des appareils de traitement des eaux destinés à l'industrie afin d'utiliser des eaux conformes et qui répondent aux normes. L'Algérie a réalisé un effort considérable en infrastructure hydraulique pour améliorer la disponibilité en eau pour les villes, l'irrigation des plaines et le développement de l'industrie.

Le barrage de Boukourdane situé dans la wilaya de Tipaza, représente une richesse naturelle pour la région centre d'Algérie, c'est une importante réserve d'eau destinée à l'alimentation en eau potable et à l'irrigation. De plus, ce plan d'eau constitue un site touristique attrayant.

Pour cela, une étude a été entreprise sur ce barrage pour déterminer d'une part son état trophique et d'autre part sa qualité des eaux.

Ce mémoire de fin d'études est structuré en deux parties ; théorique et expérimentale.

**La partie théorique** comporte :

Chapitre I : la présentation de la zone d'étude.

**La partie expérimentale** se compose de deux chapitres :

Chapitre II : Matériels et méthodes.

Chapitre III : Résultats expérimentaux et interprétations.

Une conclusion générale synthétise l'ensemble des données obtenues dans le cadre de ce travail de recherche.

# **Partie théorique**

# **Chapitre I**

## **Présentation de la zone d'étude**



## II.1 Introduction

Dans ce chapitre on va présenter notre plan d'échantillonnage, ensuite le matériel utilisé, les techniques de prélèvement et les conditionnements de transport des échantillons, enfin la présentation des caractérisations physico chimiques de l'eau.

## II.2 Plan d'échantillonnage

Dans le cadre du suivi de l'état (trophique) de la qualité de l'eau du barrage Boukourdane, quatre points de prélèvement ont été choisis (figure II.1, tableau II.1), le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>ème</sup> au près des rives droite et gauche, le 3<sup>ème</sup> point est en amont et le 4<sup>ème</sup> près de la tour de prise d'eau en aval. Au total 12 échantillons ont fait l'objet des différentes analyses.

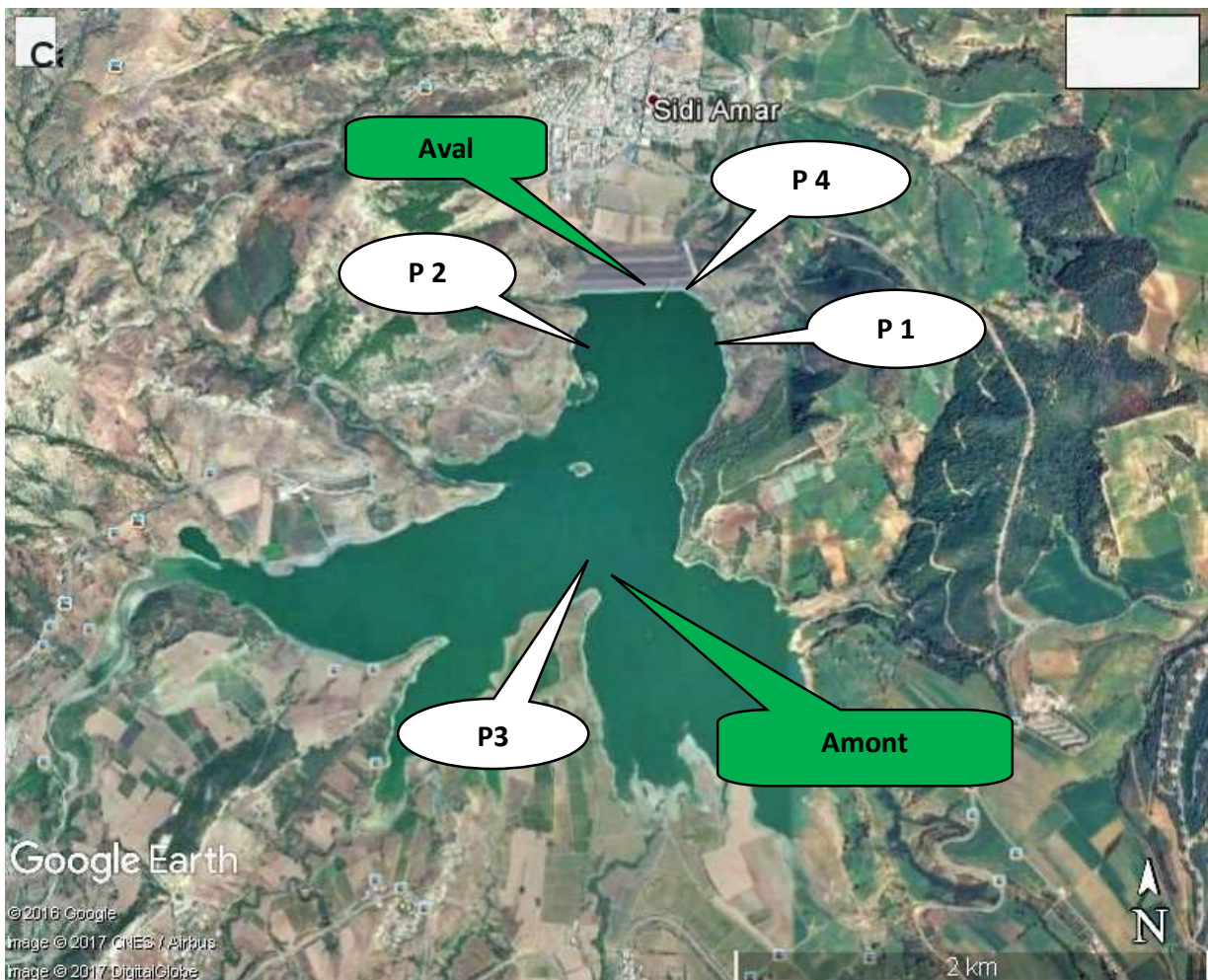


Figure II.1 :plan d'échantillonnages

**Tableau I.1** : identification des stations de prélèvements.

<b>N° de Points de prélèvement</b>	<b>Localisation</b>
<b>P 1</b>	Situé en aval du barrage, Rive droite (côté Est).
<b>P 2</b>	Situé en aval du barrage, Rive gauche (côté Ouest).
<b>P 3</b>	Situé en amont du barrage.
<b>P 4</b>	Situé en aval du barrage, Près de la tour de prise d'eau.

Nous avons effectué trois prélèvements correspondant aux dates suivantes :

- Premier prélèvement : 03/05/2017
- Deuxième prélèvement : 10/05/2017
- Troisième prélèvement : 17/05/2017

Ces prélèvements ont permis le suivi de l'état du barrage Boukourdan dans une courte période.

### **II.3 Matériel et techniques de prélèvement**

L'échantillonnage est primordial car il conditionne la pertinence de l'analyse. Il doit être de qualité mais également représentatif de ce que l'on veut analyser.

Les échantillons d'eau doivent être prélevés dans des récipients propres, rincés plusieurs fois avec l'eau à analyser, puis fermés hermétiquement sans laisser de bulles d'air dans le flacon.**(REFEA)**.

Dans notre cas, nous avons fait les prélèvements à surface sur une profondeur d'environ 15 cm de façon à éviter les effets du bord (oxygénation trop près de la surface, mise en suspension de matière solide trop près du fond).

#### **II.3.1 Flaconnage**

Tous nos prélèvements ont été effectués dans des contenants en plastique d'une capacité de 1.5 litre, rincés plusieurs fois avec l'échantillon pour assurer la représentativité de l'échantillon de chaque flacon remplis.

#### **II.3.2 Conditionnement et transport des échantillons**

Tous les flacons ont été immédiatement étiquetés pour éviter tout risque de confusion sur l'identité des échantillons (lieu et date de prélèvement) puis sont transportés au laboratoire dans une glacière propre.

Le laboratoire SEEAL de la station de traitement où nous avons fait les analyses, situé dans la ville de Sidi Amar à 30 minutes de marche maximum du barrage Boukourdane où les échantillons sont analysés le jour même de prélèvement.

## II.4 Caractérisation physico chimique de l'eau

Pour le mode opératoire de tous les paramètres physico chimiques voir l'annexe B.

### II.4.1 Température

C'est une caractéristique physique importante, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau des mélanges éventuels. Sa mesure est nécessaire pour accéder à la détermination du champ de densité et des courants. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profond **(RODIER. J, 1997)**.

Selon leurs températures, les eaux naturelles sont classées comme suit ; hypothermies, hyperthermies **(MOKEDDEM. K, OUDDANE. S, 2005)**.

### II.4.2 Potentiel d'hydrogène pH

Le pH ou le potentiel d'hydrogène est le logarithme décimal de l'inverse de sa concentration en ions d'hydrogène ( $H^+$ ), il est inférieur ou supérieur à 7 suivant que l'eau est acide ou basique. Il représente une notion importante de la détermination de l'agressivité de l'eau et la précipitation des éléments dissous **(ABDESSELEM. A, 1999)**.

### II.4.3 Conductivité électrique

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Ainsi, plus l'eau contient des ions comme le calcium ( $Ca_2^+$ ), le magnésium ( $Mg_2^+$ ), le sodium ( $Na^+$ ), le potassium ( $K^+$ ), le bicarbonate ( $HCO_3^-$ ), le sulfate ( $SO_4^{2-}$ ) et le chlorure ( $Cl^-$ ), plus elle est capable de conduire un courant électrique et plus la conductivité mesurée est élevée **(HADE. A, 2002)**.

#### II.4.4 Turbidité

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle donne une idée sur la teneur en matière en suspension. Les eaux troubles sont chargées de substances finement divisées (grains de silice, matière organique, limons...), elles forment parfois d'importants dépôts dans les tuyauteries et dans les réservoirs.

Pour la sécurité de la qualité de l'eau, il faut maintenir une turbidité inférieure à 5 NTU (**JEAN-CLAUDE. B, 1983**).

#### II.4.5 Oxygène dissous

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques et est un paramètre intermédiaire indispensable entre les composantes minérales et organiques dans les milieux lacustres. Il est également utilisé pour les phénomènes d'oxydation et par des organismes aquatiques pour la respiration (**CHAIBI R, 2014**).

### II.5 Paramètres de pollution

#### II.5.1 Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

Dans l'eau, l'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes ; l'ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) et la seconde non dissociée communément appelée ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) (**GAUJOUR D., 1995**).

#### II.5.2 Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ )

Les nitrates  $\text{NO}_3^-$  présents dans le sol, dans les eaux superficielles et souterraines résultent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matière organique azotée telle que les protéines végétales, animales et les excréments animaux. L'ion ammonium formé est oxydé en nitrates. La présence de nitrates dans l'environnement est une conséquence naturelle du cycle de l'azote (**SCHUDEBOOM. J, 1993**).

### II.5.3 Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Les nitrites  $\text{NO}_2^-$  proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates (BOUALEM. R, 2009).

### II.5.4 Sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

Elles sont rencontrées sous forme de sulfates de magnésium et sous forme calcique dans les eaux dures. A fortes concentrations, ils peuvent provoquer des troubles gastro-intestinaux (en particulier chez les enfants). Ils peuvent aussi conférer à l'eau un goût désagréable (TARDAT HENRY. M, 1992).

Les normes Algériennes préconisent pour les sulfates une concentration maximale acceptable de 200 mg/l ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) et une concentration maximale admissible de 400mg/l ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) (PAUL. R, 1998).

### II.5.5 Ortho phosphate ( $\text{PO}_4^{-3}$ )

Les ions phosphates contenus dans les eaux de surface ou dans les nappes peuvent être d'origine naturelle : décomposition de la matière organique ; lessivage des minéraux, ou due aussi aux rejets industriels (agroalimentaire...etc.), domestiques (poly-phosphates des détergents), engrais (pesticides...etc.) (TARDAT HENRY. M, 1992).

En l'absence d'apport d'oxygène, les phosphates n'existent qu'à l'état de traces dans les eaux naturelles, leur introduction dans les eaux de surfaces (rivières, lacs) se fait par les eaux usées dont l'épuration est souvent insuffisante (TARDAT HENRY. M, 1992).

Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération du phénomène eutrophisation dans les lacs ou les rivières. S'ils dépassent les normes, ceux-ci sont considérés comme indice de contamination fécale entraînant une prolifération des germes, goût et coloration (RODIER J., 2005).

## **Conclusion**

La technique de prélèvement et les conditionnements du transport des échantillons jouent un rôle essentiel pour obtenir des résultats fiables des paramètres physico-chimiques que nous allons présenter dans le chapitre III qui suit.

Maintenant que les caractérisations physico chimiques et les paramètres de pollutions ont été abordés, il convient de s'intéresser aux résultats obtenus dans le prochain chapitre.

### **0III.1 Introduction**

La qualité physico-chimique de l'eau informe sur la localisation et l'évaluation d'un niveau de pollution, en fonction d'un ensemble de paramètres. Basée sur des valeurs de référence, elle s'apprécie à l'aide de plusieurs paramètres.

Dans ce chapitre on va présenter les résultats que nous avons obtenu lors de notre étude. (Annexe C)

### **III.2. Résultats des paramètres physicochimiques**

Les résultats des paramètres physico chimiques de l'eau sont rassemblés dans les tableaux III.1, III.2, III.3, III.4, III.5, III.6, III.7, III.8, III.9 et III.10 et représentés respectivement dans les figures III.1, III.2, III.3, III.4, III.5, III.6, III.7, III.8 et III.9.

#### **III.2.1 Température**

Les valeurs de température fluctuent entre une valeur minimale de 22.1 °C enregistrée au niveau du point 4 durant le 1<sup>er</sup> prélèvement et une valeur maximale de l'ordre de 23.7 °C relevée au niveau du point 1 pendant le 3<sup>ème</sup> prélèvement (tableau III.1, figure III.1).

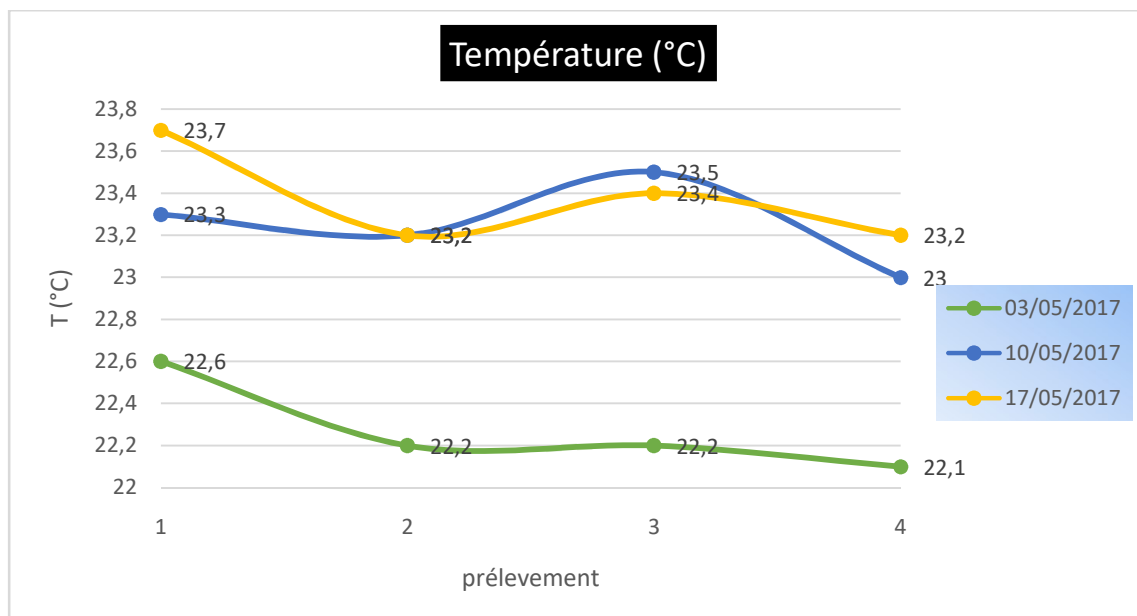
Les résultats de notre analyse donnent des valeurs de température dans les normes de la réglementation Algérienne et de l'OMS.

La température étant un facteur très important pour la fonction des écosystèmes, pour les eaux superficielles elle est due aux influences atmosphériques et particulièrement aux changements de la température de l'air (**HAMMOUDA. N, 2013**).



**Tableau III.1:** variabilité spatiotemporelle de la température (°C) des eaux de barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.

Points Campagnes	1	2	3	4
	<b>03/05/2017</b>	22.6	22.2	22.2
<b>10/05/2017</b>	23.3	23.2	23.5	23
<b>17/05/2017</b>	23.7	23.2	23.4	23.2
<b>Moyenne</b>	23.2	22.87	23.03	22.77
<b>Min</b>	22.1			
<b>Max</b>	23.7			
<b>Norme (OMS)</b>	T < 25 °C			



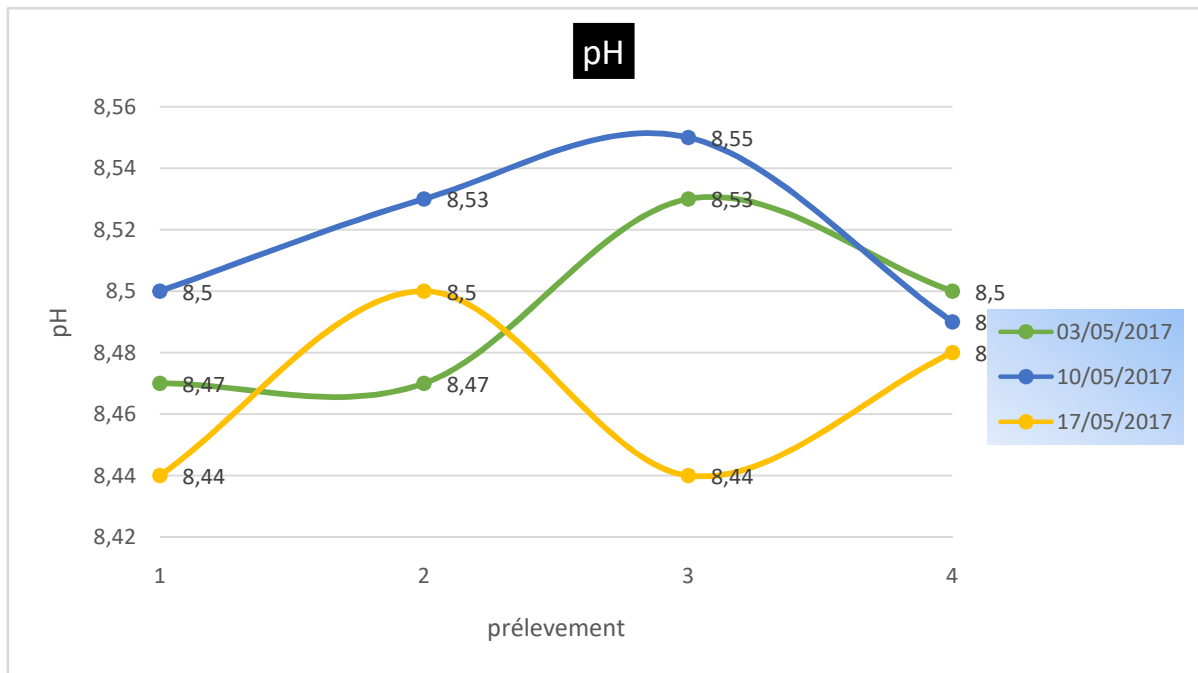
**Figure III.1:** Evolution temporelle de la température (°C) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.

### III.2.2 La mesure du pH

Les valeurs de pH mesurés dans les différentes stations pour tous les prélèvements montrent que toutes les valeurs s'échelonnent entre 8.44 et 8.55 (tableau III.2, figure III.2), ce qui indique que les eaux du barrage Boukourdane sont légèrement alcalines. La valeur minimale du pH a été observée dans les deux points 1, 3 durant le 3<sup>ème</sup> prélèvement (8.44), et la valeur maximale a été signalée dans le point 3 pendant le 2<sup>ème</sup> prélèvement (8.55).

**Tableau III.2** :variabilité spatiotemporelle de pH des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.

<b>Points</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Campagnes</b>				
<b>03/05/2017</b>	8.47	8.47	8.53	8.5
<b>10/05/2017</b>	8.5	8.53	8.55	8.49
<b>17/05/2017</b>	8.44	8.5	8.44	8.48
<b>Moyenne</b>	8.47	8.5	8.51	8.49
<b>Min</b>	8.44			
<b>Max</b>	8.55			
<b>Norme (OMS)</b>	pH 6.5 à 9.5			



**Figure III.2 :** Evolution temporelle de pH des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.

La figure III.2 montre que les eaux du barrage Boukourdane sont légèrement alcalines, le pH dépasse les 8 unités durant la période d'étude.

Les normes algérienne et de l'OMS, indiquent que le pH doit être compris entre : 6,5 et 8,5.

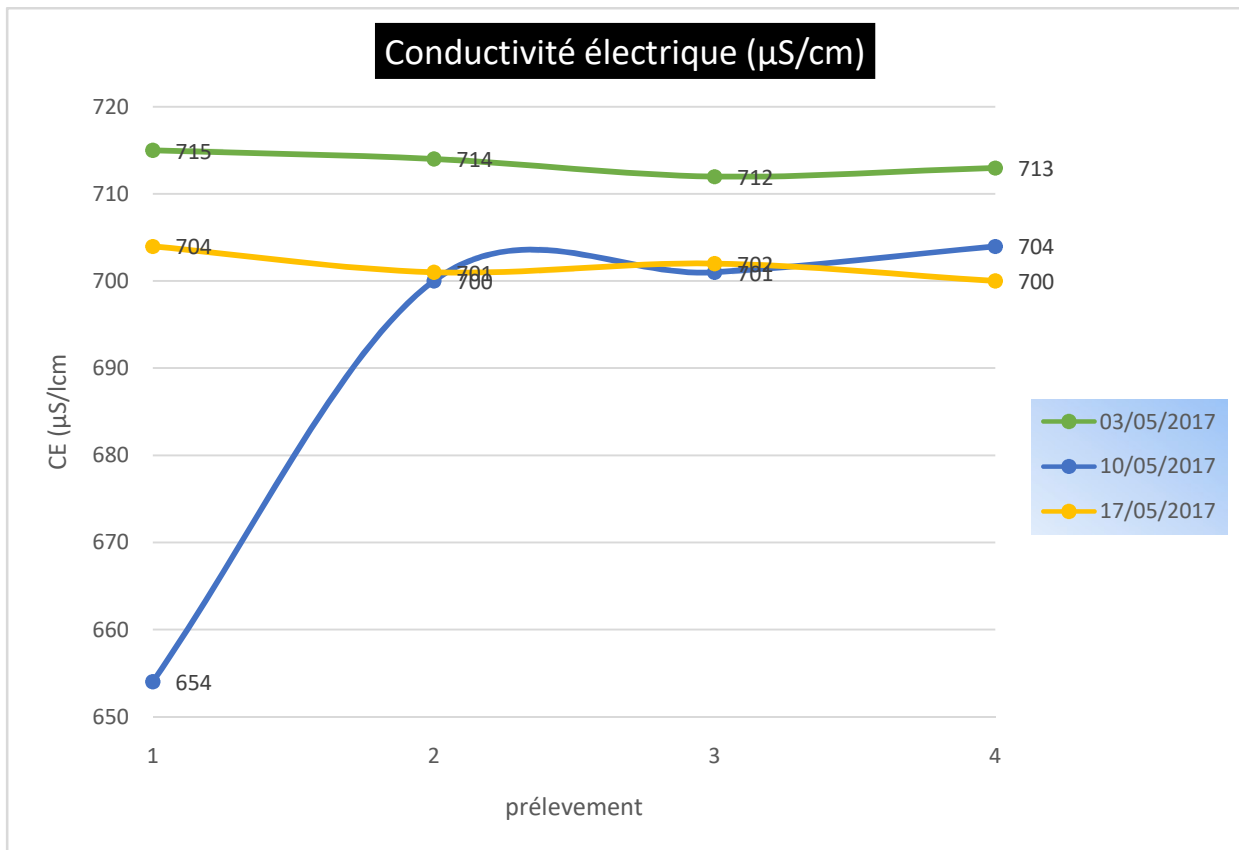
Les résultats de notre analyse donnent des valeurs de pH dans les normes.

### III.2.3- Conductivité électrique

Les valeurs de conductivité électrique du barrage Boukourdane se situent entre une valeur minimale de l'ordre de 654  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , observé au niveau du point 2 pendant le 2<sup>ème</sup> prélèvement et une valeur maximale de l'ordre 715  $\mu\text{S}/\text{cm}$  enregistré dans le même point pendant le 1<sup>er</sup> prélèvement (tableau III.3, figure III.3).

**Tableau III.3** :variabilité spatiotemporelle de la conductivité électrique ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.

<b>points</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Campagnes</b>				
<b>03/05/2017</b>	715	714	712	713
<b>10/05/2017</b>	654	700	701	704
<b>17/05/2017</b>	704	701	702	700
<b>Moyenne</b>				
<b>Min</b>	654			
<b>Max</b>	715			
<b>Norme (OMS)</b>	<b>CE &lt; 1000 <math>\mu\text{S}/\text{cm}</math></b>			



**Figure III.3** :Evolution temporelle de la conductivité électrique ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.

D'après la figure III.3, les résultats de la variation des moyennes mensuelles de la conductivité des eaux du barrage Boukourdane obtenues durant les 3 prélèvements varient entre  $654\mu\text{S}/\text{cm}$  et  $715\mu\text{S}/\text{cm}$ . D'après RODIER une conductivité supérieure à  $666\mu\text{S}/\text{cm}$  implique une minéralisation importante des eaux.

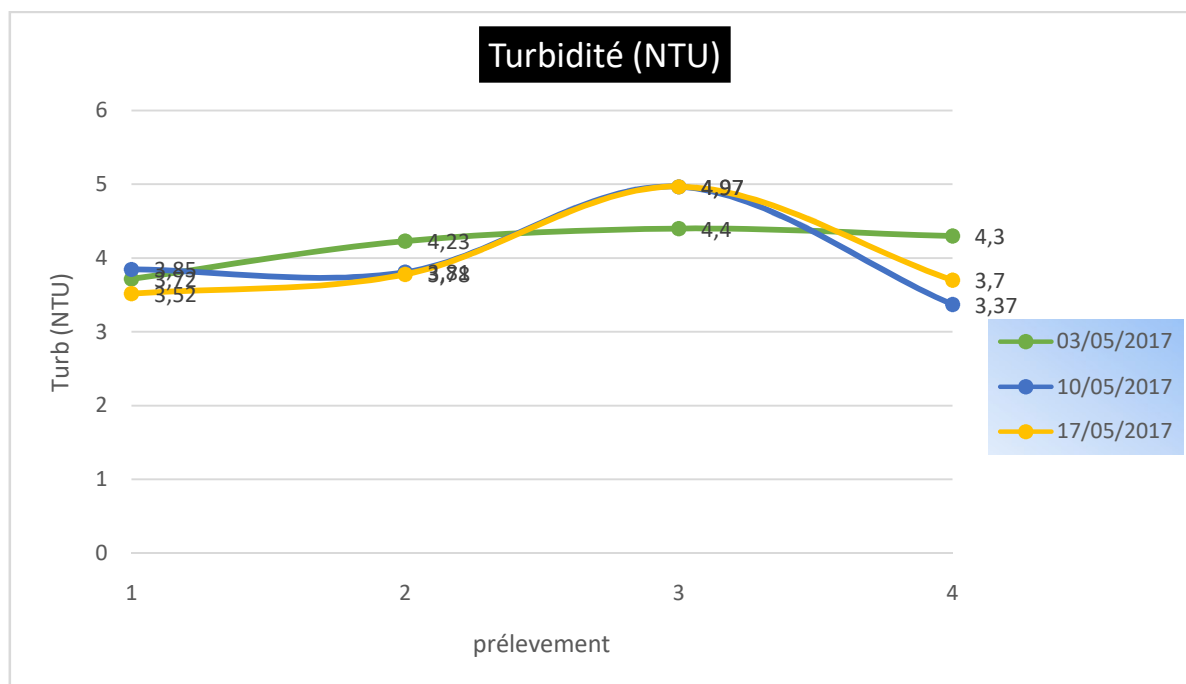
La norme Algérienne accepte une valeur limite de  $1000\mu\text{S}/\text{cm}$  donc les valeurs respectent les normes.

### III.2.4 Turbidité

Les valeurs de la turbidité mesurées dans les différents points sont entre une valeur minimale de l'ordre de  $3.37\text{ NTU}$  observée dans le point4 durant le 2<sup>ème</sup> prélèvement, et deux valeurs maximales de l'ordre de  $4.97$  enregistrées dans le point3 pendant le 2<sup>ème</sup> et le 3<sup>ème</sup> prélèvement (tableau III.4, figure III.4).

**Tableau III.4** :variabilité spatiotemporelle de la turbidité (NTU) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.

points Campagnes	1	2	3	4
	03/05/2017	3.72	4.23	4.4
10/05/2017	3.85	3.81	4.97	3.37
17/05/2017	3.52	3.78	4.97	3.7
Moyenne	3.7	3.94	4.78	3.79
Min	3.37			
Max	4.97			
Norme (OMS)	Turbidité < 5 NTU			



**Figure III.4** :Evolution temporelle de la turbidité (NTU) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.

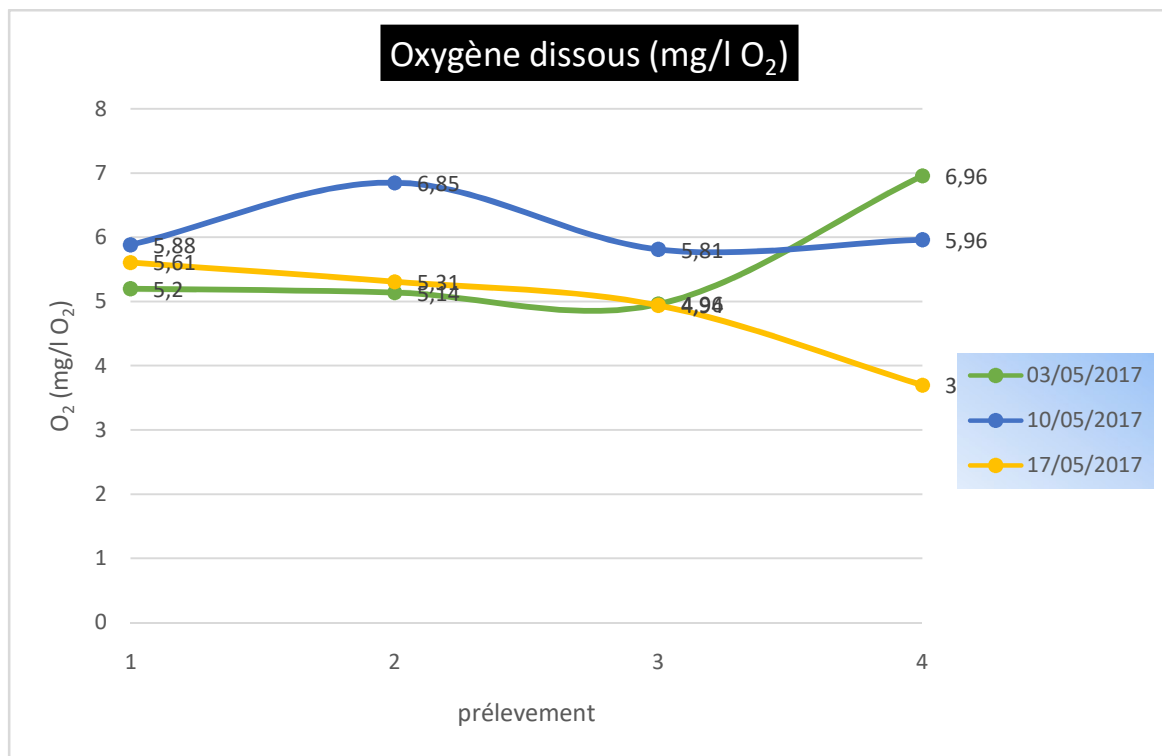
A partir de la figure III.4 les variations de résultats des analyses de la turbidité du barrage Boukourdane oscillent entre 3.37 NTU et 4.97 NTU. La réglementation Algérienne et l'OMS indiquent une valeur limite inférieure à 5 NTU. Bien que dans notre résultat, les valeurs sont bien inférieures aux normes. La turbidité varie en fonction des composés colloïdaux (argile) ou aux acides humiques (dégradation des végétaux) mais aussi les pollutions qui troublent l'eau. Notre eau est claire est transparente cela facilite la pénétration du rayonnement solaire utile à la vie aquatique.

### III.2.5 Oxygène dissous

Selon les résultats obtenus dans les 4 points de prélèvements, nous constatons que les teneurs en oxygène dissous varient entre 3.7 et 6.96 mg/l. la valeur maximale est observée au niveau du point 4 durant le 2<sup>ème</sup> prélèvement, quant à la minimale, elle est enregistrée dans le même point durant le 1<sup>er</sup> prélèvement (tableau III.5, figure III.5).

**Tableau III.5** : variabilité spatiotemporelle de l'oxygène dissous (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.

Points Campagnes	1	2	3	4
	03/05/2017	5.2	5.14	4.96
10/05/2017	5.88	6.85	5.81	5.96
17/05/2017	5.61	5.31	4.94	3.7
Moyenne	5.56	5.77	5.24	5.54
Min	3.7			
Max	6.96			
Norme (OMS)	O <sub>2</sub> Diss 5 à 7 mg/l			



**Figure III.5** :Evolution temporelle de l'oxygène dissous (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.

La bonne oxygénation de l'eau résulte de la baisse de température de l'eau, ainsi que les facteurs mécaniques (agitation par le vent) qui représentent le principal facteur de brassage des eaux. Et que l'origine de l'oxygène dans les milieux naturels est liée à l'activité photosynthétique des végétaux aquatiques et dissolution à partir de l'oxygène atmosphérique.

La réglementation Algérienne et l'OMS indique une valeur de l'O<sub>2</sub> de 5 à 7 mg/l. Nos résultats expérimentaux répondent à ces normes par conséquent, l'eau de barrage Boukourdane est acceptable.



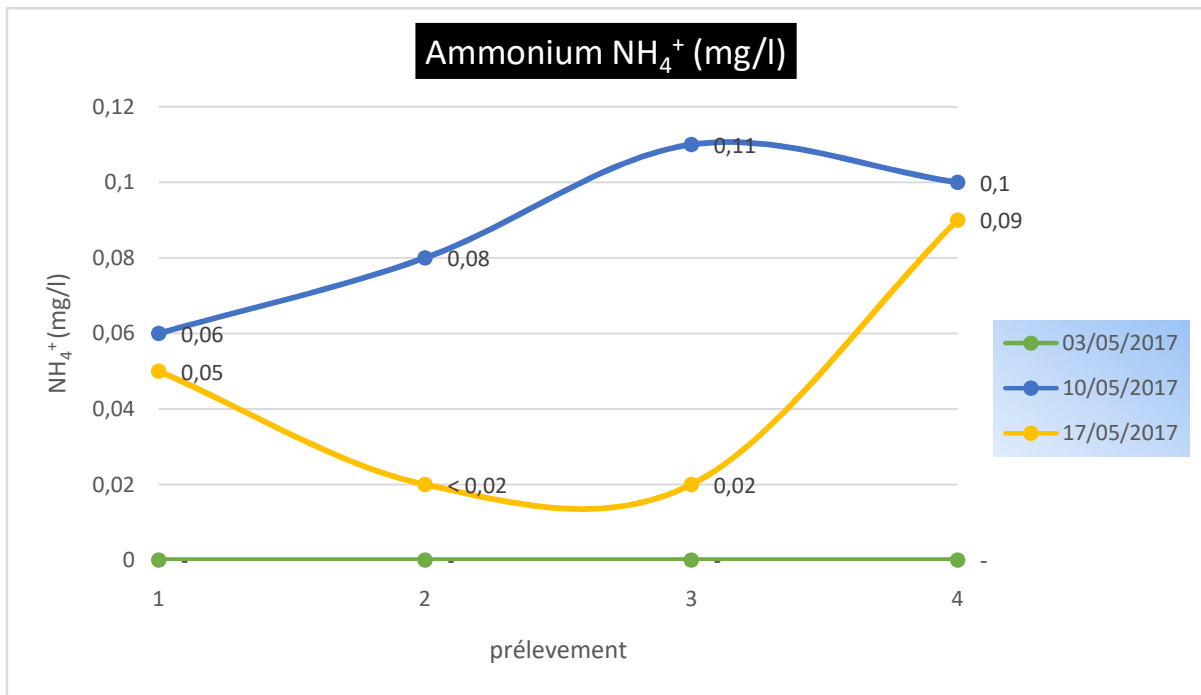
### III.3 Paramètres de pollution

#### III.3.1 Ammonium $\text{NH}_4^+$

Les teneurs en ammonium obtenues au cours de notre étude varient entre une valeur minimale de l'ordre  $< 0.02$  mg/l observée dans le point 2 durant le 3<sup>ème</sup> prélèvement, et une concentration maximale de l'ordre de 0.11 mg/l signalée au niveau du point 3 durant le 2<sup>ème</sup> prélèvement (tableau III.6, figure III.6).

**Tableau III.6** :variabilité spatiotemporelle de l'Ammonium  $\text{NH}_4^+$  (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.

Stations Campagnes	1	2	3	4
	03/05/2017	-	-	-
10/05/2017	0.06	0.08	0.11	0.1
17/05/2017	0.05	$< 0.02$	0.02	0.09
Moyenne	0.055	0.05	0.065	0.095
Min	$< 0.02$			
Max	0.11			
Norme (OMS)	$< 0.5$ mg/l			



**Figure III.6 :** Evolution temporelle de l'Ammonium  $\text{NH}_4^+$  (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.

L'ammonium dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. Cela entraîne un déséquilibre dans l'alimentation des plantes et augmente leur fragilité.

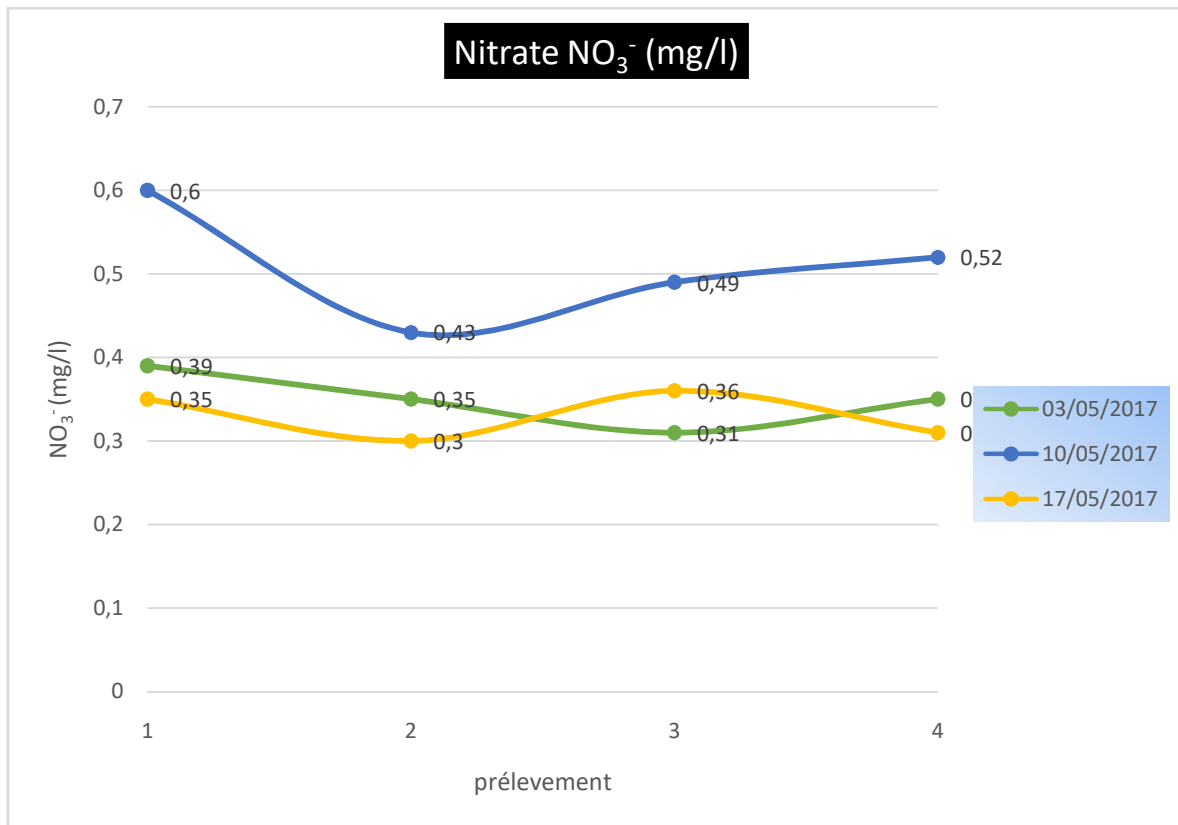
Nos résultats sont conformes aux normes de l'OMS qui recommande une concentration inférieure de 0.5 mg/l.

### III.3.2 Les teneurs en nitrates $\text{NO}_3^-$

D'une manière générale, les teneurs en  $\text{NO}_3^-$  obtenues au cours de notre étude sont relativement faibles. Ces teneurs varient entre une valeur minimale de l'ordre de 0.3 mg/l observée dans le point 2 durant le 3<sup>ème</sup> prélèvement, et une concentration maximale de l'ordre 0.6 mg/l signalée au niveau du point 01 pendant le 2<sup>ème</sup> prélèvement (tableau III.7, figure III.7).

**Tableau III.7 :** variabilité spatiotemporelle de nitrates  $\text{NO}_3^-$  (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.

Points Campagnes	1	2	3	4
	<b>03/05/2017</b>	0.39	0.35	0.31
<b>10/05/2017</b>	0.6	0.43	0.49	0.52
<b>17/05/2017</b>	0.35	0.3	0.36	0.31
<b>Moyenne</b>	0.45	0.36	0.39	0.39
<b>Min</b>	0.3			
<b>Max</b>	0.6			
<b>Norme (OMS)</b>	$\text{NO}_3^- < 50 \text{ mg/l}$			



**Figure III.7 :** Evolution temporelle de nitrates  $\text{NO}_3^-$  (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.

Les nitrates posent un problème en raison de leur trop grande introduction dans les eaux par l'agriculture.

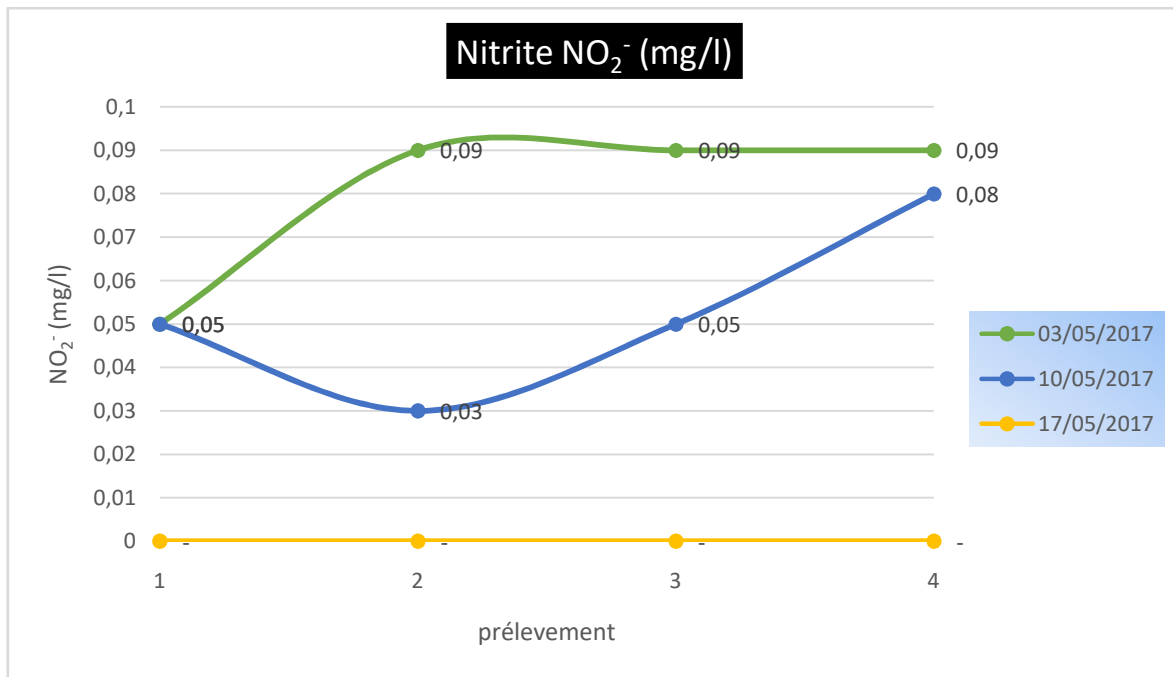
La réglementation Algérienne et l'OMS recommande pour les eaux naturelles une valeur limite de 50 mg/l au maximum; la figure III.7 montre que nos résultats sont inférieurs de 50mg/l et c'est une quantité suffisante pour nourrir la vie aquatique dans notre barrage.

### III.3.3 Concentration en nitrite $\text{NO}_2^-$

Les résultats de notre étude révèlent que les teneurs en ions  $\text{NO}_2^-$  sont conformes aux normes de l'OMS (0.1 mg/l) (tableau III.8, figure III.8). La teneur la plus faible est de 0.03 mg/l elle est observée au niveau du point 2 durant le 2<sup>ème</sup> prélèvement, alors que la teneur la plus élevée est celle enregistrée dans les points 2, 3 et 4 pendant le 1<sup>er</sup> prélèvement (0.09 mg/l).

**Tableau III.8 :**variabilité spatiotemporelle de nitrites  $\text{NO}_2^-$  (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.

<b>Points</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Campagnes</b>				
<b>03/05/2017</b>	0.05	0.09	0.09	0.09
<b>10/05/2017</b>	0.05	0.03	0.05	0.08
<b>17/05/2017</b>	-	-	-	-
<b>Moyenne</b>	0.05	0.06	0.07	0.085
<b>Min</b>	0.03			
<b>Max</b>	0.09			
<b>Norme (OMS)</b>	$\text{NO}_2^- < 0.1 \text{ mg/l}$			



**Figure III.8 :** Evolution temporelle de nitrites NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.

Les nitrites sont des indicateurs de lapollution. Elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrates.

Les normes Algériennes et l’OMS indiquent une valeur maximale de 0.1 mg/L, nos résultats sont d’une valeur de 0.09 mg/l. Bien que, les valeurs sont aux normes.

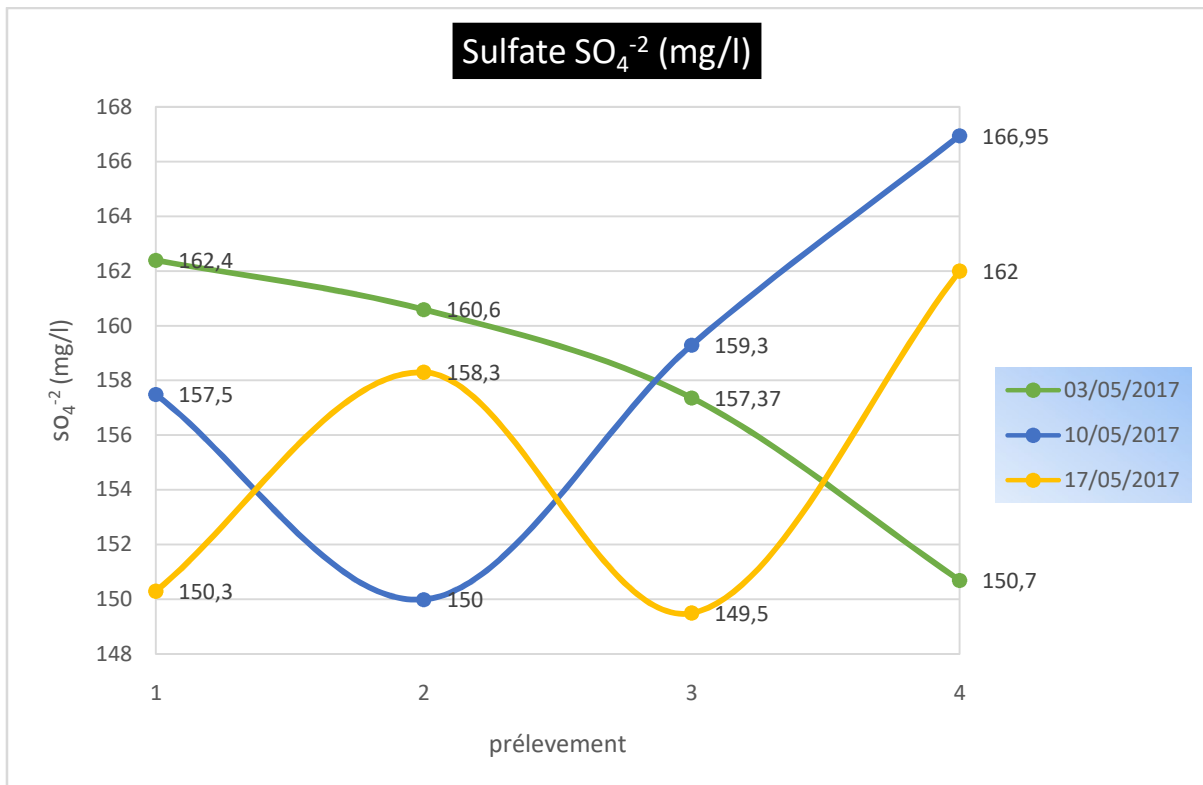
**III.3.4 Sulfate SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>**

Selon les résultats obtenus dans les 4 points de prélèvements, nous constatons que les concentrations en SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> dans l’eau varient entre une valeur maximale de l’ordre de 166.95 mg/l enregistrée dans le point 4 pendant le 2<sup>ème</sup> prélèvement, par contre la valeur minimale est de l’ordre de 150 mg/l signalée dans le point 2 durant le 2<sup>ème</sup> prélèvement aussi (tableau III.9, figure III.9).

**Tableau III.9:** variabilité spatiotemporelle de sulfate SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois prélèvements.

<b>Station</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Campagnes</b>				

<b>03/05/2017</b>	162.4	160.6	157.37	150.7
<b>10/05/2017</b>	157.5	150	159.3	166.95
<b>17/05/2017</b>	150.3	158.3	149.5	162
<b>Moyenne</b>	156.73	158.3	149.5	159.88
<b>Min</b>	150			
<b>Max</b>	166.95			
<b>Norme (OMS)</b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> &lt; 400 mg/l</b>			



**Figure III.9 :** Evolution temporelle de sulfate SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.

L'ion sulfate est l'un des anions les moins toxiques, toute fois des concentrations élevées peuvent entraîner une déshydratation et une inflammation gastro-intestinale. La présence des sulfates dans l'eau de boisson peut aussi lui donner un goût perceptible et contribuer à la corrosion du réseau de distribution

La réglementation Algérienne et l'OMS indiquent une valeur maximale de 400 mg/L. Alors que la teneur en sulfate de nos échantillons reste dans les normes.

En comparant nos résultats aux normes fixées par l'OMS et la grille de la qualité des eaux de l'ANRH qui ne doit pas dépasser des concentrations de 400 mg/l, nous pouvons conclure que la qualité de notre eau est conforme à la réglementation.

### III.3.5 orthophosphates $PO_4^{-3}$

Les résultats des analyses sont dans le tableau III.10 et représentés dans la (figure III.10).

Nous avons observé que les concentrations en ortho phosphates de tous les échantillons prélevés au différents point de prélèvement sont inférieures à 0.09 mg/l.

**Tableau III.10** :variabilité spatiotemporelle d'ortho phosphate  $PO_4^-$  (mg/l) des eaux du barrage Boukourdane pour les trois campagnes de prélèvement.

Points Campagnes	01	02	03	04
03/05/2017	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09
10/05/2017	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09
17/05/2017	< 0.09	< 0.09	< 0.09	< 0.09
Norme (OMS)	$PO_4^- < 0.7$ mg/l			



D'après le tableau III.10 ci-dessus, la variation des moyennes mensuelles de l'ortho phosphate pour l'eau brute et l'eau traitée ne dépassent pas 0.009 mg/l.

Des teneurs supérieures à 0.5 mg/l doivent constituer un indice de pollution selon la réglementation Algérienne et l'OMS.

Le phosphore peut être d'origine organique ou minérale ; le plus souvent leur teneur dans les eaux naturelles résulte de leur utilisation en agriculture, de leurs emplois comme additif dans les détergents.

### **Conclusion**

Il ressort des analyses physico chimiques réalisées que la qualité des eaux du barrage de Boukourdane reste stable pendant la période de notre étude et répond aux normes de la qualité des eaux superficielles.

## Conclusion générale

L'eau constitue un élément essentiel pour l'organisme humain, et sa consommation journalière par tous implique une surveillance étroite tant sur le plan physico chimique que microbiologique.

L'étude menée au cours de ce travail a pour but d'évaluer la qualité physico-chimique de l'eau de barrage Boukourdane destinée à l'alimentation en eau potable et à l'irrigation agricole principalement de la wilaya de Tipaza.

Au cours de ce présent travail, nous avons cerné les différentes parties ; théorique et expérimentale dont l'objectif est d'étudier l'état trophique et la qualité des eaux du barrage.

Les analyses physico chimiques de l'eau , basées sur 3 prélèvements réalisées pendant un mois, et l'étude dans le même temps de l'état trophique et la qualité des eaux, ont permis de déterminer l'état de santé du lac de barrage Boukourdane.

Il en ressort de cette étude que l'ensemble des résultats des paramètres physico chimiques obtenus ont révélé ce qui suit :

- ✓ La température est inférieure à 25°C,
- ✓ Les eaux de notre barrage sont légèrement alcalines, les valeurs du pH sont d'une moyenne de 8.49,
- ✓ Une conductivité moyenne de 701 $\mu$ s/cm; donc c'est une eau minéralisée,
- ✓ La turbidité moyenne est de 4.17 NTU ; notre eau est claire,
- ✓ Les paramètres de pollution répondent aux normes de la réglementation algérienne et de l'OMS,
- ✓ Notre barrage n'est pas eutrophe.

Enfin, on peut dire que cette étude nous a permis d'aborder différents volets qui concernent l'étude de l'état trophique et la qualité des eaux du barrage de Boukourdane. Il est souhaitable que ce travail soit poursuivi sur une période plus longue avec un suivi rigoureux des différents paramètres physico chimiques et biologiques.

## Références bibliographiques

**ABDESSELEM. A,1999.**Suive De La Qualité Microbiologique Et Physicochimique De Trois Serres Alimentant De La Région De Tlemcen, Mémoire d'ingénieur institut de biologie, université de Tlemcen, pp 2-18.

**BOUALEM. R,2009.** Contribution à l'étude de la qualité des eaux des Barrages, Article de recherche, p 20-33.

**CEAEQ. Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec.** 2005. Mode de prélèvement et de conservation des échantillons relatifs à l'application du règlement sur la qualité de l'eau potable. Bibliothèque nationale du Québec. Canada. 260p.

**CHAIBI RACHID., 2014.** Connaissance de l'ichtyofaune des eaux continentales de la région des aures et du Sahara septentrional avec sa mise en valeur. Thèse doctorat en biologie Université Mohamed Khider –Biskra. P237.

**DEBIECHE T.H.2002.** Evolution de la qualité des eaux (salinité. Azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution agricole et industrielle. Thèse de doctorat en hydrogéologie de l'environnement. Université de Franche- Comté. France. 312p

**[6]FRANÇOIS R. 2010.**Eléments d'écologie : Ecologie appliquée.7<sup>ème</sup> édition DUNOD, Paris. 754p.

**GAUJOUR D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques : Aide-mémoire. 2<sup>ème</sup> édition :Lavoisier. P : 49.

**HADE. A,2002,** Nos Lacs – Les Connaître Pour Mieux Les Protéger, Éditions Fides, 360p.

**JEAN-CLAUDE. B,1983,** Contrôle des Eaux Douces et de Consommation Humaine, EditionEd. Techniques Ingénieur, pp 2-8.

**MEBARKI A. 2005.** Hydrologie des bassins de l'Est algérien : Ressources en eau, aménagement et environnement, thèse de doctorat d'Etat en hydrogéologie de l'environnement. Université de Mentouri de Constantine, Département de l'aménagement du territoire, Algérie. 321p.

**MOKEDDEM. K, OUDDANE. S,2005**, Qualité Physico-chimique Et Bactériologique De L'eau De Source Sidi Yaakoub (Mostaganem), Mémoire d'ingénieur institut de biologie –Mascara, pp 18-22.

**Monographie.** Barrage de Boukourdane sur l'oued EL-Hachem Wilaya de Tipaza ; janvier 1994, 94-95p. (Bassin versant).

**Monographie.** Barrage de Boukourdane sur l'oued EL-Hachem Wilaya de Tipaza ; janvier 1994, 08p. (Aperçu géologique et pédologique).

**Monographie.** Barrage de Boukourdane sur l'oued EL-Hachem Wilaya de Tipaza ; janvier 1994, 01p. (Barrage, système de prise d'eau).

**Monographie.** Barrage de Boukourdane sur l'oued EL-Hachem Wilaya de Tipaza ; janvier 1994, 02p. (Évacuateur de crue).

**PAUL. R,1998**, Eaux d'égout et eaux résiduaires industrielles : Épuration, utilisation, Société d'Éditions techniques, 192 p.

**RÉFEA. (Réseau Francophone sur l'Eau et l'Assainissement)** Fiche rédigée par l'équipe technique du RÉFEA. Analyses de l'eau / présentation générale. 01 p.

**RODIER. J,1997**, L'analyse De L'eau (Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires Et Eaux De Mer), 8<sup>ème</sup> Edition, Dunod, Paris, p 66.

**RODIER J., 2005.** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8<sup>ème</sup> édition : Dunod, Paris.

**SCHUDEBOOM. J,1993**, Nitrates et Nitrites dans les denrées alimentaires, éditions du Conseil de l'Europe, Strasbourg, p 11.

**TADRIST N. (2004)** «Le transport solide dans l'oued el Hachem et l'impact des lâchers du barrage Boukourdane sur l'hydraulique de l'oued et la nappe».

Mémoire de Magistère. Université Blida. 127 p.

**TARDAT HENRY. M,1992**, Chimie Des Eaux, 2<sup>ème</sup> Edition, Les éditions du Griffon d'Argile, pp 213-215.

**Tableau :** Données moyennes mensuelles annuelles des températures T (°c) du barrage Boukourdane (source : station météorologique du barrage Boukourdane).

	<b>Septembre</b>	<b>Octobre</b>	<b>Novembre</b>	<b>Décembre</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juillet</b>	<b>Aout</b>
<b>2004/2005</b>	23,5	22,2	13,8	11,3	8,3	7,7	11,9	14,9	18,6	23,2	26,2	25,5
<b>2005/2006</b>	22,2	19,9	14,2	10,2	8,6	8,9	13,7	16,6	19,6	19,6	25,7	24,3
<b>2006/2007</b>	22,4	20	16,5	12	11,4	12,5	11,3	14,4	18,7	21,1	24,2	26,1
<b>2007/2008</b>	22,1	18,4	13,2	10,8	10,3	11	13	14,5	15	17,9	23	23,4
<b>2008/2009</b>	20,9	15,6	10,9	7,5	7,5	9,3	10,3	10,9	16	19,3	23,3	23,3
<b>2009/2010</b>	20,3	19	15,9	13,8	12,6	13,7	14,2	14,7	17,2	22,3	26,7	26,2
<b>2010/2011</b>	19,6	15,7	11,5	10,9	9,8	10,3	13,9	17,3	19,7	22,7	26,9	25,8
<b>2011/2012</b>	23,5	19,6	16,4	12,1	10,9	8,2	12,5	15,3	19,4	26,1	26	25
<b>2012/2013</b>	24	20,5	16,4	12,8	11,9	10,9	15,6	15,3	17,1	20,7	-	-
<b>2013/2014</b>	-	-	-	12,6	-	-	-	-	21,9	25	21,9	25
<b>2014/2015</b>	-	20,7	15,9	13	10,9	10,2	12,4	17,8	17,8	22,9	-	29
<b>2015/2016</b>	23,9	15,7	16,4	25,4	12,8	13,4	12,3	15,7	15,7	23,1	26,7	26,1
<b>2017</b>	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-

**Tableau :** Données moyennes mensuelles annuelles des précipitations P (mm) du barrage Boukourdane (source : station météorologique du barrage Boukourdane).

	<b>Septembre</b>	<b>Octobre</b>	<b>Novembre</b>	<b>Décembre</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juillet</b>	<b>Aout</b>
<b>2004/2005</b>	29,2	27,7	126,2	144,9	80,2	135,2	121,7	24,1	3,1	0,4	0	0,6
<b>2005/2006</b>	14	31	74,7	137,2	101,5	103,2	20,1	8,1	140,9	0,4	0	0
<b>2006/2007</b>	52,8	2,2	19,5	210,5	12,2	47,3	104,8	94,3	2,6	0	1,6	0,2
<b>2007/2008</b>	60,2	106	226,2	120,5	17,8	20,5	88,7	10	41,5	34,3	16	0
<b>2008/2009</b>	32,3	61,5	81	117,1	135	9,3	72,8	86,5	18,5	0	0	18
<b>2009/2010</b>	99,7	4,9	69,3	128	85,5	103,5	97,5	37,9	25,5	6,5	0	28,5
<b>2010/2011</b>	19	96,2	109,6	66,5	81,5	113	59,9	69,3	108,5	19	0	0
<b>2011/2012</b>	4,5	44,6	103,5	68	40,6	323,8	91,9	99,5	11,2	0,5	0	0
<b>2012/2013</b>	25	60,7	103,3	13,5	99,7	99	47,3	71,9	194,6	1,1	1,3	7,3
<b>2013/2014</b>	7,3	74,2	75,7	118,4	12,9	49,5	162,6	6,2	38,7	53,5	1,4	0
<b>2014/2015</b>	85,6	94,3	10,7	0	44,1	144	77,6	0	5,7	0	1,2	1,5
<b>2015/2016</b>	6,4	17,1	186,4	188	61,2	115,3	145,1	50,8	17,1	0,6	0	0
<b>2017</b>	-	-	-	-	318,3	26,3	-	-	-	-	-	-

## Détermination du pH

### Objet :

Ce protocole opératoire décrit la méthode de mesure du pH en utilisant un pH mètre Sension+pH3 HACH par une méthode potentiométrique à l'aide d'une électrode combinée à une sonde de température Pt 1000

### Domaine d'application :

La méthode est applicable dans le cas de mesure du pH des eaux potables, des eaux superficielles et des eaux souterraines, dont la température est comprise entre 0 et 80°C et pH compris entre 0 et 14.


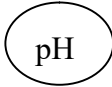


### Appareillage :


Sension+pH3 HACH est un instrument pour mesurer le pH, les mV et la température. Il est doté d'un agitateur.

### Mesure du pH :

La mesure correcte implique l'étalonnage périodique de l'ensemble pH-mètre et électrode à l'aide de solutions tampons, cela permet de compenser les déviations de la potentielle asymétrie et de la pente de l'électrode dans le temps.

L'étalonnage se fait quotidiennement et sur deux points :

- Appuyer sur la touche 
- Un affichage apparaît pour sélectionner le paramètre (pH, mV ou données d'étalonnage).
- Appuyer sur la touche 
- Utiliser le 1<sup>er</sup> tampon (7) et appuyer sur la touche 
- Le pH se stabilise en affichant 1<sup>er</sup> tampon OK, et demande à utiliser le deuxième tampon.
- Rincer soigneusement l'électrode et l'introduire dans le deuxième tampon (4)
- Appuyer sur la touche 

- Le pH se stabilise en affichant 2<sup>ème</sup> tampon OK, et demande à utiliser le troisième tampon, comme l'étalonnage se fait à deux points, appuyer directement et doublement sur la touche  pour revenir au mode mesure.

Une vérification se fait juste après l'étalonnage par un pH 7, la valeur est reportée directement sur la carte de contrôle.

### **Mesurage des échantillons :**

Les échantillons sont prélevés dans des flacons en verre ou en plastique, la durée de conservation est de 24 heures.

Transvaser l'échantillon à analyser dans un récipient (bêcher) préalablement rincé avec de l'eau distillée et avec l'échantillon même, y immerger l'électrode soigneusement rincée et attendre la stabilité de la valeur du pH. Noter cette dernière ainsi que la valeur de la température de l'échantillon au cours du mesurage.

### **Ecart par rapport à la norme :**

La mesure du pH des échantillons se fait au niveau du laboratoire.

### **Expression des Résultats :**

La valeur du pH est exprimée à deux décimales près.



## Détermination de la conductivité électrique

### Objet

Ce protocole opératoire décrit la méthode de mesure de la conductivité en utilisant un conductimètre électrique METTLER TOLEDO Seven Easy.

### Domaine d'application :

Cee protocole s'applique à la mesure de la conductivité électrique d'effluents de toutes natures (eau potable, eaux usées urbaines et industrielles, eau de mer, etc.).

La limite de mesure, liée à l'électrode, est précisée par le fabricant de l'appareil.

### Appareillage :

Conductimètre : mettler tolédo Seven Easy équipé d'une électrode de mesure, d'une sonde de température et d'un convertisseur fourni par le fabricant. Cet appareil à la propriété de compenser la température de l'eau, pour se ramener à des conditions normales de mesure (25°C).

### Mise en marche :

- Le conductimètre est sous tension en continu, l'étalonnage et le contrôle qualité se font quotidiennement :
- Plonger l'électrode de la conductivité dans la solution étalon (1413 $\mu$ S/cm) et presser la touche « **Cal** »
- Lors de l'étalonnage le seven Easy s'arrête au point final, pour l'arrêt manuel, presser la touche « **Read** »
- L'afficheur se fige sur la valeur nominale de l'étalon.
- Pour revenir à la mesure d'échantillons, presser la touche « **Read** » passer les échantillons un par un en procédant à un rinçage de l'électrode entre chaque mesure.
- L'entretien de l'équipement se fait par un chiffon humide.

### Ecarts par rapport à la norme :

Il n'y pas d'introduction de la cellule de la constante, la procédure d'étalonnage se fait par un point et dans ce cas il n'introduit pas la constante de cellule selon le manuel du constructeur.

L'appareil est étalonné par une solution de commerce qui est calée à 1413 $\mu$ S/cm par le constructeur de l'équipement, les solutions de KCl de 0.1 mol/l, 0.01mol/l et 0.001mol/l ne sont pas utilisées.

### **Expression des Résultats :**

Le résultat est exprimé directement en  $\mu$ S/cm à 25°C.

## **Détermination de la Turbidité**

### **Objet :**

Ce protocole opératoire décrit la méthode de mesure de turbidité selon la norme ISO 7072.

Le port de la blouse ainsi que des gants, de lunettes et de masques est indispensable durant toute la manipulation. La **formazine** étant un produit fortement toxique et dangereux, il est **indispensable** de la manipuler sous extracteur.

### **Domaine d'application :**

Cette méthode s'applique aux eaux naturelles, aux eaux destinées à la consommation humaine, aux eaux de piscines et aux eaux résiduaires.

Son principe consiste en la mesure de la turbidité par néphélométrie, en utilisant un turbidimètre optique : le hach 2100 N (voir le manuel d'utilisation), sur une plage de mesure allant de 0 à 4000 NTU.

La mesure de turbidité est réalisée dans la mesure du possible dès réception des échantillons. Dans le cas contraire, les échantillons doivent être conservés à 4°C et mesurés dans les 24 heures.

### **Étalonnage à partir d'étalons préparés manuellement :**

**1** : La préparation des cinq paliers d'étalonnage se fait en diluant un étalon de formazine de 4000 NTU (solution du commerce) comme suit :

Dans une série de fioles de 100 ml, y verser les volumes notés dans le tableau à l'aides de pipettes (fioles et pipettes de classe AS).

Paliers-Etalon (NTU)	Volume de l'étalon 4000 NTU (ml)	Eau de dilution (ml)
20	0.5	v.s.p 100
200	5	v.s.p 100
1000	25	v.s.p 100

L'étalon 4000 NTU est utilisé tel quel (sans dilution).

Pour la préparation de la solution étalon « **<0.1 NTU** », suivre les étapes suivantes :

- Sélectionner une cellule de mesure non griffée ;
- Tremper la cellule dans du HCl concentré durant toute une nuit ;
- La rincer par la suite avec de l'eau (robinet) puis avec de l'eau dé-ionisée ;
- La boucher après pour éviter toute contamination avec de la poussière ;
- Remplir cette cellule avec une eau osmosée ou filtrée (sous 0.22  $\mu\text{m}$ ) ;
- Y introduire ensuite une seringue pour effectuer un vide d'air (dégazer le contenu de la cellule, bouchée préalablement avec un bouchon contenant un orifice à cet effet) ;
- Bien essuyer la cellule après (avec un tissu qui ne pluche pas) ;
- L'introduire ensuite dans le turbidimètre et le faire pivoter 10 fois à 360° puis choisir la lecture la plus basse (la repérer un crayon sur le trait blanc de la cellule comme marque d'orientation).

**2** : Après l'étalonnage du turbidimètre, effectuer une vérification de ce dernier avec l'étalon **20 NTU**. La fréquence de la vérification est **journalière** et le report de cette valeur se fait sur les fiches de traçabilité étalonnage ainsi que sur les cartes de contrôles (procédure de métrologie) afin de savoir s'il y a dérive ou non de l'étalonnage (et le refaire si nécessaire).

**3** : Les échantillons sont conservés dans des flacons en verre ou de plastique, l'analyse est effectuée dans les 24 heures qui suivent le prélèvement, avant analyse, Il faut s'assurer que la cuve de mesure soit propre.

La mesure de la turbidité se fait alors comme suit :

- Rincer la cellule de mesure avec l'échantillon à analyser (avant mesure) ;
- Remplir la cuve sans faire de bulle, visser le bouchon et sécher la cuve ;
- Insérer la cuve dans le puits de mesure en plaçant la flèche de la cuve face au repère ;
- Fermer le capot de l'appareil ;
- Attendre l'affichage automatique d'une valeur. Si la valeur n'apparaît pas au bout de quelques secondes, appuyer sur (**ENTER**) et lire la valeur affichée ;
- Retirer la cuve de mesure, la vider et la rincer.

### Expression des résultats :

Les résultats sont donnés en NTU (Unité de Turbidité de Néphélométrie) alors que la norme les exprime en FNU. La conversion de FNU au NTU se fait suivant la relation suivante :

Quand la turbidité < **20 FNU**  $\rightarrow$  **1 FNU = 1 NTU** ;

Quand la turbidité > **ou = 20 FNU**  $\rightarrow$  **1 FNU = 0.6 NTU** ; Ce qui donne : **20 FNU = 12 NTU**.

L'expression des résultats se fait alors selon les paliers suivants :

- Si la turbidité est  $< 0.99$  NTU → le résultat est exprimé à 0.01 NTU près ;
- Si la turbidité est comprise entre 1 NTU et 9 NTU → le résultat est exprimé à 0.1 NTU près ;
- Si la turbidité est  $>$  ou  $= 10$  → le résultat est exprimé au NTU près.

**5** : L'entretien du turbidimètre et de ses accessoires doit se faire de manière rigoureuse. Les consignes à suivre sont les suivantes :

- Maintenir le turbidimètre et ses accessoires aussi propres que possible : Utiliser un chiffon mouillé avec un détergent doux et de l'eau pour nettoyer le boîtier et le clavier ;
- Laver la cuve à l'acide chlorhydrique une fois par semaine ;
- Ne pas laisser la cuvette pleine dans le puits de mesure pendant de longues périodes ;
- Laisser l'appareil allumé 24h/24h s'il est utilisé régulièrement ;
- Toujours fermer la cuvette pour éviter de répandre l'échantillon dans l'appareil ;
- Toujours utiliser des cuvettes et bouchons propres et exemptes de rayures.

### **Ecart par rapport à la norme :**

L'expression des résultats (NTU et non FNU) ; Les règles d'arrondi selon les paliers.

## Détermination de l'Oxygène Dissous

### Objet :

L'objet de ce mode opératoire est de décrire une méthode de mesure quantitative de l'oxygène dissous d'un échantillon d'eau, en utilisant un oxymètre doté d'une sonde à luminescence (HQ40D).

### Domaine d'application :

La méthode est applicable aux eaux potables, eaux traitées et les eaux de rejet dont le taux d'oxygène dissous se situe entre 0 et 20 mg/L d'OD.

### Appareillage :

Appareil : oxymètre HQ40D équipé d'une sonde à luminescence LD101.

Verrerie : flacon de 100 ml destiné à luminescence LD101.

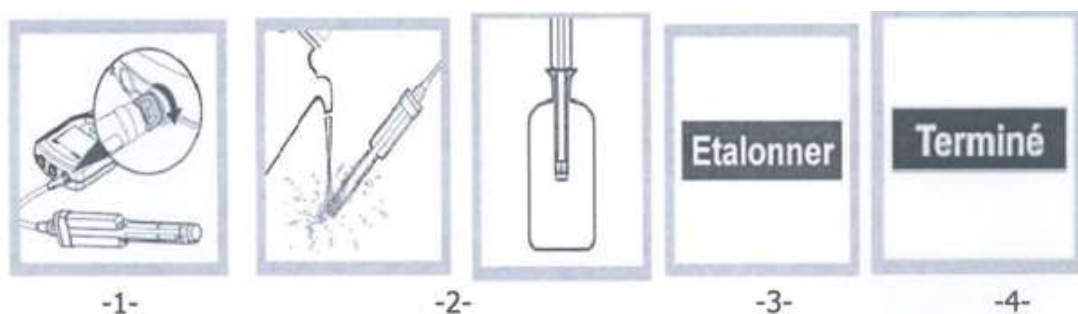
### Préparation et conservation des échantillons :

Les échantillons sont prélevés dans des échantillons de verre ou de PTFE. Ils sont acheminés au laboratoire dans des glacières, au frais et à l'abri de la lumière.

L'analyse doit se faire immédiatement après l'échantillonnage.

### Étalonnage de l'oxymètre :

La figure ci-dessous démontre en images les étapes de l'étalonnage :



- 1- Allumer l'instrument après avoir brancher la sonde sur l'appareil de mesure (HQ40D) pour assurer la connexion.
- 2- Rincer la sonde avec de l'eau déminéralisée et l'introduire dans le flacon destiné à l'étalonnage (flacon en verre remplie au ¼)
- 3- Appuyer sur le bouton étalonnage et attendre que la mesure se stabilise à 100 %, l'écran indiquera « stabilisation ».
- 4- Appuyer sur « terminer » pour afficher le récapitulatif d'échantillonnage et enregistrer pour accepter l'étalonnage.

### **Mesure l'échantillon :**

Après avoir effectué l'étalonnage de l'oxymétrie, rincer par de l'eau ultra pure et l'immerger dans l'échantillon. Appuyer par la suite sur « Mesurer » pour avoir la quantité d'OD en mg/L contenue dans l'eau.

### **Résultats :**

L'oxymétrie indique directement les résultats en mgd'O<sub>2</sub>/l.

## Ammonium $\text{NH}_4^+$

### **Objet :**

Ce mode opératoire a pour objet la description d'une méthode de dosage spectrométrique de l'ammonium dans les eaux potable, eaux brute.

### **Appareillage :**

Un spectrophotomètre Hach DR-400U.

### **Préparation et conservation des échantillons :**

Les échantillons sont analysés après le prélèvement dans un délai n'excédant pas les 24 heures.

### **Application :**

1. Les réactifs à préparer sont les suivants :

- Réactif coloré :

Dissoudre 130g de salicylate de sodium et 130g de citrate trisodique di-hydraté dans 1000ml d'eau purifiée. Ajouter 0.97g de nitroprussiate de sodium.

Cette solution est conservée dans un flacon en verre brun et reste stable au moins deux semaines.

- Solution de dichloro-isocyanurate de sodium :

Dissoudre 32g d'hydroxyde de sodium dans environ 500ml d'eau purifiée et laisser refroidir à température ambiante. Ajouter 2g de dichloro-isocyanurate di-hydraté et compléter à 1000ml avec de l'eau purifiée.

Cette solution est conservée dans un flacon en verre brun et reste stable au moins deux semaines.

- Solution mère étalon d'ammonium de concentration 100 mg/L :

Sécher une petite quantité de chlorure d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) dans une étuve à  $105^\circ\text{C}$  jusqu'à ce que la perte de masse soit constante (environ 2heures).

Dissoudre ensuite 0.297g de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  séché dans 1000ml d'eau. Cette solution doit être conservée dans un flacon en verre, au réfrigérateur à  $4^\circ\text{C}$  et reste stable pendant au moins un mois.

- Solution fille étalon d'ammonium 1mg/L :

A l'aide d'une pipette, prélever 1ml de la solution mère de  $\text{NH}_4^-$  et la verser dans une fiole jaugée de 100ml. Compléter au volume avec de l'eau purifiée et bien homogénéiser le tout. Cette solution doit être préparée le jour de l'emploi car sa conservation ne dépasse pas les 24 heures.

2. L'étalonnage du spectrophotomètre est réalisé comme suit :

Volume de la solution fille d'ammonium (ml)	Volume de l'eau purifiée (ml)	Concentration en $\text{NH}_4^+$ (mg/L)	Volume de la fiole (ml)
0	50	0	50
1.5	48.5	0.03	50
2.5	48	0.05	50
4	47	0.08	50
5	46	0.1	50
10	45	0.2	50
30	20	0.6	50
50	0	1	50

Après avoir compléter au volume, bien homogénéiser chaque étalon puis enlever 10 ml de chacun (pour ne laisser que 40ml comme prise d'essai).

Puis rajouter dans l'ordre :

- 4ml de réactif coloré ;
- 4ml de réactif de dichloro-isocyanurate de sodium.

Compléter ensuite chaque fiole à 50ml. Attendre le développement de la couleur après au moins 60mn.

Effectuer la lecture au spectromètre à 655 nm.

### **Dosage :**

Prélever 40 ml de l'échantillon à analyser puis ajouter successivement :

- 4ml de réactif coloré ;
- 4ml de réactif de dichloro-isocyanurate de sodium.

Compléter à 50ml. Attendre le développement de la couleur après au moins 60mn et effectuer la lecture au spectromètre à 655 nm.



## **Interprétations des résultats :**

La concentration est donnée directement en mg/L d'ammonium

## **Nitrate NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

### **Objet :**

Ce protocole a pour objet la description du dosage spectrométrique nitrate par la méthode au salicylate de sodium.

### **Domaine d'application :**

Cette méthode est applicable aux eaux potables, eaux brutes et résiduares. Pour des concentrations allant de 0.5 à 5 mg/l.

### **Appareillage :**

- Matériel courant de laboratoire : verrerie ( fioles et pipettes).
- Spectrophotomètre Hach DR-400U.
- Capsules de 60 ml.
- Bain marie ou une étuve portée entre 75 à 80 °C.

### **Préparation et conservation des échantillons :**

Si la mesure n'est pas faite le jour même ajouter quelques gouttes d'acide chlorhydrique à pH 1 à 2, et conserver à 4 °C.

### **Application :**

Préparation des solutions étalon

Pour les nitrates le domaine de travail est de 0.5 mg/l et 5 mg/l.

L'étalonnage du spectrophotomètre est réalisé une fois par moi dans laboratoire de STEP Sidi Amar à l'aide des solutions étalons. Dans une série de capsules de 60 ml, introduire successivement :

Volume de solution fille de nitrates en (ml)	Complément eau distillée (ml)	Concentration de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> en mg/l	Volume de la fiole en (ml)
Eau distillée	10	0	10

1	7.5	0.5	10
2	5	1	10
5	2.5	2.5	10
10	0	5	10

- Evaporer à sec bain marie ou dans une étuve portée à 75 °C – 80° C (ne pas surchauffer, ni chauffer trop longtemps).
- Laisser refroidir.
- Reprendre le résidu par 2 ml d'acide sulfurique concentré.
- Attendre 10 min, ajouter 10 ml d'eau distillée puis 15 ml de solution de tartrate double de sodium et de potassium qui développe la couleur jaune.
- Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde 420 nm.

### **Dosage :**

Introduire 10 ml d'échantillon à analyser dans une capsule de 60 ml (pour des teneurs en nitrate supérieure à 5 mg/l, opérer par une dilution), alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium, ajouter 1 ml de salicylate de sodium puis poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage, effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde 420 nm.

### **Interprétations des résultats :**

Le résultat est donné directement en mg/l de nitrate.

## Nitrite NO<sub>2</sub><sup>-</sup>

### **Objet :**

Ce protocole spécifie une méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire pour le dosage des nitrites dans les eaux potables, eaux brutes.

### **Domaine d'application :**

Cette méthode est applicable à toutes les eaux.

### **Appareillage :**

- Matériel courant de laboratoire : verrerie ( fioles et pipettes).
- Spectrophotomètre Hach DR-400U.

### **Préparation et conservation des échantillons :**

Les échantillons sont conserver entre 2 et 5 °C et analyser dans les 24 h de prélèvement.

### **Application :**

#### ➤ Préparation des solutions étalon

Pour les nitrites le domaine de travail est de 0.02 mg/l à 1 mg/l.

L'étalonnage du spectrophotomètre est réaliser une fois par mois à l'aide de solution étalons.

Volume de solution étalon fille de nitrites en (ml)	Concentration de NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> en mg/l	Volume de la fiole en (ml)
Eau distillée	0.00	50
1	0.02	50
2	0.04	50
3	0.06	50
4	0.08	50
5	0.1	50
25	0.5	50
50	1	50

Prélever 40 ml de chacune des solutions obtenues, ajouter dans l'ordre 1 ml du réactif coloré. Homogénéiser immédiatement et compléter à 50 ml, le pH à ce stade doit être de 1,9. Laisser au moins 20 min, effectuer la mesure spectrométrique à la longueur d'onde 540 nm.

➤ **Dosage et mesure :**

Prélever 40 ml de chacune des solutions obtenues, ajouter dans l'ordre 1 ml du réactif coloré. Homogénéiser immédiatement, le pH à ce stade doit être de 1,9. Laisser au moins 20 min, effectuer la mesure spectrométrique à la longueur d'onde 540 nm.

**Détermination de la concentration de  $\text{NO}_2^-$  :**

La détermination de la teneur en  $\text{NO}_2^-$  se fait de la manière suivante sur spectrophotomètre DR 4000U :

- Allumer l'appareil.
- Appuyer sur « programme utile ».
- Introduire le numéro du programme de  $\text{NO}_2^-$ .
- Insérer la cuve avec le blanc (eau distillée), et appuyer sur « zéro ».
- Remplir la cuve avec l'échantillon à analyser et appuyer sur « lire ».
- La concentration des  $\text{NO}_2^-$  est affichée sur l'écran en mg/l.

**Interprétations des résultats :**

Le résultat est donné directement en mg/l de nitrite.

## Sulfate $\text{SO}_4^{-2}$

### **Objet :**

Ce protocole a pour but de déterminer les sulfates par spectrophotomètre d'adsorption moléculaire.

### **Domaine d'application :**

Ce protocole est applicable sur tout type d'eaux.

### **Appareillage :**

- Un spectrophotomètre Hach DR-400U.
- Agitateur mécanique.

### **Préparation et conservation des échantillons :**

En cas de conservation, les échantillons doivent être prélevés et conservés dans des températures à 4 °c pendant au maximum 6 jours.

### **Application :**

Préparation des solutions étalons

Volume de solution mère de sulfate à 1g/l (ml)	Solution stabilisante (ml)	Solution de chlore de baryum (ml)	Eau distillée (ml)	Concentration finale de $\text{SO}_4$ (mg/l)
0	5	2	93	0
1	5	2	92	10
2	5	2	91	20
3	5	2	90	30
4	5	2	89	40
5	5	2	88	50
6	5	2	87	60
7	5	2	86	70

Effectuer la mesure spectrophotométrique à la longueur d'onde 420 nm.

**Dosage et mesure :**

La détermination de la teneur en  $\text{SO}_4^{-2}$  se fait de la manière suivante :

- Prendre 20 ml d'échantillon à analyser et ajouter 5 ml de la solution stabilisante, agiter quelques secondes (agitation mécanique lente).
- Ajouter 2 ml de chlorure de baryum.
- Compléter avec 100 ml d'eau distillée.
- Laisser pendant 1 min sous agitation mécanique rapide.
- Remplir rapidement la cuve avec l'échantillon à analyser, l'insérer sans perdre de temps dans l'appareil et appuyer sur Start.
- La concentration des  $\text{SO}_4^{-2}$ .

**Interprétations des résultats :**

La concentration des sulfates est exprimée en milligramme par litre.

## Ortho phosphate $\text{PO}_4^{-3}$

### **Objet :**

Ce protocole a pour objet la description du dosage spectrométrique des ortho phosphates par la méthode au molybdate d'ammonium.

### **Domaine d'application :**

Cette méthode est applicable aux eaux potables, eaux brutes. Les teneurs en ortho phosphates peuvent être déterminées sans dilution pour des échantillons dont les concentrations se situent entre 0,09 et 1,5 mg/l de phosphore ( $\text{PO}_4^{-3}$ )

### **Appareillage :**

- Matériel courant de laboratoire : verrerie ( fioles et pipettes).
- Spectrophotomètre Hach DR-400U.

### **Préparation et conservation des échantillons :**

Les échantillons son conserver entre 2 et 5 °c et analyser dans les 24 h de prélèvement.

### **Application :**

L'étalonnage du spectrophotomètre est réalisé une fois par mois à l'aide de solutions étalons. Pour les ortho phosphates, le domaine de mesure est de 0,09 mg/l à 1,5 mg/l.

Les 8 étalons suivent dont préparés :

Volume de solution fille d'ortho phosphate en ml	Concentration de $\text{PO}_4^{-3}$ en mg/l	Volume de la fiole en ml
Eau distillée	0.00	50
2.25	0.09	50
4.5	0.18	50
9.0	0.36	50
18.0	0.72	50
22.5	0.9	50
25.0	1.0	50
37.5	1.5	50

Compléter au volume avec de l'eau distillée et homogénéiser chaque étalon.

Prélever 40 ml de chacun des étalons obtenus, ajouter dans l'ordre et sans attendre entre chaque ajout :

- 1 ml d'acide ascorbique à 100 g/l.
- 2ml d'heptamolybdate d'ammonium.

Et compléter à 50 ml. Agiter quelques secondes. Après un temps compris entre 10 et 30 min (temps nécessaire au développement de la couleur), effectuer les lectures spectrométriques à la longueur d'onde de 880 nm.

### **Dosage et mesure :**

Prélever 40 ml d'échantillon à analyser, ajouter sans attendre entre chaque ajout :

- 1 ml d'acide ascorbique à 100 g/l.
- 2ml d'heptamolybdate d'ammonium.

Agiter quelques secondes. Après un temps compris entre 10 et 30 min (temps nécessaire au développement de la couleur) :

- ✓ Si aucune couleur n'est apparue, il n'y a pas de phosphates ( $\text{PO}_4^{-3}$ ). Indiquer alors comme résultat : < 0.09 mg/l de phosphates.
- ✓ Si une coloration bleue est apparue, effectuer la mesure au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 880 nm.





**Les résultats du 1<sup>er</sup> prélèvement (03/05/2017) :**

1 <sup>er</sup> prélèvement	T°c	pH	Cond	Turb	O <sub>2Diss</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	
	P1	22,6	8,47	715	3,72	5,2	-	0,39	0,05	162,4	< 0,09
	P2	22,2	8,47	714	4,23	5,14	-	0,35	0,09	160,6	< 0,09
	P3	22,2	8,53	712	4,4	4,96	-	0,32	0,09	157,37	< 0,09
	P4	22,1	8,5	713	4,3	6,96	-	0,35	0,09	150,7	< 0,09
	Somme	89,1	33,97	2854	16,65	22,26	-	1,41	0,32	631,07	
	Moyenne	22,275	8,4925	713,5	4,1625	5,565	-	0,3525	0,08	157,7675	< 0,09

Les résultats de 2<sup>ème</sup> prélèvement (10/05/2017) :

2 <sup>ème</sup> prélèvement	T°c	pH	Cond	Turb	O <sub>2</sub> Dis	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	
	P1	23,3	8,5	654	3,85	5,88	0,06	0,6	0,05	157,5	< 0,09
	P2	23,2	8,53	700	3,81	6,85	0,08	0,43	0,03	150	< 0,09
	P3	23,5	8,55	701	4,97	5,81	0,11	0,49	0,05	159,3	< 0,09
	P4	23	8,49	704	3,37	5,96	0,1	0,52	0,08	166,95	< 0,09
	Somme	93	34,07	2759	16	24,5	0,35	2,04	0,21	633,75	_
	Moyenne	23,25	8,5175	689,75	4	6,125	0,0875	0,51	0,0525	158,4375	< 0,09

Les résultats de 3<sup>ème</sup> prélèvement (17/05/2017) :

3 <sup>ème</sup> prélèvement	T°c	pH	Cond	Turb	O <sub>2</sub> Diss	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	
	P1	23,7	8,44	704	3,52	5,61	0,05	0,35	-	150,3	< 0,09
	P2	23,2	8,5	701	3,78	5,31	< 0,02	0,3	-	158,3	< 0,09
	P3	23,4	8,44	702	4,97	4,94	0,02	0,36	-	149,5	< 0,09
	P4	23,2	8,48	700	3,7	3,7	0,09	0,31	-	162	< 0,09
	Somme	93,5	33,86	2807	15,97	19,56	0,16	1,32	-	620,1	_
	Moyenne	23,375	8,465	701,75	3,9925	4,89	0,053333333	0,33	-	155,025	< 0,09

