

Ministère de l'enseignement supérieur

et de la recherche scientifique

Université Chadli Bendjedid

El Tarf



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة الشاذلي بن جديد  
الطارف

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des sciences biologiques

كلية علوم الطبيعة والحياة  
قسم العلوم الطبيعية.

**Mémoire de Fin d'Études**  
**Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2 Recherche**  
**«Biodiversité et environnement»**

**THÈME**

**Impact des rejets urbains sur la qualité physico-chimique des eaux du lac des oiseaux dans la région d'El Tarf**

**Soutenu le : 19/06/2022**

**Présenté Par : BEKHOUCHE FATIMA**

**Devant le jury composé de :**

<b>Dr GHEID SAMIRA</b>	<b>MCA</b>	<b>Présidente</b>	<b>UCBET</b>
<b>Dr BOUMARAF WARDA</b>	<b>MCA</b>	<b>Examinatrice</b>	<b>UCBET</b>
<b>Dr BAHROUN SOFIA</b>	<b>MCA</b>	<b>Promotrice</b>	<b>UCBET</b>

**Année universitaire 2021 - 2022**

# Résumé

Les dernières décennies, l'Algérie a été soumise à une sécheresse intense qui touche le nord d'une manière générale et donc l'utilisation des eaux de surface s'avère une nécessité incontournable. La région d'El Tarf se trouve dans le Nord-est algérienne, a toujours connu des problèmes liés à la quantité et à la qualité des eaux de surface due aux rejets urbains et agricoles qui sont souvent déversées directement dans les cours d'eau. Cette étude a pour objectif d'estimer le degré de contamination physico-chimique des eaux du lac des oiseaux et de déterminer la conformité des paramètres analysés aux normes algériennes de potabilité.

Afin de suivre la qualité de ces eaux, nous avons choisi trois stations de prélèvement repartis dans le lac des oiseaux, l'échantillonnage a été effectué au mois de mai de l'année 2022. Les échantillons ont été analysés et les résultats obtenus montrent que les eaux du lac des oiseaux sont exposées à une forte pollution principalement d'origine organique (IPO = 2).

**Mots-clés :** Lac des oiseaux, eau de surface, rejets, pollution, forte.

# *Abstract*

During the last decade, Algeria has been under an intense dryness which touched the north in general and the use of surface waters is therefore more than necessary. The Tarf area, which is located in the north Est. of Algeria, has always got problems in relation with quality and quantity of surface water since underground water are very limited.

The aim of this study is to estimate the degree of physical chemical pollution of the bird lake water and to determine the conformity of the analyzed criteria with the Algeria drinking standards.

In order to monitor the quality of this water, we selected three sampling stations distributed in the bird lake, and the samples were taken in May of 2022. The samples were analyzed and the results obtained showed that the water of the bird lake is heavily polluted, mainly of organic origin (IPO=2).

**Key words:** Bird Lake, surface water, drainage, pollution, strong

# المخلص

خلال العقود الأخيرة تعرضت الجزائر إلى جفاف شديد مس عموما الناحية الشمالية مما جعل اللجوء إلى استعمال المياه السطحية حلا حتميا. حيث عرفت ولاية الطارف المتواجدة في الشمال الشرقي للجزائر مشاكل مرتبطة بنوعية وكمية المياه السطحية بسبب التصريفات الحضرية والزراعية التي غالبا ما يتم تصريفها مباشرة في الأنهار. تهدف هذه الدراسة إلى تقدير درجة التلوث الكيميائي والفيزيائي لمياه بحيرة الطيور وتحديد مطابقة المعايير التي تم تحليلها مع المعايير الجزائرية للشرب.

من اجل مراقبة جودة هذه المياه، اخترنا ثلاث محطات لأخذ العينات موزعة في بحيرة الطيور، وتم اخذ العينات في ماي من عام 2022. تم تحليل العينات وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن مياه بحيرة الطيور تتعرض لتلوث شديد، من أصل عضوي بشكل رئيسي (IPO=2)

**كلمات مفتاحيه:** بحيرة الطيور، المياه السطحية، الصرف، التلوث، قوي.



# Remerciement

*Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude, avant tout à dieu le tout puissant qui m'a aidé et m'a donné le courage pour mener à terme ce modeste travail.*

*En second lieu, je tiens à exprimer mes remerciements les plus sincères à Madame **BAHROUN SOFIA**, Maitre de conférence « A » à la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Chadli Benjdid d'El Tarf, pour m'avoir conseillé et aidé durant toute la période du travail.*

*Mes remerciements à **Dr. SAMIRAGHEID**, Maitre de conférence «A» à la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Chadli Benjdid d'El Tarf, d'avoir acceptée d'examiner, d'évaluer ce travail et qui a bien acceptée de me faire le grand honneur de présider le jury de ma soutenance.*

*Mes remerciements à **Dr. WARDA BOUMARAF**, Maitre de conférence «A» à la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Chadli Benjdid d'El Tarf, d'avoir acceptée d'examiner, d'évaluer ce travail et de siéger au jury de ma soutenance.*

*Mes remerciements à tous les enseignants du département de Biologie de l'université d'El Tarf*



# *Dédicace*



*Je dédie ce modeste travail :*

*À*

*Mes chers parents pour leur tendresse, leur amour et leur sacrifice, leur aide morale et financière. Vous êtes les êtres les plus chers à mon cœur, aucun mot ne pourra exprimer ma gratitude et mon estime pour vous.*

*Toutes mes sœurs, tous mes frères et tous les membres de la famille **Bekhouché** et enfin à mes amies avec lesquelles j'ai partagé des moments inoubliables.*

*Tous les étudiants du Master « **Biodiversité Et Environnement** »*

*Fatima*



# *Liste des figures*

Figure 1: Cycle de l'eau	03
Figure 2: Point 1	13
Figure 3: Point 2	13
Figure 4: Point 3	14
Figure 5: Spectrophotomètre UV-VIS DR3900	14
Figure 6: Multi paramètre HQ 4300	15
Figure 7: Classe d'altération	20
Figure 8: Grille de qualité (IPO)	21
Figure 9: Variation de la température au niveau du lac des oiseaux	22
Figure 10 : Variation de pH au niveau du lac des oiseaux	23
Figure 11 : Variation de la Eh au niveau du lac des oiseaux	23
Figure 12 : Variation de la conductivité au niveau du lac des oiseaux	24
Figure 13 : Variation de la turbidité au niveau du lac des oiseaux	25
Figure 14 : Variation de L'oxygène dissout au niveau du lac des oiseaux	25
Figure 15 : Variation de TDS au niveau du lac des oiseaux	26
Figure 16 : Variation de calcium en mg/l	27
Figure 17 : Variation de sodium en mg/l	27
Figure 18 : Variation de magnésium en mg/l	28
Figure 19 : Variation de chlorure en mg/l	29
Figure 20 : Variation de sulfate en mg/l	29
Figure 21 : Variation de carbonate en mg/l	30
Figure 22 : Variation de bicarbonate en mg/l	31
Figure 23 : Variation de nitrite en mg/l	31
Figure 24 : Variation de nitrate en mg/l	32
Figure 25 : Variation de phosphate en mg/l	33
Figure 26 : Variation d'ammonium en mg/l	34
Figure 27 : Evolution de l'IPO dans le lac des oiseaux	35

# *Liste d'abréviation*

mg/l: milligramme par litre

µg/l: microgramme par litre

>: Supérieur

= : égal

°C : degré Celsius

T : Température

pH : potentiel d'hydrogène

Eh : potentiel d'oxydoréduction

CE : conductivité électrique

OS : Oxygène dissout

TDS : Taux de solide dissout

Ca<sup>2+</sup>: Calcium

Na<sup>2+</sup>: Sodium

Mg<sup>2+</sup>: Magnesium

K<sup>+</sup>: Potassium

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

Cl<sup>-</sup> : Chlorure

CO<sub>3</sub><sup>-</sup>: Carbonate

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> : Bicarbonate

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : Nitrate

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

NH<sub>4</sub>: Ammonium

PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>: Phosphate

IPO: Indice de pollution organique

# Sommaire

Résumé	I
Abstract	II
ملخص	III
Remerciement	IV
Dédicace	V
Liste des figures	VI
Liste d'abréviation	VII
Sommaire	I-36

Introduction.....	01
-------------------	----

## *Chapitre I : Partie bibliographique*

I. Généralité sur l'eau.....	02
I.1. L'eau.....	02
I.2. Les différents états de l'eau	02
I.2.1. Etat solide.....	02
I.2.2. Etat liquide.....	02
I.2.3. Etat gazeux.....	02
I.3. Cycle de l'eau.....	02
I.4. Les différents types destinés à la consommation humaine.....	03
I.4.1. Les eaux souterraines .....	03
I.4.2. Les eaux de surface.....	03
I.4.2.1. Les types des eaux de surface.....	03
I.4.2.1.1. Un ruisseau .....	04
I.4.2.1.2. Un oued.....	04
I.4.2.1.3. Un fleuve .....	04
I.4.2.1.4. Une rivière .....	04
I.4.2.1.5. Un lac .....	04
I.4.2.2. Les caractéristiques des eaux de surface .....	04

I.5.La pollution de l'eau.....	04
I.6.Mode de pollution .....	05
I.6.1.Ponctuelle .....	05
I.6.2.Diffuse .....	05
I.7.Les différents types de pollution .....	05
I.7.1.Selon l'origine de pollution .....	05
I.7.1.1.Domestiques.....	05
I.7.1.2.Industrielles .....	05
I.7.1.3.Agricoles.....	05
I.7.1.4.Naturels .....	06
I.7.2.Selon la nature de pollution .....	06
I.7.2.1.Organique .....	06
I.7.2.2.Physique .....	06
I.7.2.2.1.Mécanique.....	06
I.7.2.2.2.Thermique .....	06
I.7.2.2.3.Radioactive .....	06
I.7.2.3.Chimique.....	06
I.7.2.4.Biologique.....	07
I.8.Impact sur l'environnement et la santé humaine.....	07
I.8.1.Sur la santé humaine.....	07
I.8.2.Sur l'environnement.....	07
I.8.2.1.Diminution de la teneur en oxygène dissout.....	<b>07</b>
I.8.2.2.Prolifération d'algue .....	08
I.8.2.3.Modification physique du milieu récepteur .....	08
I.8.3.Autre impact sur la biodiversité .....	08

## *Chapitre II : cadre générale*

II. Cadre générale .....	09
II.1.Présentation de la zone d'étude.....	09
II.2.Situation géographique .....	09
II.3.Le cadre physique .....	10
II.3.1.Géologie .....	10
II.3.2.Pédologie .....	10
II.3.2.1.Sol zonal.....	10

II.3.2.2.Sol azonal.....	10
II.3.3.Hydrologie .....	10
II.3.4.Climatologie .....	11
II.4.Cadre biotique .....	11
II.4.1.La faune .....	11
II.4.2.La flore .....	12
II.5.Exploitation et altération .....	12
II.5.1.Exploitation .....	12
II.5.2.Altération .....	12
II.5.3.Pâturage .....	12
II.5.4.Pollution .....	12

### *Chapitre III : Matériel et Méthode*

III. Matériel et méthode.....	13
III.1.Cadre de l'étude .....	13
III.2.Présentation de la station d'échantillonnage .....	13
III.3.Etude de a qualité physicochimique des eaux .....	14
III.3.1.Matériel .....	14
III.3.2.Echantillonnage .....	14
III.3.3.Technique de prélèvement .....	15
III.3.4.Transport des échantillons .....	15
III.3.5.Méthodes.....	15
III.3.5.1.In situ (sur terrain).....	15
A. La température (T).....	16
B. Le potentiel d'hydrogène (pH).....	16
C. La conductivité électrique (CE).....	16
D. La turbidité .....	16
E. Oxygène dissout (OS).....	16
F. Potentiel d'oxydoréduction (Eh).....	16
G. Le taux de solide dissout (TDS).....	17
III.3.5.2.Ex situ (au laboratoire).....	17
A. Sodium (Na <sup>2+</sup> ).....	17
B. Magnésium (Mg <sup>2+</sup> ).....	17
C. Potassium (K <sup>+</sup> ).....	17

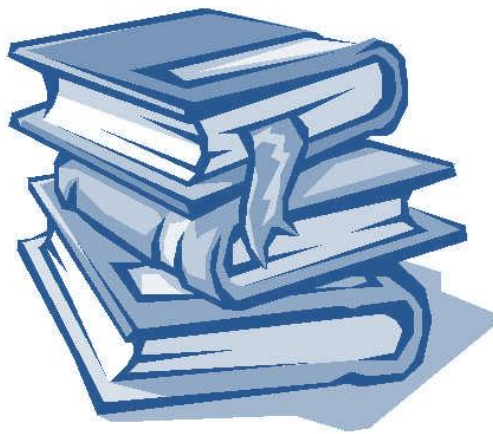
D. Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ).....	17
E. Sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ).....	18
F. Chlorure ( $\text{Cl}^-$ ) .....	18
G. Bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ).....	18
H. Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ).....	18
I. Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ).....	18
J. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ).....	19
K. Phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).....	19
III.3.6.Définition de la pollution organique .....	20
III.3.6.1.Détermination et calcul de la pollution organique .....	20
III.3.6.1.1.Evaluation de la pollution organique .....	20

### *Chapitre IV : Résultat et discussion*

IV. Résultat et discussion .....	22
IV.1.Paramètre physicochimique (In situ).....	22
A. Température .....	22
B. pH.....	22
C. Eh.....	23
D. La conductivité .....	24
E. La turbidité .....	24
F. Oxygène dissout .....	25
G. TDS.....	26
IV.2.Paramètre physicochimique (Ex situ).....	26
A. Calcium .....	26
B. Sodium .....	27
C. Magnesium .....	28
D. Chlorure .....	28
E. Sulfate .....	29
F. Carbonate .....	30
G. Bicarbonate .....	30
H. Nitrite .....	31
I. Nitrate .....	32
J. Phosphate .....	32
K. Ammonium .....	33

IV.3.Evolution de la pollution organique .....	34
Conclusion .....	36
Référence bibliographique	

# *Introduction*



### **Introduction :**

En Algérie comme partout dans le monde, l'exploitation des ressources en eau est très intense avec les besoins croissants liées à l'essor démographique et au développement accélère des activités économiques, notamment l'agriculture et l'industrie. Ainsi toute eau de surface ou souterraine est accumulée ou stockée pour satisfaire les besoins imposés (Haou Sana et Bouamran Rabiaa ; 2020)

L'eau est une ressource naturelle autour de laquelle se maintient et se développe la vie, et aussi un élément essentiel dans la vie et dans l'activité humaine. C'est une composante majeure du monde minéral et organique. Elle participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles ce qui la rend un élément récepteur exposé à tous les genres de pollution. Elle est aussi considérée comme un transporteur potentiel de nombreuses maladies (Aoussi A ; 2009)

L'eau est indispensable à la vie mais elle est également responsable de la mort des millions d'être humains dans le tiers monde en raison de sa pollution par des produits chimiques, organiques et microbiologiques qui la rendent inapte à la consommation (Cadot C ; 1990)

Le contrôle des pollutions et la qualité des eaux devient obligatoire à particulièrement expose. Afin de préserver l'environnement et la santé des êtres vivants ou l'exploiter pour la consommation humaine ou l'utilisation industrielle (LAZHR Gi ; 2008)

C'est dans ce cadre que cette étude a été entreprise dont le but est d'évaluer la qualité physicochimique des eaux du Lac des oiseaux, Ce mémoire est structuré comme suit :

**Le premier chapitre** est consacré à une recherche bibliographique, qui est un rappel sur l'eau, la pollution de l'eau

**Le deuxième chapitre** comporte la description de la zone d'étude et sa situation géographique, sa géologie, la faune et la flore de cette région.

**Le troisième chapitre** c'est la partie matériel et méthode, ce chapitre donne un aperçu sur les caractéristiques générales des sites de prélèvement, et représente les démarches pour l'analyse des différents échantillons d'eau.

**Le quatrième chapitre** est consacré à la présentation et à la discussion des résultats obtenus.

Le présent travail se termine par une conclusion faisant apparaître les résultats de l'étude et des références bibliographiques.

*Chapitre I*  
*Partie bibliographique*



## **I. Généralité sur l'eau**

### **I.1. L'eau**

L'eau est une molécule chimique simple composée d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène sous la forme  $H_2O$ . Cette substance est incolore, inodore, insipide et liquide à la température et à la pression ordinaire.

L'eau est essentielle aux organismes vivants à la fois pour ses caractéristiques mécaniques et ses propriétés chimiques (**McDonald ; 1988**)

### **I.2. Les différents états de l'eau**

L'eau est un constituant fondamental de notre environnement. Elle se présente sous différents états : solide, liquide et gazeuse.

#### **I.2.1. Etat solide**

L'eau est solide quand la température est inférieure à 0 °C. C'est la glace de la banquise au niveau des pôles, celle des glaciers alpins, la neige sur laquelle nous skier, le givre qui se forme par temps froid sur les arbres en hiver. Les calottes glaciaires et les glaciers représentent 2,1 % de l'eau présente sur la terre. (**MEROUANI et BOUGUEDAH ; 2013**).

#### **I.2.2. Etat liquide**

Les plus grands réservoirs d'eau liquide sont les océans et les mers constitués d'eau salée : Ils représentent 97,2 % de l'eau de la terre. Les autres réservoirs d'eau liquide sont les lacs, les rivières et les eaux souterraines. Ils sont constitués d'eau douce. Les lacs et les rivières correspondent à 0,01 % de l'eau présente sur terre et les eaux souterraines à 0,06 % de cette eau (**GRAINI ; 2011**).

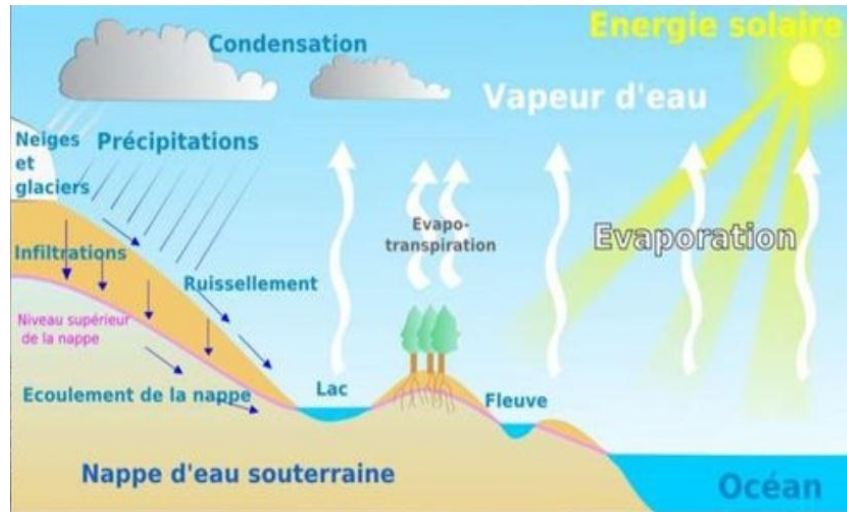
#### **I.2.3. Etat gazeux**

Dans l'atmosphère, l'eau existe sous forme de gaz. C'est la vapeur présente dans l'air humide, elle ne correspond qu'à 0,001 % de l'eau de la terre. (**MEROUANI et BOUGUEDAH ; 2013**)

### **I.3. Cycle de l'eau**

L'évaporation lente et incessante des fleuves, des lacs et des mers provoque la formation dans la haute atmosphère, de nuages qui par condensation se transforment en pluie. Une fraction des eaux de pluie ruisselle à la surface du sol et va grossir les cours d'eau et les lacs, d'où elle est sujette d'une part à l'évaporation d'autre part à l'infiltration à travers le sol. Une partie des eaux d'infiltration est reprise par la végétation qu'elle alimente avant d'être rejetée dans l'atmosphère, c'est l'évapotranspiration. L'autre partie s'accumule dans le sous-sol pour

former des nappes souterraines qui, à leur tour, peuvent former des sources émergentes à la surface du sol (**Maiga fatoumat sokona ; 2002**) (Fig. 1).



**Figure 1 : Cycle de l'eau (toony ; 2008)**

#### **I.4. Les différents types destinés à la consommation humaine**

Les réserves disponibles des eaux naturelles sont les eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux des surfaces stagnants (lac naturels ou artificielles ou barrages) ou courantes (rivières) (**Dégréement ; 2005**).

##### **I.4.1. Les eaux souterraines**

Ce sont des eaux plus minéralisées. L'eau souterraine est toute l'eau qui tombe sous la surface, quand la pluie coule le long de la surface de la terre vers des ruisseaux, rivières ou des lacs et peut hydrater le sol. Une partie de cette eau est utilisée par la végétation, une autre partie s'évapore et retourne à l'atmosphère. Une partie de l'eau s'infiltré aussi dans le sol, travers la zone non saturé et atteint la nappe phréatique, ce qui est une surface imaginaire où le sol est saturé en dessous (**Baudrillard ; 1970**).

##### **I.4.2. Les eaux de surfaces**

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Ces derniers ont pour origine, soit des nappes souterraines dans l'émergence constituent une source, soit les eaux de ruissèlements (**Dégréement ; 2005**).

Elles sont généralement riches en gaz dissous, en matières en suspension et organique.

Elles sont très sensibles à la pollution minérale et organique de type nitrates et pesticides (**Cadot C ; 1990**).

### **I.4.2.1. Les types des eaux de surface**

#### **I.4.2.1.1. Un ruisseau**

C'est la cour d'eau le moins profond le plus élémentaire, il recueille les eaux de ruissellement (Nasri ; 2001),

#### **I.4.2.1.2. Un oued**

Une eau qui peut être absorbée par le sol, qui résulte de ruissellement des eaux de pluie pour alimenter les nappes phréatiques proches à la surface (Nasri ; 2001),

#### **I.4.2.1.3. Un fleuve**

C'est un cours d'eau qui se jette dans la mer (Nasri ; 2001),

#### **I.4.2.1.4. Une rivière**

C'est le cours d'eau qui se termine par une autre rivière, certaines rivières peuvent disparaître par l'infiltration ou l'évaporation (Nasri ; 2001),

#### **I.4.2.1.5. Un lac**

Grande nappe naturelle d'eau douce ou d'eau salée à l'intérieur de terre (Nasri ; 2001).

### **I.4.2.2. Les caractéristiques des eaux de surface**

-elles sont caractérisées par une teneur en matière en suspension plus ou moins élevée de différentes origines :

- ✓ Minérale (argile, limons),
- ✓ Végétale (algues, phytoplancton, débris de bois, feuille morte),
- ✓ Animale (Zooplancton),
- ✓ Décharges sauvages (débris solides flottants, plastiques).

-Elles sont plus sensibles à la pollution engendrée par :

- ✓ les rejets d'eau usées domestiques (azote, détergent, phosphore, micro-organisme, virus),
- ✓ les rejets liquides des élevages d'animaux,
- ✓ les eaux de ruissellement entraînant des engrais, des pesticides agricoles,
- ✓ les eaux de ruissellement des décharges.

- Elles ont la particularité suivante :

- ✓ les goûts dus aux actinomycètes, à la vase, aux algues,
- ✓ les odeurs dues aux algues, poissons, plantes,
- ✓ la couleur due à l'argile, les algues (Daoudi M ; Ibbaci T et al ; 2020).

**I.5. La pollution de l'eau**

La pollution est définie comme l'introduction dans un milieu naturel de substance provoquant sa dégradation. La pollution de l'eau est une altération physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles provoquée par l'homme et de ces activités.

Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatique et compromet les utilisations de l'eau et l'équilibre du milieu aquatique (**Mekkakia ; 2001**)

**I.6. Modes de pollution**

Selon l'origine et la manière avec laquelle les polluants sont transportés vers les milieux aquatiques. On distingue :

**I. 6.1. Ponctuelle**

Elle est formée de rejets localisés, plus ou moins abondants relativement faciles à identifier. Chronique ou accidentelle, cette pollution est provoquée par des déversements domestiques, urbains, agricoles ou industriels peut ou non traité.

**I. 6.2. Diffuse**

Elle est due au lessivage et à l'érosion plus ou moins rapide et accusée des sols, ou différentes substances sont entraînées vers les nappes et les rivières tel que les hydrocarbures, les métaux lourds, les pesticides. Cette pollution peut s'étendre sur de grandes surfaces, elle est difficile à identifier et donc difficile à maîtriser.

**I.7. Les différents types de pollution**

Il existe différents types de pollution selon l'origine et la nature des substances polluantes, nous distinguons :

**I.7.1.Selon l'origine de la pollution****I.7.1.1. Domestiques**

Comme leur nom l'indique, elles résultent des activités humaines (les excréments humaines, les eaux ménagères...). Ces eaux sont généralement chargées en matière organique, azote et phosphore.

**I.7.1.2. Industrielles**

Elles proviennent essentiellement des usines et des installations industrielles ; ces eaux peuvent contenir des éléments traces métalliques (As, Pb, Cr, etc....), des solvants, des colorants, etc....

**I.7.1.3. Agricoles**

Elles proviennent du lessivage des terres cultivées et traitées avec des engrais et des pesticides, l'utilisation extensive de ces produits sont à l'origine de la présence des nitrates et des éléments traces métalliques (Zn, Cu, Pb...) dans ces eaux.

**I.7.1.4. Naturels**

Certains auteurs considèrent que divers phénomènes naturels sont aussi à l'origine de pollution : par exemple, une éruption volcanique, un épanchement sous-marin d'hydrocarbures, le contact avec les filons géologiques (métaux lourds), une source thermo minérale...etc. (**Gaujous ; 1995**)

**I.7.2. Selon la nature de la pollution****I.7.2.1. Organique**

Les matières organiques ont longtemps été les principaux polluants des milieux aquatiques. Elles proviennent

- Des déchets domestiques (ordures ménagères, excréments),
- Des déchets agricoles (lisiers),
- Des déchets industriels (abattoirs, laitières...) lorsque ceux-ci sont rejetés sans traitement préalable.

**I.7.2.2. Physique**

Elle résulte de différents éléments solides entraînés par les rejets domestiques et industriels.

On distingue

**I.7.2.2.1. Mécanique**

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportées par les eaux résiduaires industrielles, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit des sables ou bien les matières en suspension (**Galaf ; 2003**).

**I.7.2.2.2 Thermique**

Causée généralement par les eaux des circuits de refroidissement des usines, en effet tout changement de température de l'eau a des conséquences significatives sur l'équilibre du milieu aquatique naturel et la survie des organismes vivants (**Mekaoussi N ; 2014**).

**I.7.2.2.3. Radioactive**

Liée aux rejets des éléments radioactifs par les installations et les centrales nucléaires ainsi que les usines de traitement de déchets radioactifs (**Mekaoussi ; 2014**).

### **I.7.2.3. Chimique**

Elle est due aux polluants chimiques de nature organique et minérale générés par les différentes activités anthropiques. Ce type de pollution regroupe :

- Les solvants,
- Les métaux (Zn, Pb, cd...),
- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques(HAP),
- Les polychlorobiphényles(PCB),
- Les produits pharmaceutiques, les pesticides, les sels, etc....

### **I.7.2.4. Biologique**

Elle provient de plusieurs sources comme les rejets des hôpitaux, l'agriculture ainsi que les rejets d'eaux usées. L'eau se charge alors de microorganismes pathogènes (bactéries, virus, parasites) qui peuvent être dangereux pour l'environnement et pour la santé humaine. (Lounnas A ; 2009).

## **I. 8. Impact sur l'environnement et la santé humaine**

### **I. 8.1. Sur la santé humaine**

L'eau est un élément indispensable à la vie humaine. L'insuffisance ou la mauvaise qualité de l'eau est à l'origine de nombreuses maladies dans le monde, notamment dans les pays en développement où 80% des maladies sont dues à l'eau.

Les maladies hydriques peuvent être classées selon cinq catégories différentes :

- Maladies transmises par l'eau (typhoïde, choléra, dysenterie, gastroentérite et hépatite infectieuse),
- Infections de la peau et des yeux, dues au manque d'eau (trachome, gale, pian..),
- Maladies causées par un organisme aquatique invertébré,
- Maladies causées par un insecte fourmilles à proximité de l'eau comme les moustiques et les mouches,
- Infections dues au manque d'hygiène (Tarnaises) (ONU ; 1992).

### **I. 8.2. Sur l'environnement**

L'incidence des rejets sur notre environnement peut s'apprécier au regard des élévations de températures, des modifications du pH, des consommations d'oxygène du milieu ainsi que des effets spécifiques inhérents à chaque polluant. Ceci conduit à la modification de l'équilibre des écosystèmes, on distingue :

**I. 8.2.1. Diminution de la teneur en oxygène dissout**

La diminution du taux d'oxygène dissout accélère les mouvements respiratoires chez les poissons et favorise ainsi la pénétration des toxiques éventuellement présents dans l'eau.

En outre, certains polluant perturbent gravement la respiration des poissons et peuvent provoquer aussi leurs morts (**Pessonnet al ; 1976**).

**I. 8.2.2. Prolifération d'algues**

Ce phénomène est dû aux rejets excessifs de phosphate, d'azote, de carbone et d'autres éléments minéraux, liés aux activités humaines, dont les algues se nourrissent. On observe ce phénomène dans les milieux aquatiques dont les eaux sont peu renouvelées. Cette prolifération d'algues due à l'enrichissement des eaux en substances nutritives est responsable d'une diminution de la quantité d'oxygène indispensable à la survie des autres espèces (**Menoueret Taibi ; 2014**).

**I. 8.2.3. Modification physique du milieu récepteur**

La modification physique se traduit par une augmentation de la température, coloration de l'eau...Etc.

L'ensemble de ses éléments perturbateurs prévient au milieu naturel de deux façons déferentes à savoir : les rejets dans les réseaux d'égouts et les rejets diffus (lessivage des sols) (**Ouikene ; 2011**).

**I. 8.3. Autre impacts sur la biodiversité**

De nombreuses espèces animales et végétales ont déjà disparu et beaucoup d'autre sont en voie de disparition mais la lutte contre la pollution de l'eau n'est pas toujours évidente car les produits contaminants sont parfois difficiles à détecter.

*Chapitre II*  
*Cadre général*



## II. Cadre générale

### II.1. Présentation de la zone d'étude

L'étude a été réalisée aux niveaux du lac des oiseaux. Ce dernier aussi appelé Garaet Ettouyouur ( $36,7773^\circ$  ou  $36^\circ 46' 38''$  de latitude Nord et  $8,1249^\circ$  ou  $8^\circ 7' 30''$  de longitude Est) tire son nom du grand nombre d'oiseaux qui y hivernent.

Ce plan d'eau est un lac d'eau douce permanent qui présente une forme plus ou moins ovale, il est plus incliné vers Koudait Nemlia au Nord Est par une queue d'étang très caractéristique (**Houhamdi ; 1998, Samraoui et al ; 1982**). Il occupe actuellement une superficie de 70 ha. En période de pluie et 40 ha au maximum en période sèche (**Houhamdi&Samraoui ; 2002**). Classer dans la liste de la convention Ramsar des zones humides d'importance internationale en 1999, à partir des critères suivants :

#### Critère 01

Le lac est un bon exemple d'une zone humide représentative, rare et unique de type de zone humide naturelle de la région méditerranéenne se situent dans un complexe de zone humides qui viendrait en troisième position après ceux du Delta de l'Ebre, en Espagne et la Camargue en France.

#### Critère 02

Le site abrite, une importante avifaune rare telle que L'Erismature à Tête blanche *OxyuraLeucocephala* espèce en voie de disparition sur la liste rouge de L'IUCN, et le Fuligule *NyrocaAythyanyroca* et la Sarcelle marbrée *Marmaronettaangustirostris* inscrites comme espèces vulnérables sur la liste rouge de l'UICN.

#### Critère 03

Caractérise le mieux site. Malgré une superficie réduite, le lac des oiseaux est l'habitat d'une grande diversité faunistiques et floristiques.

#### Critère 06

Le lac abrite plus de 2% des individus de la population mondiale d'Erismature à tête blanche, en 1998, 164 individus ont été recensés (**Maazi ; 1991**).

### II.2. Situation géographique

Le lac des oiseaux se situe à quelques mètres du village qui porte son nom, rattaché administrativement à la wilaya d'el Taref (Nord-est d'Algérie), dont elle est distante de 25 Km du chef lieu.

Elle se trouve sur les bordes de la route national 44 (RN 44) à 45 m à l'Est de la ville d'Annaba et 45 Km de l'Ost de la ville d'el Kala (**Houhamdi ; 2002**). Elle est limitée :

- Au Nord par la commune de Berrihane,
- Au Sud par la commune de cheffia,
- A l'Est par la commune de Boutheldja,
- A l'Ouest par la commune de Ben M'Hidi.

### II.3. Le cadre physique

#### II.3.1. Géologie

La coupe géologique du lac montre que les collines du Nord-est et du Sud sont constituées principalement de grès de Numidie qui reposent sur le l'argile de Numidie, ce dernier occupe le bas fond de toute la région avec une profondeur moyenne de 2 cm. Il est très imperméable et permet au lac de garder son eau pendant toute l'année.

#### II.3.2. Pédologie

Le lac des oiseaux d'eau est constitué principalement de deux types de sols :

##### II.3.2.1. Sol zonal

Très dépendant du climat, constitué de deux catégories :

- ✓ Les sols insaturés acides,
- ✓ Les soles podzoliques.

Les premiers sont formés sur des roches mères non acides (argile de Numidie) alors que les seconds sont formés sur des roches mères perméables (**Rehahli ; 2008**).

##### II.3.2.2. Sol azonal

Est constitué de trois catégories :

- ✓ Les sols des marais,
- ✓ Les sols hydro morphes (Gyttga),
- ✓ Les sols des prairies marécageuses.

Les premiers très argileux sont concentrés dans la cuvette du lac, ils sont rarement exondes, mais ils sont humides dès les premiers cm de leur horizons (**Durant ; 1954**).

Les sols hydro morphes sont caractérisés par la présence d'une nappe d'eau libre et donc déficit en air et en oxygène. Cela se traduit par des processus de réduction du fer et du manganèse en période sèche (**Rehahli ; 2008**).

Les sols des prairies marécageuses sont caractérisés par un assèchement de leurs horizons supérieurs (**Durant ; 1954**).

#### II.3.3. Hydrologie

Les zones humides sont souvent situées dans les points les plus bas des réseaux hydrologiques. Les caractéristiques hydrologiques du lac des oiseaux sont extrêmes variées

selon l'origine des eaux, l'importance du flux entrant et les flux sortant, le niveau de l'eau et ses variations.

Le régime hydrologique du lac dépend des conditions météorologiques (**Maazi ; 1992**). Les sources qui l'alimentent, en raison des pentes relativement faibles, drainent difficilement les eaux vers le lac. De même, plusieurs affluents issus des crêtes du bassin versant et dont les débits sont importants en hivers, drainent leurs eaux vers la cuvette permettant ainsi au lac des oiseaux d'avoir un bilan hydrique positif.

Cinq assèchement majeurs sont connus : 1957, 1965, 1992 (**Samraoui et al ; 1992**), octobre 1994 et celui du mois d'aout 1997 (**Houhamdi ; 1998, Houhamdi et Samraoui ; 2002**). Les deux premiers seraient naturels alors que les derniers sont dus à l'intervention de l'homme.

Le niveau d'eau fluctue en fonction des saisons, il atteint son maximum en hiver, puis baisse progressivement à partir du printemps pour atteindre son niveau le plus bas en été. La profondeur du lac des oiseaux ne dépasse pas 2 mètres.

#### **II.3.4. Climatologie**

Le climat est un facteur abiotique important dans l'étude de la typologie et le fonctionnement d'un milieu naturel (**Fustec et Lefeuvre ; 2000**), il nous permet de déterminer les composantes et les caractéristiques de ce dernier, il a une influence directe sur la faune et la flore (**Houhamdi ; 1998**).

Le climat qui règne dans la région est le climat méditerranéen avec un hiver doux et pluvieux et un été chaud et humide (**Sayad ; 2008**).

#### **II.4. Cadre biotique**

##### **II.4.1. La faune**

Le lac des oiseaux, comme son nom l'indique, est un refuge pour de nombreux oiseaux d'eau et rapaces hivernant ou transit. Plus de 10000 oiseaux d'eau y hivernent chaque année et sa richesse spécifique est supérieure à 69. Il est aussi le site de nidification privilégié de l'Erismature à tête blanche *Oxyuraleucocephala* et des Fuligues *NyrocaAythyanyroca* (**Boumezbour ; 1993**) (**Houhamdi ; 2002**).

La périphérie du lac, grâce à une végétation luxuriante, est largement fréquentée par une faune mammalienne assez importante. Grâce à des observations ou aux indices de présence (Fèces, Traces), nous avons observé à plusieurs reprises du renard *Vulpus*, du chacal *Canisaurius* de la mangouste *Herpestes ichneumon*, de l'herisson *Erinaceus algirus* (**Maazi ; 1992**). Enfin, le plan d'eau et malgré sa pollution abrite toujours des Anguilles *Anguilla*, des

barbeaux *Barbus callensis*, des carpes *Cyprinus carpio* et de nombreux Tortues *Mauremys leprosa* (Maazi ; 1992).

#### II.4.2. La flore

Le lac des oiseaux est caractérisé par une végétation variée, très liée au substrat pédologique qui diffère du Nord-ouest au Sud-est (Samraoui et al ; 1992). Le plan d'eau est composé essentiellement par les formations suivantes : *typha angustifolia*, *Ranunculus baudotii*, *Nymphaea alba*, *Scirpus lacustris*, *S. maritimus* et *Myriophyllum spicatum* avec quelques taches de *Cyperus aristatus*, *C. fuscus*, *Callitriche Sp.* *Rumex algeriensis* et *R. pulcher* (Houhamdi ; 1988). Le lac est entièrement délimité par une ceinture de *Juncus acutus* montrant la limite des hautes eaux (Houhamdi ; 1988). Est au total 187 espèces appartenant à 47 familles ont été recensées en 1997. Cependant deux d'entre elles sont nouvelles pour la région *Cotula coronopifolia* (composées) et *Asparagus officinalis* (Liliacées) et une autre est à ajouter à la flore algérienne *Cyperus aristatus* (Cypéracées) (Houhamdi ; 1998)

#### II.5. Exploitation et altération

##### II.5.1. Exploitation

Plusieurs activités sont exercées pendant toute l'année par les riverains tels que l'élevage, le ramassage des produits végétaux, le braconnage (Villa ; 1980).

##### II.5.2. Altération

Les altérations du lac sont surtout celles liées à l'influence des facteurs anthropiques.

##### II.5.3. Pâturage

C'est l'une des plus grandes menaces régnant sur le lac des oiseaux, les ruminants des riverains pâturent les bords du lac pendant toute l'année, provoquant la destruction des plantes qui sont souvent difficilement identifiables surtout pendant l'été (Houhamdi ; 2002). Cette végétation est aussi menacée par les riverains qui coupent les touffes de *typha angustifolia* et de *Juncus acutus* pour construire des abris et renforcer les touts de leurs chaumières.

##### II.5.4. Pollution

Le site est devenu une décharge publique pour les rejets, les eaux polluées des entreprises et les égouts du village menacent dangereusement la qualité de l'eau du lac. Augmentant ainsi la quantité des nitrates (Houhamdi ; 2002).

# *Chapitre III*

## *Matériels et Méthodes*



### III. Matériel et Méthode

#### III.1. Cadre de l'étude

L'objectif de cette étude est d'apprécier l'influence des rejets urbains sur la qualité physico-chimique des eaux du lac des oiseaux dans la région d'El Taref.

Aces fin trois stations de prélèvement ont été sélectionnés pour l'analyse physique et chimique.

#### III.2. Présentation des stations d'échantillonnage

Pour le fait de cette étude, nous avons choisi trois stations de prélèvement, qui sont :

- **Le point 01** : situé à l'amont du lac
  - Absence de la végétation dégagée,
  - Présence d'une source d'eau naturelle.



**Figure 2** : point 1 (Bekhouche ; 2022)

- **Le point 02** : situé au milieu du lac
  - Absence de la végétation dégagée,
  - Présence des rejets des eaux usées urbaines de la commune en amont de cette station.



**Figure 3** : point 2 (Bekhouche ; 2022)

- **Le point 03** : situé à l'aval du lac
  - Présence de la végétation dégagée,
  - Présence de rejet des eaux usées urbaines en amont de la station.



**Figure 4** : point 3 (Bekhouche ; 2022)

### III. 3. Etude de la qualité physico-chimique des eaux

#### III.3.1. Matériels

La préparation du matériel est une étape importante qui doit être bien planifiée. Au cours de notre travail sur terrain ont a utilisé le matériel suivant :

- ✓ un GPS pour relever les coordonnées,
- ✓ une glacière pour transporter les échantillons,
- ✓ des flacons stériles pour prélèvement d'eau,
- ✓ multi paramètre de terrain HQ4300, HACH,
- ✓ un spectrophotomètre, UV-VIS DR3900
- ✓ Appareil photo pour prendre des photos.



**Figure 5** : spectrophotomètre UV-VIS DR3900 (Bekhouche ; 2022)

#### III.3.2. Echantillonnage

L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matière en suspension, etc...).

Les échantillons sont recueillis dans des flacons soumis au préalable à un nettoyage rigoureux et stériliser pour l'élimination des bactéries.

Chaque prélèvement est accompagné d'une fiche de renseignement sur laquelle est noté :

- L'origine de l'eau (eau du lac),
- Lieux d'échantillonnage (lac des oiseaux),

- Périodes d'échantillonnage (Mai, 2022),
- Paramètres analysés sur terrain,
- Paramètres analysés au laboratoire.

### III.3.3. Technique de Prélèvement

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. Ce dernier ont été effectués manuellement à partir d'un plan d'eau, des flacons stérile ont été prolongées à une profondeur de 10 à 15 cm. elles ont été rincées plusieurs fois avec l'eau prélevée puis munis d'étiquètes.

### III.3.4. Transport des échantillons

Pour éviter des modifications des composants de l'eau dans le flacon, les échantillons doivent être conservés dans une glacière à une température approximative de 4 °C et retournés au laboratoire pour subir les analyses appropriées 4 heures après les prélèvements selon les normes. (AFNOR ; NF T90-420).

### III.3.5. Méthodes

L'analyse des eaux étudiés et le suivi des composés détectables ont été réalisés à l'aide de techniques suivantes :

#### III.3.5.1. In situ (sur le terrain)

Les paramètres enregistrés in situ, sont : le potentiel d'hydrogène (pH), la température (T), la conductivité électrique (CE), l'oxygène dissous (OD), le potentiel redox(Eh), la turbidité.

L'appareil de mesure est un multi paramètre de terrain, il est doté d'une sonde qui affiche simultanément les résultats (Dellal Khawla ; 2020).



Figure 6 : multi-paramètre HQ4300 (Bekhouche ; 2022)

**A. La température (T)**

La température est un paramètre intéressant dans l'étude des eaux. Elle joue un rôle primordial dans la solubilité des sels et de gaz, donc sur la conductibilité.

La température de l'eau est mesurée à l'endroit du prélèvement à l'aide d'un multi paramètre (AFRNOR ; NF T90-100,1972).

**B. Le potentiel d'hydrogène (pH)**

Il constitue la concentration en ions  $H^+$  d'une solution (l'acidité ou l'alcalinité de milieu). L'échelle du pH varie en fonction de la force ionique.

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH mètre. (Afnor ;NF T90-008 1953).

**C. La conductivité Électrique (CE)**

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement.

La mesure de la conductivité permet d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. (Hamed et al ; 2012).

**D. La turbidité**

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau, c'est un paramètre en relation avec le degré de transparence et la propreté de l'eau. Qui dépend de la quantité de matière en suspension.

Cependant une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur des particules en suspensions. La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre.

**E. Oxygène dissous (OS)**

L'oxygène est un des facteurs fondamentaux de la vie. Sa présence dans les eaux joue un rôle primordial dans le maintien de la vie aquatique et dans l'autoépuration.

La teneur en oxygène dépend de la respiration des organismes aquatiques, de la dégradation des polluants et de l'activité de photosynthèse de la flore.

**F. Potentiel d'oxydoréduction (Eh)**

Le potentiel d'oxydoréduction est la mesure de la concentration des électrons en solutions. Sa mesure permet de renseigner l'état d'oxydation ou de réduction d'un milieu à savoir sur l'intensité de l'activité biologique, sur l'état d'oxydation de certains éléments et sur l'évolution de la matière organique. (Bahroun ; 2016)

### G. Le Taux de Solide Dissout (TDS)

Le TDS signifie le total des solides dissouts et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau, sont constitué principalement de substances inorganiques dissoutes dans l'eau. Les principaux constituants des solides dissouts sont les chlorures, les sulfates, les bicarbonates, le calcium, le magnésium et le sodium (**Bouchebbah& Ayache ; 2011**).

#### III.3.5.2.Ex situ (au laboratoire)

Tous les échantillons destinés aux analyses doivent toujours être prélevés dans les contenants stériles fournis par les laboratoires.il s'agit des différents paramètres physico-chimiques globaux facilement mesurables et qu'il est généralement utile de connaître tels que : la dureté, l'alcalinité, les éléments majeurs (calcium, magnésium, sodium, potassium, chlorures, sulfates...).

##### A. Le sodium ( $\text{Na}^{+2}$ )

Est très abondant sur la terre, on le retrouve dans les roches cristallines et les roches sédimentaires (sables, argiles, évaporites).

##### B. Magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ )

Ses origines sont comparables à celle de calcium, cet élément provient de la dissolution des formations carbonatées à fortes teneurs en magnésium. (**Guechi ;2016**)

##### C. Potassium ( $\text{K}^{+}$ )

Le potassium  $\text{K}^{+}$  provient de l'altération des roches gneissiques et schisteuses, des argiles potassiques et de la dissolution des engrais chimiques.

##### D. Calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ )

Le calcium  $\text{Ca}^{+2}$  et le magnésium  $\text{Mg}^{+2}$  sont présents dans les roches cristallines et les roches sédimentaires. Ils sont très solubles et sont donc largement représentés dans la plupart des eaux.

Mode opératoire

- prendre 10 ml de l'échantillon dans erlenmeyer de 100ml,
- Ajoute 2 à 3 gouttes de NaOH,
- Ajoute une goutte de Myrexide puis mélanger,
- Titrer immédiatement avec l'E.D.T.A jusqu'au virage violet.

La couleur est changée en violet.

Les résultats sont exprimés en mg/l.

**E. Sulfate ( $\text{SO}_4^-$ )**

Les origines des sulfates dans les eaux sont variées. Les origines naturelles sont les eaux de pluie.

**F. Chlorure ( $\text{Cl}^-$ )**

L'ion chlorure  $\text{Cl}^-$  est présent en petite quantité sur la terre. La source principale de chlorure dans les eaux est due à la dissolution de roches sédimentaires.

**Mode opératoire**

- Prendre 100 ml d'eau à analyser,
- Ajouter 1 ml de chromate de potassium  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (coloration jaunâtre),
- Titrer avec nitrate d'argent  $\text{AgNO}_3$  à 0,02N jusqu'à coloration brunrougeâtre,
- Après addition d'une goutte de la solution  $\text{NaCl}$ .

Cette coloration doit disparaître.

**• Essai à blanc**

Utiliser 100ml de l'eau distillée à la place de l'échantillon (la valeur ne devrait pas dépasser 0,2ml d' $\text{AgNO}_3$ ).

Le résultat s'exprime en mg/l

**G. Bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ )**

Les ions de bicarbonate  $\text{HCO}_3^-$  sont définis par les hydrogénocarbonates et caractérisent essentiellement l'alcalinité des eaux naturelles.

**H. Les Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )**

L'ion nitrate est un composé important entrant dans le cycle de l'azote comme un support principale de la croissance du phytoplancton (**Rodier ; 2009**).

Les nitrates proviennent de la minéralisation de la matière organique, des engrais azotés et des résidus d'animaux (fumier, purin), ainsi que les eaux usées domestiques (**Gaujoup, 1995**)

**I. Les Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )**

Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) se trouvent naturellement dans le sol, l'eau et les plantes sous forme de nitrates, mais généralement en petite quantités. Plus la teneur en nitrate de l'eau est élevée, le risque de consommation de nitrites est faible, car les nitrites sont convertis en nitrates par le phénomène de réduction chimique (élimination chimique).

**Mode opératoire**

- Dans une fiole jaugée de 50ml,
- Induire 40ml d'échantillon,
- Ajoute 1ml de réactif coloré,

- Compléter au volume avec de l'eau distillée,
- Laisser un temps de repos de 20min,
- Mesure la concentration en mg/l à 540 nm.

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

Les sels ammoniacaux sont des polluants qui proviennent des affluents domestiques, des engrais agricoles et de certaines unités industriels. Dans les eaux souterraines  $\text{NH}_4^+$  est présenté fréquemment sans être indice de pollution par contre, dans les eaux de surface  $\text{NH}_4^+$  présent seulement dans les eaux polluées (**Valiron ; 1994**).

#### Mode opératoire

- Prendre 40ml l'eau à analyse dans une fiole jaugée de 50ml,
- Ajouter 4ml du réactif coloré,
- Homogénéiser bien la solution,
- Ajouter 4ml de la solution de dichloroisocyanurate de Na,
- Homogénéiser bien la solution,
- Compléter jusqu'à 50 ml avec de l'eau distillée,
- Laisser reposer pendant au moins 1heure,
- Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 655nm.

Les résultats sont exprimés en mg/l.

#### K. Phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Le phosphate est un élément essentielle à la vie aquatique, qui font partie des anions facilement fixés par le sol. Les phosphates sont considérés comme principal responsable du phénomène d'eutrophisation des eaux de surface (**Hakimi, 2006**).

#### Mode opératoire

- Prendre 40 ml d'eau à analyse,
- Ajouter 1 ml d'acide ascorbique,
- Agiter bien la solution,
- Ajouter 2 ml de la solution de molybdate,
- Compléter jusqu' à 50 ml avec de l'eau distillée,
- Laisser reposer pendant 10 à30 min,
- Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 880 nm.

Les résultats exprimés en mg/l.

Pour confirmer la variation des concentrations et l'estimation du pouvoir auto-épurateur du lac des oiseaux, nous avons appuyé la méthode par celle de l'indice de pollution organique (Namour ; 1999)

### III.5.6. Définition de la pollution organique

Les matières organiques ont longtemps étaient les principaux polluants des milieux aquatiques. Elles proviennent des déchets domestiques (ordures ménagères, excréments), agricoles (lisiers) ou industriels (papeterie, tanneries, abattoirs, laiteries, huileries, sucreries...). Certaines substances organiques sont facilement biodégradables et peuvent donc être décomposées et éliminées grâce aux capacités naturelles d'autoépurations des milieux aquatiques. Mais, lorsqu'elles sont en excès, leur décomposition peut entraîner l'asphyxie de la faune aquatique. Ce sont les poissons qui souffrent le plus du manque d'oxygène, les invertébrés étant moins affectés, et les bactéries encore moins. En cas de forte pollution, la vie végétale tend à disparaître.

### III.3. 6.1.Détermination et calcul de la pollution organique

Pour caractériser la pollution organique au niveau du lac des oiseaux, on a procédé suivant une méthode le calcul de l'IPO (Bahroun ; 2007)

#### III.3.6.1.1. Evaluation de la pollution organique

Nous présentent ci après une méthode d'indice de pollution organique établi par Leclercq & Maquet, 1987.

Elle comporte toutes cinq classes de qualité correspondant aux couleurs généralement admises(Figure7)

Pollution Nulle
Pollution faible
Pollution modérée
Pollution fort
Pollution très fort

Figure 7 : Classe d'altération

Le principe de l'indice de pollution organique (IPO) est de répartir les valeurs des éléments polluants en cinq classes (Tableau 1), puis de déterminer, à partir de ses propres mesures, le

numéro de classe correspondant pour chaque paramètre puis d'en faire la moyenne (**Bahroun ; 2011**). Remarque : le seul paramètre en relation directe avec la pollution organique est la DBO<sub>5</sub> mais on peut considérer que les autres, qui sont des formes déjà minérales, résultent directement de la minéralisation des matières organiques et reflètent bien ce type de pollution.

Paramètres classes	DBO <sub>5</sub> mg/l	Ammonium mg/l	Nitrite µg/l	Phosphate µg/l
5	< 2	< 0,1	5	15
4	2 – 5	0,1 – 0,9	6 – 10	16 – 75
3	5,1 – 10	0,9 – 2,4	11 – 50	76 – 250
2	10,1 – 15	2,5 – 6,0	51 – 150	251 – 900
1	> 15	> 6	> 150	> 900

**Figure 8:** Grille de qualité (IPO)

$$IPO = (DBO5 + NH4 + NO2 + PO4)/4$$

IPO de 5.0 à 4.6 : pollution organique nulle ;

IPO de 4.5 à 4.0 : pollution organique faible ;

IPO de 3.9 à 3.0 : pollution organique modérée ;

IPO de 2.9 à 2.0 : pollution organique forte ;

IPO de 1.9 à 1.0 : pollution organique très forte.

*Chapitre IV*  
*Résultats et discussions*



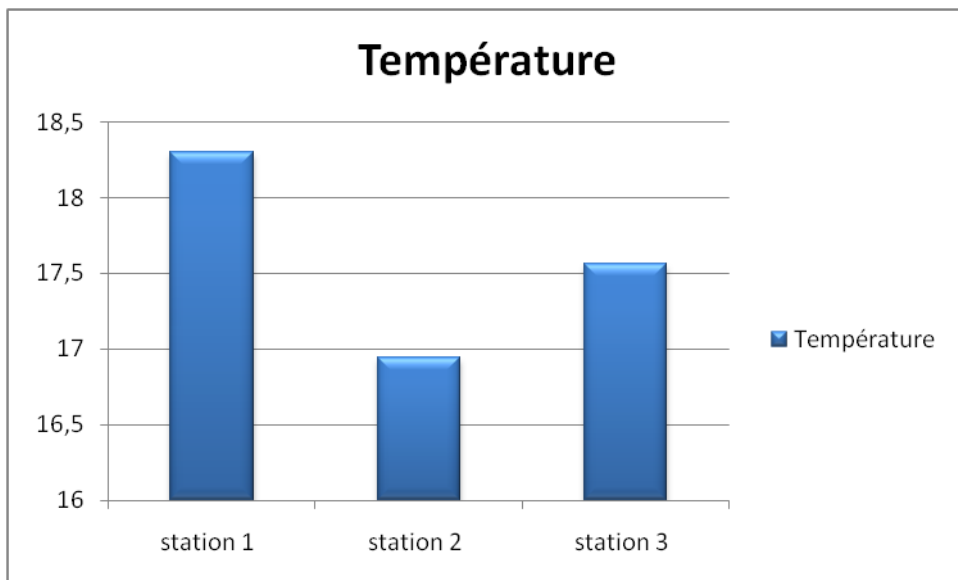
## IV. Résultat et discussion

### IV.1. Paramètre physicochimique (in situ)

Les paramètres physico-chimiques des eaux de surface du lac des oiseaux sont représentés comme suite

#### A. Température

La température mesurée dans les échantillons d'eau de la région d'étude varie entre un minimum de 16,94 °C au niveau de la station 02 et un maximum de 18,3 °C au niveau de la station 01.

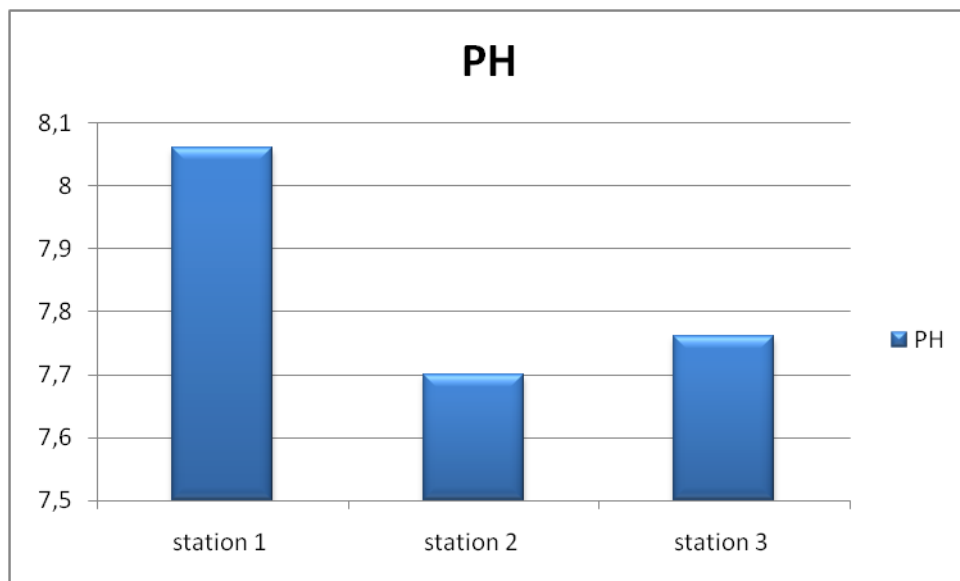


**Figure 9:** variation de la température au niveau du lac des oiseaux

Ainsi l'allure de la figure n°9 : montre que la température dans le lac des oiseaux est notamment en accord avec les valeurs accorder par les normes algérienne qui est de 25 °C, ceci s'explique par la faible profondeur des eaux et ces fluctuations qui sont en relation avec les conditions climatiques locales et plus particulièrement avec la température de l'air et les phénomènes d'évaporation de l'eau.

#### B. pH

Le résultat enregistré de nos échantillons varie entre un minimum de 7,7 au niveau de la station 02 et un maximum de 8,06 au niveau de la station 01.

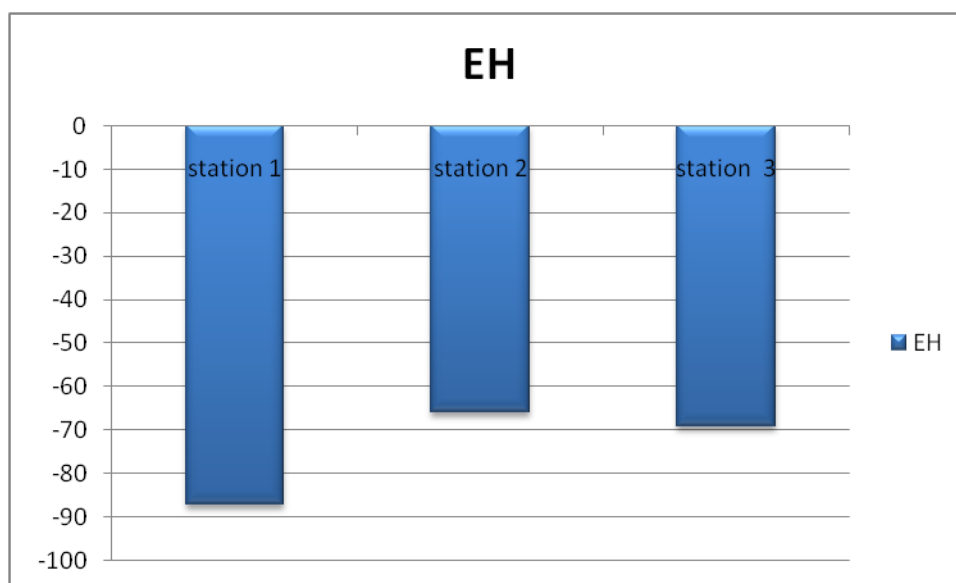


**Figure 10** : variation de pH au niveau du lac des oiseaux

Les valeurs du pH sont dans la limite des normes de potabilité (pH compris entre 6,5 et 9,5), et elles sont dans l'intervalle des valeurs naturelles mais avec des valeurs variables. Donc les eaux au niveau des stations sont marquées par un pH plus au moins alcalin.

### C. Eh

Le potentiel d'oxydoréduction dans le lac des oiseaux varie entre une moyenne de -66 mV et -87 mV.

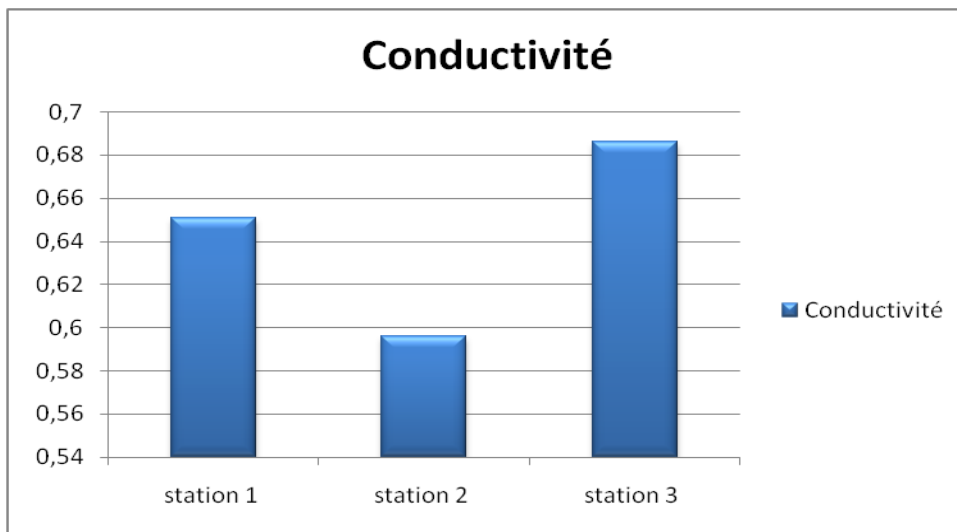


**Figure 11** : variation d'Eh au niveau du lac des oiseaux

Parmi les résultats du Eh mesurés sur les eaux du lac des oiseaux, on note que ces variations sont inférieures à 0 dans les trois stations qui montrent que le milieu est un milieu instable réducteur alcalin due à la faible concentration en oxygène dissous dans la station surtout au niveau de la station 01.

#### D. Conductivité

Selon la mesure de la conductivité le minimum est observé au niveau de la station 02 est de 0,596 ms/cm, et le maximum est de 0,686 ms/cm au niveau de la station 03.

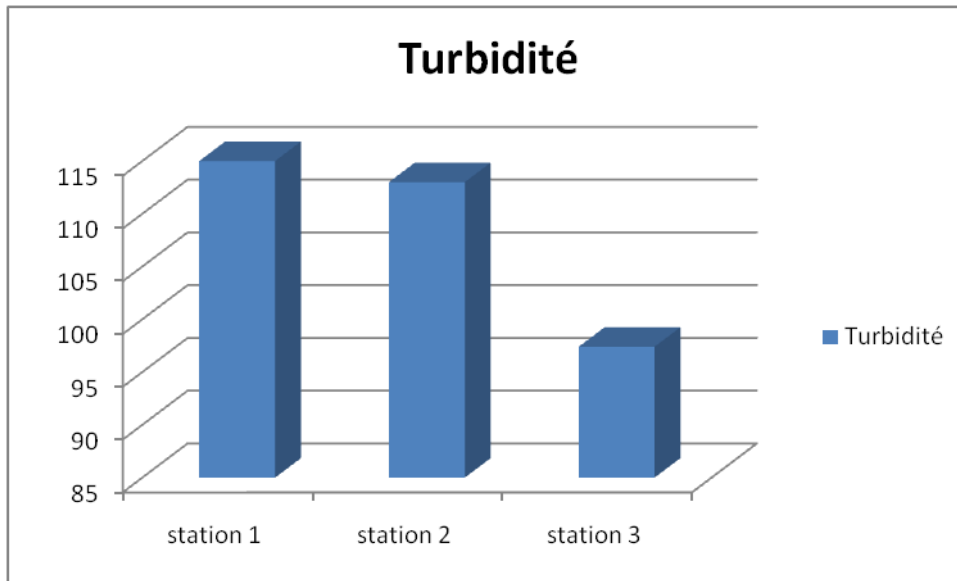


**Figure 12** : variation de la conductivité au niveau du lac des oiseaux

Les valeurs obtenues indiquent que tous les points d'eaux dépassent la norme de conductivité qui est de 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Ces valeurs montrent que les eaux du lac des oiseaux ont une minéralisation importante au niveau de toutes les stations à cause de la présence des rejets domestiques.

#### E. La Turbidité

La mesure de la turbidité varie entre un minimum de 97,4 NTU au niveau de la station 03 et un maximum de 115 NTU au niveau de la station 01.

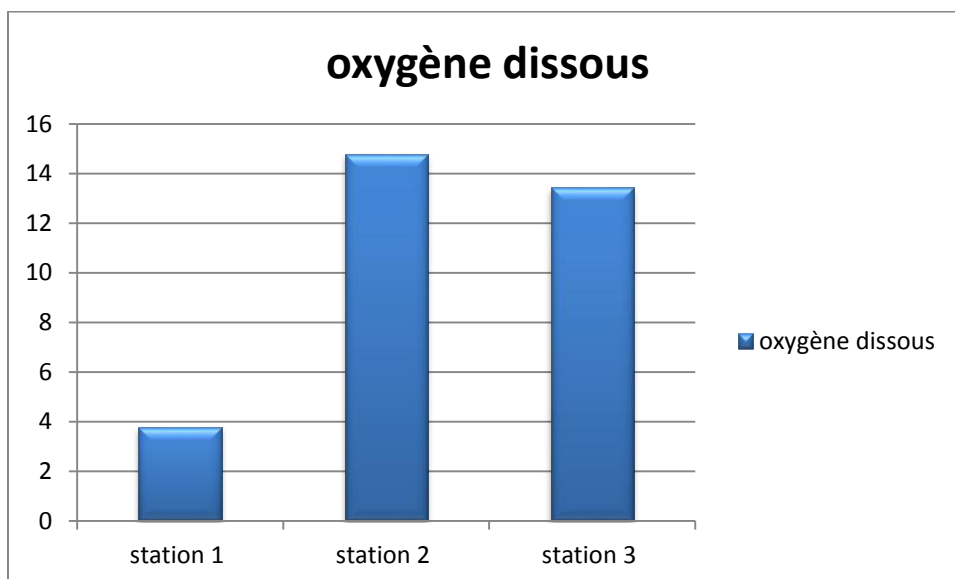


**Figure 13 :** variation de la turbidité au niveau du la des oiseaux

Les résultats indique que la turbidité de l'eau du lac des oiseaux dans les trois points dépasse la norme qui est fixé à 5 NTU, due à la présence des particules en suspension tel que les argiles, les limons, les matières organique.

#### F. Oxygène dissous

Les résultats obtenus sur le terrain d'étude montrent que l'oxygène dissous des eaux varie entre un minimum de 3,79 mg/l à la station 01 et un maximum de 14,79 mg/l à la station 02.

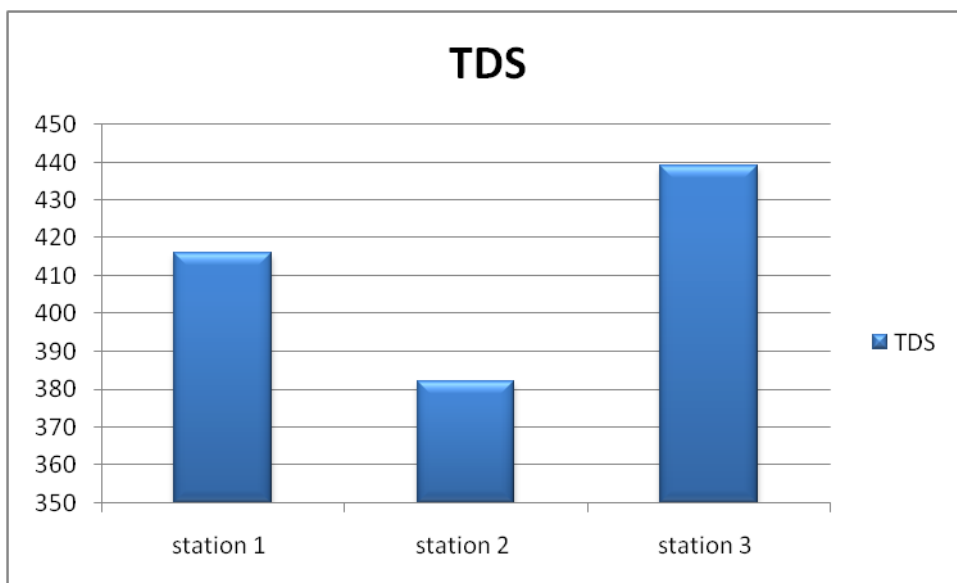


**Figure 14:** variation de l'oxygène dissous au niveau du lac des oiseaux

D'après la figure n°14 on note que les valeurs sont en accord avec les normes d'oxygène dissous qui est de 5 mg/l comme valeur minimal dans les stations 02 et 03, due à l'activité photosynthétique des végétaux et surtout les algues. La teneur d'oxygène dans la station 01 est inférieure à la norme qui est de 5 mg/l, du eaux rejets domestiques.

### G. TDS

Toutes nos analyses présentent une minéralisation minimum de 382 mg/l au niveau de la station 02, et un maximum de 439 mg/l à la station 03.



**Figure 15** : variation de TDS au niveau du lac des oiseaux

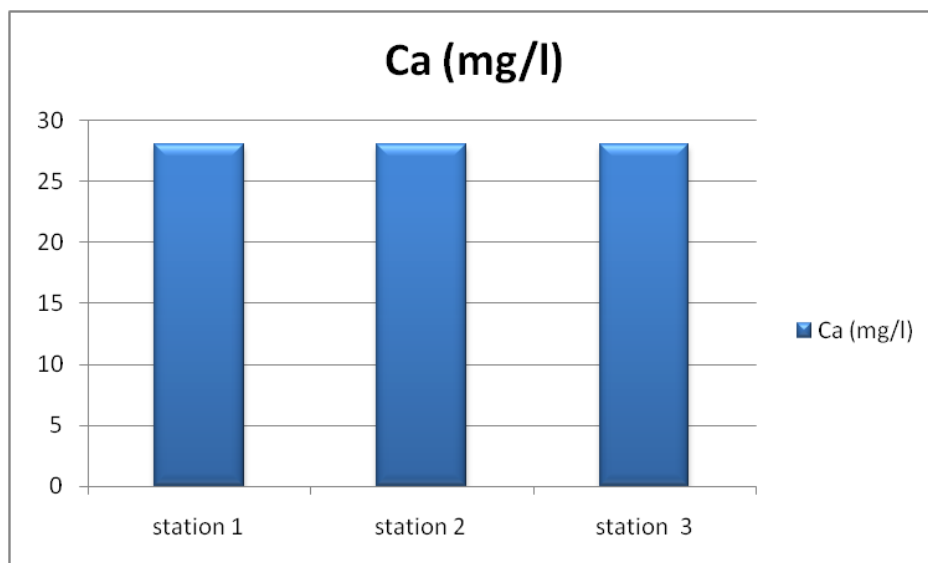
D'après nos résultats, on constate que la minéralisation reste inférieure à la norme qui est de 1200 mg/l.

### IV.2. Paramètre physico-chimique (Ex situ)

Ces analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire horizon à Annaba. Les résultats obtenus sont regroupés dans les histogrammes ci-dessous :

#### A. Calcium (mg/l)

Parmi les différentes mesures de calcium au niveau du lac des oiseaux dans des stations différentes, on remarque que le calcium est de même résultat dans les trois stations 28 mg/l.

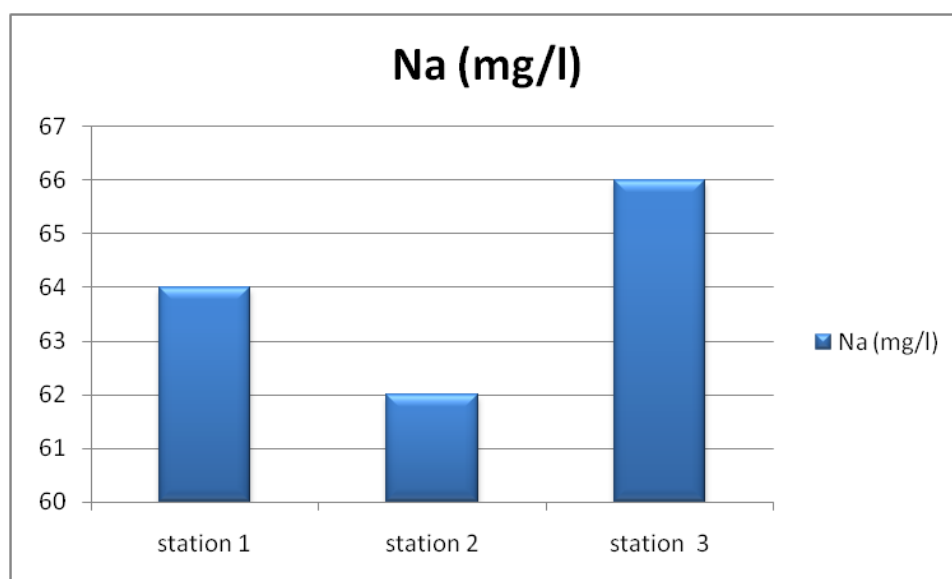


**Figure 16** : variation de calcium en mg/l

La figure n°16: montre que les valeurs de concentration du calcium sont inférieures à la norme pour toutes les stations des eaux du lac des oiseaux qui est de 100 mg/l, ceci s'explique par le phénomène d'évaporation sous l'effet de température.

### B. Sodium (mg/l)

Les valeurs du sodium oscillent entre la valeur minimale 62 mg/l observée au niveau de la station 02, et la valeur maximum 66mg/l observé au niveau de la station 03.

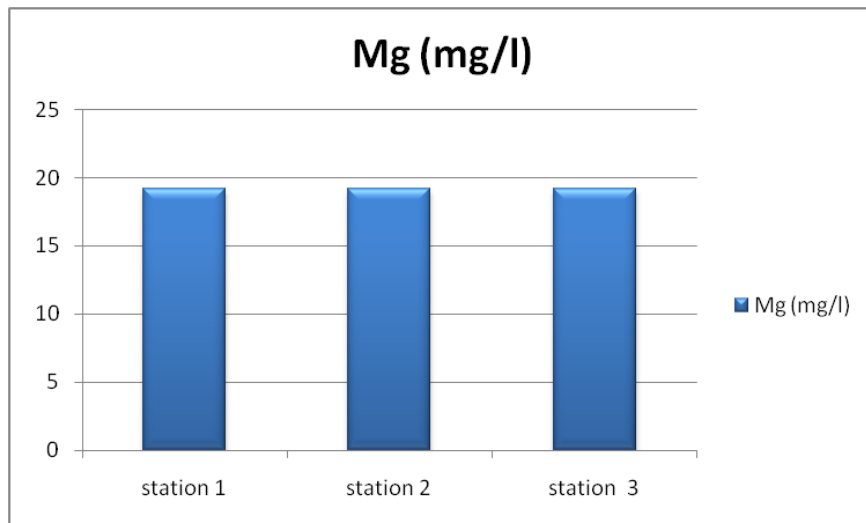


**Figure 17** : variation de sodium en mg/l

Ainsi l'allure de la figure n°17 : montre que les concentrations du sodium n'ont pas dépassées les normes (150 mg/l) dans toutes les stations.

### C. Magnésium (mg/l)

Parmi les mesures, on remarque que la valeur de magnésium reste stable dans les trois stations, elle est de 19,2 mg/l.

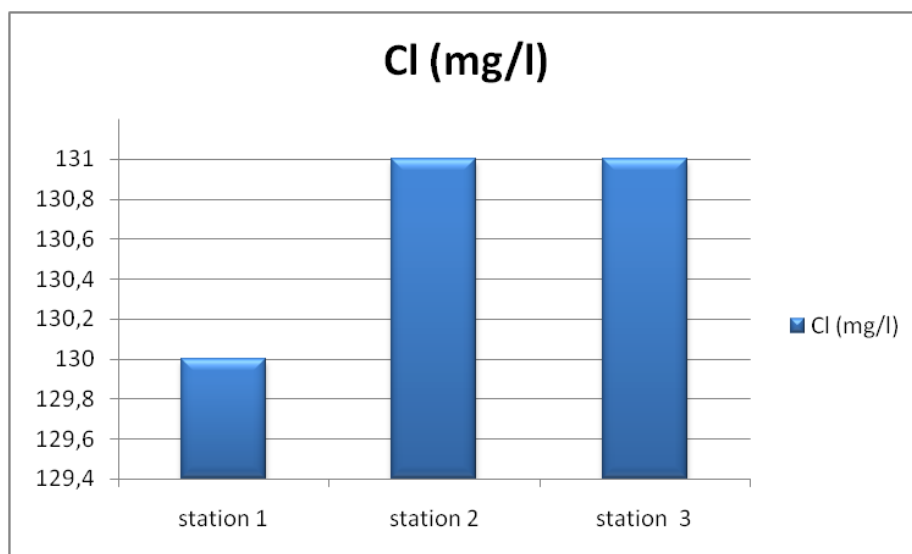


**Figure 18:** variation de magnésium en mg/l

La concentration de magnésium dans le lac des oiseaux est identique à celle du calcium et reste inférieure aux normes qui sont de 50 mg/l, cette situation peut être interprétée par la dissolution des formations carbonatées en forte teneur en magnésium.

### D. Chlorure (mg/l)

La mesure de chlorure varie entre un minimum de 130 mg/l dans la station 01 et un maximum de 131 mg/l dans la station 02 et 03.

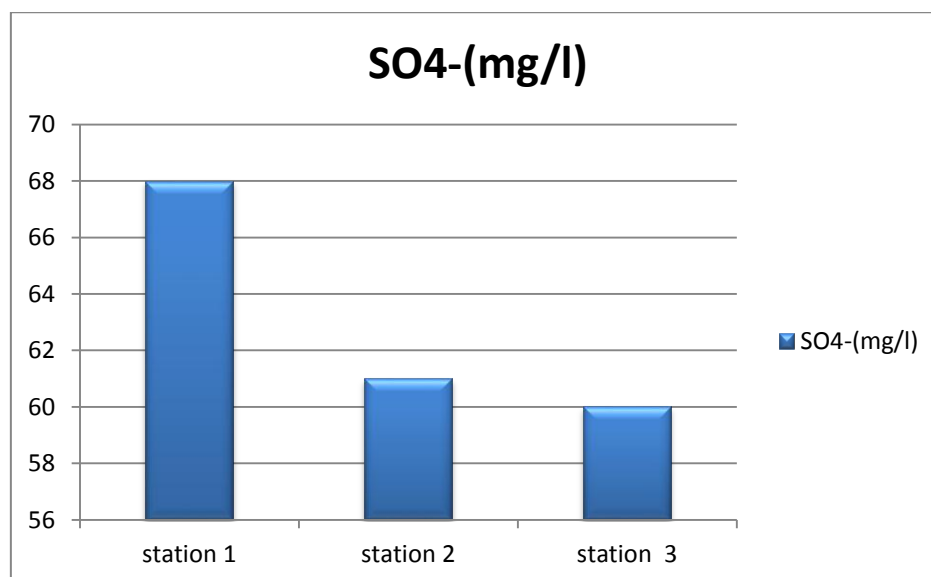


**Figure 19** : variation de chlorure en mg/l

La réglementation algérienne indique une valeur maximale de 200 mg/l. Alors que la teneur en chlorure de nos résultats est entre 130 mg/l et 131 mg/l et ces valeurs restent dans la norme de potabilité.

#### E. Sulfate (mg/l)

On constate que la valeur maximum des sulfates est observée au niveau de la station 01 qui est de 68 mg/l, et la valeur minimum est de 60 mg/l observée au niveau de la station 03.

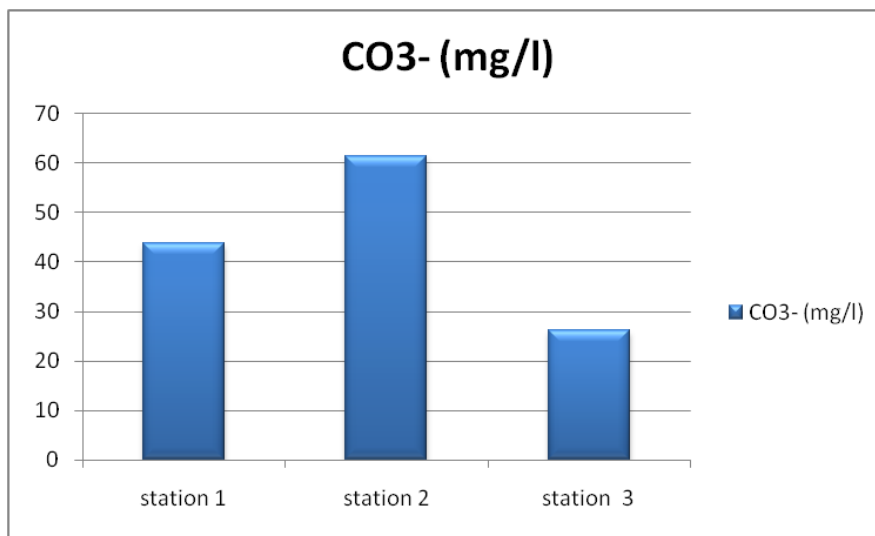


**Figure 20** : variation de sulfate en mg/l

La figure n°20 montre que la teneur de sulfate dans l'eau du lac des oiseaux se présente avec les teneurs inférieures aux valeurs guides des eaux superficielles qui sont de 250 mg/l, et à la norme de potabilité. Ces variations liées aux éléments alcalins de la minéralisation.

#### F. Carbonate (mg/l)

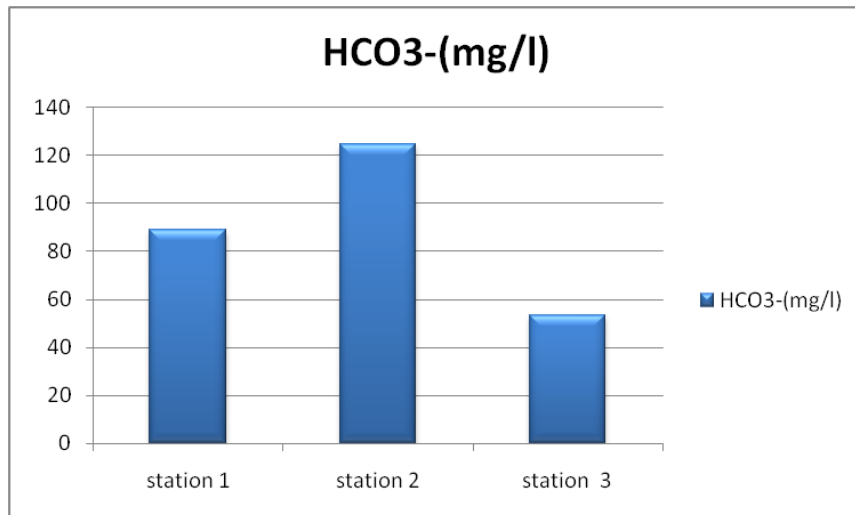
La mesure de carbonate montre une valeur maximum dans la station 02 qui est de 61,3 mg/l, et une valeur minimum de 26,1mg/l dans la station 03.



**Figure 21** : variation de carbonate en mg/l

#### G. Bicarbonate (mg/l)

Parmi les différentes mesures physico-chimiques de l'eau au niveau du lac des oiseaux. Le bicarbonate représente une valeur minimum de 53.4 mg/l observée dans la station 03, ainsi qu'une valeur maximum de 124,6 mg/l marquée dans la station 02.

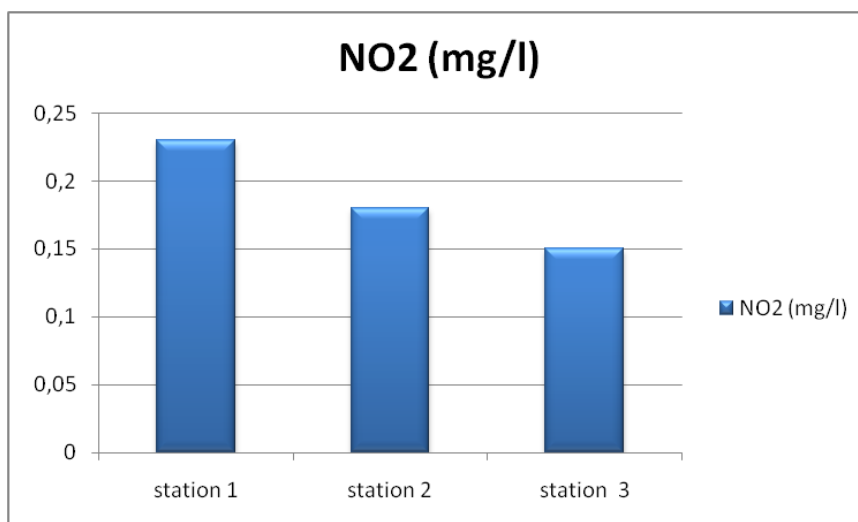


**Figure 22** : variation de bicarbonate en mg/l

Les concentrations de bicarbonate dans le lac des oiseaux ne dépassent pas la norme qui est de 250 mg/l, aux niveaux de toutes les stations. Ceci est expliqué par la dissolution des formations carbonaté par des eaux chargées en gaz carbonique

#### H. Nitrite (mg/l)

On observe que la valeur maximum est de 0,23 mg/l dans la station 01, et la valeur minimum est de 0,15 mg/l dans la station 03.



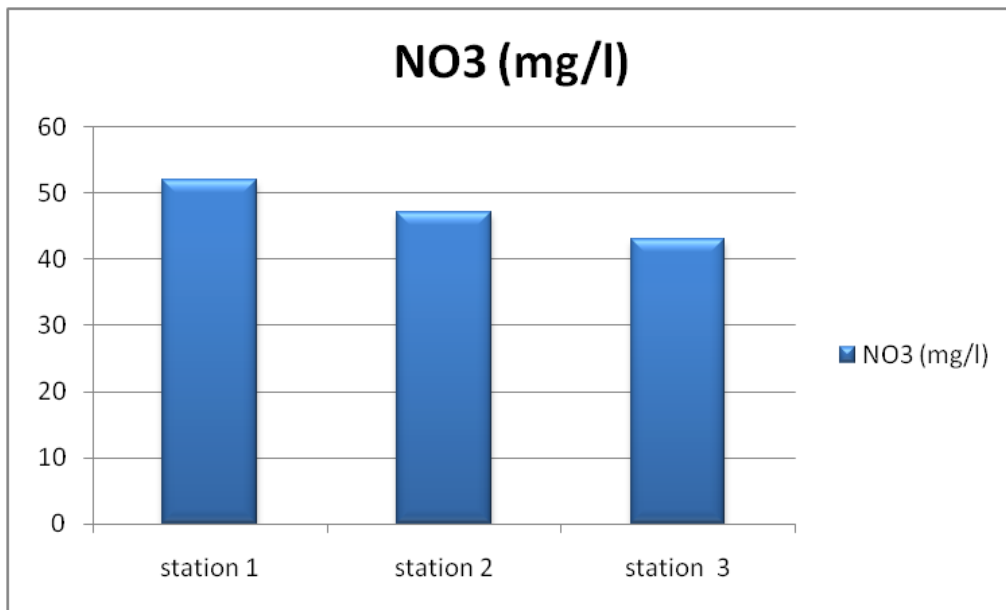
**Figure 23** : variation de nitrite en mg/l

On remarque la présence des nitrites avec des fortes concentrations dépassent les normes qui sont de 0,1 mg/l. Cela est dû aux rejets urbains chargés en éléments organiques, aux

détergents utilisés dans les activités ménagères et au lessivage des sols riche en matière fécales animales et humaines.

### I. Nitrate (mg/l)

La valeur maximum est observée dans la station 01 qui est de 52mg/l, et la valeur minimum est de 43mg/l observée dans la station 03.

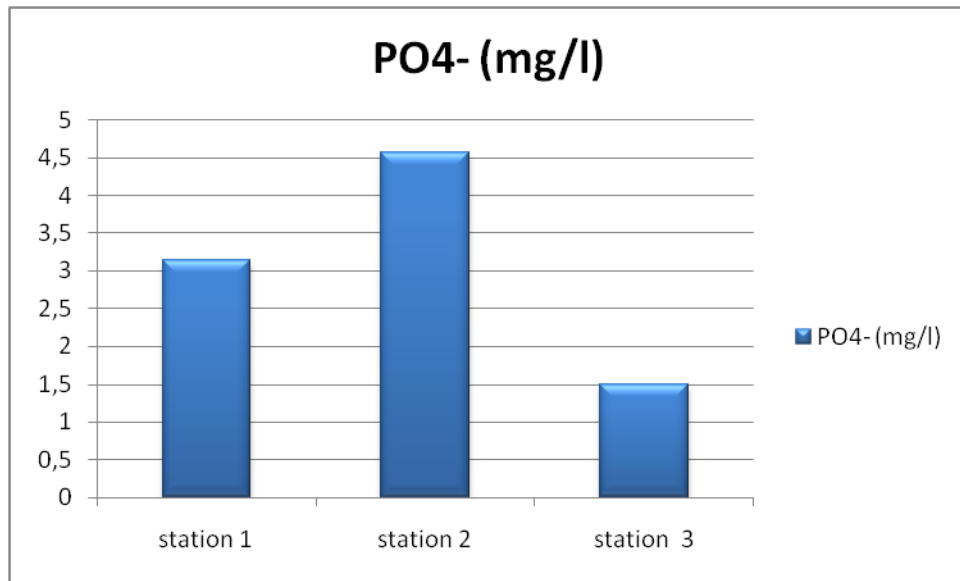


**Figure 24 :** variation de nitrate en mg/l

La réglementation algérienne indique une valeur maximale de 50 mg/l. Alors que le lac des oiseaux présente de taux de nitrate très élevée qui dépasse la norme au niveau de la station 01, du a la présence des rejets domestiques et agricoles par le lessivage des sols. La teneur de nitrate au niveau des stations 02 et 03 est inférieure à la norme, parce que ces stations sont loin des sources de pollution.

### J. Phosphate (mg/l)

La valeur maximum de phosphate est observée au niveau de la station 02 qui est de 4,56 mg/l, et la valeur minimum est de 1,49mg/l observée au niveau de la station 03.

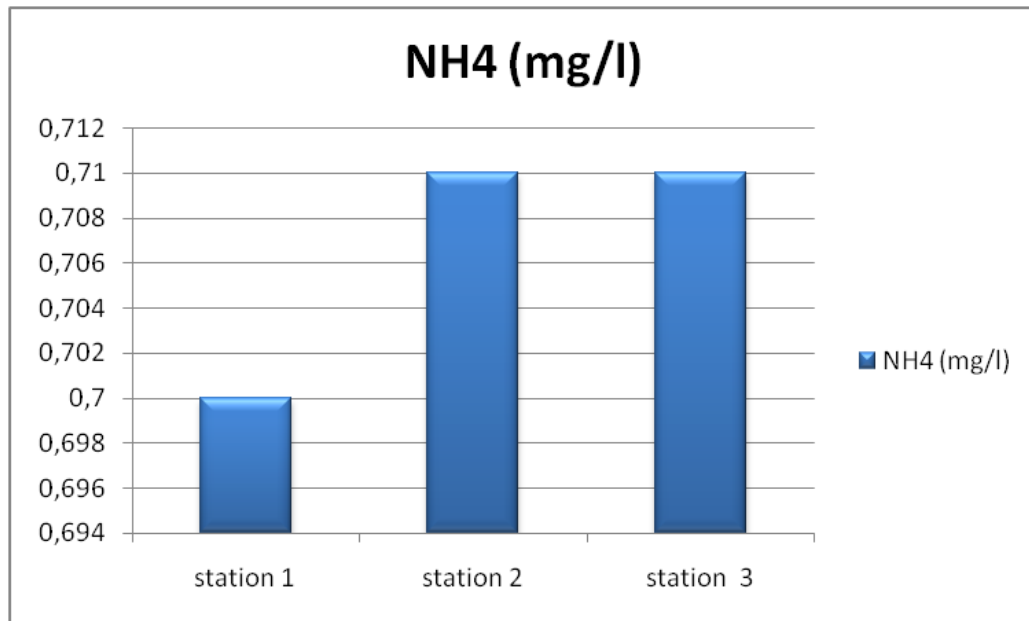


**Figure 25** : variation de phosphate en mg/l

La concentration en phosphate enregistrée est dans l'intervalle de la norme qui fluctue entre 2,68 et 6,70 mg/. Ceci s'explique par un apport de phosphate lessive par les eaux aux niveaux des parcelles agricoles et l'existence des fécales animales au niveau de la station 01, et aux forts rejets d'eau usée au niveau de la station 02. Au niveau de la station 3 on observe que le taux de phosphate est inférieur à la norme.

#### **K. Ammonium (mg/l)**

La valeur maximum d'ammonium est de 0,71 mg/l marquée dans les stations 02 et 03, ainsi que la valeur minimum est de 0,7mg/l observée dans la station 01.



**Figure 26** : variation d'ammonium en mg/l

La concentration d'ammonium dans l'eau du lac des oiseaux et dans toutes les stations dépasse la norme algérienne qui est fixé de 0,5 mg/l, ceci s'explique par la contamination des eaux (rejets urbain et lessivage agricole).

### IV.3. Evolution de la pollution organique

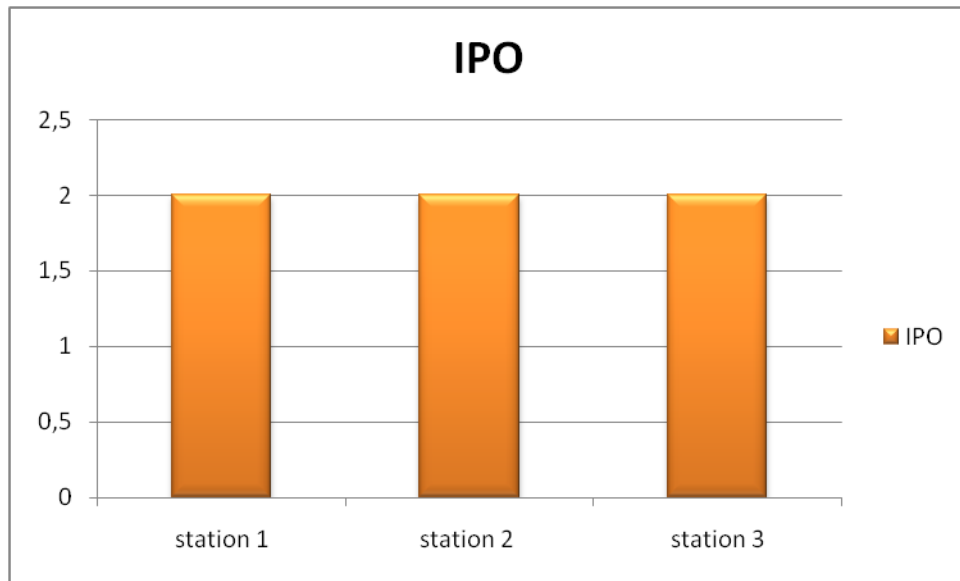
Les résultats des analyses réalisées durant la période d'étude nous ont permis de calculer, de représenter et d'interpréter d'autre paramètre ainsi que l'indice de pollution organique (IPO)

#### Calcul de l'IPO

Pour S01 :  $IPO = \frac{2+2+2}{3} = 2$

Pour S02 :  $IPO = \frac{2+2+2}{3} = 2$

Pour S03 :  $IPO = \frac{2+2+2}{3} = 2$

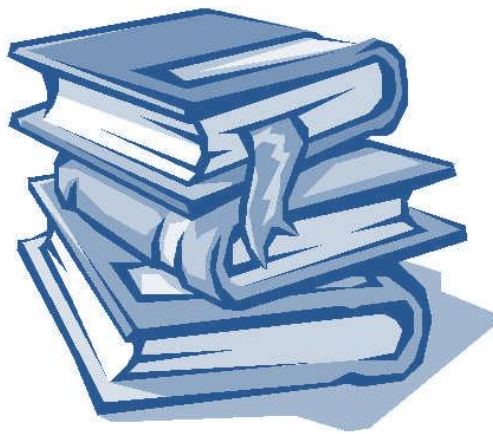


**Figure 27** : Evolution de l'IPO dans le lac des oiseaux

La Figure n° 27, présente l'évolution de la pollution organique pendant au niveau des trois stations.

D'après la figure l'IPO est fort au niveau de toutes les stations, ce qui montre la présence d'une forte pollution, cette situation peut être expliquée par le fort débit de rejet, le lessivage des terrains agricoles et l'appauvrissement du milieu en oxygène.

# *Conclusion*



## Conclusion

La croissance démographique rapide et l'urbanisation massive sont les principales causes de la forte production des eaux usées, et le rejet de ces dernières sans traitement préalable dans les eaux de surface engendre un problème de pollution très important, qu'il provoque la dégradation de la qualité des eaux.

Le présent travail, a été consacré à l'étude de l'impact des rejets urbains sur la qualité physico-chimique des eaux du lac des oiseaux qui situé dans la wilaya d'El Tarf à l'extrême Nord-est algérien, à 25 Km du chef lieu de la wilaya et à 45 Km de la ville d'El Kala et à quelques kilomètres du village qui port son non.

La région d'étude est soumise à un climat méditerranéen qui est caractérisée par un hiver doux et pluvieux et un été chaud et humide.

Pour arriver aux objectifs visés on a utilisé certain matériels et on a suivi certaines méthodes pour bien interprété les résultats. D'après nos analyses et selon les paramètres indicateurs de la qualité des eaux de surface, l'eau du lac des oiseaux désigne que :

Les températures durant toute la période est en accord avec les normes algériennes qui est de 25 °C, la turbidité des eaux étudiées dépasse la norme algérienne. Les eaux au niveau des stations sont marquées par un pH plus au moins alcalines, les données de la conductivité montrent une conductivité importante due aux rejets agricoles et urbains. Les valeurs des Eh mesurées dans les eaux du lac des oiseaux présent un milieu instable réducteur alcalin due à la faible concentration en oxygène dissous.

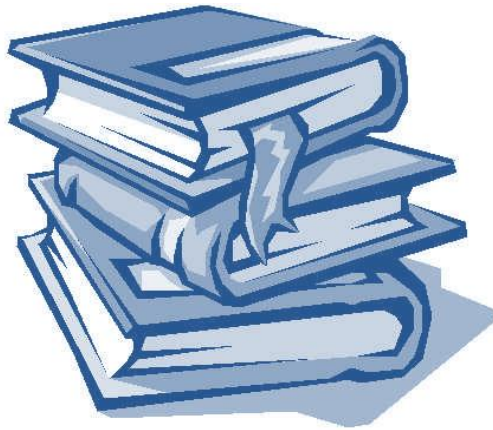
La teneur d'oxygène dissous au niveau des stations 02 et 03 est en accord avec la norme qui est de 5 mg/l, mais dans la station 01 est inférieur à la norme algérienne. La minéralisation dans le lac des oiseaux reste inférieure à la norme qui est de 1200 mg/l.

La variation des paramètres physico-chimiques des eaux du lac des oiseaux plus ou moins polluées du fait que les concentrations de certains éléments chimiques dépassent les normes admissibles, due à des rejets urbains qui sont déversé dans le lac sans aucun traitement préalable ou le non respect des normes d'activité agricole.

D'après le calcul et l'évaluation de l'indice de pollution organique on peut constater que les eaux du lac des oiseaux sont exposées à une forte pollution (IPO = 2).

En perspective il faut toujours garder la bonne qualité de ces eaux par l'épuration des eaux usées avant leurs rejets dans le lac, et le respect de la norme lors de l'utilisation des engrais et des pesticides.

# *Références bibliographiques*



# *Référence bibliographique*

- Adjagodo A. Kelomè NC, Vissan EW, et al. Pollution Physique Et Bactériologique De L'eau Du Fleuve Dans La Basse Vallée De L'ouémé Pendant Les Périodes De Basses Et Hautes Eaux Au Bénin. European Scientific Journal, ESJ. 2017 ; 13.
- Afnor, 1992 : Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). Association française de normalisation : NF T 90-350, 12p.
- AYAD-W, 2016, Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'el-Harrouch (wilaya de Skikda). Thèse P1 9 42 46
- Bahroun S., 2016. Objectifs environnementaux de rejet pour les polluants dans le milieu récepteur et optimisation du pouvoir auto-épurateur: cas de l'oued Kébir est (nord est algérien), Doctorat en sciences, Université Badji Mokhtar Annaba, 220p.
- Boumezbeur A. (1993) Ecologie et biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche (*Oxyra leucocephala*) et du fuligule nyroca (*Fuligula nyroca*) sur le Lac Tonga et le Lac des Oiseaux) Est algérien. Thèse doctorat USTL. Montpellier. 250p.
- Cadot C., 1990. Les traitements de l'eau. Edition. Ellipes, Paris, 247 p.
- Dellal Khawla ; 2020. Aptitude des eaux de surface du barrage Mexa à l'irrigation (Région d'EL Tarf).
- Dégréement, (2005). « Mémento technique de l'eau ». Lavoisier-Lexique technique de l'eau. Tome 1, Paris.
- Gaujous D, 1995. La pollution des milieux aquatiques : aide mémoire. Eddition Tec et Doc. Lavoisier. Paris.
- GRAINI-L, 2011. Contrôle de la pollution de l'eau par méthode acousto-optique. Mémoire Magister Option : Optique appliquée. UNIVERSITE FERHAT ABBAS-SETIF. P 2
- Guechi, A. (2016). Les eaux superficielles caractérisation physicochimique et aptitude (Lac réservoir du barrage cheffia nord est Algérien).
- Hakimi, A., 2006. Traitement de l'eau de la source Bousfer Oran. Mémoire de Licence. Université des sciences et de la technologie Oran.
- Hamed. M, Guettache A & Bouamer L, 2012, Etude des propriétés physicochimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF-TORBA Bechar.

- Houhamdi M. (1998) Ecologie du lac des Oiseaux, Cartographie, Palynothèque et utilisation de l'espace par l'avifaune aquatique. Thèse de Magister. Univ. Badji Mokhtar, Annaba. 198p.
- Houhamdi M. (2002) Ecologie des peuplements aviens du Lac Des Oiseaux : Numidie orientale. Thèse de doctorat d'état en Ecologie et environnement. Univ. Badji Mokhtar, Annaba. 146p.
- Houhamdi M ; et Samraoui B. (2002) Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des Oiseaux (Algérie). *Alauda* 70 : 301-310.
- Jean Baudrillard - 1929-2007 - La Société de consommation - Denoël - 1970, 284p
- Joleud L. (1936) Etude géologique de la région de Bone et la calle. 2<sup>ème</sup> série, 185p.
- Lounnas A. Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi-Kroma de Skikda. Mémoire de Magister, Université de Skikda (Algérie), 2009, 120 p.
- MAAZI M.C. (1992) Contribution de l'estimation qualitative et quantitative des Anatidés et foudras hivernants et nicheurs au Lac des Oiseaux (W :El-Taref). Thèse ingénieur agronome INA.Alger. 68p.
- Maiga Fatoumata Sokona, (2002). Manuel du cour d'hygiène du milieu, F.M.P.O.S.
- McDonald A T, Kay D., (1988), Water resources issues and strategies. UK: Longman Scientific and Technical, pp146-148.
- Mekaoussi N. Comportement des éléments chimiques dans les eaux de surface de Hammam Debagh (est Algérien). Mémoire de Magister, Université de Batna (Algérie), 2014, 126 p.
- Mekkakia, M. (2001). Pollution des eaux du sous bassin versant de l'Oued Mina. Thèse magister en écologie et environnement, 134p. Mémoire de magister. Faculté des sciences de la terre. Université d'Annaba, pp79-84.menace les eaux des barrages.
- MENOUEUR S, TAIBI S., (2014). Etude de la qualité des rejets liquides industriels en aval du complexe GLI/Z. Mémoire de Projet de Fin d'Etudes. Gestion des Déchets et Pollution des Ecosystèmes. Université de Sciences et de la Technologie Mohamed Bodiaf d'Oran. 63p.
- Metahri MS. Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse de Doctorat. Université de tizi-Ouzou (Algérie), 2012, 172 p.

- MEROUANI-M et BOUGUEDAH-A, 2013. Etude de la pollution chimique et la vulnérabilité alla pollution des eaux souterraines de la cuvette d'OUARGLA. Mémoire master. Université KASDI MARBAH OUARGLA. P 59.
- Nasri H. (2001). Etude de la dynamique Spatio-temporelle et des Paramètres de Croissance des Cyan procaryotes toxiques. Dans un milieu d'eau douce (Cas du barrage de Cheffia), Mémoire de magister, Université d'annaba.
- ONU., 1992. Protection des ressources en eau douce et de leur qualité : application d'approches intégrées de la mise en valeur, de la gestion et de l'utilisation des ressources en eau. Chapitre 18, programme Action 21, Rapport de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, 1111P.
- Pesson p., (1976). Pollution des eaux continentales, Edition bordas, paris. p 285.
- Quikene N., (2011). Étude d'un traitement biologique des eaux usées d'origine ménagères (pont de bougie) et du traitement des eaux usées issues d'une station de lavage graissage de véhicules (tizi-rached). Mémoire d'ingénieur en écologie végétal et environnement.
- Rehadli A. (2008). Ecologies du Fuligule Milouin *Aythya Perina* dans le Lac des Oiseaux (Wilaya d'El Tarf). Mémoire d'Ingénieur d'état en agronomie. Institut des Sciences Agronomiques. Centre universitaire El-Tarf.31p.
- Rodier et all. (2009). L'analyse de l'eau. 9ieme édition dunod. 35, 40,78p.
- Samraoui B., De Belair G. et Benyacoub S. (1992) A much threatned lake : Lac des Oiseaux (North-Est Algeria). *Environnement conservation*. 19: 264-267+276.
- Sayad L. (2008). Qualité physicochimique et bactériologique des eaux de l'écosystème lacustre Lac des Oiseaux. Mémoire due Magistère. Université d'Annaba. 118p.
- Sy I, Traoré D, Diène AN, et al. Eau potable, assainissement et risque de maladies diarrhéiques dans la Communauté Urbaine de Nouakchott, Mauritanie. *Santé Publique*. 2017 ; 29 : 741-750.
- Toony J., 2008 : Le cycle de l'eau, CE2 MIRI école de MATAIREA.
- Villa J-M. (1980). Carte structurale de la chaine alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-Tunisiens, échelle : 1/50000.21.Hurst C J. (1997). Overview of water microbiology as it relates to public health, *Manual of environmental microbiology*. Edition ASM Press. 135p.

