



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمه لخضر - الوادي  
L'Université Echahid Hamma Lakhdar d'El Oued

كلية العلوم الطبيعية والحياة  
Faculté de Nature et Sciences de la Vie

قسم البيولوجيا  
Département de Biologie

## MEMOIRE DE FIN D'ÉTUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en science Biologie

Spécialité : Biodiversité et environnement

## Thème

**Contribution à l'étude de la qualité physicochimique  
et biologique des certaines zones humides de la  
région du Souf**

**Présenté par :**

\* **BERRA NOUR EL-HOUDA**

\* **CHAR AICHA**

\* **GAID HAMIDA**

\* **ZAID ZINEB**

**Devant le jury composé de :**

|               |                                  |            |                    |
|---------------|----------------------------------|------------|--------------------|
| Président     | Mlle. GHARIB Amina               | M.C. A     | Université El oued |
| Examineur     | Mr. KHECHKHOUCHE EL-AMINE        | M.C. A     | Université El Oued |
| Co-promotrice | M <sup>d</sup> . BELOURGHI Briza | Doctorante | Université El Oued |
| Examineur     | Mlle. MERABET Soumaia            | M.C. A     | Université El Oued |

Année Universitaire 2022/2023

## *Remerciements*

Nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude et présenter nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail. Nous tenons à exprimer nos remerciements spécifiques à :

Madame GHARIB Amina, Maître des Conférences classe "A" au département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, université Echhid Hamma Lakhder, El Oued, pour avoir accepté de présider le jury de notre mémoire de Master II en biodiversité et environnement.

Notre encadreur, Monsieur KHECHEKHOUCHE El Amine, Maître des Conférences classe "A" au département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, université Echhid Hamma Lakhder, El Oued, pour avoir encadré et suivi ce travail avec patience, compréhension et vigilance, ainsi que pour nous avoir fait bénéficier de son expérience.

Madame BELOURGHI\_Bariza, Doctorante en Biodiversité et Environnement au département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, université Echhid Hamma Lakhder, El Oued, pour avoir assuré un suivi attentif de ce travail avec patience et vigilance.

Les membres du jury, Madame MERABET Soumaia, Maître des Conférences classe "A" au département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, université Echhid Hamma Lakhder, El Oued.

Monsieur Zitoune Abd-El-Razzak, laborantin à l'Algérienne des Eaux, pour son assistance et ses encouragements dans la préparation de ce mémoire.

Nous tenons à remercier chaleureusement toutes les personnes qui ont contribué, directement ou indirectement, à la réalisation de ce travail. Votre soutien a été précieux et nous en sommes infiniment reconnaissants

## *Dédicacé*

.

*Nous dédions ce travail à **nos parents**, qui ont été une source de soutien et d'encouragement pour nous tout au long de nos années scolaires, et grâce à eux, nous avons atteint ce but, grâce à leurs prières pour nous.*

*Et à **nos sœurs** et **nos frères** et à nos amis et **nos oncles** et **nos tantes**, et bien sûr nous n'oublions pas **nos grands-mères**, que Dieu prolonge leur.*

## **Résumé Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et biologique des certaines zones humides de la région du Souf.**

Cette étude révèle des informations essentielles sur la qualité de l'eau dans les zones humides de la région du Souf en Algérie. C'est le lac Chatt, dont la source est la montée des eaux souterraines et Chatt al-Dhiba est l'embouchure de la station d'épuration et L'estuaire des eaux usées de la municipalité de Talib Al-Arabi est considéré comme l'estuaire des eaux usées de cette zone. Les analyses physico-chimiques montrent des variations de température, de turbidité et de nitrites, indiquant une présence élevée de substances et une salinité élevée. Les analyses bactériologiques révèlent des niveaux élevés de germes totaux et la présence de bactéries potentiellement pathogènes.

En résumé, l'eau des zones étudiées ne respecte pas les normes mondiales de qualité, avec une présence significative de bactéries et une pollution générale. Il est essentiel de prendre des mesures pour remédier à cette situation. Pour une meilleure compréhension, des études supplémentaires sont recommandées, avec une plus grande couverture géographique et une période d'échantillonnage étendue. Il est également important d'étudier l'impact des conditions climatiques et des facteurs externes sur la qualité de l'eau dans la région du Souf.

En conclusion, des mesures appropriées doivent être prises pour garantir la qualité de l'eau dans ces zones humides. La protection de ces écosystèmes aquatiques précieux est cruciale pour préserver la biodiversité et assurer la santé publique.

**Mots clé :** zones humides, qualité de l'eau, analyses, bactéries, Souf, Algérie.

## ملخص:

تكشف هذه الدراسة عن معلومات أساسية عن جودة المياه في الأراضي الرطبة بمنطقة سوف في جزائر. وهي بحيرة الشط مصدرها ارتفاع مياه جوفية وشط الذيبة مصب لمحطة مياه المعاجة و مصب الصرف الصحي بلدية طالب العربي يعتبر مصب الصرف الصحي لتلك المنطقة. وتظهر التحليلات الفيزيائية والكيميائية اختلافات في درجة الحرارة والعكارة والنترت، مما يشير إلى وجود نسبة عالية من المواد وارتفاع الملوحة. تكشف التحليلات البكتريولوجية عن مستويات عالية من الجراثيم الكلية ووجود البكتيريا المسببة للأمراض. باختصار، المياه في المناطق المدروسة لا تلبي معايير الجودة العالمية، مع وجود البكتيريا بشكل كبير والتلوث العام. من الضروري اتخاذ إجراءات لتصحيح هذا الوضع. لفهم أفضل، يوصى بدراسات إضافية، مع تغطية جغرافية أكبر وفترة أخذ عينات ممتدة. من المهم أيضًا دراسة تأثير الظروف المناخية والعوامل الخارجية على جودة المياه في منطقة سوف. في الختام، يجب اتخاذ التدابير المناسبة لضمان جودة المياه في هذه الأراضي الرطبة. إن حماية هذه النظم الإيكولوجية المائية الثمينة أمر بالغ الأهمية للحفاظ على التنوع البيولوجي وضمان الصحة العامة.

**الكلمات المفتاحية:** الأراضي الرطبة، جودة المياه، التحاليل، البكتيريا، سوف، الجزائر

**Abstract:**

This study reveals basic information about water quality in the wetlands of the Souf region in Algeria. Physical and chemical analyzes show differences in temperature, turbidity, and nitrite, indicating a high material content and high salinity. Bacteriological analyzes reveal high levels of total microbiota and the presence of pathogenic bacteria. In short, the water in the studied areas does not meet international quality standards, with high bacteria presence and general pollution. It is necessary to take action to rectify this situation. For a better understanding, additional studies are recommended, with larger geographic coverage and an extended sampling period. It is also important to study the impact of climatic conditions and external factors on water quality in the Suf region. In conclusion, appropriate measures must be taken to ensure water quality in these wetlands. Protecting these precious aquatic ecosystems is critical to preserving biodiversity and ensuring public health.

**Keywords:** wetlands, water quality, analyzes, bacteria, Souf, Algeria.

## **LISTE D'ABREVIATIONS**

**ADE : Algérienne des eaux**

**BCPL : Bouillon lactose au pourpre de bromocresol**

**CE : Conductivité électrique.**

**Cl- : Chlorures**

**COT : Carbone organique total**

**(D/C) : Double concentration**

**MES : Matières En Suspension**

**MMS : Matières minérales en suspension**

**MVS : Matières volatiles en suspension**

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

**NPP : Nombre Plus Probable**

**NO<sub>2</sub> : Nitrite**

**SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> : Sulfates**

**PH : Potentiel d'hydrogène**

**OMS : Organisation Mondiale de la Santé.**

**(S/C) : Simple Concentration**

**SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> : Sulfates**

**T : Température**

**TDS : Total des solides dissous**

**VBL : Bouillon lactose au vert brillant.**

**VF : La gélose Viande-foie**

**UFC : Unité Formant Colonies.**

**UTN : Unité Néphelométrique de Turbidité**

**μS :micro Siemens**

## Liste de tableaux

| TITRE                                                                                                               | PAGE |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>TABLEAU 1:</b> LES VALEURS DE TEMPERATURE PENDANT QUATRE MOIS EN °C.                                             | 39   |
| <b>TABLEAU 2:</b> LES VALEURS DE PH PENDANT QUATRE MOIS.                                                            | 41   |
| <b>TABLEAU 3:</b> LES VALEURS DE T.D.S. PENDANT LES QUATRE MOIS DU TRAVAIL.                                         | 43   |
| <b>TABLEAU 4:</b> LES VALEURS DE CONDUCTIVITE ELECTRIQUE PENDANT QUATRE MOIS.                                       | 44   |
| <b>TABLEAU 5:</b> LES VALEURS DE SALINITE PENDANT QUATRE MOIS.                                                      | 46   |
| <b>TABLEAU 7:</b> LES VALEURS DE NITRITE PENDANT QUATRE MOIS.                                                       | 49   |
| <b>TABLEAU 8:</b> DENOMBREMENT DES GERMES TOTAUX DURANT QUATRE MOIS.                                                | 51   |
| <b>TABLEAU 9:</b> DENOMBREMENT DES COLIFORMES TOTAUX DURANT QUATRE MOIS.                                            | 53   |
| <b>TABLEAU 10:</b> DENOMBREMENT DES COLIFORMES FECAUX DURANT LES QUATRE MOIS DANS LES DIFFERENTES STATIONS D'ETUDE. | 54   |
| <b>TABLEAU 11:</b> DENOMBREMENT DES STREPTOCOQUES FECAUX DURANT QUATRE MOIS DANS LES TROIS STATIONS ETUDIEES.       | 56   |
| <b>TABLEAU 12:</b> DENOMBREMENT DES SELFITO REDUCTEUR DURANT QUATRE MOIS.                                           | 58   |

## Liste de figures

| TITRE                                                                                                               | PAGE |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>FIGURE 1:</b> CARTE DE LOCALISATION DES ZONES HUMIDES DU BAS-SAHARA ALGERIEN (KOULL, 2015)                       | 12   |
| <b>FIGURE 2:</b> SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA REGION DU SOUF (DUBOST, 2002 ADAPTEES).                               | 22   |
| <b>FIGURE 3:</b> VUE D'ENSEMBLE DU LAC EL-CHAT (PHOTO ORIGINALE, 2022)                                              | 24   |
| <b>FIGURE 4:</b> LES EAUX USEES DE LA MUSICALITE DE TALEB AL-ARBI (PHOTO ORIGINALE, 2023).                          | 24   |
| <b>FIGURE 6:</b> PLONGEUR GOBLET A PRELEVEMENT.                                                                     | 26   |
| <b>FIGURE 7:</b> FLACONS DE VERRE EN GLACIERE.                                                                      | 27   |
| <b>FIGURE 8:</b> MUTI-PARAMETRE (HACH SL1000), (PHOTO PERSONNELLE, 2023).                                           | 28   |
| <b>FIGURE 9:</b> TURBIDIMETRE (HACH MODELE TL2300), (PHOTO PERSONNELLE, 2023).                                      | 29   |
| <b>FIGURE 10:</b> SPECTROPHOTOMETRE (HACH), (PHOTO ORIGINALE,2023).                                                 | 29   |
| <b>FIGURE 11:</b> RECHERCHE ET DENOMBREMENT DE COLIFORMES TOTAUX.                                                   | 32   |
| <b>FIGURE 12:</b> RECHERCHE ET DENOMBREMENT DE COLIFORMES FECAUX.                                                   | 33   |
| <b>FIGURE 13:</b> RECHERCHE ET DENOMBREMENT DE STREPTOCOQUES FECAUX.                                                | 35   |
| <b>FIGURE 15:</b> CHANGEMENTS DE TEMPERATURE POUR LES ECHANTILLONS D'EAU ETUDIES.                                   | 39   |
| <b>FIGURE 16:</b> CHANGEMENTS DE PH POUR LES ECHANTILLONS D'EAU ETUDIES.                                            | 41   |
| <b>FIGURE 17:</b> VARIATIONS DE TDS POUR LES ECHANTILLONS D'EAU ETUDIES.                                            | 43   |
| <b>FIGURE 18:</b> CHANGEMENTS DE CONDUCTIVITE POUR LES ECHANTILLONS D'EAU ETUDIES.                                  | 45   |
| <b>FIGURE 19:</b> CHANGEMENTS DE SALINITE POUR LES ECHANTILLONS D'EAU ETUDIES.                                      | 46   |
| <b>FIGURE 20:</b> CHANGEMENTS DE TURBIDITE POUR LES ECHANTILLONS D'EAU ETUDIES.                                     | 48   |
| <b>FIGURE 21:</b> CHANGEMENTS DE NITRITE POUR LES ECHANTILLONS D'EAU ETUDIES.                                       | 50   |
| <b>FIGURE 22:</b> VARIATION DENOMBREMENT DE GERMES TOTAUX EN QUATRE MOINS.                                          | 51   |
| <b>FIGURE 23:</b> VARIATION DENOMBREMENT DE COLIFORMES TOTAUX EN QUATRE MOINS.                                      | 53   |
| <b>FIGURE 24:</b> VARIATION DE COLIFORMES FECAUX EN QUATRE MOINS.                                                   | 55   |
| <b>FIGURE 25:</b> VARIATION DENOMBREMENT DE STREPTOCOQUES FECAUX EN QUATRE MOINS.                                   | 57   |
| <b>Figure 26:</b> Variation dénombrement de Selfito réducteurs en quatre mois d'étude de différentes zones humides. | 58   |

# Sommaire

REMERCIEMENTS

DEDICACE

RESUME

LISTE D'ABREVIATIONS

LISTE DE TABLEAUX

LISTE DE FIGURES

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....2

## Chapitre I - Zones Humides

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| I.1. Définition des zones humides : .....                                 | 5  |
| I.2. - Convention de Ramsar .....                                         | 5  |
| I.3. -Types des zones humides .....                                       | 5  |
| I.4. -Importance des zones humides .....                                  | 5  |
| I.5. - Fonctions des zones humides .....                                  | 6  |
| I.5.1. - Fonction biologique : .....                                      | 6  |
| I.5.2. - Fonctions hydrologiques .....                                    | 6  |
| I.5.3. - Fonction d'alimentation.....                                     | 6  |
| I.5.4. - Fonction climatique .....                                        | 6  |
| I.5.5. - Fonctions écologiques.....                                       | 7  |
| I.5.6. - Fonctions biogéochimiques .....                                  | 7  |
| I.6. - Valeurs des zones humides.....                                     | 7  |
| I.7. - Zone humides en Algérie.....                                       | 7  |
| I.8. - Utilisation des zones humides algériennes .....                    | 8  |
| I.8.1. -Agriculture et pâturage .....                                     | 8  |
| I.8.2. -Pêche .....                                                       | 8  |
| I.8.3. -Extraction de sel.....                                            | 8  |
| I.9. - Zones humides du Bas-Sahara algérien.....                          | 9  |
| I.9.1. - Zones humides d'Ouargla .....                                    | 9  |
| I.9.1.1. -Chott Aïn El Beida.....                                         | 9  |
| I.9.1.2. -Chott Oum El Raneb.....                                         | 9  |
| I.9.1.3. -Lac Hassi Ben Abdellah.....                                     | 10 |
| I.9.2. - Vallée du Souf.....                                              | 10 |
| I.9.2.1. -Lac Sief El Menadi .....                                        | 10 |
| I.9.3. - Zones humides de Méghaier .....                                  | 11 |
| I.9.4. - Zones humides de Touggourt.....خطأ! الإشارة المرجعية غير معروفة. |    |
| I.9.4.1. -Lac Ayata .....                                                 | 11 |
| I.9.4.2. -Lac Témachine.....                                              | 11 |

## Chapitre II - Principaux caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| II .1. - Paramètres organoleptiques .....          | 14 |
| II.1.1. - Température.....                         | 14 |
| II.1.2. - Goûts et Odeurs .....                    | 14 |
| II.2. - Paramètres physico-chimiques des eaux..... | 15 |
| II.1.2.1. Potentiel d'hydrogène (pH) .....         | 15 |
| II.1.2.2 Conductivité .....                        | 15 |
| II.1.2.3. Oxygène dissous .....                    | 15 |
| II.1.2.4. Mesures des matières .....               | 15 |

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| II.1.2.5. Matière organique .....                                                      | 16 |
| II.1.2.6. Phosphore.....                                                               | 16 |
| II.1.2.7. Métaux lourds .....                                                          | 16 |
| II.1.2.8. Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) .....                               | 16 |
| II.1.2.9. Nitrates (NO <sub>3</sub> ) et nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )..... | 17 |
| II.1.2.10. Fer et manganèse.....                                                       | 17 |
| II.1.2.11. Phosphates.....                                                             | 17 |
| II.1.2.12. Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ).....                              | 17 |
| II.1.2.13. Chlorures (Cl <sup>-</sup> ) .....                                          | 17 |
| II.2. Caractéristiques microbiologiques.....                                           | 18 |
| II.2.1. Germes totaux .....                                                            | 18 |
| II.2.2. Coliformes.....                                                                | 18 |
| II.2.2.1. Coliformes fécaux ou coliformes thermotolérants.....                         | 18 |
| II.2.4. Streptocoques fécaux .....                                                     | 18 |
| II.2.5. Clostridium sulfito-réducteurs .....                                           | 19 |
| II.3. Maladies d'origine hydrique .....                                                | 19 |
| II.3.1. Choléra .....                                                                  | 19 |
| II.3.2. Fièvre typhoïde et paratyphoïde.....                                           | 20 |
| II.3.3 Dysenterie .....                                                                | 20 |
| II.3.4. Hépatites virales.....                                                         | 20 |

### **Chapitre III - Matériel et méthodes**

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| III.1. -Présentation de la région du Souf .....                                                               | 22 |
| III.1.1. - Situation géographique de la région du Souf .....                                                  | 22 |
| III.1.2. - Relief de la région du Souf.....                                                                   | 22 |
| III.1.3. - Climat de la région du Souf.....                                                                   | 23 |
| III.2. - Choix et description des stations d'étude .....                                                      | 23 |
| III.2.1. - Choix des stations d'étude.....                                                                    | 23 |
| III.2.2. - Description des stations d'étude.....                                                              | 23 |
| III.2.2.1. - Lac El-Chat .....                                                                                | 23 |
| III.2.2.2. - Lac Taleb Al-Arbi .....                                                                          | 24 |
| III.2.2.3. -Chott El-Dhiba .....                                                                              | 25 |
| III.3. - Méthodologie d'échantillonnage et modes de prélèvements .....                                        | 25 |
| III.3.1. -Méthodologie d'échantillonnage des eaux des zones humides .....                                     | 25 |
| III.3.2. -Prélèvement et conservation des échantillons .....                                                  | 26 |
| III.3.2.1. Moyens utilisés lors du prélèvement des eaux des stations étudiées.....                            | 26 |
| III.3.2.2. Échantillonnage des eaux .....                                                                     | 26 |
| III.3.2.3. -Méthodes d'analyses .....                                                                         | 27 |
| III.3.3. -Analyses effectués après échantillonnage des eaux dans les différentes zones humides étudiées ..... | 27 |
| III.3.3.1 -Analyses physico-chimiques (Rodier., 2005) .....                                                   | 27 |
| III.3.3.2. -Analyses bactériologiques effectuées pour les échantillons des eaux étudiées .....                | 29 |

### **Chapitre IV - Résultats et Discussion**

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| IV. 1. -Résultats est Discussions .....      | 38 |
| IV.2. -Paramètres physico-chimiques .....    | 38 |
| IV.2.1. -Température (T <sup>o</sup> c)..... | 38 |
| IV.2.2. - Potentiel d'hydrogène (pH) .....   | 39 |
| IV.2.4. - Taux des sels dissous (TDS) .....  | 41 |
| IV.2.4. - Conductivité électrique (CE) ..... | 43 |
| IV.2.5. - Salinité .....                     | 45 |

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| IV.2.6. - Turbidité.....                   | 47        |
| IV.2.7. - Nitrite .....                    | 49        |
| IV.3. - Paramètres bactériologiques .....  | 51        |
| IV.3.1. -Germes Totaux.....                | 51        |
| IV.3.2. -Coliformes totaux et fécaux ..... | 52        |
| IV.3.2.1. - Coliformes totaux.....         | 53        |
| IV.3.2.2. - Coliformes fécaux .....        | 55        |
| IV.3.3. - Streptocoques fécaux .....       | 57        |
| IV.3.4. - Selfito réducteur .....          | 58        |
| <b>CONCLUSION .....</b>                    | <b>62</b> |
| <b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>    | <b>65</b> |
| ANNEXES .....                              | 71        |

# Introduction

---

### Introduction

Les zones humides jouent un rôle essentiel dans notre environnement en offrant une multitude de services écosystémiques, tels que la régulation du climat, la préservation de la biodiversité et le cycle de l'eau (**RAMSAR, 1994; DOUDOU, 2016**). L'Algérie se distingue par sa richesse remarquable en zones humides, qui sont des écosystèmes complexes et hautement productifs, jouant un rôle essentiel dans la diversité biologique et la productivité naturelle (**KOULL, 2015**). Grâce à sa position géographique stratégique, l'Algérie compte plus de 1 451 zones humides, comprenant 762 zones naturelles et 689 zones artificielles. Ces zones humides revêtent une grande importance en raison de la diversité de leur configuration physique et de leur climat (**RAMSAR, 2012**).

Dans la région du Souf, située dans le sud-est de l'Algérie, peu d'études ont été menées sur les zones humides. Les recherches antérieures se sont principalement concentrées sur l'aspect ornithologique (**HOUHAMDI et al., 2008 ; BENSACI, 2011 ; BENSACI et al., 2011 ; CHENCHOUNI, 2011**) et la flore végétale (**KHECHEKHOUCHE et al., 2020**). Cependant, aucune étude n'a encore été réalisée sur la charge microbienne des eaux de ces milieux, malgré l'étude de **KOULL et al. (2016)** portant sur la qualité physicochimique des eaux des zones humides du bas Sahara algérien.

Les zones humides peuvent être des vecteurs de transmission de pathogènes potentiellement nuisibles à la santé publique. C'est dans ce contexte que notre recherche se concentre sur l'étude des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de certains lacs de la région du Souf. L'analyse des caractéristiques physico-chimiques comprendra le pH, la conductivité électrique, la turbidité, les taux des sels dissous et les nitrates. Parallèlement, l'étude des populations bactériologiques portera sur la présence de coliformes totaux et fécaux, les germes totaux, les streptocoques fécaux et *Clostridium sulfito-réducteurs*. Ces indicateurs joueront un rôle crucial dans l'évaluation de la qualité de l'eau et du potentiel de risques pour la santé publique.

Nos objectifs de recherche sont de dresser un profil détaillé de ces propriétés physico-chimiques et de ces populations bactériologiques dans les lacs de la région du

## Introduction

---

Souf, ainsi que d'évaluer leurs implications pour la santé publique. De plus, nous cherchons à établir des relations entre ces caractéristiques et à comprendre comment elles peuvent influencer la présence et la propagation des pathogènes.

Nous formulons l'hypothèse que les variations des caractéristiques physico-chimiques peuvent influencer la diversité et l'abondance des bactéries dans les lacs. Par exemple, des niveaux élevés de matières en suspension et de turbidité pourraient favoriser la survie et la propagation de certaines bactéries. De plus, nous supposons que la présence de certaines bactéries, telles que coliformes et *Clostridium sulfito-réducteurs*, peut indiquer une contamination fécale et représenter un risque pour la santé publique.

En fin de compte, notre étude fournira des informations précieuses sur l'état des lacs dans la région du Souf et contribuera à identifier les risques potentiels pour la santé publique. Ces données pourront être utilisées pour développer des stratégies de gestion et de protection efficaces pour ces précieux écosystèmes aquatiques.

Pour mieux cerner notre étude on a jugé utile de répartir notre travail comme suit:

- Dans le premier chapitre décrit des zones humides notamment du Bas-Sahara algérien.
- Le second chapitre porte sur les principales caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux potables et les maladies à transmission hydrique.
- Le troisième chapitre concerne la partie expérimentale, matériel et méthodes adoptées, porte sur la mise au point du matériels et les méthodes d'analyse des différents paramètres de qualité des eaux des différentes zones humides étudiées.
- Le quatrième chapitre renferme les résultats et les discussions obtenus.

Enfin, on a clôturé le travail par une conclusion et quelques perspectives.

# **Chapitre I**

---

## **Zones Humides**

**I.1. Définition des zones humides :**

Selon la « Convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau », ou Convention de Ramsar (**Iran, 1971**), « les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres » (**Doudou M, 2016**).

**I.2. - Convention de Ramsar**

La Convention sur les zones humides est un traité intergouvernemental qui a été adopté le 2 février 1971 dans la ville iranienne de Ramsar, sur les berges méridionales de la mer Caspienne. Il s'agit du premier traité intergouvernemental moderne, d'envergure mondiale, sur la conservation et l'utilisation durable des ressources naturelles. (**RAMSAR, 2013**) .

La Convention sur les zones humides sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources à l'échelle régionale, voire mondiale (**RAMSAR, 2016**).

**I.3. -Types des zones humides**

Cependant cinq types principaux de zones humides peuvent se présenter :

- Zones humides marines : zones humides côtières comprenant des lagunes côtières, des berges rocheuses et des récifs coralliens.
- Zones humides estuariennes : y compris des deltas, des marais cotidaux et des marécages à mangroves.
- Zones humides lacustres : zones humides associées à des lacs.
- Zones humides riveraines : zones humides bordant les rivières et les cours d'eau.
- Zones humides palustres : c'est-à-dire marécageuses (marais, marécages et tourbières).

Il y a aussi des zones humides artificielles telles que des étangs d'aquaculture (à poissons et à crevettes), des étangs agricoles, des terres agricoles irriguées, des sites d'exploitation des sels, des zones de stockage de l'eau, des gravières, des sites de traitement des eaux usées et des canaux (**BENKADDOUR, 2010**).

**I.4. -Importance des zones humides**

Ces zones humides étaient sources de poissons et d'eau potable, alimentaient les pâturages, et servaient au transport. Etroitement associées à la mythologie, à l'art et à la religion, elles faisaient partie de l'histoire culturelle des premiers peuples (**BARBIER et al., 1997**).

Les zones humides ont été le support de vie de sociétés fastueuses (**FUSTEC et LEFEUVRE, 2000**).

Les zones humides ont été décrites à la fois comme les « reins du paysage » pour les fonctions qu'elles remplissent dans les cycles hydrologiques et chimiques et comme des « supermarchés biologiques » en raison des grandes chaînes alimentaires et de la riche diversité biologique qu'elles entretiennent (**BARBIER et al, 1997**).

### **I.5. - Fonctions des zones humides**

Les interactions entre les éléments physiques, biologiques et chimiques tels que les sols, l'eau, les plantes et les animaux, permettent à une zone humide, en tant qu'élément de l'« infrastructure naturelle » de la planète (**RAMSAR, 2013**).

#### **I.5.1. - Fonction biologique :**

Les zones humides constituent un fabuleux réservoir de biodiversité ou de diversité biologique, offrant aux espèces animales et végétales, les fonctions essentielles à la vie des organismes (**eaufrance.fr - les zones humides**) .

#### **I.5.2. - Fonctions hydrologiques**

A travers les échanges de flux avec le cours d'eau, la nappe et le versant, les zones humides possèdent de nombreuses fonctions hydrologiques. Les zones humides assurent un stockage latéral (eaux en provenance du versant) et un stockage longitudinal (eaux en provenance du réseau hydrographique). Elles jouent un rôle tampon : en période de hautes, elles ralentissent l'écoulement des eaux réduisant ainsi le risque de crue. A l'inverse, en période de basses eaux, elles libèrent une quantité d'eau permettant de limiter un étiage trop sévère (**BOUZEGAG, 2015**).

#### **I.5.3. - Fonction d'alimentation**

La richesse et la concentration en éléments nutritifs dans les zones humides, assurent les disponibilités de ressources alimentaires pour de nombreuses espèces animales telles que : les poissons, les crustacées, les mollusques et les oiseaux d'eau (**DJOUADI, 2011**).

#### **I.5.4. - Fonction climatique**

Les zones humides participent à la régulation des microclimats. Les précipitations et la température atmosphérique peuvent être influencées localement par les phénomènes d'évaporation intense d'eau au travers des terrains et de la végétation qui caractérisent les zones humides, économiques et sociaux importants. » Extrait du site (**eaufrance.fr - les zones humides**)

**I.5.5. - Fonctions écologiques**

Les zones humides sont des milieux qui accueillent une très grande diversité d'espèces animales et végétales ainsi qu'une grande diversité d'habitats. Les caractéristiques des habitats des milieux humides sont déterminées par l'hydrologie et l'hydrodynamique, la minéralité du substrat, la disponibilité en azote et en phosphore ainsi que l'usage de la végétation. Un grand Chapitre I Synthèse bibliographique sur les zones humides 11 nombre d'habitats de zones humides sont d'intérêt communautaire et constituent pour la faune des lieux de vie complets ou partiels mais indispensables, comme la reproduction ou le repos lors des migrations (**FUSTEC & LEFEUVRE, 2000**).

**I.5.6. - Fonctions biogéochimiques**

L'eau, en provenance de la zone contributive et qui transite via la zone humide subit, selon les cas, des transformations physico-chimiques. Elle peut être épurée, dénitrifiée, débarrassée d'une partie des pesticides, s'acidifier... Par exemple, l'élimination de l'azote s'effectue selon deux processus : une absorption par la végétation et une dénitrification microbienne au niveau du sol. Ces processus dépendent des conditions géomorphologiques, du régime des eaux, et du type d'occupation des sols (**BOUZEGAG, 2015**).

**I.6. - Valeurs des zones humides**

Les zones humides fournissent souvent des avantages économiques considérables, tels que l'alimentation en eau (quantité et qualité) ; les pêcheries (plus des deux tiers de la pêche mondiale dépend de zones humides en bon état) ; l'agriculture, grâce au renouvellement des nappes phréatiques et à la rétention des matières nutritives dans les plaines d'inondation; le bois d'œuvre et autres matériaux de construction; les ressources énergétiques telles que la tourbe et la litière ; la faune et la flore sauvages ; le transport; toute une gamme d'autres produits des zones humides, y compris les plantes médicinales (**RAMSAR, 2016**).

Les zones humides, par leur beauté naturelle ainsi que par la diversité de la vie animale et végétale que l'on y trouve, sont des destinations touristiques idéales. Les sites les plus beaux sont protégés dans des parcs nationaux ou des biens du patrimoine mondial et peuvent générer un revenu considérable du tourisme et des utilisations pour les loisirs. Dans certains pays, ce revenu est un poste non négligeable de l'économie nationale (**DEGROOT, 2006 ; MEA, 2005**).

**I.7. - Zone humides en Algérie**

Selon le **DGF (2004)** et **DOUDOU (2016)**, l'Algérie est un pays riche en zones humides ces milieux:

\_ qui font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle.

- qui représentent des infrastructures naturelles où l’eau est le facteur déterminant
- sont indispensables, voire vitales, en raison des services éco systémiques qu’elles procurent.

Réservoir d’eau douce dans un pays au climat sec et à la sécheresse récurrente et plus ou moins intense, les zones humides sont, en effet, d’un apport important en biens et services liés à la biodiversité, permettent de maîtriser les crues, rechargent les nappes souterraines et concourent à l’atténuation des effets du changement climatique.

L’ensemble de zones humides classées couvre une superficie de 2,99 millions d’hectares .

En outre, 10 autres sites sont en cours de classement, ce qui permettra d’atteindre une superficie de 3,5 millions d’hectares d’espaces classés. L’Algérie dispose au total de 1451 zones humides dont 762 naturelles et 689 artificielles.

### **I.8. - Utilisation des zones humides algériennes**

Selon (BENKADDOUR, 2010) les zones humides algériennes, offrent aux communautés locales de nombreuses ressources, elles fournissent gratuitement des biens pour les riverains, grâce à différentes activités qui y sont menées:

#### **I.8.1. -Agriculture et pâturage**

Les zones humides du Nord et des Hauts plateaux, sont le siège d'une agriculture. Elles assurent une ressource en eau (pour la consommation humaine, pour l'agriculture et les besoins industriels). Elles permettent aussi la production de végétaux (plancton, roseaux, bois) et d'animaux (poissons, coquillages, oiseaux), capitale pour le maintien de la pêche, la chasse ou l'élevage. Elles fournissent aussi des matériaux de construction du fourrage et du pâturage pour l'agriculture

#### **I.8.2. -Pêche**

Plusieurs zones humides algériennes connaissent des activités de pêche. C'est le cas notamment des zones de la région d'El-Kala. Citons le cas du lac Tonga, où l'on pêche principalement l'anguille. La lagune du lac Mellah et le lac Ouberia, sont également des lieux de pêche importants sur le plan économique, en raison de leur productivité primaire élevée.

#### **I.8.3. -Extraction de sel**

On utilise ces catégories des zones humides (les Chotts et les Sebkhas), principalement pour l'extraction du sel, notamment ; comme chott Merouane occupe une zone d'exploitation de sel sur superficie de 70 ha avec une production annuelle de 100.000 tonnes, destiné à la consommation locale et à l’exportation.

### **I.9. - Zones humides du Bas-Sahara algérien**

La région du Bas-Sahara se présente comme une vaste cuvette ayant la forme d'un synclinal ouvert vers le Nord avec une pente très faible et des terrains plats (KOUZMINE, 2007).

Le Bas Sahara (Sahara septentrional algérien) est connu pour ses zones humides (lacs et chotts) qui sont réparties en deux grandes parties, l'une dans la vallée d'Oued Righ et l'autre dans la région d'Ouargla (**Fig 1**) . Cependant, les zones humides de cette région constituent l'un des plus importants complexes humides de l'Algérie, qui a fait l'objet que de très peu de travaux relatifs à la mise en valeur de ces ressources biologiques et minérales. La majorité des études menées sur ces biotopes traitent généralement l'aspect hydrologique (UNESCO, 1972, HACINI, 2006, IDDER, 2007).

Le complexe des zones humides au Bas-Sahara (Algérie) est subdivisé en quatre entités géographiques : Ziban, Souf, Oued Righ, et Oued Mya (**CHENCHOUNI et SI BACHIR, 2010**). Ces sites présentent une variabilité spatiale, hydrologique, topographique et géologique ; certaines parmi ces zones humides subissent une influence plus ou moins importante des eaux usées (KOULL, 2015).

#### **I.9.1. - Zones humides d'Ouargla**

- **I.9.1.1. -Chott Aïn El Beida**

Le chott Aïn El Berda se situe à 6 Km à l'Est du Chef-lieu de la Wilaya de Ouargla et à proximité du Chef-lieu de la commune d'Aïn El Beïda (longitude 5°22'42" à 5°21'52" Est et latitude 31°57'30" à 31°59'02" Nord et une altitude varie entre 142m L et 146m). La route nationale N°49 constitue sa limite inférieure. Le chott est une dépression saline dont la partie inondée est constituée par la sebkha avec une superficie de 6,853 hectares, qui se situent au milieu de la palmeraie et dans la cuvette d'Ouargla. Allongé en direction Nord-Ouest, Sud-Est sur une longueur de 5,3 Km, sa largeur varie de 1 à 1,5 Km. Le chott est alimenté essentiellement par : (i) la remontée des eaux de la nappe phréatique favorisée par une texture sableuse et une croûte en surface (HAMDI - AÏSSA, 2001)

- **I.9.1.2. -Chott Oum El Raneb**

Sidi Khouiled est la ville la plus proche du site, environ 2Km, traversé par la route reliant la ville à N'Goussa. Le chott se situe sur une longitude de 5°22'42" à 5°21'52" Est et une latitude de 31°57'30" à 31°59'2" Nord. Il est de faible profondeur avec une superficie de 7,155 ha et une altitude de 126m en moyenne (KOULL et al., 2015).

Depuis 23 ans, le chott Oum El Raneb est une vaste masse d'eau entourée de dunes de sables, sa situation en plein désert lui permet d'abriter plusieurs espèces migratrices

d'oiseaux d'eau évoluant dans deux habitats, aquatiques et anthropiques. Le premier est représenté par le chott proprement dit, c'est-à-dire par le plan d'eau libre, alors que le deuxième est représenté par les agglomérations humaines et la zone agricole se trouvant à côté du site (KOULL, 2015).

- **I.9.1.3. -Lac Hassi Ben Abdallah**

Le lac Hassi Ben Abdallah est situé au fond d'un creux à l'Ouest de la commune de Hassi Ben Abdallah (32°01'54" Nord et 1°54'46" Est). Il se situe dans une dépression saline dont la partie centrale est submergée d'eau saline, sur une altitude de 136 m, à une distance d'environ 15 km au Nord Est du chef-lieu de la wilaya. Il est bordé par des dunes de sables au Sud et à l'Ouest, par une sebkha au Nord et à l'Est par la route nationale N° 56 et les palmeraies de la commune de même nom. Le lac est d'une superficie de 6 ha environ et une profondeur maximale de 4,7m (HALFAOUI, 2009).

- **I.9.1.4.-Sebkhet Sefioune :**

Une nouvelle zone humide à environ 42 km de la ville de Ouargla, qui a été formée à la suite d'une protection spéciale et la désinfection projet énorme Ouargla. Cette zone, qui couvre près de 8.000 hectares dont 2500 hectares submergés dans les eaux usées qui est pompée dans la zone du projet de nettoyage, ont commencé à prendre forme depuis l'été dernier après l'entrée en projet d'exploitation a également fait la province de forêts claires. Et a commencé ce site qui a su constituer un climat de mini-humide pour attirer une foule d'oiseaux sauvages, selon le recensement effectué chez 18 Janvier 2011, il comprend un certain nombre de variétés d'oiseaux migrateurs comme plongeur rose et hérons blancs et les cigognes blanches et propriétaire gris et triste petit pluvier (Algérie 360 ,2016 ).

## **I.9.2. - Vallée du Souf**

Elle s'étend sur une superficie de 3,000Km<sup>2</sup>, la population est évaluée à 380.000 habitants. La Vallée de Souf souffre actuellement des conséquences négatives de la remontée des eaux de la nappe phréatique. Qui a engendré l'inondation de plusieurs Ghouts ainsi que des zones basses de la ville et de sa périphérie. Le Ghout est un cratère abritant des palmeraies et qui représente un modèle original de palmeraies dans l'ensemble du Sahara.

- **I.9.2.1. -Lac Sief El Menadi**

Le lac Sif Lemnadi se trouve à 100 km au Nord-ouest du Chef-lieu de la wilaya d'EL Oued et à proximité la commune Hamraïa. Cette zone humide se localise à gauche de la route nationale N48 et elle se trouve à une altitude égale à -23m au niveau de la mer (longitude') '57°33 Nord et 6°22'3,92'' de longitude Est) Elle fait partie de la commune de Reguiba qui située au Nord –Ouest de la wilaya d'EL Oued.

Ce lac est alimenté par le surplus des forages éruptif et des eaux de drainage eau saumâtre. La salinité est due à la lessive du sol et non pas des eaux des forages. La superficie approximative du Sif Lemnadi est environ 30 ha (**LAIZ et MENACER, 2020**).

### **I.9.3. - Zones humides de l'Oued Righ**

- **I.9.3.1.- Lac Oued Khrouf**

Le lac d'Oued Khrouf (33°53'N, 6°01'E) est une zone humide appartenant à la commune de Sidi Khelil (poste communale de Ain Chikh) (25 km au sud de la ville de Méghaier) qui a été Chapitre II : Matériel et Méthodes 23 classé site Ramsar depuis le 02 février 2001. Il représente le point final de l'exutoire des eaux d'évacuation de la vallée de l'Oued Righ. C'est en réalité une immense phragmitae à *Phragmites australis* qui occupe une superficie d'environ 1200 ha et qui s'ouvre pleinement sur le Chott Merouane. Ce milieu saumâtre a joué un rôle de quartier d'hivernage très important pour l'avifaune aquatique (**HOUHAMDI et al., 2008**).

- **I.9.3.2.- Lac Ayata**

Ce plan d'eau d'une quarantaine d'hectares est situé près de la commune de Sidi-Amrane, il abrite chaque année environ 38 espèces d'oiseaux d'eau durant la saison d'hivernage (**BOUZEGAG, 2015**).

Le lac Ayata est localisé près de la route nationale N° 3 à environ 6km après Djamaa en direction vers la ville de Touggourt. Le site a une superficie d'environ 155ha avec une altitude moyenne de 31m. Il est délimité par les coordonnées géographiques suivantes : Longitude 33°29'17' et 33°29'48''Nord ; Latitude 05°59'10''et 05°59'37''Est. Le site est situé près de la commune de Sidi Amrane (Daïra de Djamaa) à 150km à l'ouest de la wilaya (département) d'El Oued (Souf) (**CHENCHOUNI et Si BACHIR, 2010**).

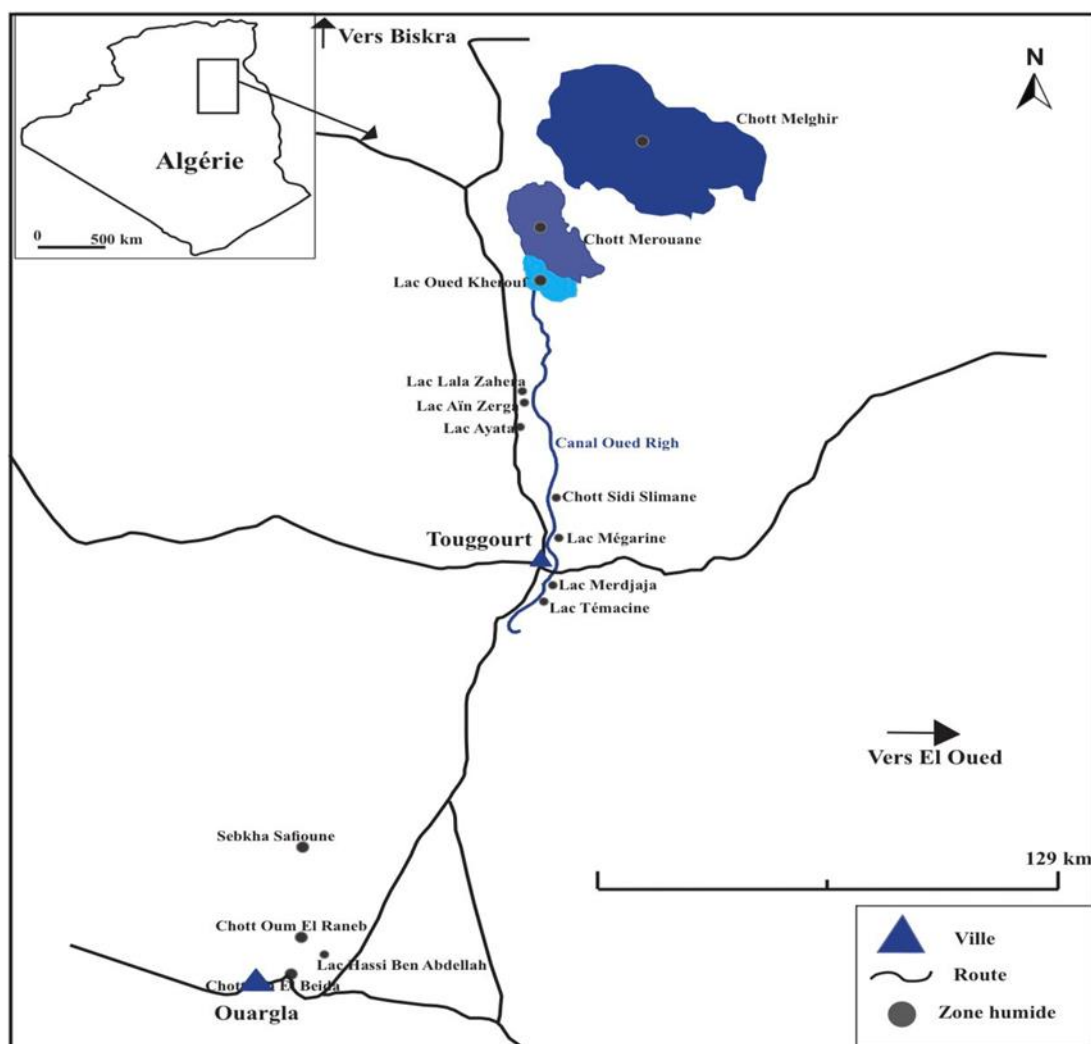
- **I.9.3.3.- Lac Témachine**

Ce lac est une dépression remplie d'eaux saumâtres, le niveau de ses eaux varie en fonction des facteurs climatiques. Le site est limité au Nord par des palmeraies, à l'Est par le canal de l'Oued Righ et au Sud et à l'Ouest par l'agglomération de Témachine. Il est alimenté principalement par les eaux de la nappe phréatique et les eaux de drainage. Le lac s'étend sur une superficie de 5 ha avec une latitude de 33°00'54.28'' Nord, une longitude de 6°01'24.23'' Est et une altitude de 77m. C'est une très bonne zone touristique (**KOULL, 2015**).

### • I.9.3.3.-Chott Merouane

est situé au Nord-est du Sahara septentrional, qui fait partie administrativement de la Wilaya d'El-Oued et la Daïra d'El-Maghaire, situé à environ 9Km du chef lieu de la daïra, dans le village de N'sigha, de coordonnées géographiques ; 33°55'N et n 06°10'E. Il est considéré comme la plus basse altitude du nord de l'Afrique (40m au dessous du niveau de la mer). Ce chott est classé parmi les zones humides, d'importance internationale, avec une superficie de l'ordre de 333, 700 ha (**Hacini, 2006.**)

Le chott est une dépression saline dont la partie inondée est constituée par la Sebkha, qui se situe au milieu de la palmeraie et dans la cuvette de la ville d'Ouargla. Allonge en direction Nord-ouest, Sud-est sur une longueur de 5,3km, sa largeur varie de 1 à 1.5 km. Il est compris entre 5°22'42" à 5°21'52"E de longitude et 31°57'30" à 31°59'2"N de latitude, entre les altitudes de 142 à 146m avec une superficie de 6,853hectars (**DGF, 2004**)



**Figure 1 : Carte de localisation des zones humides du Bas-Sahara algérien (KOULL, 2015)**

## **Chapitre II**

---

# **Principaux caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux**

### II .1. - Paramètres organoleptiques

#### II.1.1. - Température

Selon **DAJOZ (1984)** et **RAMADE (1998)**, la température est un facteur écologique important du terrain. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique, pollution thermique (**GAUJOUS, 1995**). Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci 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 et des mélanges éventuels... etc. (**Rodier et al, 2005**). Il a noté que la survie des bactéries diminue avec la température (**Perry et al., 2004**).

#### II.1.2. - Goûts et Odeurs

Les eaux de consommation doivent posséder un goût et une odeur « non désagréable ». D'après **MONIQUE (1991)**, la plupart des eaux, qu'elles soient ou non traitées, dégagent une odeur plus ou moins exaltable et ont une certaine saveur. Ces deux propriétés, purement organoleptiques, sont extrêmement subjectives et il n'existe aucun appareil pour les mesurer. Selon les physiologistes, il n'existe que quatre saveurs fondamentales salée, sucrée, aigre et amère (**MONIQUE, 1991**).

Les odeurs sont causées par la présence dans l'eau de substances relativement volatiles. Ces substances peuvent être inorganiques comme le chlore, les hypochlorites, le bioxyde de soufre  $\text{SO}_2$  ou le sulfure d'hydrogène  $\text{H}_2\text{S}$  ; ou organiques comme les esters, les alcools, les nitrites, les dérivés aromatiques et des composés plus ou moins bien identifiés résultant de la décomposition de matières animales ou végétales (comme les algues) ou encore dus à la pollution (**MONIQUE, 1991**).

##### a. Couleur

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle, soit associée à sa pollution. La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de composés dissous et corrélativement la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seul domaine du visible (**THOMAS, 1955**).

##### b. Turbidité

La turbidité est liée à la présence plus ou moins importante de matières en suspense d'origine minérale ou organique (**SLIMANI, 2003**).

### II.2. - Paramètres physico-chimiques des eaux

#### II.1.2.1. Potentiel d'hydrogène (pH)

RODIER (1996) a annoncé que le pH de l'eau représente à quel point elle est acide ou basique. Les eaux usées domestiques sont généralement neutres ou alcalines, de (6 à 9), elles n'affectent donc pas le pH du milieu récepteur, mais les affluents industriels constituent un facteur très important de modification du pH. L'eau potable doit avoir un pH compris entre 6,5 et 8,5 (**PERRY et al., 2004**).

#### II.1.2.2 Conductivité

La conductivité est la propriété de l'eau qui facilite le passage de l'électricité. Cela est dû à la présence d'ions dans le milieu qui peuvent se déplacer dans le champ électrique. Cela dépend de la nature de ces ions dissous et de leur concentration (**REJSEK, 2002**).

#### II.1.2.3. Oxygène dissous

L'oxygène est toujours présent dans l'eau. Sa solubilité est fonction de la pression partielle atmosphérique et de la salinité. Les niveaux d'oxygène dans l'eau dépassent rarement 10 mg/L. Cela dépend de la source de l'eau, les eaux usées domestiques peuvent en contenir de 2 à 8 mg/L (**LADJEL, 2006**).

#### II.1.2.4. Mesures des matières

**a. Matières en suspension (MES) :** Les matières en suspension (MES) correspondent à la quantité de pollution organique (MVS) et minérale (MMS) non dissoute dans l'eau. Elles constituent un indicateur important du degré de pollution d'un effluent urbain ou industriel. Les MES sont exprimées en milligrammes par litre (mg/L) et représentent les particules dont le diamètre est supérieur à 1 µm dans l'eau (**DUGUET et al., 2006**).

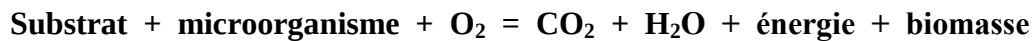
$$\text{MES} = 30\% \text{MMS} + 70\% \text{MVS}$$

**b. Matières volatiles en suspension (MVS) :** Les matières volatiles en suspension (MVS) sont la fraction organique de MES. Elles sont obtenues en calcinant ces MES à 525°C pendant 2 heures. La différence de poids entre les MES à 105°C et les MES à 525°C correspond à la perte au feu, qui est une mesure de la teneur en MVS exprimée en milligrammes par litre (mg/L) (**DUGUET et al., 2006**).

**c. Matières minérales en suspension (MMS) :** Les matières minérales en suspension (MMS) résultent de l'évaporation totale de l'eau, c'est-à-dire de son extrait sec constitué à la fois des matières en suspension et des matières solubles telles que les chlorures, les phosphates, etc. L'abondance des MMS dans l'eau entraîne une augmentation de la turbidité, une réduction de la luminosité et une baisse de la productivité d'un cours d'eau. Cela peut également réduire la quantité d'oxygène dissous et freiner les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à la ré-aération de l'eau. La présence d'une forte proportion de matières organiques consommatrices d'oxygène peut accélérer ce phénomène (**DUGUET et al., 2006**).

### II.1.2.5. Matière organique

**a. Demande biochimique en oxygène (DBO) :** désigne la quantité d'oxygène (exprimée en mg O<sub>2</sub>/L) nécessaire à la dégradation de la matière organique contenue dans 1 litre d'échantillons d'eau dans l'obscurité pendant 5 jours et exprimée en à une température de 20°C. La DBO<sub>5</sub> évalue la quantité de matière organique biodégradable et est mesurée en laboratoire. Les réactions chimiques suivantes résument la DBO<sub>5</sub> (Afnor, 1975).



**b. Demande chimique en oxygène (DCO) :** Demande Biochimique en Oxygène (DBO) : La Demande Biochimique en Oxygène (DBO<sub>5</sub>) désigne la quantité d'oxygène (exprimée en mg O<sub>2</sub>/L) nécessaire à la dégradation de la matière organique contenue dans 1 litre d'échantillons d'eau dans l'obscurité pendant 5 jours et exprimée en à une température de 20°C. La DBO<sub>5</sub> évalue la quantité de matière organique biodégradable et est mesurée en laboratoire. Les réactions chimiques suivantes résument la DBO<sub>5</sub> (Afnor, 1975). En général, on observe les valeurs de DCO suivantes :

DCO = 1,5 à 2 fois la DBO pour les eaux usées urbaines.

DCO = 1 à 10 fois la DBO pour l'ensemble des eaux résiduaires.

DCO > 2,5 fois la DBO pour les eaux usées industrielles.

**c. Carbone organique total (COT) :** Le Carbone Organique Total (COT), exprimé en mg O<sub>2</sub>/L, est mesuré à l'aide d'une technique instrumentale basée sur l'oxydation catalytique d'éléments carbonés dans des échantillons d'eau à 950°C. Cette oxydation produit du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), qui est ensuite mesuré avec un analyseur infrarouge (BOEGLIN, 1991).

### II.1.2.6. Phosphore

D'après LADJEL et BOUCHAFER (2004), l'apport quotidien moyen en phosphore par individu est estimé à environ 4 grammes. Ce chiffre provient principalement du métabolisme humain et de l'utilisation de détergents contenant du phosphore. Il est intéressant de noter que les émissions de phosphore dans l'environnement ne sont pas constantes et peuvent fluctuer en fonction des jours de la semaine. Cette variation peut s'expliquer par des variations dans l'utilisation de détergents ou dans les habitudes alimentaires.

### II.1.2.7. Métaux lourds

Les eaux usées urbaines peuvent contenir divers métaux lourds, tels que le cuivre, le zinc, le fer, le manganèse et le molybdène, provenant principalement des détergents, des produits cosmétiques et des petites unités industrielles (LADJEL et BOUCHAFER, 2004).

### II.1.2.8. Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

Dans l'eau, l'azote réduit soluble se présente sous deux formes : l'ion ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) et la forme non dissociée communément appelée ammoniaque (NH<sub>3</sub>). En ce qui concerne la toxicité de l'ammoniaque, ce n'est pas la forme ionisée qui est toxique, mais la forme non

ionisée dont la proportion dépend du pH et de la température (GAUJOUR, 1995 ; Rodier, 1996).

### **II.1.2.9. Nitrates (NO<sub>3</sub>) et nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)**

Le nitrite et le nitrate sont des ions naturellement présents dans l'environnement. Ils sont le résultat de la nitrification des ions ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Ces ions sont très solubles et peuvent pénétrer dans le sol et les eaux souterraines, où ils peuvent ensuite s'écouler dans les cours d'eau par ruissellement. Les nitrites sont formés par la dégradation des substances azotées, mais ils sont rapidement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable (LEPELTIER, 2005). La teneur maximale admissible en nitrate dans l'eau est fixée à 50 mg/l (COULAUD, 2002). La réduction du nitrate en nitrite chez les nourrissons entraîne une méthémoglobinémie, l'incapacité du sang à transporter l'oxygène (GAUJOUR, 1995).

### **II.1.2.10. Fer et manganèse**

Le fer et le manganèse sont présents sous forme d'impuretés minérales dans l'eau et n'ont pas d'effets significatifs sur la santé humaine. Cependant, ils peuvent causer une coloration de l'eau et entraîner la formation de dépôts dans les réseaux. Ces dépôts peuvent provoquer des problèmes de corrosion. De plus, ces métaux peuvent influencer les caractéristiques organoleptiques de l'eau, tout comme d'autres métaux tels que le cuivre, l'aluminium et le zinc. Dans les eaux de surface, le fer et le manganèse sont généralement présents sous forme oxydée et précipitée, ce qui permet leur élimination lors des traitements conventionnels de clarification (Dégrémont, 1984).

### **II.1.2.11. Phosphates**

Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération du phénomène d'eutrophisation dans les lacs et les rivières. Lorsqu'ils dépassent les normes réglementaires, ils sont considérés comme un indicateur de contamination fécale, ce qui peut entraîner une prolifération de micro-organismes, altérer le goût de l'eau et causer une coloration indésirable (RODIER, 2005).

### **II.1.2.12. Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)**

Les sulfates dissous dans l'eau proviennent principalement de certains minéraux, en particulier du gypse, ou sont formés par l'oxydation de minéraux sulfureux. La limite supérieure admise pour les sulfates dans l'eau potable est de 250 mg/L (KEMMER, 1984).

### **II.1.2.13. Chlorures (Cl<sup>-</sup>)**

La teneur en chlorures dans l'eau varie considérablement en fonction de la nature des terrains traversés par l'eau. L'inconvénient majeur des chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau, en particulier lorsque la concentration dépasse 250 mg/L, notamment lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (RODIER, 2005).

### II.2. Caractéristiques microbiologiques

L'eau destinée à la consommation humaine contient de nombreux microorganismes pathogènes responsables d'infections graves. Il s'agit notamment de bactéries, de virus, ainsi que de champignons et d'algues (**HASLAY et LECELER, 1993**).

#### II.2.1. Germes totaux

Les germes totaux sont des microorganismes qui se développent dans des conditions aérobies. Leur présence indique une contamination bactérienne et leur dénombrement fournit des informations sur la qualité hygiénique de l'eau destinée à la consommation humaine (**BOURGEOIS et al., 1991, OMS, 2000**). Ils permettent ainsi d'évaluer le niveau de protection des nappes souterraines dont provient l'eau **analysée (RODIER, 2005)**.

#### II.2.2. Coliformes

Les coliformes appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae. Le terme "coliformes" désigne des organismes en forme de bâtonnets, non sporogènes, Gram-négatifs, oxydase négatifs, aéro-anaérobies facultatifs, capables de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et de gaz en 48 heures à des températures de 35 et 37 °C. Les genres de coliformes comprennent *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia* et *Serratia* (**RODIER, 2005**).

##### II.2.2.1. Coliformes fécaux ou coliformes thermotolérants

Les coliformes fécaux, également appelés coliformes thermotolérants, sont des coliformes qui présentent les mêmes caractéristiques (propres aux coliformes) après incubation à une température de 44 °C (**Edberg et al., 2000**). Dans le même sens, Les coliformes fécaux ne se trouvent que chez les animaux, ce qui fait d'eux un indicateur intéressant. Leur présence dans l'eau traduit donc nécessairement une contamination fécale (**DIOP, 2006**). *Escherichia coli* est probablement l'espèce de germes fécaux la plus spécifique. Le terme "Escherichia coli présumé" désigne des coliformes thermotolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane à 44 °C et présentent des caractéristiques biochimiques propres à cette espèce (**BOURGEOIS et MESCLE, 1996**).

#### II.2.4. Streptocoques fécaux

Le terme « streptocoques fécaux » désigne les streptocoques généralement présents dans les fesses de l'homme et des animaux, les streptocoques fécaux se multiplient rarement dans l'eau polluée et leur persistance est supérieure à celle d'*E. coli* et des coliformes (**OMS, 2000**). Les streptocoques fécaux regroupent l'ensemble des streptocoques possédant une substance antigénique caractéristique du groupe D de Lancefield (**RODIER, 2005**). Ils sont généralement considérés comme des indicateurs de pollution fécale. Ce sont des bactéries à Gram positif, se présentant en chaînettes, anaérobies facultatifs, catalase négatif et immobiles (**BOURGEOIS et MESCLE, 1996**).

### II.2.5. Clostridium sulfito-réducteurs

Selon ARMAND (1996), les Clostridium sulfito-réducteurs, organismes du phylum Firmicutes et de la classe des Clostridia, sont fréquemment reconnus en tant qu'indicateurs de contamination fécale ancienne ou intermittente. Leur présence continue signifie généralement une défaillance dans un certain segment du processus de filtration naturelle. Ces organismes, décrits comme des bacilles Gram-positifs, présentent des caractéristiques spécifiques : ils sont strictement anaérobies, pouvant être isolés ou présents en chaînes, et présentent une mobilité associée à une réaction catalase positive. Ils ont la capacité de réduire le sulfite de sodium en sulfure, un mécanisme de réduction chimique intéressant. Par ailleurs, il convient de noter que la forme sporulée de ces Clostridium sulfito-réducteurs présente une résistance significativement supérieure comparativement à leurs formes végétatives (**BOURGEOIS et MESCLE, 1996**).

### II.2.6. Salmonelles

Les Salmonelles, appartenant à la famille taxonomique des Enterobacteriaceae, sont des bactéries Gram-négatives qui affichent des caractéristiques facultatives d'anaérobiose. Elles démontrent généralement une mobilité grâce à l'existence de cils péritriches, bien que des variants non mobiles aient été documentés (**BOURGEOIS et MESCLE, 1996**). Parmi les sérotypes de Salmonella spécifiquement adaptés à l'hôte humain, on retrouve Salmonella Typhi, ainsi que les sérotypes S. Paratyphi A et S. Sendai. Ces derniers sont les principaux agents responsables de la fièvre typhoïde chez l'homme. Il est à noter que, bien que généralement reconnues comme pathogènes, la virulence des Salmonelles et leur potentiel pathogénique peuvent varier considérablement (**RODIER, 2009**).

## II.3. Maladies d'origine hydrique

Dans la nature, l'eau ne représente pas toujours une source de vie, car elle peut véhiculer divers micro-organismes tels que des bactéries, des virus et des parasites (**RODIER, 1999**). Les maladies d'origine hydrique présentent des symptômes communs tels que des diarrhées, parfois de la constipation, des crampes abdominales, de la fièvre et des vomissements. Ces symptômes similaires compliquent le diagnostic, ce qui nécessite de fournir au médecin le plus d'informations possible, telles que les pays récemment visités, les personnes rencontrées, les aliments consommés, les précautions prises et les risques professionnels (**François, 2008**). Les maladies causées par des bactéries véhiculées par l'eau sont nombreuses, parmi lesquelles on trouve les plus courantes :

### II.3.1. Choléra

Selon SOUMRE (1997), le choléra est une infection bactérienne aiguë du tractus intestinal pouvant entraîner rapidement la mort. Une fois que Vibrio cholerae s'attache à la surface des cellules épithéliales de l'intestin, il se multiplie et produit une entérotoxine qui perturbe les processus ioniques, entraînant des pertes sévères en eau et en électrolytes sous forme de diarrhées et de vomissements. En l'absence d'un traitement adapté, le patient décède. La transmission de cette maladie se fait par voie féco-orale.

### **II.3.2. Fièvre typhoïde et paratyphoïde**

D'après l'OMS (2015), la fièvre typhoïde et paratyphoïde sont causées respectivement par les bactéries *Salmonella typhi*, *S. para typhi* A, B et C. Les agents responsables de la fièvre typhoïde et paratyphoïde se retrouvent dans les selles et les urines des personnes infectées. Les personnes contractent ces maladies en consommant de l'eau contaminée par des déchets contenant ces bactéries. Une fois dans l'organisme, les bactéries se multiplient et se propagent à partir des intestins dans la circulation sanguine.

### **II.3.3 Dysenterie**

La dysenterie est un terme générique qui décrit des maladies provoquant une diarrhée douloureuse et sanglante accompagnée de coliques, de nausées et de vomissements. On distingue la dysenterie bacillaire ou shigellose (causée par diverses bactéries) et la dysenterie amibienne ou amibiase (causée par des amibes). Seule la shigellose peut entraîner la mort (BRIERE, 2000).

### **II.3.4. Hépatites virales**

PIERRE et BERNARD (2012) ont constaté que les deux principaux virus responsables d'hépatites virales aiguës sont le virus de l'hépatite A (VHA) et le virus de l'hépatite E (VHE). Les deux sont transmis par voie féco-orale et peuvent provoquer de grandes épidémies. L'eau joue un rôle essentiel dans leur transmission. Toutefois, ils correspondent à deux modèles épidémiologiques distincts.

# **Chapitre III**

---

## **Matériel et méthodes**

### III.1. -Présentation de la région du Souf

#### III.1.1. - Situation géographique de la région du Souf

La région du Souf ( $33^{\circ}$  à  $34^{\circ}$  N. ;  $6^{\circ}$  à  $8^{\circ}$  E) est située dans la partie Nord-Est de l'Algérie et plus précisément aux couffins septentrionaux de l'Erg Oriental (**Fig. 2**). Elle est limitée à l'Ouest par la traînée des chotts de l'Oued Rhir, au Nord par les chotts suivants; Merouane, Melrhir, et Rharsa, et par l'immense chott tunisien El-Djerid qui le borde à l'Est. Au Sud, par l'extension du grand Erg Oriental (**VOISIN, 2004 ; CÔTE, 2006 ; HALISY., 2007**).

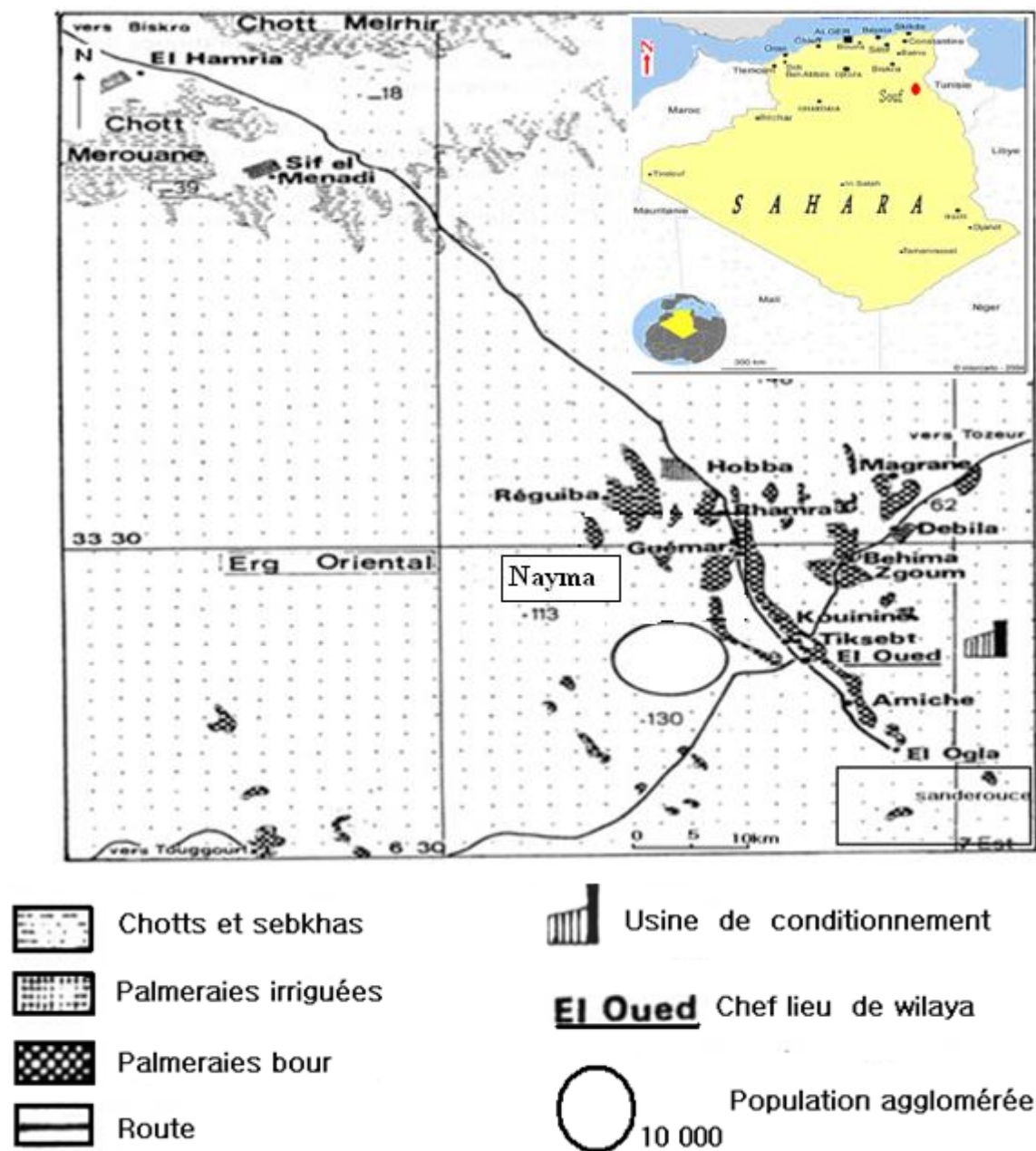


Figure 2 : Situation géographique de la région du Souf (DUBOST, 2002 adaptées).

#### III.1.2. - Relief de la région du Souf

D'après VOISIN (2004) le relief du Souf est presque tout entier compris entre 2 lignes de dunes, orientées Est-Ouest (Fig. 2) ; la première au Nord est la courbe des 50 m, et la seconde au

Sud, celle des 100 m. Une troisième ligne, reliant les points de 75 m, est parallèle à ces deux lignes en leur milieu. La courbe de niveau des 50m passe par Réguiba, Magrane et Hassi-Khelifa. Celle des 75 m relie Guémar à Z'goum et la courbe des 100 m, Oued-Ziten, Amiche et El-Ogla. Le plus haut sommet du Souf est une dune de 127 m, située à 2 Km au Sud d'Amiche. Entre ces lignes de dunes, des terres plates (le Sahane) forment des dépressions entourées de dunes (**NADJEH, 1971**).

### **III.1.3. - Climat de la région du Souf**

La région du Souf présente un climat de type saharien, qui se distingue par une grande amplitude de température entre le jour et la nuit, l'été et l'hiver. Cette région est caractérisée par des étés brûlants, aussi durs que ceux observés dans le Sahara central (**VOISIN, 2004**). Les précipitations sont rares (moyenne pluviométrique ne dépasse pas 60 mm par an) et irrégulières avec de fortes variations d'un mois à l'autre et d'une année à l'autre. Enfin, la région est soumise à des vents forts et constants, dont l'influence est renforcée par le manque d'obstacles au sol, l'absence de reliefs et la rareté de la végétation (**KHECHEKHOUCHE et al., 2017**).

## **III.2. - Choix et description des stations d'étude**

### **III.2.1. - Choix des stations d'étude**

Le choix des stations s'est basé sur un paramètre primordial qu'est la présence de l'eau dans les zones humides à étudier. Ainsi le choix s'est effectué sur d'autres paramètres tels que l'accessibilité des stations d'étude en matière de sécurité et du transport.

### **III.2.2. - Description des stations d'étude**

#### **III.2.2.1. - Lac El-Chat**

Le lac El-Chat est situé dans la municipalité d'El-Oued (6°51'28'E, 6°51'48'E, 33°23'21'N à 33°22'46 'N) (Fig, 3). Sa superficie approximative est estimée de 57,33 h2 avec une altitude qui oscille entre 62m et 67m. Plusieurs espèces végétales fréquentent la station dont les dominantes sont : *Tamarix* sp., *Phragmites communis* et *Zygophyllum album* l.



**Figure 3 : Vue d'ensemble du Lac El-Chat (Photo originale, 2022)**

#### **III.2.2.2. - Lac Taleb Al-Arbi**

Ce lac est situé à 72km au nord-est de la capitale de la wilaya d'EL Oued, près de la ville de El-Taleb El-Arbi ( $7^{\circ}30'33''\text{E}$ ,  $7^{\circ}90'41''\text{E}$ ,  $33^{\circ}44'38''\text{N}$  à  $33^{\circ}44'32''\text{N}$ ) (Fig, 4). Ce lac est un biotope dépressionnaire sec et salé qui est alimenté par les eaux usées non traitées de la commune d'El-Taleb El-Arbi. La lac s'étend dans une direction Est-ouest, mesure 0,71 kilomètres de long, varie en largeur de 0,23 à 0.48 kilomètre et couvre une superficie d'environ 12 hectares. L'altitude du chott est comprise entre 36m et 39m. Les espèces végétales les plus répandues sont : *Zannichellia palustris*, *Aeluropus littoralis* et *Scirpus* sp.



**Figure 4 : Les eaux usées de la municipalité de Taleb Al-Arbi (Photo originale, 2023).**

### III.2.2.3. -Chott El-Dhiba

Chott Edhiba est situé à 47 km au nord-est de la capitale provinciale d'EL Oued, près de la ville de Magrane (5°22'42'E, 5°21'52'E, 31°57'30'N à 31°59'02 'N) (Fig. 5). Il est situé à l'est de la route nationale de Biskra 48° El oued (19 km sur la droite). La route municipale 49 coupe le sentier d'ouest en est. Le site est situé près de la ville de Daïra de Magren, à 40 kilomètres à l'ouest du département d'El Oued (Souf). Selon KHECHEKHOUCHE et *al.*, (2020), Chott Edhiba est un lac salé naturel alimenté par les eaux usées traitées d'une station d'épuration à travers le système lagunaire de Kouinine (Wilaya d'El Oued). La chott s'étend dans une direction nord-sud, mesure 9,73 kilomètres de long, varie en largeur de 0,8 à 1,52 kilomètre et couvre une superficie d'environ 600 hectares. L'altitude du chott est comprise entre 6m et 22m. La texture du sol est sableuse, riche en calcaire, plus ou moins salin, mais pauvre en matière organique (KHADRAOUI, 2005).



**Figure 5 : Vue d'ensemble du Chott El-Dhiba (Chat Hallofa) (Photo originale, 2023).**

### III.3. - Méthodologie d'échantillonnage et modes de prélèvements

Dans cette partie, on va développer travail choix des points de prélèvement des eaux des zones humides et l'ensemble des analyses effectués après l'échantillonnage des eaux.

#### III.3.1. -Méthodologie d'échantillonnage des eaux des zones humides

Au cours de la période de quatre mois de janvier, février, mars et avril, nous procéderons à des analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux de trois zones humides de la région du Souf. Sur chaque site, nous avons prélevé des échantillons d'eau pour analyse physico-chimique et bactériologique. Recueillir des échantillons à l'aide d'un refroidisseur et de bouteilles en verre stériles d'une capacité de 180 ml. Avant de remplir les flacons, nous étiquetons soigneusement chaque échantillon avec la date, le nom du site et le mois de l'année pour permettre une identification précise des stations d'étude.

### III.3.2. -Prélèvement et conservation des échantillons

#### III.3.2.1. Moyens utilisés lors du prélèvement des eaux des stations étudiées

Des flacons (plastique pour analyse physico-chimique) des flacons en verre stérile, un appareil photo, glacière, plongeur Goblet.

#### III.3.2.2. Échantillonnage des eaux

Le matériel de prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière, qui s'adapte avec le type d'analyse procédé comme suivant :

Pour les analyses physico-chimiques, l'emploi des flacons de plastique (polyéthylène), d'un 1,5L. avant de procéder au prélèvement des échantillons des eaux, les bouteilles seront rincées 3 fois avec de l'eau distillée, puis elles sont rincées sur le terrain avec l'eau à analyser pour éviter toutes contaminations, après le prélèvement les bouteilles sont fermées pour éviter l'évaporation.

Pour les analyses bactériologiques, les flacons en verre seront stérilisés par la chaleur, soit à l'autoclave à 120° C pendant une heure.



**Figure 6 : Plongeur Goblet a prélèvement.**

Au moment du prélèvement, les flacons remplie jusqu'au bord bouchon sera place de telle façon qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport. Les échantillons sont gardés soigneusement dans l'ombre (température ambiante de l'ordre de 4° C), en utilisant une glacière pour maintenir la température des échantillons (**Rodier et al., 2005**).



Figure 7 : Flacons de verre en glacière.

### III.3.2.3. -Méthodes d'analyses

Les paramètres choisis sont ceux qui permettent d'apprécier le mieux la qualité des eaux à savoir leur action sur la santé, soit le pH, la température, la conductivité électrique, les éléments minéraux majeurs, etc. Les analyses bactériologiques et physicochimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de l'Algérienne Des Eaux (**A.D.E**) d'El Oued.

### III.3.3. -Analyses effectués après échantillonnage des eaux dans les différentes zones humides étudiées

#### III.3.3.1 -Analyses physico-chimiques (Rodier., 2005)

##### a. Température ( $T^0$ )

La température est mesurée à l'aide d'un multi-paramètre (**HACH SL1000**) et est exprimée en degré Celsius(c). Les mesures se font in laboratoire.

##### b. PH

Le PH est en relation avec la concentration des ions hydrogène  $[H^+]$  présent dans l'eau. C'est une mesure qui donne des indications sur l'acidité, basicité et neutralité des eaux grâce à un multi-paramètre (**HACH SL1000**).

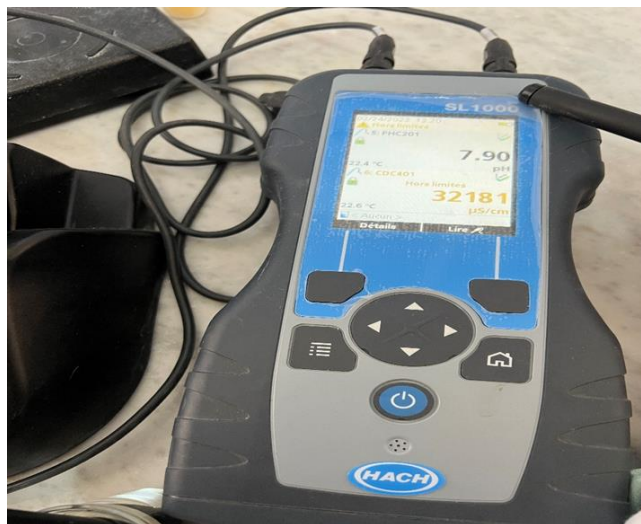


Figure 8 : Muti-paramètre (HACH SL1000), (photo personnelle, 2023).

### c. Conductivité électrique et solides dessous (T.D.S.)

La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement, à mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dessous dans l'eau. La conductivité s'exprime en micro siemens par centimètre (MS/cm). On détermine la conductivité directement en la mesurant à l'aide d'un multi-paramètre (**HACH SL1000**). Les solides dessous d'un échantillon d'eau, base sur la valeur calculée de la conductivité électrique, peuvent être calculés en utilisant l'équation suivante :

$$\text{Solides dessous (mg/l)} = 0.64 \times \text{conductivité (ms/cm)}$$

### d. Salinité

C'est le pourcentage de sels totaux (solides et dessous) formes à partir d'halogènes et de métaux, et son unité est le mg/l, et il est mesure ce dernier, il suffit d'appuyer sur le SAL bouton, et il nous donne directement le résultat.

### e. La turbidité :

La turbidité d'une eau est causée par des matières non dissoutes. Celles-ci atténuent la radiation incidente et les particules insoluble diffusent la radiation de façon inégale. Elle est mesurée par un appareil appelé Turbidimètre optique et électronique **HACH modèle TL2300**.



Figure 9 : Turbidimètre (HACH modèle TL2300), (photo personnelle, 2023).

### f. Nitrite (NO3- )

Suivant les instructions mentionnées dans le carton de réactif. Le tube de réactif est composé à deux produit : liquide et poudre au niveau de bouchon, nous mélangeons bien le poudre et liquide, nous ajoutons du 0.2 ml l'échantillon de l'eau au tube de réactif et on mélange bien la produit. On attend 10 minutes. Et après on à lire le résultat avec l'appareil de Spectrophotomètre (**HACH**).



Figure 10 : Spectrophotomètre (HACH), (Photo originale,2023).

### III.3.3.2. -Analyses bactériologiques effectuées pour les échantillons des eaux étudiées

Nous avons effectué pendant notre travail la recherche des germes indicatifs suivants :

- Les germes totaux.
- Les coliformes totaux et les coliformes fécaux.
- Les streptocoques fécaux.
- Les sulfite-réducteurs.

Certaines des bactéries présentes dans ces zones humides telles que : coliformes totaux et fécaux, streptocoques fécaux et selfito réducteurs, ...etc. ; peuvent être à l'origine de nombreuses maladies graves dont la plus connue et la plus importance est qui sont :

- ✓ Le cholera (*Vibrio cholerae*).
- ✓ La fièvre typhoïde et gastro-entérite (*salmonella typhi* et *E. Coli*).
- ✓ La diarrhée infectieuse.
- ✓ La tuberculose (*mycobaterum tuberculosis*) (**BEKKOUCHE et al., 2013**).

- **Matérielles :**

Voici le matériel adopté pour réaliser le prélèvement des eaux à étudier : Pipete, autoclaves, bains marine, étuve-incubateurs, anse et bec Bunsen.

#### a. Recherche et dénombrement des *germes totaux*

- **Définition**

Ce sont des germes qui se développent dans des conditions aérobies. Leur présence est indicatrice de pollution bactérienne. Leur dénombrement donne une information sur la qualité hygiénique de l'eau destinée à la consommation humaine (**Bourgeois et al.,1991**).

Ainsi, ils renseignent sur le degré de protection des nappes souterraines d'où provient l'eau à analyser (**Rodier et al., 2005**).

- **Milieu de culture**

-Gélose Glucose Typotone à l'extrait de levure et Agar TGEA.

- **Mode opératoire**

-Dans un bain d'eau, nous fondons le TGEA à 80 degrés de température.

-15ml de gélatine fondue est versée dans une boîte de pétri.

-Pres d'un bec d'essence, ajoute 1ml d'eau à analyser dans une boîte de pétri.

-Incuber la boîte pétrie à 37 C pendant 24 heures dans une étuve pour le séchage.

- **Expression des résultats**

Pour les germes totaux, le nombre de colonies compte sur une boîte, multiplie par 100, indique le nombre de germes totaux contenus dans 100ml d'échantillon. Les résultats sont exprimés en nombre de microorganismes revivifiables par ml (**ISO,1999**).

**b. Recherche et dénombrement des *Coliformes totaux et fécaux***

- **Définition**

**1) Coliformes totaux :**

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau car ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale (**Archibald, 2000 ; Edberg et al., 2000**).

Ce groupe compose des principaux genres suivants : Nitrobacter, Enterobacter, Escherichia, Klebsiella et Serratia (**Chevalier, 2003**). La plupart des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé, à l'exception de certaines souches d'Escherichia coli (E. coli) ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes (**Edberg et al.,2000 ; OMS,2000**).

**2) Coliformes fécaux :**

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux ont la capacité de fermenter le lactose à une température de 44,5°C. L'espèce la plus habituellement associée à ce groupe bactérien est l'Escherichia coli (E. coli) (**Edberg et al.,2000**).

- **Milieus de culture**

-Bouillon lactose au pourpre de bromocresol (BCPL) à double concentration(D/C).

-Bouillon lactose au pourpre de bromocresol (BCPL) à simple concentration (S/C).

-Milieu de confirmation : Vert bouillon lactose (VBL).

-Milieu de confirmation : bouillon de Schubert.

-Réactif de Kovacs pour la recherche d'indole.

- **Mode opératoire**

**1<sup>ère</sup> étape : Test présomptif de la présence ou l'absence des *coliformes***

-3 tubes de 10 ml de PCBL à double concentration munis d'une cloche de durham avec 10 ml d'eau à analyser.

-3 tubes de 10 ml de PCBL à simple concentration munis d'une cloche de durham avec 1 ml d'eau à analyser.

-3 tubes de 10 ml de PCBL à simple concentration munis d'une cloche avec 0,1 ml d'eau à analyser.

-On agite pour homogénéiser tout en vidant l'air dans la cloche et placer les tubes dans une étuve à 37° C pendant 24 heures.

-Après incubation, les tubes considérés comme positifs présentent un trouble dans toute la masse liquide, avec virage du violet au jaune et un dégagement de gaz dans la cloche (**ISO, 2000**).

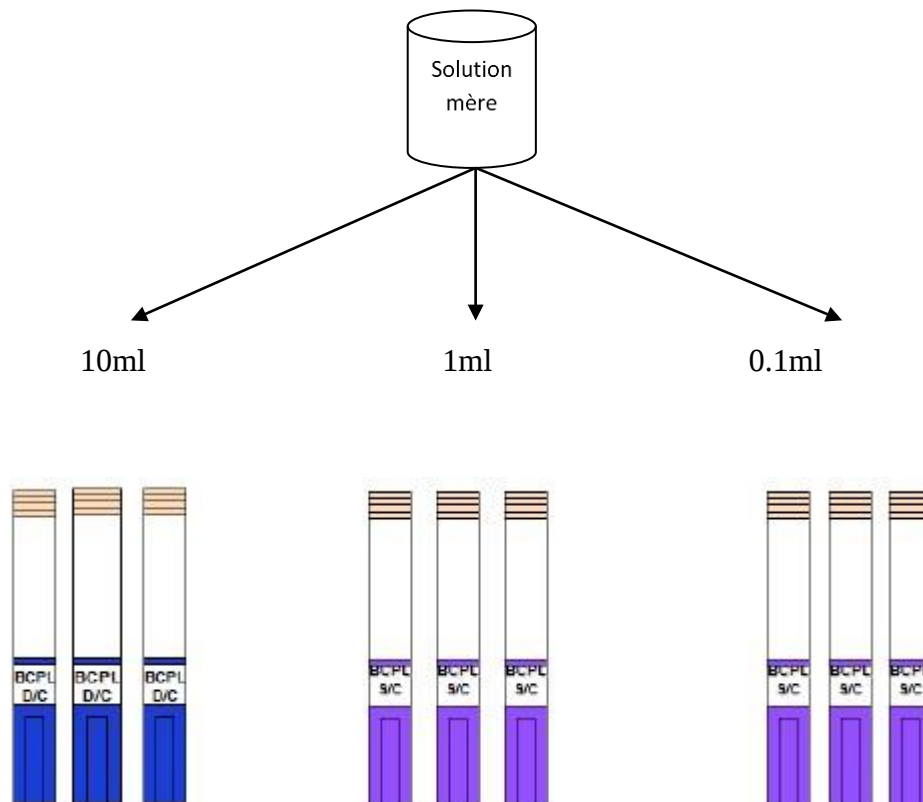
### 2<sup>ème</sup> étape : Test confirmatif de la présence ou l'absence des *coliformes totaux*

-Ajouter dans chaque tube de PCBL positif gouttes par une pipette Pasteur dans une tube de bouillon VBL muni d'une cloche de Durham :

-On incube a 37° C pendant 24 heures.

-On considère comme positifs toutes les tubes présentant à la fois ;

- ✓ Un trouble avec un dégagement gazeux.



Incubation à 37 °C pendant 48h

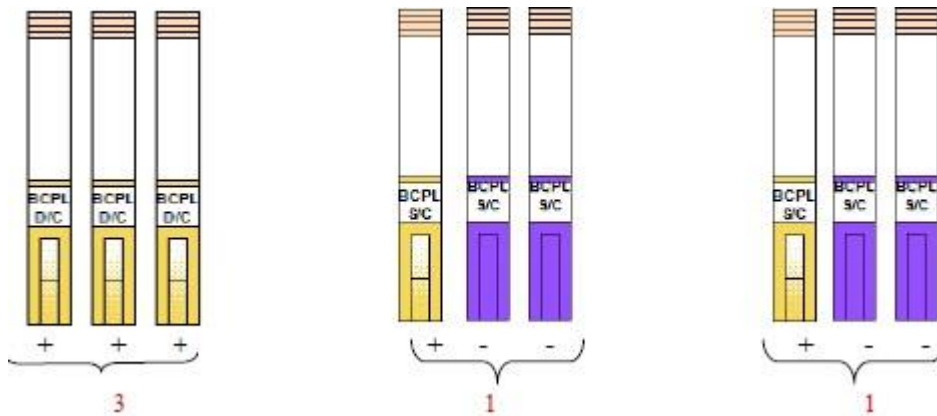


Figure 11 : Recherche et dénombrement de coliformes totaux.

- **Expression des résultats des *Coliformes totaux***

Après 24 heures, nous remarquons un changement de couleur avec du gaz. Le nombre des *coliformes totaux* est obtenu en comptant le nombre des tubes positifs en se référant à la table de Mac Credy qui nous donne le nombre le plus probable (NPP)(ISO,2014).

### 3<sup>ème</sup> étape : Test de la présence ou l'absence des *coliformes fécaux*

-Ajouter dans chaque tube de PCBL positif 6 gouttes une pipette Pasteur dans un tube de bouillon Schubert muni d'une cloche de Durham :

-On incube a 44°C pendant 24 heures.

-On considère comme positifs tous les tubes présentant à la fois ;

- ✓ Un trouble avec un dégagement gazeux.

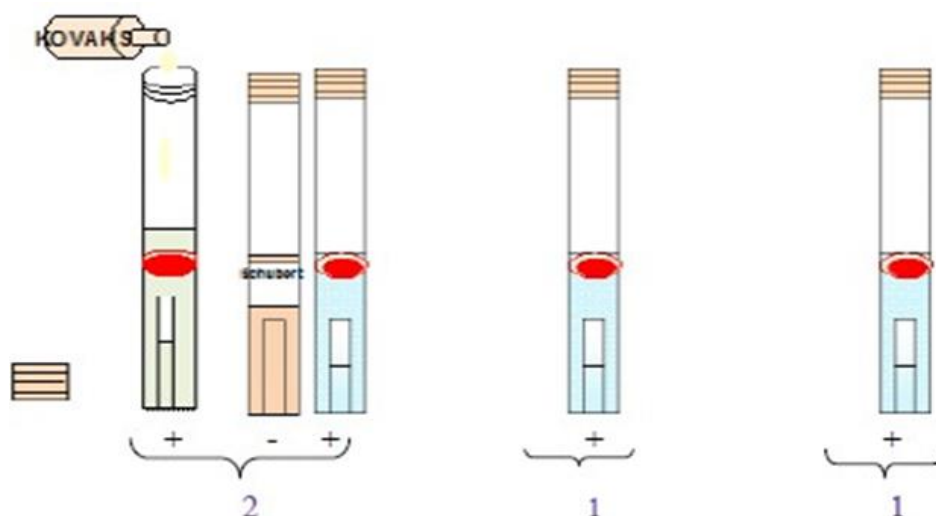


Figure 12 : Recherche et dénombrement de coliformes fécaux.

- **Expression des résultats des *coliformes fécaux***

Après 24, nous remarquons la turbidité de la couleur avec du gaz anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *coliformes fécaux* après adjonction de 2 gouttes de réactif de Kovacs.

Le dénombrement de *coliformes fécaux* s'effectue de la même façon que celui des *coliformes totaux* sur ta table de Mac Credy (**Annexes A**) (ISO ,2000).

- c. **Recherche et dénombrement des *Streptocoques fécaux***

- **Définition**

Sous la dénomination générale le <*Streptocoques fécaux*>, il faut entendre l'ensemble des streptocoques possédant une substance antigénique caractéristique du groupe de Lance Field (**Rodier,2005**).

Ils sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale. Ils sont des Gram positifs, groupes en chainettes, anaérobies facultatifs, catalase négatif et immobiles (**Bourgeois et al., 1996**).

- **Milieu de culture**

-Milieu de Rothe a doublé concentration (D/C).

-Milieu de Rothe a simple concentration (S/C).

-Milieu de confirmation Eva Litsky.

- **Mode opératoire**

**1<sup>ère</sup> étape : Test présomptif**

-3 tubes de 10 ml bouillon de Rothe (D/C) avec 10 ml d'eau à analyser.

-3 tubes de 10 ml bouillon de Rothe (S/C) avec 1 ml d'eau à analyser.

-3 tubes de 10 ml bouillon de Rothe (S/C) avec 0,1 ml d'eau à analyser.

-On incube a 37° C à 24 heures.

-Les tubes présentant un trouble microbien sont considérés comme positifs et sont soumis au test confirmatif.

**2<sup>ème</sup> étape : Test confirmatif**

-On agite les tubes puis on prélève de chacun d'eux successivement 6 gouttes avec pipette Pasteur pour les reporter dans des tubes de milieu Eva Litsky.

-On incube a 37°C pendant 24 heures.

-L'apparition d'un trouble microbien confirme la présence d'un *STREPTOCOQUE FECAUX*, parfois la culture s'agglomère au fond du tube en fixant le colorant et en formant une pastille violette de signification identique à celle du trouble.

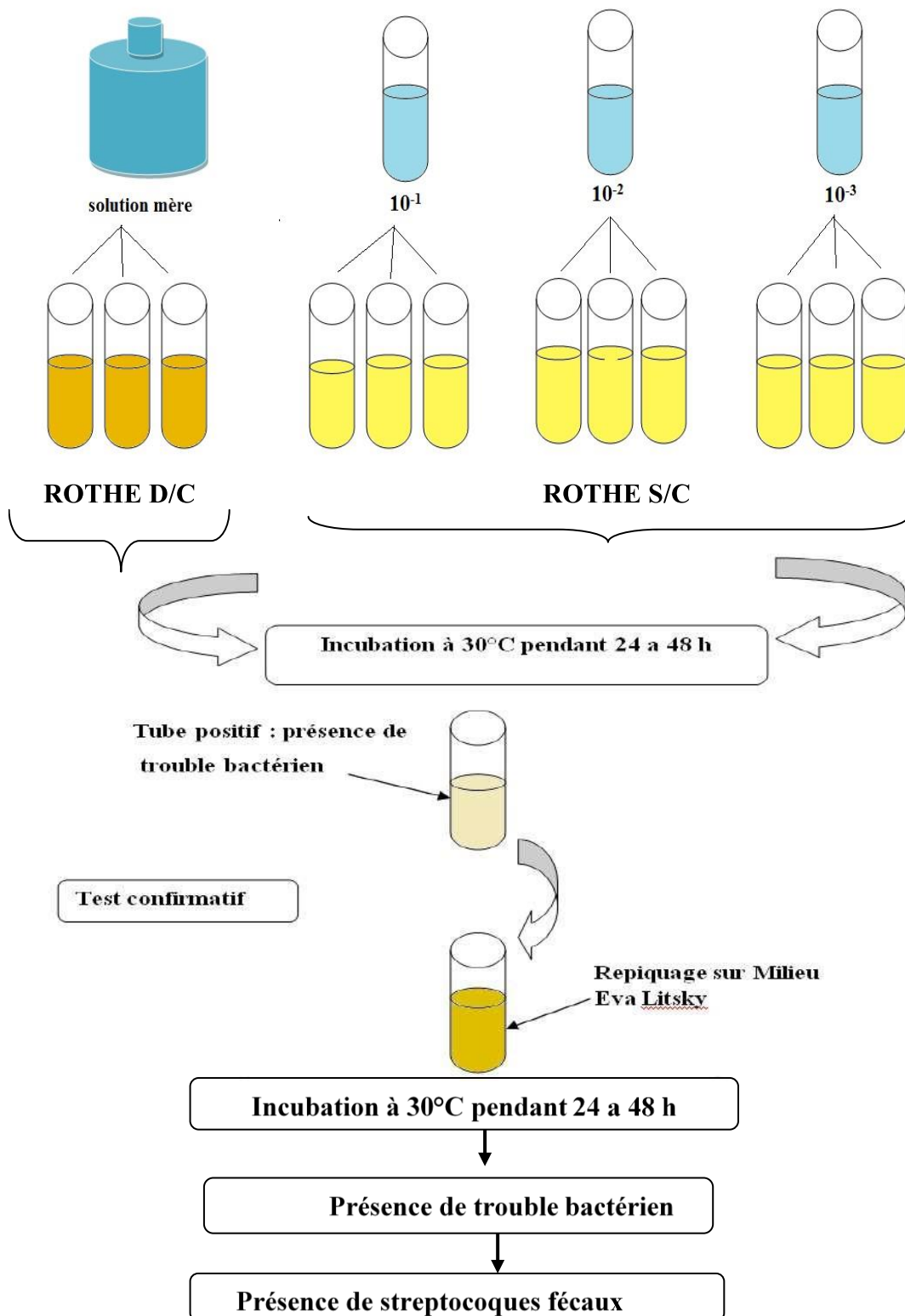


Figure 13 : Recherche et dénombrement de streptocoques fécaux.

- Expression des résultats

Après 24 heures, nous remarquons présente Précipite blanc. Les résultats de dénombrement sont exprimés comme ceux d'Streptocoques fécaux en nombre de germes d'échantillon. En se référant à la table Mac Credy (ISO, 1998).

**d. Recherche de spore Clostridium selfito-réducteurs****• Définition**

Sont souvent des témoins de pollution fécale ancienne ou intermittente. Leur permanence marque la défaillance en un point donne du processus de filtration naturelle (**Armand, 1996**).

Ce sont des bacilles Gram positifs, anaérobies stricts, isolés ou en chaînettes, mobiles, catalase positive, réduisent le sulfite de sodium en sulfure. La forme sporulée des Clostridium selfito-réducteurs est beaucoup plus résistante que les formes végétales (**Bourgeois et al., 1991**).

**• Recherche de spores des bactéries selfito-réducteurs (ISO 14189)**

La recherche et le dénombrement des spores de Clostridium selfito-réducteurs est faite dans deux buts :

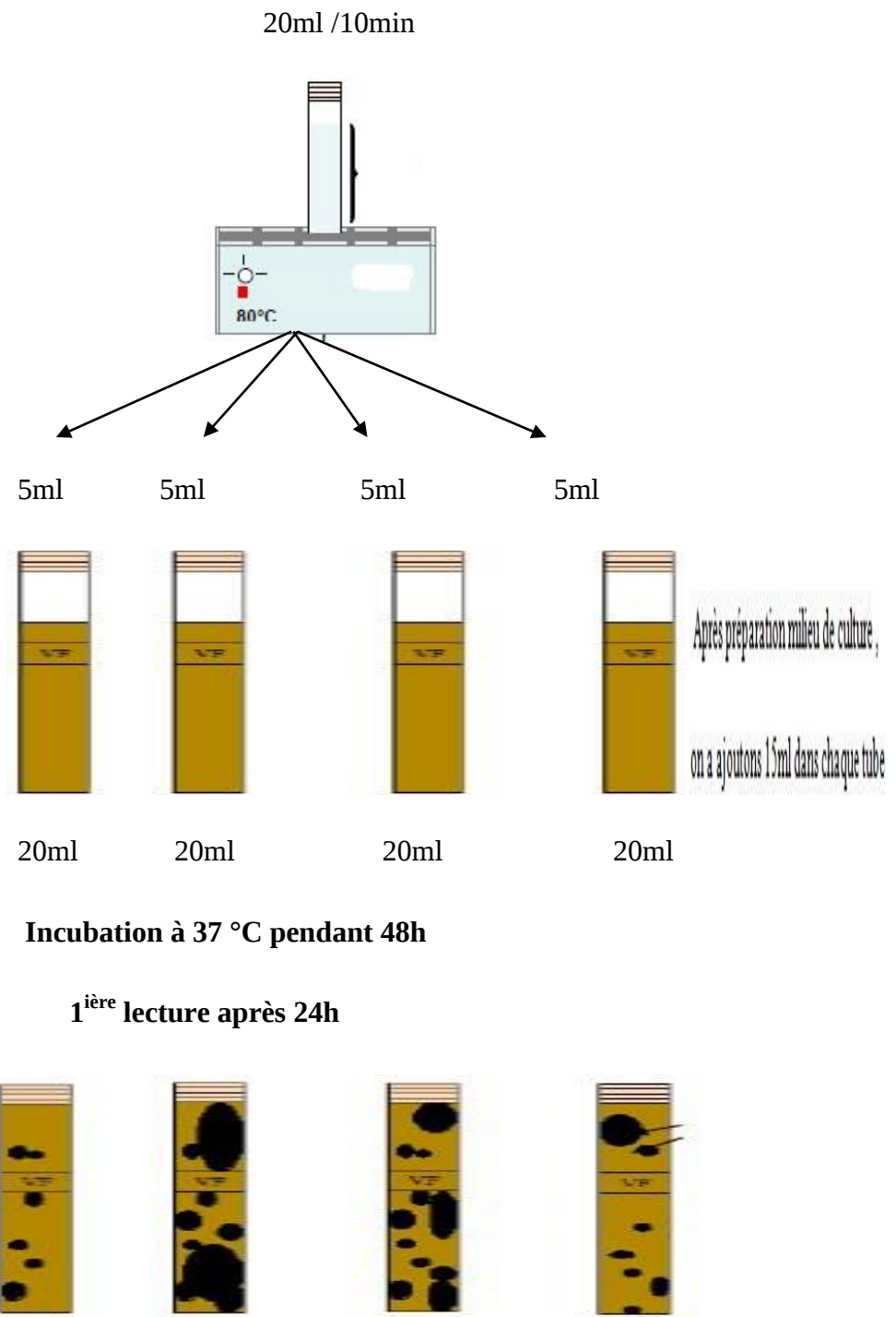
- 1) **Clostridium perfringens** : de type A est recherché car parfois responsable d'intoxications alimentaires.
- 2) **Clostridium selfito-réducteurs** : bactéries commensales de l'intestin, sont dénombrées afin de rechercher une contamination fécale (**Larcher, 2017**).

**• Milieu de culture**

- VF la gélose viande-foie.

**• Mode opératoire**

- Prendre 20 ml de chaque échantillon à analyser et le diviser par 04 tube durham (5 ml chacun).
- Mettre les tubes durhams bain marie pendant 15 min à 75°C.
- Liquéfier la viande-foie à 100°C au bain marie.
- Retirer les tubes durhams du bain marie et laisser refroidir.
- Remplir les tubes avec le milieu de culture et les bien fermer.
- Remplir un tube de la gélose viande-foie et l'utiliser comme témoin.
- Ajouter des huiles de vaseline et Incubation dans l'autoclave pendant 48 h à 37°C.



**Figure 14 :** Recherche et dénombrement de selfito Réducteurs.

- **Expression des résultats**

**-La première lecture :**

Se fait après 24 heures, on dénombre les points noirs présents dans chaque tube, et la lecture se fait après 48 heures, c'est à dire le nombre de points noirs présents dans chaque tube.

**-La deuxième lecture :**

Lorsqu'il y a un tube que nous ne pouvons pas compter, nous reprenons son numéro dans la première lecture, et à la fin nous collectons les points dans les quatre tubes.

## **Chapitre IV**

---

### **Résultats et Discussion**

## IV. 1. -Résultats est Discussions

Dans cette partie, nous verrons et analyserons les résultats physico-chimique et bactériologiques des prélèvements d'eau qui ont été étudiés pour les plantes d'eau les stations suivantes de la wilaya de Souf :

- Lac Chatt.
- Les eaux usées de la municipalité de Taleb Al-Arbi.
- Chatt Al-Dhiba.

## IV.2. -Paramètres physico-chimiques

### IV.2.1. -Température (T<sup>0</sup> c)

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers, elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). (SARI, 2014). Le tableau suivant présente les résultats de la température à divers mois, selon les stations d'étude :

**Tableau 1 : les valeurs de Température pendant quatre mois en °C.**

| Stations<br>Moins | Chatt   | Taleb El-Arbi | Chott Dhiba |
|-------------------|---------|---------------|-------------|
| Décembre          | 17,9° c | 18,1° c       | 17,6° c     |
| Janvier           | 18,1° c | 17,7° c       | 17,3° c     |
| Mars              | 22,6° c | 23,2° c       | 24,8° c     |
| Avril             | 22° c   | 30,6° c       | 28,4° c     |

A partir des données enregistrées dans le tableau 01, les observations basées sur les températures nous indique que :

En décembre, la zone de Dhiba a la température la plus basse avec 17,6°C, suivie de la zone de Chatt avec 17,9°C, et enfin la zone de Taleb El-Arbi avec 18,1°C. Cela suggère que Dhiba est légèrement plus froide que les deux autres zones.

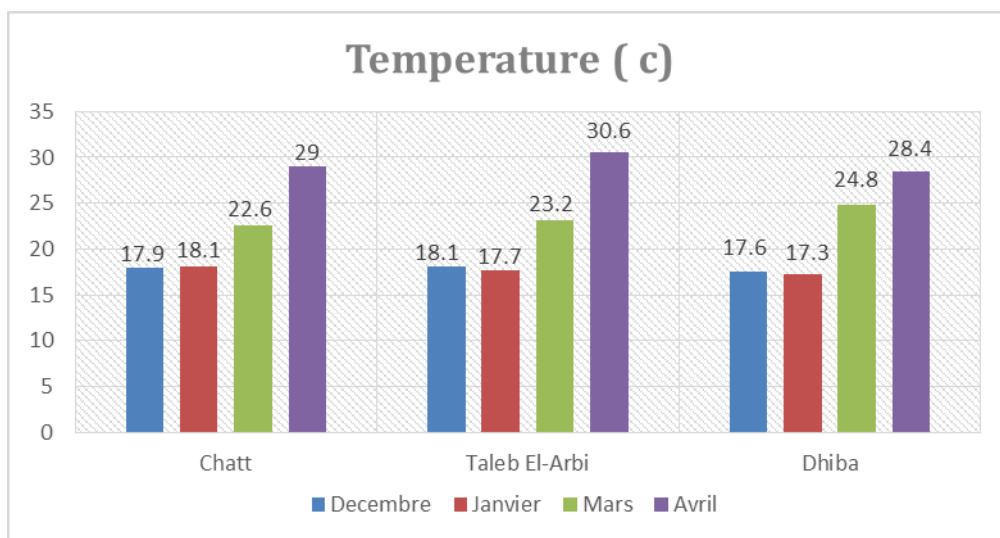
En janvier, les températures sont assez similaires, mais cette fois-ci la zone de Dhiba a la température la plus basse avec 17,3°C, suivie de Taleb El-Arbi avec 17,7°C et Chatt avec 18,1°C. Encore une fois, Chatt semble avoir des températures légèrement plus élevées que les autres zones.

Concernant le mois de mars, les températures augmentent considérablement dans toutes les zones. Chatt a la température la plus basse avec 22,6°C, Taleb el-Arbi suit avec 23,2°C, et Dhiba a la température la plus élevée avec 24,8°C. Ainsi, Dhiba semble être la zone la plus chaude en mars. En avril, les températures continuent d'augmenter significativement. Cette fois-ci, Dhiba a la

température la plus basse avec 28,4°C, Chatt atteint 29°C, et Taleb El-arbi est légèrement plus fraîche avec 30,6°C. Cela suggère que Taleb El-Arbi est la zone la plus chaude en avril.

D'après les résultats de MOKDADI (2015) une variation de température a été observée dans : Lac Ayata, chatt Marouane, Lac Seif El-Menadi et Chott Halloufa entre les deux prélèvements (mars, avril). Les différences dans ces résultats obtenus sont liées aux conditions climatiques locales et plus précisément à la température de l'air et au phénomène d'évaporation de l'eau qui en résulte lorsque cette dernière augmente. Par rapport à nos constatations dans notre étude, il existe également une variation de température entre les échantillons, et cette différence est due, comme nous l'avons mentionné précédemment, à l'effet de l'eau plate sur les conditions climatiques locales (température de l'air et phénomène d'évaporation de l'eau).

Il est important de noter que ces observations sont basées uniquement sur les données de température fournies dans le tableau. Des facteurs tels que la géographie, l'altitude et d'autres variables climatiques peuvent influencer les températures dans chaque zone.



**Figure 15 : Changements de température pour les échantillons d'eau étudiés.**

#### IV.2.2. - Potentiel d'hydrogène (pH)

C'est l'un des paramètres les plus importants pour l'évaluation de la qualité d'eau. Il caractérise un grand nombre d'équilibre physicochimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau (RODIER, 2009). Le tableau suivant présente les résultats de pH des échantillons étudiés :

Tableau 2 : les valeurs de pH pendant quatre mois.

| <b>Stations</b><br><b>Moins</b> | <b>Chatt</b> | <b>Taleb El-Arbi</b> | <b>Dhiba</b> |
|---------------------------------|--------------|----------------------|--------------|
| <b>Décembre</b>                 | 8,14         | 8                    | 8,53         |
| <b>Janvier</b>                  | 8,55         | 7,68                 | 8,32         |
| <b>Mars</b>                     | 7,90         | 7,21                 | 8,39         |
| <b>Avril</b>                    | 2,64         | 6                    | 2,64         |

Concernant l'analyse des valeurs de pH, les résultats obtenus indiquées dans le tableau 02 pour les différentes stations d'étude montrent que :

En décembre, la zone de Chatt a un pH de 8,14, Taleb El-Arbi a un pH de 8, et Dhiba a un pH de 8,53. Cela suggère que Dhiba a le pH le plus élevé parmi les trois zones, tandis que Taleb El-Arbi a le pH légèrement inférieur.

En janvier, les valeurs de pH varient davantage. Chatt a un pH de 8,55, Taleb El-Arbi a un pH de 7,68 et Dhiba a un pH de 8,32. Dans ce cas, Chatt a le pH le plus élevé, tandis que Taleb El-Arbi a le pH le plus bas.

En mars, les valeurs de pH continuent de fluctuer. Chatt a un pH de 7,90, Taleb El-Arbi a un pH de 7,21 et Dhiba a un pH de 8,39. Encore une fois, Dhiba a le pH le plus élevé, tandis que Taleb El-Arbi a le pH le plus bas.

En avril, les valeurs de pH montrent des variations extrêmes. Chatt a un pH de 2,64, Taleb El-Arbi a un pH de 6 et Dhiba a également un pH de 2,64. Il est important de noter que ces valeurs de pH sont très basses et inhabituelles. Cela pourrait indiquer une contamination ou une perturbation importante dans ces zones en avril. Il est essentiel de noter que les valeurs de pH peuvent avoir des implications sur l'environnement, la qualité de l'eau et la santé des écosystèmes.

Les variations importantes observées dans les valeurs de pH pourraient indiquer des problèmes potentiels qui nécessitent une enquête plus approfondie pour comprendre les raisons de ces fluctuations.

Basé sur les résultats de **MOKDADI et MASSAI AHMED, (2015)**, les valeurs des zones lac Ayata (pH =7,25), chatt Marawan (pH =7,17), chatt Halloufa (pH =7) et le lac Saif El-Mnadi (pH =7,63) sont presque proches dans le premier échantillon (mars), mais dans le deuxième échantillon

(avril), il y a une augmentation de la valeur dans toutes les zones d'étude, qui a dépassé les normes sauf lac Temacine, qui a des valeurs constantes.

Selon **BOUCHLEGHEME, (2014)**, le pH de l'eau des lacs étudiés est légèrement alcalin peut s'expliquer par la nature géologique des terrains comme le lac Temacine, et cela peut aussi être lié à la qualité des eaux usées et de drainage. Qui est rejeté dans le lac. En plus de la différence entre le premier et le deuxième dessin, elle peut être indiquée par l'activité (photosynthèse) des microalgues et la décomposition bactérienne à haute température dans le premier échantillon, mais dans chatt Marwan, elle n'a été expliquée que par la concentration de chlorure ou riche en sodium. Mais en général, les sites étudiés dépassaient la norme algérienne pour l'eau potable et d'irrigation, à l'exception de chatt Halloufa, qui peut se traduire par l'activité des microalgues. Par rapport à nos résultats que nous avons obtenus, le pH de l'eau dans les lacs étudiés sont également légèrement alcalins tous les mois pour tous les échantillons, dépassant les normes. L'élévation du lac Taleb El-Arabi par rapport à ce qui précède s'explique par la nature géologique de la topographie. Correspondant avec elle, et également liée à la qualité des eaux usées se sont déversées dans un lac de cette région, tandis que les lacs Chatt et Dhiba sont dus à la décomposition bactérienne à haute température.

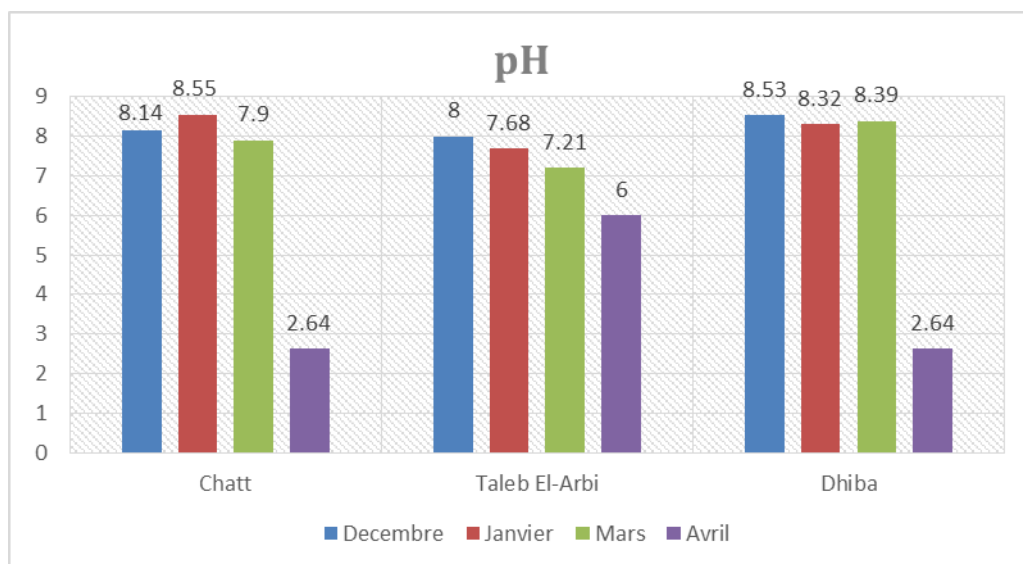


Figure 16 : Changements de pH pour les échantillons d'eau étudiés.

#### IV.2.4. - Taux des sels dissous (TDS)

Les variations des taux des sels dissous (TDS) en fonction des stations étudiés et du mois de prélèvement sont illustrées dans le tableau et la figure suivante :

Tableau 3 : les valeurs de T.D.S. pendant les quatre mois du travail.

| Moins \ Stations | Chatt   | Taleb El-Arbi | Dhiba    |
|------------------|---------|---------------|----------|
| <b>Décembre</b>  | 4019    | 2944          | 22976    |
| <b>Janvier</b>   | 25 604  | 2612          | 6839     |
| <b>Mars</b>      | 20 595  | 2345          | 7607     |
| <b>Avril</b>     | 2611,04 | 7759,56       | 67630,08 |

Les variations des taux de sels dissous (TDS) dans les différentes stations sont remarquable :

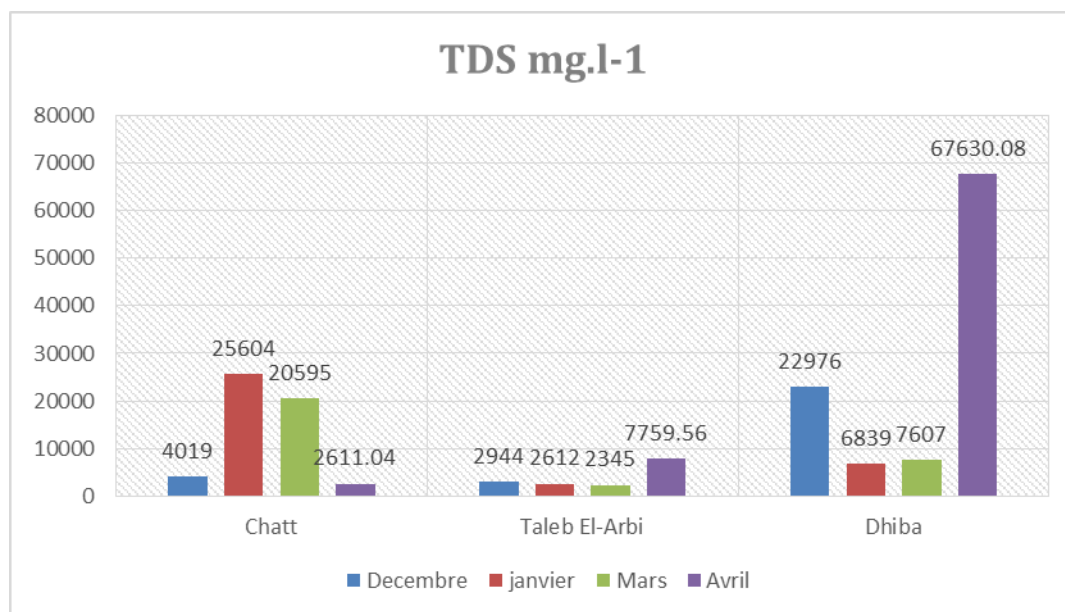
En décembre, la station de Chatt a un taux de TDS de 4019 ppm, la station de Taleb El-Arbi a un taux de 2944 ppm, et la station de Dhiba a un taux de 22976 ppm. Cela suggère que Dhiba a le taux de sels dissous le plus élevé parmi les trois stations.

En janvier, les taux de TDS varient considérablement. Chatt a un taux de 25604 ppm, Taleb El-Arbi a un taux de 2612 ppm, et Dhiba a le taux le plus élevé avec 6839 ppm. Dans ce cas, Chatt a le taux de sels dissous le plus élevé.

En mars, les taux de TDS continuent de fluctuer. Chatt a un taux de 20595 ppm, Taleb El-Arbi a un taux de 2345 ppm, et Dhiba a le taux le plus élevé avec 7607 ppm. Encore une fois, Chatt a le taux de sels dissous le plus élevé. Pour le mois d'avril, les taux de TDS montrent des variations extrêmes. Chatt a un taux de 2611,04 ppm, Taleb El-Arbi a un taux de 7759,56 ppm, et Dhiba a le taux le plus bas avec 67630,08 ppm. Dans ce cas, Dhiba a le taux de sels dissous le plus bas.

Les taux de sels dissous (TDS) mesurent la concentration totale de sels et de minéraux dissous dans l'eau. Des taux élevés de TDS peuvent indiquer une eau dure ou une concentration élevée de substances dissoutes. Les taux de TDS peuvent influencer la qualité de l'eau et avoir des implications pour diverses applications, telles que l'eau potable, l'irrigation agricole, etc. Il est important de surveiller les taux de TDS pour évaluer la qualité de l'eau et prendre les mesures appropriées si nécessaire.

Concernant les mesures des solides dissous pour tous les échantillons, **MOKDADI et MASSAI AHMED (2015)** ont signalé que : pour le lac lac Ayata, lac Seif El-Menadi, chatt Marwan et chatt Halloufa oscillent entre 3 955,6 mg/L et 6 393,6 mg/L. Ainsi que toutes les valeurs dépassaient 3697,22 mg/L. La fluctuation peut s'expliquer par la quantité et la qualité des sels dissous dans l'eau étudiée. Par rapport à nos résultats, les mesures de solides pour les échantillons que nous avons étudiés sont également élevées, et leur explication, comme mentionné précédemment, est due à la fluctuation des quantités et de la qualité des sels dissous dans l'eau, qui est bien supérieure à celle rapporté par l'Organisation mondiale de la santé (2006), avec une valeur de 1000 mg / litre.



**Figure 17 : Variations de TDS pour les échantillons d'eau étudiés.**

#### IV.2.4. - Conductivité électrique (CE)

La variation de la conductivité est induite par la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Cette mobilité dépend de la nature des ions dissous et de leur concentration, tels que les ions de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et de sodium, ( $\text{Na}^{+}$ ), de chlorures ( $\text{Cl}^{-}$ ), des bicarbonates ( $\text{HCO}_3^{-}$ ) (RODIER et al. 2009). Généralement, la conductivité électrique augmente avec la concentration des ions en solution et la température (DIB, 2009). Le tableau 4 et figure 18 montrent les changements de conductivité pour chaque zone humide de quatre mois :

**Tableau 4 : les valeurs de Conductivité électrique pendant quatre mois.**

| Stations<br>Moins | Chatt                          | Taleb El-Arbi                 | Dhiba                          |
|-------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Décembre          | 6280 $\mu\text{S}/\text{cm}$   | 4600 $\mu\text{S}/\text{cm}$  | 35900 $\mu\text{S}/\text{cm}$  |
| Janvier           | 40007 $\mu\text{S}/\text{cm}$  | 4082 $\mu\text{S}/\text{cm}$  | 10686 $\mu\text{S}/\text{cm}$  |
| Mars              | 322181 $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 3664 $\mu\text{S}/\text{cm}$  | 11887 $\mu\text{S}/\text{cm}$  |
| Avril             | 41736 $\mu\text{S}/\text{cm}$  | 12104 $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 105672 $\mu\text{S}/\text{cm}$ |

En terme conductivité électrique, les valeurs mentionnées dans le tableau 4 et la figure 18 indiquent qu'en décembre, la zone de Chatt a une conductivité électrique de 6280  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , Taleb El-Arbi a une conductivité de 4600  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et Dhíba a une conductivité de 35900  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Cela suggère que Dhíba a la conductivité électrique la plus élevée parmi les trois zones, tandis que Chatt a la conductivité la plus basse.

En janvier, les valeurs de conductivité électrique varient considérablement. Chatt a une conductivité de 40007  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , Taleb El-Arbi a une conductivité de 4082  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et Dhíba a une

conductivité de 10686  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Dans ce cas, Chatt a la conductivité électrique la plus élevée, tandis que Taleb El-Arbi a la conductivité la plus basse.

En mars, les valeurs de conductivité électrique continuent de fluctuer. Chatt a une conductivité de 32181  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , Taleb El-Arbi a une conductivité de 3664  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et Dhiba a une conductivité de 11887  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Encore une fois, Chatt a la conductivité électrique la plus élevée, tandis que Taleb El-Arbi a la conductivité la plus basse.

En avril, les valeurs de conductivité électrique montrent des variations importantes. Chatt a une conductivité de 41736  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , Taleb El-Arbi a une conductivité de 12104  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et Dhiba a une conductivité de 105672  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Dans ce cas, Dhiba a la conductivité électrique la plus élevée, tandis que Taleb El-Arbi a la conductivité la plus basse.

La conductivité électrique est une mesure de la capacité d'un matériau à conduire un courant électrique. Les variations observées dans les valeurs de conductivité électrique pourraient indiquer des différences dans la composition chimique ou la concentration des ions présents dans l'eau des différentes zones. Cela pourrait être influencé par des facteurs tels que la salinité, la présence de minéraux ou de substances dissoutes dans l'eau. Des variations importantes de conductivité électrique peuvent avoir des implications sur la qualité de l'eau et la santé des écosystèmes aquatiques.

L'étude faite par MOKDADI et MASSAI AHMED, (2015), les résultats obtenus dans cette étude ont montré : chatt Halloufa(CE= 3180) , chatt Saif El-Menadi(CE= 9070), chatt Marwan(CE=4290) et chatt Ayata(CE=10400) augmentent de la conductivité dans les deuxième échantillons (avril) les deux Critères dépassés : eau potable 2800 USD / cm et de l'eau d'irrigation 400 microscopique / cm. Les résultats obtenus dans cette étude, qui ont également été observés un conducteur électrique élevé pendant la température et moins de valeurs pendant la période froide, qui se caractérisent par de basses températures. Par rapport aux résultats que nous avons atteints dans notre étude, les valeurs de tous les échantillons étaient en mars et avril à un niveau remarquable et dépassaient les critères, et cela explique également que la conductivité électrique est élevée pendant la température et est moindre pendant le froid.

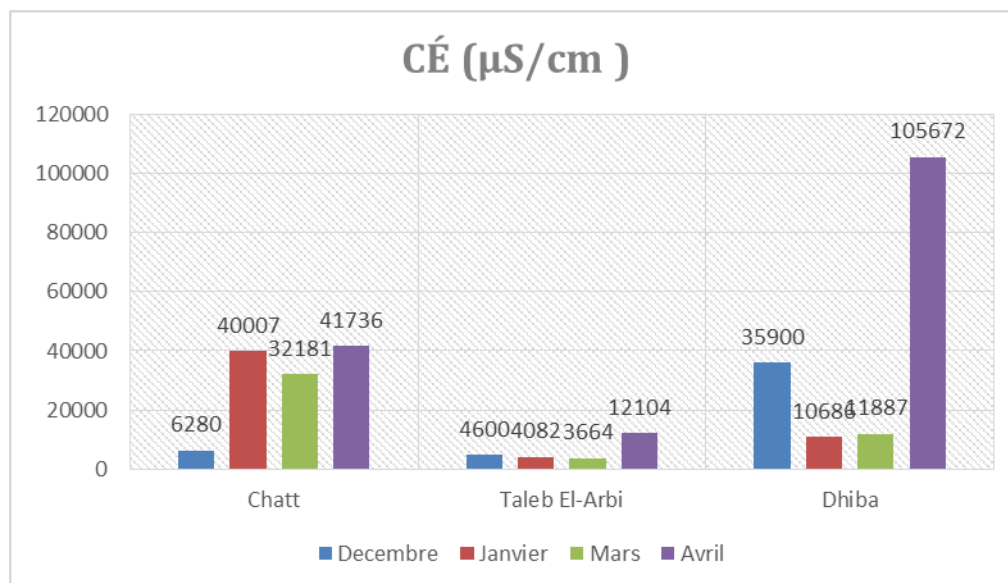


Figure 18 : Changements de conductivité pour les échantillons d'eau étudiés.

#### IV.2.5. - Salinité

La grandeur « salinité » représente la proportion de sels minéraux dissous dans l'eau. La mesure de la salinité est importante dans l'étude des eaux de profondeur (AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983).

Tableau 5 : les valeurs de salinité pendant quatre mois.

| Stations<br>Moins | Chatt       | Taleb El-Arbi | Dhiba      |
|-------------------|-------------|---------------|------------|
| Décembre          | 4 mg/l      | 2,94 mg/l     | 22,97 mg/l |
| Janvier           | 25,6 mg/l   | 2,6 mg/l      | 6,8 mg/l   |
| Mars              | 20,5 mg/l   | 2,3 mg/l      | 7,6 mg/l   |
| Avril             | 26,711 mg/l | 7,759 mg/l    | 67,63 mg/l |

Pour la salinité des eaux analysées, nous avons remarqué qu'en décembre, la station de Chatt a une valeur de salinité de 4 mg/l, la station de Taleb El-Arbi a une valeur de 2,94 mg/l, et la station de Dhiba a la valeur la plus élevée avec 22,97 mg/l. Cela suggère que Dhiba a la salinité la plus élevée parmi les trois stations.

En janvier, les valeurs de salinité varient. Chatt a une valeur de 25,6 mg/l, Taleb El-Arbi a une valeur de 2,6 mg/l, et Dhiba a la valeur la plus élevée avec 6,8 mg/l. Dans ce cas, Chatt a la salinité la plus élevée.

En mars, les valeurs de salinité continuent de fluctuer. Chatt a une valeur de 20,5 mg/l, Taleb El-Arbi a une valeur de 2,3 mg/l, et Dhiba a la valeur avec 7,6 mg/l. Encore une fois, Chatt a la salinité la plus élevée.

En avril, les valeurs de salinité montrent des variations importantes. Chatt a une valeur de 26,711 mg/l, Taleb El-Arbi a une valeur de 7,759 mg/l, et Dhiba a la valeur la plus élevée avec 67,63 mg/l. Dans ce cas, Taleb El-Arbi a la salinité la plus basse.

La salinité mesure la concentration de sels dissous dans l'eau. Des niveaux élevés de salinité peuvent être causés par une présence élevée de sels, tels que le chlorure de sodium (sel de table), dans l'eau. La salinité peut avoir un impact sur la qualité de l'eau pour différents usages, tels que l'irrigation, l'eau potable, etc. Il est important de surveiller les niveaux de salinité pour évaluer l'adéquation de l'eau pour une utilisation spécifique et prendre les mesures appropriées si nécessaire.

Selon **DERKI et LEBBIHI, (2018)** Les résultats des mesures de la salinité des différents échantillons analysés sont illustrés qui affichent des valeurs variant entre 1.3 ‰, au niveau de station El Oued avant traitement (EVT) dans prélèvement février, et 2.7 ‰ au niveau de station El Oued après traitement (EPT) dans prélèvement Avril.

La salinité correspond à la quantité de sels dissous qui sont le chlorure de sodium (NaCl), chlorure de magnésium (MgCl<sub>2</sub>), etc. L'augmentation de la salinité reflète une augmentation en ions sodium (Na<sup>+</sup>), magnésium (Mg<sup>2+</sup>), chlorure (Cl<sup>-</sup>).... Après dissociation des sels. (**FIGARELLA et LEYRAL, 2002 ; RODIER et al., 2005**).

Par rapport aux résultats que nous avons obtenus au cours des quatre mois de notre étude des échantillons, les valeurs de salinité étaient élevées dans chacun d'eux, et cela est également dû à la même raison mentionnée en termes d'augmentation du sodium (Na), ions magnésium (Mg<sup>2+</sup>) et chlorure (Cl) .... Après la dissolution des sels.

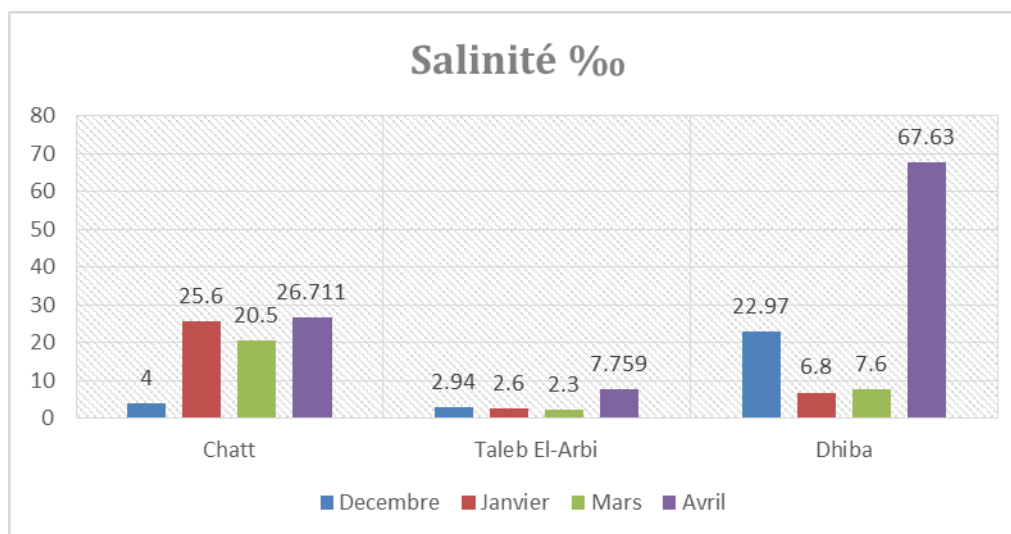


Figure 19 : Changements de salinité pour les échantillons d'eau étudiés.

#### IV.2.6. - Turbidité

La turbidité d'une eau est causée par la présence des matières en suspension ou par des substances en solution comme les substances minérales (sable, argiles ou limons), des matières organiques (matières organiques morts ou des végétaux en décomposition, du plancton suspendu) ou d'autres matières microscopiques qui forment un obstacle au passage de la lumière dans l'eau (RODIER *et al.*, 2005 ; HADE, 2007). Les normes algériennes (JORA, 2011), recommandent comme valeur limite de turbidité : 5 NTU. (ADE, 2011).

Tableau 6 : les valeurs de Turbidité pendant quatre mois.

| Stations<br>Moins | Chatt    | Taleb El-Arbi | Dhiba     |
|-------------------|----------|---------------|-----------|
| Décembre          | 6,82 NTU | 49,5 NTU      | 5,76 NTU  |
| Janvier           | 4,57 NTU | 67,06 NTU     | 3,764 NTU |
| Mars              | 2,53 NTU | 86,3 NTU      | 2,14 NTU  |
| Avril             | 4,41 NTU | 52,85 NTU     | 6,14 NTU  |

Pour les valeurs de turbidité des eaux, on constate que :

En décembre, la station de Chatt a une valeur de turbidité de 6,82 NTU, la station de Taleb El-Arbi a une valeur de 49,5 NTU, et la station de Dhiba a une valeur de 5,76 NTU. Cela suggère que Taleb El-Arbi a la turbidité la plus élevée parmi les trois stations.

En janvier, les valeurs de turbidité varient considérablement. Chatt a une valeur de 4,57 NTU, Taleb El-Arbi a une valeur de 67,06 NTU, et Dhiba a la valeur la plus basse avec 3,764 NTU. Dans ce cas, Dhiba a la turbidité la plus basse.

En mars, les valeurs de turbidité continuent de fluctuer. Chatt a une valeur de 2,53 NTU, Taleb El-Arbi a une valeur de 86,3 NTU, et Dhiba a la valeur la plus basse avec 2,14 NTU. Encore une fois, Dhiba a la turbidité la plus basse.

En avril, les valeurs de turbidité montrent des variations importantes. Chatt a une valeur de 4,41 NTU, Dhiba a une valeur de 6,14 NTU, et Taleb El-Arbi a la valeur la plus élevée avec 52,85 NTU. Dans ce cas, Taleb El-Arbi a la turbidité la plus élevée.

La turbidité mesure la clarté de l'eau en fonction de la quantité de particules en suspension ou de matières solides qui interfèrent avec le passage de la lumière à travers l'eau. Des niveaux élevés de turbidité peuvent indiquer une eau trouble ou contenant des matières en suspension, ce qui peut affecter la qualité visuelle de l'eau. Les normes algériennes recommandent une valeur limite de turbidité de 5 NTU. Il est important de maintenir la turbidité de l'eau dans les limites recommandées pour garantir sa qualité et sa sécurité pour divers usages, tels que l'eau potable et les activités aquatiques.

Sur la base des résultats de **MOKDADI et MASSAI AHMED, (2015)**, qui ont été obtenus, les valeurs de turbidité pour le lac Ayata, le lac Seif El-Menadi et le chat Halloufa variaient entre 0,875 NTU-4,71 NTU (lt;5NTU) par rapport au lac Temacine (2,5NTU), et le résultat a montré que l'eau de ces lacs est de l'eau pure selon le critère d'irrigation de turbidité; Cependant, l'augmentation de la turbidité du chat Marouan (9,5NTU) peut s'expliquer par les précipitations durant cette période, sachant que c'est une source de sel. Par rapport à nos résultats dans notre étude, les valeurs de turbidité du lac Taleb El-Arabi étaient les plus élevées d'entre elles, car la source d'eau qu'il contient est les eaux usées de cette région, et à partir de là, la turbidité de l'eau est en raison de la présence de solides en suspension finement divisés (**SHOVAL et al., 1986**). Alors que les valeurs de turbidité du lac Chatt et du lac Dhiba ne dépassaient pas 6,82 NTU, à certains moments elle diminuait et à d'autres moments elle augmentait, ce qui s'explique par l'influence des eaux de ces flats sur des facteurs externes comme la pluie.

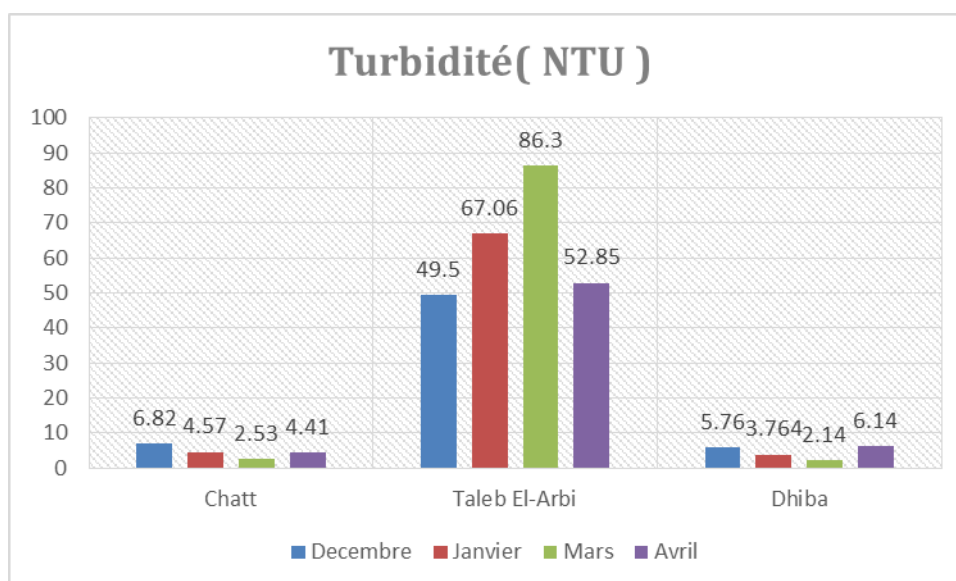


Figure 20 : Changements de turbidité pour les échantillons d'eau étudiés.

#### IV.2.7. - Nitrite

Les nitrites sont les indicateurs de la pollution. Elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrates (DEGBEY et al., 2010 ; BRICHA et al., 2007 ; LAGNIKA et al., 2014). Le tableau et la figure (7) montre le changement des teneurs en nitrites dans les trois stations d'étude durant quatre mois de prélèvement.

Tableau 7 : les valeurs de Nitrite pendant quatre mois.

| Stations<br>Moins | Chatt      | Taleb El-Arbi | Dhiba      |
|-------------------|------------|---------------|------------|
| Décembre          | 1,38 mg/l  | 0,0174 mg/l   | 0,035 mg/l |
| Janvier           | 0,098 mg/l | 0,832 mg/l    | 0,016 mg/l |
| Mars              | 0,020 mg/l | 0,321 mg/l    | 0,004 mg/l |
| Avril             | 0,061 mg/l | 1,132 mg/l    | 0,053 mg/l |

Figure 21 : Changements de Nitrite pour les échantillons d'eau étudiés.

En termes de teneur en nitrite, mesurées pour l'ensemble des stations étudiées, les valeurs indiquées dans le tableau 7 et la figure 21 nous renseignent que :

En décembre, la station de Chatt a une valeur de nitrite de 1,38 mg/l, la station de Taleb El-Arbi a une valeur de 0,174 mg/l et la station de Dhiba a la valeur la plus basse avec 0,035 mg/l. Cela suggère que Chatt a la concentration de nitrite la plus élevée parmi les trois stations.

En janvier, Chatt a une valeur de nitrite de 0,098 mg/l, Taleb El-Arbi a une valeur de 0,832 mg/l et Dhiba a la valeur la plus basse avec 0,016 mg/l. Dans ce cas, Dhiba a la concentration de nitrite la plus basse.

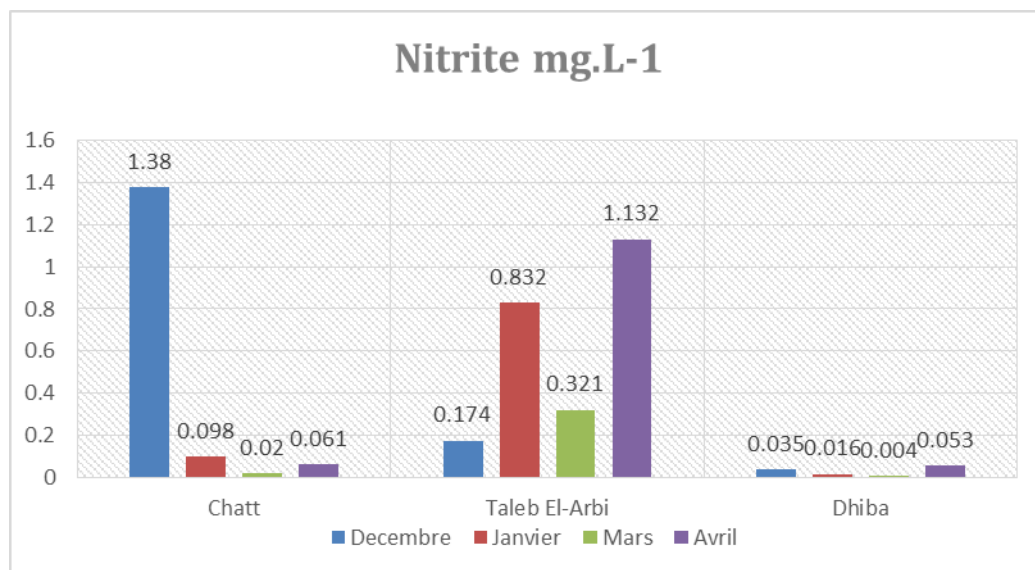
En mars, Chatt a une valeur de nitrite de 0,02 mg/l, Taleb El-Arbi a une valeur de 0,321 mg/l et Dhiba a la valeur la plus basse avec 0,004 mg/l. Encore une fois, Dhiba a la concentration de nitrite la plus basse.

En avril, Chatt a une valeur de nitrite de 0,061 mg/l, Taleb El-Arbi a une valeur de 1,132 mg/l et Dhiba a une valeur de 0,053 mg/l. Dans ce cas, Taleb El-Arbi a la concentration de nitrite la plus élevée.

Il est important de noter que les nitrites peuvent être présents dans l'eau en raison de la pollution d'origine humaine, telle que les rejets industriels, agricoles ou domestiques. Des niveaux élevés de nitrites peuvent être toxiques pour les organismes aquatiques et peuvent également poser des risques pour la santé humaine. Il est essentiel de surveiller les niveaux de nitrites dans l'eau et de prendre les mesures appropriées pour maintenir des concentrations sûres.

D'après les résultats de **DERKI et LEBBIHI, (2018)**, la teneur en nitrite a varié au cours de l'étude de 0 à 0,127 mg/L. La norme algérienne spécifie une valeur maximale de nitrite de 0,1 mg/L. **(ADE, 2011)**. Cela montre que nos échantillons présentent une teneur relativement supérieure à celle indiquée par les normes.

Selon des études **(DEGBEY et al., 2010 ; BRICHA et al., 2007 ; LAGNIKA et al., 2014)**, la contamination des eaux souterraines par les nitrates peut être causée par les déjections animales, le fumier ou les engrais chimiques utilisés pour fertiliser les terres agricoles à proximité des puits. Par rapport à nos résultats obtenus dans notre étude, les valeurs de nitrites n'ont pas dépassé les normes au lac Dhiba, ainsi qu'au lac Chatt uniquement, avec une seule exception au mois de décembre pour monter à 1,38 mg/l. peut-être expliqué que le nitrite est présent dans l'eau en raison de la pollution d'origine humaine. Alors que les valeurs de nitrites dans le lac Taleb El-Arbi étaient à des niveaux élevés, cela s'explique par la présence d'une activité humaine inacceptable : les déchets villageois, dont la détérioration de la qualité microbiologique.



**Figure 21 : Changements de Nitrite pour les échantillons d'eau étudiés.**

### IV.3. - Paramètres bactériologiques

Les analyses microbiologiques de l'eau étudiée permettent ainsi d'apprécier le risque dû à des microorganismes pathogènes, susceptibles d'être trouvés dans les eaux consommées par les citoyens. Ainsi, les résultats suivants nous le nombre de bactéries présents dans l'eau des stations humides étudiées.

#### IV.3.1. -Germes Totaux

Le tableau et la figure (22) montrent l'évolution des nombres de Germes Totaux au cours des quatre mois, selon les stations d'étude :

**Tableau 8 : Dénombrement des Germes Totaux durant quatre mois.**

| Stations<br>Moins | Chatt | Taleb El-Arbi | Dhiba |
|-------------------|-------|---------------|-------|
| <b>Décembre</b>   | 15000 | 50000         | 2500  |
| <b>Janvier</b>    | 10000 | 51000         | 1000  |
| <b>Mars</b>       | 12000 | 45000         | 2000  |
| <b>Avril</b>      | 46000 | 9500          | 1500  |

En décembre, la station de Chatt compte 15 000 germes totaux, la station de Taleb El-Arbi en compte 51 000 et la station de Dhiba en compte 2 500. Ces chiffres indiquent le nombre total de germes présents dans l'échantillon d'eau prélevé dans chaque station. Une plus grande quantité de germes totaux peut indiquer une contamination microbiologique plus élevée dans l'eau de la station de Taleb El-Arbi, tandis que les stations de Chatt et Dhiba ont des niveaux de germes totaux relativement plus bas.

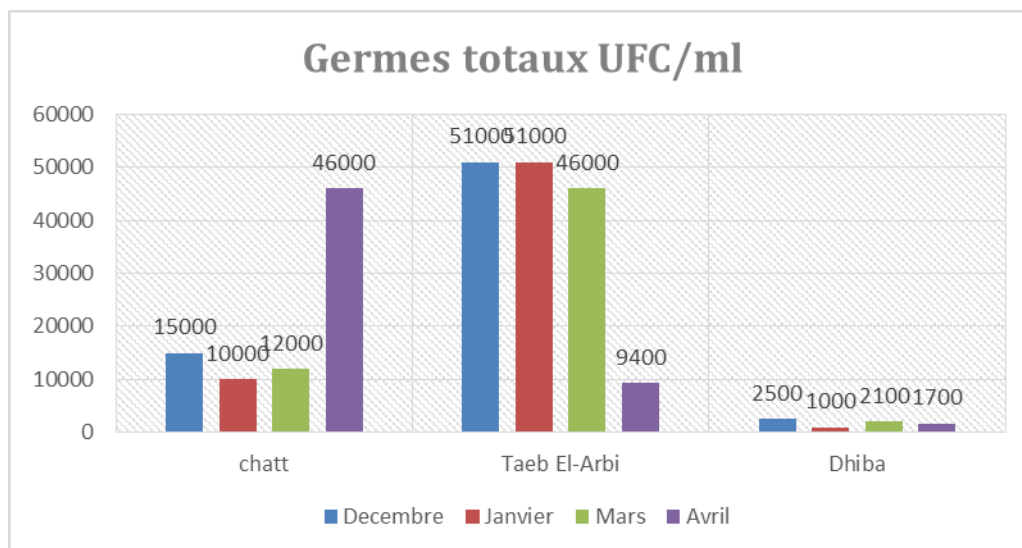
En janvier, la station de Chatt compte 10 000 germes totaux, la station de Taleb El-Arbi en compte 51 000 et la station de Dhiba en compte 1 000. Ces chiffres montrent des variations dans les niveaux de germes totaux entre les différentes stations. Taleb El-Arbi a la concentration de germes totaux la plus élevée, suivi de Chatt, puis de Dhiba, qui a la concentration la plus basse.

En mars, la station de Chatt compte 12 000 germes totaux, la station de Taleb El-Arbi en compte 46 000 et la station de Dhiba en compte 2 100. Encore une fois, on observe des variations dans les niveaux de germes totaux entre les stations, avec Taleb El-Arbi ayant la concentration la plus élevée, suivie de Chatt, puis de Dhiba.

En avril, la station de Chatt compte 46 000 germes totaux, la station de Taleb El-Arbi en compte 9 400 et la station de Dhiba en compte 1 700. Ces résultats indiquent des variations significatives entre les stations et le mois d'avril. Chatt a la concentration de germes totaux la plus élevée, tandis que Taleb El-Arbi a une concentration plus basse et Dhiba a la concentration la plus basse parmi les trois stations.

Ces résultats donnent une indication de la qualité microbiologique de l'eau dans les différentes stations d'étude pour chaque mois. Des concentrations élevées de germes totaux peuvent indiquer une contamination microbiologique plus élevée, tandis que des concentrations plus faibles peuvent indiquer une meilleure qualité de l'eau. Il est important de surveiller ces niveaux et de prendre les mesures appropriées pour maintenir la sécurité et la qualité de l'eau pour diverses utilisations.

Nos résultats sont confirmés par ceux de **DERKI H, LEBBIHI R (2018)**, ont révélé que la présence de germes totaux dans l'échantillon de janvier à la station Hassani Abdul Karim avant traitement, soit 30 UFC/ml à 37 °C mais après traitement il y a une augmentation de HPT = 60 UFC/ml à 37 degrés Celsius. D'une manière générale, la présence de germes totaux en quantité anormalement élevée, semble être indicatrice de difficultés de traitement ou d'un entretien inadéquat du réseau (LEVALLOIS, 2003).



**Figure 22 : Variation dénombrement de Germes Totaux en quatre mois.**

#### IV.3.2. -Coliformes totaux et fécaux

Les résultats suivants représentent l'évolution de coliformes totaux et fécaux des échantillons d'eau au niveau des stations d'étude :

##### IV.3.2.1. - Coliformes totaux

**Tableau 9 : Dénombrement des Coliformes totaux durant quatre mois.**

| Stations<br>Moins | Chatt    | Taleb El-Arbi | Dhiba   |
|-------------------|----------|---------------|---------|
| <b>Décembre</b>   | 4500 NPP | 1400 NPP      | 42 NPP  |
| <b>Janvier</b>    | 1100 NPP | 1400 NPP      | 00 NPP  |
| <b>Mars</b>       | 1100 NPP | 1400 NPP      | 240 NPP |
| <b>Avril</b>      | 1400 NPP | 450 NPP       | 3 NPP   |

Les résultats du dénombrement des coliformes totaux dans les différentes stations pour les quatre mois sont les suivants :

En décembre, la station de Chatt compte 4500 NPP (Nombre le Plus Probable) de coliformes totaux, la station de Taleb El-Arbi compte 1400 NPP et la station de Dhiba compte 42 NPP. Ces chiffres indiquent la présence de coliformes totaux dans l'échantillon d'eau prélevé dans chaque station. Les coliformes totaux sont un groupe de bactéries qui peuvent provenir de matières fécales animales ou humaines. La station de Chatt a la concentration la plus élevée de coliformes totaux, suivie de Dhiba, puis de Taleb El-Arbi qui a la concentration la plus basse.

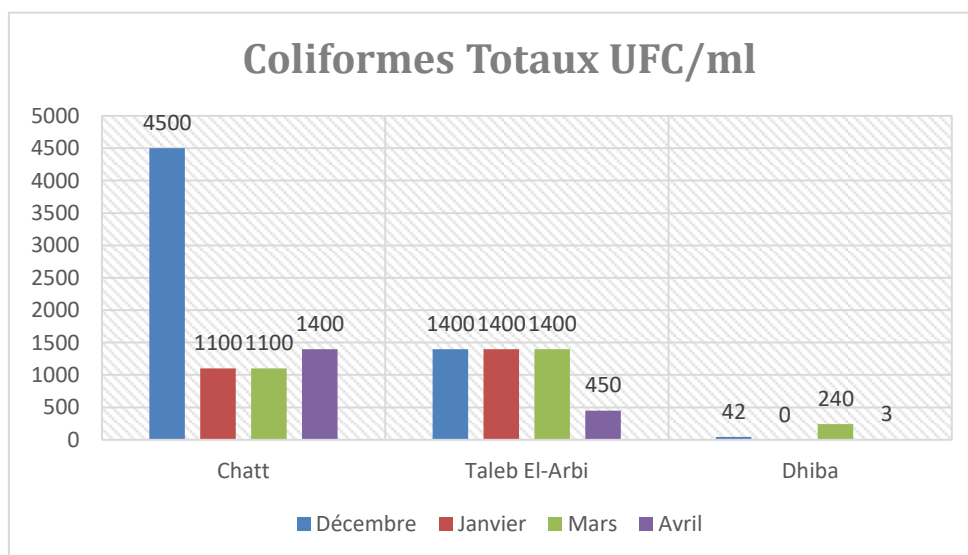
En janvier, la station de Chatt compte 1100 NPP de coliformes totaux, la station de Taleb El-Arbi compte 1400 NPP et la station de Dhiba ne compte aucun coliforme total détecté. Ces résultats montrent des variations entre les stations et le mois de janvier. Chatt et Taleb El-Arbi ont des concentrations similaires de coliformes totaux, tandis que Dhiba ne présente pas de coliformes totaux détectés.

En mars, la station de Chatt compte 1100 NPP de coliformes totaux, la station de Taleb El-Arbi compte 1400 NPP et la station de Dhiba compte 240 NPP. Ces chiffres indiquent une présence continue de coliformes totaux dans les échantillons d'eau prélevés dans chaque station. Encore une fois, Chatt et Taleb El-Arbi ont des concentrations similaires de coliformes totaux, tandis que Dhiba a une concentration relativement plus basse.

En avril, la station de Chatt compte 1400 NPP de coliformes totaux, la station de Taleb El-Arbi compte 450 NPP et la station de Dhiba compte 3 NPP. Ces résultats montrent des variations significatives entre les stations et le mois d'avril. Chatt et Taleb El-Arbi ont des concentrations élevées de coliformes totaux, tandis que Dhiba a la concentration la plus basse.

Les coliformes totaux sont souvent utilisés comme indicateurs de la contamination fécale et peuvent être présents dans l'eau en raison de la pollution provenant des matières fécales d'animaux ou d'êtres humains. Des concentrations élevées de coliformes totaux peuvent indiquer une contamination microbiologique plus élevée de l'eau. Il est important de surveiller ces niveaux et de prendre les mesures appropriées pour maintenir la sécurité et la qualité de l'eau pour diverses utilisations. Les variations observées dans les résultats du dénombrement des coliformes totaux entre les stations et les mois soulignent l'importance de la surveillance continue de la qualité de l'eau.

Nos résultats sont confirmés par ceux de **MOKDADI, MESSAI AHMED, (2015)**, le nombre total de coliformes montre que leur nombre varie d'un mois à l'autre et d'un endroit à l'autre. Nous enregistrons des valeurs différentes entre eux et les deux échantillons (1\_ Lac Sif El-Menadi, 2\_ Chott Haloufa) et notons que dans le deuxième échantillon il y a eu une augmentation du nombre de coliformes totaux au mois d'avril, et ces résultats ne correspondent pas aux normes algériennes pour l'eau de boisson et d'irrigation 00 germes/100 ml. Aussi, on note que le lac Ayata a un nombre de coliformes totaux beaucoup plus élevé que les autres lacs. Le nombre élevé de coliformes totaux dans les deuxièmes échantillons pourrait se traduire par la croissance d'espèces anaérobies intermédiaires et leur diminution est due à la destruction des spores due à l'augmentation de la température, ces résultats indiquent également que l'eau du Lac Ayata est plus polluée. Ce résultat est presque identique aux résultats pour le lac Temacine. Par rapport à ce qui précède, les valeurs obtenues dans chacun des lacs Taleb El-Arbi et lac Chatt étaient beaucoup plus élevées, tandis que les valeurs du lac Dhiba sont proches.



**Figure 23 : Variation dénombrement de Coliformes Totaux en quatre mois.**

#### IV.3.2.2. - Coliformes fécaux

**Tableau 10 : Dénombrement des Coliformes fécaux durant les quatre mois dans les différentes stations d'étude.**

| Stations<br>Moins | Chatt    | Taleb El-Arbi | Dhiba  |
|-------------------|----------|---------------|--------|
| Décembre          | 150 NPP  | 1400 NPP      | 42 NPP |
| Janvier           | 150 NPP  | 1400 NPP      | 00 NPP |
| Mars              | 42 NPP   | 1100 NPP      | 00 NPP |
| Avril             | 1100 NPP | 150 NPP       | 3 NPP  |

Les résultats du dénombrement des coliformes fécaux dans les différentes stations pour les quatre mois sont les suivants :

En décembre, la station de Chatt compte 150 NPP (Nombre le Plus Probable) de coliformes fécaux, la station de Taleb El-Arbi compte 1400 NPP et la station de Dhiba compte 42 NPP. Ces chiffres indiquent la présence de coliformes fécaux dans l'échantillon d'eau prélevé dans chaque station. Les coliformes fécaux sont un sous-groupe des coliformes totaux qui proviennent spécifiquement des matières fécales animales ou humaines. La station de Taleb El-Arbi a la concentration la plus élevée de coliformes fécaux, suivie de Chatt, puis de Dhiba qui a la concentration la plus basse.

En janvier, la station de Chatt compte 150 NPP de coliformes fécaux, la station de Taleb El-Arbi compte 1400 NPP et la station de Dhiba ne compte aucun coliforme fécal détecté. Ces résultats montrent des variations entre les stations et le mois de janvier. Chatt a une concentration constante

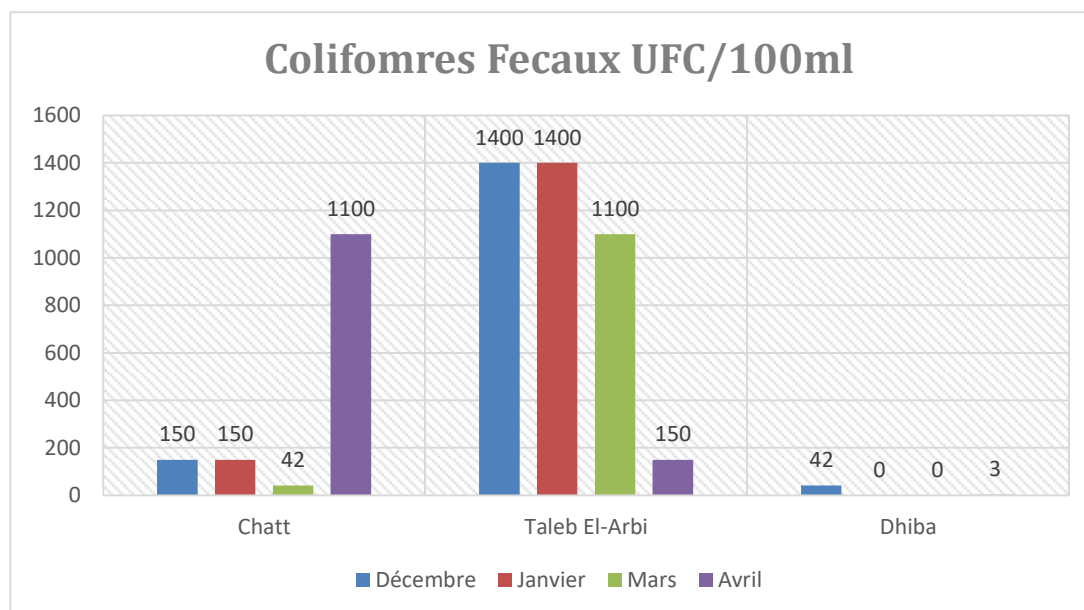
de coliformes fécaux, Taleb El-Arbi a la concentration la plus élevée de coliformes fécaux, et Dhiba n'en a pas détecté non plus.

En mars, la station de Chatt compte 42 NPP de coliformes fécaux, la station de Taleb El-Arbi compte 1100 NPP et la station de Dhiba ne compte aucun coliforme fécal détecté. Encore une fois, ces résultats montrent des variations entre les stations. Taleb El-Arbi a la concentration la plus élevée de coliformes fécaux, Chatt a une concentration plus basse et Dhiba n'en a pas détecté.

En avril, la station de Chatt compte 1100 NPP de coliformes fécaux, la station de Taleb El-Arbi compte 150 NPP et la station de Dhiba compte 3 NPP. Ces résultats montrent des variations significatives entre les stations et le mois d'avril. Chatt a la concentration la plus élevée de coliformes fécaux, Taleb El-Arbi a une concentration plus basse et Dhiba a la concentration la plus basse parmi les trois stations.

Les coliformes fécaux sont un indicateur plus spécifique de la contamination fécale dans l'eau, étant donné qu'ils proviennent spécifiquement des matières fécales animales ou humaines. Des concentrations élevées de coliformes fécaux peuvent indiquer une contamination fécale et peuvent être associées à des risques plus élevés pour la santé. Il est important de surveiller ces niveaux et de prendre les mesures appropriées pour maintenir la sécurité et la qualité de l'eau pour diverses utilisations. Les variations observées dans les résultats du dénombrement des coliformes fécaux entre les stations et les mois soulignent la nécessité d'une surveillance continue de la qualité de l'eau et de mesures de prévention de la contamination fécale.

Nos résultats sont confirmés par ceux de **MOKDADI, MESSAI AHMED, (2015)**. Il existe un écart entre deux échantillons du lac Ayata et du chat Haloufa en termes de nombre important de coliformes fécaux de l'ordre de 200 bactéries/100 ml, 160 bactéries/100 ml. Eau de boisson et d'irrigation. On note également l'absence de ces bactéries dans le lac Saif Al-Mandi et le chat Marwan, qui correspondent aux deux normes d'eau. L'absence de coliformes fécaux dans le chat Marawan et le lac Seif El Manadi s'explique par l'absence de pollution, qui sont deux lieux riches en chlore qui tue les bactéries pathogènes. D'autre part, le lac Temacine a un grand nombre de coliformes fécaux. Par rapport à nos résultats, les valeurs obtenues dans le lac Chatt et le lac Taleb El-Arbi étaient des niveaux très élevés, alors que les valeurs du lac Dhiba ne dépassaient pas 42 NPP.



**Figure 24 : Variation de Coliformes fécaux en quatre mois.**

#### IV.3.3. - Streptocoques fécaux

Le tableau et la figure (11) illustre les résultats de la variabilité des streptocoques fécaux pour des échantillons d'eau prélevés dans les stations humides étudiées de l'Oued Souf :

**Tableau 11 : Dénombrement des Streptocoques fécaux durant quatre mois dans les trois stations étudiées.**

| Stations<br>Moins | Chatt   | Taleb El-Arbi | Dhiba  |
|-------------------|---------|---------------|--------|
| Décembre          | 93 NPP  | 3 NPP         | 00 NPP |
| Janvier           | 00 NPP  | 00 NPP        | 00 NPP |
| Mars              | 42 NPP  | 450 NPP       | 9 NPP  |
| Avril             | 240 NPP | 21 NPP        | 3 NPP  |

Les discussions portent sur le dénombrement des streptocoques fécaux dans les différentes stations pour les quatre mois d'études sont les suivantes :

En décembre, la station de Chatt compte 93 NPP (Nombre le Plus Probable) de streptocoques fécaux, la station de Taleb El-Arbi compte 3 NPP et la station de Dhiba ne compte aucun streptocoque fécal détecté.

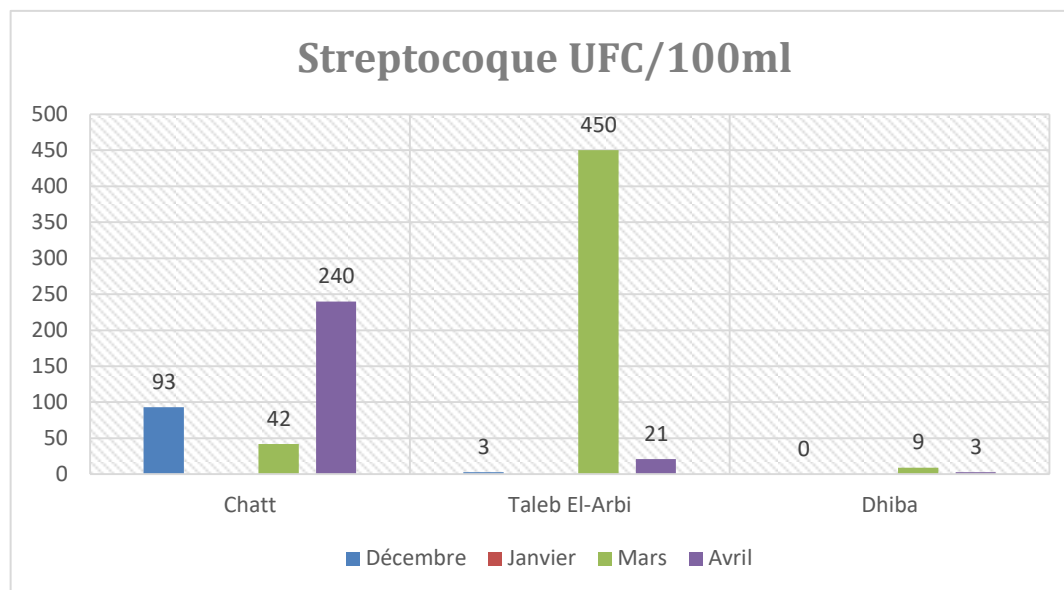
En janvier, toutes les stations (Chatt, Taleb El-Arbi et Dhiba) ne présentent aucun streptocoque fécal détecté.

En mars, la station de Chatt compte 42 NPP de streptocoques fécaux, la station de Taleb El-Arbi compte 450 NPP et la station de Dhiba compte 9 NPP.

En avril, la station de Chatt compte 240 NPP de streptocoques fécaux, la station de Taleb El-Arbi compte 21 NPP et la station de Dhiba compte 3 NPP.

Les streptocoques fécaux sont des bactéries d'origine fécale qui peuvent indiquer une contamination fécale de l'eau. Leur présence peut être associée à des risques potentiels pour la santé humaine. Les variations observées dans les résultats du dénombrement des streptocoques fécaux entre les stations et les mois soulignent la nécessité de surveiller la qualité de l'eau et de mettre en place des mesures de prévention appropriées pour éviter la contamination fécale. Il est important de noter que des concentrations élevées de streptocoques fécaux dans l'eau peuvent indiquer une contamination fécale et des risques potentiels pour la santé. Il est donc essentiel de maintenir des niveaux bas de ces bactéries dans l'eau pour assurer la sécurité et la qualité de l'eau pour diverses utilisations.

Nos résultats sont confirmés par ceux de **DERKI et LEBBIHI, (2018)** Ces résultats nous montrent que les valeurs les plus élevées ont été enregistrées durant le mois de Janvier station Reghiba (RVT =16 UFC/100ml) et la station de Douar Elmae (DVT=15 UFC/100ml à 37°C ; DPT = 4 UFC/100ml à 37°C) ; ceci est dû probablement à une contamination fécale récente. Les autres stations ont présenté des valeurs négatives concernant la présence des streptocoques. Selon **l'ADE, (2011)** le taux de streptocoque fécal 0/100ml donc l'eau de ces stations est potable sauf Douar Elma pas potable (traitement insuffisant).



**Figure 25 : Variation dénombrement de Streptocoques fécaux en quatre mois.**

#### IV.3.4. - Selfito réducteur

Les résultats relatifs au suivie de la variation de selfito réducteurs dans les échantillons analysés, est représenté dans le tableau et la figure (12):

**Tableau 12 : Dénombrement des Selfito réducteur durant quatre mois.**

| Stations<br>Moins | Chatt        | Taleb El-Arbi | Dhiba      |
|-------------------|--------------|---------------|------------|
| Décembre          | 11 colonies  | Plus charge   | 1 colonie  |
| Janvier           | 00 colonie   | Plus charge   | 00 colonie |
| Mars              | 00 col3eonie | 15 colonies   | 00 colonie |
| Avril             | 16 colonies  | 1 colonie     | 1 colonie  |

Le dénombrement des sulfites réducteurs dans les différentes stations pendant les quatre mois d'étude sont montrés que :

En décembre, la station de Chatt compte 11 colonies de sulfites réducteurs, la station de Taleb El-Arbi présente une charge excessive (Plus charge), et la station de Dhiba compte 1 colonie de sulfites réducteurs.

En janvier, toutes les stations (Chatt et Dhiba) ne présentent aucune colonie de sulfites réducteurs détectée, la station de Taleb El-Arbi présente une charge excessive (Plus charge).

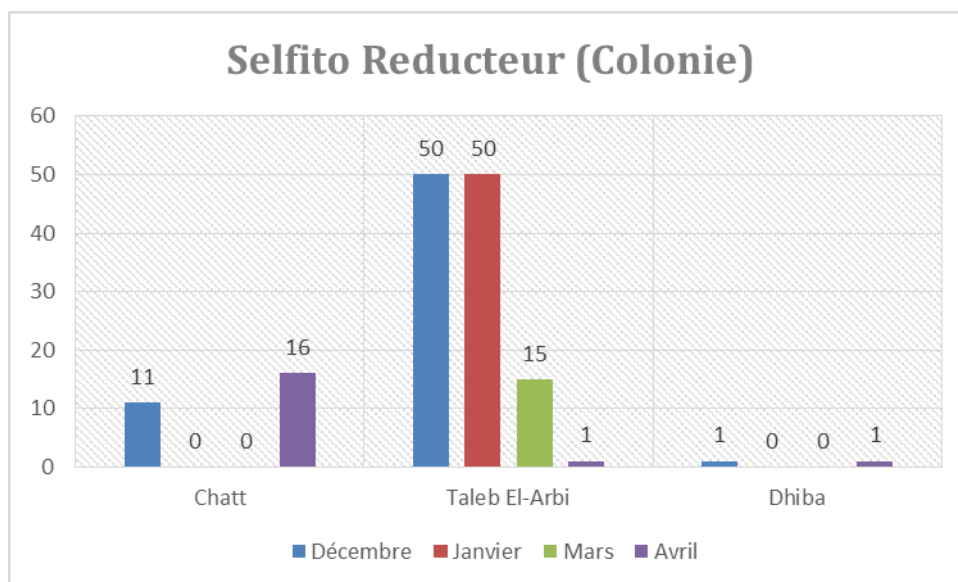
En mars, la station de Chatt ne présente aucune colonie de sulfites réducteurs, la station de Taleb El-Arbi compte 15 colonies de sulfites réducteurs, et la station de Dhiba ne présente aucune colonie de sulfites réducteurs.

En avril, la station de Chatt compte 16 colonies de sulfites réducteurs, la station de Taleb El-Arbi compte 1 colonie de sulfites réducteurs, et la station de Dhiba compte 1 colonie de sulfites réducteurs.

Les sulfites réducteurs sont des bactéries anaérobies qui ont la capacité de réduire les sulfites en sulfures. Leur présence peut indiquer une contamination microbiologique de l'eau. Les variations observées dans les résultats du dénombrement des sulfites réducteurs entre les stations et les mois soulignent la nécessité de surveiller la qualité microbiologique de l'eau et de prendre les mesures appropriées pour maintenir la sécurité et la qualité de l'eau pour diverses utilisations. Il est important de noter que des concentrations élevées de sulfites réducteurs peuvent être associées à des problèmes de qualité de l'eau et peuvent nécessiter une attention particulière pour maintenir la santé et la sécurité des utilisateurs de l'eau.

Nos résultats sont confirmés par ceux de **DERKI H, LEBBIHI R (2018)**, l'eau de ces postes d'abreuvement selon l'Organisation Mondiale de la Santé (le taux de cette bactérie est absent) et **.ADE, (2011)** à raison de 0/20 ml.

Comparativement à nos résultats, les stations que nous avons étudiées ont des valeurs d'autoréducteur élevées, en particulier Lac Taleb El-Arbi, ce qui peut être dû à une contamination fécale récente, tandis que lac Chatt présente des valeurs faibles concernant la présence de l'autoréducteur, et sa présence. en eux indique une contamination microbiologique de l'eau. Enfin, le lac Dhiba a des valeurs presque inexistantes, et cela est dû à sa source de la station d'épuration des eaux polluées de Quinine.



**Figure 26 : Variation dénombrement de Selfito réducteurs en quatre mois d'étude de différentes zones humides.**

## **Conclusion**

---

### Conclusion

En conclusion, cette étude sur les analyses physico-chimiques et bactériologiques des trois zones d'étude dans la région du Souf met en évidence des informations essentielles concernant la qualité de l'eau. L'Algérie possède des zones humides riches en ressources hydriques, qu'elles soient permanentes ou temporaires, naturelles ou artificielles, et qui jouent un rôle déterminant dans la vie végétale et animale qui en dépend (comme l'abreuvement des plantes et des animaux). Cependant, il est important de noter que la qualité de cette eau peut être totalement inadaptée aux normes de qualité établies.

L'objectif de ce travail était de déterminer les propriétés physiques, chimiques et biologiques des échantillons d'eau prélevés dans différents flats de la région du Souf, à savoir Al-Chatt, Al-Dhiba et Taleb Al-Arabi. Les analyses physiques et chimiques ont révélé des variations de température au cours des quatre mois de l'étude, mais les mois de mars et avril présentaient des températures appropriées, environ 27 degrés Celsius, favorables à la croissance des bactéries et des maladies. Les valeurs de turbidité ont fluctué entre 0,762 NTU et 86,3 NTU, indiquant une présence élevée de substances d'origine minérale ou organique, tandis que les niveaux de nitrites variaient entre 0,004 mg/L et 1,38 mg/L, révélant une salinité élevée. Ces propriétés sont influencées par les conditions climatiques et l'élévation du niveau des eaux de surface.

Les analyses bactériologiques ont montré des nombres élevés de germes totaux dans tous les échantillons prélevés au cours des quatre mois. Ces résultats préliminaires indiquent une qualité de l'eau préoccupante. Bien que les nombres de certaines bactéries, telles que les auto réducteurs, les coliformes totaux et les streptocoques fécaux, aient varié après l'incubation à 37 degrés Celsius, ils étaient tous plus élevés en avril par rapport aux autres mois, probablement en raison de facteurs environnementaux plus sévères.

Quant aux coliformes fécaux, qui sont incubés à 44 degrés Celsius et sont des bactéries résistantes à la chaleur, leur présence était également plus élevée en avril par rapport aux autres mois. Il est important de souligner que ces micro-organismes sont principalement responsables de nombreuses maladies transmises par l'eau, telles que la diarrhée, les vomissements et la fièvre. Parmi les maladies mentionnées, le choléra est un exemple grave, dont l'absence de traitement approprié peut entraîner la mort des personnes infectées. Les conditions propices à leur multiplication sont notamment la température, l'acidité et d'autres facteurs mentionnés précédemment.

En définitive, cette étude démontre que l'eau des corps d'eau étudiés ne respecte pas les normes mondiales de qualité de l'eau. La présence et la diversité des bactéries mentionnées précédemment sont un indicateur général de la pollution de l'eau, la rendant impropre à la consommation. Par conséquent, il est crucial de prendre des mesures pour remédier à cette situation.

En conclusion, ce travail mérite d'être complété par d'autres études visant à évaluer et à expliquer les résultats obtenus. Il est recommandé d'élargir la zone d'étude en augmentant le

## **Conclusion**

---

nombre de stations et de mois d'échantillonnage, ainsi que d'étudier l'impact des conditions climatiques et des facteurs externes sur la qualité de l'eau plate dans cette région. Ces études supplémentaires permettront d'approfondir notre compréhension de la situation et de mettre en place des mesures appropriées pour garantir la qualité de l'eau dans la région du Souf.

## **Références bibliographiques**

---

### Références bibliographiques

1. **A KHECHKHOUCHE, A BOUKHARI, Z DRISS, N BENHISSEN, 2017.** Seasonal effect on solar distillation in the El-Oued region of south-east Algeria *International journal of Energetical* 2 (1), 42-45.
2. **AISSAOUI A ; 2003.** Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage Hammam Grouz de la région d'Oued Athmania (wilaya de Mila) par les activités agricoles. Thèse de magister, Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. (UMMTO).
3. **Algérienne Des Eaux (ADE), 2011,** Norme de qualité d'une eau de boisson.
4. **AMINOT A., CHAUSSEPIED M. 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Cnexo : 395p.
5. **ARCHIBALD F., 2000.** The presence of coliform bactérie in Canadian Pulp and Paper Mill water systems – a cause for concern? *Water Qual Res J. Canada*.
6. **ARMAND I. 1996.** Memento technique de l'eau. Edition : Tec et Doc. P :37.
7. **BARBIER EB, ACREMAN M & KNOWLER D., 1997 :** Evaluation économique des zones humides guide à l'usage des décideurs et planification, Bureau de la convention de Ramsar, Gland Suisse, 143p.
8. **BENKADDOUR S., 2010 :** Approche écologique des zones humides et des oiseaux d'eau de la région d'El-Oued. Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie. Ecole supérieure El-Harrach. 62p
9. **BOUMEZBEUR A ,2004,** *ATLAS des zones humides Algériennes d'importance internationale*
10. **BOURGEOIS C.M., MESCLE J., F., ZUCCA J. 1991.** Microbiologie alimentaire : aspect microbiologique de la Security et de la qualité des aliments. Tome 1. Edition: Lavoisier. Tec et Doc. P:260- 261.
11. **BOURGEOIS, C.M., MESCLE J.F., 1996.** Microbiologie alimentaire : aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des alimentaires. Edition Lavoisier.
12. **BOUZEGAG, A .2015,** Stationnement et écologie des Sarcelles (Anatidés) dans les zones humides de l'éco complexe de la vallée d'Oued Righ (Sahara Algérien), Doctorat, Guelma
13. **BOUZENZNA H., 2015.** Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et la biodiversité algale des cours d'eau de la région d'Oued Athmenia (Mila)
14. **BRICHA S., OUNINE K., OULKHEIR S., EI HALOUI N., ATTARASI B., 2007.** Etude de la qualité physicochimique et bactériologique de la nappe phréatique M'nasra (Maroc), *Afrique Science*, vol 3, PP : 391 – 404.

15. **CHEICK TANDIA T., 2007** - Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées protocole de détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, centre régional pour l'eau potable et l'assainissement à faible coût Centre collaborant de l'OMS. 2-11p
16. **CHENCHOUNI H et SI BACHIR A., 2010.** Zones humides et biodiversités - Classification et typologie des zones humides du Bas-Sahara algérien et caractérisation de la biocénose du Lac Ayata (Vallée d'Oued Righ). Ed. Editions Universitaires Européennes, Allemagne, 152p.
17. **CHEVALIER P., 2003.** Coliformes fécaux. Fiche synthèse sur l'eau potable et la santé Durant l'Evaporation Complete du Chott Merouane dans le Sahara Septentrional Algérie. Article. P10
18. **CHVALIER P., 2003.** Coliformes totaux. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de sante publique du Québec.
19. **CÔTEM.,2006.**SileSoufm'étaitconté,commentsefaitetsedéfaitunpaysage.Ed.MédiaPlus,Constantine, 136
20. **DGF, 2004;** Atlas des zones humides d'importances internationales, Wilaya de Ouargla,chott Ain El Beida. Direction générale des forêts. Alger.
21. **DEGBEY C., MAKOUTODE M., FAYOMI B., Brouwer C., 2010.** La qualité de l'eau de boisson en milieu professionnel à Godomey au Bénin, J Int Santé Trav, Vol 1, PP : 15- 22.
22. **DEGROOT R.S., STUIP M. A.M., FINLAYSON C. M., et Davidson N., 2006:** Valuing wetlands: guidance for valuing the benefits derived from wetlands ecosystem services. Ramsar Technical Report No. 3/ CBD Technical Series No. 27. Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland et Secretariat of the convention on biological diversity, Montreal, Canada.
23. **DERKI H, LEBBIHI R, 2018,** Etude de quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux potables dans la région d'El-OUED.
24. **DJOUADI B.F., 2011 :** Recherche sur la dimension humaine dans la conservation des écosystèmes la custrer cas de Chott Marouane et Oued Khrouf, daïra de Meghaier, wilaya d'El-Oued-Algérie. Thèse de Magister en sciences agronomiques. Université Biskra. 65p
25. **DIB I., 2009.** L'impact de l'activité agricole et urbaine sur la qualité des eaux souterraines de la plaine de Gadaine- Ain Yaghout (Est Algérien), Mémoire de magister en hydraulique, construction hydro-technique et environnement, faculté des sciences de l'ingénieur, département d'hydraulique, Université Hadj Lakhdar, Batna, p 12.
26. **Direction Générale des forêts (DGF), 2004:** Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale. 4e Edition, Ed.: direction Générale des Forêts. Alger. 107p

27. **DOUDOU M** ,2016, *stratégie nationale de gestion écosystémique des zones humides d'Algérie, ben aknoun*
28. **EDBERG S.C., RICE E.W., KARLIN R.J., Allen M.J., 2000.** *Escherichia coli; the best biological drinking water Indicator for public health protection, Journal of Applied Microbiology.*
29. **ETTAYIB BENSACI, MEOUAR SAHEB, YACINE NOUIDJEM, ABDELAZIZ BOUZEGAG et Moussa HOUHAMDI, 2013.** -*Biodiversité de l'avifaune aquatique des zones humides Sahariennes : Cas de la dépression d'Oued Righ (Algérie)*
30. **FUSTEC E & LEFEUYRE JC., 2000 :** *Fonction et valeurs des zones humides ; Paris, Dunod édit, 426p.*
31. **GUESSOUM H, BENBRAHIM F, HALILAT M, LAOUAR F, BENSALAMA M & DAREM S. 2014** ‘ *Caractérisation Microbiologique des Eaux de la Nappe Phréatique de la Région de Ghardaïa (cas de Sebseb), Journal of Advanced Research in Science and Technologie.*
32. **HACHEMAOUI B., 2014** - *qualité physico-chimique de l'eau dessalée et traitée par la station de dessalement de l'eau de mer de souk tlata.Mém. Magister. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen. 66 p.*
33. **HACINI M, 2006;** *Géochimie des sels et des saumures du chott Merouane et calcule des vitesses de précipitation de quelque minéraux évaporitiques, thèse de doctorat. Géo. Uni Badji mokhtar. Annaba.*
34. **HADE A., 2007.** *Nos lacs : Les connaitre pour mieux les protéger, Edition Fides, Bibliothèque national du Québec, Canada, 27p.*
35. **HALFAOUI A., 2009.** *Inventaire de la macro et la microfaune aquatique du lac Hassi Ben Abdallah. Mémoire ingénieur UKM Ouargla. 93p*
36. **HALISY., 2007.***Atlas des plantes de la région de Souf, les plantes sahariennes de grand Erg Oriental. Ed. El Walid. El Oued. Algérie.252p*
37. **HAMAIDI F., HAMAIDI M.S., 2009.** - *Recherche de indicateurs bactériens de contamination fécale dans les eaux du barrage de Lakhal (Bouira Algérie), Rev. Microbiol. Ind. San et Environ. Vol 3, N°1. P95.*
38. **HAMDI WASSILA.,2011.** *Qualité hygiénique et caractéristiques physicochimiques des eaux domestiques de quelques localités de la cuvette de. Mémoire magister. Ouargla. Département des sciences de la nature et de la vie. Option : Microbiologie appliqué. P107.*

39. **HOUHAMDI M, BENSACI T, NOUIDJEM Y, BOUZEGAG A, SAHEB M et SAMRAOUI B, 2008** : *Eco-éthologie du flamant Rose (Phoenicopteurs roseaux) hivernant dans les oasis de la vallée de l'Oued Righ (Sahara Algérien), dans Avers 45/1, pp 15-27.*
40. **ISO, 1999.** *Qualité de l'eau – Détermination de la turbidité ISO 7027.*
41. **ISO, 1998.** *Qualité de l'eau- Recherche et dénombrement des Escherichia coli des bactéries coliformes- Partie 1 ; méthode par filtration sur membrane ISO 7899.*
42. **ISO, 2000.** *Recherche et dénombrement des Escherichia coli et des bactéries Coliformes partie1. Méthode par filtration sur membrane ISO 9297.*
43. **ISO, 2014.** *Recherche et dénombrement des Escherichia coli et des bactéries Coliformes partie1. Méthode par filtration sur membrane NF EN ISO9308-1.*
44. **JJ Dubost, M Soubrier, C De Champs... - Annals of the ..., 2002** -No changes in the distribution of organisms responsible for septic arthritis over a 20-year period
45. **A KHECHKHOUCHE, A BOUKHARI , Z DRISS, N BENHISSEN, 2017.** *Seasonal effect on solar distillation in the El-Oued region of south-east AlgeriaInternational journal of Energetical 2 (1), 42-45.*
46. **KHECHKHOUCHE EL AMINE, ALIA ZEID, KHEZZANI BACHIR et GUEHEF ZAHRA HODDA, 2020.** -Study of the floristic composition of a Wetland (Chott Edhiba) in the Souf region (Northern Sahara, Algeria).
47. **KOLL N et CHEHMA ABDELMADJID, 2015** -Etude phytoécologique spatiotemporelle des zones humides du Nord-est du Sahara septentrional algérien
48. **KOULL NAIMA ,2015.** *Etude phytoécologique spatiotemporelle des zones humides du Nord-est du Sahara septentrional algérien (Région de Ouargla et de l'Oued Righ), Mémoire Doctorat, université Ouargla, p 18 ,19*
49. **KOLL NAIMA, ABDELMADJID CHEHMA et NAOUFEL HAMOUDA,2016** -Qualité des eaux des zones humides du bas Sahara Algérien.
50. **LAGNIKA, M., IBIKOUNLE M., MONTCHO J.C., WOTTO V.D., SAKITI N.G., 2014.** *Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des puits dans la commune de Pobè (Bénin, Afrique de l'ouest), Journal of Appelliez Biosciences, N°79, PP :6887– 6897.*
51. **LAIZ A et MENACER N ,2020** *Etude phytoécologique d'un Lac (Lac Sif Lemnadi) de la région du Souf (Nord-est du Sahara septentrional algérien), MEMOIRE DE FIN D'ETUDE.*
52. **Larcher. C, 2017.** *Recherche et dénombrement des spores de Clostridium.*
53. **LEVALLOIS P., 2003.** *Bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies facultatives. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de santé publique du Québec, 3 p.*

54. **MEKDADI H, MESSAI AHMED N, 2015.** *Mem Master. Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'El-Oued (Cas du lac Ayata, chott Marouan, lac Sif El-Menadi et chott Halloufa).*
55. **Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005:** *Ecosystems and human wellbeing: Wetlands and water Synthesis.* Millennium Ecosystem Assessment (MEA), World Resources Institute, Washington, DC. Available at: <http://www.Millenniumassessment.org/document.358.aspx.pdf>.
56. **NADJAH A, 1971.** *Le Souf des oasis.* Ed. Maison livres, Alger, 174p.
57. **OMS, 2000.** *Directives de qualité pour l'eau de boisson ; volume 2, critères d'hygiène et documentation a l'appui, 2eme édition, 1050p.*
58. **OUDIHAT K., 2011 :** *Ecologie et structure des Anatidés de la zone humide de Dayet El Fred (Tlemcen).* Thèse de Magister En Ecologie et Biologie des Populations. Université Tlemcen. 92 p
59. **PATRIK P ; ENV M et Monique H. 1998.** *Qualité de l'eau souterraine dans la MRC de Coaticook. Régie régionale de la santé et des services sociaux de l'Estrie.* Québec. Canada, 70p.
60. **RAMSAR., 2013 :** *Le Manuel de la Convention de Ramsar : Guide de la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971).* 6e édition. Secrétariat de la Convention de Ramsar, gland, Suisse.
61. **RAMSAR., 2016 :** *INTRODUCTION À LA CONVENTION SUR LES ZONES HUMIDES*  
Sous-série I : Manuel 1 Coopération internationale pour les zones humides M A N U E L S R  
A M S A R 5 E É D I T I O N
62. **RENÉ MOLETTA., 2010.** *L'eau, sa pollution, et son traitement.* Note bene : Toute mise en œuvre de ce qui est décrit dans les chapitres doivent être faite avec une personne compétente. P13.
63. **RODIER, J., LEGUBE, B. et Merlet, N., 2005.** *L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux. Résiduaire, eau de mer.* 8eme édition Dunod, Paris.
64. **RODIER J., BAZIN C., BROUTIN J. P., CHAMBON P., CHAMPSAUR H., RODI L., 2005.** *L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaire, eau de mer, chimie, physicochimie, microbiologie, interprétation des résultats.* Ed. Dunod, Paris, 1384 p.
65. **RODIER J., LEGUBE B., MERLET N. 2009.** *L'analyse de l'eau, 9 ème, p.1579 édition, Ed. Duno.*
66. **SARI, H. 2014.** *Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source « Attar » (Tlemcen).*

67. **SERSOUB DJAZIA., 2012.** *Aménagement et Sauvegarde de la Biodiversité de la Vallée d'Oued Boussellem Sétif. Mémoire magister. Département de biologie et écologie végétale. Option : Biodiversité et gestion des écosystèmes. P197.*
68. **SHUVAL H.I., AVNER A., FATTAL B., ELYAHU R. et YAKUPIEL P., 1986.** *Caractéristiques des eaux usées et de traitement pour l'irrigation dans l'irrigation des eaux usées dans les pays en développement : effets sur la santé et la solution technologique, UNPP*
69. **TRAVEL A., 2006.** *Attention à la qualité de l'eau de boisson, Réussir Aviculture, Nov., N° 121, PP : 21-23.*
70. **VOISIN, A.2004.** *Le Souf. Ed. El Walid Algérie.*

## Sites Web

- <http://www.algerie360.com/algerie/une-nouvelle-zone-humide-se-constitue-a-sebkhetsefioune-ouargla/datedeladernièremars2016>

# **Annexes**

---



### **Annexe 01: Dosage de nitrite**

*Phase préparatoire des échantillons pour la lecture par spectrophotomètre, le virage de Couleur en rose indique la présence de nitrite.*



### **Annexe 02: Bain marie.**

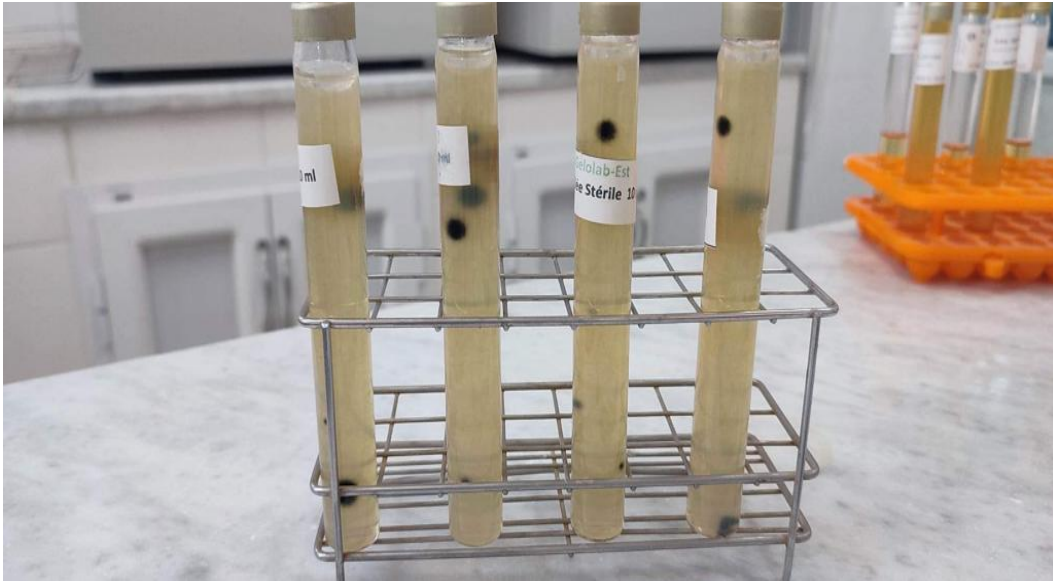


**Annexe 03 : Autoclave.**

*Incuber les tubes contenant les échantillons.*

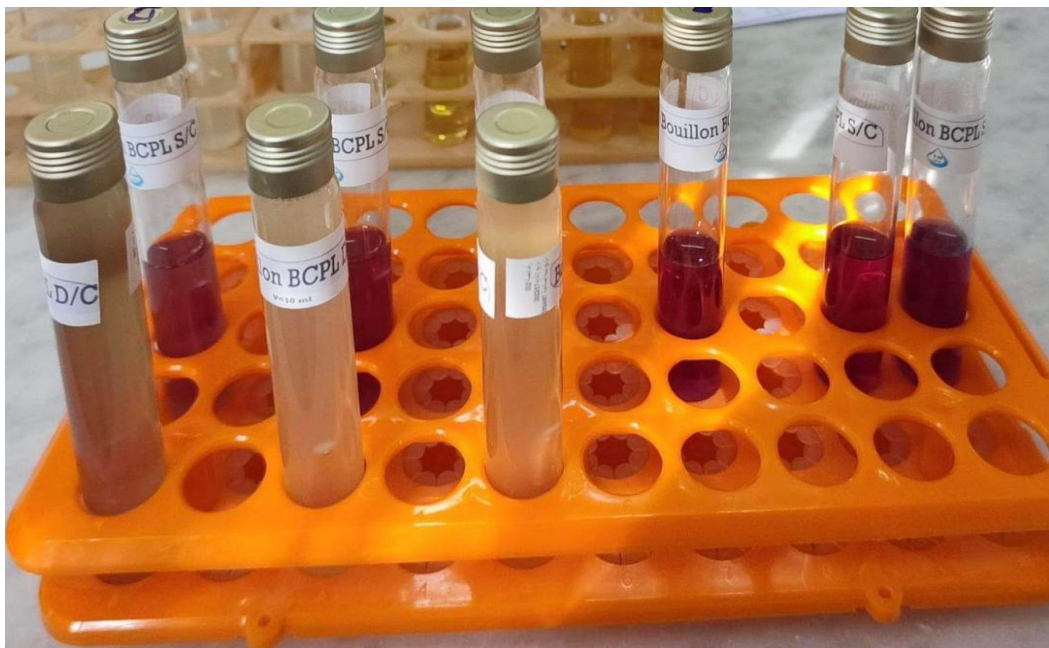


**Annexe 04 : Huile de vaseline.**



**Annexe 05 : la présence de selfito-réducteurs.**

*La formation de points noirs indique la présence de selfito-réducteurs en milieu de culture la gélose de viande-foie (VF).*



**Annexe 06 : Présence de coliforme totaux.**

*La variation de couleur et l'apparition de gaz dans cloche de Durham indique la présence de coliforme totaux (résultat positif) en milieu de culture BCPL.*



**Annexe 07 : Présence de coliformes totaux et fécaux**

***Test de confirmation par VBL (coliforme totaux) et Schubert (coliforme fécaux) : la formation d'un anneau rouge par le réactive Kovacs.***



**Annexe 08 : Présence des Streptocoques fécaux.**

## Annexes 9 : Tableau de Mac-Crady pour le dénombrement des coliformes

| Nombre de tubes donnant une réaction positive sur |                       |                       | INDICE NPP |
|---------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|------------|
| 3 tubes (d/c) de 10ml                             | 3 tubes (s/c) de 10ml | 3 tubes (s/c) de 1 ml |            |
| 0                                                 | 0                     | 1                     | 3          |
| 0                                                 | 1                     | 0                     | 3          |
| 1                                                 | 0                     | 0                     | 4          |
| 1                                                 | 0                     | 1                     | 7          |
| 1                                                 | 1                     | 0                     | 7          |
| 1                                                 | 1                     | 1                     | 11         |
| 1                                                 | 2                     | 0                     | 11         |
| 2                                                 | 0                     | 0                     | 9          |
| 2                                                 | 0                     | 1                     | 14         |
| 2                                                 | 1                     | 0                     | 15         |
| 2                                                 | 1                     | 1                     | 20         |
| 2                                                 | 2                     | 0                     | 21         |
| 2                                                 | 2                     | 1                     | 28         |
| 3                                                 | 0                     | 0                     | 23         |
| 3                                                 | 0                     | 1                     | 39         |
| 3                                                 | 0                     | 2                     | 64         |
| 3                                                 | 1                     | 0                     | 43         |
| 3                                                 | 1                     | 1                     | 75         |
| 3                                                 | 1                     | 2                     | 120        |
| 3                                                 | 2                     | 0                     | 93         |
| 3                                                 | 2                     | 1                     | 150        |
| 3                                                 | 2                     | 2                     | 210        |
| 3                                                 | 3                     | 0                     | 240        |
| 3                                                 | 3                     | 1                     | 460        |
| 3                                                 | 3                     | 2                     | 1100       |
| 3                                                 | 3                     | 3                     | 1400       |

(ISO,2012)