



**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche**  
**Scientifique**



**Université Chadli Bendjedid El-Tarf**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**

**Département des sciences Agronomiques – Filière Sciences alimentaires**

**Master académique en Sécurité Agroalimentaire et Assurance de Qualité**

### **Mémoire de fin d'études**

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Sécurité Agroalimentaire et Assurance  
Qualité.

**Thème**

---

**Analyse de quelques paramètres physico-chimiques et  
bactériologiques des sources d'eau au niveau de la Wilaya D'El Tarf.**

---

**Présenté par : M<sup>elle</sup> BOUHAFARA Dhikra**

**Devant le jury :**

<b>Présidente :</b> ATOUN Souad	(MCA)	Université Chadli Bendjedid, El –Tarf
<b>Examinatrice :</b> AJMI Saida	(MAA)	Université Chadli Bendjedid, El-Tarf
<b>Promotrice :</b> MOUISSI Samia	(MCA)	Université Chadli Bendjedid, El-Tarf

**Année Universitaire : 2024/2025**

## Remerciements

*Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes remerciements et ma profonde gratitude,,avant tout à Dieu le Tout-Puissant qui m'a donné le courage et la force pour mener à bien ce modeste travail.*

*J'adresse mes vifs remerciements à tous mes chers enseignants membres du jury, Mme **ADJMI S** en tant que président et Mme **ATROUN S** en tant qu'examinatrice.*

*Je présente mes plus sincères remerciements à mon promoteur Mme **MOUISSI Semia**, qui a bien voulu me diriger et m'orienter tout au long de la réalisation de ce travail. Je le remercie pour ses précieux conseils et pour sa gentillesse que j'ai particulièrement appréciée durant mon parcours. Je tiens également à exprimer toute ma reconnaissance et mes plus profonds respects.*

*Je remercie également Mme **Merdas Saliha**, Directrice du Laboratoire centrale de L'ADE, ainsi que Mademoiselle **Sabra** et toute l'équipe du laboratoire, pour leur disponibilité, leur accompagnement, et pour avoir mis à ma disposition les équipements et les moyens nécessaires à la réalisation de mes analyses. Leur soutien m'a été d'une grande aide tout au long de ce travail.*

*Enfin, j'exprime ma gratitude à ma famille et à mes proches, qui m'ont énormément soutenu et encouragé, ainsi qu'à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'accomplissement de ce travail.*

## Dédicace



Louange à Dieu, qui a achevé la louange, et aucun effort n'a été achevé sauf par sa grâce, et le serviteur n'a surmonté les obstacles et les difficultés qu'avec son succès et son aide... Cela a toujours été un rêve que j'attendais. Aujourd'hui, avec beaucoup de fierté, j'ai obtenu mon diplôme de "Master" spécialisé en biochimie appliquée. Dieu soit loué pour le début et à la fin .Lieu à remercier mon dieu.

### **À mon père**

Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, Grâce à toi papa j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité.

### **À ma mère**

qui m'a encouragé durant toutes mes études, et qui sans elle, ma réussite n'aura pas eu lieu.

### **À mes frères et toute ma famille**

Aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et encouragements. Je vous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour que vous m'offrez quotidiennement et votre bonté exceptionnelle. Que Dieu le Tout Puissant vous garde et vous procure santé et bonheur.

## RESUME

L'eau est la principale ressource naturelle utilisée dans diverses activités quotidiennes telles que la boisson, la nutrition, l'hygiène ou encore l'agriculture industrielle. Ces usages nécessitent une bonne qualité physico-chimique ainsi qu'une qualité bactériologique satisfaisante.

L'objectif de cette étude est de surveiller et d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique de certaines sources d'eau localisées dans la wilaya d'El Taref. Dans ce cadre, trois stations ont été choisies : El Righia, Melloue et Aïn Ayech, au cours du mois de mai.

L'évaluation repose sur un ensemble de tests expérimentaux portant sur plusieurs paramètres physico-chimiques (température, pH, conductivité, turbidité, TAC, TH, phosphate, chlorures, nitrates, etc.), ainsi que sur un contrôle bactériologique visant à détecter d'éventuels agents pathogènes (coliformes totaux et fécaux, streptocoques fécaux et totaux, etc.).

Les résultats ont montré que les eaux étudiées, destinées à la consommation humaine, présentent une bonne qualité. Les paramètres analysés respectent les normes de potabilité établies par l'OMS ainsi que les normes algériennes. Par ailleurs, les analyses bactériologiques ont confirmé la qualité microbiologique de ces eaux en révélant l'absence de bactéries pathogènes.

**Mots clés :** Eau de source, Eau potable, wilaya d'El Taref, analyse physico-chimiques et bactériologique, les normes de l'OMS, les normes Algériennes.

## ملخص

تُعدّ المياه المورد الطبيعي الرئيسي المستخدم في مختلف الأنشطة اليومية مثل الشرب، التغذية، النظافة، وحتى في الزراعة الصناعية. وتتطلب هذه الاستخدامات توفّر جودة فيزيائية-كيميائية جيدة بالإضافة إلى جودة بكتريولوجية مرضية.

يهدف هذا البحث إلى مراقبة وتقييم الجودة الفيزيائية-الكيميائية لبعض مصادر المياه الواقعة في ولاية الطارف. وفي هذا الإطار، تم اختيار ثلاث محطات للدراسة: الريغية، ملول، وعين عياش، وذلك خلال شهر ماي.

تعتمد عملية التقييم على مجموعة من التحاليل التجريبية التي تشمل عدة مؤشرات فيزيائية-كيميائية (درجة الحرارة، الرقم الهيدروجيني، التوصيلية، العكارة، القلوية الكلية، العسر الكلي، الفوسفور، النترات و غيرها ) ، بالإضافة إلى مراقبة بكتريولوجية تهدف إلى الكشف عن وجود محتمل لعوامل ممرضة (الكوليفورم الكلي والبرازي، المكورات العقدية البرازية والكليّة، وغيرها).

وقد أظهرت النتائج أن المياه المدروسة، والمعدة للاستهلاك البشري، تتمتع بجودة جيدة. حيث أن المعايير المحللة تطابق وكذا المعايير الجزائرية. كما أكدت التحاليل البكتريولوجية (OMS) معايير الشرب التي وضعتها منظمة الصحة العالمية. الجودة الميكروبيولوجية لهذه المياه من خلال غياب البكتيريا الممرضة.

**الكلمات المفتاحية:** مياه الينابيع، مياه صالحة للشرب، ولاية الطارف، التحاليل الفيزيائية-الكيميائية والبكتريولوجية، معايير منظمة الصحة العالمية، المعايير الجزائرية

**ABSTRACT**

Water is the primary natural resource used in various daily activities such as drinking, nutrition, hygiene, and industrial agriculture. These uses require good physicochemical quality as well as satisfactory bacteriological quality.

The objective of this study is to monitor and assess the physicochemical quality of selected water sources located in the province of El Taref. Three stations were selected for this purpose: El Righia, Melloue, and Aïn Ayech, during the month of May.

The assessment is based on a series of experimental tests on several physicochemical parameters (temperature, pH, conductivity, turbidity, TAC, TH, phosphate, chlorides, nitrates, etc.), as well as bacteriological monitoring to detect potential pathogens (total and fecal coliforms, fecal and total streptococci, etc.). The results showed that the water studied, intended for human consumption, is of good quality. The analyzed parameters meet the potability standards established by the WHO as well as Algerian standards. Furthermore, bacteriological analyses confirmed the microbiological quality of this water by revealing the absence of pathogenic bacteria.

**Keywords:** Spring water, drinking water, El Taref province, physicochemical and bacteriological analysis, WHO standards, Algerian standards

## sommaire

Remerciements

Dédicace

RESUME

sommaire

Liste des tableau

Liste des figures

INTRODUCTION GENERALE ..... 1

### Chapitre 01 :Généralité sur l'eau

I. 1. Définition de l'eau : ..... 2

I. 2. Cycle de l'eau : ..... 2

I. 3. Les sources hydriques naturelles : ..... 3

I. 3.1 Les eaux de pluie : ..... 3

I. 3.2 Les eaux de mer : ..... 3

I. 3.3 Les eaux de surface : ..... 4

I. 3.4 Les eaux souterraines : ..... 4

I. 4. Importance de l'eau: ..... 5

I. 5. Les sources : ..... 6

I. 5.1 Sources d'émergence : ..... 6

I. 5.2 Sources de déversement : ..... 7

I. 5.3 Source de débordement : (sources de trop plein) ..... 8

I. 5.4 Sources liées à une nappe captive : ..... 8

I.6. Classification des sources : ..... 9

### Chapitre 02 :Paramètres de la qualité des eaux

1. Paramètres organoleptiques : ..... 10

1.1 L'odeur ..... 10

1.2 La couleur ..... 10

1.3 Goût et saveur ..... 10

2. Paramètres physiques : ..... 10

2.1 Température ..... 10

2.2 .Le potentiel d'hydrogène (pH) ..... 10

2.3 Conductivité électrique ..... 11

2.4 Résidu sec ..... 12

3. Paramètres chimiques ..... 12

3.1 Chlorures (Cl-) ..... 12

3.2	Dureté totale (TH) .....	13
3.3	Titre alcalimétrique (TA) .....	13
3.4	Titre alcalimétrique complet (TAC) .....	13
3.5	Magnésium ( $Mg^{+2}$ ).....	13
3.6	Calcium ( $Ca^{2+}$ ).....	13
3.7	Potassium ( $K^{+}$ ) .....	14
3.8	Sodium ( $Na^{+}$ ).....	14
3.9	Ammonium ( $NH_4^{+}$ ).....	14
3.10	P hosphate ( $PO_4^{-3}$ ).....	14
3.11	Sulfate ( $SO_4^{-2}$ ) .....	15
3.12	Nitrates et Nitrites ( $NO_3^{-}$ , $NO_2^{-}$ ).....	15
3.13	Bicarbonates ( $HCO_3^{-}$ ).....	15
	Les normes de qualité de l'eau de source et eau minérale naturelle .....	15
2.	Qualité bactériologique : .....	17
	Chapitre 03 :Maladies transmissibles par l'eau	
A.	Maladies d'origines bactériennes.....	18
B.	Maladies d'origine parasitaire.....	19
C.	Maladies d'origines virales .....	20
	Partie expérimentale	
	Chapitre 01 :Matériels et méthodes.	
1.	Présentation de la région d'étude.....	22
1.1	Localisation géographique de la wilaya D'El Tarf.....	22
1.2	Relief: .....	22
1.3	Climat: .....	23
2.	Présentations des zones d'études :.....	23
2.1	Station El Righia: .....	23
2.2	Station Oum Teboul :.....	23
2.3	Station El Aayoun .....	24
3.	Présentation de l'Algérienne des eaux .....	24
4.	Présentation de laboratoire de l'ADE l'unité de Bouteldja .....	25
5.	Echantillonnage : .....	26
6.	Mode de prélèvement : .....	26
7.	Transport et conservation au laboratoire.....	26
8.	Analyse physico.....	27
8.1	Mesure de la température ( $T^{\circ}C$ ).....	27

---

8.2	Potentiel hydrogène (pH) .....	28
8.3	Conductivité électrique (CE).....	28
8.4	La Turbidité.....	29
8.5	Les paramètres de pollution .....	30
9.	Analyse chimique .....	32
9.1	Le titre hydrotimétrique (TH) .....	32
9.2	Titre Alcalimétrique Complet (TAC) : .....	35
9.3	Chlorures : .....	35
10	Paramètres Bactériologiques .....	37
Résultats et Discussions		
1.	Paramètres physico-chimiques : .....	39
1.1	Température : .....	40
1.2	Potentiel hydrogène (PH) : .....	41
1.3	Conductivité : .....	42
1.4	Turbidité : .....	43
1.5	Salinité : .....	44
1.6	Taux des sels dissous (TDS) : .....	44
1.7	Titre Hydrométrique (TH).....	45
1.8	Magnésium ( $Mg^{2+}$ ).....	46
1.10	Nitrates ( $NO_3^-$ ).....	47
1.11	L'ammonium ( $NH_4^+$ ).....	48
1.12	Phosphore ( $PO_4^-$ ).....	48
1.13	Chlorure : .....	49
2.	Résultats des paramètres bactériologiques : .....	50
	Conclusion .....	51
	Références bibliographiques .....	51

## Liste des abréviations

### A

**ADE** : L'Algérienne des Eaux.

### C

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

**CE** : Conductivité électrique.

**C<sub>i</sub>** : la concentration de chaque paramétré en mg/l.

**Cl<sup>-</sup>** : chlorures.

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

**Cu<sup>2+</sup>** : Cuivre.

**C°** : Degré Celsius.

### E

**EDTA** : Acide Ethylène Diamine Tétra Acétique.

### F

**F°** : degrés français.

**Fe<sup>2+</sup>** : Fer.

### G

**g** : gramme.

**g /l** : gramme par litre.

**g /m** : gramme par mole.

### H

**h** : heure.

**H** : Humidité.

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

**H +** : ion d'hydrogène.

### J

**JORA** : journal officiel Algérie.

### M

**MES** : Matières. En. Suspension.

**Mg<sup>2+</sup>** : Magnésium.

**Mg /L** : Milligramme par litre.

**Min** : minute.

**Mn<sup>2+</sup>** : Manganèse.

**m** : mètre.

**mm** : Millimètre.

**mm/an** : Millimètre.

**m mol/l** : milli moles Par litre.

**m<sup>3</sup>** : mètre cube.

## **N**

**Na<sup>+</sup>** : Sodium.

**N.E** : Les normes européennes.

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

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

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

**N** : Nord.

**nm** : nanomètre.

**NTU** : unité céphalométrique de turbidité.

## **O**

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

**O<sub>2</sub>** : Oxygène dissous.

## **P**

**PH** : potentiel hydrogéné.

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

## **U**

**UFC : Unité Formant Colonie.**

**μS/cm**: unité de conductivité électrique.

## **S**

**Sal** : Salinité.

**Si** : la norme de l'OMS de chaque paramètre en mg/l.

**Si(OH)<sub>4</sub><sup>+</sup>** : Silicium.

**T**

**T** : Température.

**TA** : Alcalinité composite.

**TAC** : Alcalinité Totale.

**TDS** : Taux des sels dissous.

**TH** : Dureté Totale.

**W**

**Wi** : le poids de chaque paramètre.

**wi** : Facteur de poids.

**%** : Pourcentage.

**(-)** : Négative.

**(+)** : Positive.

**Liste des tableaux**

<b>Tableau 1:</b> Classification des eaux selon le pH.....	11
<b>Tableau 2:</b> Classification des eaux selon conductivité.....	11
<b>Tableau 3:</b> Classification des eaux minérales selon leur.....	12
<b>Tableau 4:</b> Classification des eaux selon les valeurs du titre hydrométrique (Dureté totale).13	
<b>Tableau 5:</b> Les normes des paramètres physico-chimiques et organoleptiques selon l’OMS et JORA de l’eau de source et eau minérale naturelle.....	16
<b>Tableau 6:</b> les principales maladies d’origine bactérienne et leurs agents.....	18
<b>Tableau 7:</b> Les principales maladies d’origine parasitaire (ANONYME, 2008); (VILLAGINES, 2003).....	19
<b>Tableau 8:</b> Les principales maladies d’origine virale (GEURSEN et al, 2004 ; ANONYME, 2008).....	20
<b>Tableau 9:</b> Variation des Paramètres physico-chimiques.....	39
<b>Tableau 10:</b> Résultat du dénombrement de la microflore de l’eau analysée.....	50

Liste des figures

<b>Figure 1</b> :Cycle de l'eau hydrologique (Bouziani ; 2000).....	3
<b>Figure 2</b> : présentation des eaux souterraine ( Ayad, 2017).....	4
<b>Figure 3</b> : Source d'eau naturelle.....	6
<b>Figure 4</b> : Typologie de source par émergence.....	6
<b>Figure 5</b> : Typologie de source par déversement.....	7
<b>Figure 6</b> : Typologie de source par débordement.....	8
<b>Figure 7</b> : Typologie de source par de nappe captive.....	8
<b>Figure 8</b> :Localisation géographique de wilaya d'El Tarf (Google Maps, 2025).....	22
<b>Figure 9</b> :Le symbole l de L'ADE (Bouhafara, 2025).....	25
<b>Figure 10</b> : (a) glacière porte-échantillons d'eau (b) les Flacons stériles (Bouhafara, 2025).	27
<b>Figure 11</b> :Multiéléments (Bouhafara, 2025).....	27
<b>Figure 12</b> :pH-mètre (Bouhafara, 2025).....	28
Figure 13 :Conductimètre (Bouhafara, 2025).....	29
<b>Figure 14</b> :Spectrophotomètre (Bouhafara, 2025).....	30
<b>Figure 15</b> : (a) Multiéléments. (b) les sondes spécifique (Bouhafara, 2025).....	31
<b>Figure 16</b> :acide ascorbique (Bouhafara, 2025).....	32
<b>Figure 17</b> : a) Couleur violet avant l'étalonnage b) Titrée avec l'EDTA (Bouhafara, 2025).	33
<b>Figure 18</b> : a) Produits utilisés b) titrage avec l'EDTA (Bouhafara, 2025).....	34
<b>Figure 19</b> :Dosage De Chlorure (Baali, Belmekiah et Ferkaoui, 2023).....	36
<b>Figure 20</b> :a)la Rompe de filtration b)les Filtres de 0.45 µm(Bouhafara, 2025).....	37
<b>Figure 21</b> :étuve réfrigérée (Bouhafara, 2025).....	38
<b>Figure 22</b> :Le milieu de Tergitole et de Salantez (Bouhafara, 2025).....	39
<b>Figure 23</b> :La variation du température des eaux étudiées.....	41
<b>Figure 24</b> :La variation du pH des eaux étudiées.....	42
<b>Figure 25</b> :La variation de la turbidité des eaux étudiées.....	43
<b>Figure 26</b> :La variation de la salinité des eaux étudiées.....	44
<b>Figure 27</b> :La variation du TDS des eaux étudiées.....	45
<b>Figure 28</b> :La variation de TH des eaux étudiées.....	45
<b>Figure 29</b> :La variation de la magnésium des eaux étudiées.....	46
<b>Figure 30</b> :La variation de Calcium des eaux étudiées.....	47

<b>Figure 31</b> :La variation de nitrate des eaux étudiées.....	47
<b>Figure 32</b> :La variation de L'ammonium des eaux étudiées.....	48
<b>Figure 33</b> :La variation de Phosphore des eaux étudiées.....	49
<b>Figure 34</b> :La variation de Chlorure des eaux étudiées.....	49

# Introduction générale

## **INTRODUCTION GENERALE**

L'eau joue un rôle fondamental dans la vie et représente un élément clé dans diverses activités humaines ainsi qu'environnementales. Dans le domaine de l'agriculture, l'eau se révèle indispensable pour favoriser la croissance des plantes et la production alimentaire, plusieurs systèmes agricoles s'appuyant sur des ressources en eau naturelles telles que les rivières, les sources et les puits.

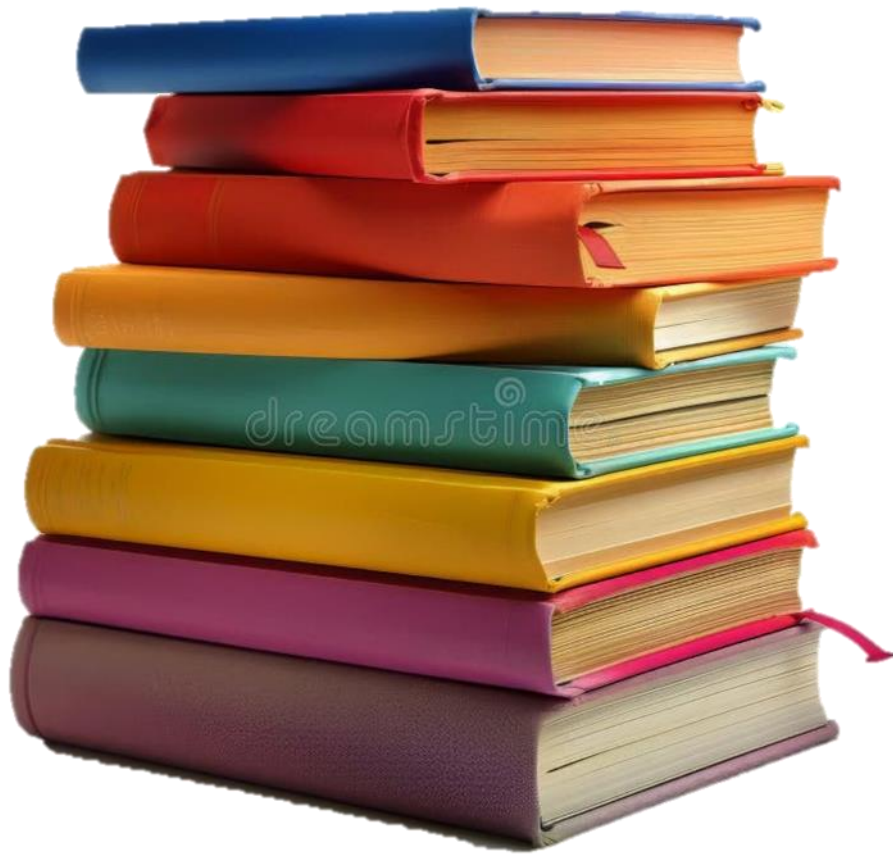
Les ressources naturelles prennent une signification fondamentale à l'échelle mondiale, parmi lesquelles les sources d'eau douce se révèlent particulièrement cruciales, notamment pour l'irrigation. Les sources naturelles d'eau sont essentielles au soutien de la vie tant végétale qu'animale, tout en répondant aux besoins humains fondamentaux tels que l'accès à l'eau potable et l'irrigation des cultures. En effet, l'irrigation s'avère nécessaire pour assurer la sécurité alimentaire et la durabilité de l'agriculture, en facilitant la croissance et le développement des cultures dans les zones où les précipitations sont rares. Ainsi, la protection et la gestion durable des sources d'eau douce se révèlent cruciales pour garantir la sécurité alimentaire mondiale, la santé de l'environnement et la prospérité économique sur le long terme. **(DEFFA, 2020)**

Les eaux souterraines en Algérie constituent une ressource vitale en eau douce, mais elles font face à des défis majeurs en raison de la pollution de surface. Ce type de pollution est causé par plusieurs facteurs, notamment la pollution industrielle, agricole et urbaine provenant des systèmes d'assainissement. Ces différentes sources de pollution affectent la qualité des eaux souterraines, les rendant parfois impropres à la consommation humaine et à un usage agricole. **(GUERZOU, 2008)**

L'objectif de cette étude est de surveiller et d'évaluer la qualité physico-chimique de certaines sources d'eau localisées dans la wilaya d'El Taref. Dans ce cadre, trois stations ont été choisies : El Righia, Melloue et Aïn Ayech, au cours du mois de mai

# Synthèse

## bibliographique



# **Chapitre 01 :**

## **Généralité sur l'eau**

### I. 1. Définition de l'eau :

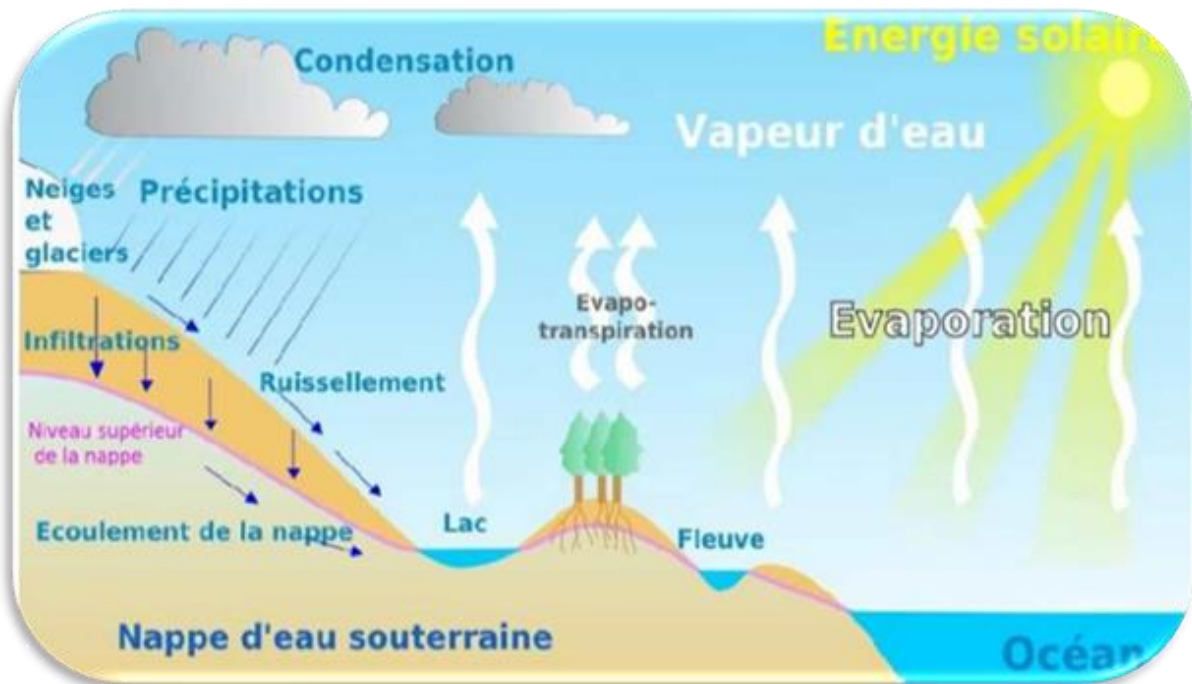
Nom féminin dérivé du latin aqua, incolore, inodore, insipide, L'eau constitue un composé chimique omniprésent sur notre planète et est vitale pour tous les êtres vivants connus. Elle se présente sous forme gazeuse au-delà de 100°C et sous forme solide en dessous de 0°C. Sa formule chimique est H<sub>2</sub>O, ce qui signifie que chaque molécule d'eau est constituée d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène.

L'eau ne se limite pas à un ensemble de molécules de H<sub>2</sub>O, elle agit également comme un excellent solvant, capable de dissoudre une vaste gamme de corps ioniques, tels que les sels, en produisant des ions, ainsi que différentes substances chimiques, qu'elles soient toxiques ou formées de molécules polaires. (**Metahri, 2012**).

La plupart de l'eau, soit 97%, se trouve dans les océans et est salée, rendant son utilisation impossible pour l'Homme. Les 3% restants d'eau douce ne sont pas entièrement accessibles non plus. En effet, environ 68,3% de cette eau est sous forme solide dans les glaciers, tandis que seulement 31,4% est à l'état liquide, que ce soit dans les nappes phréatiques, les lacs d'eau douce, les rivières ou au sein des organismes vivants. Une petite fraction de ces 31,4% se présente sous forme de vapeur d'eau dans l'atmosphère. (**Assouline. Jet Assouline. 5., 2007**).

### I. 2. Cycle de l'eau :

La compréhension de l'origine de l'eau, de son cycle, de sa dynamique naturelle ainsi que de sa distribution à travers l'espace et le temps constitue une information essentielle. L'eau est intégrée dans un cycle naturel en perpétuelle circulation entre la terre et l'atmosphère. Elle s'évapore en permanence au-dessus des océans, des lacs et des forêts, se transforme en nuages et est ensuite transportée dans le ciel par des courants d'air. Dans l'atmosphère, les nuages se forment en condensant la vapeur d'eau autour de particules de poussière, pour ensuite tomber en précipitations sous forme de pluie ou de neige, à la suite de phénomènes météorologiques complexes, notamment impliquant les vents et les variations de température (figure n°01). L'eau de ruissellement pénètre dans le sol, où elle s'infiltré et contribue à l'alimentation des réservoirs souterrains. Elle traverse des couches de sol de plus en plus profondes et élimine en chemin presque toutes les impuretés qu'elle contenait (**Bouzianni ; 2000**). Les eaux souterraines circulent elles aussi, une partie se jetant directement dans la mer et le reste venant alimenter les rivières à leur source ou par le biais d'un affluent.



**Figure 01** : Cycle de l'eau hydrologique (Bouziani ; 2000).

### I. 3. Les sources hydriques naturelles :

On identifie quatre principales sources d'eau brute : les précipitations, l'eau de mer, les eaux de surface et les eaux souterraines. Les caractéristiques globales de chacune de ces sources illustrent l'interaction entre l'eau et son environnement.

#### I. 3.1 Les eaux de pluie :

Les eaux de pluie sont considérées comme de bonne qualité pour la consommation humaine. Elles se distinguent par leur faible teneur en minéraux, en raison de la présence d'oxygène et d'azote, ainsi que de l'absence de sels dissous, comme ceux de magnésium et de calcium. Dans les zones industrialisées, ces eaux peuvent être contaminées par des particules en suspension dans l'air. La variabilité des pluies au fil du temps ainsi que les défis liés à leur collecte expliquent pourquoi très peu de collectivités exploitent cette ressource hydrique. (Desjardins, 1997 ; OFEFP, 2003 in Ayad, 2017).

#### I. 3.2 Les eaux de mer :

L'eau de mer constitue une ressource d'eau brute qui n'est employée que lorsque les possibilités d'accès à de l'eau douce sont absentes. Elle se caractérise par un taux de salinité élevé (variant de 33000 à 37000 mg. L-1) et est également désignée sous le terme « eaux saumâtres ».

L'utilisation de ces eaux pose des difficultés, notamment en raison des coûts très élevés associés à leur traitement (**Boeglin, 2009 in Ayad 2017**).

### **I. 3.3 Les eaux de surface :**

Qualifie toutes les eaux ouvertes naturellement vers l'atmosphère, englobant les fleuves, rivières, lacs, réservoirs, ruisseaux, lacs de barrage, retenues collinaires, mers, estuaires, etc. Ce mot désigne également les sources, puits et autres collecteurs d'eau qui sont directement affectés par les eaux superficielles. Dans le contexte des aquariums, l'interface eau/air, communément désignée comme eau de surface, correspond aux eaux superficielles (**Ayad, 2017**)

### **I. 3.4 Les eaux souterraines :**

Par « eau souterraine », on désigne l'eau située sous la surface du sol, remplissant soit les fissures du socle rocheux, soit les espaces dans les milieux granulaires comme les sables et graviers. À la différence de l'eau de surface, l'eau souterraine ne s'accumule pas comme un ruisseau ou une rivière, mais circule en profondeur au sein des formations géologiques constitutives de l'espace souterrain (**Myrand, 2008 in Ayad, 2017**).

La profondeur de l'eau souterraine, en dessous de laquelle les roches ou sédiments sont gorgés d'eau, est désignée comme nappe phréatique. Il existe également de l'eau au-dessus de la nappe phréatique, dans la zone non saturée, par exemple sous forme d'eau du sol; cependant, cette eau n'est généralement pas exploitée par l'homme et ne peut pas être considérée comme une eau souterraine (Fig.2).

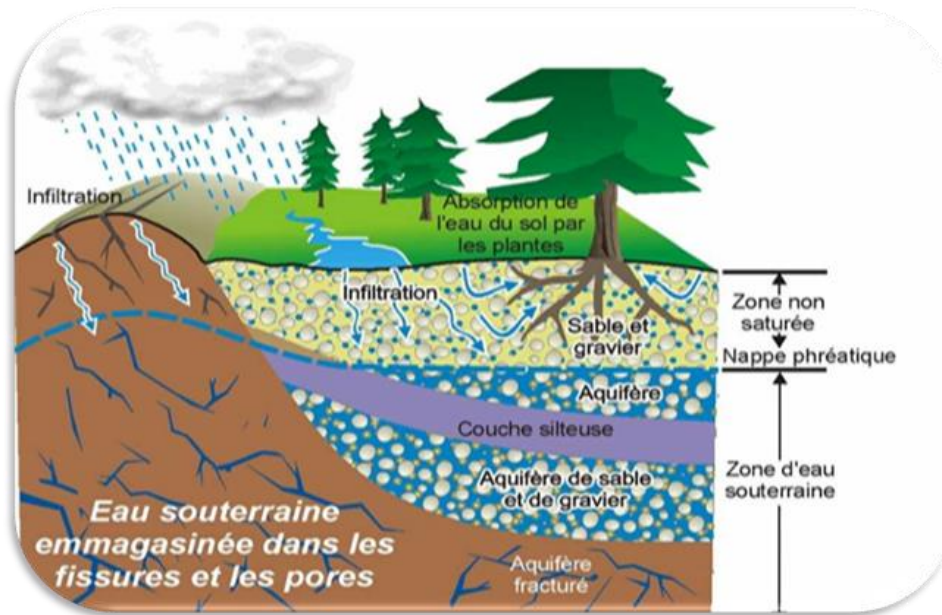


Figure 02 : présentation des eaux souterraine ( Ayad, 2017).

#### I. 4. Importance de l'eau:

L'eau constitue une ressource précieuse, car elle est indispensable à l'existence de toute vie, qu'elle soit humaine, animale ou végétale. Historiquement, elle a été perçue comme un bien largement accessible et renouvelable. L'eau revêt une importance capitale tant sur le plan biologique qu'économique, l'hydrosphère étant le socle de la vie et des équilibres écologiques. Elle agit simultanément comme aliment, potentiel médicament, matière première pour l'industrie, source d'énergie et agraire, ainsi que comme moyen de transport. Ses applications sont donc variées, mais en ce qui concerne la santé humaine, elles sont dominées par l'agriculture et l'aquaculture, l'industrie et l'artisanat, les activités récréatives liées à l'eau, telles que la baignade, ainsi que par la fourniture d'eau potable, tant pour des usages alimentaires (eau à boire, cuisine) que domestiques et d'hygiène. (Jiang 2010)

L'eau est le principal constituant des corps humains, la quantité moyenne d'eau contenue dans un organisme adulte est de 65%, ce qui correspond à environ 45 litre d'eau pour une personne de 70Kilogrammes. Outre d'être le constituant des cellules, l'eau remplit les fonctions suivantes:

- Participe aux nombreuses réactions chimiques dans le corps humain.
- Assure le transit d'un certain nombre de substances dissoutes indispensables aux cellules.
- Permet l'élimination des déchets métaboliques.

- Aide au maintien d'une température constante à l'intérieur du corps (**Monod ,1989**).

### **I. 5. Les sources :**

Une eau de source, selon l'arrêté 89-369 du 06 juin 1989 concernant les eaux minérales naturelles et les eaux potables préemballées, est une eau provenant du sous-sol, exempte de microorganismes nuisibles et préservée des menaces de contamination, convenant à la consommation humaine. À la différence de l'eau minérale naturelle, sa composition chimique n'est pas nécessairement constante. Une source est souvent à l'origine d'un flux d'eau, qu'il s'agisse d'un ruisseau, d'une rivière ou même d'un fleuve, et la qualité physico-chimique ainsi que microbiologique doit satisfaire sans traitement aux normes de potabilité des eaux destinées à l'usage humain.



**Figure 03 :** Source d'eau naturelle.

#### **I. 5.1 Sources d'émergence :**

Bien que la couche perméable soit fissurée en direction de sol, on peut avoir un débit alimentant un trou d'eau, souvent envahi de végétation par une ou plusieurs fractures ou l'on peut voir l'eau bouillonner.

Le débit localisé de ces sources est souvent important, leur risque de tarissement est inégal (**Gomella et Guerree ; 1980**)

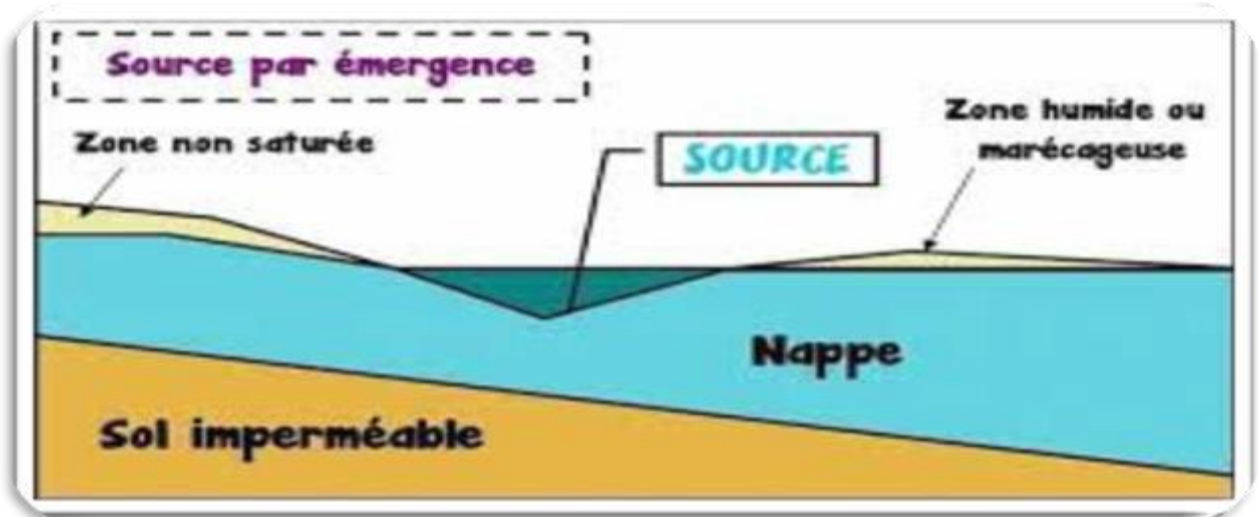


Figure 04 : Typologie de source par émergence.

### I. 5.2 Sources de déversement :

Ce type de sources se rencontre dans les terrains fissurés en surface calcaires et surtout granites (le réseau de fissures vient rencontrer la surface du sol, avec une pente qui permet d'y conduire l'eau). Généralement leur débit est faible, pratiquement constant et peuvent facilement tarir, Aussi n'envisagera-t-on leur captage qu'en l'absence d'autres possibilités (Bonnin ; 1982).

Elles naissent sur les pentes ou des grandes hauteurs (au-dessus du fond de la vallée), généralement leur débit est faible (Bouziani,2000).

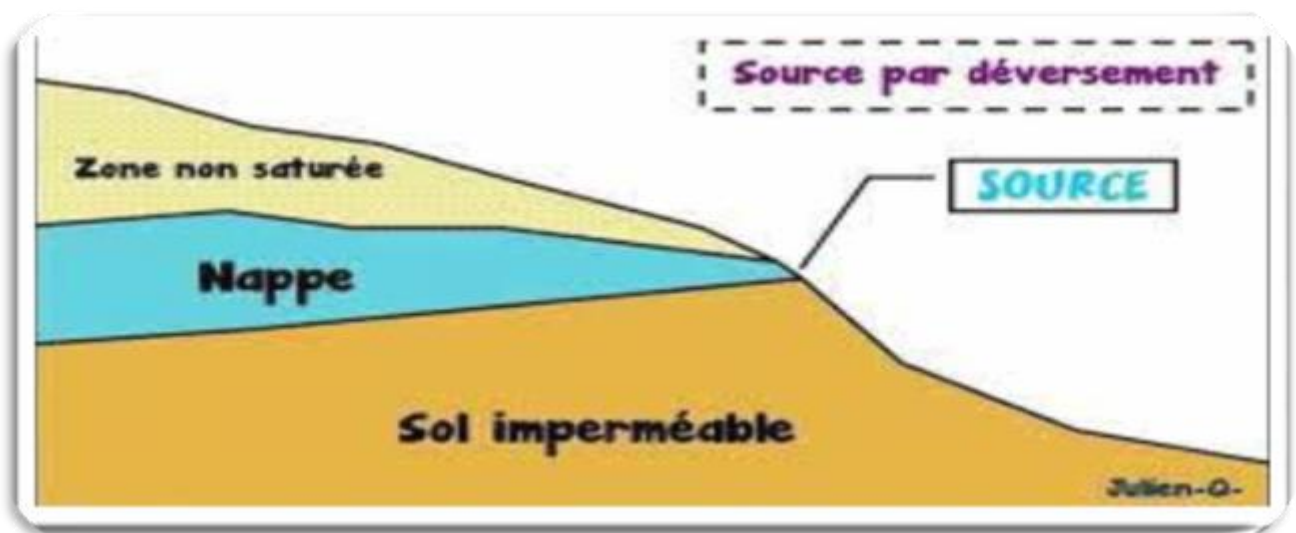


Figure 05 : Typologie de source par déversement.

### I. 5.3 Source de débordement : (sources de trop plein)

Provenant d'une nappe de débordement, située au contact ou au voisinage du toit imperméable de l'aquifère (Shoeller, 1955).

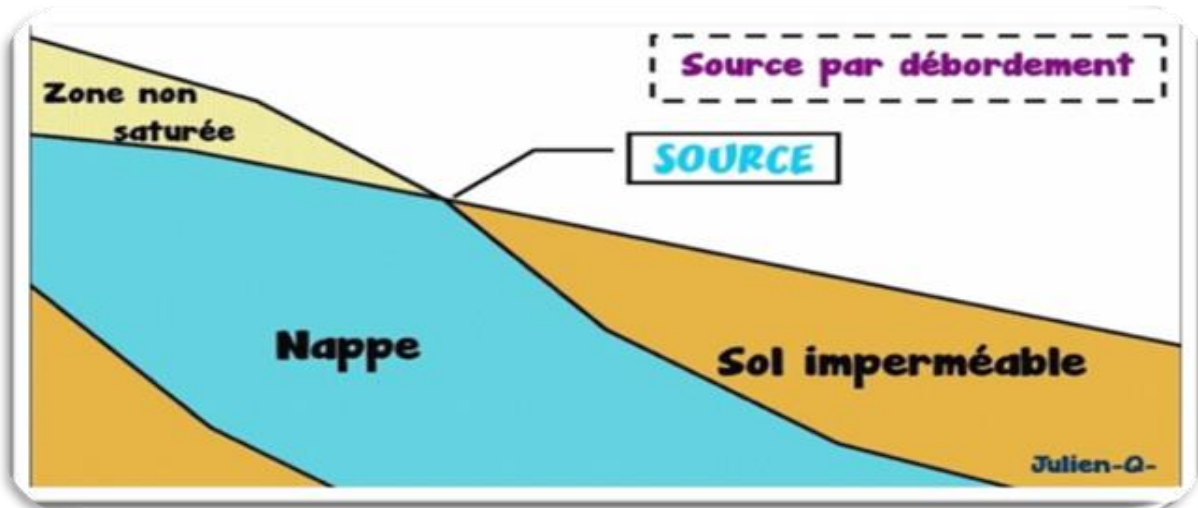


Figure 06 : Typologie de source par débordement

### I. 5.4 Sources liées à une nappe captive :

Existent uniquement en cas de nappe captive sous charge. La surface piézométrique se situe au-dessus du sol. L'eau est contrainte de circuler en sous-sol vu la présence d'un toit imperméable (argile, limons...). Une conduite traversant la couche imperméable implique donc une source jaillissante.

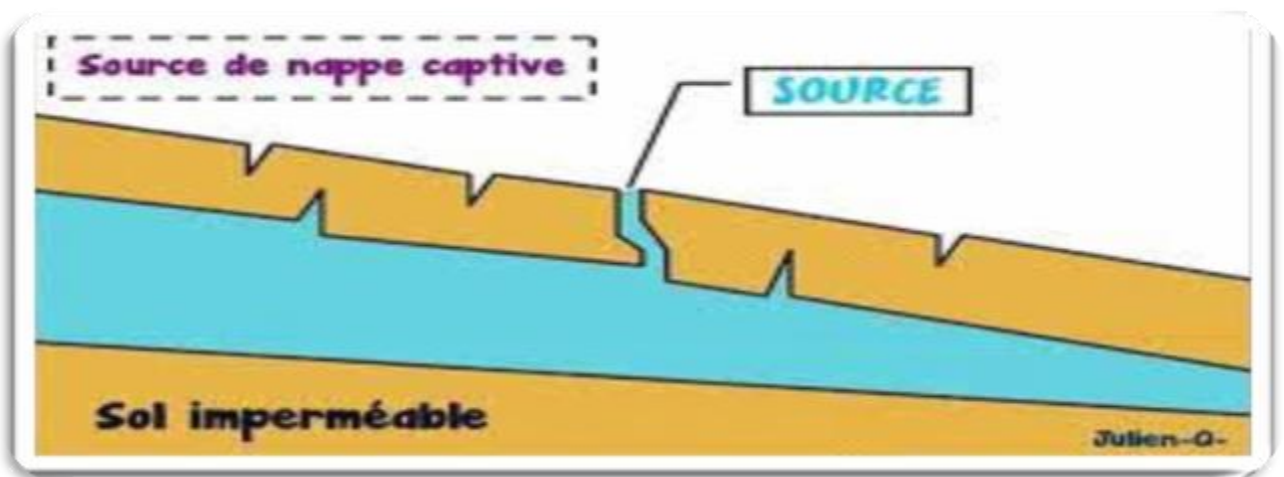


Figure 07 : Typologie de source par de nappe captive

**I.6. Classification des sources :**

- Il existe diverses méthodes pour catégoriser les sources : en fonction de la continuité ou non de l'écoulement et du régime de variation du débit : source pérenne, source constante, source temporaire, source intermittente.
- La localisation inclut les sources de coteau, les sources littorales, et les sources submergées (sous-fluviales, sous-lacustres, sous-marines).
- La géologie, et plus précisément l'hydrogéologie, vise à éclaircir l'origine et le fonctionnement de la source.
- Le thermalisme classe les sources selon leur température et les usages qui en découlent : source chaude, source thermale, source hypothermique, hétérotherme, hyperthermique.
- L'hydrochimie permet de classer les sources en fonction de leurs propriétés chimiques : source salée, séléniteuse, ferrugineuse, sulfureuse, minérale, incrustante ou pétrifiante.

# **Chapitre 02 :**

## **Paramètres de la qualité des eaux**

La qualité physico-chimique de l'eau informe sur la localisation et l'évaluation d'un niveau de pollution, en fonction d'un ensemble de paramètres. Basée sur des valeurs de références, elle s'apprécie à l'aide de plusieurs paramètres (**Rodier., 2009**).

### **1. Paramètres organoleptiques :**

#### **1.1 L'odeur**

Chaque odeur est indicative de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition. L'odeur correspond à l'ensemble des sensations perçues par le système olfactif lorsque certaines substances volatiles sont inhalées. La qualité de cette sensation spécifique est engendrée par chacune de ces substances (**Rodier., 2009**).

#### **1.2 La couleur**

La coloration de l'eau résulte de la présence de matières organiques soit dissoutes soit colloïdales. Une eau teintée est peu plaisante pour les usages domestiques, car elle engendre toujours des interrogations quant à sa potabilité (**Rodier., 2009**).

Il est cependant peu fréquent que la couleur de l'eau soit due à des sels de fer ou par des complexes organo-ferriques, car au sein du sol, l'eau perd sa coloration à cause de divers phénomènes d'oxydation. La couleur est quantifiée en mg/l de platine.

#### **1.3 Goût et saveur**

Le goût peut être caractérisé comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives, et des réponses chimiques de base ressenties lors de la consommation. La saveur, quant à elle, peut être définie comme l'ensemble des sensations générées suite à la stimulation par certaines substances solubles (**Rodier., 2009**).

### **2. Paramètres physiques :**

#### **2.1 Température**

Il est essentiel de connaître la température de l'eau avec une grande précision (Rodier, 2009). Celle-ci influence la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels solubles ainsi que les réactions chimiques et biochimiques, en plus d'affecter le développement et la croissance des êtres vivants aquatiques, notamment les microorganismes (OMS).

#### **2.2 .Le potentiel d'hydrogène (pH)**

Ce facteur est lié à la concentration en ions hydrogène  $H^+$  présents dans l'eau (Rejseck, 2002) et permet d'évaluer l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. Les eaux naturelles se présentent comme

des solutions ionisées, pouvant être acides, basiques ou neutres ; leur pH dépend de la composition des sols traversés et fluctue généralement entre 7,2 et 7,6. Le tableau 05 illustre la classification des eaux par rapport au pH.

**Tableau01:** Classification des eaux selon le pH.

Type d'eaux	pH
Présence des acides minéraux ou organiques dans l'eau naturelle	pH < 5
Neutre	pH = 7
Neutralité approchée (majorité des eaux de surface)	7 < pH < 8
Alcalinité forte	pH = 8

Source (krida., 1997)

### 2.3 Conductivité électrique

La conductivité évalue la capacité de l'eau à transmettre le courant entre deux électrodes, elle permet d'estimer la qualité des sels dissous dans l'eau, et elle fournit également des informations sur le niveau de minéralisation de l'eau (Guentri et al., 2015). Elle est mesurée en micro Siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{Cm}$ ) (AFNOR, 2001). La conductivité est influencée par les apports en matières organiques tant d'origine naturelle qu'artificielle, qui produisent des sels après leur décomposition et leur minéralisation, et également par le phénomène d'évaporation qui intensifie la concentration de ces sels dans l'eau. Sa variation est également liée à la nature géologique du sol traversé (Belghiti et al., 2013). Le tableau 06 illustre la classification des eaux selon leur conductivité.

**Tableau 06 :** Classification des eaux selon la conductivité.

Type d'eaux	Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{Cm}$ )
Pure	< 23
Douce et peu minéralisée	100 à 200
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500

Minéralisation importante	500 à 1000
Très minéralisée	1000 à 2500

Source (Sari., 2014)

## 2.4 Résidu sec

Le résidu sec (également désigné sous le terme de matière séchée) représente la proportion de matière qui subsiste après l'évaporation de toute l'eau ou d'autres substances volatiles présentes dans un échantillon. Cela constitue habituellement une évaluation de la quantité de solides dissous ou de particules en suspension dans un liquide ou une solution (Catherine, , 2009).

En général, le résidu sec oscille entre 50 et 600 mg pour des eaux de qualité acceptables. En Algérie, les résidus secs des eaux peuvent présenter de grandes variations en fonction de la région d'origine. Le tableau 07 illustre la classification des eaux selon leur niveau de minéralisation.

**Tableau 07** : Classification des eaux minérales selon leur

Type d'eaux	La teneur en sels minéraux comme résidu fixé (mg/là 180 °C)
Très faiblement minéralisée	<50
Oligominérale ou faiblement minéralisée	<500
Riche en sel minéraux	>1500

Source (Dehove., 1990).

## 3. Paramètres chimiques

### 3.1 Chlorures (Cl<sup>-</sup>)

Les chlorures constituent des anions inorganiques essentiels présents à des concentrations variées dans les eaux naturelles, principalement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils servent fréquemment de indicateurs de pollutions et exercent une influence sur les organismes aquatiques ainsi que sur le développement des plantes (Makhoukh., 2011).

### 3.2 Dureté totale (TH)

La dureté, connue également sous le nom de titre hydrotimétrique (TH), se réfère à l'addition des concentrations en cations  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ , à l'exception des ions alcalins. Elle représente une caractéristique spécifique de l'eau liée à la présence de bicarbonates, de chlorures, de sulfates, de calcium et de magnésium. Ces éléments proviennent de formations géologiques naturelles telles que le calcaire et la dolomie, qui se dissolvent au contact de l'eau. Le tableau 08 illustre les types d'eau en fonction de leur titre hydrométrique.

**Tableau 08:** Classification des eaux selon les valeurs du titre hydrométrique (Dureté totale).

TH (°F)	0 à 7	7 à 15	15 à 30	30 à 40	> 40
Type d'eau	Très douce	Eau douce	Moyennement douce	Dure	Très dure

Source (Khammar., 2019).

### 3.3 Titre alcalimétrique (TA)

Le TA permet de mesurer la teneur totale en hydroxydes et la moitié en carbonates (Menad et al., 2012), ces teneurs sont mesurées en méq/l ou °F et traduit par la formule suivante:

$$T = [\text{OH}^-] + 1/2 [\text{CO}_3^{2-}] \text{ (méq/l) ou } ^\circ\text{F}$$

### 3.4 Titre alcalimétrique complet (TAC)

Le TAC mesure les espèces basiques dans l'eau (ions hydroxydes  $\text{OH}^-$ , ions carbonates  $\text{CO}_3^{2-}$  et ions hydrogénocarbonates ou bicarbonate  $\text{HCO}_3^-$ ) (Menad et al., 2012).

$$\text{TAC} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] \text{ (méq/l) ou } ^\circ\text{F}.$$

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

Le magnésium est l'élément le plus présent après le calcium lorsqu'on le compare au sodium et au potassium. On peut obtenir le magnésium à partir de deux sources, dont les calcaires dolomitiques qui libèrent cet élément par dissolution en présence de dioxyde de carbone, ainsi que la dissolution du  $\text{MgSO}_4$  provenant des terrains gypseux datant du trias (Sahraoui., 2015).

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

Le calcium est un métal alcalino-terreux largement répandu dans la nature, notamment dans les roches calcaires sous forme de carbonates, et constitue un élément clé de la dureté de l'eau. Il

est généralement l'élément le plus prévalent dans les eaux potables, se présentant principalement sous forme d'hydrogénocarbonates et, en quantité inférieure, sous forme de sulfates et de chlorures, entre autres. Les eaux contenant plus de 500 mg/l peuvent engendrer de sérieux problèmes pour des usages domestiques et pour l'alimentation des chaudières **(Khelili et al., 2015)**.

### 3.7 Potassium ( $K^+$ )

Le potassium, est un métal alcalin, étroitement rattaché au sodium à tel point, qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses de l'eau, sa présence est moins répandue dans la nature **(Kemmer., 1984)**.

### 3.8 Sodium ( $Na^+$ )

Le sodium se classe parmi les métaux alcalins, et les eaux contenant une concentration élevée de sodium deviennent saumâtres, acquièrent un goût désagréable et ne sont pas potables (Rodier, 2009). Il convient également de mentionner que le sodium occupe une fonction significative en agriculture pour l'irrigation, grâce à son influence bénéfique sur la perméabilité des sols. Ce minéral est indispensable au maintien de l'équilibre hydrique dans l'organisme, tout en jouant un rôle dans l'équilibre acido-basique, ce qui permet de maintenir un pH stable du sang ; il est donc nécessaire de l'ingérer en quantité adéquate sans dépasser les limites. **(Rodier., 2009)**.

### 3.9 Ammonium ( $NH_4^+$ )

Dans l'eau, l'azote soluble existe sous deux formes, l'ion ammonium ( $NH_4^+$ ) et une forme non dissociée souvent désignée sous le nom d'ammoniaque ( $NH_3$ ). En ce qui concerne la toxicité de l'ammoniaque, il est établi que ce n'est pas la forme ionisée qui présente un danger, mais plutôt celle non ionisée, dont la proportion varie en fonction du pH et de la température. **(Rodier., 2009)**.

### 3.10 Phosphate ( $PO_4^{3-}$ )

Le phosphate est un élément naturel dans l'eau, où sa concentration est à peu près constante, sauf dans certains contextes géologiques particuliers où elle atteint 20 à 25mg/l **(Boutouba., 2019)**.

### 3.11 Sulfate (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

Composants naturels des eaux, les ions sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) sont associés aux cations principaux tels que : calcium, magnésium et sodium, et la plupart des sulfates se dissolvent dans l'eau. Toutefois, ils peuvent être transformés en sulfure volatil dans l'atmosphère sous forme de sulfure d'hydrogène (H<sub>2</sub>S).

En raison de l'intolérance des consommateurs, une concentration excessive de sulfates dans l'eau provoque des troubles intestinaux, les limites acceptables étant d'environ 400 mg/l. (Rodier., 2009).

### 3.12 Nitrates et Nitrites (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> , NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

Les nitrates proviennent de l'oxydation complète de l'azote organique et les nitrites de l'oxydation incomplète (Mazara., 2015). Une augmentation générale de la concentration dans les eaux brutes doit être éliminée si elle est supérieure à la norme.

### 3.13 Bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Les bicarbonates sont d'origines diverses et n'ont pas de rôle prépondérant direct sur la santé, par contre ils donnent par les cations auxquels ils sont liés (sodium et calcium) un goût souvent salé.

#### Les normes de qualité de l'eau de source et eau minérale naturelle

Une norme désigne un critère de référence établi en vertu d'une régulation ou d'une référence minimale, moyenne ou supérieure. Elle offre la possibilité de comparer une situation à une valeur seuil et de déterminer des conditions acceptables par rapport à celles qui ne le seraient pas (Hoffamn et al., 2014).

L'Algérie s'appuie sur des normes internationales afin de formuler ses propres normes (Mostefaoui et al., 2018), qui constituent une synthèse de diverses normes présentes sur le plan mondial.

Les normes nationales (JORA. , 2015) relatives à l'eau de source et à l'eau minérale naturelle ainsi que les normes internationales (OMS., 2006) pour l'eau potable sont présentées dans le tableau 09. Ces réglementations portent sur les paramètres physicochimiques et organoleptiques.

**Tableau 09:** Les normes des paramètres physico-chimiques et organoleptiques selon l'OMS et JORA de l'eau de source et eau minérale naturelle.

Substances	Normes OMS (2006)	Normes Algériennes
Odeur 25 °C (Dilut)	--	4
Couleur (mg/l)	--	15
Saveur 25°C ( Dilut )	--	4
Température (°C)	25	25
pH	6.5 -9.5	≤ 6.5 et ≤ 9
Conductivité à 20°C (µS/cm)	1400	2800
Résidu sec (mg/l)	--	2000
Dureté totale (mg/l en CaCO3)	50	500
Alcalinité (mg/l en CaCO3)	--	65
Calcium (mg/l)	50	200
Magnésium (mg/l)	500	150
Chlorure (mg/l)	250	500
Sodium (mg/l)	--	200
Potassium (mg/l)	--	20
Nitrite (mg/l)	3	0.1
Nitrate (mg/l)	40	50
Ammonium (mg/l)	0.5	0.5
Sulfates (mg/l)	500	400
Turbidité (NTU)	5	5
Aluminium (mg/l)	0.2	0.2

<b>Fluorure (mg/l)</b>	1.5	2
<b>Fer (mg/l)</b>	--	0.3
<b>Manganèse (mg/l)</b>	0.4	0.5
<b>Zinc (mg/l)</b>	3	5

## 2. Qualité bactériologique :

C'est le paramètre primordial concernant la qualité de l'eau potable. Elle est évaluée par la présence d'organismes témoins de la pollution d'origine fécale : Germes totaux et Coliformes, qui habitent généralement dans les intestins des humains et des animaux, ce qui constitue un risque épidémiologique éventuel. Le contrôle bactériologique mené dans ce cadre examine la mesure des germes témoins de contamination fécale, parmi lesquels trois indicateurs méritent d'être soulignés : coliformes totaux, coliformes fécaux et streptocoques fécaux. D'autres indicateurs non spécifiques sont également employés comme éléments complémentaires : germes totaux et Clostridium sulfitoréducteurs. (**Bouziari, 2000**).

L'eau ne doit contenir ni microbes, ni bactéries pathogènes, ni virus qui pourraient entraîner une contamination biologique et être la cause d'une épidémie. Le dénombrement bactérien consiste à la recherche des bactéries aérobie, c'est-à-dire celles qui pourraient se développer en présence d'oxygène:

- Coliforme fécaux
- Coliforme totaux
- Germes totaux
- Streptocoques fécaux (**Hamed et al, 2012**).

## **Chapitre 03 :**

# **Maladies transmissibles par l'eau**

Les maladies à transmission hydrique « MTH » recouvrent un large éventail de manifestations pathologiques d'origine bactérienne, parasitaire ou virale dont l'élément commun est le mode de contamination : L'eau.

On distingue trois types de maladies :

**A. Maladies d'origines bactériennes**

Certaines variétés de bactéries possèdent une capacité pathogène à l'égard des êtres humains, ces microorganismes sont les principaux agents de diverses affections qui entraînent chaque année le décès de millions d'individus, affectant en particulier les jeunes enfants. (VILAGINES, 2003).

Le tableau suivant représente les principales maladies d'origine bactérienne et leurs agents :

Maladies	Agents responsables	Manifestations	Contamination
<b>Fièvres Typhoïde et paratyphoïdes</b>	Salmonella Typhi et salmonella paratyphi A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fièvre</li> <li>• Céphalées • Diarrhées</li> <li>• Douleurs abdominales</li> <li>• Hémorragies intestinales</li> <li>• Collapsus cardiovasculaire • Atteintes hépatiques, respiratoire et neurologiques.</li> </ul>	Voie digestive à partir d'eau contaminée par des matières fécales
<b>Choléra</b>	Vibrio cholera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diarrhées</li> <li>• Vomissement</li> <li>• Douleurs épigastriques • Crampes musculaires. •</li> </ul>	Voie digestive à partir d'eau contaminée par des matières fécales
<b>Gastro- entérites</b>	Escherichia coli	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diarrhées</li> <li>• Douleurs abdominales •</li> <li>• Fièvre</li> </ul>	Voie digestive à partir d'eau contaminée par des matières fécales

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nausées et vomissement</li> <li>• Selles sanguinolentes</li> </ul>	Voie digestive à partir d'eau contaminée par des matières fécales
--	--	---	---

**B. Maladies d'origine parasitaire**

L'eau sert de réservoir à divers parasites susceptibles de causer un ensemble de maladies telles que :

- Amibes : l'amibiase se classe parmi les infections parasitaires les plus létales à l'échelle mondiale.
- Giardia lamblia : ces flagellés se localisent dans les zones intestinales et atriales. Parmi les manifestations cliniques, on retrouve des douleurs abdominales, des nausées et une diarrhée de type aqueux.

Les affections parasitaires, résultant de la multiplication des parasites, peuvent être classées en fonction de leurs agents pathogènes, de leurs symptômes, ainsi que de leurs modes de transmission (Tableau 3).

**Tableau 3 : Les principales maladies d'origine parasitaire (ANONYME, 2008); (VILLAGINES, 2003).**

Maladies	Agents responsables	Manifestations	Contamination
<b>Gastro-entérite</b>	Cryptosporidium parvum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diarrhée sévère</li> <li>• Crampes abdominales</li> <li>• Baisse de poids</li> </ul>	Voie digestive
<b>Dysenterie amibienne</b>	Entamoeba histolytica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crampes</li> <li>• Diarrhée muco sanglante</li> </ul>	Voie digestive

<b>Giardiase</b>	Giardia lamblia	• Diarrhées	Voie digestive
		• Crampes d'estomac • Perte de poids	
		• Fatigues	

**C. Maladies d'origines virales**

Une maladie virale (ou virose) est transmise à un individu par contact avec un virus, qui s'installe dans son organisme en s'adaptant à ses défenses immunitaires pour y proliférer.

Les maladies sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau 4 :** Les principales maladies d'origine virale (GEURSEN et al, 2004 ; ANONYME, 2008).

Agents responsable			
Maladies		Manifestations	Contamination
<b>Poliomyelitis</b>	Poliovirus	• Fièvre • Fatigue	Le virus pénètre dans la bouche et se multiplie dans l'intestin
		• Douleur au niveau des jambes • Maux de tête	
<b>Hépatite infectieuses</b>	Virus de l'hépatite A	• Perte d'appétit	Voie digestive
		• Urines foncées • Diarrhées	
	Virus de l'hépatite E	• Nausées	Voie digestive
	• Fièvres		
		• Trouble digestifs importants • Urines foncées	
		• Diarrhées	

Les virus associés aux infections liées à l'eau sont évacués par les selles de personnes infectées. Plus de 130 virus pathogènes, que l'on qualifie de virus entériques, ont été identifiés comme pouvant être excrétés dans les matières fécales humaines (REJSEK, 2002). Dans les nations en développement, les maladies hydriques sont responsables de quatre cinquièmes de l'ensemble des maladies, la diarrhée représentant la principale cause de mortalité infantile. En Algérie, l'analyse révèle que les hépatites virales se classent en tête parmi les MTH, suivies par la fièvre typhoïde et la dysenterie.

# Partie expérimentale



# **Chapitre 01 :**

## **Matériels et méthodes.**

## 1. Présentation de la région d'étude

### 1.1 Localisation géographique de la wilaya D'El Tarf

Située à l'extrême Nord Est de l'Algérie, la wilaya d'El Tarf d'une superficie de 2908 Km<sup>2</sup> et abritant une population de l'ordre de 427109 habitant en 2011 et composée de 7 daïras (El Tarf, El Kala, Ben M'hidi, Besbes, Dréan, Bouhadjar et Bouteldja) et 24 communes.

Le territoire de cette wilaya est délimité comme suit :

- à l'Est par la frontière Algéro-tunisienne.
- à l'Ouest par les wilayas d'Annaba à l'ouest et au Nord-ouest et par la wilaya de Guelma à l'Ouest et au Sud-Ouest.
- Au sud par la wilaya de Souk Ahras.

Au nord par la mer Méditerranée. Soulignons, à cet effet, que le littoral de cette wilaya donne sur une large façade maritime orientée Est-Ouest, rectiligne en général, mais sinueuse localement avec un linéaire d'environ 90 kms (figure 01) [Site web 1].



**Figure 08 :** Localisation géographique de wilaya d'El Tarf (Google Maps, 2025).

### 1.2 Relief:

Le relief est composé de 03 ensembles: une bande littorale, une zone des plaines sub-littorale et une zone méridionale caractérisée par l'existence de reliefs montagneux:

Une bande côtière s'étendant sur 90 km de l'ouest vers la frontière tunisienne et comprend 05 communes;

La zone de plaines en pente adjacente au littoral ne dépasse pas 100 mètres de hauteur, souffre du drainage de l'eau et des inondations saisonnières;

La région sud, qui est la plus étendue, se caractérise par un terrain montagneux réfractaire et de grandes étendues forestières couvrant environ 1660 km<sup>2</sup>, soit plus de 57% de la superficie totale de la wilaya.

### **1.3 Climat:**

A ces ensembles contrastés du point de vue relief, se juxtaposent des conditions climatiques différenciées du nord au sud. En effet le domaine subhumide chaud et humide est reparti du Nord-Ouest au Nord –Est, alors que la région montagneuse est comprise dans l'étage bioclimatique humide doux au Nord et humide frais au Sud (1).

## **2. Présentations des zones d'études :**

### **2.1 Station El Righia:**

El Righia est un petit village situé dans la commune de Berrihane, au nord-est de la wilaya d'El Tarf, en Algérie. Ce village se trouve à environ 7 kilomètres du chef-lieu de la commune Berrihane et à environ 20 kilomètres de la ville d'El Tarf, capitale de la wilaya. El Righia est bordée par des zones forestières et agricoles ; elle est limitrophe de plusieurs localités rurales. Ce qui rend El Righia particulièrement remarquable, c'est la présence d'une source d'eau minérale naturelle connue sous le nom de "source de Righia". Cette eau, exploitée par la société Aquaminéral depuis 2017, est réputée pour sa pureté et sa richesse en minéraux tels que le calcium et le magnésium. Elle est mise en bouteille localement et commercialisée sous le nom d'"Eau minérale Righia", contribuant ainsi à l'économie locale tout en offrant une eau de qualité aux consommateurs algériens.

### **2.2 Station Oum Teboul :**

Oum Teboul est une localité frontalière située dans la commune d'El Kala, à l'est de la wilaya d'El Tarf, en Algérie. Elle se trouve à proximité de la Tunisie et de la mer Méditerranée. La région bénéficie d'un climat méditerranéen humide et d'un environnement naturel riche, notamment avec la présence du Parc National d'El Kala.

Elle abrite la source de Meloul, une ressource essentielle pour l’approvisionnement en eau potable de plusieurs quartiers environnants. Cette source est vitale mais sujette à des pannes récurrentes, posant des défis pour la gestion durable de l’eau.

### **2.3 Station El Aayoun**

El Aayoun est une station située dans la commune d’El Kala, wilaya d’El Tarf, à l’est de l’Algérie. Elle se caractérise par un relief accidenté, un climat méditerranéen humide, et une forte dépendance à ses ressources en eau souterraine.

La zone abrite la source naturelle d’Aïn Ayach, un point d’eau vital pour l’alimentation en eau potable des populations locales. Cette source est utilisée principalement pour la consommation domestique et parfois pour l’irrigation agricole traditionnelle.

Cependant, la région fait face à des problèmes de distribution, à des pannes de pompage, et à des risques de surexploitation de la nappe en période de sécheresse. Cela en fait une zone pertinente pour l’étude de la gestion durable des ressources hydriques locales.

## **3. Présentation de l’Algérienne des eaux**

L’ADE est un établissement public à caractère industriel et commercial créée par décret exécutif n° 01-101 du 21 avril 2001, dans le cadre d’une réforme institutionnelle engagée par le gouvernement. L’Algérienne des Eaux (ADE) offre un service optimal à ses clients en optant pour la gestion de la qualité de son produit. Que ce soit au nord ou au sud du pays, elle offre un service de contrôle qui assume la qualité de l’Eau qui est distribuée à travers son réseau.

Plus de 900 spécialistes interviennent dans le traitement et le contrôle de toute l’eau produite et distribuée par l’ADE, à travers 86 laboratoires de process, situés dans les stations de traitement et les 44 laboratoires des Unités de distributions et 01 laboratoire central de référence situé à Alger. L’ADE vous garantit une eau de très bonne qualité, par la multiplication des contrôles et analyses de toute l’eau produite, à tous les niveaux, de la production au robinet du citoyen [Site web 3].



**Figure 09:** Le symbole 1 de L'ADE (Bouhafara, 2025).

#### **4. Présentation de laboratoire de l'ADE l'unité de Bouteldja**

Le laboratoire central est situé dans la commune de Bouteldja il occupe une superficie de 100 m<sup>2</sup>, le laboratoire est composé de quatre salles:

Une salle de bureau de chef service, deux sale pour les analyses physiques-chimique, et l'autre pour les analyses bactériologique.

Pour les laborantins ils sont huit (08) personnes : la responsable principal (cheffe service), deux cheffes d'équipes, et cinq laborantins.

## 5. Echantillonnage :

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physico-chimiques et microbiologiques la qualité physico-chimique de certaines sources d'eau localisées dans la wilaya d'El Taref. Les analyses physico-chimiques et microbiologique ont été effectués Au niveau de laboratoire de l'unité ADE (Algérienne des Eaux) de Boutelja willaya El tarf.

L'étude de qualité de l'eau comporte trois étapes :

- Prélèvement, échantillonnage
- Analyse
- Interprétation.

## 6. Mode de prélèvement :

Les échantillons des eaux sont recueillis dans des bouteilles en plastique pour les analyses physico-chimiques, et dans des bouteilles en verre stérilisés dans l'autoclave pour les analyses microbiennes. Les bouteilles de prélèvement sont nettoyées et identifiées au préalable, sur chacune, on note la date, l'heure et l'endroit de prélèvement sont mentionnés. Sur site les bouteilles sont d'abord rincées l'eau distillé puis par l'eau à analyse après avoir laissé couler l'eau pendant deux minutes avant de la remplir d'eau , Durant la période de prélèvement, on évite toute modification des caractéristiques des échantillons.

Le temps de transport des échantillons doit être minimisé au maximum jusqu'à l'arrivée au laboratoire. Les échantillons doivent être conservés à une température entre (3°C et 5°C) afin de garantir leur intégrité.

## 7. Transport et conservation au laboratoire

Les échantillons doivent être transportés dans une glacière portative à une température  $\pm 4^{\circ}\text{C}$ . Il est recommandé de placer le prélèvement au réfrigérateur dans laboratoire.



**Figure 10 :**(a) glacière porte-échantillons d'eau (b) les Flacons stériles (Bouhafara, 2025).

## 8. Analyse physico

### 8.1 Mesure de la température ( $T^{\circ}\text{C}$ )

La mesure de la température de l'eau consiste à immerger un thermomètre ou une sonde de température dans un échantillon. L'appareil détecte la chaleur de l'eau et affiche directement sa température. Cette donnée est essentielle car elle influence fortement les réactions chimiques, biologiques ainsi que la solubilité des sels et des gaz dissous.

#### Mode opératoire :

On prend un petit échantillon d'eau dans la bêcher.

Nous plaçons le thermomètre ou la sonde d'un appareil multiéléments (figure 05) à l'intérieur de l'échantillon et nous réalisons la lecture de la valeur affichée sur l'appareil.



**Figure 11:** Multiéléments (Bouhafara, 2025).

## 8.2 Potentiel hydrogène (pH)

La mesure du pH repose sur l'utilisation d'un pH-mètre équipé d'une sonde sensible aux ions hydrogène ( $H^+$ ). En plaçant la sonde dans un échantillon d'eau, l'appareil détecte l'activité des ions  $H^+$  et affiche directement la valeur du pH. Il est crucial de mesurer cette valeur car un pH trop acide ( $< 5,5$ ) ou trop basique ( $> 9$ ) peut avoir un impact négatif sur l'environnement récepteur.

### Mode opératoire :

La mesure se fait avec le pH-mètre (figure 06), où sa sonde toujours est plongée dans l'eau distillée avant toute utilisation.

Nous insérons cette sonde à l'intérieur du bécher portant l'échantillon et bougeons un peu la sonde, jusqu'à ce que la valeur apparaisse sur l'appareil.



Figure 12: pH-mètre (Bouhafara, 2025).

## 8.3 Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique de l'eau est mesurée à l'aide d'un conductimètre muni de deux électrodes en platine. Ces électrodes détectent la capacité de l'eau à conduire le courant électrique, capacité qui dépend de la concentration en ions dissous. En immergeant la sonde dans l'échantillon à température stable (souvent  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), l'appareil affiche directement la conductivité, exprimée en siemens par mètre (S/m). Cette mesure est essentielle pour évaluer la minéralisation de l'eau.

### Mode opératoire :

Nous mettons la conductimètre (figure 13) à zéro.

Nous mettons la sonde à l'intérieur de l'échantillon. La température de l'échantillon doit être constante à 20 °C et nous attendons le résultat.



**Figure 13:** Conductimètre (Bouhafara, 2025).

#### **8.4 La Turbidité**

Ce Spectrophotomètre mesure la quantité de lumière transmise et/ou absorbée en fonction de la longueur d'onde sélectionnée et à en déduire le spectre recherché.

La turbidité s'exprime en unité néphélogétrie de turbidité(NTU) et doit être inférieur à 5 NTU

##### **Mode opératoire :**

Remplissez le flacon d'échantillon et le fermez-le hermétiquement.

Nous le mettons à sa place désignée et fermons le couvercle pour commencer le processus de lecture (figure 14).



**Figure 14:** Spectrophotomètre (Bouhafara, 2025).

## 8.5 Les paramètres de pollution

### a) Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) :

#### Principe :

Le dosage des nitrates utilise également une sonde qui détecte les ions  $\text{NO}_3^-$  présents dans l'eau. Après immersion de la sonde, une réaction physico-chimique permet de convertir la concentration des nitrates en un signal (optique ou électrique) interprétable par l'appareil.

### b) L'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

#### Principe :

La mesure de l'ammonium repose sur l'interaction de l'ion ammonium avec un réactif spécifique via une sonde (ici en aluminium). Une réaction chimique se produit, produisant une variation mesurable (comme une couleur ou un signal électrique), permettant de déterminer la concentration en  $\text{NH}_4^+$  dans l'échantillon.

#### Mode opératoire:

Nous mettons la première sonde d'aluminium à l'intérieur de l'échantillon d'eau et nous attendons un moment jusqu'à ce que le résultat apparaisse (figure 15).

la même procédure est répétée avec le dosage des nitrates.



**Figure 15 :**(a) Multiéléments.

(b) les sondes spécifique (Bouhafara, 2025).

**c) Phosphore (PO<sub>4</sub><sup>-</sup>) :**

**Principe :**

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les ortho phosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue susceptible d'un dosage spectrométrique. Certaines formes organiques pouvant être hydrolysées au cours de l'établissement de la coloration et donner des ortho phosphates.

**Produits utilisé :**

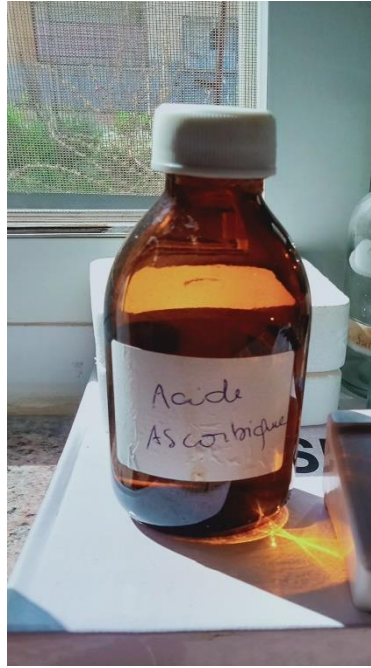
Solution de molybdate d'ammonium

Solution d'acide ascorbique

**Mode opératoire**

Dans une fiole jaugée de 50 ml nous introduisons

- 40 ml de l'échantillon.
- 1 ml d'acide ascorbique.
- 2 ml de molybdate d'acide I.
- Nous complétons au trait de jauge avec de l'eau distillée.
- Laissez reposer 20 à 30 minute (La couleur devient bleu .Son degré varie en fonction de la concentration de phosphore présente).
- Ensuite, nous mesurons la concentration par le Spectrophotomètres à 880 nm.



**Figure 16:** acide ascorbique (Bouhafara, 2025).

## 9. Analyse chimique

### 9.1 Le titre hydrotimétrique (TH)

une titration complexométrique utilisant l'EDTA (acide éthylène diamine tétra-acétique) comme agent chélatant. Cette méthode permet de mesurer la concentration totale en ions calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) dans un échantillon d'eau, responsables de sa dureté. Lors du titrage, l'EDTA se lie aux ions métalliques présents dans l'eau pour former des complexes stables. L'ajout d'un indicateur coloré, comme le noir ériochrome T pour le titrage global ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ) ou le muréxide pour le titrage spécifique du calcium, permet de suivre visuellement l'avancement de la réaction par un changement de couleur. Le volume d'EDTA nécessaire pour atteindre le point de virage indique la quantité d'ions présents, et permet ainsi de calculer leur concentration. Cette méthode est simple, précise et largement utilisée dans l'analyse de la qualité de l'eau.

$$[\text{TH}] = [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Ca}^{2+}].$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = [\text{TH}] - [\text{Ca}^{2+}].$$

#### Matériels utilisés:

- Une burette.
- Un erlenmeyer de 250 ml.

**Produits utilisés**

- Acide éthylène diamine tétra-acétique (EDTA).
- Complexon (Tampon K10).
- Noir Ériochrome (NET).
- Hydroxyde de sodium (NaOH).
- Murexide.

**Mode opératoire :****1. Pour connaître la concentration de calcium et de magnésium :**

Dans une burette on met 10 mmol/l litre d'EDTA.

Dans un erlenmeyer de 250 ml introduire : 50 ml d'échantillon d'eau, et 04 ml de complexon (Tampon K10) et 03 gouttes de noir ériochrome (NET), La couleur devient violet (figure 17)

Titre avec L'EDTA jusqu'au virage bleu.



**Figure 17:** a) Couleur violet avant l'étalonnage b) Titrée avec l'EDTA (Bouhafara, 2025).

## 2. Pour connaître la concentration du calcium uniquement.

- Dans une Burette on met 10 mmol/L litre d' EDTA .
- Dans un erlenmeyer de 250 ml introduire : 50 ml d'échantillon d'eau, et 04 ml de hydroxyde de sodium (NaOH) et des gouttes de murexide , La couleur devient Rose (figure 11) .
- Titre avec L'EDTA jusqu'au virage violet.



**Figure 18:** a) Produits utilisés

b) titrage avec l'EDTA (Bouhafara, 2025).

### Expression des résultats :

**Calcul de la concentration de la solution d'EDTA : C1 exprimée en mmol/l, est donné par l'équation :**

$$C1 = C2 V1 / V2$$

- C2 est la concentration en mmol/l de la solution étalon de calcium (3.4).
- V1 est le volume en ml, de la solution étalon de calcium.
- V2 est le volume en ml, de la solution d'EDTA, utilisé pour l'étalonnage.

**La teneur globale en calcium et magnésium : exprimé en mmol/l et donné par l'équation :**

$$C (Ca+Mg) = C2 V3 / V0$$

- C1 Concentration exprimée en mmol/l de la solution d'EDTA.

- $V_0$  est le volume en ml, de l'échantillon.
- $V_3$  est le volume en ml, de la solution d'EDTA, utilisé pour le titrage.
- La concentration d magnésium en mg/l = [(La teneur globale en calcium et magnésium en mmol/l) – (La teneur en calcium en mmol/l)]  $\times$  24.305
- 24.305 C'est la masse molaire du magnésium.
- f : Masse Molaire = 35453 mg/mol.

### 9.2 Titre Alcalimétrique Complet (TAC) :

Le Titre Alcalimétrique Complet (TAC) est déterminé par une titration acido-basique de l'échantillon d'eau à l'aide d'un acide fort, généralement l'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ). Un indicateur coloré, le méthyle orange, est ajouté à l'échantillon. La couleur initiale jaune vire au rouge brique à la fin de la réaction, indiquant le point d'équivalence. Le volume d'acide utilisé permet de calculer l'alcalinité de l'eau, exprimée en degré français ou en mmol/L.

#### Matériels utilisés:

- Une burette
- Un erlenmeyer de 250 ml

#### Produits utilisés

- Méthyle orange
- L'acide sulfurique  $H_2SO_4$

#### Mode opératoire :

Dans un Erlenmeyer de 250 ml introduire : 100 ml d'échantillon d'eau, et 20 gouttes de Méthyle orange, La couleur devient jaune

titrer avec L'acide sulfurique jusqu'au virage rouge brique.

#### Expression des résultats :

TAC = Volume équivalent – 0.5

### 9.3 Chlorures :

Les ions chlorures réagissent avec les ions argent pour former un précipité blanc de chlorure d'argent. L'indicateur de réaction est le chromate de potassium ( $K_2CrO_4$ ) qui donne avec les ions d'argent, en milieu neutre, un précipité rougeâtre (rouge brique) de chromate d'argent qui commence à apparaître lorsque les ions chlorures ont réagi (Bounab, 2016).

**Matériels utilisés:**

- Une burette
- Un erlenmeyer de 250 ml

**Produits utilisés**

- Chromate de potassium  $K_2CrO_4$
- Le nitrate d'argent  $AgNO_3$

**Mode opératoire :**

- Dans un erlenmeyer de 250 ml introduire : 100 ml d'échantillon d'eau, et 20 gouttes de chromate de potassium  $K_2CrO_4$ , La couleur devient jaune
- titrer avec Nitrate d'argent jusqu'au virage rouge brique.

**Expression des resultats :**

$$C_{mg/l} = ( (VS - VB) / Va ) .c.f$$

- VS : Volume de Nitrate d'argent utilisé.
- VB : Volume de Nitrate d'argent a' Blanc.
- Va : Volume d'échantillon.
- C : concentration de Nitrate d'argent  $AgNO_3 = 0.02$  - titre.
- f : Masse Molaire = 35453 mg/mol.



**Figure 19 :** Dosage De Chlorure (Baali, Belmekiah et Ferkaoui, 2023).

## 10 Paramètres Bactériologiques

Le contrôle bactériologique réalisé dans ce contexte, porte sur la quantification des germes indicateurs de contamination fécale : les coliformes fécaux et totaux et les streptocoques fécaux et totaux.

### Recherche et dénombrement des Coliformes fécaux et totaux et streptocoques fécaux et totaux. en milieu solide :

#### Principe

Recherche et dénombrement des bactéries coliformes et streptocoques dans l'eau par filtration sur membrane ce protocole est utilisé pour isoler et dénombrer les coliformes, souvent indicateurs de contamination fécale dans l'eau. Il repose sur une filtration membranaire et une culture sur gélose sélective (TTC Tergitol).

#### Matériels utilisés

- Bec-bunsen
- Filtres de 0.45  $\mu\text{m}$
- Rompe de filtration
- Etuve réfrigérée
- Pipettes pasteur
- Bain marie
- Tubes à essais stériles
- flacons stériles
- Pince-stérile
- Boîtes de pétries
- Eprovettes
- Etiquettes



**Figure 20:** a) la Rompe de filtration b) les Filtres de 0.45 µm (Bouhafara, 2025).



**Figure 21:** étuve réfrigérée (Bouhafara, 2025).

### Produits utilisés

- Pour les Coliformes : Milieu de Gélose TTC Tergitole + Additif.
- Pour les Streptocoques: Milieu de Salantez et Bartely + Additif.

**Mode opératoire :**

- Tous les outils sont stérilisés.
- Nous mettons les milieux (Gélose TTC Tergitole + Additif et Salantez et Bartely + Additif.) qui convient à ces bactéries à l'intérieur du bain-marie à 100 °C jusqu'à ce qu'il se dissolve.
- Nous allumons la Rampe de filtration, puis y mettons 100 ml d'eau, mettons le filtre de 0.45 µm par Pince-stérile, et le fermons jusqu'à ce que ce soit fait.
- On sort le Gélose TTC Tergitole du bain de Marie, on en met une quantité dans une boîte de Petri, et on met le filtre de 0.45 µm par Pince-stérile qu'on a sorti de la romp de filtration.
- Nous avons mis cette boîte de pétri dans un Etuve réfrigérée à 37 °C pendant 24 heures .
- Après 24 heures, nous sortons l'échantillon pour voir les résultats.



**Figure 22:** Le milieu de Tergitole et de Salantez (Bouhafara, 2025).

# Résultats et Discussions



L'étude expérimentale menée sur divers échantillons prélevés dans la wilaya d'El Taref (notamment dans les communes de El Righia, Oum El Teboul et El aayoune) nous a permis de déterminer les caractéristiques physico-chimiques et bactériologique de l'eau dans cette région. Nous avons collecté des échantillons dans trois stations différentes, au cours du mois de mai. Les résultats de cette étude sont présentés sous forme de graphiques et de tableaux dans le présent chapitre. En les comparants avec les normes algériennes et de l'OMS.

### 1. Paramètres physico-chimiques :

Les résultats des paramètres physico-chimiques obtenus, sont représentés dans le tableau.

**Tableau 12 :** Variation des Paramètres physico-chimiques.

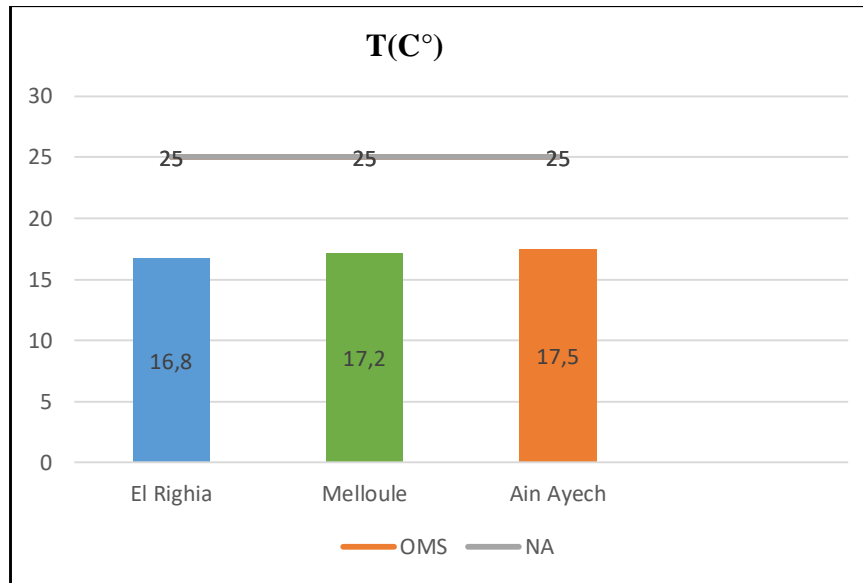
Paramètres physico-chimique	Les stations			Normes algérienne	Normes OMS
	Station1 : El Righia	Station2 : Melloule	Station3 : Ain Ayech		
Température (C°)	16.8	17.2	17.5	25	25
PH	7	8.1	6.53	≤ 6.5 et ≤ 9	6.5 -9.5
Salinité (mg/l)	0.1	0.06	0.22	–	–
TDS (mg/l)	60.7	64.1	46.3	500	1000
Conductivité (µs/cm)	205	463	136.2	2800	1400

Turbidité(NT U)	1.90	2.04	1.25	5	-
Nitrite (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) (mg/l)	0.01	00	00	0.1	3
Nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (mg/l)	2.6	00	00	50	40
Phosphate (Po <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) (mg/l)	00	00	00	0.5	-
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) (mg/l)	0.01	0.02	00	0.2	0.2
Chlorure(Cl <sup>-</sup> ) (mg/l)	22	19	13	500	600
Titre Hydrométrique (mg/L)	6	40	18	500	-

### 1.1 Température :

La température de l'eau joue un rôle important dans la modification des propriétés chimiques, physiques ainsi que les réactions biologiques.

La figure 23 représente la variation spatiale de température dans les eaux pour les différents Échantillons (S1, S2, S3) étudiés :



**Figure 23:** La variation de la température des eaux étudiées.

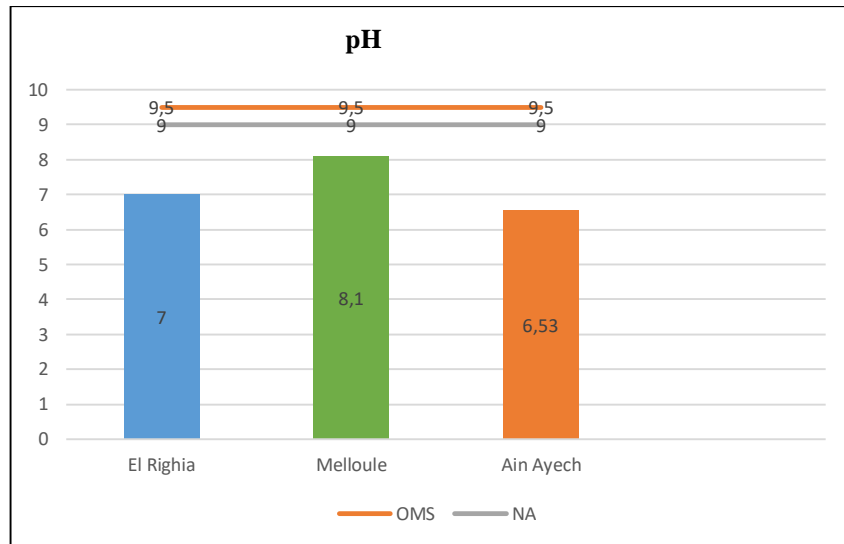
Le résultat obtenu montre que les valeurs de température ( $T^{\circ}\text{C}$ ) des trois échantillons d'eau analysés durant le mois de mai varient entre  $16,8^{\circ}\text{C}$  et  $17,5^{\circ}\text{C}$ . Les températures mesurées dans les trois stations restent globalement conformes aux normes algériennes et aux recommandations de l'OMS ( $25^{\circ}\text{C}$ ).

## 1.2 Potentiel 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).

Rodier J. (2009),

La figure 24 représente la variation spatiale de PH dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3) étudiés :



**Figure 24:** La variation du pH des eaux étudiées.

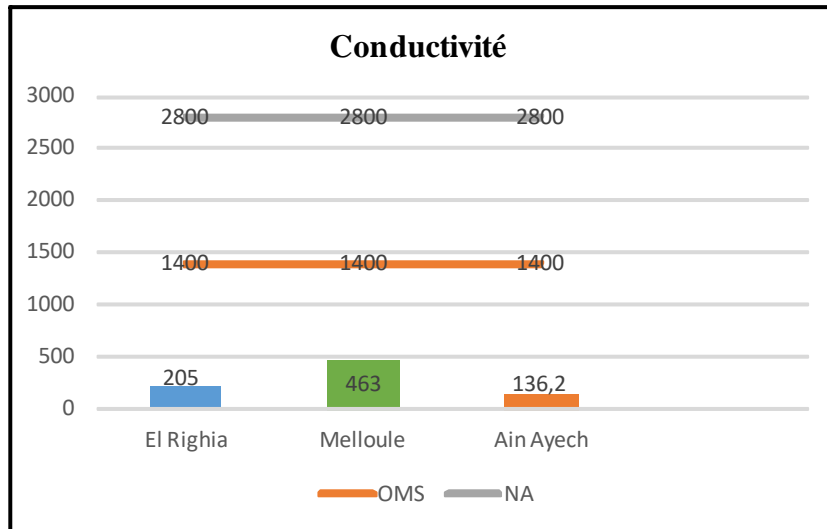
D'après le graphique on remarque que tous les échantillons présentent un pH neutre (de 6.53 à 8.1), pour les trois stations durant le mois de mai. Effectivement, les mesures de PH observées sont en adéquation avec les normes algériennes 9 et les normes de l'OMS 9.5.

### 1.3 Conductivité :

La conductivité représente l'un des moyens de valider les analyses physicochimiques de l'eau. En effet, des mesures contrastées sur un milieu permettent de mettre en évidence l'existence de pollution, des zones de mélange ou d'infiltration. Ce paramètre permet aussi d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (Abboudi et al., 2014)

Etude de la qualité physico-chimique et contamination métallique des eaux de surface du bassin versant de Guigou, Maroc, Européen Scientifique Journal, n° 23, (août 2014), p 84-94.

La figure 25 représente la variation spatiale de conductivité dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3) étudiés :

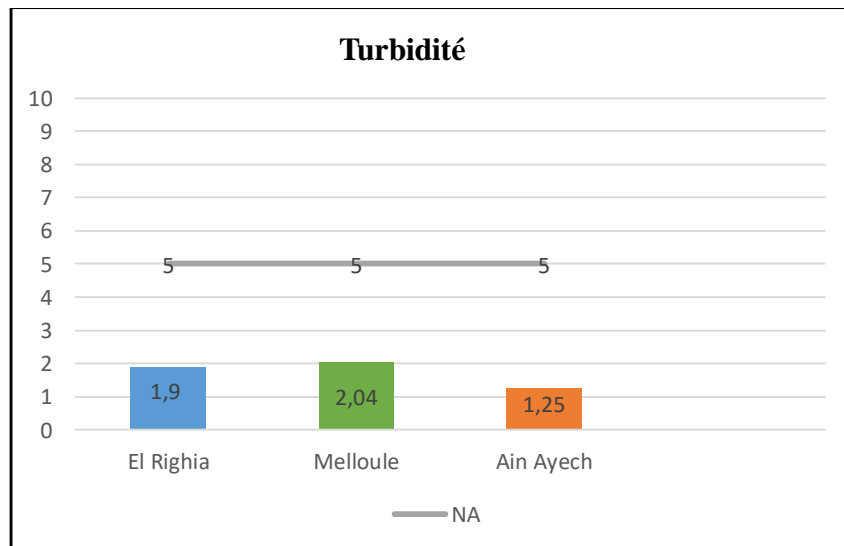


**Figure 25 :** La variation du Conductivité des eaux étudiées.

Les résultats obtenus montrent que la conductivité de l'eau dans les sites étudiés est généralement dans la norme algérienne et les normes de l'OMS. Elles varient entre 136.2 Ms/cm et 463 Ms/cm. Ces résultats sont conformes aux normes.

#### 1.4 Turbidité :

La figure 26 représente la variation spatiale de turbidité dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3) étudiés :



**Figure 26 :** La variation de la turbidité des eaux étudiées.

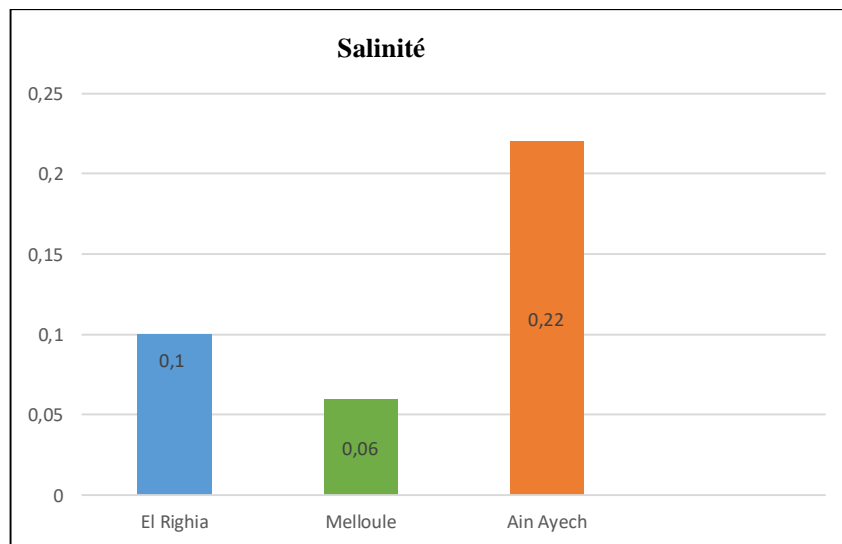
La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau, il traduit la présence des particules en suspension dans l'eau. La turbidité n'est pas dangereuse en soi, par

contre son apparition a une importance sur les autres paramètres qui définissent la qualité de l'eau du point de vue bactériologique et chimique.

Les valeurs de turbidité enregistrées dans toutes les stations sont comprises entre 1.25 et 1.90 NTU, ce qui est inférieur à la limite fixée par la norme algérienne (5 NTU). Par conséquent, la qualité de l'eau dans les points d'eau étudiés dans la région est considérée comme acceptable, ce qui indique une bonne clarification de l'eau.

### 1.5 Salinité :

La figure 27 représente la variation spatiale de salinité dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3) étudiés :



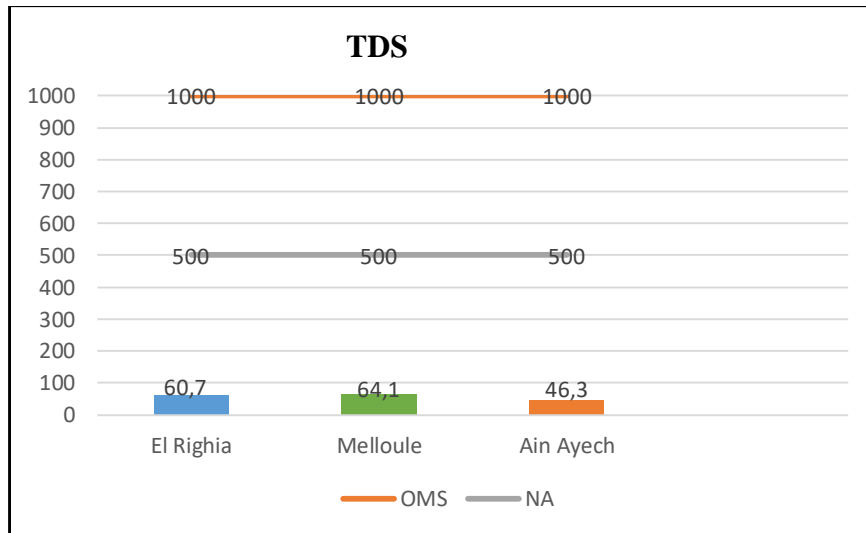
**Figure 27 :** La variation de la salinité des eaux étudiées.

La salinité traduit le caractère salin de l'eau, elle varie considérablement d'une saison à une autre et d'une région à une autre.

Les valeurs de salinité varient entre 0,1 et 0.22. La valeur maximale a été enregistrée à la station de Ain Ayech. La valeur minimale a été enregistrée à la station de Melloule.

### 1.6 Taux des sels dissous (TDS) :

La figure 28 représente la variation spatiale de Taux des sels dissous (TDS) dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3) étudiés:

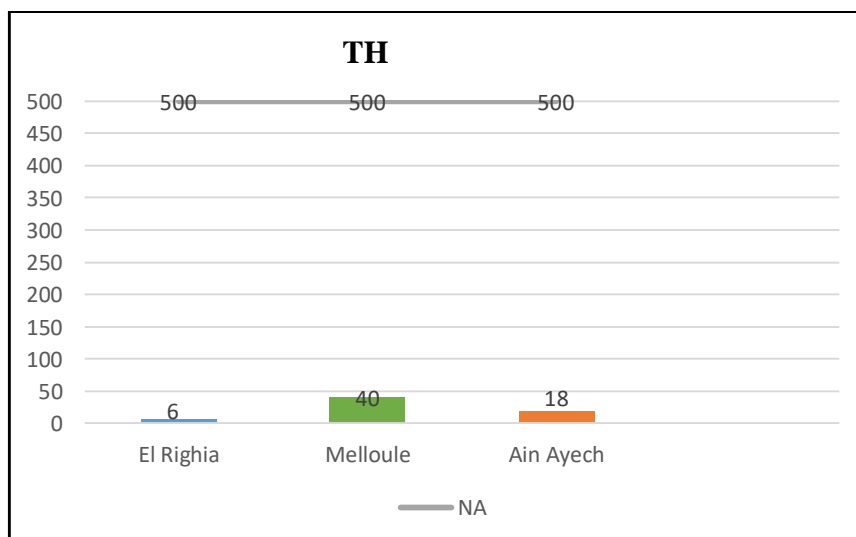


**Figure 28 :** La variation du TDS des eaux étudiées.

Les taux des TDS mesurés affichent des valeurs variant entre 60.7 mg/l et 46.3 mg/l lors du prélèvement effectué en Mai. En effet, les valeurs mesurées de TDS sont conformes aux normes algériennes (500) et normes de l’OMS (1000) pour les trois stations.

**1.7 Titre Hydrométrique (TH).**

La figure 29 représente la variation spatiale de TH dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3) étudiés :



**Figure 29 :** La variation de TH des eaux étudiées.

Le résultat obtenu montre que les valeurs de TH des trois échantillons d'eau analysé durant la période d'étude varie entre 6 à 40 mg/l ne dépassent pas les normes Algériennes de 500 mg/L, donc la qualité de l'eau est acceptable.

### 1.8 Magnésium ( $Mg^{2+}$ )

La figure 30 représente la variation spatiale de Magnésium dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3) étudiés :

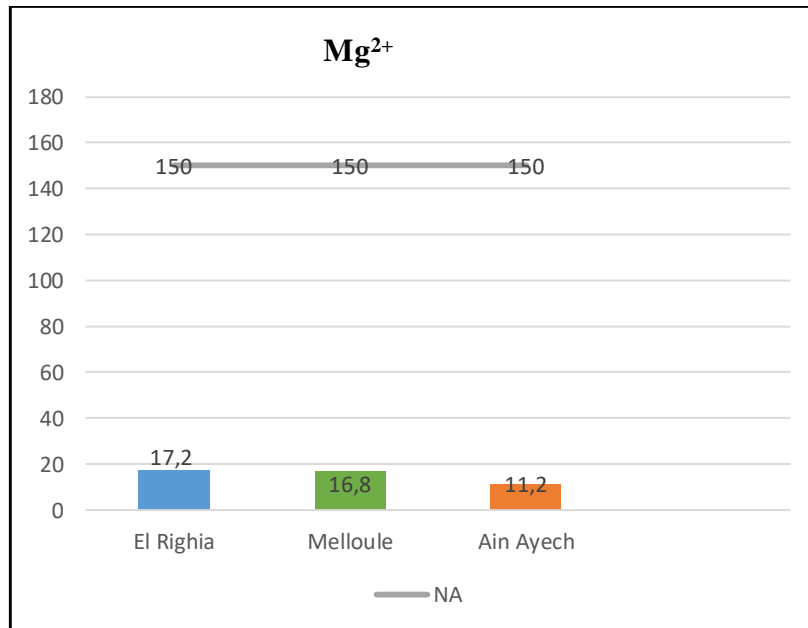
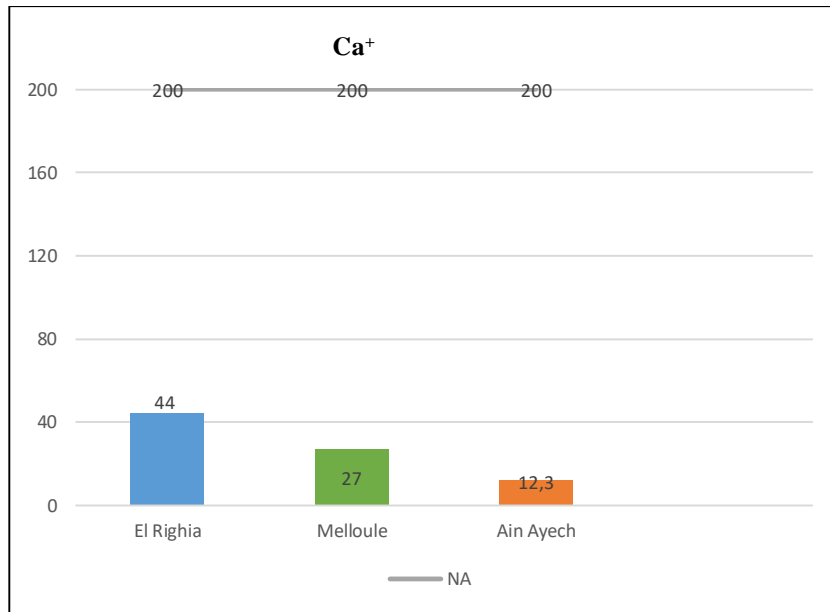


Figure 30 : La variation de la magnésium des eaux étudiées.

Les concentrations de Magnésium fluctuent considérablement, avec un minimum de 11.2 mg/l enregistré à la station Ain Ayech, et un maximum de 17 mg/l enregistré à la station El Righia. Il est important de noter que ces mesures restent conformes aux normes algériennes (150 mg/l) .

### 1.9 Calcium (Ca<sup>+</sup>)

La figure 31 représente la variation spatiale de Calcium dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3) étudiés :

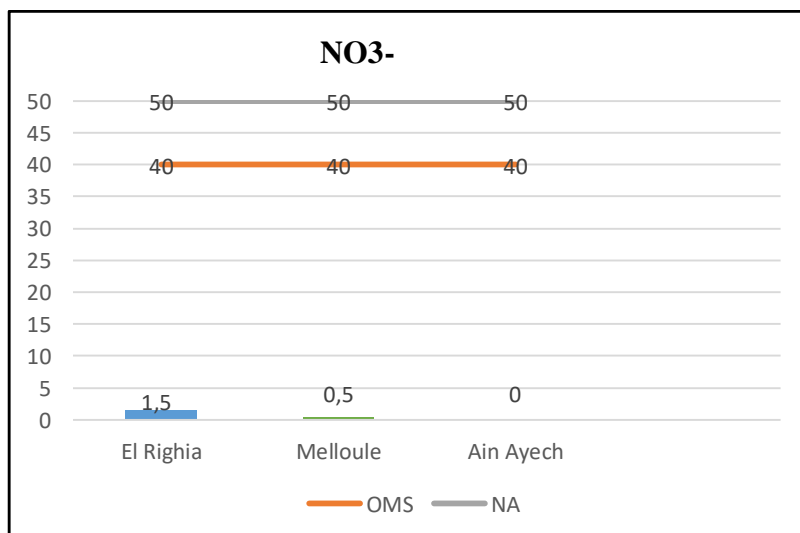


**Figure 31** : La variation de Calcium des eaux étudiées.

Les résultats obtenus montrent que la teneur du calcium varie entre 8 à 44 mg/L. Elle est inférieure aux normes Algériennes et de l’OMS de 200mg/L, donc la qualité de l’eau est acceptable.

### 1.10 Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

La figure 32 représente la variation spatiale de nitrate dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3) étudiés

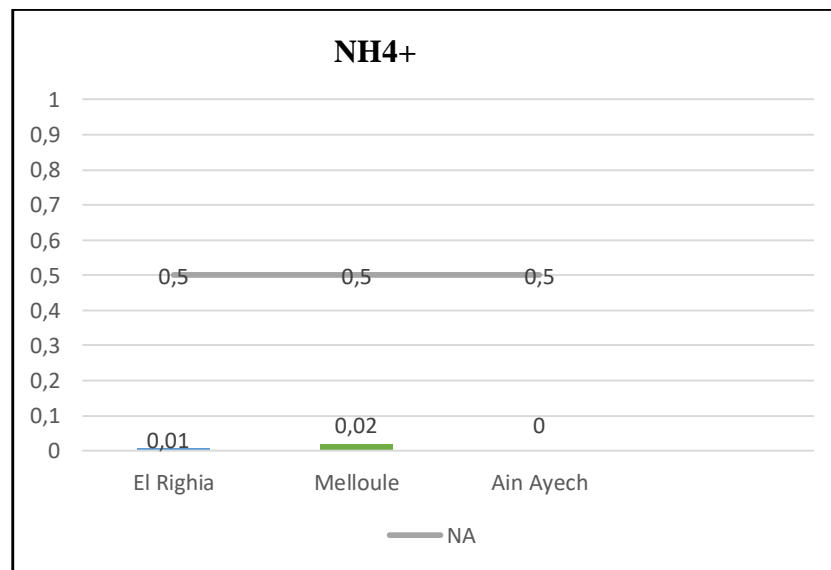


**Figure 32** : La variation de nitrate des eaux étudiées.

Les résultats obtenus montrent que le nitrate de l'eau étudiée est généralement dans les normes. Elles varient entre 0.1 mg/l et 1.5 mg/l. Ces résultats sont conformes aux normes et inférieurs à la valeur limite fixée par la norme algérienne (50 mg/l) et l'OMS (40 mg/l).

### 1.11 L'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

La figure 34 représente la variation spatiale de nitrate dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3) étudiés

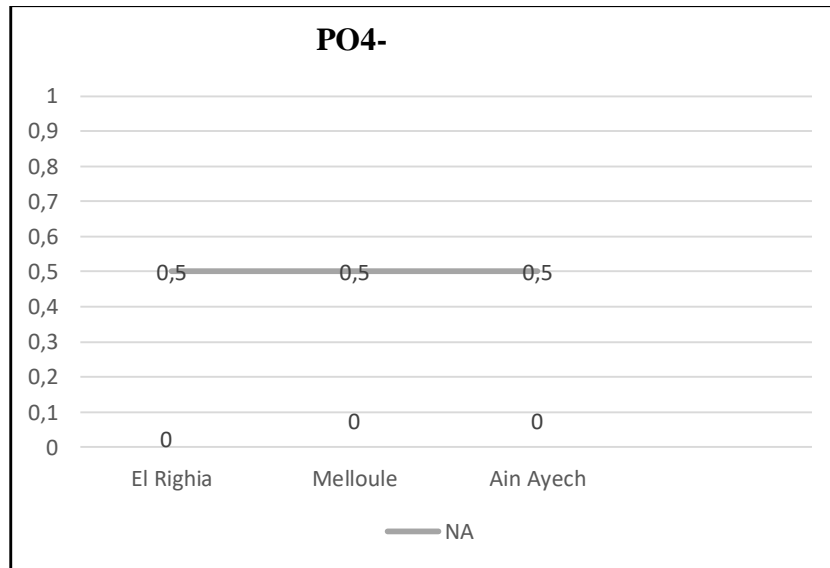


**Figure 33 :** La variation de L'ammonium des eaux étudiées.

Les résultats obtenus ont montré que les concentrations d'ammonium varient entre 0,02 mg/l et 0 mg/l. Ces résultats sont conformes aux normes et restent inférieurs à la valeur limite établie par la norme algérienne (0,5 mg/l).

### 1.12 Phosphore (PO<sub>4</sub><sup>-</sup>)

La figure 34 représente la variation spatiale de phosphate dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3) étudiés :

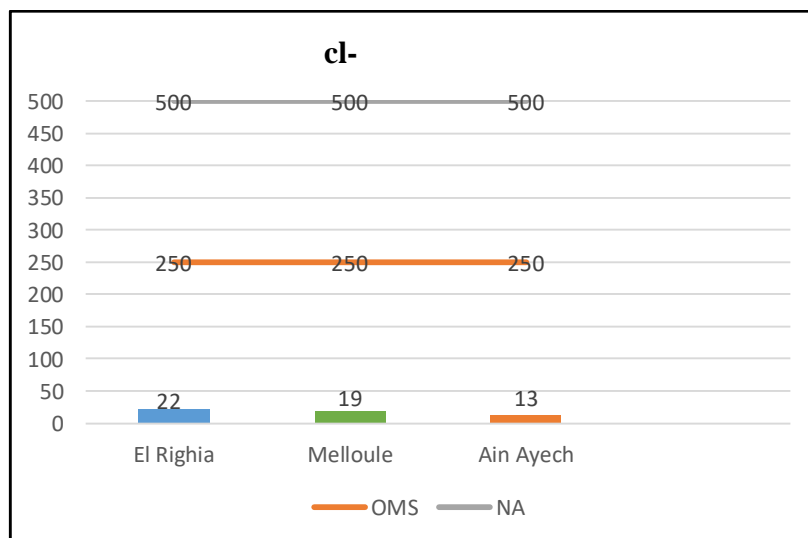


**Figure 34 :** La variation de Phosphore des eaux étudiées

Les résultats obtenus montrent que le phosphate de l'eau dans les sites étudiés ont révélé une concentration de 0,00 mg/l, indiquant une absence totale de phosphates dans l'eau. Cette valeur est bien en dessous de la limite fixée par la norme algérienne (0,5 mg/l).

**1.13 Chlorure :**

La figure 35 représente la variation spatiale de chlorure dans les eaux pour les différents échantillons (S1, S2, S3) étudiés :



**Figure 35 :** La variation de Chlorure des eaux étudiées.

Selon les résultats d'analyse des échantillons d'eau, la teneur en chlorure dans les sites étudiés est d'environ 13mg/L à 22mg/L, et d'après le graphique les teneurs en chlorure ne dépassent pas les normes recommandées par l'OMS et les normes algériennes, Ainsi, la qualité de l'eau dans la zone d'étude est considérée comme acceptable. Les sels de chlore jouent un rôle dans le processus de purification de l'eau et ne présentent aucun danger pour la santé, sauf lorsqu'ils altèrent le goût de l'eau en raison d'une concentration excessive.

## 2. Résultats des paramètres bactériologiques :

La qualité microbiologique des eaux présente un facteur important lors de l'étude de sa potabilité, pour cela on a procédé à la recherche de différents groupes bactériens susceptibles de contaminer les eaux de consommation.

**Tableau 13 :** Résultat du dénombrement de la microflore de l'eau analysée.

Les stations	El Righia	Oum Teboul	Ain Ayech	<u>Norme d'OMS</u>	<u>Norme Algérienne</u>
<b>Coliformes totaux</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>&lt;10/100ml</b>	<b>&lt;10/100ml</b>
<b>Coliformes fécaux</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>&lt;10/100ml</b>	<b>&lt;10/100ml</b>
<b>Streptocoques totaux</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>&lt;10/100ml</b>	<b>&lt;10/100ml</b>
<b>Streptocoques Fécaux</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>00</b>	<b>&lt;10/100ml</b>	<b>&lt;10/100ml</b>

D'après le tableau, on constate l'absence totale de Coliformes totaux et fécaux et de Streptocoques totaux et fécaux pendant le mois de Mai. Tous les échantillons testés respectent les normes de potabilité algériennes et de l'OMS (10/100ml). Cela permet de conclure que les eaux étudiées présentent une bonne qualité bactériologique et qu'elles ne sont pas contaminées.

# Conclusion générale

## **Conclusion**

Le but de notre étude est d'examiner les diverses caractéristiques physico-chimiques et bactériologique des sources d'eau naturelle dans la région d'El Taref afin de déterminer sa potabilité.

L'eau est un élément indispensable pour le corps humain, et sa consommation régulière nécessite une surveillance approfondie des aspects physico-chimiques et bactériologiques.

Les analyses physico-chimiques et bactériologiques ont été effectuées au sein de Laboratoire centrale de de Boutheldja willaya d'El Taref.

Les paramètres physico-chimiques étudiés comprenaient le pH, la température, la conductivité,, la turbidité, les TDS, l'alcalinité, les nitrates, l'ammonium, les phosphates, les chlorures, le TH, le TAC. Les paramètres bactériologiques étudiés étaient les coliformes totaux et fécaux et les streptocoques fécaux et totaux.

Nous pouvons affirmer avec assurance les résultats de notre recherche sont conformes aux normes algériennes et aux normes de l'OMS, ce qui signifie que l'eau provenant des trois sources analysées peut être considérée comme eau potable.

**Références**

**bibliographique**

**A**

**Assouline J. Et Assouline. S, (2007) :** Géopolitique de l'eau nature et enjeu Edition studyrama, 140 p.

**AyadW. (2017).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'El-Harroch (Wilaya de Skikda), Thèse doctorat en microbiologie appliquée, Université Badji Mokhtar-Annaba, p3-4.

**B**

**Baali, M., Belmekiah, D., & Ferkaoui, R. (2023).** Analyse de quelques paramètres physico-chimiques et bactériologiques des sources d'eau au niveau de la wilaya de Mila (Mémoire de Master, Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf - Mila)

**Boeglin J.C, (2009).** Propriétés des eaux naturelles, Technique de l'ingénieur, traité environnement, G1, 110 p.

**Bonnin. J, (1982) :** Aide –mémoire d'hydraulique urbaine : Eléments fondamentaux pour le calcul des réseaux de distribution d'eau et d'assainissement. 1ere édition, Eyrolles, Paris France, 128 p.

**Bouziati .M, (2000) :** L'eau, de la pénurie à la maladie. Edition Ibn-Khaldoun, Algérie, 247 p.

**Briere F.G, (2000).** Distribution et collecte des eaux, 2ème édition : École Polytechnique de Montréal, PP : 299-300.

**D**

**Degremont. G, (1998) :** Memento technique de l'eau Tome 1. 9ème Edition, cinquanteenaire, Paris, 592 p.

**Desjardins. R, (1997) :** Le traitement des eaux. 2 ème Edition, Montréal, p38-48.

**G**

**Glibert . M, (1999) :** L'étude des écosystèmes marins. Presses Universitaires p25-26.

**Gomella G. et Guerree. H, 1980** : La distribution d'eau dans les agglomérations urbaines et rurales. 3<sup>ème</sup> Edition, Eyrolles, Paris, 227 p.

**J**

**Jiang. Y, (2010)** : Analyse physico-chimique et bactériologique des eaux de la rivière.

**H**

**Hani .A, (2003)**: Analyse méthodologique de la structure des processus anthropiques.

Application aux ressources en eaux d'un bassin côtier méditerranéen. Thèse de Doctorat d'Etat, université d'Annaba, 234p

**Hani b. (2011)** : faisabilité de l'implantation de bassins d'alimentation d'un aquifère. Cas du massif dunaire de bouteldja». (Extrême nord-est algérien).

**L**

**Lidoughi .A, (2022)** : Qualité et aptitude à l'irrigation des eaux de sources de la région de Bouteldja (cas de la source Bouglez er Bourdim). 15 p

**M**

**Madigan .M, Martinko .J, (2007)**. Biologie des microorganismes, 11<sup>ème</sup> édition ,Pearson. Éducation, Paris, PP : 918-932.

**Metahri .S, (2012)** : Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par les procédés mixtes : cas de la STEP EST de wilaya de Tizizou, thèse de doctorat : département d'agronomie. Université Mouloud MAMMARI de Tizi-ouzou,Algérie 148p.

**Myrand .D, (2008)**. Guide technique : captage d'eau souterraine pour des résidences isolées, Québec, 04p.

**O**

**OMS, (1994)**. Directive de qualité pour l'eau de boisson ; volume 1 recommandation

organisation mondiale de la santé, 2emeédition, 202p.

**P**

**Piar Roux .R., (2002).** Le choléra : épidémiologie et transmission, Expérience tirée de plusieurs interventions humanitaires réalisées en Afrique, dans l’Océan Indien et en Amérique Centrale, Bull Soc PatholExot, Vol 95, N°5, P45-350.

**R**

**Rodier .J, (2005) :** l’analyse de l’eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8ème Edititon, Dunod, Paris. 1381 p

**RAMADE F., 1998.** Dictionnaire encyclopédique de l’eau. Édition : science international. Paris, 487 p.

**RAMADE F., 2000.** Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed : Dunod. Paris, 370p.

**RAMADE F., 2005.** Dictionnaire encyclopédique des sciences de l’eau. Ed : science internationale. Paris, 528 p.

**REJSEK F., 2002.** Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Edition : canopé –centre régional de documentation pédagogique d’Aquitaine de bordeaux. France, 360 p.

**ROCHE D.A., MIQUEL J et GAUME E., 2012.** Hydrologie quantitative: processus, modèles et aide à la décision. Ed : Springer-Verlag. France, 7 p.

**RODIER J., 1984.** L’analyse de l’eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mers, chimie, physico-chimie, bactériologie, biologie. 7ème édition, Lavoisier : Tec& Doc, Dunod. Paris. France, 1365 p.

**RODIER J., 1996.** L’analyse de l’eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mers.8ème édition: Dunod. Paris. France, 1383 p.

**RODIER J., 2005.** **L’analyse de l’eau :** L’analyse de l’eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mers. 8ème édition : Dunod. Paris. France, 1381p.

**RODIER J., 2008.** L’ANALYSE DE L’EAU : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer.8ème édition : DUNOD. Paris. France, 1434p.

**RODIER J., LEGUBE B., MERLET N. et BRUNET R., 2009.** L'analyse de l'eau. 9<sup>ème</sup> édition: Dunod. Paris. France, 1526 p.

**ROUX J.C., 1989.** Analyse biologique de l'eau. Etude de Synthèse. Office national de l'eau. Edition : du BRGM.n0 23, 113 p.

**ROUX J.C., 1995.** LES SECRETS DE LA TERRE. BRGM. Paris, 63p.

**ROUX M., 1987.** L'analyse biologique de l'eau. Edition Lavoisier: Technique et Documentation. Paris, 93 p.

**ROUX M., 1989.** L'analyse biologique de l'eau. Edition Lavoisier : Tec & Doc. Paris, 230p.

## S

**SAMAKE H., 2002.** Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako. Thèse de doctorat. Mali, 77p

## Site internet

Site web(1) : <https://interieur.gov.dz/Monographie/index.php?wi>

