

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA**  
**RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

*Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou*  
*Faculté des sciences Biologiques et sciences*  
*Agronomiques*  
*Département des sciences agronomiques*



## *Mémoire de fin de cycle*

*En vue de l'obtention du diplôme de Master en sciences agronomiques*

*Spécialité : eau et environnement*

### *Thème*

**Analyse comparative des paramètres  
physico-chimiques et  
bactériologiques des eaux de  
consommation dans  
la wilaya de Tizi-Ouzou**

**Présenté par :**

M<sup>elle</sup> **AIT RAMDANE Sonia**

M<sup>elle</sup> **BEN SAID Assirem**

**Évalué par le jury composé de :**

**Président : M<sup>me</sup> LARDJANE N.**

Pr

UMMTO

**Examineur : Mr Berradj O.**

MCA

UMMTO

**Promoteur : Lateb Y.**

MCA

UMMTO

***Année : 2021-2022***

## ***Remerciemen***

***En premier lieu, on tient à remercier Dieu tout puissant qui nous a donné la force de continuer et d'achever ce travail***

***Nous tenons à exprimer nos remerciements à notre encadreur Mr Lateb Yacine, de nous avoir orienté par ses conseils judicieux dans le but de mener à bien notre travail.***

***Notre respect aux membres de jury Mr Berradj Omar et Mme Lardjane Nadia qui nous feront l'honneur de juger ce travail, on les remercie vivement.***

***Nous tenons à remercier le personnel du laboratoire central de l'Algérienne des eaux situé à BOUKHALFA qui nous a apporté une aide efficace et précieuse durant notre stage.***

***Nos remerciements sont adressés à nos parents, nos familles pour nous avoir soutenues et encouragés durant nos études.***

***Ainsi que toute personne qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.***

***Sonia & Assirem***

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail à mes chers parents, spécialement je dis à ma mère, aucune expression ne peut traduire le noble sentiment que j'ai à ton égard, pour tous les sacrifices que tu as consentis pour mon éducation, je te dédie ce travail parce que tu m'as appris à être une guerrière comme toi, tu m'as donné, tu m'as appris à me battre jusqu'au bout pour réussir, je n'ai été guidée jusqu'à présent que par le désir de t'honorer et te rendre fière.*

*Cher papa, je te dédie mon travail à toi exceptionnellement, toi qui étais et tu es toujours là pour moi, pour me soutenir et me protéger, je suis heureuse de t'offrir ma réussite espérant que ça soit le premier pas pour te rendre une partie de bien que tu m'as offert.*

*J'offre ce travail à mon cher grand frère, tu es mon bras droit, mon support dans la vie, mon booster et je serai toujours là pour toi.*

*Je dédie se t travaille à ma famille, mon oncle Abdallah et ma tante Samira, mes camarades, mes amis et tous mes enseignants.*

*Je le dédie aussi à mon binôme et ma chère copine Assirem, je la remercie pour ses efforts qu'elle a consacrés pour ce modeste travail.*

**Sonia**

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail à mes chers parents, spécialement je dis à mère, aucune expression ne peut traduire le noble sentiment que j'ai à ton égard, pour tous les sacrifices que tu as consentis pour mon éducation, je te dédie ce travail parce que tu m'as appris à être une guerrière comme toi, tu m'as appris à me battre jusqu'au bout pour réussir, je n'ai été guidée jusqu'à présent que par le désir de t'honorer et te rendre fière.*

*Cher papa, je te dédie mon travail à toi exceptionnellement, toi qui étais et tu es toujours là pour moi, pour me soutenir et me protéger, je suis heureuse de t'offrir ma réussite espérant que ça soit le premier pat pour te rendre une partie de bien que tu m'as offert.*

*J'offre ce travail à mon petit frère Azwaw, ma sœur Thiziri, vous êtes mes amours et je serai toujours là pour vous.*

*Je le dédie aussi à mon binôme et ma chère copine Sonia, je la remercie pour ses efforts qu'elle a consacrés pour ce modeste travail, sans oublier mes profs.*

**Assirem**

# TABLE DES MATIERES

Introduction .....1

## **Chapitre I : Généralités sur l'eau**

<b>Définition de l'eau</b> .....	3
<b>1. Cycle de l'eau</b> .....	3
<b>1.1. Composantes du cycle de l'eau</b> .....	3
<b>1.1.1. Précipitations</b> .....	3
<b>1.1.2. Ruissellement</b> .....	3
<b>1.1.3. Infiltration</b> .....	3
<b>1.1.4. Evaporation</b> .....	4
<b>1.1.5. Condensation</b> .....	4
<b>2. Propriétés de l'eau naturelle</b> .....	4
<b>2.1. Propriétés physiques</b> .....	4
<b>2.2. Propriétés chimiques</b> .....	4
<b>2.2.1. Autres propriétés critiques:</b> .....	5
<b>2.3. Propriétés biologiques</b> .....	5
<b>3. Eau potable</b> .....	5
<b>3.1. Normes de potabilité</b> .....	5
<b>4. Principales ressources d'eau potables</b> .....	6
<b>4.1. Eaux de surface</b> .....	6
<b>4.2. Eaux souterraines</b> .....	7
<b>4.3. Eaux de sources</b> .....	7
<b>4.3.1. Différents types de sources</b> .....	7
<b>4.3.1.1. Sources de pression ou de déversement</b> .....	7
<b>4.3.1.2. Sources de contact</b> .....	7
<b>4.3.1.3. Sources artésiennes ou d'émergence</b> .....	7
<b>4.3.1.4. Sources en roche imperméable ou d'affleurement</b> .....	8
<b>4.4. Traitement de l'eau de source</b> .....	8
<b>4.4.1. Filtration</b> .....	8
<b>4.4.2. Désinfection</b> .....	8
<b>4.4.3. Décantation</b> .....	8
<b>4.4.4. Aération</b> .....	8
<b>5. Le secteur de l'eau dans la région de Tizi-ouzou</b> .....	9

6.	Les ressources en eau.....	10
6.1.	Les barrages .....	10
6.1.1.	Retenues collinaires .....	10
6.2.	Les ressources en eau souterraines .....	10
6.3.	Les forages et les puits.....	10
6.4.	Sources .....	10

## Chapitre II : Paramètres de sécurité sanitaire des eaux

1.	Analyse de l'eau .....	12
2.	Paramètres physico-chimiques.....	12
2.1.	Température.....	12
2.2.	Potentiel hydrogène.....	12
2.3.	Conductivité électrique.....	13
2.4.	Turbidité.....	13
2.5.	Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH) .....	14
2.6.	Titre Alcalimétrique complet (TAC) .....	15
2.7.	Ions calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) .....	15
2.8.	Ions Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ).....	15
2.9.	Ions de Sodium ( $\text{Na}^+$ ).....	15
2.10.	Ions de Potassium ( $\text{K}^+$ ) .....	16
2.11.	Ions Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ).....	16
2.12.	Ion Fer : ( $\text{Fe}^{2+}$ ) .....	16
2.13.	Ions Carbonates( $\text{CO}_3^{2-}$ )et Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) .....	16
2.14.	Ions Chlorures ( $\text{Cl}^-$ ).....	16
2.15.	Ions nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) et nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) .....	17
3.	Paramètres bactériologiques .....	17
3.1.	Coliformes totaux .....	17
3.2.	Escherichia coli.....	18
3.3.	Clostridium sulfito-réducteur .....	18
4.	Législations .....	18
5.	Maladies à transmission hydrique (MTH).....	21

## Chapitre III : Matériels et méthodes

1.	Analyse bactériologiques : .....	22
1.1.	Recherche et dénombrements des coliformes : .....	22

1.2. Recherche et dénombrement des Entérocoques intestinaux par méthode par filtration sur membrane .....	24
1.3. Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices. (Méthode par filtration) .....	26
2. Analyse physico chimique .....	27
2.1. Echantillonnage .....	27
2.2. Détermination du pH.....	27
2.3. Détermination de la conductivité .....	28
2.4. Mesurer la Turbidité .....	28
2.5. La coloration .....	28
2.6. La température.....	29
2.7. dosage du calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) méthode tetrimetrique a l'edta .....	29
2.8. Dosage de potassium ( $\text{K}^+$ ) par spectrophotométrie d'émission de flamme Réactifs .....	30
2.9. Dosage des Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) méthode spectrométrique .....	31
2.10. Dosage des ions nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) méthodes spectrométrique.....	31
2.11. Détermination d'alcalinité .....	32
2.12. Dosage de chlorures $\text{Cl}^-$ :(ISO 9297,1989).....	32
2.13. Titre hydrotimétrique (TH) ou dureté totale.....	33
2.14. Dosage d'oxygène dissous.....	33
2.15. Dosage de Fer.....	35
2.16. Dosage de l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) méthode spectrométrique manuelle .....	36
2.17. Dosage du sodium ( $\text{Na}^+$ )par spectrométrie d'émission de flamme.....	37

## Chapitre IV : Résultats et discussions

1. Paramètres physico-chimiques.....	38
1.1. Fer total.....	38
1.2. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ).....	38
1.3. Oxydabilité.....	39
1.4. Couleur.....	40
1.5. Turbidité.....	40
1.6. Titre Alcanométrique Complet (TAC).....	41
1.7. Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ).....	41
1.8. Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) .....	42
1.9. Chlorure ( $\text{Cl}^-$ ).....	42
1.10. Le potentiel hydrogène (pH).....	43
1.11. Conductivité Electrique.....	44

<b>1.12.</b>	<b>La Dureté (TH)</b> .....	45
<b>1.13.</b>	<b>Sodium (Na<sup>+</sup>)</b> .....	46
<b>1.14.</b>	<b>Potassium (K<sup>+</sup>)</b> .....	46
<b>1.15.</b>	<b>Température</b> .....	47
<b>1.16.</b>	<b>Magnésium (Mg<sup>2+</sup>)</b> .....	48
<b>2.</b>	<b>Paramètres bactériologiques :</b> .....	48
	<b>CONCLUSION:</b> .....	51

## Listes des tableaux

Tableaux II.1 : Classification des eaux selon la conductivité.	13
Tableau II.2 : Classification de l'eau selon la dureté totale	14
Tableau II.3 comparaison des normes de potabilité entres l'OMS et les normes algérienne	20
Tableau IV.1: presence de bactéries dans les différents échantillons d'eau analysé	49
Tableau IV .2 : tableau des résultats d'analyse des échantillons d'eau .	50
Tableau A.1:Eau traitée réservoir 300 m3 Draa El Mizan	
Tableau A.2 :Eau traitée station Souk EL djemaa	
Tableau A.3 :Eau traitée Beni Douala	
Tableau A.4:Eau traitée de Sidi Khelifa	

## Listes des figure

Figure III 1: rompe de filtration	25
Figure III 2: pH mètre	27
figure III 3: Turbidimètre	28
figure III 4: Dosage volumétrique du calcium	30
figure III 5: Dosage de l'alcalinité	32
figure III 6: Dosage des chlorures	33
figure III 7: Dosage du fer	36
figure III 8: Spectrophotomètre à flamme	37
figure IV.1 : Taux de fer total dans les différentes sources d'eau analysé	32
FIGURE IV.2 : TAUX DE NITRATES DANS LES DIFFERENTS ECHANTILLONS D'EAU ETUDIES	33
figure IV.4 : variation de couleur dans les différents échantillons d'eau analysé	34
FIGURE IV.5: Turbidité de l'eau dans les différents échantillons d'eau analysée.	35
FIGURE IV.6:TAC de l'eau dans les différents échantillons d'eau analysé	35
FIGURE IV.7: Taux d'HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> dans les différentes échantillons d'eau analysé	36
FIGURE IV.8 : Taux de calcium dans les différents échantillons d'eau analysé	37
FIGURE IV.9 : Taux de chlore dans les différents échantillons d'eau analysé	37
FIGURE IV.10: variation de pH dans les différents échantillons d'eau analysé	38
FIGURE IV.11:conductivité des différents les échantillons d'eau analysé	39
figure IV.12: LA DURETE DANS LES DIFFERENTS LES ECHANTILLONS D'EAU ANALYSE	39
FIGURE IV.13: Le taux de sodium dans les différents échantillons d'eau analysée	40
FIGURE 14 : Le taux de potassium dans les différentes échantillons d'eau analysé	41
FIGURE IV.15 : La Température des différentes échantillons d'eau analysé	41
FIGURE IV.16 : Le Magnésium dans les différentes échantillons analysé	42

# INTRODUCTION

## Introduction

---

L'eau est la substance naturelle qui illustre le mieux le lien étroit entre l'homme et son environnement. Au fur et à mesure que la population de la terre augmente, la demande en eau potable devient de plus en plus forte. Or l'eau est une ressource qui n'est pas aussi inépuisable qu'il apparaît et on constate de plus en plus de Déséquilibre entre les quantités disponibles et la consommation par l'homme L'eau participe quasiment à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles ce qui la rend un élément récepteur exposé à tous les types de pollution. (CARDOT C. (1999).

Les eaux souterraines sont formées par la percolation de l'eau de pluie, l'eau de surface et de ruissellement à travers les sols et les roches. Elles constituent 20% des réserves d'eaux sur terre soit environ 1000 millions de m<sup>3</sup>. Une eau de source est une eau d'origine souterraine, microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution (CARDOT C. (1999).

La principale source de satisfaction de la demande en eau est l'eau souterraine, du fait de son exploitation relativement facile. La croissance démographique et la modernisation de l'agriculture entraînent un problème énorme de détérioration de la qualité de cette source souterraine, souvent existante ou en quantité limitée.

### Eaux de surface

Les eaux de surface sont constituées par les eaux de mer, des rivières, des fleuves, des étangs, des lacs, des barrages, des réservoirs et des glaciers. Il s'agit d'une masse d'eau bien individualisée, solide ou liquide, immobile ou en mouvement<sup>7</sup>

Sa température varie en fonction du climat et des saisons. Ces matières en suspension sont variables selon la pluviométrie, la nature et le relief des terres à son voisinage

Une des problématiques majeures de l'humanité est le risque de contamination et la mauvaise qualité de l'eau de consommation. La détérioration de la qualité de ce liquide vital représente un grand problème sanitaire, et environnemental. Pour cela, il faut effectuer un traitement pour protéger les consommateurs des microorganismes pathogènes et d'impuretés désagréables ou dangereuses pour la santé et assurer un approvisionnement de l'eau potable aux citoyens au niveau de leurs domiciles

## Introduction

---

L'étude décrite dans ce mémoire a pour objectif de comparer la qualité des eaux de consommation dans 04 régions de la wilaya de Tizi-Ouzou (Draa El Mizan, Souk El Djemaa, Sidi Khelifa, Beni Douala).

Notre travail se subdivise en quatre chapitres :

Le premier chapitre comporte quelques généralités sur l'eau

Dans le deuxième chapitre nous présentons les caractéristiques physico-chimiques, organoleptiques, et toxiques des eaux potable.

Le troisième chapitre est consacré aux protocoles expérimentaux suivis au sein du laboratoire de l'algérienne des eaux et les techniques d'analyse utilisées Le quatrième chapitre contient les résultats des analyses effectuées ainsi que leur discussion.

Enfin, le manuscrit s'achève par une conclusion qui synthétise les principaux résultats obtenus lors de notre travail.

# Chapitre I

Généralité sur l'eau

## DEFINITION DE L'EAU

L'eau est une ressource naturelle renouvelable, elle est biologiquement très importante. L'eau est la molécule la plus courante sur la surface de la terre dont elle occupe environ 70%, il s'agit d'une substance chimique de formule H<sub>2</sub>O (Al-SAFADY, 2010).

L'eau est un liquide transparent, incolore, inodore et insipide, c'est la seule substance qui contient couramment trois états généraux de la matière. Elle se trouve à l'état liquide (l'eau elle-même), solide (glace) et gazeux (vapeur d'eau). Ces trois phases coexistent dans la nature, s'observent toujours par paires et sont plus ou moins en équilibre, eau-glace, glace- vapeur, eau-vapeur, selon les conditions de températures et de pressions. Cependant, il existe un point appelé le point triple où les trois phases sont en équilibre dynamique (JEAN-CLAUDE, 2001).

## 1. Cycle de l'eau

L'eau passe d'un état à un autre lorsqu'elle se déplace de l'atmosphère au sol, puis au sous-sol et elle retourne finalement vers l'atmosphère dans un cycle qui se répète infiniment. Dans ce cas là, tous les milieux aquatiques (lacs, rivières, mers, eaux souterraines...etc) sont interdépendants.

### 1.1. Composantes du cycle de l'eau

Selon le C.I.F.F.Q.E (2011), les composantes du cycle de l'eau sont :

#### 1.1.1. Précipitations

Les précipitations correspondent à la chute de la vapeur d'eau qui se condense dans l'atmosphère. La plupart des précipitations tombent sous forme de pluies, mais peuvent tomber aussi comme neige, grêle, brouillard, verglas et grésil.

#### 1.1.2. Ruissellement

Le ruissellement comprend tout les déplacements de l'eau sur la surface de la terre.

#### 1.1.3. Infiltration

L'infiltration est le flux d'eau de la surface vers le sol. Une fois pénétrée, cette eau se transforme soit en humidité du sol ou en nappe phréatique.

#### 1.1.4. Evaporation

L'évaporation désigne la transformation de l'eau de l'état liquide en état gazeux (vapeur d'eau) lors de sa transmission de la terre ou à partir des masses d'eau vers l'atmosphère grâce à l'énergie solaire.

#### 1.1.5. Condensation

La condensation signifie la transformation de l'eau de l'état gazeux en liquide dans l'atmosphère, la présence du noyau de condensation qui se compose d'aérosols variés ou des cristaux de glace est nécessaire, provoquant ainsi la formation de nuages et de brouillards.

La plupart du temps, les précipitations ne sont pas pures à cause des gouttes de pluie qui se forment autour de la poussière. Si, par exemple, la pluie et les nuages se forment au-dessus d'une source de pollution industrielle, des contaminants seront inclus dans l'eau de pluie.

## 2. Propriétés de l'eau naturelle

### 2.1. Propriétés physiques

L'eau est, par ses propriétés électriques, sa constitution moléculaire et sa polarité, un bon solvant pour les gaz, les composés organiques en particulier les sels minéraux, elle peut dissoudre et conserver tous les processus métaboliques. L'eau est un facteur important de transfert de masse dans la nature. Dans le cadre du cycle hydrologique, l'eau interagit directement avec diverses phases solides, telles que la poussière, le sol, les roches et les organismes vivants. Ainsi, tout ce qui entre en contact avec l'eau se reflète dans sa composition chimique, c'est l'une des raisons pour lesquelles presque toutes les réactions biochimiques ont lieu en solution aqueuse et pourquoi l'eau est indispensable comme milieu réactionnel pour tous les processus métaboliques dans les cellules vivantes (GORDALLA, 2008).

### 2.2. Propriétés chimiques

Une molécule d'eau est composée d'un atome d'oxygène (qui a tendance à attirer deux électrons en se chargeant négativement) et de deux atomes d'hydrogène (qui cèdent facilement des électrons pour se charger positivement) reliés les uns aux autres par des liaisons covalentes (liaisons atomiques). Il s'agit de trois atomes non alignés mais disposés selon un angle de  $105^\circ$  pour former un dipôle électrique qui occupe l'espace d'un tétraèdre (une pyramide) centré sur l'oxygène avec deux pics chargés positivement et deux pics portant une charge négative (BOISLEVE, 2010).

L'eau est le siège d'un grand nombre de réactions et d'équilibres chimiques. D'autre part, les molécules d'eau sont souvent impliquées dans les réactions permises par la dissociation électrolytique après dissolution (MOUCHET et ROUSTAN, 2016).

### **2.2.1. Autres propriétés critiques:**

#### **2.2.1.1. Propriétés acido-basiques**

Selon MOUCHET et ROUSTAN (2016), l'eau peut se comporter comme un acide en agissant comme un donneur de protons ou comme une base en donnant des ions OH<sup>-</sup>, ou même en agissant comme un accepteur de protons.

#### **2.2.1.2. Propriétés oxydo-réductrices**

Avec un agent réducteur ou oxydant fort, l'eau peut agir comme un oxydant capable de gagner des électrons ou comme un agent réducteur capable de céder des électrons à l'équilibre (MOUCHET et ROUSTAN, 2016).

## **2.3. Propriétés biologiques**

L'eau contribue à créer des conditions propices au développement des organismes vivants. Les séries des cycles biologiques d'échange se produisent grâce à l'eau. C'est le composant principal (volume) des organismes vivants, en particulier le protoplasme de toutes les cellules. Elle constitue également la majorité de notre alimentation (70 à 95% de la plupart de nos viandes, fruits et légumes). L'eau joue le multiple rôle de solvant, d'agent de transport et de communication dans les organismes et les cellules. Elle permet à toutes les réactions chimiques du métabolisme de se dérouler aux différents emplacements où elles sont nécessaires. Par conséquent, s'il est clair que « l'eau, c'est la vie », nous devons identifier certaines diverses relations qui existent entre l'eau et les êtres vivants (MOUCHET et ROUSTAN, 2016).

## **3. Eau potable**

L'eau potable doit répondre à un certain nombre de normes physico-chimiques et microbiologiques, elle ne doit pas contenir de fortes concentrations de micro-organismes, de parasites ou d'autres substances présentant un risque potentiel pour la santé humaine. Elle peut être utilisée non seulement pour l'alimentation mais aussi pour l'hygiène domestique et personnelle (LEGUBE, 2018).

### **3.1. Normes de potabilité**

L'eau possède des substances ou des micro-organismes qui sont indispensables, acceptables, indésirables, voire toxiques ou dangereux selon leur concentration et leur nature.

L'évaluation de la qualité de l'eau potable est basée sur une comparaison entre les résultats de l'analyse qualitative de l'eau et les valeurs indicatives.

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (2017), une valeur guide désigne la valeur pour laquelle la concentration d'un constituant, lors d'une consommation sur une longue durée, ne dépasse pas le risque tolérable pour la santé.

L'objectif de l'OMS est de protéger la santé humaine par la mise en œuvre des stratégies de gestion des risques visant à assurer la sécurité des approvisionnements en eau potable en contrôlant les niveaux de composants dangereux. Ces stratégies comprennent des normes établies sur la base des éléments scientifiques avec la prise en considération du plan environnemental, social, économique et culturel.

Selon le Décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine, dans son troisième article:

- **Valeurs limites** : Sont des valeurs maximales fixées pour certains paramètres chimiques, radionucléides et microbiologiques et dont le dépassement constitue un danger potentiel pour la santé des personnes.
- **Valeurs indicatives**: Sont des valeurs de référence fixées pour certains paramètres organoleptiques et physico-chimiques à des fins de contrôle du fonctionnement des installations de production, de traitement et de distribution d'eau et d'évaluation des risques pour la santé des personnes.

## 4. Principales ressources d'eau potables

### 4.1. Eaux de surface

Les eaux de surface sont constituées par les eaux de mer, des rivières, des fleuves, des étangs, des lacs, des barrages, des réservoirs et des glaciers. Il s'agit d'une masse d'eau bien individualisée, solide ou liquide, immobile ou en mouvement.

La température varie en fonction du climat et des saisons. Les eaux de surfaces contiennent de la matière en suspension (MES) de nature variable selon les conditions météorologiques et les terres en contact. (DEGREMONT, 2005).

## **4.2. Eaux souterraines**

Les eaux souterraines sont toutes les eaux se trouvant sous la surface du sol. Elles se caractérisent par une turbidité faible due à une filtration naturelle importante. Comme elles se caractérisent par une contamination bactérienne faible, car elle est habituellement à l'abri des sources de pollution. Par conséquent, sa dureté est souvent élevée. (DEGREMONT, 2005).

## **4.3. Eaux de sources**

L'eau de source doit répondre aux normes de consommation au moment de sa production et ne doit subir aucun traitement. Ce sont des eaux d'origine souterraines microbiologiquement saines, protégées de la pollution et propres à la consommation (ROUSTAN, 2014). Elles sont distinguées par leurs natures, caractérisées par leurs teneurs en minéraux, en oligoéléments et autres constituants et par leurs puretés originelles (LACHASSAGNE, 2021).

### **4.3.1. Différents types de sources**

Selon PHOK (2015), il existe différentes formes de sources d'eaux, qui sont classées en fonction de la structure, du débit, de la température et de la volatilité de la roche mère. Les principaux types de sources sont les suivants :

#### **4.3.1.1. Sources de pression ou de déversement**

Les sources de déversement formées à l'intersection de la surface du sol avec la surface de l'eau souterraine.

#### **4.3.1.2. Sources de contact**

Les sources de contact sont formées sur une couche peu perméable qui croise la surface de l'eau souterraine avec la surface du sol.

#### **4.3.1.3. Sources artésiennes ou d'émergence**

Les sources d'émergence proviennent des libérations d'eau sous la pression d'aquifères confinés, soit à un affleurement de l'aquifère, soit par une ouverture dans le lit confiné.

#### 4.3.1.4. Sources en roche imperméable ou d'affleurement

Les sources d'affleurement se produisent dans les canaux tubulaires ou dans les fractures de la roche imperméable.

### 4.4. Traitement de l'eau de source

La gestion de la ressource en eau intègre dans la gestion préventive de la qualité de l'eau potable. La prévention de la contamination microbiologique et chimique de l'eau de source est le principal obstacle à la contamination de l'eau potable préoccupante pour la santé publique.

En général, l'eau de source est naturellement propre, les seules méthodes de traitement autorisées, dans le cas d'une contamination, pour éliminer les éléments indésirables sont :

#### 4.4.1. Filtration

La filtration est le processus d'élimination des particules en suspension dans l'eau tels que les particules qui produisent la turbidité (C.I.F.F.Q.E., 2011).

#### 4.4.2. Désinfection

La désinfection vise à tuer les micro-organismes présents dans l'eau. Elle améliore seulement sa qualité microbiologique (DESILLE, 2012).

#### 4.4.3. Décantation

Lors de la décantation, l'eau est libérée des matières en suspension qui se déposent en raison de leur propre poids (DESILLE, 2012).

#### 4.4.4. Aération

L'aération permet d'augmenter la surface de contact entre l'eau et l'air par des méthodes naturelles ou par des dispositifs mécaniques. En d'autres termes, c'est une méthode pour augmenter la saturation en oxygène de l'eau. Elle élimine physiquement les gaz dissous de la solution et leur permet de s'échapper dans l'air ambiant (AKHLAQUE *et al.*, 2017).

## 5. LE SECTEUR DE L'EAU DANS LA REGION DE TIZI-OUZOU

La wilaya de Tizi-Ouzou qui présente un relief montagneux fortement accidenté, s'étale sur une superficie de 2 958 Km<sup>2</sup> avec une population estimée à 1 321 693 habitants, soit une densité moyenne de 447 habitants/Km<sup>2</sup>. Elle est comprise entre les coordonnées angulaires suivantes :

- 36° 28' latitude Nord
- 36° 55' latitude Nord Est
- 03° 45' longitude Est
- 04° 31' longitude Est

Les limites naturelles de la wilaya de Tizi-Ouzou se présentent ainsi :

- Au nord : la mer méditerranée
- Au sud : la chaîne cristalline du Djurdjura
- A l'est : le massif de l'Akfadou
- A l'Ouest : des collines et des vallées.

Pour ce qui est des limites administratives, la wilaya de Tizi-Ouzou est délimitée par : Au nord la mer méditerranée, A l'est, la wilaya de Bejaia, A l'ouest, la wilaya de Boumerdes, et Au sud, la wilaya de Brouira. (Direction Locale des finances. Tizi ouzou 2018).

Le réseau hydrologique de la wilaya renferme deux grands bassins, à savoir le bassin côtier et le bassin de l'oued Sibaou qui s'étend à partir de la région de freha à l'est jusqu'à la région de Tademaït du côté ouest qui trouve son exutoire dans la mer méditerranéenne au niveau du territoire de wilaya de Boumerdes. Ce réseau hydrologique comprend deux principaux oueds à savoir : Oued AISSI et Oued BOUGDOURA.

La pluviométrie moyenne inter annuelle varie de 500 à 800 mm/an. Les potentialités en ressource souterraine sont de 60 Hm<sup>3</sup>/An et celle mobilisées de 45 hm<sup>3</sup>/an. Les potentialités en ressources superficielles sont de l'ordre de 1000 hm<sup>3</sup>/an. Le débit mobilisé est de 192,52 hm<sup>3</sup>/an. Le débit mobilisé à partir des sources est 19.16 Hm<sup>3</sup>/an (ADE Tizi Ouzou 2022).

Le réseau hydrographique de la wilaya de Tizi-Ouzou est composé d'un chevelu dense, bien hiérarchisé et en majorité encaissé. L'hydrologie de la région est dominée par l'Oued Sebaou qui recueille à travers ses affluents l'essentiel des eaux en provenance du Djurdjura, c'est le collecteur principal de la wilaya. Le massif central, le Djurdjura et même la chaîne côtière sont littéralement entaillés par de nombreux oueds, parmi lesquelles nous citerons principalement : Assif n'Boubehir, Oued Djemaa, Oued-Bougourdura, Assif-Ousserdhoun, Assif-El Hammam,

Oued-Aissi, oued Ksari, et oued Rabta, aissi que de nombreux autres oueds de moindre importance (ADE. Tizi Ouzou 2022).

## **6. Les ressources en eau**

Les ressources en eau de surface de la wilaya de Tizi Ouzou proviennent principalement des écoulements des oueds Sebaou et Bougdoura, qui drainent l'essentiel du territoire de la wilaya, ainsi que d'une multitude de petits oueds côtiers. La wilaya recèle un potentiel important en eaux de surface, dont seulement une infime partie est mobilisée. Les principales ressources en eau de surface mobilisées se présentent comme suit :

### **6.1. Les barrages**

Le volume des eaux superficielles de la Wilaya est évalué à un Milliard de m<sup>3</sup>, dont environ 187,43 millions de m<sup>3</sup> sont mobilisés, grâce aux barrages de Taksebt, Djebba, Draa El Mizan, Zaouia et Tizi Ghennif.

#### **6.1.1. Retenues collinaires**

La wilaya de Tizi Ouzou compte 75 retenues collinaires réalisées en majorité durant les années 80, dans le cadre du programme de petite et moyenne hydraulique, totalisant ainsi une capacité de 5,090 hm<sup>3</sup>.

### **6.2. Les ressources en eau souterraines**

Les ressources en eaux souterraines de la Wilaya de Tizi Ouzou se concentrent essentiellement dans la nappe alluviale de l'oued Sebaou, alimentée par l'infiltration directe à partir des eaux de pluie dont la moyenne est de l'ordre de 61 hm<sup>3</sup> /an, de ses crues ainsi que de ses affluents.

### **6.3. Les forages et les puits**

L'inventaire des forages existants à travers la Wilaya de Tizi Ouzou fait état de 195 forages, dont 133 sont réellement exploités. Le volume d'eau mobilisé par les forages et les puits de la wilaya est de 112 hm<sup>3</sup> /an, destiné à l'AEP (alimentation en eau potable), l'AEI (alimentation en eau d'irrigation).

### **6.4. Sources**

La wilaya de Tizi Ouzou, dispose d'un nombre important de sources ; situées en majeure partie sur le flanc Nord du Djurdjura, qui sont généralement utilisées pour l'alimentation en eau

potable des populations montagnardes isolées. On dénombre pour l'ensemble de la Wilaya, 1 459 sources dont 142 sources importantes d'un débit global estimé à 772,50 m<sup>3</sup>/h. (ADE. Tizi Ouzou 2022).

# Chapitre II

**Paramètres de sécurité sanitaire des  
eaux**

De nos jours, les problèmes de pollution constituent un danger de plus en plus important pour l'homme. Parmi ces problèmes, la contamination de l'eau se pose avec acuité. En effet, l'eau est affectée de façon croissante par des matières minérales et organiques et même des microorganismes dont certains sont pathogènes et donc dangereux pour la santé. La pollution est une dégradation de la qualité de l'eau.

L'analyse chimique d'une eau révèle la présence de certains éléments en solution ou en suspension. Ce sont la qualité et la quantité de ces éléments qui, d'une part définissent une eau, et d'autre part précisent et limitent son emploi aux divers.

Dans ce chapitre on va détailler les normes de qualité physico-chimique et microbiologique des eaux utilisées mise par l'organisation mondiale de la santé et les directivités locale ainsi que les risques de la non-conformité (maladie a transmission hydrique).

## **1. Analyse de l'eau**

D'une façon générale il faut savoir que l'eau est un solvant naturel. Une eau peut être sulfureuse, ferreuse ou calcaire, ce qui change son goût et son odeur. Elle peut aussi être polluée par des résidus industriels, des pesticides ou des fertilisants.

Dans ce cas, L'étude de l'eau a pour objet de déterminer ses possibilités d'utilisation d'où elle comporte une analyse physico-chimique et un examen bactériologique.

## **2. Paramètres physico-chimiques**

### **2.1. Température**

La température est un facteur important pour l'activité biologique, il influence la solubilité de l'oxygène dans l'eau.

La température de l'eau dépend d'une série de facteurs tels que le site du prélèvement d'échantillon ou la saison.

### **2.2. Potentiel hydrogène.**

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons  $H^+$  contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établie entre les différentes formes de l'acidité carbonique, et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates (Makhoukh M, 2011).

L'eau pure est neutre. Le pH d'une eau représente son acidité ou alcalinité. C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau, il doit être surveillé au cours de toute opération de traitement.

Un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion du ciment ou des métaux des canalisations, avec entrainement des éléments indésirables comme le plomb et le cuivre (Rodier J, 2005).

Un pH élevé conduit à des dépôts de tartre dans les circuits de distributions. Au-dessus de pH 8, il y a une diminution progressive de l'efficacité de la décontamination bactérienne par le chlore. Par ailleurs la chloration diminue le pH (Rodier J, 1996).

### 2.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm /2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. (Rodier J, 2005).

Elle est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation (Mens et Derouane, 2000).

La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau. Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. L'unité de mesure de la conductivité est siemens/m (s/m) ou  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La minéralisation de l'eau (teneur globale en espèces minérales) peut entraîner selon les cas, un gout salé, de la corrosion et les dépôts dans les tuyauteries (entartrage). (Joel G, 2003).

**Tableaux II.1 : Classification des eaux selon la conductivité. .( (Rodier J, 2005)**

Type d'eau	Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{Cm}$ )
Eau pure	< 23
Eau douce peu minéralisée	100 à 200
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500
Eau très minéralisée	1000 à 2500

### 2.4. Turbidité

C'est la réduction de la transparence de l'eau due à la présence de matière non dissoute. C'est le premier paramètre perçu par le consommateur (Andriamiradis L, 2005).

La turbidité de l'eau a pour origine la présence de matières en suspension (argile, limons, particules fibreuses ou organique, micro-organismes...), étant souvent lié à des phénomènes pluviométriques dans les eaux superficielles et dans certaines eaux souterraines (nappes peu profondes).

La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre. la turbidité est mesuré en unité céphalométrique de turbidité. (Joel G, 2003). La turbidité élevée de l'eau révèle la précipitation de fer, aluminium ou manganèse due à une oxydation dans le réseau. (Jean Luc Celleric, 2002).

Les mesures de turbidité ont donc un grand intérêt dans le contrôle de l'épuration des eaux brutes. (Rodier J, 2005).

### 2.5. Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)

C'est une qualité particulière de l'eau due à la présence des bicarbonates, des chlorures et des sulfates de calcium et de magnésium, détectée principalement par le fait qu'elle empêche plus ou moins l'eau savonneuse de mousser (Marcel (1986).

Elle est mesurée par la somme des concentrations en degré de calcium et de magnésium et s'exprime par le titre hydrométrique (TH). L'unité du titre hydrométrique est le milliéquivalent par litre (ou le degré français °F) (World Health Organisation), 1994).

Le TH peut se subdiviser en  $TCa^{2+}$  (titre calcique) et  $TMg^{2+}$  (titre magnésien) :

$$TCa^{2+} + TMg^{2+} = TH$$

En fonction de leur dureté totale, les eaux peuvent être classées suivant les indicateurs du tableau II.2

**Tableau II.2 : Classification de l'eau selon la dureté totale (Berne. Et Cordonnier, 1991)**

TH en degrés français (°F)	Spécificité de l'eau
0 à 6	Eau très douce
6 à 15	Eau douce
15 à 30	Eau moyennement dure
30 à plus	Eau très dure

### 2.6. Titre Alcalimétrique complet (TAC)

Le titre alcalimétrique complet correspond à la teneur en ions  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  et  $\text{HCO}_3^-$ . Pour des pH inférieur, à 8.3, la teneur en ions  $\text{OH}^-$  et  $\text{CO}_3^{2-}$  est négligeable. Dans ce cas la mesure de TAC correspondant au dosage des bicarbonates seuls. Le titre alcalimétrique complet correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres, carbonates et hydrogénocarbonates (Berne. Et Cordonnier, 1991)

### 2.7. Ions calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement réparti dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Le calcium est un composant majeur de la dureté totale de l'eau, il est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorure etc. les eaux de bonne qualité renferment de 250 à 350 mg/l les eaux qui dépassent les 500 mg/l présente de sérieux inconvénient pour les usages domestiques et pour l'alimentation des chaudières.

L'eau potable de bonne qualité renferme de 100 à 140 mg/L de calcium (Rodier J, 2005).

Le calcium ne peut en aucun cas poser des problèmes de potabilité, le seul inconvénient domestique lié à une dureté élevée est l'entartrage. Par contre, les eaux douces peuvent engendrer des problèmes de corrosion des canalisations (Gaujour D, 1993).

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

Un élément indispensable à la vie, joue un rôle important dans la respiration, leurs origines sont naturelles (dissolution des roches magnésites basaltes, argiles) ou industrielle (industrie de la potasse de cellulose, brasserie). La dureté manganésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale. Le magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau. Ce dernier est plus abondant après le calcium par rapport au sodium et au potassium. Le Magnésium peut avoir deux gains : Les calcaires dolomitiques qui libèrent le magnésium par dissolution, en présence du gaz carbonique. La dissolution du  $\text{MgSO}_4$  des terrains gypseux du Trias situés au Sud.

### 2.9. Ions de Sodium ( $\text{Na}^{2+}$ )

C'est un métal alcalin.

Les eaux très riches en sodium deviennent saumâtres, prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées ((Rodier J, 2005).

### 2.10. Ions de Potassium ( $K^+$ )

Le potassium règle la teneur en eau à l'intérieur des cellules. Il 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).

### 2.11. Ions Ammonium ( $NH_4^+$ )

Dans l'eau, l'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes; l'ion ammonium ( $NH_4^+$ ) et la seconde non dissociée communément appelée ammoniacque ( $NH_3$ ) (Gaujour, 1995). En ce qui concerne la toxicité de l'ammoniacque, il est reconnu que ce n'est pas la forme ammoniacque ionisée qui est toxique, mais celle non ionisée dont la proportion dépend du PH et de la température (Rodier J, 1996).

### 2.12. Ion Fer : ( $Fe^{2+}$ )

Le fer se classe en 4ème rang des éléments de la croûte terrestre. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. Les besoins pour l'organisme humain se situent entre 2 et 3 mg/j mais 60 à 70% seulement de la quantité intégrée sont métabolisés (Rodier J, 2005).

Anion

### 2.13. Ions Carbonates ( $CO_3^{2-}$ ) et Bicarbonates ( $HCO_3^-$ )

L'ion Bicarbonate est le principal constituant alcalin de la plupart des eaux courantes. Sa présence dans l'eau est due à l'action des bactéries qui fournissent du  $CO_2$  à partir des minéraux contenant des carbonates (Rodier J, 2005).

### 2.14. Ions Chlorures ( $Cl^-$ )

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux. (Makhoukh M, 2011).

Les teneurs en chlorures des eaux extrêmement variées sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau à partir de 250 mg/l surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (Rodier J, 2005).

### 2.15. Ions nitrates ( $NO_3^-$ ) et nitrites ( $NO_2^-$ )

Les nitrites et nitrates sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement. Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium ( $NH_4^+$ ) (Gaujour D, 1993).

Ils sont extrêmement solubles ; ils pénètrent le sol et les eaux souterraines où se déversent dans les cours d'eau par ruissellement. Ils constituent une des causes majeures de la dégradation des eaux à long terme.

Les nitrites sont formés par dégradation de la matière azotée mais ils sont rapidement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable.

Toutefois, une eau renfermant une quantité élevée de nitrites est considérée comme suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de la qualité microbiologique. (W.AYAD, 2016).

Chez les nourrissons, la réduction du nitrate en nitrite peut provoquer une méthémoglobinémie (inaptitude du sang à transporter l'oxygène) (Gaujour D, 1993)

## 3. Paramètres bactériologiques

L'analyse bactériologique de l'eau a pour but de mettre en évidence la présence des bactéries qui modifient l'aptitude d'une eau à une utilisation donnée, ces organismes possèdent plusieurs caractéristiques telles que :

- La provenance exclusive des matières fécales des animaux à sang chaud.
- La résistance aux antiseptiques voisins de ceux des bactéries pathogènes.
- Leur non-prolifération anarchique dans la nature.
- La production des réactions simples et spécifiques au cours de leur étude.
- Leur apparition en très grand nombre dans le milieu par rapport aux germes pathogènes.

### 3.1. Coliformes totaux

Les coliformes totaux constituent un groupe de bactéries présent naturellement sur les végétaux, dans les sols ainsi que dans les intestins des humains et des animaux à sang chaud.

Puisqu'ils sont très répandus dans l'environnement, ils font partie des nombreux outils. Les coliformes totaux ont servi d'indicateur pour l'eau de boisson depuis le début des années 1900 et sont fréquemment utilisés pour analyser les effluents d'eaux usées.

Cependant, de nouvelles études ont montré que les coliformes totaux ne sont pas utiles en tant qu'indicateur de contamination fécale de l'eau de boisson, et qu'ils ne permettent pas de tirer de conclusions en termes sanitaires ou de santé publique. (RODIER J.2005).

### 3.2. Escherichia coli

E. coli est le principal indicateur utilisé dans l'analyse de qualité de l'eau, depuis plus de 50 ans. Il s'agit d'une bactérie coliforme thermorésistante que l'on trouve essentiellement dans les excréments des animaux à sang chaud, y compris humain. Une eau hautement polluée par des matières fécales peut avoir des niveaux d'E. coli de dizaines de millions de bactéries par litre. La plupart des d'E. coli sont inoffensives ; cependant il existe certaines souches (comme O157:H7) qui sont pathogènes et connues pour provoquer de sévères diarrhées et autres symptômes. (RODIER J.2005).

E. coli a des propriétés biochimiques similaires aux autres coliformes et s'en distingue par la présence des enzymes bêta-glucuronidase et galactosidase (beta -gal). De nombreuses méthodes d'analyse de l'eau font appel à la présence de cette enzyme bêta-gluc pour détecter E. coli dans des échantillons d'eau. Plus de 95% des E. coli testées à ce jour possèdent cette enzyme. Elle est l'un des meilleurs indicateurs de contamination fécale de l'eau de boisson.

### 3.3. Clostridium sulfito-réducteur

Ce sont des bactéries anaérobies strictes, sporulâtes, sulfito-réductrices et considérées comme témoin de pollution fécale.

La forme sporulée, beaucoup plus résistante que la forme végétative, permet de déceler une pollution fécale ancienne (ROUX J.C. 1989).

Les Clostridium Sulfito-réducteurs (CSR) sont pratiquement toujours présents dans les rivières et le sol. Leur absence dans une nappe sous-jacente, et surtout l'absence de leurs spores, constituent un bon signe de l'efficacité de filtration naturelle (RODIER J.2005).

## 4. Législations

L'eau doit répondre à des normes préétablies qui fixent les concentrations « seuil » à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances dangereuses et pouvant y'être présentes. Cependant, bien qu'une eau potable soit conforme aux normes, cela ne signifie pas pour autant qu'elle soit indemne de ces substances, mais que leur teneur est assez faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur.

La norme est représentée par une valeur chiffrée, qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser pour une substance donnée, ou une limite inférieure à respecter, exemple  $[\text{NO}_3^-] = 50\text{mg/l}$  ou encore une fourchette comprise entre un minimum et un maximum Loi N° 5-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005 relative à l'eau.

\_ Art.111. \_ Au sens de la présente loi, on entend par eau de consommation humaine toute eau destinée à :

- La boisson et aux usages domestiques ;
- La fabrication des boissons gazeuses et de la glace ;
- La préparation au conditionnement et à la conservation de toutes denrées alimentaires

\_ Art.69. Les ressources en eau souterraines et superficielle sont soumises à des contrôles de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et bactériologiques.

Les conditions dans lesquelles sont effectués les prélèvements et les analyses d'échantillons sont fixées par voie réglementaire.

**Tableau II.3 Comparaison des normes de potabilité entres directives de l’OMS et les normes algérienne :**

Paramètres	Norme algérienne	Norme de l’OMS
Fer total (mg/l)	0.3	Pas de valeur guide
Nitrates (mh/l)	50	50 et 3 mg /l (exposition a court terme ) 0,2 mg/l (exposition a long terme )
amonium (mg/l)	0.5	Pas de contraintes
nitrite (mg/l)	3.0	50 et 3 mg/l (exposition à court terme) 0.2 mg/l (exposition à long terme)
Oxydabilité (mg/l d’o <sub>2</sub> )	5.0	Pas de valeur guide
Phosphore (mg/l)	0.5	Pas mentionné
Couleur	250	Pas de valeur guide
Turbidité	2.5	Non mentionnée
TAC	350	Pas de valeur guide
Biscarbonate	600	Pas de valeur guide
Calcium (mg/l)	270	Pas de valeur guide
Chlorures (mg/l)	250	250 mg/l
pH	[7.0-9.0]	Pas de valeur guide mais un optimum entre 6,5 et 9,5
Conductivité (µs/s)	2100	250 µs/cm
TH (dureté)	500	200 ppm
Magnésium (mg/l)	50	Pas de valeur guide
Potassium (mg/l)	20	Pas de valeur guide
Sodium (mg/l)	0	200 mg/l

### 5. Maladies à transmission hydrique (MTH)

Les maladies transmissibles par l'eau apparaissent lors de la dégradation des conditions d'hygiène et des contrôles sanitaires. Ces maladies peuvent être causées par un nombre important de micro-organismes : les bactéries, les virus et les parasites (ROLAND V. 2003).

Elles peuvent être réparties en trois catégories :

Les maladies à transmission hydrique causées par les micro-organismes fécaux-oraux et les substances toxiques ;

Les maladies à support hydrique dues aux organismes aquatiques.

Les maladies transmises par de nombreux vecteurs vivants dans l'eau (moustiques, mouches), dont les plus graves affections sont représentées par le paludisme et la fièvre jaune (BOUZIANI M. (2000). L'eau, de la pénurie à la maladie. Ed. Ibn Khaldoun. Algérie. 195p.)

Plusieurs facteurs favorisent l'apparition, le développement et la diffusion des maladies transmissibles. Ces facteurs sont très nombreux et agissent à différents niveaux de la chaîne épidémiologique :

- Hygiène des populations : un état d'hygiène des milieux défavorisés.
- Niveau socio-économique des populations : problème d'habitat et de promiscuité,
- Vie collective (école, entreprise,) (BENHALIMA L. 2009).
- Absence de conformité du réseau d'alimentation en eau potable favorisée par l'insuffisance des contrôles techniques des services de l'hydraulique,
- Approvisionnement en eau potable insuffisant ;
- Traitement et surveillance de l'eau destinée à la consommation humaine peu ou mal connus (ASHBOLT S. 2004).

La transmission d'une maladie fait intervenir un agent infectieux, une voie d'introduction et un sujet réceptif (HASLAY. C et LECLERC. H. 1993).

E

# Chapitre III

## Matériels et méthodes

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, nous avons effectué un stage au sein de laboratoire ALGERIENNE DES EAUX situé à BOUKHALFA.

Au cours de ce stage, nous avons fait des analyses de différents paramètres physico-chimique et bactériologique montrant leurs appareillages dans des différentes salles soit bactériologique ou on trouve salle d'incubation (salle d'étuve) et salle d'analyse, et salle de d'études de différents paramètres physico-chimique. A l'issue de stage la responsable de laboratoire nous a remis des bulletins d'analyses effectuées sur quatre sites de distribution à savoir : site 1 : Souk El Djemaa (eau sous terrain) ; site 2 : BENI DOUALA (eau de surface ; Taksebt) ; site 3 : Sidi Khelifa (eau de forage) ; site 4 : Draa El Mizane (eau de surface)

➤ Souk El Djemaa (Ain El Hammam) :

Aïn El Hammam, située à 45 km au sud-est de Tizi-Ouzou ville .

➤ BENI DOUALA :

Beni Douala ou Aït Douala située à 17 km au sud-est de Tizi-Ouzouville .

➤ Sidi Khelifa (Azeffoun) :

Azeffoun, située à 70 km au nord-est de Tizi-Ouzouville .

➤ Draa El Mizan :

Draâ El Mizan, située à 42 km au sud-ouest de Tizi-Ouzou ville.

## **1. Analyse bactériologiques :**

### **1.1. Recherche et dénombrements des coliformes :**

Préparation des milieux de culture :

Utiliser un bain marie à une température de 100° C et faire fondre la gélose stérile. Maintenir le milieu complet à 45° C jusqu'à utilisation.

Lorsque l'échantillon à analyser est trouble, on doit procéder à une dilution ; ensuite prendre deux boîtes de pétri vides, les numéroter et porter aseptiquement 1 ml de l'échantillon à analyser de ses dilutions décimales sur chacune des deux boîtes de pétri puis ajouter 15 à 20 ml de milieu fondu et refroidi, mélanger avec précaution par rotation lente et laisser solidifier.

Retourner les boîtes et incuber : la première à 37° C pendant 48 h et la deuxième à 22° C pendant 72 h.

Le temps entre l'addition de milieu fondu et l'addition de la prise d'essai (ou Des dilutions) ne doit pas excéder 15 minutes.

Retirer les boîtes des étuves et compter les colonies présentes dans chaque boîte.

Filtration sur membrane et incubation :

Stériliser la surface supérieure de la rampe de filtration ainsi que la plaque poreuse puis laisser refroidir, prélever une membrane de son emballage à l'aide d'une pince stérile ensuite déposer la membrane (face quadrillée au-dessus) sur la plaque poreuse de la rampe de filtration.

Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser, verser la quantité d'eau désirée (100ml ou 250 ml de l'eau à étudier) et ouvrir le robinet de rompe pour laisser l'eau s'écouler.

Dès que la quantité d'eau est filtrée, prélever la membrane avec une pince stérile en la saisissant par son bord et la déposer sur le milieu chromogène en prêtant attention à ne pas piéger des bulles d'air et faire l'incubation à 37 C° pendant 24 h.

Dénombrement et confirmation :

Après la période d'incubation, on compte toutes les colonies présentant une réaction  $\beta$ -D-galactosidase positive (couleur rose à rouge) en tant que bactéries coliformes présomptives qui ne sont pas des E. coli ; et on compte aussi les colonies présentes en couleur bleu foncé à violet en tant que E. coli.

Pour confirmer les bactéries coliformes présomptives qui ne sont des E. coli, un essai de recherche de l'oxydase doit être effectué comme suit : essai avec disque et essai avec réactif.

Toutes les colonies ayant une réaction négative à l'oxydase sont des bactéries coliformes.

$$a = \frac{b}{A} c$$

b : nombre de colonies répondant positivement aux critères du test de confirmation

A : nombre de colonies repiquées

C : nombre total de colonies caractéristiques (rose à rouge) trouvées dans la boîte

Le résultat est exprimé en nombre de bactéries coliformes et d'Escherichia coli dans 100 ml d'eau.

## 1.2. Recherche et dénombrement des Entérocoques intestinaux par méthode par filtration sur membrane

Mode opératoire :

La recherche des entérocoques intestinaux ou streptocoques du groupe « D » par filtration sur membrane nécessite une préparation préalable, qui se déroule selon les étapes suivantes :

Tout d'abord, il faudrait stériliser l'entonnoir en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen. et les faire refroidir tout de suite, avec l'eau à analyser si on dispose en quantité suffisante ou bien avec de l'eau distillée stérile. et les mettre en place de façon aseptique une membrane d'une porosité nominale de  $0,45\mu\text{m}$  entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile puis fixer ce dispositif avec la pince correspondante.

Et déposer 100 ou 250ml d'eau à analyser, selon les types d'eaux à analyser, devant un bec bunsen, actionner la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane et faire retirer l'entonnoir puis transférer immédiatement et aseptiquement la membrane à l'aide d'une pince à bouts arrondis stérile, sur la surface d'une plaque de gélose Slanetz et Barteley préalablement préparée. Cette dernière sera incubée à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 48 heures.

Lecture et interprétation

Après la période d'incubation spécifiée, les entérocoques intestinaux ou streptocoques du groupe « D » apparaissent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentées en rouge, marron ou rose.

Transférer aseptiquement la membrane du milieu Slanetz et Barteley sur une plaque de gélose Bile Esculine Azoture (BEA) préchauffée préalablement à  $44^{\circ}\text{C}$ . Cette dernière sera incubée à son tour à  $44\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  pendant 2 heures.

Les colonies caractéristiques prennent alors une coloration noire traduisant ainsi l'hydrolyse de l'esculine présente dans le milieu.

- Compter le nombre de colonies et le rapporter à 100 ou 250 ml d'eau à analyser.



**Figure 1 :** Rampe de filtration (Photographie originale, 2022).

### Formule des milieux de culture

- Milieu de SLANETZ et BARTELEY (Milieu de base) est composé de 20g de tryptose, 5g d'extrait de levure, 2g glucose, 4g hydrogénophosphatedipotassique ( $K_2HPO_4$ ), 0,4g azoture de sodium ( $NaN_3$ ) et 8 à 18g agar-agar dissoute dans 1000 ml d'eau bouillante

- Solution\_Triphenyltetrazolinchloride\_(TTC)

Eau 100 ml

Dissoudre l'indicateur dans l'eau par agitation.

Stériliser par filtration à 0,2 $\mu$ .

- Milieu\_complet

Milieu de base 1000 ml

Solution de TTC 10 ml

Stérilisation 121°C pendant 15 minutes, répartition du milieu à raison de 225 ml par flacon.

pH final après stérilisation à 25°C :  $7,2 \pm 0,1$

Après refroidissement à 50 ou 60°C, ajouter la solution triphenyltetrazolinchloride

Ajuster si nécessaire le pH à l'aide d'une solution de carbonate de sodium (100g/l) ou d'hydroxyde de sodium (40g/l) ou d'acide chloridrique (36,5g/l).

Les boîtes coulées peuvent être gardées au réfrigérateur pendant 2 semaines.

#### Gélose à la Bile, à l'Esculine et à l'azoture

Tryptone	17,0 g
Peptone	03,0 g
Extrait de levure	05,0 g
Bile de bœuf déshydratée	10,0 g
Chlorure de Sodium (Na Cl)	05,0 g
Esculine	01,0 g
Citrate d'ammonium ferrique	0,5 g
Azoture de Sodium (NaN <sub>3</sub> )	0,15 g
Agar-Agar	08 à 10 g
Eau	1000 ml

Stérilisation 121°C pendant 15 minutes, répartition du milieu à raison de 225 ml par flacon.

PH final après stérilisation à 25°C : 7,2 ± 0 ,1.

### **1.3. Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices. (Méthode par filtration)**

#### Mode opératoire

La recherche des spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices par filtration sur membrane nécessite une préparation au préalable, qui se déroule selon les étapes suivantes :

Tout d'abord, il faudrait stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen et le laisser refroidir tout de suite après, avec l'eau à analyser si on en dispose en quantité suffisante ou bien avec de l'eau distillée stérile ; mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité nominale de 0,2μ entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile ; ensuite fixer ce dispositif avec la pince correspondante,

Déposer aseptiquement 100ml, devant un bec bunsen ;actionner la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane ; retirer l'entonnoir, enlever la membrane à l'aide de

pincettes stériles puis la placer dans une boîte de façon à ce que la face quadrillée adhère au fond de la boîte tout en évitant les bulles d'air sous le filtre ; et verser par la suite environ 18 ml de gélose VF, fondue puis refroidie à 48°C.

Remarque : Si on utilise de la gélose VF, il faudrait au préalable chauffer l'eau à une température de 75°C pendant 15 minutes dans le but d'éliminer les formes végétatives.

Après solidification sur paillasse, cette boîte sera incubée couvercle en bas à  $36 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant 24 heures puis 48 heures.

-Lecture et interprétation :

Compter les colonies caractéristiques noires aussi bien après la première période d'incubation soit après 24 heures qu'après la seconde période d'incubation soit après 48 heures.

Rapporter le nombre total de colonies à 100 ml d'eau à analyser.

## 2. Analyse physico chimique

### 2.1. Echantillonnage

Les échantillons sont prélevés dans des bouteilles en verre ou en polyéthylène. Ils sont conservés entre 1°C et 5 °C, pour une période qui ne dépasse pas 48h.

### 2.2. Détermination du pH

Le potentiel hydrogène, le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une solution. La mesure du pH se fait selon l'instruction de travail du pH mètre de marque WTW concerné.



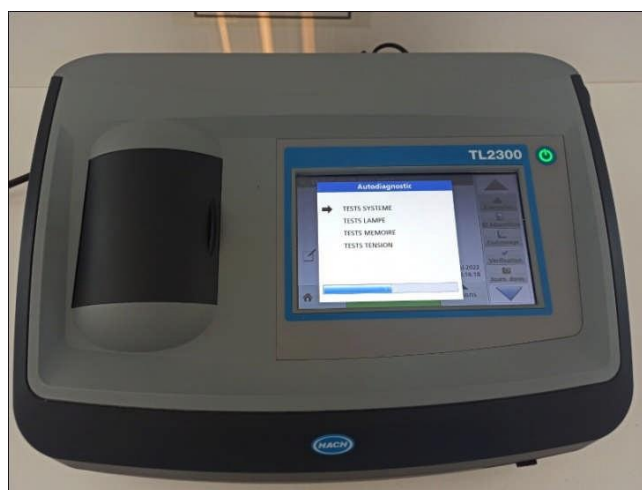
Figure 2 : pH-mètre (Photographie originale, 2022).

### 2.3. Détermination de la conductivité

La conductivité électrique est mesurée avec un conductivimètre lié à une électrode. Il nécessite un étalonnage réalisé en utilisant une solution tampon. Nous avons plongé l'électrode dans le flacon d'eau à analyser et nous avons enregistré le résultat affiché sur l'écran de l'appareil en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

### 2.4. Mesurer la Turbidité

La turbidité est mesurée à l'aide d'un turbidimètre. Le principe consiste d'abord à étalonner l'appareil avec une cuve contenant une solution témoin. Après l'étalonnage, nous avons introduit notre échantillon dans une cuve en verre bien séchée que nous avons ensuite placée dans l'appareil. Ce dernier comprend un faisceau lumineux qui traverse la cuve et donne le taux de matières en suspension présentes dans l'eau en unité de turbidité néphélométrique (NTU) ; (la marque de turbidimètre est CHRWOOD) .



**Figure 3:** Turbidimètre TL2300 (Photographie originale, 2022).

### 2.5. La coloration

La couleur La coloration d'une eau dit vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les colorés réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (RODIER et All, 1996).

La couleur de l'eau provient de matières organiques, comme par exemple les substances humiques, les tanins mais également les métaux comme le fer et le manganèse ainsi que les résidus industriels fortement colorés.

Préparer les standards de couleur dans la bande de 5 à 50 unités de couleur, mesurant 0,5 ; 1,0 ; 1,5 ; 2,0 ; 2,5 ; 3,0 ; 3,5 ; 4,0 ; 4,5 ; 5,0 ; 6,0 et 7,0 ml de la solution standard (500 unités de couleur) et les placer dans des tubes de Nessler de 50 ml ; diluer avec de l'eau distillée jusqu'à la marque de 50 ml ; mesurer 50 ml de l'échantillon dans un autre tube de Nessler et comparer avec les standards.

### **2.6. La température**

Nous avons évalué la température de l'eau sur site après le prélèvement de l'échantillon à l'aide d'un thermomètre associé à une électrode en verre que nous avons introduit dans le flacon d'eau puis nous avons enregistré la valeur affichée en degré Celsius (°C) sur l'écran de l'appareil. Nous l'avons également évaluée une fois arrivé au laboratoire à l'aide d'un conductivimètre

La température dépend de l'augmentation de la consommation d'eau, de la fluoration, de la solubilité et de l'ionisation des substances coagulantes, du changement du pH, de la désinfection, etc. mettre un peu d'eau dans un bécher de de 250 ml; plonger le thermomètre dans l'eau; attendre jusqu'à ce que le mercure se stabilise; effectuer une lecture avec le bulbe du thermomètre encore dans l'eau . Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision.

En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH et pour la connaissance de l'origine de l'eau. De plus la vitesse des réactions chimiques et biochimiques varie en fonction de la température de l'eau. D'une façon générale, la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leur origine est moins profond.

La source principale de nuisance thermique pour les eaux de surface est constituée par les centrales thermiques (70 à 80 %), le reste étant lié à la métallurgie, aux industries chimiques et alimentaire, etc.

### **2.7. dosage du calcium (Ca<sup>2+</sup>) méthode tetrimétrique a l'edta**

Titration des ions calcium avec une solution aqueuse d'EDTA à pH compris entre 12 et 13. Le HSN qui forme un complexe rouge avec le calcium et utilisé comme indicateur ; le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde et n'interfère pas lors du dosage.

Lors du titrage, l'EDTA réagit tout d'abord avec les ions calcium libre, puis avec les ions combinés avec l'indicateur qui vire alors de la couleur rouge à la couleur bleu claire.

Mode opératoire.

A l'aide d'une pipette, introduire 50 ml de l'échantillon préparé dans une fiole conique de 250 ml. Ajouter 2 ml de la solution de NaOH et environ 0,2 g de l'indicateur HSN ; mélanger et doser immédiatement puis ajouter la solution d'EDTA tout en continuant d'agiter et en fin verser lentement jusqu'à atteint un virage de couleur (lorsque la couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA).

Expression des résultats :

Les teneurs en calcium, exprimée en mmol/l est donnée par l'équation ;

$$C_{ca} = C_1 \times V_3 / V_0$$

$C_1$  : est la concentration en EDTA exprimée en mmol/l

$V_0$  : est le volume en ml de la prise d'essai

$V_3$  : est le volume en ml de la solution de l'EDTA utilisé pour le dosage.



**Figure 4** : Dosage volumétrique du calcium (Photographie originale, 2022).

### 2.8. Dosage de potassium ( $K^+$ ) par spectrophotométrie d'émission de flamme Réactifs

Dissoudre 1,907 g de KCl dans un litre d'eau distillée. Cette solution a une concentration égale à 1000 mg/l de potassium ( $K^+$ ). Soit  $C_1=1000\text{mg/l}$ . la solution doit être stockée dans une

bouteille en plastique ; à partir de C1 préparer quotidiennement une solution de 10 mg/l, en prélevant 1ml q.s. .p. 100 ml

Mesure :

Faire passer la solution de 10 mg/l trois fois, et ça doit afficher « 10 » ensuite faire passer les échantillons ; si la concentration en potassium dépasse 10mg/l, procéder à la dilution de l'échantillon. Les concentrations correspondent aux extinctions x Facteur de dilution. (La marque de spectrophotomètre c'est HACH)

### **2.9. Dosage des Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) méthode spectrométrique**

Méthode de travail :

À l'aide d'une pipette pourvue d'une poire, introduire 35 ml du mélange acide dans une série de fioles conique sèche de 100 ml, introduction dans chaque fiole à l'aide d'une pipette 5ml des solutions d'étalonnage, puis 5ml de solution de diméthyl-2,6 phénol, puis mélanger soigneusement le contenu de la fiole par agitation circulaire et laisser reposer pendant 10 à 60mn.

Effectuer un essai à blanc parallèlement au dosage en utilisant 5 ml d'eau à la place de la prise d'essai ainsi que pour l'échantillon.

La concentration en Azote Nitrate est la valeur donnée par le spectre à une longueur d'onde de 324 nm utilisant le spectromètre HACH.

### **2.10. Dosage des ions nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) méthodes spectrométrique**

Principe :

Les ions nitrites réagissent en milieu acide ( $\text{pH} = 1,9$ ) avec la sulfamidiade en formant sel de di-azonium (diazotation) qui forme avec le N-(1-naphtyl) -éthylénediamine-dichlorohydraté un colorant azoïque rouge.

Dans le cas d'échantillons troubles, il faut filtrer ceux-ci un filtre à membrane de  $0,45\mu\text{m}$  ; introduction 40ml de l'échantillon (filtré) dans une fiole jaugée de 50 ml.

### 2.11. Détermination d'alcalinité

Mode opératoire :

Détermination (TAC) :

Prélever dans un erlenmeyer 100 ml d'eau à analyser, ajouter 1 à 2 gouttes de solution. Ajouter 2 gouttes de solution de méthyle orange et titrer de nouveau avec le même acide jusqu'à le virage de jaune au jaune orangé ( $\text{pH}=4,3$ ). S'assurer une goutte d'acide en excès provoque le passage de coloration de jaune orangé au rose orangé ( $\text{pH}=4$ ). soit V le nombre de ml d'acide N/50 verser depuis le début de dosage. Retrancher de ce volume 0,5ml quantité d'acide nécessaire pour le virage de l'indicateur, qui un peu plus faible que le pH de neutralisation exacte de l'hydrogénocarbonate.



Figure 5 : Dosage de l'alcalinité (Photographie originale, 2022).

### 2.12. Dosage de chlorures $\text{Cl}^-$ : (ISO 9297,1989)

Les ions chlorures réagissent avec les ions d'argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromate qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour indication du virage, durant le titrage, le PH est maintenu 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation.

Mode opératoire

Prendre 100 ml d'eau à analyser Ajouter 1 ml de chromate de potassium  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (coloration jaunâtre). Titrer avec nitrate d'argent  $\text{AgNO}_3$  à 0,02N jusqu'à coloration brun rougeâtre. Après addition d'une goutte de la solution  $\text{NaCl}$ . Cette coloration doit disparaître. Essai à blanc Utiliser 100ml de l'eau distillée à la place de l'échantillon (la valeur ne devrait pas dépasser 0,2ml d' $\text{AgNO}_3$ ).

Expression de résultats  $[Cl^-] = (v_{AgNO_3} - v_{blanc}) * 7,1 \text{ V}_{AgNO_3}$  = volume Ag NO<sub>3</sub> à 0,02 mol/l nécessaire pour le dosage de l'échantillon.  $v_{blanc}$  = volume Ag NO<sub>3</sub> à 0,02 mol/l pour le dosage du blanc : Le résultat s'exprime en mg/l.



**Figure 6 :** Dosage des chlorures (Photographie originale, 2022).

### 2.13. Titre hydrotimétrique (TH) ou dureté totale

La détermination du TH consiste à doser essentiellement les ions calcium et magnésium contenus dans l'eau. Au cours de ce dosage, le réactif titrant utilisé est l'anion éthylènediaminetétracétate abrégé EDTA

Prendre 50ml d'échantillon dans un erlenmeyer de 100ml. Ajouter 4ml de la solution tampon. Ajouter 3 gouttes de noir eriochrome. (La solution doit se colorer en rouge foncé violet et son pH doit être de 10) Titrer immédiatement avec l'E, D, T, A (verser rapidement au début puis lentement versé la fin) jusqu'au virage bleu. La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'E.D.T.A ; Expression du résultat Cette loi applicable lorsque la dureté est en F°, et lorsque la dureté est en (mg/l) on applique la loi suivante :  $TH = V * 8 * F$  V : Volume de E,D,T,A F : facteur de correction du titre de l'E, D, T, A.

### 2.14. Dosage d'oxygène dissous

Le dosage de l'oxygène dissous est d'une importance capitale dans les études portant sur la qualité des eaux. Les substances biodégradables consomment de l'oxygène dissous et sa détermination constitue une mesure directe de la pollution.

L'oxygène dissous est un facteur écologique essentiel car sa présence (milieu aérobie) permet la respiration des êtres vivants aquatiques. Bien que toujours présent dans l'eau, l'oxygène n'est pas pour autant un élément constitutif. Son origine est soit l'activité photosynthétique des végétaux aquatiques, soit la dissolution à partir de l'oxygène atmosphérique, sa teneur est fonction, en particulier, de la profondeur : extrêmement faible dans les eaux profondes et parfois proche de la saturation dans les eaux superficielles.

La concentration de saturation dépend quant à elle notamment de la salinité, de la pression partielle d'oxygène dans l'atmosphère et de la température (lois de Henry).

Ainsi la concentration de saturation en oxygène diminue avec la température : dans l'eau pure, de l'ordre de 11 mg/l à 10 °C, 9 mg/l à 2°C. Des tables permettent de comparer les concentrations d'oxygènes

➤ **Principe de la méthode de WINKLER**

Selon la méthode de WINKLER, on détermine la quantité d'oxygène dissous dans l'eau à l'aide de la réaction de précipitation dans l'eau de l'hydroxyde de manganèse qui absorbe entièrement l'oxygène qui se trouve dans l'eau pour aussi former de l'hydroxyde manganique.

Cette substance sous l'action de l'acide chlorhydrique donne du chlorure manganique qui libère l'iode « I<sub>2</sub> » et l'iodure de potassium KI.

Cette méthode est applicable si l'eau ne contient pas des matières oxydantes ou réductrices, car elle engendre des faux résultats.

Mode opératoire :

On remplit complètement d'eau un flacon de 126 ml muni d'un bouchon rodé.

On laisse l'eau écouler pendant un certain temps en la faisant arriver au fond du flacon par un tube en verre.

On introduit tout près du fond du flacon avec une pipette à deux traits de 1ml (1ml du mélange (NaOH + KI) puis de la même façon 1 ml de MnCl<sub>2</sub>.

On bouche soigneusement le flacon sans faire entrer des bulles d'air, en humectant au préalable le bouchon, On retourne plusieurs fois le flacon et on laisse déposer le précipité d'hydroxyde de manganèse.

Lorsque la partie supérieure du liquide c'est complètement clarifiée, on débouche et à l'aide d'une pipette de 5 ml effilée et bien humectée d'eau. , on fait couler 2,5 ml d'acide chlorhydrique, on referme le flacon et on agite jusqu'à dissolution totale du précipité, on transverse le contenu du flacon dans un erlenmeyer et on ajoute quelques gouttes de l solution d'amidon et on titre par la solution de thiosulfate de sodium (0,01N) jusqu'à décoloration totale.

### **2.15. Dosage de Fer**

Le réactif des ions  $Fe^{2+}$  est le 1,10-phénanthroline en présence d'un réducteur doux, l'hydroxylamine, qui transforme les formes oxydées du fer en ions ferreux. Ceux-ci réagissent avec la phénanthroline pour donner un complexe orangé dosé par colorimétrie.

Mode opératoire ;

Prise d'essai

En général, prélever une prise d'essai de l'échantillon homogène de 50 ml. Si l'échantillon est chargé en fer, prélever une prise d'essai de volume inférieur ou effectuer une dilution préalable.

Solubilisation

Dans un ballon à fond plat ou un erlenmeyer de 250 ml, ajouter en mélangeant 2,5 ml d'acide sulfurique au  $\frac{1}{4}$  , porter et maintenir à ébullition pendant 30 minutes environ en gardant un volume minimum de solution de 20 ml environ, ramener le volume à 30 ml environ avec de l'eau déminéralisée, laisser refroidir, ajouter 1 goutte de phénolphtaléine, neutraliser avec de la lessive de soude à 30% jusqu'à virage rose-violet ,revenir à l'incolore avec de l'acide sulfurique 5N, laisser refroidir à nouveau à température ambiante, et transvaser dans une fiole jaugée de 50 ml, rincer et compléter à 50 ml avec de l'eau déminéralisée.

Procéder au dosage selon la méthode décrite pour le dosage du fer dissous (IN08)



**Figure 7:** Dosage du fer (Photographie originale, 2022).

### **2.16. Dosage de l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) méthode spectrométrique manuelle**

Principe :

Analyse spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite.

Etalonnage :

Préparation des solution-étalons :

Pour préparer une solution de 0,1g/l d'azote ammoniacal, on pèse 0,417 g de sulfate d'ammonium sécher à 105°C pendant 1h, dissoudre dans 1L d'eau distillée.

On aura ainsi une solution- mère de 100 mg/l (0,1mg/ml ), On pipette 10ml de la solution –mère qu'on met dans 1 L d'eau distillée pour avoir une solution intermédiaire de 1mg/l , prendre dans une série de fiole jaugés de 50ml :4ml ;8 ml ;12 ml ; 16ml ;20ml ; et 24ml de la solution intermédiaire .

Compléter à 40ml avec de l'eau distillée. on aura les concentration suivante :0 ,1mg /l ;0,2 mg/l ;0,3mg/l ;0,4mg/l ;0,5mg/l et 0,6mg/l , ajouter 4,00+ OU -0,05 ml de réactif coloré et homogénéiser , ajouter ensuite 4,00+ou -0 ,05 ml de la solution de dichloroisocyanurate de sodium et homogénéiser , diluer au trait de repéré avec de l'eau et agiter vigoureusement la fiole et la placer dans un bain d'eau maintenue à 25°C puis laisser au repos au moins 60 minutes.

Essai à blanc :

Procéder comme décrit précédemment, mais en utilisant 40 ml l'eau distillée à la place de la prise des essaie

Préparation de l'échantillon :

Filtre, selon la teneur en ammonium attendue, jusqu'à 40 ml d'échantillon dans une fiole de 50 ml, ajouter 4ml de solution de salicylate et mélanger ; le pH de la solution doit être de 12,6 ; ce qui est le cas pour les eaux neutres puis ajouter, comme les solutions- standards ; 4ml de la solution de réactif et, compléter la fiole jusqu'à la jauge.

Garder la fiole dans bain marin à 25° c pendant une heure et mesurer ensuite à une longueur d'onde de 655 nm avec le spectrophotomètre.

### 2.17. Dosage du sodium ( $\text{Na}^+$ ) par spectrométrie d'émission de flamme

Peser 2,54 g de chlorure de sodium, ayant séché pendant une heure, dans une étuve à 105°C.

Dissoudre cette même quantité dans l'eau distillée et compléter à 1 L, cette solution a une concentration de 1000mg /l de sodium, Conserver cette solution dans une bouteille en plastique.

Par dilution préparer quotidiennement une solution de 10mg/l en prélevant 1ml de la solution précédente dans 100ml d'eau distillée.

Faire passer au photomètre à flamme la solution d'étalonnage de 10mg/l, trois fois ensuite faire passer les échantillons, si la concentration en  $\text{Na}^+$  est supérieur à 10mg/l ; procédera la dilution de l'échantillons ; les concentrations correspondent aux extinction x facteur de dilution.



Figure 08: Spectrophotomètre à flamme (Photographie originale, 2022).

# Chapitre IV

Résultats et discussions

## 1. Paramètres physico-chimiques

### 1.1. Fer total

La figure IV.1 représente le taux de fer total dans les échantillons d'eaux analysés. D'après la courbe on observe que l'échantillon issu de la station de SOUK EL DJEMAA est relativement riche en fer par rapport aux autres. Toutefois, les valeurs mesurées sont très faibles comparativement à la norme algérienne. Ces faibles teneurs des ions ferreux peuvent être associées à la diminution des MES ainsi qu'à l'absence des rejets industriels au niveau de la région d'étude. Les valeurs restent conformes à la norme de potabilité fixée à 0,30 mg/l par la réglementation Algérienne.

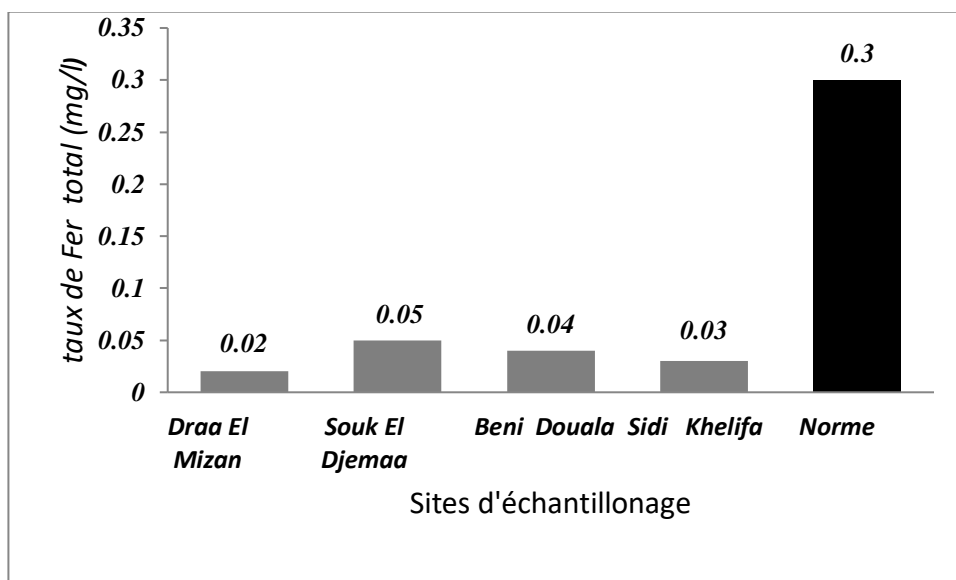


Figure IV.1 : Taux de fer total dans les différentes sources d'eau analysée.

### 1.2. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

La figure IV.2 représente le taux de nitrates dans les échantillons d'eau analysés. D'après la courbe on observe que les eaux de DRAA EL MIZANE contiennent un taux relativement important par rapport aux autres régions, il est peut-être due à la saison du prélèvement dont cette période coïncide avec celle de lessivage des produits azotés présents dans le sol. Ce phénomène explique la forte concentration de ces minéraux dans les puits. Ainsi, le lessivage des fertilisants agricoles peut entraîner une contamination importante. Toutefois, les résultats obtenus sont toujours inférieurs à la norme algérienne (50 mg/l).

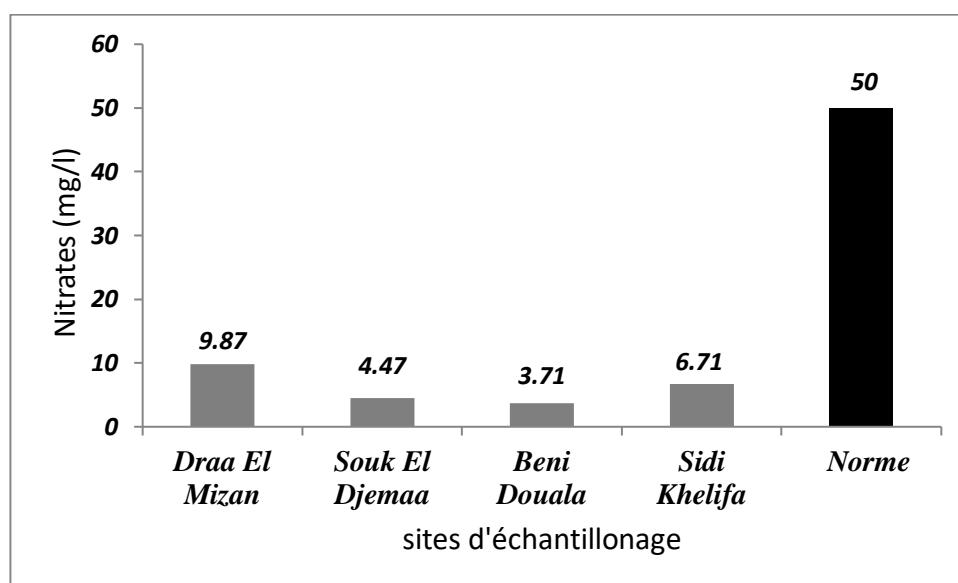


Figure IV.2 : Taux de Nitrates dans les différents échantillons d'eau étudié

### 1.3.Oxydabilité

La figure IV.3 représente le taux d'oxydabilité dans les échantillons d'eau analysé.

D'après la courbe on observe que l'échantillon d'eau de Draa El Mizan est relativement riche en oxygène par rapport aux autres échantillons. Toutefois la valeur mesurée sont très faible comparativement aux normes algérienne

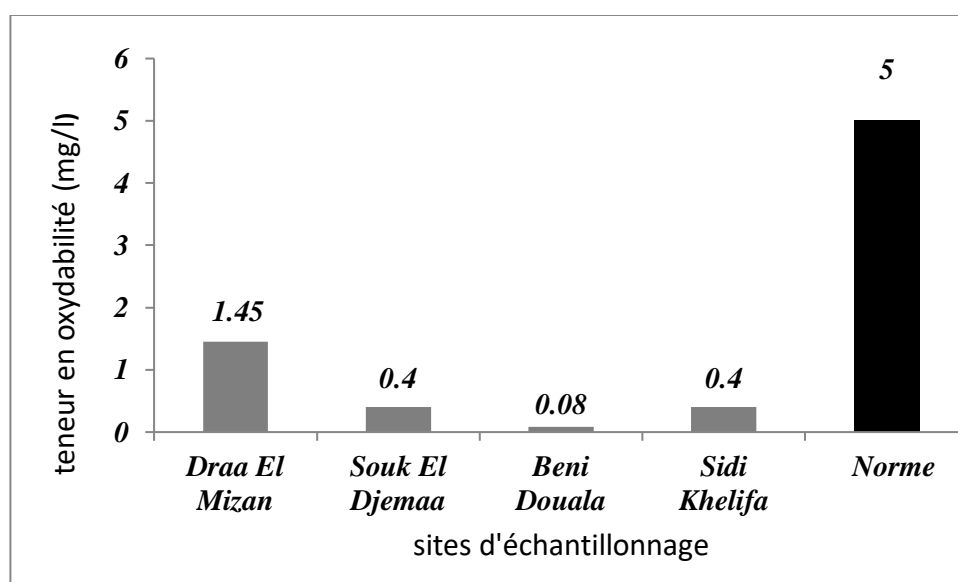


Figure IV.3 : teneur en oxygène dans les différents échantillons d'eau analysée.

### 1.4. Couleur

La figure IV.4 représente la couleur dans les échantillons d'eau analysé. D'après la courbe, on n'observe que seul l'échantillon de SOUK EL DJEMAA qui présente légère pigmentation, relativement très inférieur à la norme algérienne. La présence de la coloration de l'échantillon de Souk El Djemaa peut être due à la présence d'espèce organique ou inorganique.

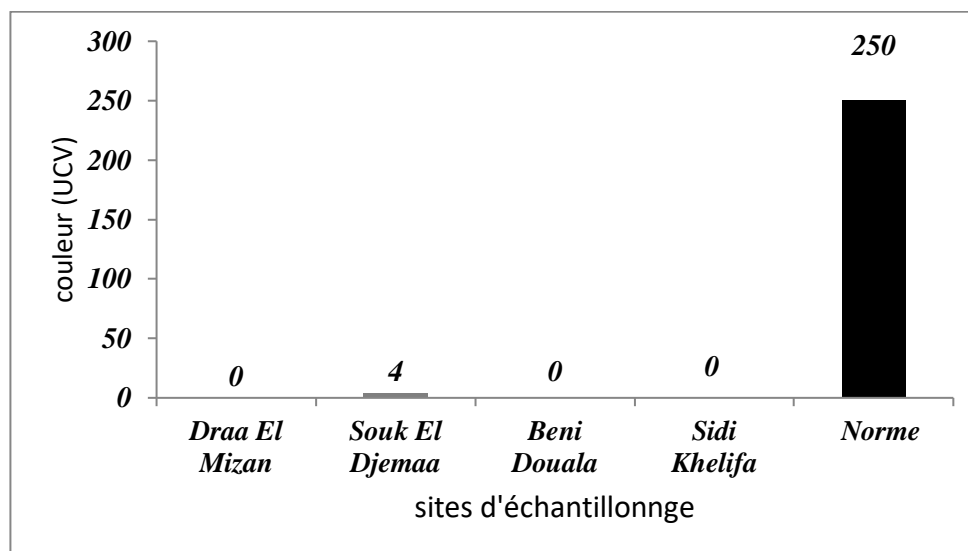


Figure IV.4 : variation de couleur dans les différents échantillons d'eau analysé

### 1.5. Turbidité

La figure IV.5 représente le taux de turbidité dans les différents échantillons d'eau analysé. A partir de la courbe on déduit que les eaux de SOUK LE DJEMAA sont le plus turbide cela peut être du a une présence forte de MES. L'échantillon de Souk El Djemaa présente une turbidité relativement élevée comparativement que les autres échantillons mais reste conforme à la norme algérienne.

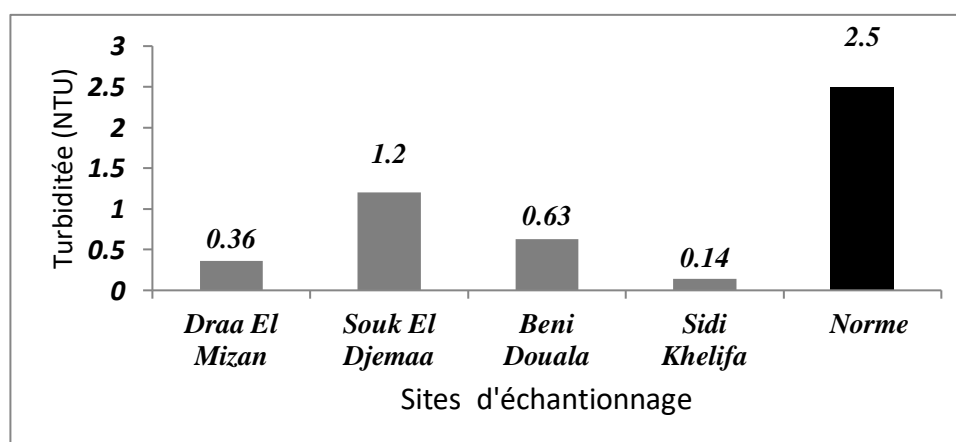


Figure IV.5: Turbidité de l'eau dans les différents échantillons d'eau analysée.

### 1.6. Titre Alcanométrique Complet (TAC)

La figure IV.6 représente le titre alcalimétrique complet dans les différents échantillons d'eau analysé. D'après la courbe on déduit que toutes les régions ont un taux variablement proche de sels minéraux, à leurs têtes les eaux d Sidi Khalifa ; cela peut être du a son approche de la mer méditerranéenne. Toutefois, les résultats ne dépassent pas la maximale de la norme algérienne.

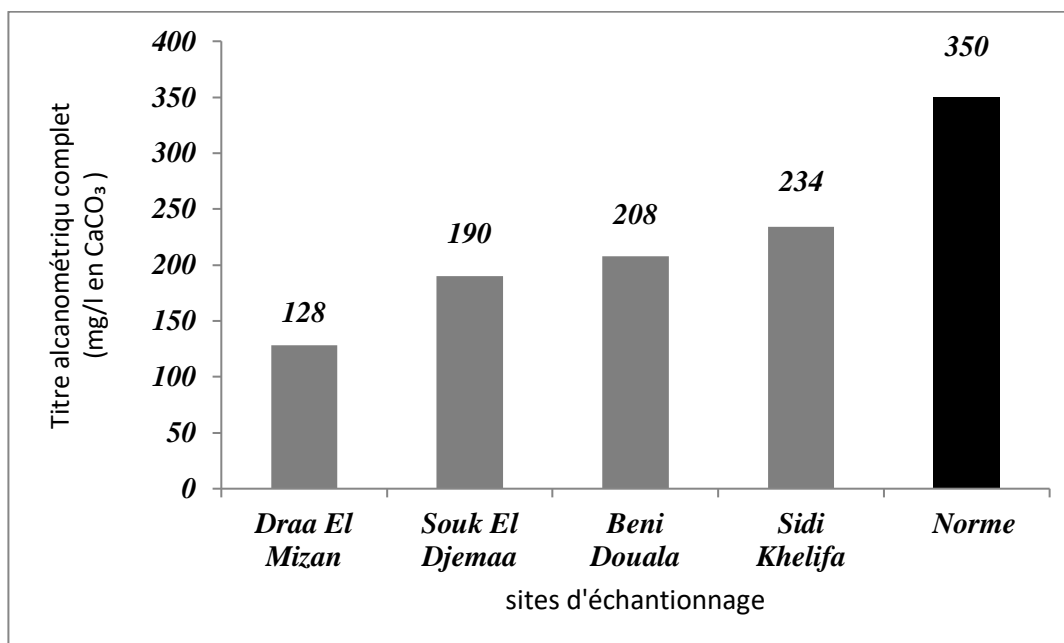


Figure IV.6: TAC de l'eau dans les différents échantillons d'eau analysé

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

La figure IV.7 représente le taux d bicarbonates dans le différent échantillon d'eau analysé. On observe des valeurs relativement proche de Bicarbonate (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dans toute les régions mais un peut plus dans l'enchantions Sidi Khelifa .Toutefois, les résultats ne dépassent pas la valeur maximale de la norme algérienne.

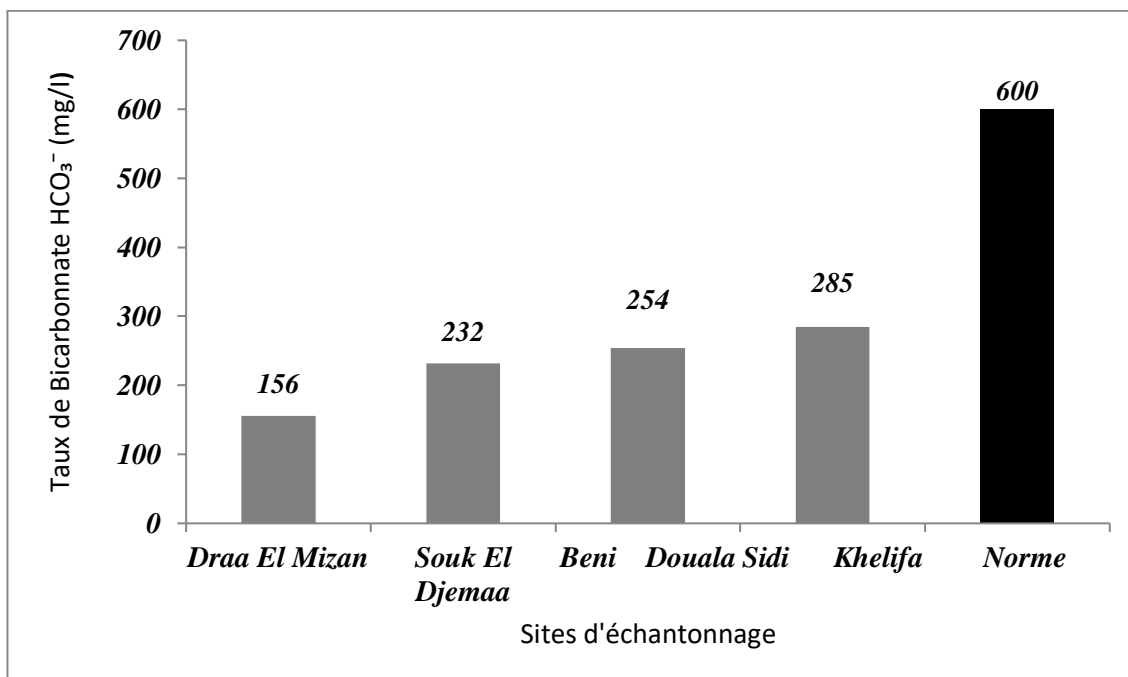


Figure IV.7: Taux d'HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> dans les différents échantillons d'eau analysé

### 1.8. Calcium (Ca<sup>2+</sup>)

La figure IV.8 représente le taux de calcium dans les différents d'eau analysé. D'après la courbe on observe que les eaux de Draa El Mizan sont relativement plus élevées que l'autre région. Toutefois, les résultats ne dépassent pas la valeur maximale des normes algérienne

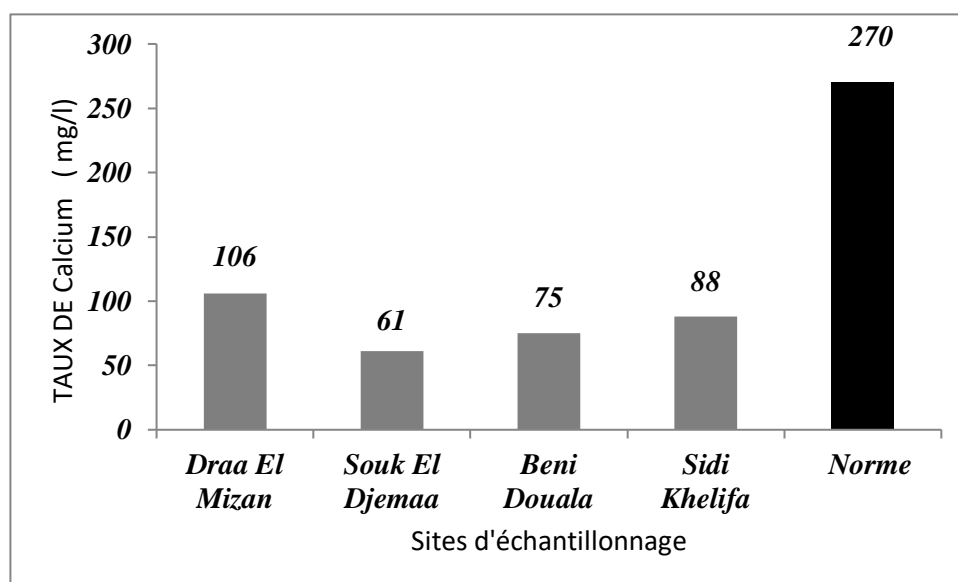


Figure IV.8 : Taux de calcium dans les différents échantillons d'eau analysé

### 1.9. Chlorure (Cl<sup>-</sup>)

La figure IV.9 représente le taux de chlorure dans l'eau dans les quatre différents échantillons d'eau analysés. On observe d'après la courbe un taux remarquablement élevé en chlorures dans les eaux de Draa El Mizan relativement à l'autre région, cette valeur atteint presque la limite qui pourra provoquer la corrosion du système de distribution en chlorures peuvent être liées à la nature des roches traversées. La présence des chlorures dans l'eau permet d'assurer sa désinfection, notamment la destruction de la flore microbienne. Les résultats obtenus sont toutefois dans l'intervalle de la norme algérienne.

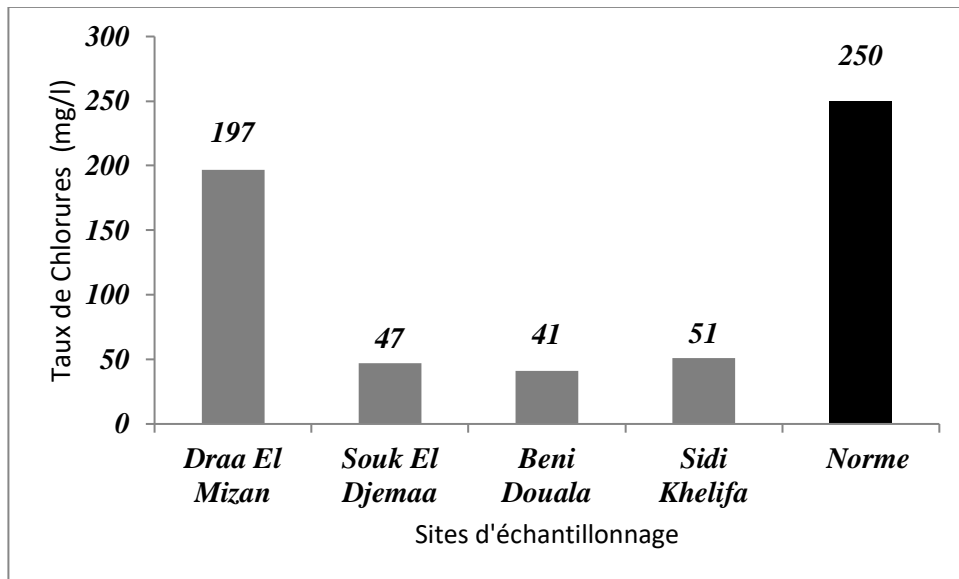


Figure IV.9 : Taux de chlore dans les différents échantillons d'eau analysés

### 1.10. Le potentiel hydrogène (pH)

La figure IV.10 représente le taux de fer total dans les quatre différents échantillons des sources étudiés. Les résultats obtenus montrent que les pH des échantillons de toutes les régions étudiées sont à tendance basique proches de la neutralité et ne dépassent pas la norme maximale algérienne. La basicité de l'eau de nos quatre échantillons est probablement due à la qualité de l'air au moment de l'échantillonnage... PUJEH JUNIOR (2021) rapporte que

la température a un lien direct avec le pH; plus, le pH est faible, plus la température de l'eau est élevée.

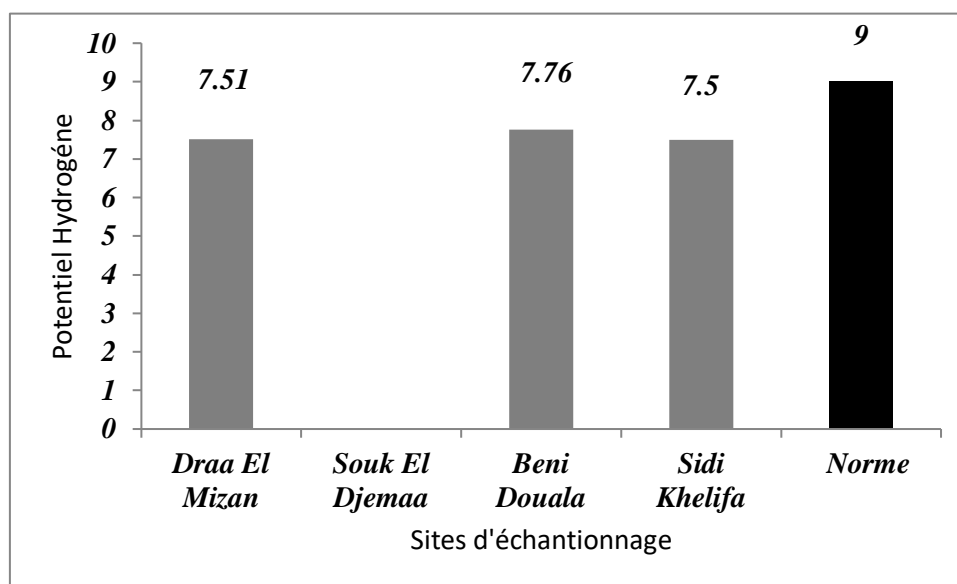


Figure IV.10: variation de pH dans les différents échantillons d'eau analysé

### 1.11. Conductivité Electrique

La figure IV.11 représente la conductivité électrique dans les quatre différents échantillons des sources étudiées. D'après la courbe on observe que les eaux de Draa El Mizan sont très conductrice relativement aux autres régions ce qui est un indicateur de conditions salines (salées). Toutefois les résultats obtenus ne dépassent pas les limites des normes algériennes. La Conductivité Electrique des eaux de Souk El Djemaa n'a pas été mesuré.

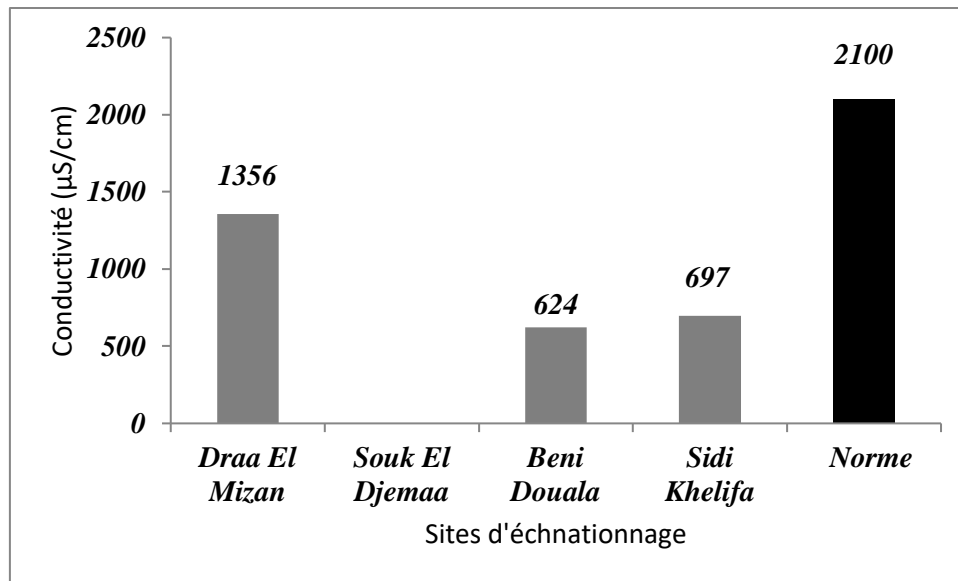


Figure IV.11: conductivité des différents les échantillons d'eau analysé

### 1.12. La Dureté (TH)

La figure IV.12 représente la dureté ou le Titre Hydrotimétrique dans les quatre différents échantillons des sources étudiées. On observe que les Eaux de Draa El Mizan contiennent plus de cation  $Mg^{2+}$  et  $Ca^{2+}$  relativement aux autres échantillons. Plus elle en contient, plus l'eau est considérée comme "dure". Toutefois, les résultats ne dépassent pas la valeur maximale de la norme algérienne. La Dureté des eaux de Souk El Djemaa n'été pas mesurée.

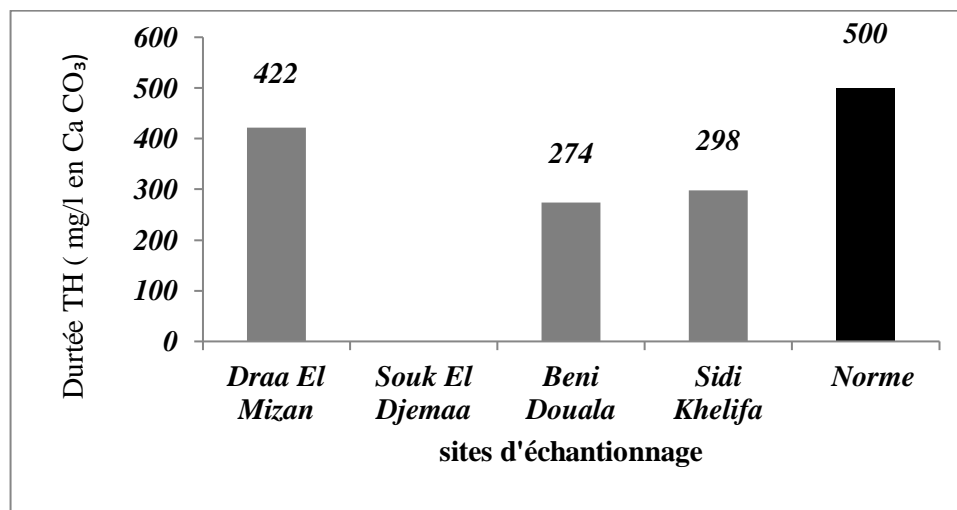


Figure IV.12: La dureté dans les différents les échantillons d'eau analysée.

### 1.13. Sodium ( $\text{Na}^+$ )

La figure IV.013 représente le taux de sodium dans les quatre différents échantillons des sources étudiés. On observe que les eaux de Draa El Mizan sont plus riches en ions  $\text{Na}^+$  comparativement aux autres sites.

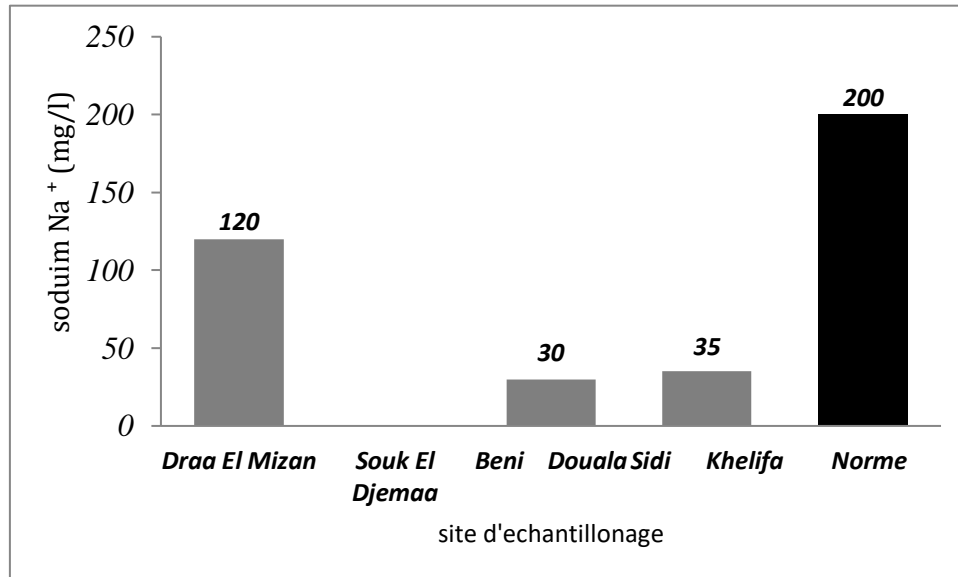


Figure IV.13: Le taux de sodium dans les différents échantillons d'eau analysée

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

La figure IV.14 représente le taux de potassium dans quatre différents échantillons analysé. D'après la courbe, les résultats sont relativement proches et ne dépassent pas la norme algérienne. Le Potassium des eaux de Souk El Djemaa n'a pas été mesuré.

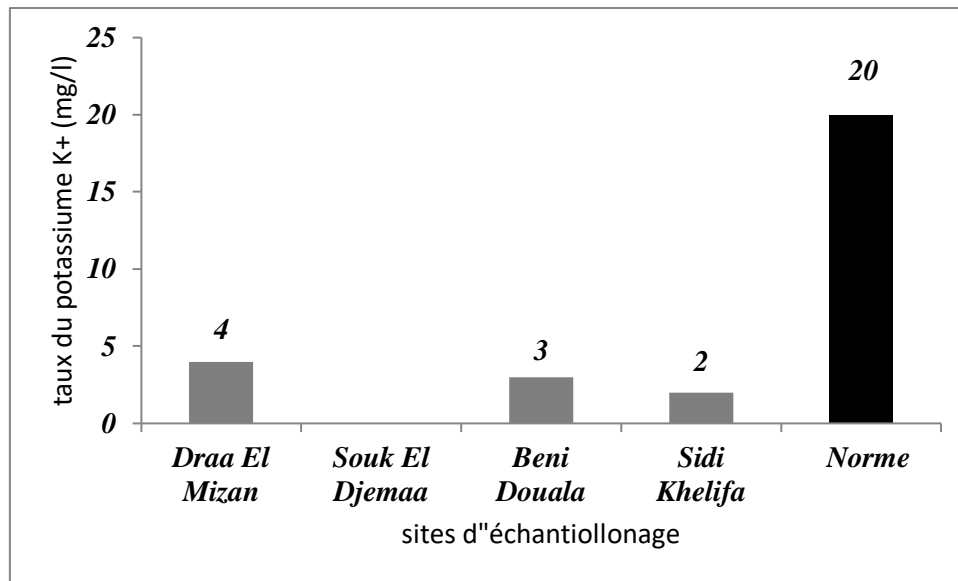


Figure 14 : Le taux de potassium dans les différents échantillons d'eau analysé

### 1.15. Température

La figure IV.15 la température dans les différents échantillons analysés. La température des échantillons varie d'un échantillon à un autres et cela est dû à la source de l'eau et là au climat du jour de prélèvement. La Température des eaux de Souk El Djemaa n'a pas été mesuré.

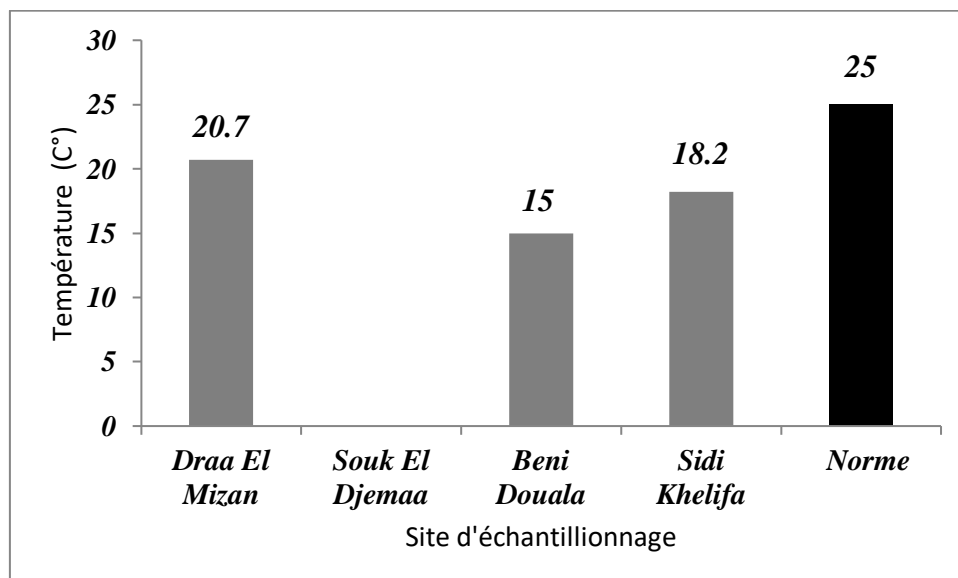


Figure IV.15 : La Température des différentes échantillons d'eau analysé

### 1.16. Magnésium ( $Mg^{2+}$ )

La figure IV.16 représente le taux de magnésium dans les échantillons l'eau de quatre sources étudiés. D'après la courbe on déduit que l'eau de Draa El Mizane ont plus riche en Magnésium, mais ne dépassant pas la norme de l'OMS. Le taux de magnésium dans les eaux de Souk El Djemaa n'a pas été mesuré.

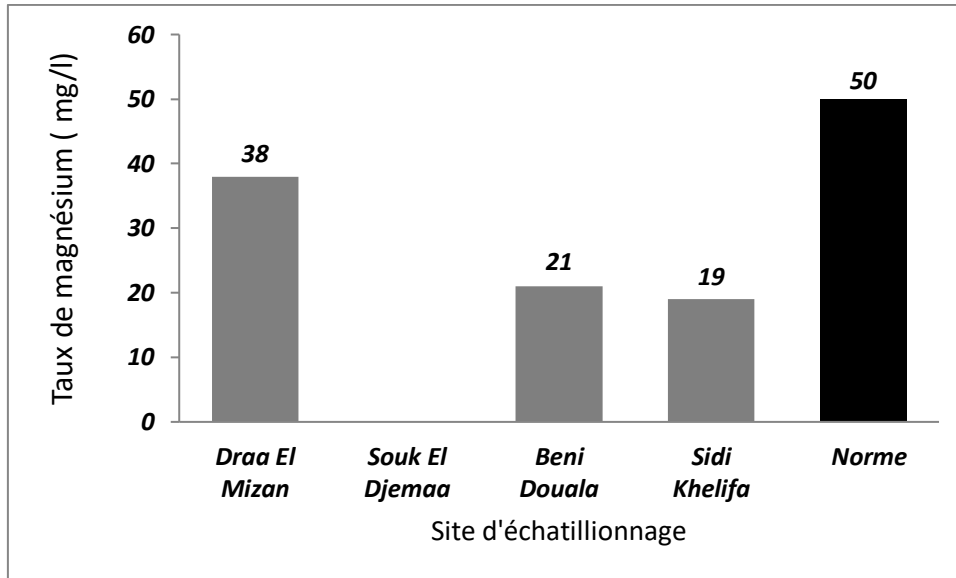


Figure IV.16 : Le Magnésium dans les différents échantillons analysés.

## 2. Paramètres bactériologiques :

Le tableau IV.1 représente les bactéries présentes dans les échantillons d'eau analysés. D'après les résultats obtenus durant l'analyse des échantillons des 04 régions aucun germe (coliformes, sulfite-réducteur, streptocoques et les E.coli) n'a été trouvé et relativement conforme à la norme algérienne.

Tableau IV.1: présence de bactéries dans les différents échantillons d'eau analysé.

	coliformes	sulfito- réducteur	streptocoques	Echerichia coli
DEM	0	0	0	0
SOUK EL DJEMAA	0	0	0	0
BENI DOUALA	0	0	0	0
SIDI KHLIFA	0	0	0	0
Norme	0	0	0	0

**Tableaux IV2 Resultats D'analyse Des Échantillons Étudier**

	Fer total (mg/l)	nitrates	ammonium (mg/l)	nitrite (mg/l)	oxydabilité	phosphore	couleur	turbidité	TAC	
Draa El Mizan	0,02	9,87	-	-	1,45	-	-	0,36	128,00	
Souk El Djema	0,05	4,47	-	-	0,40	-	4,00	1,20	190,00	
Beni Douala	0,04	3,71	-	-	0,08	-	-	0,63	208,00	
Sidi Khelifa	0,03	6,71	-	-	0,40	-	-	0,14	234,00	
Norme	0,30	50,00	0,50	3,00	5,00	0,50	250,00	2,50	350,00	
	HCO3-	Calcium	Chlorures	ph	Conductivité	TH (dureté)	magnésium	potassium	sodium	température
Draa El Mizan	156,00	106,00	197,00	7,51	1 356,00	422,00	38,00	4,00	120,00	20,70
Souk El Djema	232,00	61,00	47,00	,	,	,	,	,	,	,
Beni Douala	254,00	75,00	41,00	7,76	624,00	274,00	21,00	3,00	30,00	15,00
Sidi Khelifa	285,00	88,00	51,00	7,50	697,00	298,00	19,00	2,00	35,00	18,20
Norme	600,00	270,00	250,00	9,00	2 100,00	500,00	50,00	20,00	200,00	25,00

# CONCLUSION

Ce travail a été effectué dans l'objectif d'évaluer les propriétés physico-chimiques et bactériologiques des eaux de consommation dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

Les résultats de caractérisation des eaux de consommation des quatre régions de prélèvements choisis montrent que la totalité des paramètres physico-chimiques évalués répondent aux normes nationales requises par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) et la norme nationale de potabilité. Sur le plan bactériologique, les germes totaux, les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux ainsi que les *Clustidium sulfito-réductrice* n'ont pas été détectés dans aucun des échantillons analysés.

A la lumière des résultats obtenus, nous pouvons conclure que l'eau distribuée dans la wilaya de Tizi-Ouzou est de bonne qualité physico-chimique et bactériologique, sa consommation ne présente aucun danger pour les habitants.

D'après les bulletins d'analyses effectuées par l'ADE de Tizi-Ouzou, on peut conclure que les eaux distribuées dans la région de Draa El Mizan sont sodiques tandis que les eaux distribuées dans la région de Beni Douala et Sidi Khelifa (Azeffoun) sont plutôt calciques.

## Listes des figures

# Annexes

## ADE-Unité 15-Tizi-Ouzou

Bulletin d'analyse-échantillon 152205863-analyses le 10/05/2022

### A.1 : Eau traitée réservoir 300 m<sup>3</sup> Draa El Mizan

paramètre	Unité	Indicative	Minimum	Maximum	Méthode	Valeur mesure	Conforme
<b>Ammonium</b>	mg/l	Non	0	0,5	Par spectrométrie d'absorption moléculaire du salicylate de sodium	0	Oui
<b>Fer total</b>	mg/l	Oui	0	0,3	Par spectrophotomètre d'absorption moléculaire	0,02	Oui
<b>Nitrates</b>	mg/l	Non	0	50	Par spectrophotomètre d'absorption moléculaire	9,57	Oui
<b>Nitrite</b>	mg/l	Non	0	0,2	Par spectrophotomètre d'absorption moléculaire	0	Oui
<b>Oxydabilité</b>	mg/l O <sub>2</sub>	Non	0	5	détermination de l'oxydation au KMnO <sub>4</sub> à chaud en milieu acide	1,45	Oui
<b>Phosphore</b>	mg/l	Oui	0	5	Par spectrophotomètre d'absorption moléculaire	0	Oui
<b>Bactéries coliformes</b>	n/100ml	Non	0	0	Par filtration sur membrane	0	Oui
<b>Bactéries Sulfitoréductrices</b>	n/100ml	Non	0	0	Par filtration sur membrane	0	Oui
<b>(spores) Entérocoque</b>	n/100ml	Non	0	0	Par filtration sur membrane	0	Oui
<b>(Streptocoques) Escherichia coli</b>	n/100ml	Non	0	0	Par filtration sur membrane	0	Oui
<b>Couleur</b>	mg/l platine	Oui	0	15	colorimétrie au platine-cobalt	0	Oui
<b>Turbidité</b>	NTU	Oui	0	5	Néphlométrique à la foraminé	0,36	Oui
<b>Alcalinité(TAC)</b>	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	Oui	65	350	Titrimétrique	128	Oui

<b>Bicarbonate</b>	mg/l	Oui	0	0	Titrimétrique	156	Oui
<b>(HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>							
<b>Calcium</b>	mg/l en Ca	Oui	0	200	Titrimétrique à l'EDTA	106	Oui
<b>Chlorures</b>	mg/l	Oui	0	500	Titrimétrique	197	Oui
<b>Concentration en ion hydrogène (pH)</b>	unité de pH	Oui	5,6	9	Potentiométrique	7,51	Oui
<b>Conductivité à 20°C</b>	µS/cm	Oui	0	2800	détermination par méthode électrochimique à la sonde	1356	Oui
<b>Dureté totale (TH)</b>	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	Oui	0	500	Par complexométrie	422	Oui
<b>Magnésium</b>	mg/l	Non	0	9	Titrimétrique à l'EDTA	38	Oui
<b>Potassium</b>	mg/l	Oui	0	12	Par spectrométrie d'émission de flamme	4	Oui
<b>Sodium</b>	mg/l	Oui	0	200	par spectrophotomètre à flamme	120	Oui
<b>Température</b>	°C	Oui	0	25	mesure de la température	20,7	Oui

## ADE-Unité 15-Tizi-Ouzou

Bulletin d'analyse-échantillon 152200820-analyses le 17/01/2022

### A.2: Eau traitée station Souk EL djemaa R (2\*4000) m3

parametre	Unité	Indicative	Minimum	Maximum	Méthode	Valeur mesure	Conforme
<b>Aluminium</b>	mg/l	Non	0	0,2	Par spectrophotomètre d'absorption moléculaire	0,07	Oui
<b>Ammonium</b>	mg/l	Non	0	0,5	Par spectrophotomètre d'absorption moléculaire au salicylate de sodium	0	Oui
<b>Fer total</b>	mg/l	Oui	0	0,3	Par spectrophotomètre d'absorption moléculaire	0,05	Oui
<b>Manganaze</b>	mg/l	Oui	0	50	Par spectrophotomètre d'absorption moléculaire	5	Oui
<b>Nitrates</b>	mg/l	Non	0	50	Par spectromètre d'absorption moléculaire	4,47	Oui
<b>Nitrite</b>	mg/l	Non	0	0,2	Par spectromètre d'absorption moléculaire	0	Oui
<b>Oxydabilité</b>	mg/l O2	Non	0	5	détermination de l'oxydation au KMnO4 à chaud en milieu acide	0,4	Oui
<b>Phosphore</b>	mg/l	Oui	0	5	Par spectrophotomètre d'absorption moléculaire	0	Oui
<b>Bactéries coliformes</b>	n/100ml	Non	0	0	par filtration sur membrane	0	Oui
<b>Bactéries</b>	n/100ml	Non	0	0	par filtration sur membrane	0	Oui
<b>Sulfitoréductrices (spores)</b>							
<b>chlorophylle a (avec abondance de cyanobactérie)</b>	µg/l	Non	0	1	Dénombrement	pas fait	Oui
<b>Entérocoque (Streptocoques)</b>	n/100ml	Non	0	0	par filtration sur membrane	0	Oui
<b>Escherichia coli</b>	n/100ml	Non	0	0	par filtration sur membrane	0	Oui
<b>Couleur</b>	mg/l planite	Oui	0	15	colometre au platine-cobalt	4	Oui
<b>saveur a 25°C</b>	taux de dilution	Oui	0	4	Détermination du seuil de flaveur (TFN)	6,43	Oui
<b>turbidité</b>	NTU	Oui	0	5	Néphlométrie a la formazine	1,2	Oui
<b>Alcalinité (TAC)</b>	mg/l en CaCO3	Oui	0	350	Titrimétrique	190	Oui
<b>bicarbonate</b>	mg/l	Oui	0	0	Titrimétrique	232	Oui
<b>calcium</b>	mg/l en Ca	Oui	0	200	Titrimétrique à l'EDTA	61	Oui
<b>chlorure</b>	mg/l	Oui	0	500	Titrimétrique	47	Oui

**A.3: Eau traitée RSR<sub>2</sub> Agouni Arous Beni Douala**

paramètre	Unité	Indicative	Minimum	Maximum	Méthode	Valeur mesure	Conforme
<b>Ammonium</b>	mg/l	Nom	0	0,5	Par spectrométrie d'absorption moléculaire du salicytate de sodium	0	oui
<b>Fer total</b>	mg/l	Oui	0	0,3	Par spectrophotomètre d'absorption moléculaire	0	oui
<b>Nitrates</b>	mg/l	Nom	0	50	Par spectrophotomètre d'absorption moléculaire	3,71	oui
<b>Nitrite</b>	mg/l	Nom	0	0,2	Par spectrophotomètre d'absorption moléculaire	0	oui
<b>Oxydabilité</b>	mg/l	Nom	0	5	détermination de l'oxydation au KMnO <sub>4</sub> à chaud en milieu acide	0	oui
<b>Phosphore</b>	mg/l	Oui	0	5	Par spectrophotomètre d'absorption moléculaire	0	oui
<b>Bactéries coliformes</b>	n/100ml	Non	0	0	Par filtration sur membrane	0	oui
<b>Bactéries Sulfitoréductrices (spores)</b>	n/100ml	Non	0	0	Par filtration sur membrane	0	oui
<b>Entérocoque (Streptocoques)</b>	n/100ml	Non	0	0	Par filtration sur membrane	0	oui
<b>Escherichia coli</b>	n/100ml	Non	0	0	Par filtration sur membrane	0	oui
<b>Couleur</b>	mg/l platine	Oui	0	15	colorimétrie au platine-cobalt	0	oui
<b>Turbidité</b>	NTU	Oui	0	5	Néphlométrique à la formazine	0,63	oui
<b>Alcalinité(TAC)</b>	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	Oui	65	350	Titrimétrique	208	oui
<b>Bicarbonate (HCO<sub>3</sub>-)</b>	mg/l	Oui	0	0	Titrimétrique	254	oui
<b>Calcium</b>	mg/l en Ca	Oui	0	200	Titrimétrique à l'EDTA	7	oui
<b>Chlorures</b>	mg/l	Oui	0	500	Titrimétrique	41	oui

<b>Concentration en ion hydrogène (pH)</b>	unité de pH	Oui	6,5	9	Potentiométrique	7,76	oui
<b>Conductivité à 20°C</b>	µS/cm	Oui	0	2800	détermination par méthode électrochimique à la sande	624	oui
<b>Dureté totale (TH)</b>	mg/l en CaCO3	Oui	0	500	Par complexométrie	274	oui
<b>magnésium</b>	mg/l	Non	0	50	Titrimétrique à l'EDTA	21	oui
<b>Potassium</b>	mg/l	Oui	0	12	Par spectrométrie d'émission de flamme	3	oui
<b>residu sec</b>	mg/l	Non	0	1500	Détermination des résidus secs, calciné et sulfaté	359	oui
<b>Sodium</b>	mg/l	oui	0	200	par spectrophotomètre à flamme	30	oui
<b>sulfates</b>	mg/l	oui	0	400	Par néphélométrie	58	oui
<b>Temperature</b>	°C	oui	0	24	mesure de la température	15	oui

## ADE-Unité 15-Tizi-Ouzou

Bulletin d'analyse-échantillon 152205828-analyses le 09/05/2022

### A.4 : Eau traitée station de Sidi Khelifa

parametre	Unité	Indicative	Minimum	Maximum	Méthode	Valeur mesure	Conforme
<b>Ammonium</b>	mg/l	Non	0	0,5	Par spectrométrie d'absorption moléculaire du salicylate de sodium	0	Oui
<b>Fer total</b>	mg/l	Oui	0	0,3	Par spectrophotomètre d'absorption moléculaire	0,03	Oui
<b>Nitrates</b>	mg/l	Non	0	50	Par spectrophotomètre d'absorption moléculaire	6,77	Oui
<b>Nitrite</b>	mg/l	Non	0	0,2	Par spectrophotomètre d'absorption moléculaire	0	Oui
<b>Oxydabilité</b>	mg/l O <sub>2</sub>	Non	0	5	détermination de l'oxydation au KMnO <sub>4</sub> à chaud en milieu acide	0,4	Oui
<b>Phosphore</b>	mg/l	Oui	0	5	Par spectrophotomètre d'absorption moléculaire	0	Oui
<b>Bactéries coliformes</b>	n/100ml	Non	0	0	Par filtration sur membrane	0	Oui
<b>Bactéries Sulfitoréductrices (spores)</b>	n/100ml	Non	0	0	Par filtration sur membrane	0	Oui
<b>Entérocoque (Streptocoques)</b>	n/100ml	Non	0	0	Par filtration sur membrane	0	Oui
<b>Escherichia coli</b>	n/100ml	Non	0	0	Par filtration sur membrane	0	Oui
<b>Couleur</b>	mg/l platine	Oui	0	15	colorimétrie au platine-cobalt	0	Oui
<b>Turbidité</b>	NTU	Oui	0	5	Néphlométrique à la formazine	0,14	Oui
<b>Alcalinité(TAC)</b>	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	Oui	65	350	Titrimétrique	234	Oui
<b>Bicarbonate (HCO<sub>3</sub>-)</b>	mg/l	Oui	0	0	Titrimétrique	285	Oui
<b>Calcium</b>	mg/l en Ca	Oui	0	200	Titrimétrique à l'EDTA	88	Oui
<b>Chlorures</b>	mg/l	Oui	0	500	Titrimétrique	51	Oui
<b>Concentration en ion hydrogène (pH)</b>	unite de pH	Oui	6,5	9	Potentiométrique	7,5	Oui
<b>Conductivité à 20°C</b>	µS/cm	Oui	0	2800	détermination par méthode électrochimique à la sando	697	Oui
<b>Dureté totale (TH)</b>	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	Oui	0	500	Par complexométrie	298	Oui
<b>magnésium</b>	mg/l	Non	0	50	Titrimétrique à l'EDTA	19	Oui
<b>Potassium</b>	mg/l	Oui	0	12	Par spectrométrie d'émission de flamme	2	Oui
<b>Sodium</b>	mg/l	Oui	0	200	par spectrophotomètre à flamme	35	Oui
<b>Temperature</b>	°C	Oui	0	25	mesure de la température	16,2	Oui

# Abréviation

## Abréviations

VF : viande de fois

BCPL : milieu de lecture Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromerésol

BEA: geloseBilie Esculine azoturie

TTC : solution triphenyltrazoliumchloride

EDTA: acide Ethylène Diamine tetraacétique

E. coli: Esherishia Coli

NH<sub>4</sub>: Ammonium

NH: Nitrite

NH: Nitrate

L: Litre

.Mg: Milligramme

g: Gramme

HSN: Acide calcocarboxilique

Ca<sup>2\*</sup>: Calcium

Na<sup>+</sup>: Sodium

K: potassium

Cl: chlorure

TAC: Titre alcalimétrique complet

TH: Titre hydrotimétrique

O<sub>2</sub>: Oxygène

m: mètre

UNT: unité de turbidité néphalométrique

# Références Bibliographiques

- Andiriamiradis, L. (2005). *mémento technique de l'eau*. Dégremonet.
- ASHBOLT, S. (2004). *microbial contamination of drinking water and disease outbreaks in developing regions*. *toxicol.*
- AYAD, W. (2016). Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines. *cas des puits de la région d'el Harrouch (wilaya de skikda)* , pp. 19-20.
- BORDET. (2007). *l'eau dans son environnement rural*. paris: Johannet.
- BOUZIANI. (2000). *l'eau et la pénurie au maladies* . Ibn Khaldoun .
- CARDOT.C. (1999). *les traitements de l'eau:procédés physico-chimiques et biologiques cours et problèmes résolus :génie de l'environnement*. Ed Ellipses.
- Celleric, J. L. (2002). *la dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau*. paris : ministère de l'agriculture et de la pêche .Direction de l'espace rural et de la forêt.
- Cordonnier, B. e. (1991). *traitement des eaux :épurations des eaux résiduaires de raffinage ...conditionnement des eaux de réfrigération* .
- DEGREMONT. (2005). *momento technique de l'eau tome I*. 10eme édition.
- DEROUANE, M. e. (2000). *état des nappes souterraines de Wallonie*.
- eaux, d. l. (2022). *point de situation sur le secteur de l'eau de la wilaya de tizi-ouzou* . Tizi-ouzou.
- Gaujour. (1995). *la pollution du milieu aquatique*.
- Gaujour, D. (1993). *la pollution du milieu aquatique*.
- GRASCLAUD. (1999). *L'eau Tome I :milieu naturel et maîtrise* . INRA .
- Joel, G. (2003). *la qualité de l'eau potable ,technique et responsabilités*. paris.
- Kemmer. (1984). *manuel de l'eau* . lavoisier ,paris : technique de documentation .
- LAGRADETTE, L. e. (2004). *l'eau potable et l'assainissement*. paris: Johannes.
- LECLERC, H. .. (1993). *microbiologie des eaux d'alimentation*. paris: Lavoisier.
- MAKHOUKH, M. (2011). *contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued moulouya*. maroc: 8eme édition.
- MARCEL. (1986). *l'économie française* . paris ,Masson.
- OMS. (2011). Organisation mondiale de la santé .
- OMS. (1994). *Directive de qualité des eaux de boisson . critère d'hygiène* . genève .

- RODIER, J. (1996). *l'analyse de l'eau : eau naturelles ,eau résiduaire , eau de mer.* paris: Dunod.
- RODIER, J. (2005). *l'analyse de l'eau :eau naturelles ,eau résiuaire,eau de mer.* paris: dunod.
- RODIER, J. (1996). *L'analyse de l'eau :eau naturel ,eau résiduaires ,eau de mer.* paris: Dunod.
- RONALD, V. (2003). *Eau,environment et santé publique introduction a l'hydrologie.* paris: Lavoisier.
- ROUX, J. C. (1989). *analyse biologique de l'eau .étude d synthèse .office national de l'eau.* BRGM.

## Résumé

L'eau est une ressource avec des propriétés remarquables et souvent désignée par « l'or bleu » ; elle est parfois menacée par les activités anthropiques qui causent la dégradation de sa qualité. L'objectif de notre travail est l'analyse comparative des paramètres physico-chimique et bactériologiques des eaux de consommation de quatre régions (Beni douala ; Sidi khelifa ; Draa el mizane ; souk el djemaa) dans la wilaya de Tizi Ouzou. Les résultats obtenus montrent que l'eau analysée dans les quatre régions étudiée sont de la bonne qualité ; sauf que les eaux de Draa el mizan sont remarquablement clarifiée comparativement aux autres échantillons ce qui provoque une détérioration des canaux de distribution au fils de temps ; les paramètres physico-chimique répondent aux normes algériennes de potabilité et aussi l'eau analysée ne présente aucune trace de paramètres de pollutions les plus menaçants notamment l'ammonium et les nitrates ; les tests bactériologiques ont marqué l'absence totale des coliformes et des sulfitoréductrices et les entrechoque et Escherichia coli ; de ce fait , nous pouvons conclure que cette eau est potable et propres à la consommations humaine et elles est d'une excellente qualité .

## Abstract :

Water is a resource with remarkable properties and is often referred to as "blue gold". It is sometimes threatened by anthropogenic activities that cause the degradation of its quality. The objective of our work is to comparative analysis of the physic-chemical and bacteriological parameters of drinking water of four region (Souk el djmaa , Beni douala , Sidi khelifa , Draa el mizan ) of Tizi-Ouzou , and compared theme withe algerian standard of potability. The results obtained for the waters analyzed are of good quality; the physicochemical parameters analyzed meet the algerian standards of potability in force. As for the most threatening pollution parameters, notably ammonium and nitrates, the water analyzed shows no trace of the latter. The bacteriological tests have marked the total absence of thermo-tolerant coliforms and streptococci, except for fecal coliforms. Therefore, we can conclude that this water is potable and clean for human consumption and it is of excellent quality