

# الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun –Tiaret-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Nutrition et Technologie Agro-Alimentaire



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Filière : "Sciences Agronomiques"

Spécialité : "Sciences du sol"

Présenté par :

- MEDJAHED Ghania

- MECHTI Souheyla

## Thème

**Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de source de Sebain – Wilaya de Tiaret.**

Soutenu publiquement le : 30/06/2024

Jury :	Grade
Président : Mr. METTAI Kamel	MAA
Encadrant : Mr. BENAHMED Mohamed	MCA
Co-encadrant : /	
Examinatrice 1 : Mme. OMAR Yamina	Pr
Examineur 2 : /	
Invité : /	

Année universitaire : 2023 – 2024

# Remerciements

*Nous remercions Allah tout puissant de nous avoir donné la volonté  
et courage de mener à bien ce travail*

*Nous tenons à remercier vivement notre promoteur Monsieur M. BenAhmed  
d'avoir accepté de diriger ce travail et pour leur précise conseil et leur  
encouragement durant le déroulement de ce travail*

*Mr. METTAI Kamel qui nous a fait l'honneur  
de bien vouloir présider le jury.*

*Mme. OMAR Yamina qui nous a fait l'honneur  
de bien vouloir examiner ce travail.*

*Nous remercions l'équipe du laboratoire de l'Algérienne Des Eaux (ADE)  
de la wilaya de Tiaret et surtout l'ingénieur Mr. Aissa chef de laboratoire central  
d'analyse de la qualité des eaux*

*En fin, nous remercions toute personne ayant contribué  
à l'élaboration de ce travail.*

# Dédicace

*A mon cher père Mechkor je réalise combien tu étais spécial avec moi pour affronter les défis, le jour est venu ou j'accomplirai ma parole promise, même si je le fais je souhaite just seulement qu'une blessure guérisse vraiment je t'aime Papa.*

*A mes deux plus belles mamans l'une ma mère biologique " ma princesse Malika " et l'autre ma tante qui m'à élevé Khaira.*

*Aux plus grand supporter de ma carrière Nouari Hamouda, mon soutien tu ne m'as pas donné un coup de main pour me porter, mais tu m'as plutôt porté complètemet*

*A mes très chers frères, mes soeurs et mes tantes*

*A mes fidèles amiees Amira, Amel.*

# Ghania

## *Dédicace*

*Je dédie ce succès à mon très cher père, peu importe ce que je dis ou fais,  
je ne peux pas vous récompenser pour votre combat dans ma carrière  
universitaire vous avez toute ma gratitude que dieu vous protège  
et vous accorde une longue vie.*

*Je dédie aussi ce travail à mon frère Karim et à mes frères Mussa  
et à Sujoud, Lubna, Toufik,*

## *Souheyla*

# **SOMMAIRE**

## SOMMAIRE

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction Générale.....	01
<b>Première Partie : Etude Bibliographique</b>	
<b>Chapitre I : Généralités sur l'eau</b>	
I.1. Définitions.....	02
I.2. Cycle de l'eau.....	02
I.3. Structure chimique de la molécule de l'eau.....	03
I.4. Les trois états physiques de l'eau.....	03
I.4.1. Etat solide.....	03
I.4.2. Etat liquide.....	04
I.4.3. Etat gazeux.....	04
I.5. Les eaux dans la nature.....	04
I.5.1. Les eaux stagnantes.....	04
I.5.1.1. Les eaux lacs.....	04
I.5.2. Les eaux courantes.....	05
I.5.3. Les eaux souterraines.....	05
I.6. Les paramètres physico-chimiques de l'eau.....	07
I.6.1. Température.....	07
I.6.2. Potentiel d'hydrogène (pH).....	07
I.6.3. Turbidité.....	07
I.6.4. Conductivité électrique (CE).....	07
I.6.5. Minéralisation.....	07
I.6.6. Résidu sec.....	08
I.6.7. Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH).....	08
I.6.8. Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ).....	08
I.6.9. Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ).....	08
I.6.10. Alcalinité TA et TAC.....	08
I.6.11. Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ).....	09
I.6.12. Chlorures ( $\text{Cl}^-$ ).....	09
I.6.13. Matières en suspension (MES).....	09
I.7. Paramètres bactériologiques.....	09
I.7.1. Coliformes totaux.....	09
I.7.2. Coliformes fécaux.....	10

I.7.3. Streptocoques fécaux.....	10
I.8. Les nappes d'eau.....	10
I.8.1. Définitions.....	10
I.8.2. Les différents types de nappes.....	10
I.8.2.1. Nappe libre.....	11
I.8.2.2. Nappe captive.....	11
I.9. Eaux de source.....	11
I.9.1. Définition.....	11
I.9.2. Les différents types de sources.....	11
I.9.2.1. Sources d'affleurement.....	11
I.9.2.2. Sources de déversement.....	12
I.9.2.3. Sources d'émergence.....	12

## Chapitre II : Qualité des eaux de sources

II.1. Pollution de l'eau.....	13
II.2. L'origine de pollution.....	13
II.2.1. La pollution naturelle.....	13
II.2.2. Pollution d'origine atmosphérique.....	13
II.2.3. Pollution d'origine agricole.....	13
II.2.4. Pollution d'origine domestique.....	14
II.2.5. Pollution urbaine.....	14
II.2.6. Pollution d'origine industrielle.....	14
II.3. Principaux polluants.....	14
II.3.1. Polluants physiques.....	14
II.3.2. Polluants chimiques.....	14
II.3.3. Polluants microbiologiques.....	15
II.4. Maladies à transmission hydrique.....	15
II.5. Paramètres de la qualité de l'eau potable.....	15
II.5.1. Les paramètres organoleptiques.....	15
II.5.1.1. La turbidité.....	15
II.5.1.2. Couleur.....	15
II.5.1.3. Odeur.....	16
II.5.1.4. Gout et saveur.....	16
II.5.2. Paramètres physico-chimiques.....	16
II.5.2.1. La température.....	16
II.5.2.2. La dureté ou titre hydrométrique (TH).....	16
II.5.2.3. Potentiel d'hydrogène pH.....	16
II.5.2.4. Acidité–Alcalinité (TA-TAC).....	16
II.5.2.5. La conductivité électrique.....	17

II.5.2.6. Le sodium : Na <sup>2+</sup> .....	17
II.5.2.7. Le potassium : K <sup>+</sup> .....	17
II.5.2.8. Le chlorure.....	18
II.5.2.9. Le fluor.....	18
II.5.2.10. Les sulfates de magnésium.....	18
II.5.3. Les paramètres indésirables.....	18
II.5.3.1. Les matières organiques.....	18
II.5.3.1.1. Permanganate.....	19
II.5.3.1.2. Le carbone organique total (COT).....	19
II.5.3.1.3. La demande chimique en oxygène (DCO).....	19
II.5.3.1.4. La demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	19
II.5.3.2.5. L'azote.....	19
II.5.3.2.6. Les nitrates.....	20
II.5.3.2.7. Les nitrites.....	20
II.5.4. Les caractéristiques microbiologiques.....	20
II.5.4.1. Définition des coliformes.....	20
II.5.4.2. Coliformes totaux.....	21
II.5.4.3. Germes totaux.....	21
II.5.4.4. Coliformes fécaux ou Coliformes thermo- tolérants.....	21
II.5.4.5. Streptocoques fécaux.....	21
II.5.4.6. Clostridium sulfito-réducteurs.....	22
II.5.4.7. Salmonelles.....	22
II.6. Notion de potabilité.....	22
II.7. Normes de qualités des eaux potables.....	23
II.7.1. Les normes de qualité microbiologique de l'eau potable.....	23
II.7.2. Les normes de qualité physicochimique de l'eau potable.....	24

## Deuxième Partie : Matériel & Méthodes

I. Objectif du travail.....	25
II. présentation de wilaya de Tiaret.....	25
II.1. Situation géographique.....	25
II.2. Synthèse climatique.....	26
II.2.1. Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен.....	26
II.2.2. Le quotient pluviométrique.....	27
II.3. Présentation de la Source de Sebain.....	27
II.3.1. Situation de la Source de Sebain.....	27
III. Echantillonnage.....	28
III.1. Techniques d'échantillonnage.....	28
III.2. Transport et conservation au laboratoire.....	29

<b>IV. Analyses physico-chimiques emicrobiologiques.....</b>	<b>29</b>
<b>IV. Analyses physico-chimiques.....</b>	<b>29</b>
<b>IV.1. Mesure de la température (T°C).....</b>	<b>29</b>
<b>IV.2. Conductivité électrique (CE).....</b>	<b>29</b>
<b>IV.3. Potentiel hydrogène (pH).....</b>	<b>30</b>
<b>IV.4. La Turbidité.....</b>	<b>30</b>
<b>IV.5. Le calcium (Ca<sup>+2</sup>).....</b>	<b>31</b>
<b>IV.6. Le magnésium (Mg<sup>+2</sup>).....</b>	<b>31</b>
<b>IV.7. Les chlorures (Cl<sup>-</sup>).....</b>	<b>32</b>
<b>IV.8. Bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>).....</b>	<b>32</b>
<b>IV.9. Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>).....</b>	<b>33</b>
<b>IV.10. Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).....</b>	<b>34</b>
<b>IV.11. L'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).....</b>	<b>34</b>
<b>IV.12. Les phosphates (PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>).....</b>	<b>34</b>
<b>IV.13. Les sulfates (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>).....</b>	<b>34</b>
<b>IV.14. Dosage des matières organiques (MO).....</b>	<b>35</b>
<b>V. Les analyses microbiologiques.....</b>	<b>36</b>
<b>V.1. Recherche des Streptocoques fécaux.....</b>	<b>36</b>
<b>V.2. Recherche des Coliformes totaux.....</b>	<b>36</b>
<b>V.3. Recherche des coliformes fécaux.....</b>	<b>36</b>
<b>V.4. Recherche des spores de clostridium sulfito–réductrices.....</b>	<b>37</b>

### Troisième Partie : Résultats & Discussion

<b>I. Résultats des analyses physico-chimiques.....</b>	<b>38</b>
<b>I.1. La température.....</b>	<b>39</b>
<b>I.2. Le pH.....</b>	<b>39</b>
<b>I.3. La conductivité électrique (CE).....</b>	<b>40</b>
<b>I.4. Turbidité.....</b>	<b>41</b>
<b>I.5. Titre d'alcalimétrique complet TAC.....</b>	<b>41</b>
<b>I.6. Les phosphates (PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>).....</b>	<b>42</b>
<b>I.7. La dureté (TH).....</b>	<b>43</b>
<b>I.8. Le calcium (Ca<sup>++</sup>).....</b>	<b>43</b>
<b>I.9. Le magnésium (Mg<sup>++</sup>).....</b>	<b>44</b>
<b>I.10. Le calcium (Na<sup>+</sup>).....</b>	<b>45</b>
<b>I.11. Le potassium (K<sup>+</sup>).....</b>	<b>45</b>
<b>I.12. Les chlorures (Cl<sup>-</sup>).....</b>	<b>46</b>
<b>I.13. Les bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>).....</b>	<b>46</b>
<b>I.14. Les sulfates (SO<sub>4</sub><sup>-3</sup>).....</b>	<b>47</b>
<b>I.15. Les nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).....</b>	<b>48</b>

<b>I.16. Les nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>).....</b>	<b>48</b>
<b>I.17. L'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).....</b>	<b>49</b>
<b>I.18. La matière organique.....</b>	<b>50</b>
<b>II. Résultats des analyses bactériologiques.....</b>	<b>50</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>52</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>53</b>
<b>Résumé</b>	

## LISTE DES FIGURES

Figure 01 : Cycle de l'eau.....	03
Figure 02 : Situation géographique de la wilaya de Tiaret.....	25
Figure 03 : Diagramme ombrothermique de la zone d'étude (1987-2015).....	26
Figure 04 : Emplacement de la station de Tiaret dans le climagramme D'Emberger, période (1971-2009).....	27
Figure 05 : Température de l'eau de source de Sebain.....	39
Figure 06 : pH de l'eau source de Sebain.....	40
Figure 07 : Conductivité électrique de l'eau de source de Sebain.....	40
Figure 08 : Turbidité de l'eau de source de Sebain.....	41
Figure 09 : Titre d'alcalimétrique complet (TAC) de l'eau de source de Sebain.....	42
Figure 10 : Teneur en phosphates dans l'eau de source de Sebain.....	42
Figure 11 : Dureté totale (TH) de l'eau source de Sebain.....	43
Figure 12 : Teneur en calcium dans l'eau de source de Sebain.....	44
Figure 13 : Teneur en magnésium dans l'eau de source de Sebain.....	44
Figure 14 : Teneur en sodium dans l'eau de source de Sebain.....	45
Figure 15 : Teneur en potassium dans l'eau de source de Sebain.....	45
Figure 16 : Teneur en chlore dans l'eau de source de Sebain.....	46
Figure 17 : Teneur en bicarbonates dans l'eau de source de Sebain.....	47
Figure 18 : Teneur en sulfates dans l'eau de source de Sebain.....	47
Figure 19 : Teneur en nitrates dans l'eau de source de Sebain.....	48
Figure 20 : Teneur en nitrites dans l'eau de source de Sebain.....	49
Figure 21 : Teneur en ammonium dans l'eau de source de Sebain.....	49
Figure 22 : Teneur en matière organique dans l'eau de source de Sebain.....	50

## **LISTE DES TABLEAUX**

<b>Tableau 01 : Les normes des paramètres microbiologique.....</b>	<b>23</b>
<b>Tableau 02 : Les normes des paramètres physico-chimiques.....</b>	<b>24</b>
<b>Tableau 03 : Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau étudiée.....</b>	<b>38</b>
<b>Tableau 04 : Classification de l'eau selon la dureté totale.....</b>	<b>43</b>
<b>Tableau 05 : Résultats des analyses bactériologiques.....</b>	<b>51</b>

## LISTE DES ABREVIATIONS

**%** : pourcentage.

**°C** : degré Celsius.

**°F** : Degrés Français

**μS/cm** : Micro siemens par centimètre

**ADE** : Algérienne des eaux.

**ASR** : Anaérobies Sulfuro-réducteurs

**BEA** : Gélose à la Bile, à l'Eusculine et à l'Azide de Sodium

**CE** : Conductivité électrique

**Cl** : Chlorure

**cm** : Centimètre

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

**H** : Heure.

**Km** : Kilomètre.

**méq/l** : Milliéquivalent

**mg** : Milligramme

**mg/l** : Milligramme par litre

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

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

**NTU** : Nephelometric Turbidity Unit

**OMS** : Organisation Mondial de la Santé

**pH** : Potentiel d'hydrogène

**SB** : Slanetz et Bartley

**SF** : Streptocoques Fécaux

**SO<sub>4</sub>** : Sulfate

**TA** : Titre Alcalimétrique

**TAC** : Titre Alcalimétrique Complet

**TDS** : Taux des Sels Dissous.

**TGEA** : Tryptone Glucose Extract Agar

**TH** : Titre Hydrotimétrique

**VF** : Viande Foie.

# **Introduction Générale**

## **INTRODUCION GENERALE**

L'eau constitue à la fois un élément essentiel et un facteur stratégique à l'aménagement du territoire ; sa disponibilité conditionne de manière déterminante la répartition des populations, de l'urbanisation et des activités économiques.

La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés, l'utilisation intensive des engrais chimiques dans l'agriculture ainsi que l'exploitation désordonnée des ressources en eau. L'Algérie, pays à climat essentiellement semi-aride à aride dans la majeure partie de son territoire, est confronté au problème du développement et de la gestion durable de ses ressources en eau.

L'eau de source étant une eau issue des nappes phréatiques souterraines, elle n'est pas polluée et ne contient pas ou très peu de nitrates contrairement aux eaux provenant des nappes de surface. L'eau de source est donc une eau pure et naturelle dont la composition s'avère bénéfique pour la santé.

L'eau peut aussi être source de maladies du fait de sa contamination par les activités humaines comme la défécation en plein air, un traitement incorrect des eaux usées, les décharges sauvages, de mauvaises pratiques agricoles, et les déversements de produits chimiques dans les sites industriels (OMS., 2003).

L'évaluation des ressources en eau potable a mis en évidence une situation tendue en matière de ressources en eau. Notre travail est une contribution à l'évaluation la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de source de Sebain située dans la région du Tiaret et qui constituent un moyen d'approvisionnement des populations riveraines.

Ce mémoire est divisé en trois parties. La première partie c'est une recherche bibliographique sur l'eau d'une façon générale et les diverses pollutions qui affectent l'eau. La deuxième partie est consacrée aux matériel et méthodes tandis que la troisième partie présente les résultats et la discussion, enfin une conclusion générale.

**Première Partie**  
**Synthèse Bibliographique**

# **Chapitre I**

## **Généralités sur l'eau**

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

### **I.1. Définitions**

L'eau, en latin "aqua", est une substance liquide transparente, sans saveur ni odeur ni couleur. Elle est également appelée solvant universel, car elle peut dissoudre plusieurs corps. L'eau est un élément important dans la vie (Degrement., 1978).

L'eau est la substance la plus répandue à la surface de la terre dont elle couvre plus des deux tiers. L'eau se trouve souvent en quantité abondante et sculpte fréquemment même les terres dites sèches. Elle est toujours présente dans l'atmosphère sous forme de vapeur, même dans les climats les plus secs. L'eau est l'essence même de la vie, l'élément constitutif principal des plantes et des animaux. Malgré cela, l'eau demeure en quelque sorte une énigme, une substance dont les propriétés uniques restent en partie sans explication (Pauling., 1960).

L'eau est l'élément essentiel à la vie, il représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants, la molécule d'eau est l'association d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène sous le symbole H<sub>2</sub>O. L'eau en tant que liquide est considérée comme un solvant universel, il se congèle à 0 °C, il peut devenir vapeur à 100°C qui est sa température d'ébullition, mais ces principales caractéristiques sont qu'il est inodore, incolore et sans goût (Gerard., 1999).

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

L'eau est partout présente autour de nous et constitue un des éléments fondamentaux de notre planète. Toute cette eau se transforme et circule en permanence dans l'atmosphère, la surface et dans le sous-sol de notre terre : c'est le cycle de l'eau.

L'hydrosphère chauffée par l'énergie solaire, s'évapore et conduit à la présence d'eau dans l'atmosphère. Cette eau, à la suite d'un refroidissement de l'air, se condense en gouttes ou cristaux de glace et se trouve précipitée sous forme de pluie, neige ou grêle sur lithosphère à la surface de laquelle approximativement ¼ pénètre, ¼ ruisselle, quant au ¼ restants, il s'évapore à son tour (Vilagines., 2003).

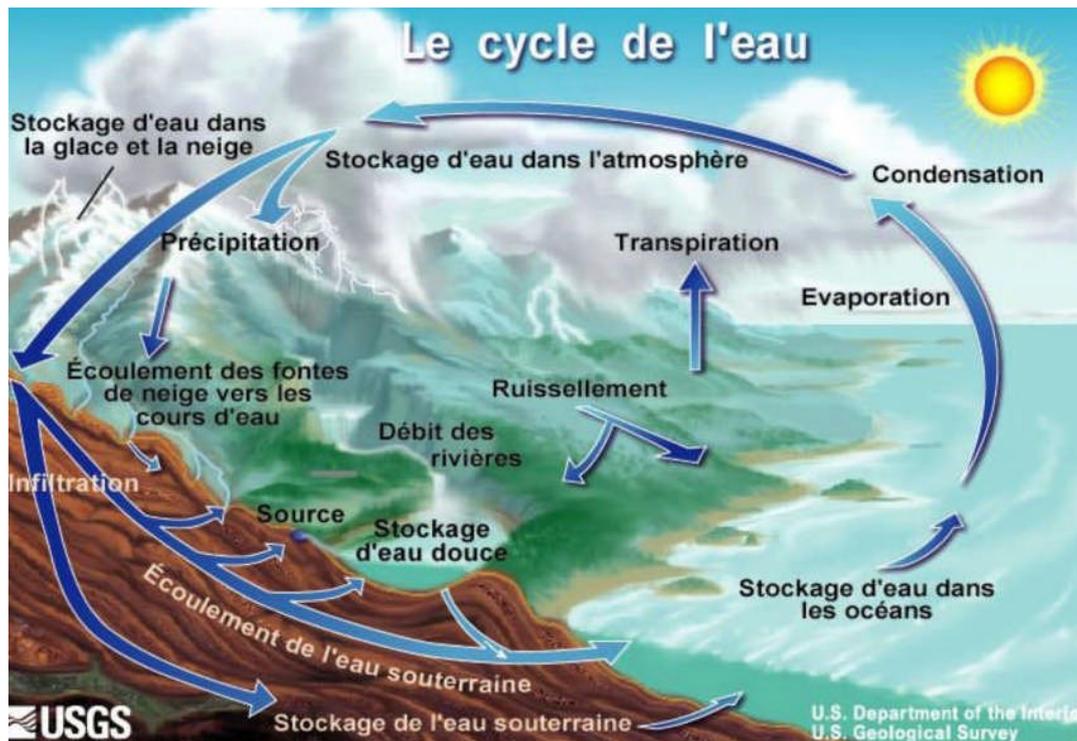


Figure 01 : Cycle de l'eau (Sigg et al, 2000).

### I.3. Structure chimique de la molécule de l'eau

La molécule d'eau a une structure coudée ou un atome d'oxygène possède six électrons périphériques sont liés par deux liaisons covalentes à deux atomes d'hydrogène possèdent chacun d'eux un électron périphérique (Mireille., 1996).

Les propriétés spécifiques de l'eau, en particulier l'anomalie concernant la densité et les propriétés thermique, s'expliquent avant tout par la facilité avec laquelle cette molécule forme des liaisons hydrogènes. Par des liaisons hydrogènes entre des molécules d'eau,  $H_2O$ , on entend l'effet de contact des deux paires d'électrons présentes sur l'atome d'oxygène avec les atomes d'hydrogène d'autres molécules d'eau par l'intermédiaire de deux atomes d'hydrogène et de ces deux paires d'électrons, une molécule d'eau peut participer au total à quatre liaisons hydrogènes (arrangement tétraédrique) (Bliefert C et Perraud R, 2004).

### I.4. Les trois états physiques de l'eau.

D'après Mireille (1996), selon les conditions de température, de pression et de milieu environnant, l'eau peut exister sous trois états : l'état solide, l'état liquide, l'état gazeux.

#### I.4.1. Etat solide

C'est un état caractérisé par une forme définie. La glace, la neige et le givre sont les différents états de l'eau à basses températures. L'eau est solide quand la température est

inférieure à 0 °C sous la pression atmosphérique, celle-ci est appelée état de glace qui possède une structure cristalline régulière (Mireille., 1996).

#### **I.4.2. Etat liquide**

Chaque molécule d'eau (H<sub>2</sub>O) est entourée de molécules établissant un grand nombre de liaisons d'hydrogène entre elles, chaque oxygène devrait avoir autour de lui deux atomes d'hydrogène proches reliés par covalence, et deux hydrogènes lointains reliés par pont d'hydrogène. Chaque molécule d'eau est toujours entourée de quatre molécules voisines d'eau, ordonnées suivant une géométrie tétraédrique (Zella et Smadhi., 2006).

#### **I.4.3. Etat gazeux**

L'état gazeux (vapeur) de l'eau et celui qui permet d'isoler la molécule d'eau, au centre de la molécule se trouve le noyau de l'atome d'oxygène. Les deux noyaux des atomes d'hydrogène se trouvent sur deux axes forment entre eux un angle de 105° à une distance du noyau d'oxygène de 0,062 nm, Il est obtenu à partir de 100 °C à la pression atmosphérique, l'état gazeux est caractérisé par une absence de forme (Mireille., 1996).

### **I.5. Les eaux dans la nature**

#### **I.5.1. Les eaux stagnantes**

Ce sont celles qui résultent de l'accumulation de l'eau dans une dépression naturelle ou artificielle (Etang, mares, lacs, barrages). Le milieu stagnant constitue un piège à sédiment, et qui représente un milieu favorable à la vie microbienne.

Les eaux stagnantes ou eaux dormantes sont, en écologie et hydrologie, des étendues d'eau douce où l'eau ne circule pas ou très peu.

Les eaux stagnantes correspondent aux mares, aux étangs et aux retenues réalisées sur les rivières.

##### **I.5.1.1. Les eaux lacs**

Les eaux lacs se forment lorsque les eaux qui coulent le long des pentes, cours d'eau ou eaux de ruissellement, rencontrent un obstacle, une contre-pente, qui les empêche de poursuivre leur course. Les eaux envahissent alors la dépression ainsi créée formant des étendues d'eaux parfois immenses, à tel point que certains grands lacs sont appelés des mers comme la mer Caspienne avec ses 371000 kilomètres carrés de superficie. Ces dépressions sont dues le plus souvent aux creusements des sols réalisés par d'anciens

glaciers. C'est le cas du lac supérieur, du lac Léman et des millions de lacs de toutes tailles du Canada, de la Scandinavie et de Russie. D'autres résultent de barrages naturels souvent dus à des dépôts glacières, laissés il y a 10 000 ans (les lacs de Nantua et d'Annecy par exemple), mais aussi parfois à des éboulements, à des coulées de laves de volcans ou même à des volcans (le lac Chambon).

Des lacs, il existe donc partout dans le monde, et à toutes les altitudes, même s'ils sont particulièrement nombreux dans les régions subpolaires et de montagne CNRS (2015).

### **I.5.2. Les eaux courantes**

D'après Balvay et *al.*, (1999), ces eaux se caractérisent par un gradient amont-aval, d'où la vitesse du courant d'eau augmente avec la pente du terrain et diminue avec la rugosité du fond. C'est une eau qui transporte des éléments dissous et de matériaux solides dont la taille décroît de l'amont vers l'aval.

### **I.5.3. Les eaux souterraines**

Les eaux souterraines représentent un autre aspect du milieu aquatique ; ce sont les nappes souterraines, exploitées essentiellement comme eau potable, industrielles ou pour l'irrigation (Balvay et *al.*, (1999).

En effet, en fonction de la géologie des terrains, on va trouver des zones constituées de particules laissant un espace libre entre elles et permettant un certain stockage d'eau. On définit ainsi un coefficient d'emménagement qui permet de juger de la quantité d'eau qui peut être stockée dans le sous-sol.

Cette eau sera éventuellement utilisable grâce à des puits ou des forages, mais pas en totalité car en raison des forces de tension capillaire, il restera toujours dans le sous-sol une eau dite de rétention.

L'eau souterraine, qui est généralement de meilleure qualité que celle de surface peut être vulnérable à la contamination, et des précautions doivent être prises pour assurer un approvisionnement en eau de bonne qualité. Malgré qu'elle puisse avoir une apparence claire et n'avoir aucune odeur ou saveur particulière, l'eau captée peut contenir des éléments pouvant avoir des effets indésirables sur la santé, comme des microorganismes pathogènes, des substances indésirables ou même des substances toxiques. Les analyses effectuées sur les eaux souterraines qui alimentent le secteur urbain et la totalité des zones rurales doivent être

menues d'une façon régulière pour prévenir tout risque éventuel des intoxications sur la santé. Dans le contexte actuel de la politique de gestion durable des ressources en eau, la prédiction du risque de pollution et la protection de ces ressources sont d'une importance capitale. Pour cela, la sauvegarde, à moyen et à long terme, de la qualité de ces ressources s'impose (Amharref et Bernoussi., 2007).

Les eaux souterraines représentent généralement une excellente source d'approvisionnement en eau potable. Le filtre naturel constitué par les matériaux géologiques produit le plus souvent une eau de grande qualité, avec notamment de très faibles teneurs en microorganisme set autres substances en suspension. Il en résulte que l'exploitation des eaux souterraines présente des avantages économiques appréciables, du fait qu'elles ne nécessitent que peu de traitement (parfois même aucun traitement) avant leur distribution dans un réseau d'eau potable. Le maintien de cet avantage relatif requiert cependant que des mesures soient prises pour préserver de façon durable la qualité de la source d'approvisionnement. Il s'agit de périmètre de protection. C'est un moyen qui permet la préservation des ouvrages de captage notamment des trois principales sources potentielles de contamination qui est :

- la composition des formations aquifères.
- les eaux de surface.
- les activités anthropiques.

## **I.6. Les paramètres physico-chimiques de l'eau**

### **I.6.1. Température**

Il est important de connaître avec précision la température de l'eau. En effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels dissous et dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et les mélanges éventuels, etc. D'une façon générale : la température des eaux est influencée par l'origine dont elles proviennent (Ghazali et *al.*, 2013).

Une température élevée favorise la croissance des micro-organismes et peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur de l'eau (OMS., 1994).

### **I.6.2. Potentiel d'hydrogène (pH)**

Le pH d'une eau est une indication de sa tendance à être acide ou alcaline, il est fonction de l'activité des ions hydrogènes  $H^+$  présents dans cette eau. Dans les eaux naturelles, cette activité est due à des différentes causes en particulier l'ionisation de l'acide carbonique et de ses sels (Rodier et *al.*, 2009). Les valeurs limites du pH sont comprises entre 6,5 et 9 (J.O.R.A., 2011).

Au-dessous de ce seuil l'eau est dite « agressive » et peut avoir un effet corrosif sur les canalisations mener à la dissolution de certains métaux toxiques tels que le plomb des conduites (Bouziani., 2000).

### **I.6.3. Turbidité**

La turbidité est représentative de la transparence d'une eau. Cette transparence peut être affectée par la présence de particules fines en suspension qui rendent l'eau « trouble » à l'exemple des limons, des argiles, des micro-organismes (Rodier et *al.*, 2009).

Cependant une forte turbidité peut permettre aux micro-organismes de se fixer sur les particules en suspension, de ce fait la qualité bactériologique d'une eau turbide est donc suspecte (Ghazali et Zaid., 2013).

### **I.6.4. Conductivité électrique (CE)**

La conductivité représente l'un des moyens de valider les analyses physico-chimiques de l'eau, en effet des contrastes de conductivité mesurés sur un milieu permettent de mettre en évidence des pollutions, des zones de mélange ou d'infiltration. La conductivité est également fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente.

Elle sert aussi d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau et est donc corrélable à la minéralisation de celle-ci. La conductivité s'exprime en micro siemens par centimètre ( $\mu S/cm$ ) (Ghazali et Zaid A., 2013).

### **I.6.5. Minéralisation**

La minéralisation globale correspond à la concentration en sels minéraux dissous. La minéralisation de l'eau est en fonction de la géologie des terrains traversés. D'une façon générale, elle est plus élevée dans les eaux souterraines. Les eaux très minéralisées, du fait de leur teneur en sels dissous, semblent bien contribuer à l'homéostasie de l'homme et surtout de l'enfant (Sari., 2014).

### I.6.6. Résidu sec

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes d'une eau. Le résidu sec déterminé à 180 °C est celui qui se rapprocherait le plus de la somme des différents résultats d'analyses, il est pratiquement exempt d'eau de cristallisation (Rodier et *al.*, 2009).

### I.6.7. Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)

La dureté de l'eau a un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés. Elle correspond à la somme des concentrations en cations métalliques, excepté celles des métaux alcalins ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) et  $\text{H}^+$ . Elle est souvent due aux ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ . La présence de ces deux cations dans l'eau tend souvent à réduire la toxicité des métaux. Les eaux souterraines, généralement plus riche en acide carbonique et en oxygène dissous, ont une dureté moins élevée que ces dernières (Rodier et *al.*, 2009).

### I.6.8. Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )

Parmi les alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature, sa teneur varie essentiellement suivant la nature géologique des terrains traversés, il peut varier de 1 à 150 mg/L (Rodier J et *al.*, 2009). Les eaux riches en calcium sont dites eaux dures, elles se rencontrent dans les régions où le sol organique est épais et les formations calcaires sont présentes (Nechad et *al.*, 2014).

### I.6.9. Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )

C'est un élément dominant dans l'eau qui représente le 7<sup>ème</sup> élément le plus abondant à l'état naturel. Il constitue un élément significatif de la dureté. Sa teneur dépend du terrain traversé. Il dépasse rarement 15 mg/L dans les eaux naturelles. Par contre, dans les eaux minérales il peut largement dépasser cette valeur. Au même titre que le calcium, le magnésium est dosé par la méthode complexométrique. Le magnésium est un élément essentiel pour la photosynthèse des plantes (Belkhiri et *al.*, 2011).

### I.6.10. Alcalinité TA et TAC

L'alcalinité ou le titre alcalimétrique complet (TAC) d'une eau correspond à sa capacité à réagir avec les ions d'hydrogène ( $\text{H}^+$ ). Ces ions sont dus à la présence des ions d'hydrogencarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonates ( $\text{CO}_3^-$ ) et Hydroxydes ( $\text{OH}^-$ ). Par contre, l'alcalinité entraînée que par les ions  $\text{OH}^-$  et la moitié des ions  $\text{CO}_3^-$  présents dans l'échantillon

est appelé le titre alcalimétrique simple (TA). Ce dernier est nul pour un pH d'une eau inférieure à 8,3 (Rejsek., 2002).

#### **I.6.11. Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ )**

Les origines naturelles des sulfates sont l'eau de pluie et la mise en solution de roches sédimentaires évaporitiques, notamment le gypse ( $\text{CaSO}_4$ ), mais également de la pyrite ( $\text{FeS}_2$ ) et plus rarement de roches magmatiques (galène, blende) (Delmas R et *al.*, 2010).

Les origines anthropiques sont la combustion de charbon et de pétrole qui entraîne une production importante de sulfures (qu'on retrouve dans les pluies), et l'utilisation d'engrais chimique et de lessive (Ghazali et Zaid., 2013).

#### **I.6.12. Chlorures ( $\text{Cl}^-$ )**

L'eau contient presque toujours des chlorures, mais en proportion très variable. Ainsi, les eaux provenant de régions granitiques sont pauvres en chlorures, alors que les eaux des régions sédimentaires en contiennent davantage. D'ailleurs la teneur en chlorure augmente généralement avec le degré de minéralisation d'une eau (Rodier J et *al.*, 2009).

Les chlorures peuvent être localement impliqués dans les pluies acides et les phénomènes d'acidification des eaux souterraines (Bouziane et Labadi, 2009).

#### **I.6.13. Matières en suspension (MES)**

Les matières en suspension entraînent une augmentation des frais liés aux traitements de l'eau dans les réseaux de distribution d'eau potable et accentuent les risques que les conduites soient endommagées (Gangbazo et Coll., 2002).

Les matières en suspension dans l'eau servent de véhicule pour le transport des nutriments, comme le phosphore et d'autres polluants tels que les pesticides et les métaux lourds (Gangbazo et Coll., 2002).

### **I.7. Paramètres bactériologiques**

#### **I.7.1. Coliformes totaux**

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau car ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale (Verhille S., 2013).

Ils sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme  $\beta$ -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35 °C

afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé approprié (Benajiba et *al.*, 2013).

Les principaux genres inclus dans le groupe sont : Citrobacter, Enterobacter, Escherichia, Klebsiella et Serratia. La presque totalité des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé, à l'exception de certaines souches d'*Escherichia coli* (*E. coli*) ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes (Rapport scientifique sur l'eau santé public., 2003).

### **I.7.2. Coliformes fécaux**

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermo-tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44,5 °C en 48 heures (Lebres et *al.*, 2002).

Il est mentionner qu'*Escherichia coli* est l'espèce le plus spécifique de ce groupe bactérien car en plus de ces caractéristiques, elle produise de l'indole à partir de tryptophane (Ghaderpour et *al.*, 2015).

### **I.7.3. Streptocoques fécaux**

Les streptocoques fécaux sont des cocci à Gram positif, en chainettes, catalase négative, anaérobies et fermentent le glucose (Grosjean et *al.*, 2009). Ils Possèdent l'antigène du groupe D définie par Lancefield, parmi les espèces on retrouve : *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus durans*, *Streptococcus bovis* et *Streptococcus equinus*. Dans les eaux ils sont témoins de contamination fécale car ils ont tous un habitat fécal (Brousseau et *al.*, 2009).

## **I.8. Les nappes d'eau**

### **I.8.1. Définitions**

Les nappes sont contenues dans des terrains réservoirs appelés aquifères. La porosité et la structure du terrain déterminent le type de nappe et le mode de circulation souterrain (Vilagines., 2010).

### **I.8.2. Les différents types de nappes**

Une formation géologique, qu'elle soit composée de roches ou de dépôts non consolidés, est qualifiée d'aquifère si elle contient en quantité significative de l'eau facilement

disponible. des formations moins perméables, capables seulement de transmettre l'eau avec une vitesse très faible (Cosandey et Robinson., 2012).

### **I.8.2.1. Nappe libre**

Une nappe libre se définit donc comme une nappe dont le niveau piézométrique s'établit uniquement en fonction de la perméabilité du terrain à travers lequel pénètre l'eau d'infiltration. Ce type de nappe libre dont la surface piézométrique est peu profonde s'appelle nappe phréatique (Vilagines., 2010).

### **I.8.2.2. Nappe captive**

Les nappes captives peuvent se définir comme « des nappes recouvertes par une couche de terrain imperméable ou peu perméable ».

Dans les nappes captives, la surface piézométrique peut être située au-dessus de la surface du sol. Lorsque le niveau piézométrique de la nappe surplombe le sol, la nappe est dite artésienne. (Vilagines., 2010).

## **I.9. Eaux de source**

### **I.9.1. Définition**

Les sources représentent l'émergence des eaux souterraines, elles sont plus fréquemment rencontrées dans les régions montagneuses. On distingue trois types de sources (Bouziani., 2000).

### **I.9.2. Les différents types de sources**

Une source est l'apparition, à la surface du sol, de l'eau d'une nappe aquifère souterraine suivant la disposition des couches perméable et imperméable, la source a des propriétés plus ou moins favorables pour une alimentation salubre et régulière. Les principaux types de sources sont les suivants (Bonnin., 1982) :

#### **I.9.2.1. Sources d'affleurement**

Lorsque la couche imperméable inférieure d'une nappe aquifère affleure le sol d'une vallée ou d'un vallon, généralement en présence d'alluvions, l'eau de cette nappe apparaît à la surface sous forme d'un chapelet de sources, des deux côtés du vallon, pratiquement à la même hauteur. Ces sources sont plus abondantes du côté où la nappe est alimentée. Ces sources trissent rarement, et leur débit est souvent important. Ce sont les plus intéressantes à capter (Bonnin., 1982).

### **I.9.2.2. Sources de déversement**

Ce type de sources se rencontre dans les terrains fissurés en surface, calcaires et surtout granites (le réseau de fissures vient rencontrer la surface du sol, avec une pente qui permet d'y conduire l'eau). Généralement leur débit est faible, pratiquement constant et peuvent facilement tarir.

Aussi n'envisagera-t-on leur captage qu'en l'absence d'autres possibilités (Bonnin., 1982).

### **I.9.2.3. Sources d'émergence**

Elles sont alimentées par la couche inférieure de la nappe (ces sources sont plus susceptibles de tarissement) (Bouziani., 2000).

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

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

# **Chapitre II**

## **Qualité des eaux de sources**

**Chapitre II : Qualité des eaux de sources****II.1. Pollution de l'eau**

Selon (Ramade., 2000), la pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, à travers des effets directs ou indirects altérant les critères des radiations de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou à travers des ressources agricoles en eaux et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques.

**II.2. L'origine de pollution**

On appelle pollution de l'eau toute modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui a un effet nocif les êtres vivants la consommant. Quand les êtres humains consomment de l'eau polluée, il y a en général des conséquences sérieuses pour leur santé. La pollution de l'eau peut aussi rendre l'eau inutilisable pour l'usage désiré (Boucherit et Hakimi., 2016).

**II.2.1. La pollution naturelle**

D'après (Guiraud., 1998), divers phénomènes naturels sont aussi à l'origine de la pollution, par exemple : une éruption volcanique, un épanchement sous-marin d'hydrocarbure, le contact avec des filons géologiques (métaux, arsenic, une source thermominérale ....etc).

**II.2.2. Pollution d'origine atmosphérique**

Les substances étrangères qui provoquent la pollution atmosphérique sont les agents polluants qui, sous forme solide, liquide ou gazeuse, se concentrent en suspension dans l'atmosphère. Ils ne font pas partie de la composition habituelle de l'air ou s'y trouvent alors en quantité anormale (Emilian., 2004).

**Activités humaines**

Selon (Bebin., 1999), les activités humaines peuvent participer à la dégradation de la qualité de l'eau.

**II.2.3. Pollution d'origine agricole**

L'agriculture est une source non négligeable de pollution des eaux. Elle est due à l'utilisation massive des engrais chimiques, qui sont particulièrement riche en nitrates, chlorures, potassium et dont l'excès peut passer dans les eaux souterraines et les eaux de

surface. Il y a également l'utilisation des pesticides et insecticides pour la destruction des mauvaises herbes et des insectes (Dupont., 1981).

#### **II.2.4. Pollution d'origine domestique**

Les eaux usées domestiques issues de la cellule d'habitation familiale représentent un volume important, elle comprend les eaux ménagères et les eaux vannes ; qui sont incluses dans les eaux ménagères et deviennent le synonyme d'eau usée domestique (Bontoux., 1993).

#### **II.2.5. Pollution urbaine**

En milieu urbain les sources de pollution sont facilement identifiables, ce sont essentiellement les eaux pluviales, les résidus de traitement de la pollution domestique, ainsi que les résidus de traitement des ordures ménagères. Elle est caractérisée par :

- ✚ Une teneur importante de matières minérales en suspension (sables, gravier, poussières) ;
- ✚ La présence de nombreux débris solides ;
- ✚ Des fortes concentrations en toxiques et hydrocarbures provenant essentiellement du lessivage des parkings, résidus d'échappement des véhicules, résidus de corrosion des équipements métalliques (Benchabane., 2015).

#### **II.2.6. Pollution d'origine industrielle**

Selon (Ramade., 1999), les industries constituent une cause essentielle de la pollution des eaux. La pollution d'origine industrielle varie selon le type d'industrie, qui peut être agroalimentaire, de textile, de métaux et autres. Généralement, les eaux usées des industries sont des eaux d'échanges thermiques et des eaux des lavages (Bebin., 1999 in Grosclaude., 1999).

### **II.3. Principaux polluants**

#### **II.3.1. Polluants physiques**

La pollution physique représente les éléments solides entraînés par l'eau. Ils se subdivisent en plusieurs catégories selon leur nature et leur dimension : Les éléments grossiers, les sables, la matière en suspension (MES).

#### **II.3.2. Polluants chimiques**

La pollution chimique d'une eau est plus complexe et peut avoir plusieurs sources. On distingue selon la nature de la pollution chimique :

- ✚ Les éléments chimiques minéraux.
- ✚ Les éléments chimiques organiques.

### **II.3.3. Polluants microbiologiques**

L'eau peut contenir des micro-organismes pathogènes (des virus, des bactéries, des parasites). Ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de L'eau (Lounas., 2008).

### **II.4. Maladies à transmission hydrique**

Les maladies d'origine hydrique sont des infections, causées par la consommation d'eau contaminée par des matières fécales animales ou humaines qui contiennent des micro-organismes pathogène (bactéries, virus, ou protozoaires).

Ces infections se propagent rapidement dans les pays ne disposant pas de bonnes conditions d'hygiène et de système de traitement des eaux (Bazine., 2011).

Les principaux symptômes de toutes les maladies hydriques sont les suivants : diarrhées ou rarement constipations, crampes abdominales, fièvre et vomissements. Cette similitude de symptômes ne facilite pas l'établissement d'un diagnostic sûr, c'est pourquoi, pour aider le médecin dans cette tâche, on doit lui fournir le maximum d'indices (pays récemment visités, personnes rencontrées, aliments consommés, précautions prises et risques professionnels) (Sari, 2014).

### **II.5. Paramètres de la qualité de l'eau potable**

#### **II.5.1. Les paramètres organoleptiques**

##### **II.5.1.1. La turbidité**

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisées : argiles, limons, grains de silice, matière organiques, etc. (Rodier., 2005).

##### **II.5.1.2. Couleur**

La coloration d'une eau est dite 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 couleurs réelles et apparente sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (Rodier., 2005).

### II.5.1.3. Odeur

L'odeur peut être définie comme : L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. La qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances (Rodier., 2005).

### II.5.1.4. Gout et saveur

Le gout peut être défini comme : L'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilités chimiques communes perçues lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche ;

La saveur peut être définie comme : L'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation, par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs (Rodier., 2005).

## II.5.2. Paramètres physico-chimiques

### II.5.2.1. La température

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. (Brasilia., 2013).

### II.5.2.2. La dureté ou titre hydrométrique (TH)

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium (Rodier., 2005).

La dureté est encore appelée dureté calcique et magnésienne ou consommation de savon. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en  $\text{CaCO}_3$  (Rodier., 2009).

### II.5.2.3. Potentiel d'hydrogène pH

Le terme pH est la concentration d'ions hydrogène dans une solution. Dans l'eau. La valeur du pH allant de 0 à 14. En dessous de 7 l'eau est considérée comme acide et au-dessus de 7 comme alcaline. L'eau au pH de 7 est neutre (Brasilia., 2013).

### II.5.2.4. Acidité–Alcalinité (TA-TAC)

➤ Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et en carbonates alcalins caustiques.

➤ Le titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et hydrogénocarbonates (Rodier., 2005).

À l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes.

D'autres sels d'acides faibles peuvent aussi être dosés et interfèrent dans la mesure : acides humiques, phosphates, citrates, tartrates... La silice ionique peut aussi interférer notamment lorsque le pH est supérieur à 8,5.

On distingue comme pour la mesure de l'acidité, deux titres qui sont le titre alcalimétrique ou titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC) (Rodier., 2009).

#### **II.5.2.5. La conductivité électrique**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de  $1\text{cm}^2$  de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique (Rodier., 2005).

L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m).  $1\text{S/m} = 104\mu\text{S/cm} = 10^3 \text{mS/m}$ .

#### **II.5.2.6. Le sodium : $\text{Na}^{2+}$**

Selon (Antoine., 1999 cité par Benchenouf., 2013), bien que le problème ne soit pas parfaitement éclairci, il semble que la présence exagérée de sodium dans les eaux ne soit pas à négliger complètement sur le plan sanitaire. Il se pourrait en effet que le sodium affecte certaines populations (sujets souffrant de néphrites, d'hypertension), mais il semble aussi qu'il puisse affecter certains sujets normaux (augmentation de la tension sanguine chez les adolescents aux États-Unis avec une comportant 107mg/l de sodium).

Si l'eau potable contient généralement moins de 20 mg de sodium par litre, cette teneur peut être largement dépassée dans certains pays.

Il est possible de prouver une corrélation entre hypertension et présence de sodium dans l'eau à boire. Des concentrations supérieures à 200mg/l peuvent rendre l'eau imbuvable (Bouziani., 2000).

#### **II.5.2.7. Le potassium : $\text{K}^+$**

Selon (Kemmer., 1984 cité par Sari., 2013) 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.

### II.5.2.8. Le chlorure

En général, les chlorures sont présents dans eaux à l'état brut et transformés à des concentrations allant de petites traces jusqu'à plusieurs centaines de mg/l. Ils sont présents sous la forme de chlorures de sodium, de calcium et de magnésium (Brasilia., 2013).

❖ Les ions chlorures (chlorure de sodium NaCl), qui sont mis en œuvre dans les milieux poreux très perméables et pour de courtes distances (Rodier., 2009).

❖ Les teneurs en chlorure des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés (Rodier., 2005).

❖ Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau à partir de 250 mg/l, surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (Rodier., 2005).

❖ L'OMS recommande pour la teneur en chlorures dans l'eau destinée à la consommation humaine une valeur guide de 250mg/l pour des considérations gustatives et des risques de corrosion (Rodier., 2005).

### II.5.2.9. Le fluor

Selon Bouziani (2000) ; une concentration trop importante provoque la fluorose dentaire et à dose plus élevée la fluorose des os (concentration des eaux brutes est normalement inférieur à 1.5g/l).

### II.5.2.10. Les sulfates de magnésium

Il a la propriété de rendre l'eau laxative. Cet effet se fait sentir si l'on a plus de 30mg/l de Mg et plus de 125mg/l de sulfates.

Des concentrations élevées peuvent avoir un effet purgatif ou entraîner une déshydratation et une irritation gastro-intestinale (les autorités sanitaires doivent être informées lorsque la teneur dépasse 500 mg/l) (Bouziani., 2000).

## II.5.3. Les paramètres indésirables

### II.5.3.1. Les matières organiques

Les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale. Élaborés sous l'influence des micro-organismes. Ces produits très complexes sont formés principalement par des substances humiques de masse moléculaire très variable, généralement teintées, à caractère acide et hydrophile. En quantités beaucoup moins importantes ; on rencontre des substances

dites non humiques constituées principalement par des protéines et acides aminés, polysaccharides, etc. (Rodier., 2005).

#### **II.5.3.1.1. Permanganate**

Le permanganate est un dérivé oxygéné du manganèse au degré d'oxydation +VII. Il est anionique et utilisé sous forme de sel de potassium de formule  $\text{KMnO}_4^-$  (Degremont., 2005).

#### **II.5.3.1.2. Le carbone organique total (COT)**

Les composés organiques se retrouvent principalement dans les eaux superficielles ; on peut aussi les rencontrer éventuellement dans les eaux de boisson. Leur origine est liée aux activités humaines industrielles et agricoles ainsi qu'aux activités naturelles (substances humiques) ; ces dernières sont susceptibles de varier très largement en fonction du débit du cours d'eau et de la saison (Rodier., 2005).

#### **II.5.3.1.3. La demande chimique en oxygène (DCO)**

La DCO est la teneur en oxygène consommée par les matières oxydables (réductrices) dans des conditions définies.

En fait, cette mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quelle que soit leur origine, organique ou minérale, biodégradable ou non (Ouali, 2008).

#### **II.5.3.1.4. La demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

La DBO est définie comme la concentration d'oxygène consommé pour réaliser la destruction des composés non azotés dans les conditions de l'essai ; incubation à 20 °C et à l'obscurité et pendant un temps donné.

Pour être complète, l'oxydation biologique nécessite un temps de 20 à 28 jours, on mesure dans ce cas la DBO Ultime ou DBO<sub>21</sub> ou DBO<sub>28</sub> ; cette période étant longue on a choisi par convention une mesure après 5 jours d'incubation appelée DBO<sub>5</sub> (Ouali., 2008).

#### **II.5.3.2.5. L'azote**

L'azote total comprend l'ensemble des formes azotées, aussi bien minérales qu'organiques.

➤ L'azote Kjeldahl correspond à celui qui se trouve sous la forme de composés azotés organiques et d'ammonium. Il ne comprend donc pas des composés oxydés de l'azote tels les nitrates et nitrites, ni certaines autres formes, oximes, hydrazine, hétérocycles.

L'expression « azote Kjeldahl » trouve son origine dans le nom de celui qui a mis au point la méthode universelle utilisée pour doser les fractions azotées concernées.

- Azote minéral : L'azote minéral est constitué par l'ammoniaque, les nitrites, les nitrates.
- Azote organique : L'azote organique est essentiellement formé par des protéines, des polypeptides, de l'urée, des acides aminés.
- Azote ammoniacal : L'azote ammoniacal représente l'azote sous la forme  $\text{NH}_4^+$  (Cheick., 2007).

#### **II.5.3.2.6. Les nitrates**

Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniaque, nitrites, etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique. Dans les eaux naturelles non polluées, le taux de nitrates est très variable suivant la saison et l'origine des eaux (Rodier., 2005).

#### **II.5.3.2.7. Les nitrites**

D'après (Castany., 1982 cité par Benchenouf., 2013) quel que soit l'âge de l'individu, ils bloquent les échanges respiratoires au niveau du sang.

A forte concentration ils provoquent la maladie bleue du nourrisson. Provoquant des troubles graves chez les jeunes vertébrés par dégradation l'hémoglobine du sang, et par la production de méthémoglobine toxique (méthémoglobinémie des nourrissons). Ils peuvent provoquer l'hypertension et sont les précurseurs de nitrosamine cancérigènes.

### **II.5.4. Les caractéristiques microbiologiques**

#### **II.5.4.1. Définition des coliformes**

Le terme de « coliformes » ne correspond pas à une définition microbiologique stricte. Sous ce terme est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des *Enterobacteriaceae* et qui partagent certaines caractéristiques biochimiques.

La définition suivante a été adoptée par l'Organisation internationale de standardisation (ISO). Le terme « coliforme » correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, Gram négatifs, oxydase négatifs, facultativement anaérobies, capables de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaires, et capables de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37 °C (Rodier., 2009).

#### II.5.4.2. Coliformes totaux

Bacilles gram-négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, oxydase-négatifs, capables de développer en présence de sels biliaires ou d'agents tensio-actifs qui fermentent le lactose en produisant de l'acide, du gaz et de l'aldéhyde à  $35,0 \pm 0,5$  °C pendant 24-48 heures, et qui peuvent présenter une activité enzyme  $\beta$  – galactosité. La majorité des bactéries coliformes appartiennent au genre *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* et *Enterobacter*, bien que plusieurs autres genres et espèces appartiennent également au groupe (Brasilia., 2013).

#### II.5.4.3. Germes totaux

Selon (Bourgeois., 1991 cité par Sari., 2013) Ce sont des germes qui se développent dans des conditions aérobies. Leur présence est indicatrice de pollution bactérienne. Leur dénombrement donne une information sur la qualité hygiénique de l'eau destinée à la consommation humaine.

#### II.5.4.4. Coliformes fécaux ou Coliformes thermo- tolérants

Le terme de « coliformes fécaux » ou de « coliformes thermo-tolérants » correspond à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés (caractéristiques des coliformes) après incubation à la température de 44 °C. Le groupe des coliformes fécaux comprend entre autres les espèces suivantes : *Citrobacter freundii*, *Citrobacter diversus*, *Citrobacter amalonaticus*, *Enterobacter aérogènes*, *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Moellerella wisconsensis*, *Salmonella*, *Yersinia enterocolitica* (Rodier, 2009).

Sous-groupe de bactéries coliformes qui fermentent le lactose à  $44,5 \pm 0,2$  °C sous 24 heures, dont le principal représentant est la bactérie *Escherichia*, d'origine exclusivement fécale (Brasilia., 2013).

#### II.5.4.5. Streptocoques fécaux

Les streptocoques sont gram positif, ils poussent en formant des chaînes ressemblant à de courts colliers de perles, et ont un métabolisme fermentatif (anaérobie), bien que la plupart d'entre eux soient tolérants vis-à-vis de l'oxygène et poussent facilement à l'air (Assous et *al.*, 1993).

Selon (Bourgeois et Mescle., 1996 cité par Sari., 2013), ils sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale. Ils sont des Gram positifs, groupes en chainettes, anaérobies facultatifs, catalase négatif et immobiles.

#### **II.5.4.6. Clostridium sulfito-réducteurs**

Les clostridium sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale (Rodier., 2005).

D'après (Armand., 1996 cité par Sari., 2013) clostridium sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale ancienne ou intermittente. Leur permanence marque la défaillance en un point donné du processus de filtration naturelle.

Ce sont des bacilles Gram positifs, anaérobies stricts, isolés ou en chainettes, mobiles, catalase positif, réduisent le sulfite de sodium en sulfure.

La forme sporulée des clostridium sulfito-réducteurs est beaucoup plus résistante que les formes végétatives (Bourgeois et Mescle., 1996).

#### **II.5.4.7. Salmonelles**

D'après (Bourgeois et Mescle., 1996 cité par Sari., 2013) Les salmonelles appartiennent à la famille des Entérobacteriaceae, bacille à Gram négatif, anaérobie facultatif, habituellement mobiles grâce à une ciliature pétriche, mais des mutants immobiles peuvent exister.

Les salmonelles sont en général considérées comme pathogènes bien que leur virulence et leur pathogénèse varient énormément : fièvres typhoïdes, salmonelloses systémiques, gastro-entérites, toxi-infections alimentaires (Rodier., 2009).

### **II.6. Notion de potabilité**

La notion de potabilité désigne les caractères que doit présent l'eau. Une eau potable n'est pas une eau pure, elle doit être fraîche et aussi pure que possible du point de vue chimique et bactériologique, autrement dit, c'est une eau susceptible d'être consommée sans qu'elle ne nuise à la santé de l'utilisateur ni, à court, à moyen ou à long terme (Vaillant., 1973).

D'après Bontoux (1993), l'eau de boisson ou eau potable peut être définie, comme une eau ne renfermant en quantités dangereuses, ni substances chimiques, ni germes nocifs pour la santé. En outre, elle doit être agréable à boire.

## II.7. Normes de qualités des eaux potables

L'accès à une eau de boisson saine est une condition indispensable à la santé, un droit humain élémentaire et une composante clé des politiques efficaces de protection sanitaire. L'usage de l'eau à des fins alimentaires ou d'hygiène nécessite une excellente qualité physico-chimique et microbiologique. L'eau distribuée par réseau constitue un des produits alimentaires les plus contrôlés. Ses analyses sont réalisées depuis son origine jusqu'au robinet. L'eau de distribution doit répondre aux exigences de qualité. Ainsi, elle ne doit contenir aucun micro-organisme, aucun parasite ni aucune substance constituant un danger potentiel pour la santé des personnes ; elle doit également être conforme vis-à-vis d'un ensemble de normes de potabilité (Kahoul et Touhami., 2014).

### II.7.1. Les normes de qualité microbiologique de l'eau potable

L'eau ne doit contenir ni microbe, ni bactérie pathologique, ni virus qui pourraient entraîner une contamination bactériologique et être la cause d'une épidémie (Rodier., 1996) Les dénombrements bactéries consistent à rechercher des germes aérobies, c'est-à-dire se développant en présence d'oxygène. Cette analyse est surtout significative pour l'étude de la protection des nappes phréatiques (Rodier., 1996).

La présence de coliformes fécaux ou de streptocoques fécaux indique une contamination de l'eau par des matières fécales. La présence d'autres coliformes, de staphylocoques laisse supposer une contamination fécale. Dans les deux cas, des mesures doivent être prise pour interdire la consommation de l'eau ou en assurant le traitement (Rodier., 1996).

**Tableau 01 : Les normes des paramètres microbiologique (OMS., 2000).**

Les germes	Expression de résultat	Normes
Coliformes totaux	Nombre / 100 ml	00
Coliformes fécaux	Nombre / 100 ml	00
Streptocoques fécaux	Nombre / 100 ml	00
Germes totaux	Nombre / 100 ml	00
Spores	Nombre /20 ml	00

### II.7.2. Les normes de qualité physicochimique de l'eau potable

Les normes de qualité de l'eau varient selon le type d'utilisation au quelle elle est destinée. (Alimentation, besoin agricole, besoins industriels). La potabilité d'une eau est liée aux valeurs des concentrations des constituants qu'elle contient concernant l'eau propre à la consommation.

**Tableau 02 : Les normes des paramètres physico-chimiques (OMS., 2000 et J.O.R.A., 2014).**

Substances	Les normes	
	OMS (2000)	J.O.R.A (2014)
<b>Calcium (Ca<sup>++</sup>)</b>	200 mg/l	200mg/l
<b>Magnésium (Mg<sup>++</sup>)</b>	150 mg/l	150mg/l
<b>Chlorure (Cl<sup>-</sup>)</b>	300mg/l	500mg/l
<b>Bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>	300mg/l	300 mg/l
<b>Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>)</b>	400 mg/l	400mg/l
<b>Sodium (Na<sup>+</sup>)</b>	200 mg/l	250 mg/l
<b>Potassium (Na<sup>+</sup>)</b>	12 mg/l	15 mg/l
<b>Nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)</b>	0.1mg/l	0.1 mg/l
<b>Nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>	50mg/l	50mg/l
<b>Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>	0.5mg/l	0.5 mg/l
<b>Les composés phosphorés</b>	0.5 mg/l	0.5 mg/l
<b>Matière organique (M.O)</b>	5 mg/l	3 mg/l
<b>Manganèse (Mn)</b>	0.05 à 0.5 mg/l	0.5 mg/l
<b>T°C</b>	< 25	< 25
<b>pH</b>	6.5 < pH < 8.5	6.5 < pH < 8.5
<b>CE (µS/cm)</b>	2000	< 2800
<b>Turbidité (NTU)</b>	< 5	< 5

# **Deuxième Partie**

## **Matériel & Méthodes**

## I. Objectif du travail

L'objectif de notre travail consiste à évaluer la qualité de l'eau de source de Sebain par des analyses physico-chimiques et bactériologiques et de déterminer le degré de potabilité de cette eau.

## II. présentation de wilaya de Tiaret

La wilaya de Tiaret est située à l'ouest de l'Algérie. Elle est limitée au nord par les wilayas de Tissemsilt et de Relizane, à l'est par la Wilaya de Djelfa, à l'ouest par les wilayas de Mascara et de Saïda et au sud par les wilayas de Laghouat et de Bayadh. Elle s'étend sur une superficie de 20086,62 km<sup>2</sup> et regroupe 42 communes et plus de 846823 habitants (selon les données du recensement général de la population et de l'habitat de 2008 de l'office national des statistiques).

La ville de Tiaret, le chef-lieu, est située comme suit :

- Latitude : 35°23' 17" Nord.
- Longitude : 1°19' 22".
- Altitude en : 1100m.

La wilaya de Tiaret présente trois grandes zones distinctes : une zone montagneuse de l'Atlas tellien au nord, les hauts plateaux au centre et au sud des espaces semi arides.

### II.1. Situation géographique



Figure 02 : Situation géographique de la wilaya de Tiaret (Oulbachir., 2010).

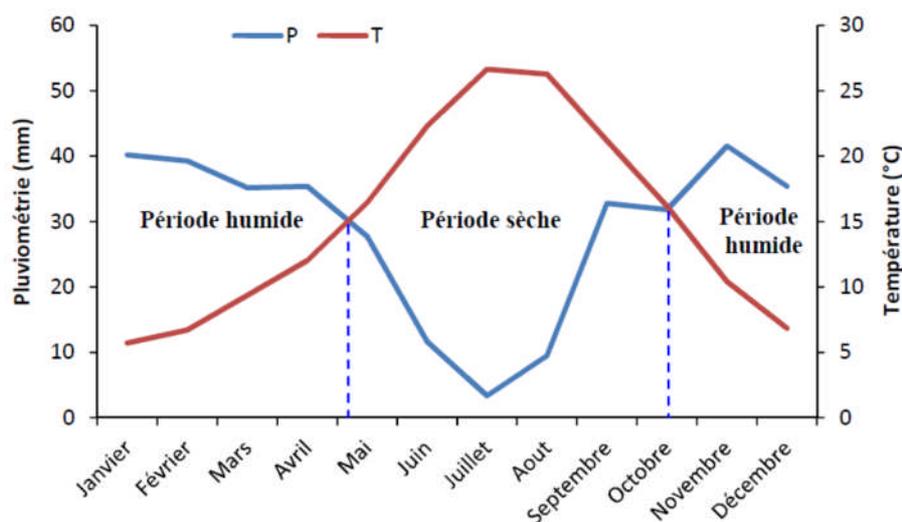
Les nappes aquifères reconnues à travers le territoire de la wilaya recèlent d'importantes ressources hydriques dont 53% sont utilisées au profit de l'alimentation en eau potable, à l'irrigation et l'alimentation des unités industrielles. Ces nappes sont mal délimitées et mal quantifiées. Elles nécessitent un bilan hydrogéologique et un suivi rigoureux. On cite la nappe de Chott Chergui de 45,97 Hm<sup>3</sup> (dont 48% est exploité), la nappe de Oued Taht et Oued El-Abd qui donnent 13,03 Hm<sup>3</sup>/an (dont 7,02 Hm<sup>3</sup> sont exploités pour l'AEP et l'irrigation) et la nappe de Nahr Ouassel (04 Hm<sup>3</sup>/an est axploité pour l'AEP et l'irrigation).

## II.2. Synthèse climatique

Le climat de la région de Tiaret est de type semi-aride, froid et humide en hiver, chaud et sec en été. La hauteur moyenne annuelle de précipitations est d'environ 350 mm se produisent essentiellement en hivers et au printemps. Le régime pluviométrique est irrégulier, ne dépassant pas souvent 450 mm d'eau par an en zones nord et inférieurs à 300 mm/an en zones sud de Tiaret.

### II.2.1. Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gausson

Bagnouls et Gausson en 1953, ont établi un diagramme qui permet de dégager la durée de la période sèche en s'appuyant sur la comparaison des moyennes mensuelles des températures en °C avec celles des précipitations en mm ; on admettant que le mois est sec lorsque « P est inférieur ou égal à 2T ». ».

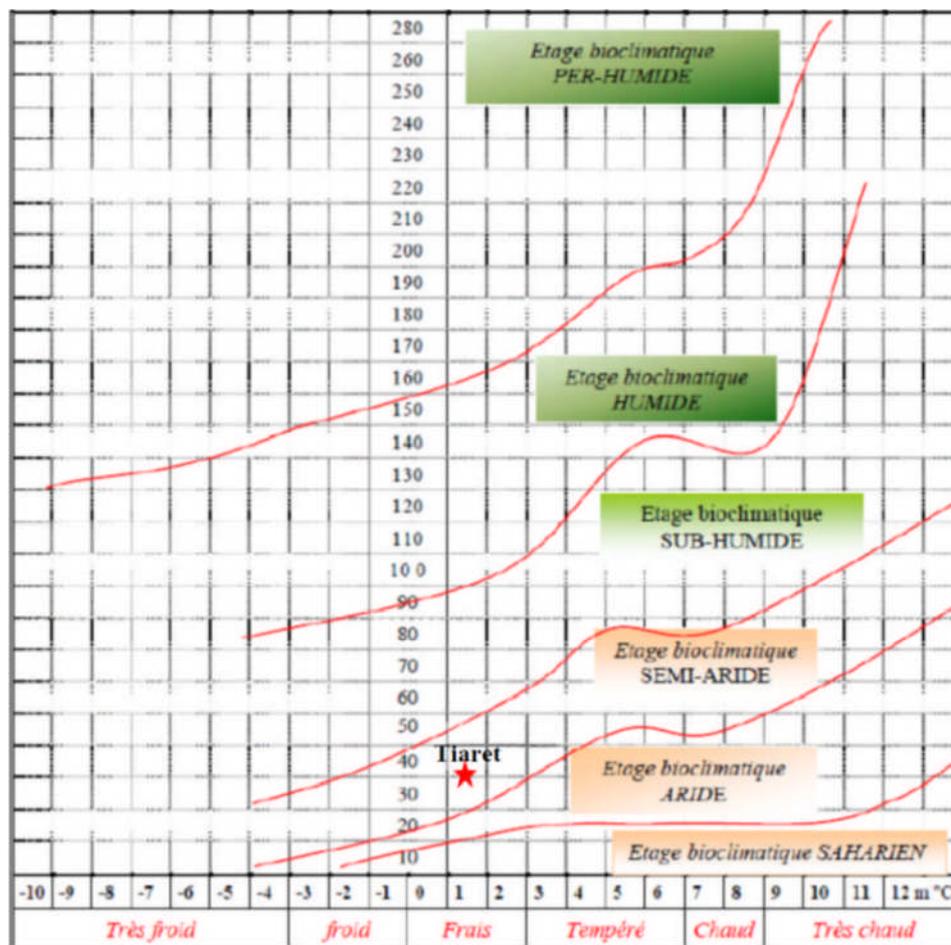


**Figure 03 : Diagramme ombrothermique de la zone d'étude (1987-2015).**

Selon le diagramme ombrothermique (Figure 03), la période humide s'étend depuis le début du mois de mai jusqu'à la mi-octobre. Les mois de Juin, Juillet et Août demeurent les mois les plus secs.

## II.2.2. Le quotient pluviométrique

C'est un indice qui permet de déterminer l'étage bioclimatique de la région d'étude selon EMBERGER.



**Figure 04 : Emplacement de la station de Tiaret dans le climagramme D'Emberger, période (1971-2009).**

Suit à la représentation de la valeur de Q2 sur le climagramme, nous constatons que la zone d'études qui est située dans la wilaya de Tiaret, appartient à l'étage bioclimatique semi-aride à hiver doux (Figure 04).

## II.3. Présentation de la Source de Sebain

### II.3.1. Situation de la Source de Sebain

La source de Sebain est située à 01 km du village de Sebain, lui-même situé à 31 km de la ville de Tiaret et à une altitude de 904 m avec une latitude de 35°27'42" N et longitude de 1°36'20" E. Le village de Sebain est entouré par : Si Haoues (9,3km), Sidi Hosni (10,2km), Oulad Merhraoui (10,7km), Oulad el Hadj (12,5km), Nouasseur (13,3km), Oulad Mokhtar

(13,8km), Oulad Abed (15,3km), Oued Nahr Ouassel (16 km), Dahmouni (16,7 km), Ain Dzarit (16,7 km), et Messouket (17,2km).

### III. Echantillonnage

Il convient d'isoler en premier lieu le point d'émergence de l'eau, et de préparé un emplacement de captage, soit en enfonçant dans le griffon un tuyau qui canalisera l'eau et facilitera le prélèvement soit, si l'eau sort sans jaillissement du sol, en aménageant une rigole. De toutes façon, ces faites immédiatement avant le prélèvement, mais au moins 14 heures à l'avance (Rodier et *al.*, 2005).

#### III.1. Techniques d'échantillonnage

Le prélèvement a été effectué le 27/02/2024. Les échantillons ont été prélevés dans des flacons en verres de 250 ml stérilisées pour les échantillons qui font objet d'une analyse bactériologiques et les flacons en verre de 1 litre pour l'analyse physico-chimique. Les flacons sont rincés avec l'eau distillées, puis remplies jusqu'au border fermés directement sans laisser de bulles d'air, quand les bouteilles remplis, ont conservées dans une glacière 4°C et 6°C, les analyses microbiologiques ont fait même jours de prélèvement, pour les analyses microbiologiques l'eau ne dépasse pas 8 heures pour éviter la modification de la population bactérienne.

Pour cela, nous utilisons des flacons en verre d'une capacité de 250 ml soumis au préalable a un nettoyage rigoureux (un rinçage a l'eau potable puis 3 rinçage à l'eau distillée) séchés, bouchés, enveloppés séparément dans un morceau de papier filtre (Rodier., 2005) puis stérilisés à l'autoclave à une température de 121° C pendant 15mn (OMS., 1983). Les flacons stériles sont plongés à une profondeur d'environ 50 cm de la surface de l'eau puis ouverts à contrecourant.

Une fois remplis, ils sont refermés sous l'eau pour éviter la formation de bulles d'air et tout risque de contamination lors du transport.

Une fois les prélèvements effectués, les flacons sont étiquetés et placés dans une glacière à l'abri de la lumière et à une température de 4°C car la teneur en germes des eaux risque de subir des modifications dans les flacons, après le prélèvement. L'évolution est d'ailleurs assez difficile à prévoir et dépend de nombreux facteurs ; température, concurrence bactérienne des espèces présentes, composition chimique de l'eau. C'est pour cela que toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible.

### III.2. Transport et conservation au laboratoire

Les échantillons sont soumis dans des flacons en verre stérilisés de 500 ml pour ne pas modifier la microflore naturelle de l'eau, et doivent être transportés dans une glacière portative à une température  $\pm 4^{\circ}\text{C}$ . Il est recommandé de placer le prélèvement au réfrigérateur dans laboratoire.

### IV. Analyses physico-chimiques emicrobiologiques

Les analyses physico-chimiques microbiologiques de ces eaux ont été effectuées au niveau de laboratoire de l'unité ADE (Algérienne des Eaux) de Tiaret.

### IV. Analyses physico-chimiques

#### IV.1. Mesure de la température ( $T^{\circ}\text{C}$ )

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. Elle est essentielle pour les réactions physico-chimiques et biologiques et joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz (Rodier et *al.*, 2005).

- Nettoyer l'électrode de l'appareil par d'eau distillé ;
- Sèche l'électrode par papier de filtre ;
- Met l'échantillon dans un bécher de 250 ml ;
- Appuyer sur la touche grise dans l'appareil ;
- On introduit l'électrode dans ce même bécher ;
- Attendre la stabilité de l'appareil ;
- On prend la valeur de température en degré ( $^{\circ}\text{C}$ ) affiché dans l'écran de l'appareil ;
- On exit l'électrode et appuyer sur la touche.

#### IV.2. Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise en deux électrodes métallique de  $1\text{cm}^2$  de surface séparées l'une de l'autre de 1 Cm.

L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m)  $1\text{S/m} = 10^4 \mu\text{S/Cm} = 10^3 \text{mS/m}$  (Rodier et *al.*, 2005).

## Principe

La mesure de la conductivité électrique d'une colonne d'eau est déterminée par deux électrodes en platine. Ceci se fait à l'aide d'une conductimètre (Rodier et *al.*, 2005).

- Nettoyer l'électrode de l'appareil par d'eau distillé ;
- Sèche l'électrode par papier filtre ;
- Met l'échantillon dans un bécher de 250 ml ;
- Appuyer sur la touche grise dans l'appareil ;
- On introduit l'électrode dans ce même bécher ;
- Attendre la stabilité de l'appareil ;
- On prend la valeur de conductivité en ms /cm affiché dans l'écran de l'appareil ;
- On exit l'électrode et appuyer sur la touche grise.

### IV.3. Potentiel hydrogène (pH)

Il est nécessaire de contrôler le pH de l'effluent brut car une valeur inférieure à 5,5 ou supérieure à 9 peut avoir une influence sur le milieu récepteur. (Rodier et *al.*, 2005).

Nettoyer l'électrode de l'appareil par d'eau distillé.

- Sèche l'électrode par papier filtre.
- Met l'échantillon dans un bécher de 250 ml.
- Appuyer sur la touche grise dans l'appareil.
- On introduit l'électrode dans ce même bécher.
- Attendre la stabilité de l'appareil.
- On prend la valeur de pH affiché dans l'écran de l'appareil.
- On exit l'électrode et appuyer sur la touche.

### IV.4. La Turbidité

Pour tout échantillons d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.

#### Mode opératoire :

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.

La mesure est obtenue directement en NTU.

#### IV.5. Le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )

Le calcium est généralement l'élément dominant dans les eaux potables. Dans l'eau souterraine, la source la plus fréquente de calcium et de magnésium est l'érosion des roches, comme le calcaire et la dolomite et des minéraux comme la calcite et la magnésite. La détermination du mg/l de Calcium est donnée par la formule suivante :

$$\text{Ca}^{2+}(\text{mg/l}) = \frac{V_1 * C_{EDTA} * F * M\text{Ca}^{2+}}{P.E} * 1000$$

D'où :

- $V_1$  : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.
- C: Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l).
- $M\text{Ca}^{2+}$  : Masse molaire du calcium en g.
- P.E : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour cedosage).
- F: Facteur

$$\text{Ca}^{2+}(\text{mg/l}) = \frac{V_1 * 0,01 * F * 40,08}{50} * 1000$$

$$\text{Ca}^{2+}(\text{mg/l}) = V_1 \times F \times 8.016$$

#### IV.6. Le magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )

Le magnésium est aussi un élément responsable de la dureté de l'eau. La concentration admissible du magnésium dans une eau potable est de 30 à 50 mg/l pour les normes de la CEE et de 30 à 150 mg/l pour l'OMS, si l'eau contient en même temps plus de 250 mg/l de sulfates. Les sels de magnésium ont un effet laxatif sur l'organisme.

Sa présence en grande quantité dans l'eau, provoque des incrustations sur les chaudières et canalisations.

##### Expression des résultats

La détermination du mg/l de Magnésium est donnée par la formule suivante :

$$\text{Mg}^{2+}(\text{mg/l}) = \frac{(V_2 - V_1) * C_{EDTA} * F * M\text{Mg}^{2+}}{P.E} * 1000$$

D'où :

- $V_2$ : Volume total d'E.D.T.A
- $V_1$  : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.
- C : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l).
- $M\text{Mg}^{2+}$ : Masse molaire du Magnésium en g.

- P.E : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).
- F : Facteur

$$Mg^{2+} (mg/l) = \frac{(V_2 - V_1) * 0,01 * F * 24,3}{50} * 1000$$

$$Mg^{2+} (mg/l) = (V_2 - V_1) * F * 4.86$$

#### IV.7. Les chlorures (Cl<sup>-</sup>)

L'origine des chlorures peut provenir de la dissolution d'un massif de sel gemme ou suite à une intrusion marine. La concentration admissible des chlorures dans une eau potable est de 5 à 200 mg/l pour les normes de la CEE et de 200 à 600 mg/l pour l'OMS. Une eau chlorurée a un goût désagréable, surtout lorsqu'il s'agit de chlorures de sodium.

La présence de chlorures dans les eaux est due le plus souvent à la nature des terrains traversés. On les retrouve dans presque toutes les eaux naturelles (Degbey., 2011). L'OMS recommande l'intervalle de valeurs allant de 0,5 à 2 mg/l pour le chlore résiduel libre dans l'eau de consommation.

Il n'y a pas de différence significative entre nos différentes valeurs obtenues. Elles sont toutes comprises dans l'intervalle de valeurs recommandé par l'OMS, ce qui est sans conséquences pour la santé des consommateurs. Le principe de la mesure des chlorures dans l'eau et le mode opératoire sont indiqués dans l'annexe.

#### Expression des résultats

$$F.G = \frac{C_{AgNO_3} * AgNO_3 * MCl}{P.E} = \frac{C_{AgNO_3} * 0,01 * 35,5 * F}{5} * 1000$$

- F.S : mg/l Cl<sup>-</sup> = VAgNO<sub>3</sub> x 71 x F.
- VAgNO<sub>3</sub> : Volume d'AgNO<sub>3</sub> nécessaire pour le dosage de l'échantillon.
- NAgNO<sub>3</sub> : Normalité d'AgNO<sub>3</sub>
- MCl: masse des chlorures.
- F : facteur de correction du titre d'AgNO<sub>3</sub>.
- PE : prise d'essai.

Pour le F :

- Prendre 5 ml de la solution mère à 71 mg/l.
- Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré.

#### IV.8. Bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

L'alcalinité d'une eau est due essentiellement aux carbonates (CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>) et hydrogénocarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (Rodier et al., 2005).

Leur origine peut être les eaux de pluie qui se saturent en CO<sub>2</sub> et alimentant les nappes souterraines, ou la présence de roches sédimentaires chimiques, calcaires (CaCO<sub>3</sub>) et

dolomites [(CaMg) (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]. Les bicarbonates sont aussi responsables du phénomène d'entartrage.

### Expression des résultats

$$F.G = \frac{V_A * N_A * M_{HCO_3}}{P.E} * 1000 = \frac{V_A * 0,1 * 61}{100} * 1000$$

- F.S : VA1 x 61 = mg/l HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>
- VA : Volume d'acide versé.
- NA : normalité d'acide versé.
- M<sub>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></sub> : masse des bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>).
- P.E : prise d'essai.

### Remarque :

Si le pH de l'échantillon est supérieur à 8,3 ; titrer jusqu'à cette valeur (volume d'HCl obtenu correspond au CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) puis continuer le dosage jusqu'à pH de 4,3 noter le volume VA2.

$$\text{mg/l CO}_3^{2-} = \text{VA}_2 \times 60$$

### IV.9. Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

Une présence des nitrites dans l'eau d'une nappe est un signe de pollution, suite à l'utilisation intensive des engrais chimiques. Les nitrites sont formés par dégradation de la matière azotée mais ils sont généralement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable (Lepeltier., 2005).

Les nitrites sont normalement absents des eaux de surface, mais leur présence est possible dans les eaux souterraines. La chloration les oxyde rapidement en nitrates (Santé et Bien-être social Canada., 1982). L'OMS retient la valeur de 3 mg/l comme norme de qualité pour l'eau de consommation. Il n'y a pas de différence significative entre les valeurs de nitrites des différentes sources d'eaux étudiées. Toutes ces valeurs sont inférieures à la valeur norme de l'OMS.

### Expression des résultats

Il s'agit d'une méthode colorimétrique où l'apparition de la coloration rose indique la présence des NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, la lecture par spectrophotomètre UV-visible, Le résultat est donné directement en mg/l à la longueur d'onde 543 nm.

#### IV.10. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

La présence de nitrates peut résulter de l'épandage excessif d'engrais ou de la lixiviation des eaux usées ou d'autres déchets organiques vers les eaux de surface et les eaux souterraines (OMS., 2004). La valeur de 50 mg/l est indiquée par l'OMS pour l'eau de consommation.

##### Expression des résultats

Il s'agit d'une lecture par spectrophotomètre UV-visible où résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm.

#### IV.11. L'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

Les teneurs en Ammonium présentes dans les eaux souterraines analysées varient très peu : entre 0 mg/l et 0,438. Ces valeurs sont très faibles par rapport à la valeur maximale admissible en Ammonium indiquée par la donc ces eaux présentent une qualité bonne voire excellente.

##### Expression des résultats

L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence des  $\text{NH}_4^+$ . la lecture est faite par spectrophotomètre UV-visible, Le résultat est donné directement en mg/l.

#### IV.12. Les phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm.

##### Expression des résultats

Le complexe formé se colore en bleu. Le résultat est directement donné en mg/l à la longueur d'onde 880nm.

#### IV.13. Les sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

L'appareil utilisé pour déterminer le taux des sulfates contenu dans les eaux est un spectrophotomètre à flamme. Les teneurs obtenues sont exprimées en ppm (mg/l).

Le dosage des sulfates se fait selon le mode opératoire suivant :

➤ **Etalonnage de l'appareil**

- Dans une série de fioles jaugées de 50 ml, on prépare un essai témoin de nombre de 7 solutions d'étalons dans les concentrations en  $\text{NaSO}_4$  (solution d'étalon), sont : 0 ; 1 ; 3 ; 5 ; 7 ; 9 et 10, et on termine jusqu'au 50 ml par de l'eau distillée.
- On agite bien les étalons, et on les laisse se reposer pendant 15 min, puis on remplit les cuves et on les dose en spectrophotométrie, à la longueur d'onde de 650 nm.

➤ **La mesure des échantillons**

Dans des fioles jaugées de 50 ml, on introduit un volume de 25 ml de l'échantillon et on complète avec de l'eau distillée jusqu'au 50 ml

- On ajoute 1 ml de l'acide chlorhydrique, et 5 ml de la solution de chlorure de baryum stabilisant (nommée TWAAN 20).
- On agite bien et on laisse les échantillons reposer au moins 15 min, après le repos on remplit les cuves et on les dose comme pour les étalons à l'aide d'un spectrophotomètre.

**Expression des résultats**

$\text{mg/l SO}_4^{2-}$  = la valeur lue sur le spectrophotomètre UV-visible à longueur d'onde 420 nm, on tient compte du x facteur de la dilution.

**IV.14. Dosage des matières organiques (MO)**

**Mode opératoire**

- Prendre 100 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 10 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  et 10ml de solution de  $\text{KMnO}_4$  à 0.01N, puis chauffer le mélange pendant 10 minutes sur la plaque chauffante.
- Après refroidissement pendant 30 minutes, ajouter 10ml d'acide oxalique à 0.01 N pour décolorer la solution.
- Titrer le mélange avec une solution de  $\text{KMnO}_4$  à 0.01 N, jusqu'à la coloration rose claire persiste 15 à 20 secondes.
- Le calcul de la teneur en matière organique se fait à l'aide de la formule suivante :

$$\text{MO (mg/l)} = V \times 0.01$$

Soit V : le volume de la solution de  $\text{KMnO}_4$  à 0.01 N utilisé pour le titrage.

## V. Les analyses microbiologiques

L'essentiel de l'analyse microbiologique des eaux de boisson consiste donc en la recherche et le dénombrement de ce qu'il est convenu d'appeler les germes tests de contamination fécale (Bontoux., 1993).

### V.1. Recherche des Streptocoques fécaux

On filtre les mêmes quantités que pour la colorimétrie selon la même technique. Le milieu utilisé dans ce cas est le milieu Slanetz. Après filtration, les membranes sont disposées sur le milieu puis incubées à 37 °C pendant 48 h.

Les colonies roses à marrons avec un diamètre de 0,5 à 2 mm seraient celles des streptocoques fécaux. Toutes ces colonies sont comptées, le résultat est donné en nombre de germes par 100 ml.

### V.2. Recherche des Coliformes totaux

Mettre en route la trompe à eau. flamber la surface supérieure de la rampe de filtration ainsi que la plaque poreuse (en ouvrant le robinet pour aspirer la flamme). Laisser refroidir. Prélever une membrane de son emballage à l'aide de pince stérile (flambée et refroidie). La poser sur la plaque poreuse de la rampe de filtration. Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser. Verser stérilement la quantité d'eau désirée (100 ml). Ouvrir le robinet pour laisser l'eau s'écouler. Dès que la membrane paraît sèche enlever le réservoir et prélever la membrane avec une pince stérile en la saisissant par son extrême bord.

Déposer la membrane sur le milieu sélectif (gélose Endo) en prêtant attention à ne pas piéger de bulles d'air. Incuber à 37 °C les boîtes de pétri, le couvercle vers le bas pendant 24h.

L'expression des résultats se fait par dénombrement direct des colonies sur le compteur des colonies bactériennes. Les coliformes totaux apparaissent comme des colonies orange. Le résultat est donné en nombre de germe par 100 ml.

### V.3. Recherche des coliformes fécaux

Pour le milieu TSI, inoculer la colonie isolée précédente (des coliformes totaux) à l'aide d'une pipette Pasteur stérile à la fois en stries à la surface de l'agar et par piqure centrale sur toute la profondeur du tube. Ensuite incubé à 37 °C pendant 24 h.

L'utilisation du lactose et le dégagement de gaz sont les caractères principaux des coliformes. Virage au jaune ainsi que formation de gaz dans la couche profonde et virage au jaune par formation d'acide du plan incliné.

#### **Test de confirmation :**

Verser le liquide de Schubert dans le tube de TSI précédent et agiter soigneusement, puis reverser dans le tube de Schubert vide et incuber à 44°C pendant 24 h. Ajouter 2 gouttes de Covacs.

S'il y a formation d'un anneau rouge, il y a présence de *E. Coli*.

#### **V.4. Recherche des spores de clostridium sulfito-réductrices**

La recherche des spores de clostridium sulfito-réductrices permet de mettre en évidence un groupe de bactéries anaérobies caractérisées par la résistance de leurs spores et par un équipement enzymatique réduisant les sulfites en sulfures (ADE., 2003).

#### **Mode opératoire**

- Agiter soigneusement l'eau à analyser ;
- Introduire 10 ml de l'échantillon d'eau dans des tubes à essai ;
- Porter 5 minutes à 80 °C au bain-marie ;
- Refroidir rapidement (effectuer un chaque thermique) ;
- Ajouter à chaque tube ;
- 1 ml d'une solution de sulfite de sodium cristallisée à 10 % ;
- 4 gouttes d'une solution d'alun de fer à 5 % ;
- Remplir les tubes jusqu'au bout avec la gélose V.F (viande foie), après sa fusion complète ;
- Mélanger soigneusement sans faire de bulles d'air ;
- Incuber les tubes à 37 °C pendant 24 heures ;

# **Troisième Partie**

## **Résultats & Discussion**

## I. Résultats des analyses physico-chimiques

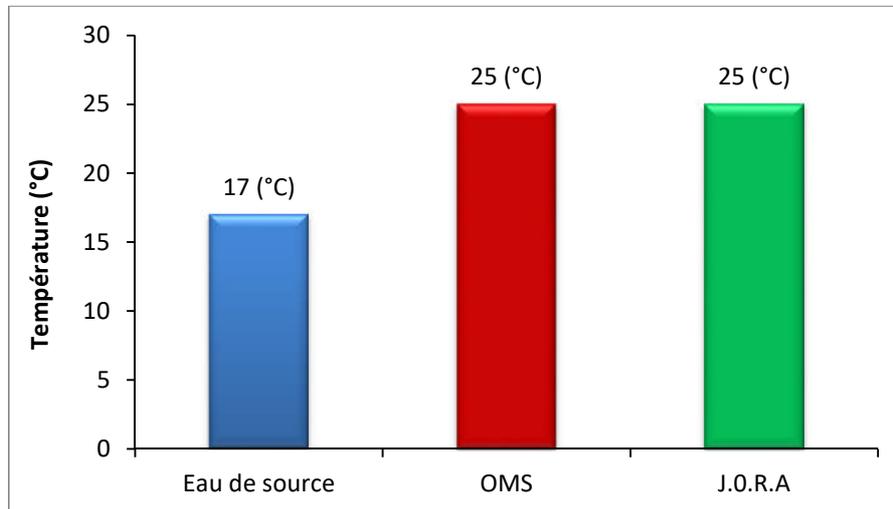
Les résultats présentés dans le tableau 03, ils sont illustrés graphiquement.

**Tableau 03 : Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau étudiée.**

<b>Paramètres</b>	<b>Prélèvement</b>
<b>Température (°C)</b>	<b>17</b>
<b>pH</b>	<b>6.9</b>
<b>Conductivité électrique (µS/cm)</b>	<b>1257</b>
<b>TAC (°F)</b>	<b>205.78</b>
<b>TH (dureté totale) (°F)</b>	<b>484</b>
<b>Ca<sup>++</sup> (mg/l)</b>	<b>122.304</b>
<b>Mg<sup>++</sup> (mg/l)</b>	<b>40.45</b>
<b>K<sup>+</sup> (mg/l)</b>	<b>2.8</b>
<b>Cl<sup>-</sup> (mg/l)</b>	<b>278.32</b>
<b>Na<sup>+</sup> (mg/l)</b>	<b>86.05</b>
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg/l)</b>	<b>125.53</b>
<b>Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (mg/l)</b>	<b>76.36</b>
<b>Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) (mg/l)</b>	<b>00</b>
<b>Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) (mg/l)</b>	<b>00</b>
<b>Phosphates (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) (mg/l)</b>	<b>00</b>
<b>Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) (mg/l)</b>	<b>148.97</b>
<b>MO (mg/l)</b>	<b>0,49</b>
<b>Turbidité (NTU)</b>	<b>0.086</b>

### I.1. La température

La température est l'un des facteurs écologiques les plus importants parmi tous ceux qui agissent sur les organismes aquatiques (Arouya, 2011). La température est un facteur important pour la vie dans un cours d'eau, elle influence la solubilité de l'oxygène, le pH, la décomposition des matières organiques présentes dans celle-ci.

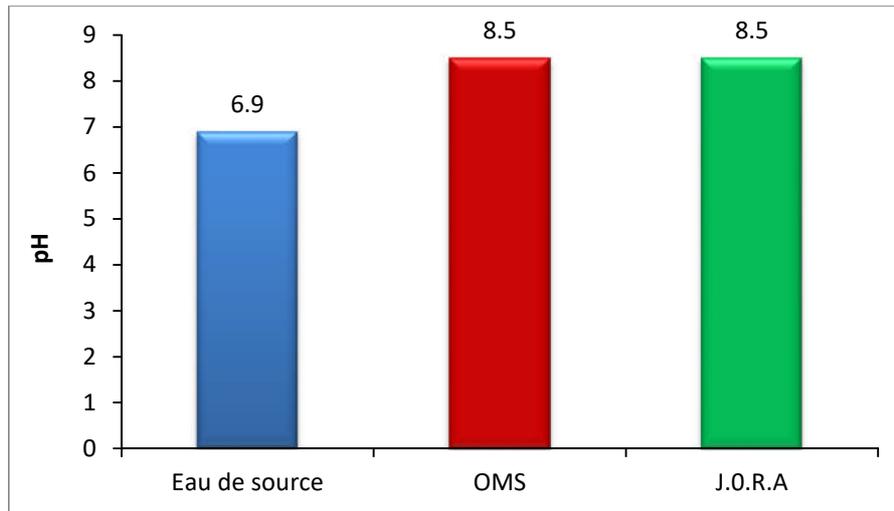


**Figure 05 : Température de l'eau de source de Sebain.**

D'après la figure 05, les résultats de la température de l'eau étudiée présentent une valeur de 17 °C, répond aux normes Algériennes et de l'OMS qui fixent une valeur de 25 °C.

### I.2. Le pH

Le pH c'est un paramètre plus important pour la qualité de l'eau. Il représente son acidité ou son alcalinité et dépend de facteurs multiples dont l'origine de l'eau. C'est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène ( $H^+$ ). Il représente un des paramètres physico-chimiques indicateurs de la pollution des eaux.



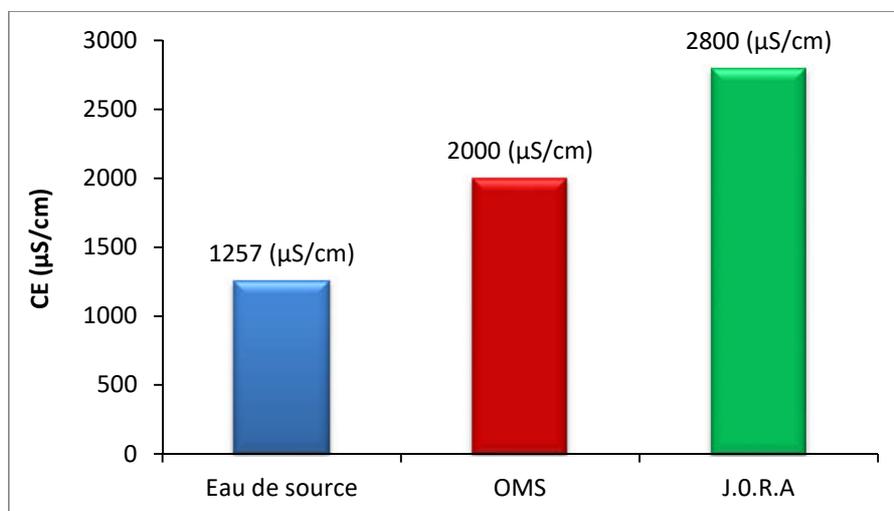
**Figure 06 : pH de l'eau source de Sebain.**

D'après les résultats obtenus (Figure 06), le pH de notre eau étudiée est de 6.9, cette valeur est conforme aux normes Algériennes et de l'OMS qui fixent une valeur de pH de 8.5.

Le pH détermine l'acidité ou l'alcalinité d'une eau en mesurant la concentration des ions  $H^+$ , il varie selon une échelle de 0 à 14, le pH des eaux destinées à la consommation publique. Est un paramètre très important car il agit sur le gout ce qui confirmé par bouchemal (Bouchemal., 2017).

### I.3. La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau. D'après la figure 07, l'eau étudiée présente une valeur de 1257  $\mu S/cm$ . Cette valeur est conforme à la norme Algérienne indiquant une valeur limitée de 2800 $\mu S/cm$  et les normes de l'OMS qui fixe une valeur de 2000 $\mu S/cm$ .

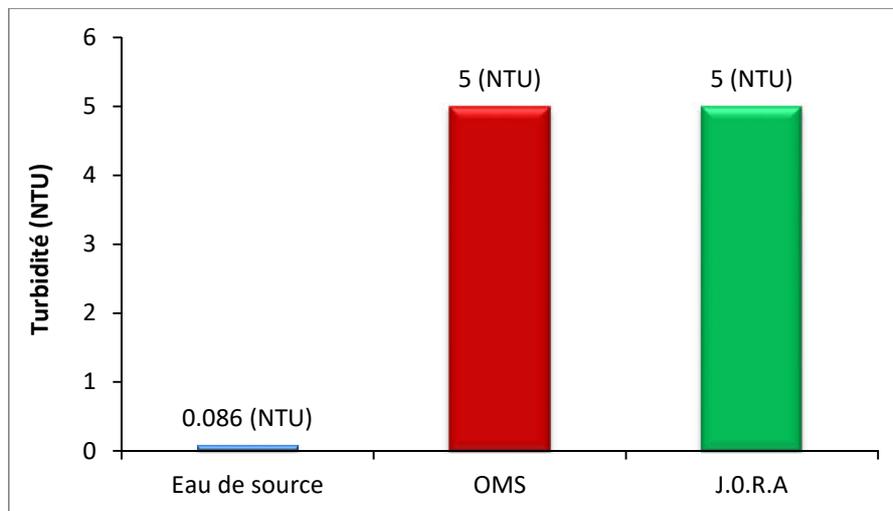


**Figure 07 : Conductivité électrique de l'eau de source de Sebain.**

La conductivité électrique permet d'avoir une idée sur le contenu de l'eau et sels minéraux. Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité électrique (Rodier., 2009).

#### I.4. Turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisées : argiles, grains de silice, matières organiques. D'après la figure 08, l'eau étudiée présente une valeur de 0,086 (NTU). ce qui répond bien à la norme de l'OMS, et celle de J.O.R.A qui ne doit pas dépasser 5 NTU.

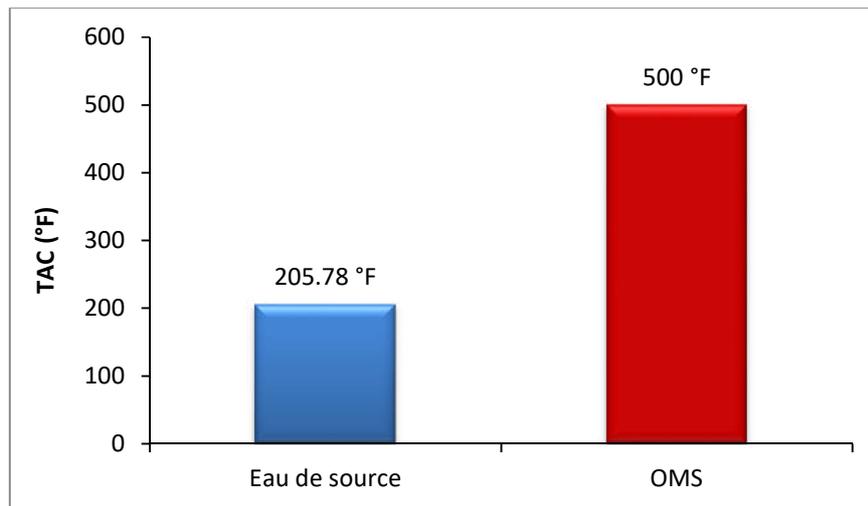


**Figure 08 : Turbidité de l'eau de source de Sebain.**

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisées : argiles, limons, grains de silice, matière organiques, etc. (Rodier., 2005). L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace (Rodier., 1984).

#### I.5. Titre d'alcalimétrie complet TAC

Le titre alcalimétrique (TAC) d'une eau permet de connaître sa concentration en bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) autrement dit son alcalinité. Cependant, Quand le pH augmente, les bicarbonates se transforment en carbonates. Le titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et hydrogencarbonates (Rodier., 2005).

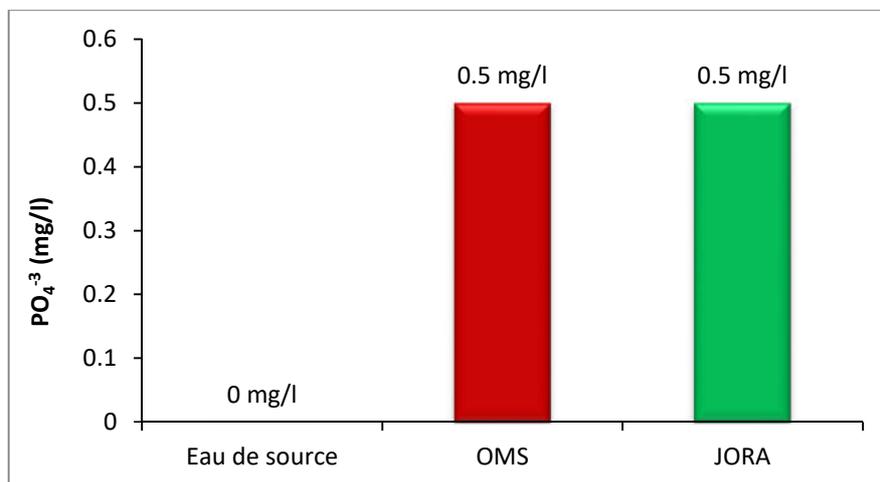


**Figure 09 : Titre d'alcalimétrie complet (TAC) de l'eau de source de Sebain.**

D'après la figure 09, on remarque que la valeur de TAC est 205.78 °F pour l'échantillon analysé. Cette valeur de TAC dans l'eau étudiée est conforme aux normes de l'OMS (500 °F).

#### **I.6. Les phosphates ( $\text{PO}_4^{-3}$ )**

Les phosphates rejetés dans l'environnement proviennent, des ruissellements dans les zones agricoles (engrais), industrielles et des eaux domestiques (déjections humaines et des détergents ou lessives phosphatées) (Si youcef., 2015).

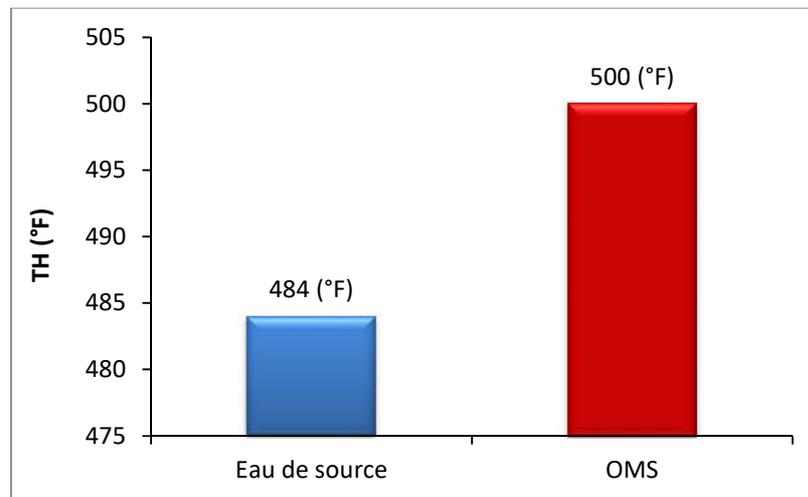


**Figure 10 : Teneur en phosphates dans l'eau de source de Sebain.**

D'après les résultats obtenus (Figure 10), nous remarquons que la valeur de taux des phosphates est 00 mg/l pour l'eau de source étudiée qui reste inférieure aux normes de l'OMS et J.O.R.A qui fixent une valeur de 0.5mg/l.

### I.7. La dureté (TH)

La dureté totale est calculée comme la somme des concentrations des ions calcium et magnésium dans l'eau, exprimés en carbonate de calcium (Brasilia., 2013).



**Figure 11 : Dureté totale (TH) de l'eau source de Sebain.**

D'après les résultats obtenus (Figure 11) et le tableau 04, on constate que la dureté de l'eau source de Sebain (484 °F) est conforme aux normes de l'OMS et Algérienne qui fixent une valeur de 500°F.

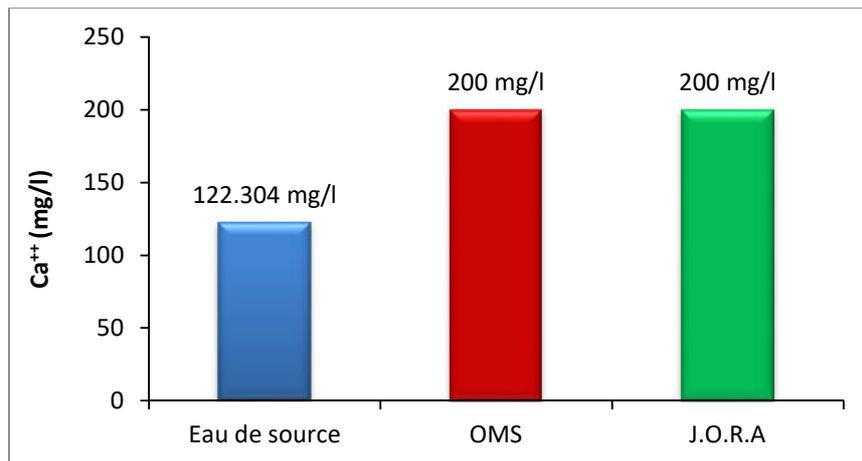
La dureté d'une eau naturelle dépend de la structure géologique des sols traversés, elle est liée à la nature lithologique de la formation géologique de la nappe phréatique et en particulier à sa composition en magnésium et en calcium (Belghiti et *al.*, 2013).

**Tableau 04 : Classification de l'eau selon la dureté totale (Berne et *al.*, 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 et plus	Eau très dure

### I.8. Le calcium (Ca<sup>++</sup>)

La figure 12 présente la teneur en ions calcium. La valeur de notre échantillon est 122.304 mg/l. cette teneur est conforme aux normes Algériennes et de l'OMS qui indiquent une valeur représentative de 200 mg/l pour une bonne qualité d'eau de source naturelle.

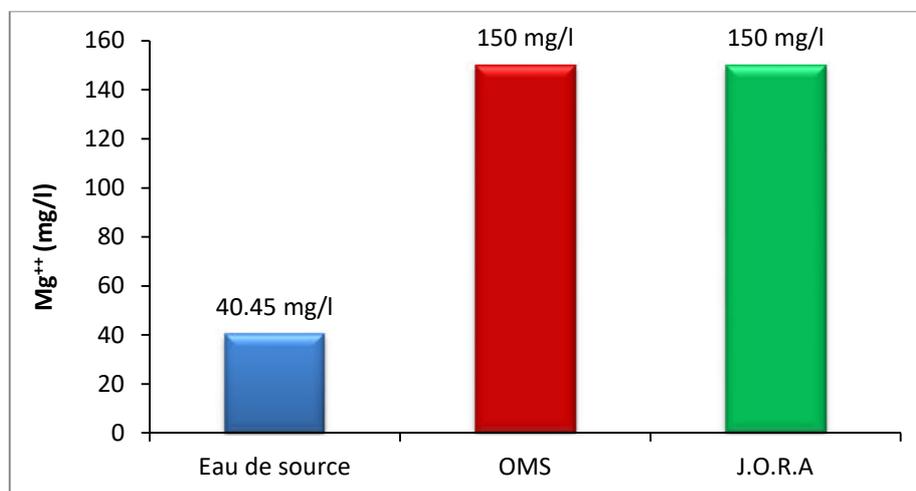


**Figure 12 : Teneur en calcium dans l'eau de source de Sebain.**

Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables et sa teneur varie essentiellement suivant la nature géologique des terrains traversés par ces eaux (terrains calcaires ou gypseux) (Nouayti et *al.*, 2015).

### I.9. Le magnésium (Mg<sup>++</sup>)

La teneur en magnésium dans l'eau dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrées (calcaires dolomitiques, dolomies du jurassique ou du trias moyen) (Rodier., 2005).

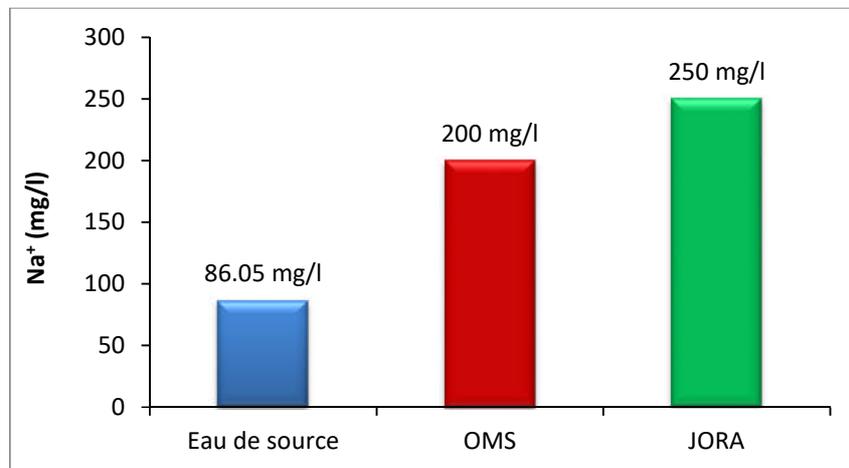


**Figure 13 : Teneur en magnésium dans l'eau de source de Sebain.**

D'après les résultats obtenus (Figure 13), la valeur trouvée dans l'eau étudiée est de 40.45 mg/l, cette teneur en magnésium reste inférieure aux normes Algériennes et de l'OMS qui exigent une concentration maximale admissible de 150 mg/l.

### I.10. Le sodium ( $\text{Na}^+$ )

Les eaux trop riches en sodium deviennent saumâtres et prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées (Bouziani., 2000).

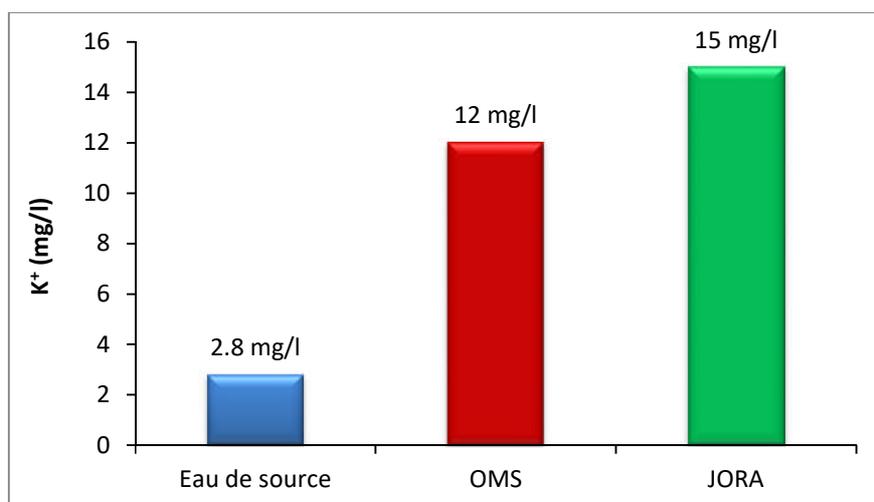


**Figure 14 : Teneur en sodium dans l'eau de source de Sebain.**

La figure 14 présente la teneur en sodium de l'eau de source étudiée qui est 86.05 mg/l. cette teneur est conforme aux normes Algériennes qui indiquent un taux de 250 mg/l pour les eaux potables et de l'OMS qui est 200 mg/l au maximum.

### I.11. Le potassium ( $\text{K}^+$ )

D'après les résultats obtenus (Figure 15), la valeur trouvée pour le potassium est de 2,8 mg/l est conforme aux normes Algériennes qui indiquent un taux de 15 mg/l pour les eaux potables et de l'OMS qui est 12 mg/l.

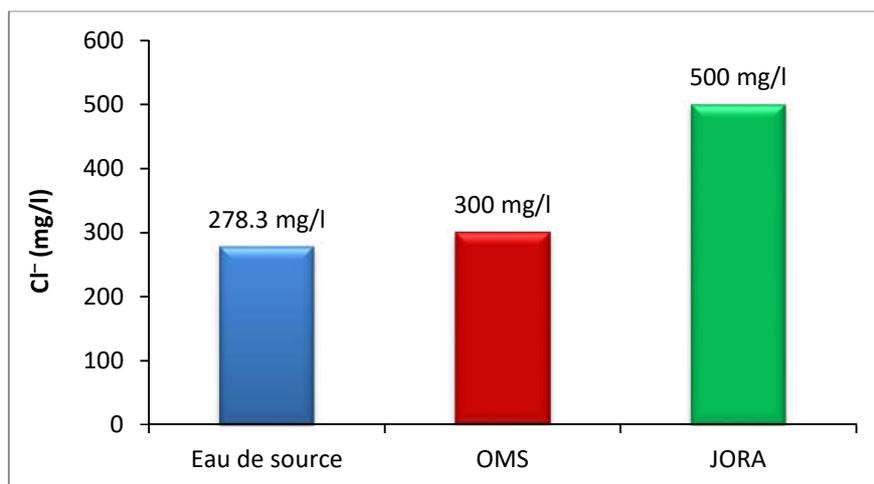


**Figure 15 : Teneur en potassium dans l'eau de source de Sebain.**

Le potassium est principalement présent dans les roches ignées, silicatées, et dans les argiles. Malgré son abondance, le potassium est généralement peu concentré dans les eaux naturelles (Laurence., 2006).

### I.12. Les chlorures (Cl<sup>-</sup>)

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, souvent utilisés comme un indicateur de pollution (Lapegue et Ribstein., 2006).



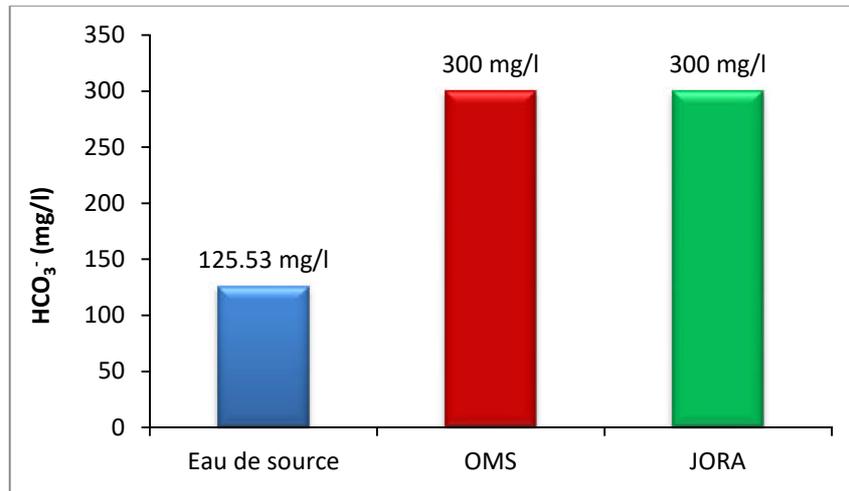
**Figure 16 : Teneur en chlore dans l'eau de source de Sebain.**

La figure 16 présente la teneur en chlorures de l'eau de source de Sebain qui est 278.3 mg/l. cette teneur est conforme aux normes Algériennes qui indiquent un taux de 500 mg/l pour les eaux potables et de l'OMS qui est 300 mg/l.

Une concentration élevée de chlorures affecte le goût de l'eau et, accélère la corrosion des métaux dans le réseau en fonction de l'alcalinité de l'eau. Cela peut entraîner une augmentation de la concentration de certains métaux dans l'eau. (Degrement., 1984).

### I.13. Les bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

D'après les résultats obtenus (Figure 17), la teneur en bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) dans l'eau de source étudiée est de 125.53 mg/l. Elle est inférieure aux normes de l'OMS et Algériennes qui est 300 mg/l.

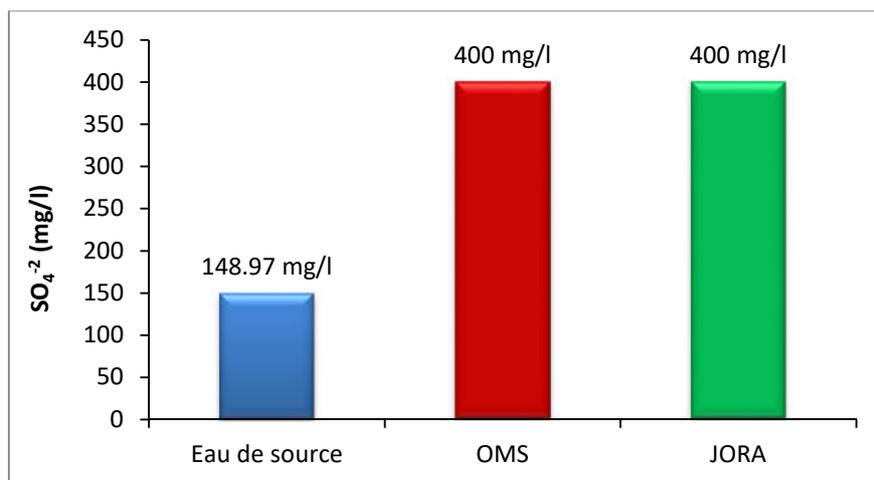


**Figure 17 : Teneur en bicarbonates dans l'eau de source de Sebain.**

La présence des bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) est liée à la nature lithologique et au titre alcalimétrique complet (TAC) des terrains traversés (Habbai et Tirouma., 2006). La teneur en  $\text{HCO}_3^-$  correspond au titre alcalimétrique complet (TAC) qui dépend aussi des terrains traversés. Quand le pH de l'eau est à 8,15 les ions bicarbonates sont présents avec une absence des ions carbonates, ces derniers apparaissent lorsque le pH dépasse la valeur 8. L'alcalinité de l'eau est en relation avec la saison et la pluviométrie (Rodier., 1996).

#### **I.14. Les sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ )**

Les sulfates contenus dans l'eau souterraine sont fournis par la dissolution du gypse. Les origines naturelles des sulfates sont l'eau de pluie et la mise en solution de roches sédimentaires évaporitiques, notamment le gypse ( $\text{CaSO}_4$ ), mais également de la pyrite ( $\text{FeS}$ ) et plus rarement de roches magmatiques (Mahouz et Boubekour., 2022).

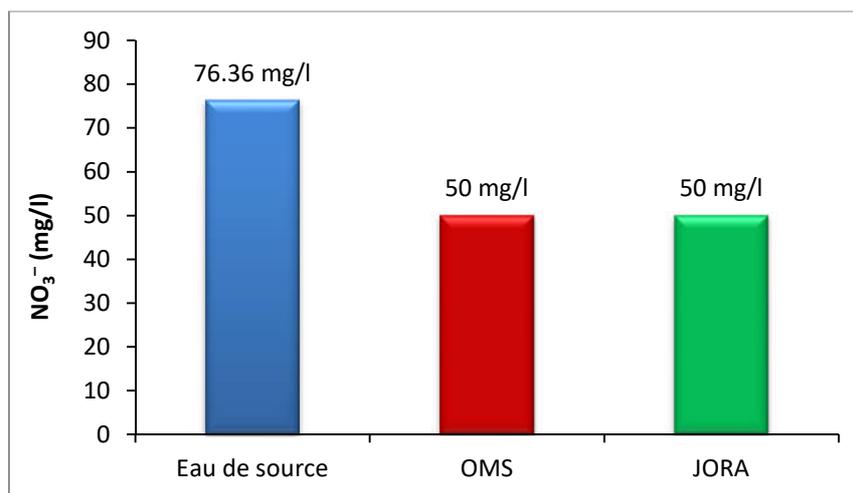


**Figure 18 : Teneur en sulfates dans l'eau de source de Sebain.**

D'après la figure 18, la valeur trouvée pour les sulfates est de 148,97 mg/l est conforme aux normes de l'OMS et Algériennes qui ne doit pas dépasser 400 mg/l.

### I.15. Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

Une augmentation des teneurs en nitrates peut avoir des conséquences négatives sur la santé ; en effet il va y avoir dans l'organisme la transformation des nitrates en nitrites qui sont dangereux pour la santé (Bouziani., 2000).



**Figure 19 : Teneur en nitrates dans l'eau de source de Sebain.**

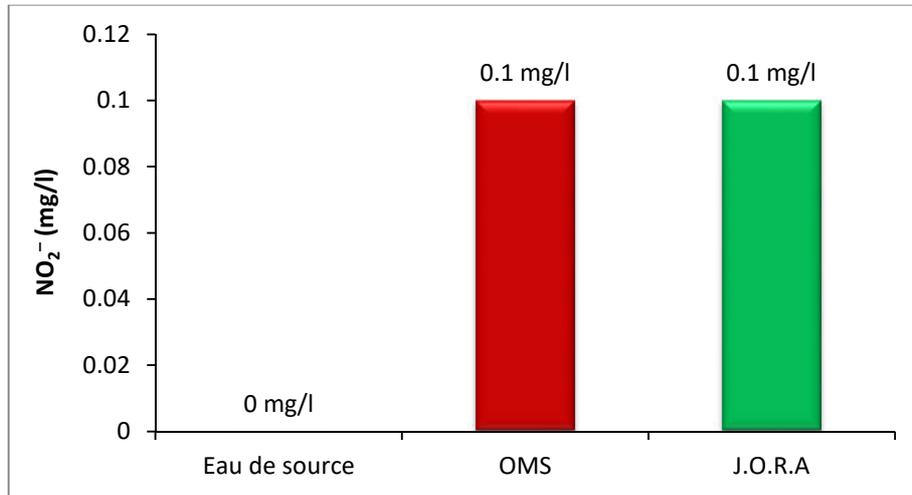
L'eau de source étudiée contient une teneur en ammonium 76.36 mg/l (Figure 19). Cette valeur est supérieure aux normes Algérienne et de l'OMS qui fixent une valeur maximale admissible de 50 mg/l dans les eaux potables. Le taux des nitrates dans l'eau de source étudiée peut être justifié par une infiltration des engrais azotés utilisés par les agriculteurs de la région de Sebain. L'élevage du bétail et précisément là où se situe la nappe et l'infiltration du fumier des animaux, lesquels se transforment à leur tour en nitrates, les principales causes de sa contamination.

Les nitrates font partie du cycle de l'azote dans la nature. Ils représentent la forme la plus soluble de l'azote. Principalement utilisé sont comme engrais inorganiques pour la croissance des plantes et la synthèse des composés azotés organiques ; en excès ils peuvent se retrouver rapidement dans les eaux souterraines (OMS., 2000).

### I.16. Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Une présence des nitrites dans l'eau d'une nappe est un signe de pollution, suite à l'utilisation intensive des engrais chimiques. Les nitrites sont formés par dégradation de la matière azotée mais ils sont généralement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable (Lepeltier., 2005).

La présence des nitrites est un signe d'une pollution d'origine bactériologique et organique. La forme réduite des nitrites les rend plus dangereux que les nitrates (Rodier., 2005).

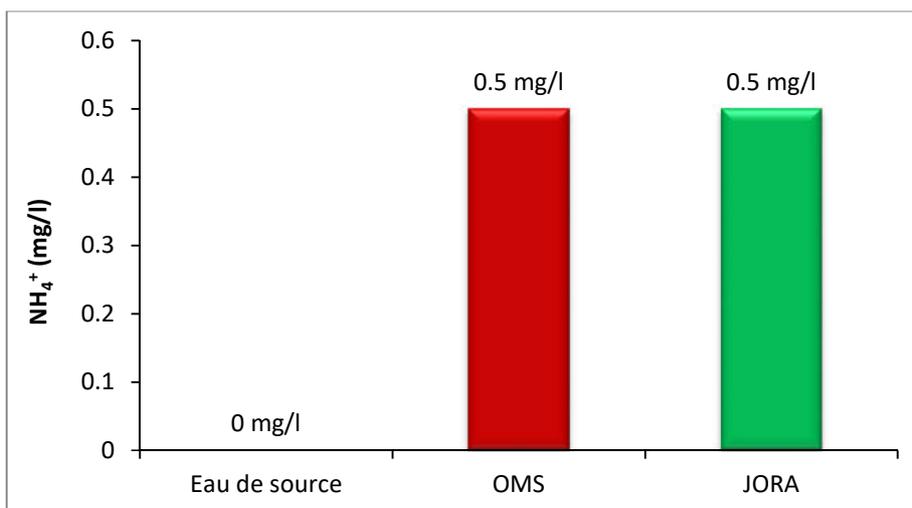


**Figure 20 : Teneur en nitrites dans l'eau de source de Sebain.**

D'après les résultats obtenus dans la figure 20, l'eau de source étudiée présente une teneur en nitrite 00 mg/l est inférieure à 0.1 mg/l, cette teneur est conforme aux normes Algériennes et de l'OMS qui est 0,1 mg/l.

#### **I.17. L'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)**

D'après les résultats obtenus (Figure 21), on remarque que la teneur ammonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dans l'eau étudiée est 00 mg/l, est inférieure à la valeur des normes Algériennes et de l'OMS qui fixent une concentration maximale de 0.5 mg/l.



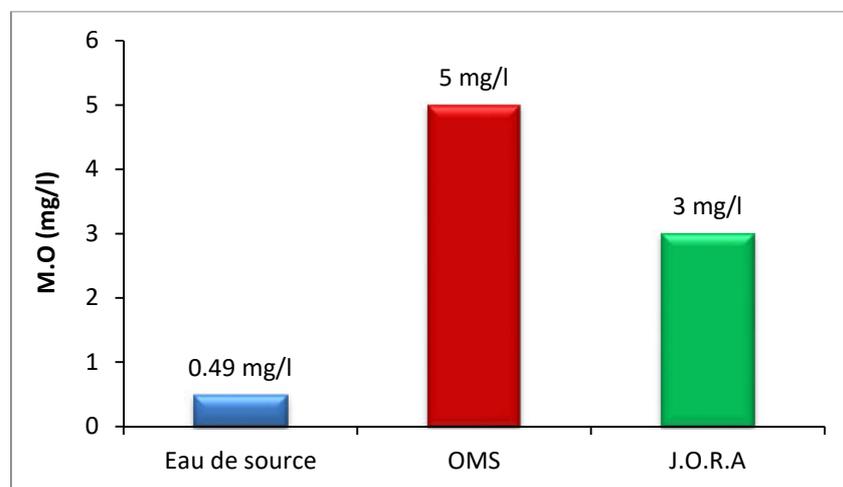
**Figure 21 : Teneur en ammonium dans l'eau de source de Sebain.**

L'ammonium est un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industrielle.

Les eaux profondes peuvent également se charger en ammonium par réduction des nitrates sous l'action de bactéries ou celle de sables qui renferment des minéraux ferreux (Rejsek., 2002).

### I.18. La matière organique

La matière organique dans l'eau est originaire de plusieurs sources mais principalement de l'humus, omniprésente dans tous les systèmes aquatiques (Benkaddour., 2018). Elle participe à beaucoup de paramètres de qualité de l'eau : couleur, odeurs, saveurs...etc (Lounnas., 2009).



**Figure 22 : Teneur en matière organique dans l'eau de source de Sebain.**

D'après les résultats obtenus (Figure 22), on remarque que la teneur en matière organique dans l'eau étudiée est de 0,49 mg/l, est inférieure à la valeur des normes de l'OMS qui fixe une concentration maximale de 5 mg/l et Algérienne qui est 3 mg/l.

## II. Résultats des analyses bactériologiques

Les analyses bactériologiques qui ont été effectuées au niveau de laboratoire consiste à la recherche des *Coliformes totaux* et *fécaux*, des *Clostridium sulfito-réducteurs* et les *germes totaux*.

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau cité ci dessous :

**Tableau 05 : Résultats des analyses bactériologiques**

<b>Paramètres</b>	<b>Eau étudiée</b>	<b>OMS</b>	<b>J.O.R.A</b>
<b>Coliformes Totaux</b>	00 germes/100ml	Absence	Absence
<b>Coliformes fécaux</b>	00 germes/100ml	Absence	Absence
<b>Streptocoques fécaux</b>	00 germes/100ml	Absence	Absence
<b>Clostridium sulfito-réducteurs (les spores)</b>	00 germes/100ml	Absence	Absence

D'après les résultats des analyses bactériologique obtenus (Tableau 05), on remarque l'absence totale des germes pathogènes dans l'eau de source de Sebain telle que les Coliformes Totaux, Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux, Germes Totaux à 37°C, Germes Totaux à 22°C, Clostridium sulfito-réducteurs (les spores) ce qui correspond aux normes de l'OMS et Algériennes qui excluent sa présence, ce qui nous indique que l'eau de source de Sebain est de bonne qualité bactériologique.

# **Conclusion Générale**

## CONCLUSION GENERALE

L'eau constitue un élément vital, pour le développement et le maintien de la vie sur notre planète, elle est aussi impliquée dans de nombreuses fonctions physiologiques. L'eau potable est une eau consommable sans risques pour la santé. Elle doit satisfaire à certaines caractéristiques qui la rendront propre à la consommation humaine.

La qualité de l'eau potable destinée à l'alimentation suscite des inquiétudes pour la santé humaine dans tous les pays. En effet, l'eau destinée à la consommation humaine devrait être exempte des impuretés et des agents pathogènes. L'objectif de ce travail consiste à évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau de source de Sebain dans la Wilaya de Tiaret.

Du point de vue physico-chimique, la majorité des cas l'eau de source est considéré comme une eau à l'équilibre et répondent aux normes de potabilité. Néanmoins, dans certains cas, elles dépassent les normes, tel que les nitrates, l'eau de source de Sebain présente une teneur élevée en nitrates (76.36 mg/l), cette valeur est supérieure à la norme de l'OMS et Algérienne J.O.R.A qui est de 50 mg/l pour les eaux potables dû à la proximité de la source des parcelles agricoles péri-urbaines.

Du point de vue bactériologique les résultats obtenus montrent l'absence de tous germes indicateurs de pollution telle que les Coliformes totaux et fécaux, les Streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito-réducteurs. On conclure que l'eau source de Sebain a une bonne qualité bactériologique, Elle ne présente aucun danger pour la consommation humaine sur le plan bactériologique.

A la lumière de ces résultats, les sources d'eau exploitées dans la région de Sebain à travers la source concernée par notre étude se montrent menacées par la pollution engendrée par les activités agricoles. Donc en conclure que l'eau de source étudiée possède une mauvaise qualité physico-chimique, et constitue sans aucun doute une menace pour les consommateurs qui puisent l'eau nécessaire à leurs besoins à partir de ces sources.

Pour protéger ces sources d'eau contre la contamination nous recommandons de la mise en place d'un protocole de suivi consiste à de différentes mesures et analyses physico-chimique et microbiologiques.

# **Références bibliographiques**

## Références Bibliographiques

- Amharref M., Bernoussi A., 2007.** Vulnérabilité et risque de pollution des eaux souterraines. Actes des JSIRAUF, Hanoi, 6-9 novembre (2007).
- Armand Colin., 2003.** (Hydrologie (mers, fleuves et lacs) page 41 ISBN 2-200-26461-5).
- Arouya K., 2011.** Pollution des eaux. Impact des eaux usées sur la qualité des eaux de surface. édition universitaires européennes. P :53.
- Balvay G., Pelletier J. et Druart J., 1999.** Le milieu aquatique in un point sur l'eau. Tome 1. Ed: INRA. Paris. 335-367p.
- Bazine N et Bourenane A., 2011.** Evaluation de la qualité bactériologique des eaux de l'oued Messida (parc national d'El Kala, W.d'El-Taref). Mémoire de Master. Université de 08 Mai 1945 Guelma,17-18 p.
- Bebin J., 1999.** Les pollutions industrielles et urbaines de l'eau in un point sur l'eau Tome 1 Edition INRA. Paris. In Amar Abdelhamid, 2009, Etude physico-chimique et bactériologique des eaux foggara dans la commune de foggane wilaya d'Adrar, mémoire d'ing en INTAA, université IBN Khaldoun Tiaret.
- Belghiti M.L., Chahlaoui A.1, Bengoumi D., El Moustaine R., 2013.** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plioquaternaire dans la région de MEKNÈS (MAROC), Larhyss Journal, N°14, PP : 21-36.
- Belkhiri L., Boudoukha A., Mouni L., Baouz T., 2011.** Statistical categorization geochemical modeling of groundwater in Ain Azel plain (Algeria). Journal of African Earth Sciences (59). 140-148p.
- Benajiba M., Saoud Y., Lamribah A., Ahrikat M., Amajoud N., Ouled-Zian O., 2013.** Évaluation de la qualité microbienne des eaux de la nappe phréatique de Martil au Maroc Revue des sciences de l'eau, volume 26, numéro 3. 173-261p.
- Benchabane R., Merzoug N., 2015.** Contribution à l'étude de la qualité bactériologique et phytoplanctonique de l'eau du marais de Bousedra el Bouni (Annaba). Mémoire de Master. Université du 08 Mai 1945-Guelma-71p.
- Benchenouf., 2013.** Les analyses physico-chimique et bactériologique de l'eau de source de tousnina (LEJDAR).
- Benkaddour B. 2018.** Contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'oued Chélif (Algérie). Thèse de doctorat. Université de Perpignan ; université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem. France. P 22.
- Berne F., Jean C., 1991.** Traitement des eaux, Edition TECHNIP, 306 p.
- Bliefert C., Perraud R., 2004.** De l'environnement air, eau et sols déchets. 1er édition, Edition Deboeck. Paris; P 477.
- Bonnin J., 1982.** Aide-mémoire d'hydraulique urbaine. Edition. Eyrolles. P : 23.

- Bontoux J., 1993.** Introduction à l'étude des eau douces, eau naturelles, eaux usées, eaux de boisson, Ed : Tec & Doc Lavoisier, paris, 169p.
- Bouchemal F., 2017.** Diagnostic de la qualité des eaux souterraines et superficielles de la région de Biskra : Hydraulique. Thèse de doctorat, Université Mohamed Khider, Biskra, 179p.
- Boucherit A., Hakimi H., 2016.** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau du Barrage Hammam Debagh –Guelma-Mémoire de Master, université 8 Mai 1945, Guelma. P62.
- Bourgeois C.M. et Mescle J.F., 1996.** Microbiologie alimentaire: aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Edition Lavoisier. P : 5- 6.
- Bourgeois C.M., Mescle J. F et Zucca J., 1991.** Microbiologie alimentaire : aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Tome 1. Ed Lavoisier Tec et Doc. P 260- 261.
- Bouziane M., Labadi A., 2009.** Les eaux profondes de la région de Biskra (Algérie), European Journal of Scientific Research, Volume 25, N°4. 526-537p.
- Bouziani M., 2000.** L'eau et pénurie aux maladies, Edition Ibn Khaldoun.
- Brasilia., 2013.** Manuel pratique d'analyse de l'eau (Fondation Nationale de la Santé) 4eme édition : FUNASA.
- Brousseau N., Lévesque B., Guillemet T., Dauvin D., Giroux J.P., Cantin P., Gingras S., Laverdière D., 2009.** Etude de la contamination microbiologique des spas publics au Québec. Direction des risques biologiques environnementaux et occupationnels, p107.
- Castany G., 1982.** Principes et méthodes de l'hydrogéologie. Edition: Dunod.p.58.
- Cheick Tidiane Tandia., 2007.** Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées. . Protocole de détermination des paramètres physico-chimique et bactériologiques. p 21, 27,42.
- CNRS., 2015.** Centre Nationale de la Recherche Scientifique. France.Consulté le 03 juin 2015. [www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/.../08\\_pollution.htm](http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/.../08_pollution.htm). (CNRS; [sagascience@cnrs-dir.fr](mailto:sagascience@cnrs-dir.fr)) communes en Côte d'Ivoire. J. sci. pharm. biol., vol.9, n°1.
- Cosandey Claude., Robinson Maek., 2012.** Hydrologie continentale. 3eme Edition.
- Degbey C., 2011.** Facteurs associés à la problématique de la qualité de l'eau de boisson et la santé des populations dans la commune d'Abomey-calavi au Benin. Thèse de doctorat en Sciences de la santé publique. Ecole de santé publique. Université Libre de Bruxelles (ULB).
- Degrement., 1978.** Mémento technique de l'eau, Tome 1, Ed TEC et DOC, 320 p
- Degrement., 1984.** Mémento technique de l'eau, TOME 1, 9ème édition. Lavoisier, Paris.
- Degremont., 2005.** Mémento technique de l'eau. Tome 1, 10eme édition : Tec et doc. P: 3-38.
- Delmas R., Baudet J., Servant J., 2010.** Mise en évidence des sources naturelles de sulfate en milieu tropical humide, Inter Science. 158-168p.

- Dupont A., 1974.** Hydraulique urbaine. « Hydrologie, captage et traitement des eaux ». Tome 1. 3<sup>ème</sup> édition : Eyrolles. Paris. P: 26-28-34-64.
- Emilian K., 2004.** Traitement des pollutions industrielles, Edition Dunod, Paris.
- Gangbazo G., Cluis D., Buon E., 2002.** Transport des sédiments en suspension et du phosphore dans un bassin versant agricole. Vecteur environnement, Vol. 35, No. 1, p. 44-53.
- Gerard G., 1999.** L'eau, milieu naturel et maîtrise, Édition INRA : Volume 1, 204p.
- Ghaderpour A., Sze Ho1 W., Chew L., Wei Bong C., Ching Chong V., Thong K., Ching Chai1 L., 2015.** Diverse and abundant multi-drug resistant E.coli in Matang mangrove estuaries, Malaysia. 13p.
- Ghazali D., Zaid A., 2013.** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (région de Meknes –Maroc), Larhyss Journal, n° 12. 25-36p.
- Gomella G., Guerree H. et Neveux M., 1974.** La distribution de l'eau dans les agglomérations urbaines et rurales. Edition Eyrolles.
- Grosjean J., Clavé D., Archambaud M., Pasquier C., 2009.** Bactériologie et virologie pratique. 1<sup>ère</sup> édition De Boeck, Bruxelles, Belgique. 228p.
- Guiraud J.P., 2003.** Microbiologie alimentaire, Dunod, Paris, RIA (Le mensuel de l'innovation alimentaire), 651p.
- Habbai H., Tirouma K., 2006.** Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et de pollution au sein de la station d'épuration des eaux usées domestiques de HASSI R'MEL, 65p, Thèse d'ingénieur, Ed. Uni. Laghouat.
- JORA., 2014.** Journal officiel de la République algérienne. Décret exécutif N°13 du 9 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n° 11-125 du 22 mars 2011. Relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine. 14-17p.
- Journal Officiel de la République Algérienne (JORA), 2011.** Décret exécutif n° 11-125, qualité de l'eau de consommation humaine, Imprimerie Officielle, Les Vergers : Bir Mourad Raïs, Alger, Algérie, p25.
- Kahoul M., Touhami M., 2014.** Evaluation de la qualité physicochimique des eaux de consommation de la ville d'Annaba (Algérie). Larhyss journal, ISSN 1112-3680, n°19, septembre 2014, pp. 129-138.
- Kemmer F.N., 1984.** Manuelle de l'eau. Ed Lavoisier technique et documentation. P95- 96-112.
- Lapegue P., Ribstein P., 2006.** La qualité et les analyses d'eaux : Action contre la faim Espagne en Mali. Master 2 en Sciences de l'Univers, Environnement, écologie, université Pierre et Marie Curie, École des Mines de paris & École Nationale du génie rural des eaux et des forêts, pp 22-23.
- Laurence C., 2006.** Qualité naturelle des eaux souterraines ; méthode de caractérisation des états de référence des aquifères français. BRGM Edition.France.238 p.

- Lebres E., Azizi D., Hamza A., Taleb F., Taouchichet B., 2002.** Manuel des travaux pratiques, manuel des travaux pratiques, unité des eaux de boissons et produits de la mer. Cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments. Institut Pasteur d'Algérie, Algérie. 35p.
- Lepeltier S., 2005.** Un bon état écologique des eaux.
- Lounnas A., 2008.** Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi-Kroma de Skikda, Algérie. Mémoire de magister, Université du 20 Aout 1955 Skikda, p120.
- Mahouz., Boubekour., 2022.** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de source d'Ain Guettara –Wilaya de Tiaret. P89. Mém Master. F.snv. Université Ibn Khaldoun de Tiaret.
- Mireille D., 1996.** L'eau dans tous ses états, Édition Marketing S.A, 102p.
- Nechad I., Fadil K., Fadil F., 2014.** Qualité physicochimique des eaux des sources Ain Regrag et Ain Sidi Bouali dans la région de Sefrou (Moyen Atlas, Maroc), Larhyss Journal. 127-146p.
- Nouayti N., Khattach D., Hilali M., 2015.** Evaluation de la qualité physicochimique des eaux souterraines des nappes du Jurassiques du haut bassin de Ziz (haut Atlas central, Maroc), J. Mater. Environ. Sci 6(4) (2015) 1068-1081.
- OMS., 2004.** Liens entre l'eau, l'assainissement, l'hygiène et la santé faits et chiffres -mise à jour de novembre 2004. Genève.
- OMS., 1984.** Guide pratique pour l'eau potable et l'assainissement rural et urbain.
- OMS., 1994.** Directive de qualité de l'eau de boisson. Critères d'hygiène. 2eme édition. Vol 2. Genève.
- OMS., 2000.** Directives de qualité pour l'eau de boisson, 2ème Edition V2.
- OMS., 2003.** Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva. Switzerland.
- Ouali M.S., 2008.** Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux. 2ème édition. Office des publications universitaires.
- Oulbachir K., 2010.** Ecologie microbienne des sols sous différents compartiments granulométriques et différents étages bioclimatiques. Thèse de doctorat spécialité: écopédologie. Univ Oran p: 28.
- Pauling L., 1960.** The Nature of chemical bond. Cornell univ, press. Ttheca. New-York. P33.
- Ramade F., 2000,** Dictionnaire encyclopédique des pollutions, Edition science internationale. Paris.
- Rapport Scientifique sur l'Eau Santé Public., 2003.** Coliformes totaux, Dans Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine, Institut national de santé publique du Québec, 4p.

- Rejsek F., 2002.** Analyse de l'eau : Aspects et réglementaire et technique. Ed CRDP d'Aquitaine. France : 358 p.
- Rodier J., 1984.** Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 7 édition, DUNOD Paris.1365p.
- Rodier J., 1996.** L'analyse de l'eau, Tome 1, Ed DUNOD, paris, 345p.
- Rodier J., 2005.** Analyses de l'eau, 8<sup>ème</sup> Edition. Edition DUNOD.P46-57.
- Rodier J., 2009.** L'analyse de l'eau 9 ième Edition, Ed DUNDOD.
- Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L., 2005.** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats.. Ed. Dunod, Paris, 1384 p.
- Sari H., 2014.** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source «Attar» Tlemcen. Mémoire de Master. Université Abou-Bekr Belkaid, Tlemcen. 9-10- 35p.
- Si youcef S, 2015 :** Caractérisation physico-chimique et biologique des eaux de source et de robinet de la Commune de Ksar Chellala-Tiaret. Mém Ing. Université Ibn Khaldoun de Tiaret
- Sigg L., Belira Ph., Stumm W., 2000.** Chimie des milieux aquatiques, Chimie des eaux naturelles et des interfaces dans l'environnement. 3<sup>ème</sup> édition DUNOD, 567 p.
- Vaillant J., 1973.** Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution, Edition Eyrolles, paris.
- Verhille S., 2013.** Les indicateurs microbiens dans l'évaluation de l'eau potable : interpréter les résultats de laboratoire et comprendre leur signification pour la santé publique. Centre de collaboration nationale en santé environnementale. 13p.
- Vilagines R., 2010.** Eau ; environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie.3eme Edition. Lavoisier. P : 20-21-23-61-62-65-67.
- Vilagines R., 2003.** Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. 2<sup>ème</sup> Edition : Tec et Doc. Lavoisier. 3p.
- Zella L., Smadhi D., 2006.** L'eau, la gouvernance et l'éthique, Edition OPU, 131 p.

## **Résumé :**

Les sources d'eau potable, telles que les eaux souterraines, sont souvent menacées par la pollution causée par les activités humaines, telles que l'agriculture, l'industrie et les déchets urbains. Cette étude avait pour but d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de source de Sebain dans la région de Tiaret selon les normes de potabilité pour le contrôle de la consommation d'eau et de maintenir la santé du consommateur. D'après les résultats obtenus, les valeurs trouvées pour évaluer la potabilité sont inférieures aux valeurs maximales admissibles et conformes aux normes Algériennes et aux recommandations de l'OMS sauf pour les nitrates qui dépassent les normes admises pour l'eau potable. Les analyses bactériologiques révèlent l'absence des germes pathogènes de contamination. Ces résultats obtenus montrent que l'eau de source étudiée est donc considérée comme non potable à cause de sa teneur en nitrates qui dépasse les normes recommandées. Cette pollution constitue une menace majeure sur la santé humaine.

**Mots clés :** Eau de source, qualité, physico-chimie, bactériologie, consommation.

## **ملخص:**

غالبًا ما تكون مصادر مياه الشرب، مثل المياه الجوفية، مهددة بالتلوث الناجم عن الأنشطة البشرية، مثل الزراعة والصناعة والنفايات الحضرية. هذه الدراسة تهدف إلى تقييم الجودة الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية لمياه منبع سبعين بمنطقة تيارت وفقا لمعايير الصلاحية للشرب للتحكم في استهلاك المياه والحفاظ على صحة المستهلك. ووفقا للنتائج التي تم الحصول عليها، فإن القيم الموجودة لتقييم صلاحية الشرب كانت دائما أقل من القيم القصوى المسموح بها وتتوافق مع المعايير الجزائرية والتي تجاوزت معايير منظمة الصحة العالمية والجزائرية. باستثناء النترات التي تتجاوز المعايير المقبولة لمياه الشرب. تكشف التحاليل البكتريولوجية عن عدم وجود جراثيم التلوث المسببة للأمراض. وتظهر هذه النتائج أن مصدر المياه المدروسة يعتبر غير صالح للشرب بسبب محتواه من النترات الذي يتجاوز المعايير الموصى بها. يشكل هذا التلوث خطرا كبيرا على صحة الإنسان.

**الكلمات المفتاحية:** ماء منبع، نوعية، فيزيو- كيميائية، بكتريولوجيا، استهلاك.