

# 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"

## Thème

**Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique  
et microbiologique des eaux de source de Sebain – Wilaya de Tiaret.**

Membres du jury :

- Présidente : Mme. OULBACHIR Karima
- Promoteur : Mr. BENAHMED Mohamed
- Examinatrice : Mme. BOUCHENAFI Nadia

Présenté par:

- ATTASSI Hanane
- BOUHACIDA Denia

Année universitaire : 2019 – 2020

# Remerciements

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

*Nous tenons à remercier vivement notre Promoteur  
Mr. **BENAHMED Mohamed** d'avoir accepté de diriger ce travail et pour leurs  
précieux conseils et leurs encouragements durant le déroulement de ce travail.*

*Nos vifs remerciements s'adressent à :*

*Mme. **OULBACHIRE Karima** qui nous a fait l'honneur  
de bien vouloir présider le jury.*

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

*Nos vifs remerciements à tous les enseignants du Département  
« Nutrition et Technologie Agro-Alimentaire ».*

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

*Nous remercions également **Mr. Maghni Benchohra** enseignant  
de la faculté des sciences de la nature et de la vie.*

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

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail :*

*A tous ceux que j'aime commençant par mes très chers parents.*

*A mon père Tahar qui ma apporté le courage et la volonté et qui m'a prêté toute son attention pour me guider sur le droit chemin.*

*A ma mère Fatima pour leur amour inestimable, leur confiance, leur soutien, leurs sacrifices et toutes les valeurs qu'elle a su m'inculquer.*

*A mes frères Rabah, Nour Edine, Abd Erazak, Boularbah.*

*A mes soeurs Fatiha, Reguia, Ghania.*

*A mes amies Donia, Aicha, Atika, Nawal, Houria, Nadia, Zahra, Sara.*

*A ma chère amie et binôme Donia.*

*A toute la promotion 2019.*

## Hanane

# Dédicace

*Je dédie ce mémoire à:*

*Mes chers parents :*

*Mon père SAAD : Merci pour votre amour et les sacrifices qui ont fait ma réussite.*

*Ma mère KHEIRA : Je te remercie pour votre patience et amour et soutien.*

*Mon promoteur : Mr. BENAHMED Med.*

*Merci beaucoup pour votre soutien à tous égards.*

*Mon binôme et ma belle Hanane ma très chère amie et ma sœur merci pour votre soutien et vos bons conseils et tous les moments et les rires partagés si dieu le veut notre amitié durera.*

*Mes très chères sœurs : Samira, Hanen, Amel, Keltoum, Saida, Bakhta  
merci pour vos encouragements.*

*Mes très chers frères : Dadi, Bakhawla, Hocine, Ali qui sont toujours à mes côtés.*

*Mes très chers enfants : Samira, Ayoub, Saad, Hacina, Ritadj, Wissem, Ibtissem الله يرحمها  
Dhekra, Karim, yassin, Hichem, Tayeb, Siradj, Soujoud, Tajdine, Meriem, Amir, Heithem.  
Je vous aime tous que dieu vous protège.*

*Les épouses de mes sœurs : Mohamed, Morad, hadj, mokhtar.*

*Mes très chères amies : Hanane, Atika, Nawel, Hiba, Houria, Nadia, Zahra, Fatima,  
ma sœur et mon amis pour notre amitié et tous les bons moments passés et à venir.*

*À tous mes amis de la spécialité science du sol (2018/2019/2020).*

*Mes professeurs que se soit du primaire me rahou saad, mm goujile Fatima الله يرحمها  
Du moyen et secondaire et les enseignants supérieurs.*

## Denia

# **SOMMAIRE**

## SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction Générale..... 01

### Première Partie : Etude Bibliographique

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

I.1. Définition et structure moléculaire de l'eau.....	02
I.2. Importance de l'eau.....	03
I.3. L'état de l'eau dans la nature.....	04
I.3.1. L'état gazeux (vapeur).....	04
I.3.2. L'état solide (glace).....	04
I.3.3. L'état liquide.....	05
I.4. Cycle de l'eau.....	05
I.5. Différents types d'eau.....	07
I.5.1. Eaux de pluie.....	07
I.5.2. Eaux de surface.....	07
I.5.3. Eaux de rivière (partie amont).....	07
I.5.4. Eaux de rivière (partie aval).....	07
I.5.5. Eau de lac.....	08
I.5.6. Eaux souterraines.....	08
I.5.7. Eaux de mer.....	09
I.6. Propriétés physico-chimiques de l'eau.....	09
I.6.1. Propriétés physiques.....	09
I.6.1.1. Masse volumique.....	09
I.6.1.2. Propriétés thermiques.....	09
I.6.1.2.1. Chaleurs massique (ou capacité thermique massique).....	09
I.6.1.3. La viscosité.....	09
I.6.1.4. La tension superficielle.....	10
I.6.1.5. Propriétés électriques.....	10
I.6.1.5.1. Constante diélectrique.....	10
I.6.1.5.2. La conductivité électrique.....	10
I.6.1.6. Propriétés optiques.....	10
I.6.2. Propriétés chimiques.....	10
I.6.2.1. L'eau solvant.....	11
I.6.2.2. Ionisation.....	11
I.6.2.3. Oxydoréduction.....	11

I.6.3. Propriétés biologiques.....	12
I.7. L'eau potable.....	12
I.7.1. Notion de potabilité.....	12
I.7.2. Les normes de qualité de l'eau potable.....	13
I.7.3. Besoin en eau potable.....	13
I.8. L'eau dans le monde.....	14

## Chapitre II : Qualité des eaux

II.1. Pollution des eaux.....	15
II.1.1. Qualité de l'eau.....	15
II.1.1.1. Qualité microbiologique.....	15
II.1.1.2. Qualité chimique.....	16
II.1.1.3. Qualité organoleptique.....	16
II.1.1.3.1. Couleur et goût.....	16
II.1.1.3.2. Odeur et saveur.....	16
II.1.1.3.3. Turbidité.....	17
II.1.1.3.4. Température.....	17
II.1.1.3.5. pH.....	17
II.2. Eléments spécifiques de la pollution.....	17
II.3. Pollutions des eaux souterraines.....	18
II.4. Pollution des eaux de surface.....	18
II.5. L'origine de pollution des eaux.....	19
II.5.1. La pollution naturelle.....	19
II.5.2. Pollution d'origine atmosphérique.....	19
II.5.3. Pollution d'origine agricole.....	19
II.5.4. Pollution d'origine domestique.....	19
II.5.5. Pollution d'origine industrielle.....	20
II.5.6. Les eaux usées.....	20
II.5.7. La pollution par les matières en suspension (MES).....	20
II.6. Paramètres physico-chimiques de la pollution.....	20
II.6.1. Paramètres physiques.....	20
II.6.1.1. Les matières en suspension (MES).....	20
II.6.1.2. Les matières décantables et non décantables.....	21
II.6.2. Paramètres chimiques.....	21
II.6.2.1. La demande biochimique en oxygène DBO.....	21
II.6.2.2. La demande chimique en oxygène DCO.....	21
II.7. Différents types de pollution des eaux.....	21
II.7.1. Pollution physique.....	21
II.7.1.1. Pollution thermique.....	21

II.7.1.2. Pollution radiochimique.....	22
II.7.2. Pollution chimique.....	22
II.7.2.1. Pollution agricole.....	22
II.7.2.2. Pollution par le pétrole.....	22
II.7.2.3. Pollution par les détergents.....	23
II.7.2.4. Pollution par les métaux lourds.....	23
II.7.3. Pollution biologique et microbiologiques.....	24
II.7.4. Pollution organique.....	24
II.7.5. Pollution par les lactosérums.....	25
II.8. Les effets de la pollution.....	26
II.9. Conséquences de la pollution des eaux.....	26
II.9.1. Conséquences sanitaires.....	26
II.9.2. Conséquences écologiques.....	26
II.9.3. Conséquences esthétiques.....	26
II.9.4. Conséquences industrielles.....	27
II.9.5. Conséquences agricoles.....	27

## Deuxième Partie : Matériel & Méthodes

I. Objectif du travail.....	28
II. Présentation de wilaya de Tiaret.....	28
II.1. Présentation de la Source de Sebain.....	29
II.2. Situation de la Source de Sebain.....	29
II.3. Etude climatique.....	30
II.3.1. Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gaussien.....	30
II.3.2. Le quotient pluviométrique.....	30
III. Echantillonnage.....	31
III.1. Techniques d'échantillonnage.....	31
III.2. Compagnes de prélèvement.....	32
III.3. Transport et conservation au laboratoire.....	32
IV. Analyses physico-chimiques.....	32
IV.1. Analyses physiques.....	32
IV.1.1. Mesure de la température (T°C).....	32
IV.1.2. Conductivité électrique (CE).....	33
IV.1.3. Potentiel hydrogène (pH).....	33
IV.1.4. La matière solide dissoute totale (TDS).....	34
IV.2. Les analyses chimiques.....	34
IV.2.1. Détermination du calcium (Ca <sup>++</sup> ) et du magnésium (Mg <sup>++</sup> ).....	34
IV.2.1.1. Le calcium (Ca <sup>+2</sup> ).....	35
IV.2.1.2. Le magnésium (Mg <sup>+2</sup> ).....	35

IV.2.2. Les chlorures (Cl <sup>-</sup> ).....	36
IV.2.3. Ion Bicarbonates (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	37
IV.2.4. Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	37
IV.2.5. Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	38
IV.2.6. L'ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	38
IV.2.7. Les phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ).....	39
IV.2.8. Les sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ).....	39
IV.2.9. Détermination du titre alcalimétrique (TA).....	40
IV.2.10. Dosage du titre alcalimétrique complet (TAC).....	40
IV.2.11. Dosage de la dureté totale (titre hydrotimétrique TH).....	41
IV.2.12. Dosage des matières organiques (MO).....	41
V. Analyse bactériologiques.....	42
V.1. Recherche des coliformes totaux.....	44
V.2. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux.....	44
V.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	44
V.4. Recherche et dénombrement des germes totaux.....	45

### Troisième Partie : Résultats & Discussion

I. Résultats des analyses physico-chimiques.....	46
I.1. Le potentiel d'hydrogène (pH).....	46
I.2. La température.....	47
I.3. La conductivité électrique (CE).....	48
I.4. Turbidité (NTU).....	48
I.5. Titre d'alcalimétrique complet TAC.....	49
I.6. Taux des sels dissous TDS.....	49
I.7. La dureté totale (TH).....	50
I.8. Le calcium (Ca <sup>++</sup> ).....	50
I.9. Le magnésium (Mg <sup>++</sup> ).....	51
I.10. Les chlorures (Cl <sup>-</sup> ).....	52
I.11. Les bicarbonates (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	52
I.12. Les sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ).....	53
I.13. Les phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ).....	53
I.14. Les nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	54
I.15. Les nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	54
I.16. L'ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	55
I.17. La matière organique.....	55
II. Résultats des analyses bactériologiques.....	56
II.1. Microorganismes indicateurs de pollution fécale.....	56
II.1.1. Les Coliformes totaux et fécaux.....	56

<b>II.2. Streptocoque fécaux.....</b>	<b>57</b>
<b>II.3. Les Clostridium sulfito-réducteurs.....</b>	<b>57</b>
<b>II.4. Les Germes totaux.....</b>	<b>57</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>58</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>59</b>
<b>Résumé</b>	

## LISTE DES FIGURES

Figure 01 : Molécule d'eau.....	45
Figure 02 : Structure de l'eau à l'état gazeux.....	46
Figure 03 : Structure tétraédrique de l'eau à l'état solide ou liquide.....	47
Figure 04 : Schéma du cycle de l'eau.....	45
Figure 05 : Situation géographique de la wilaya de Tiaret.....	46
Figure 06 : Source de Sebain, wilaya de Tiaret.....	47
Figure 07 : Diagramme ombrothermique de la zone d'étude.....	45
Figure 08 : Emplacement de la station de Tiaret dans le climagramme d'EMBERGER.....	46
Figure 09 : L'appareil de filtration sur membrane (rampe de filtration).....	47
Figure 10 : pH de l'eau source de Sebain.....	45
Figure 11 : Température de l'eau de source de Sebain.....	46
Figure 12 : Conductivité électrique de l'eau de source de Sebain.....	47
Figure 13 : Turbidité (TH) de l'eau de source de Sebain.....	45
Figure 14 : Titre d'alcalimétrique complet (TAC) de l'eau de source de Sebain.....	46
Figure 15 : Taux des sels dissous (TDS) de l'eau de source de Sebain.....	47
Figure 16 : Dureté totale (TH) de l'eau source de Sebain.....	45
Figure 17 : La teneur en calcium dans l'eau de source Sebain.....	46
Figure 18 : La teneur en magnésium dans l'eau de source de Sebain.....	47
Figure 19 : Teneur en chlore dans l'eau de source de Sebain.....	45
Figure 20 : Teneur en bicarbonates dans l'eau de source de Sebain.....	46
Figure 21 : Teneur en sulfates dans l'eau de source de Sebain.....	47
Figure 22 : Teneur en phosphates dans l'eau de source de Sebain.....	45
Figure 23 : Teneur en nitrates dans l'eau de source de Sebain.....	45
Figure 24 : Teneur en nitrites dans l'eau de source de Sebain.....	46
Figure 25 : Teneur en ammonium dans l'eau de source de Sebain.....	47
Figure 26 : Teneur en matière organique dans l'eau de source de Sebain.....	45

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 01 : Les normes des paramètres physico-chimiques.....</b>	<b>46</b>
<b>Tableau 02 : Volume d'eau terrestre sous forme liquide, solide, gazeuse.....</b>	<b>47</b>
<b>Tableau 03 : Les normes des paramètres microbiologique.....</b>	<b>45</b>
<b>Tableau 04 : Principaux type de pollution des eaux, leurs natures et leurs causes.....</b>	<b>46</b>
<b>Tableau 05 : Les analyses biologiques réalisées.....</b>	<b>47</b>
<b>Tableau 06 : Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de source Sebain.....</b>	<b>45</b>
<b>Tableau 07 : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau étudiée.....</b>	<b>45</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

La question de la qualité de l'eau au sein des programmes humanitaires se pose essentiellement en termes de consommation humaine et d'irrigation et la mauvaise qualité de l'eau peut être induite par des activités anthropiques ou par des phénomènes naturels. D'après l'organisation mondiale de la santé (OMS) la qualité d'une eau est définie par des paramètres physiques, chimiques et biologiques, mais aussi l'usage de cette eau.

L'eau souterraine tout d'abord, grâce à sa filtration naturelle dans le sol, reste la plupart du temps à l'abri de bactérie ou d'éléments indésirables, son gout est excellent, elle est donc d'une parfaite qualité (Horst, 1970).

L'eau est l'élément essentiel pour tout être vivant et son importance dans la vie dépend de l'augmentation du niveau de vie, de l'évolution technique et de l'augmentation du nombre de la population. Au cours des dernières décennies, les problèmes relatifs à la protection et à l'utilisation des ressources en eau se sont accentués dans le monde. Les problèmes d'eau affectent aussi bien les pays en voie de développement, aux ressources économiques limités, que les pays développés.

En Algérie, l'évaluation des ressources en eau potable a mis en évidence une situation tendue en matière de ressources en eau. Pour cette raison, nous avons essayé dans ce travail à effectuer une étude qualitative et quantitative du point de vue physicochimique et bactériologique de l'eau de source de Sebain dans la wilaya de Tiaret en se basant sur les normes Algériennes (JORA) et les normes internationales (OMS) de potabilité des eaux de consommation et la réglementation en vigueur, ceci pour assurer la santé et le bien-être du consommateur.

Ce mémoire est divisé en trois parties, dont la première partie nous présentons une étude bibliographique sur l'eau d'une façon générale et les diverses pollutions qui affectent l'eau et la qualité de l'eau. Dans la deuxième partie nous présentons la zone d'étude et les méthodes d'analyses. La troisième partie est consacrée à la présentation des résultats obtenus suivi d'une discussion. Enfin, cette étude se terminera par une conclusion générale.

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

# **Chapitre I**

## **Généralités sur l'eau**

## I.1. Définition et structure moléculaire de l'eau

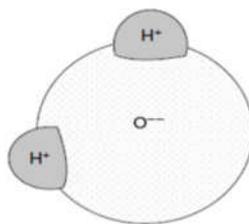
Selon Gerard (2000), l'eau en latin est dit "aqua", est une substance liquide transparente, sans saveur ni odeur ni couleur. Elle est également appelée solvant universel, car elle peut dissoudre plusieurs corps. L'eau est un élément important dans la vie. Elle est composée chimiquement de deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène, dont la formule brute est  $H_2O$ .

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  $H_2O$ . L'eau en tant que liquide est considérée comme un solvant universel, il se congèle à  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , il peut devenir vapeur à  $100\text{C}^{\circ}$  qui est sa température d'ébullition, mais ces principales caractéristiques sont qu'il est inodore, incolore et sans goût (Gerard. G ; 1999).

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.

Sa formule peut s'écrire de façon très simple :  $H_2O$  (ce qui signifie que cette molécule résulte de l'union d'un atome d'oxygène avec deux atomes d'hydrogène). L'eau est en effet la substance minérale la plus répandue à la surface du globe. Elle en constitue l'hydrosphère. Son volume est estimé à  $1385.10^6\text{ Km}^3$ , dont environ 97,4% dans les océans (couvrant 71% de la surface terrestre), 2% sous forme de glace et 0.6 seulement (de l'ordre de  $8.10^6\text{ km}^3$ ) constituant les eaux douces continentales (y compris les nappes souterraines et l'humidité des sols) (Degrement, 1978).

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).



**Figure 01 : Molécule d'eau (Spellman et Frank, 2008).**

**I.2. Importance de l'eau**

L'eau a une importance considérable car d'une part, elle intervient dans la nutrition des plantes à la fois directement, en tant que véhicule des éléments nutritifs dissous et d'autre part c'est l'un des principaux facteurs de la pédogenèse qui conditionne la plus part des processus de formation des sols (Duchaufour ; 1988).

L'eau joue un rôle important pour la vie, la santé, l'accès à l'hygiène et au confort. Elle constitue d'un autre côté le vecteur de nombreuses maladies à transmission hydrique comme la brucellose, la tuberculose, la fièvre typhoïde, le choléra et les diarrhées, pour ne citer que ces quelques maladies qui tuent des milliers de personnes chaque année à travers le monde (Ouahdi A., 1995).

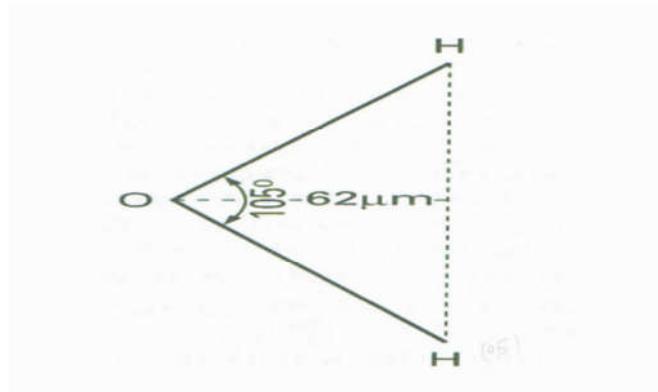
L'eau, c'est la vie ! Elle est essentielle dans tous les actes de notre existence, que ce soit pour boire, pour préparer la nourriture ou se laver, pour satisfaire les besoins industriels, pour gérer durablement les ressources naturelles ou conserver l'environnement, un approvisionnement régulier en eau potable est fondamental pour la vie et la santé des hommes (Liniger et Weingartner, 1998). De tout temps, la quantité et la qualité de l'eau à la disposition des êtres humains ont été un facteur de bien de disparition.

Des civilisations se sont disparues par manque d'eau. L'importance pratique de l'eau est liée tout d'abord à des raisons biologiques intéressant l'ensemble des êtres vivants sur la terre. L'eau est, en effet, le constituant principal des tissus animaux et végétaux de 65- à 70- pour l'homme (Defranceschi, 1996).

### I.3. L'état de l'eau dans la nature

#### I.3.1. L'état gazeux (vapeur)

L'état gazeux correspond exactement à la formule  $H_2O$  et en particulier au modèle angulaire (Degrement, 1978).



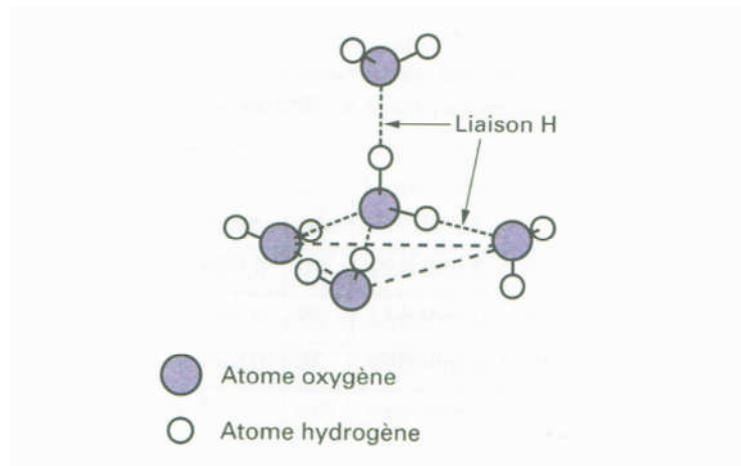
**Figure 02 : Structure de l'eau à l'état gazeux (Degrement, 1978).**

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  $105^\circ$  à une distance du noyau d'oxygène de 0,062 nm, Il est obtenu à partir de  $100^\circ C$  à la pression atmosphérique, l'état gazeux est caractérisé par une absence de forme (Mireille, 1996).

#### I.3.2. L'état solide (glace)

L'arrangement élémentaire consiste en une molécule d'eau centrale et de quatre périphériques, l'ensemble affectant la forme d'un tétraèdre (figure 03) (Degrement, 1978).

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  $0^\circ C$  sous la pression atmosphérique, celle-ci est appelée état de glace qui possède une structure cristalline régulière (Mireille, 1996).



**Figure 03 : Structure tétraédrique de l'eau à l'état solide ou liquide (Degrement, 1978).**

### I.3.3. L'état liquide

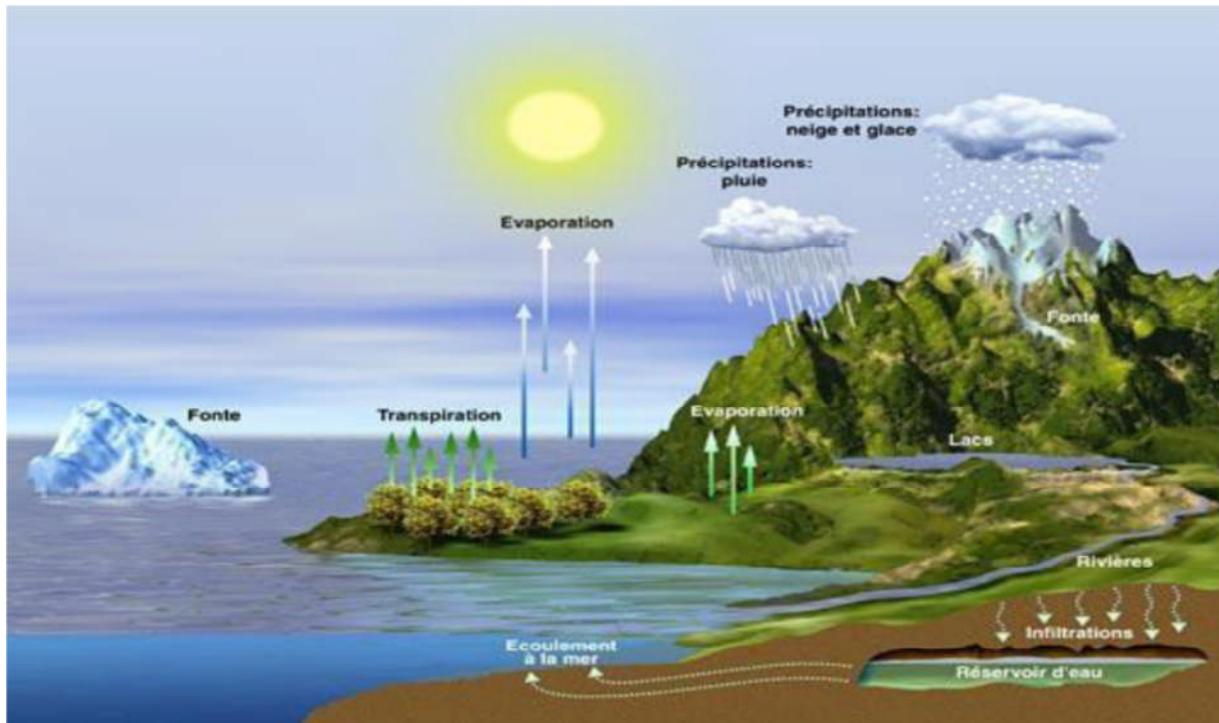
Le passage à l'état liquide à partir de la constitution caverneuse de la glace: à mesure que la température augmente, les creux se remplissent jusqu'à effondrement complet de la structure cristalline après fusion, Dans l'eau liquide le modèle structure de la base tétraédrique est encore analogue à celui de la glace ; mais les petite agrégats de molécules liées sont mélangés avec des molécules libre, qui les remplacent progressivement au fur et à mesure que la température croit, jusqu'au point d'ébullition ou toutes les molécules d'eau deviennent libres en phase vapeur comme évoqué plus haut (Degrement, 1978).

### I.4. Cycle de l'eau

Le cycle de l'eau est avant tout favorisé par le rayonnement solaire. De manière qualitative, on peut le décrire de la manière suivante : L'eau s'évapore dans l'atmosphère à partir des eaux de surface (par exemple les lacs), mais aussi à partir du sol et des plantes, elle est alors transportée sous forme des nuages. Elle retourne ensuite vers la terre à partir des nuages sous forme de précipitation, soit elle atteint la surface des lacs ou des mers, soit elle atteint la nappe phréatique à travers le sol (Bliefert et Perraud 2001).

Selon, Gerad. T et *al*, 2000. Dans la majorité des situations, et particulièrement sous nos climats tempérés, l'eau consommée par une plante pour croître et se développer a trois origines : Les pluies, La réserve du sol sont naturellement disponibles pour la plante. En fait, la pluie (généralement hivernale) est à l'origine des réserves du sol qui les stocke dans la limite de ses possibilités. On peut donc qualifier les pluies et les réserves du sol de ressources « naturelles ». Á l'inverse, l'irrigation nécessite des aménagements et des outils pour rendre cette ressource complémentaire accessible aux plantes.

La figure suivante représente les différentes étapes qui suivent l'eau au sein de cycle dans la nature.



**Figure 04 : Schéma du cycle de l'eau (Bliefert et al., 2001).**

Le cycle de l'eau pris dans son ensemble regroupe deux branches bien distinctes, bien que couplées entre elles, le cycle de l'eau dans l'atmosphère d'une part, le cycle de l'eau dans le sol d'autre part, la première branche, atmosphérique est la partie la plus visible du cycle (nuage, précipitation...). Elle est caractérisée par une circulation rapide de l'eau, essentiellement sous forme vapeur (le temps moyen de résidence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère est de l'ordre de 8 jours) et elle interagit directement avec le fonctionnement de l'atmosphère elle-même par contraste. Le cycle de l'eau dans le sol passe essentiellement en phase liquide, il est marqué par une vitesse de circulation de l'eau relativement lente, et l'eau qui parcourt cette branche du cycle est pour un temps soustraite à toute interaction avec la branche atmosphérique, du fait même de la présence de deux branches distinctes du cycle, les processus physiques qui se produisent à leur interface revêtent une grande importance. Il faut également préciser que seule une très faible fraction de la quantité totale d'eau présente sous la planète terre (de l'ordre de 1,4 milliards de  $\text{Km}^3$ ) circule, la majeure partie (plus de 97 %) étant stockée dans les océans, à quoi il faut ajouter environ de 2 % stockées dans les calottes glaciaires et les glaciers (Vaillant, 1973 in (Dahmani H, 2007).

## **I.5. Différents types d'eau**

### **I.5.1. Eaux de pluie**

Les eaux des pluies sont des eaux de bonne qualité pour l'alimentation humaine. Elles sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissous. Comme les sels de magnésium et de calcium; elles sont donc très douces. Dans les régions industrialisées, les eaux de pluie peuvent être contaminées par des poussières atmosphériques. La distribution des pluies dans le temps ainsi que les difficultés de captage font que peu de municipalités utilisent cette source d'eau (Gibraltar constitue, à cet égard un cas isolé) (Raymond D, 1997).

### **I.5.2. Eaux de surface**

On peut répartir les eaux de surface en trois catégories: eaux de rivière (partie amont), eaux de rivière (partie aval), et eaux de lac. La dureté de toutes les eaux de surface est modérée (Raymond D, 1997).

### **I.5.3. Eaux de rivière (partie amont)**

L'amont d'une rivière est en générale situé dans une région montagneuse. Où la densité de population est faible et les industries pratiquement inexistantes. Les principales caractéristiques de ces eaux sont présentées ci-dessous :

- Turbidité élevée.
- Contaminations bactérienne faible.
- Température froide.
- Indice de couleur faible (Raymond D, 1997).

### **I.5.4. Eaux de rivière (partie aval)**

L'aval d'une rivière est en générale situé dans une région où la population est dense, l'agriculture développée et les industries plus ou moins nombreuses. Les eaux y sont donc habituellement de moins bonne qualité et plus difficile à traiter qu'en amont. Les principales caractéristiques de ces eaux sont présentées ci-dessous.

- Contaminations bactérienne élevée.
- Contaminations organique et inorganique élevée.
- Indice de couleur pouvant être élevée (Raymond D, 1997).

**I.5.5. Eau de lac**

On peut considérer un lac comme un bassin naturel de décantation dont la période de rétention est longue. La turbidité de l'eau y est donc faible et la contamination bactérienne habituellement peu importante. Les caractéristiques des eaux de lac varient très lentement au cours d l'année, à l'exception de deux courtes périodes au printemps et à l'automne. Durant ces périodes, la différence de température entre les eaux de surface et les eaux profondes peut provoquer un renversement des eaux lac et en augmenter ainsi brusquement la turbidité (Raymond D, 1997).

**I.5.6. Eaux souterraines**

Les eaux souterraines constituent 22% des réserves d'eau douce. Leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Elles se réunissent en nappes (Claude, 1999). Ces eaux sont détectées dans les profondeurs des nappes phréatiques reflétant leurs propres caractères dont les plus importants sont :

La faible turbidité, une contamination bactérienne moins importante, une température constante avec un indice de couleur faible par contre leur concentration en fer et manganèse est très élevée (Gommella., 1978). Les eaux souterraines constituent 20% des réserves d'eaux soit environ 1000 millions de m<sup>3</sup>, leur origine est due l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Elles sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique, elles se réunissent en nappes ; il existe plusieurs types. (Rodier. J ; 1997).

Les eaux souterraines, enfouies dans le sol. Sont habituellement à l'abri des sources de pollution. Puisque les caractéristiques de ces eaux varient très peu dans le temps, les usines de purification n'ont pas à résoudre les problèmes dus aux variations brusques et importantes de la qualité de l'eau brute. Les principales caractéristiques des eaux souterraines sont présentées ci-dessous.

- Turbidité faible.
- Contaminations bactérienne faible.
- Température constante.
- Indice de couleur faible.
- Débit constante.
- Dureté souvent élevée.
- Concentration élevée de fer et de manganèse (Raymond D, 1997).

**I.5.7. Eaux de mer**

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Les eaux de mer sont caractérisées par leurs concentrations en sels dissous; c'est ce qu'on leur appelle leur salinité. La salinité de la plupart des eaux de mer varie de 33 000 à 37 000 mg /L. (Raymond D, 1909).

**I.6. Propriétés physico-chimiques de l'eau****I.6.1. Propriétés physiques**

Les Propriétés physiques les plus intéressantes pour les traitements des eaux sont les suivantes :

**I.6.1.1. Masse volumique**

Par tassement progressif de l'édifice moléculaire, La masse volumique varie avec la température et la pression (Degreant, 1978).

**I.6.1.2. Propriétés thermiques****I.6.1.2.1. Chaleurs massique (ou capacité thermique massique)**

Très élevée pour un liquide, elle vaut 4,18Kj. (Kg. °C)<sup>-1</sup> ou KJ. (kg.k)<sup>-1</sup> à 20°C. Elle varie avec la température en présentant un minimum de 4,178 KJ. (kg.k)<sup>-1</sup> à 30°C, pour remonter à 4,2159 KJ. (kg.k)<sup>-1</sup> à 100°C. (Degreant, 1978).

**I.6.1.2.2. Les enthalpies(ou chaleurs latentes)**

L'importance de la chaleur massique et de l'enthalpie de vaporisation fait que les grandes étendues d'eau à la surface de la terre constituent de véritables volants thermiques. C'est également la raison de l'utilisation de l'eau comme fluide caloporteur. (Degreant, 1978)

**I.6.1.3. La viscosité**

La viscosité de l'eau diminue lorsque la température croît. En revanche, elle augmente avec la teneur en sels dissous.

La pression agit d'une façon tout à fait particulière sur la viscosité absolue de l'eau. Contrairement aux autres liquides, une pression modérée, rend l'eau moins visqueuse aux basses températures (Degreant, 1978).

**I.6.1.4. La tension superficielle**

Elle est définie comme une force de traction qui s'exerce à la surface du liquide en tendant toujours à réduire le plus possible l'étendue de cette surface. La tension superficielle diminue avec l'augmentation de la température. L'addition de sels dissous augmente généralement la tension superficielle ( $= 74,6 \text{ Mn.m}^{-1}$  pour une solution aqueuse de NaCl à  $1 \text{ mol.l}^{-1}$ , à  $18^\circ\text{C}$ ) (Degrement, 1978).

**I.6.1.5. Propriétés électriques****I.6.1.5.1. Constante diélectrique**

La constante diélectrique de l'eau, de l'ordre de 80 farads stéradian par mètre, est l'une des plus élevées que l'on connaisse; c'est pourquoi l'eau possède un pouvoir ionisant très important (Degrement, 1978).

**I.6.1.5.2. La conductivité électrique**

L'eau est légèrement conductrice. La conductivité de l'eau la plus pure que l'on ait obtenue est de 4,2 microsiemens par mètre à  $20^\circ\text{C}$ . Elle augmente lorsque des sels sont dissous dans l'eau et elle varie en fonction de la température (Degrement, 1978).

**I.6.1.6. Propriétés optiques**

La transparence de l'eau dépend de la longueur d'onde de la lumière qui la traverse. Si l'ultraviolet passe bien, l'infrarouge, si utile au point de vue physique et biologique, pénètre à peine. L'eau absorbe fortement l'orangé et le rouge dans le visible, d'où la couleur bleue de la lumière transmise en couche épaisse.

Cette transparence est souvent utilisée pour apprécier certaines formes de pollution et en conséquence, l'efficacité des traitements d'épuration, de même, elle conditionne l'emploi des ultraviolets en désinfection (Degrement, 1978).

**I.6.2. Propriétés chimiques**

L'eau est un excellent solvant. En effet, l'eau est le liquide qui dissout le plus grand nombre de substance. Ceci explique le fait que l'eau soit un milieu favorable au développement de la vie puisque l'on y trouve un grand nombre d'éléments primaires qui lui sont nécessaires. De plus, la dissolution des gaz dans l'eau permet par exemple aux poissons de respirer puisqu'ils vont pouvoir extraire l'oxygène dissous. La salinité de l'eau de mer résulte également du pouvoir dissolvant de l'eau. Ce pouvoir dissolvant est dû à sa forte

constante diélectrique qui est définie comme le rapport entre l'intensité d'un champ électrique dans le vide et le champ dans le corps considéré (Andre M et Christophe ; 2004).

L'enthalpie de formation de la molécule d'eau,  $242\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ , est élevée. Il s'ensuit que l'eau possède une grande stabilité. Cette stabilité, associée à ses propriétés électriques, forte polarité ( $\mu = 1,84 \text{ D}$ ) et constante diélectrique élevée ( $\epsilon = 78,5 \text{ F}\cdot\text{sr}\cdot\text{m}^{-1}$ ), la rend particulièrement apte à la mise en solution de nombreux corps. La plupart des substances minérales peuvent se dissoudre dans l'eau, ainsi qu'un grand nombre de gaz et de produits organiques (Degrement, 1978).

### I.6.2.1. L'eau solvant

Le pouvoir solvatant de l'eau (molécule dipolaire) provoque l'altération partielle ou complète de divers liens entre les atomes (dissociation) et dans les molécules (ionisation) du corps à dissoudre pour les remplacer par de nouveaux liens avec ses molécules propres (hydratation), et forger de nouvelles structures dispersées. Une solvation complète est une dissolution (Degrement, 1978).

### I.6.2.2. Ionisation

Un composé minéral dissous dans l'eau se dissocie plus ou moins avec apparition d'ions chargés négativement (anions) et positivement (cations). Le corps dissous est appelé électrolyte ; il transporte la courant électrique.



L'eau elle-même est partiellement dissociée en ions suivant la réaction réversible :



Le proton  $\text{H}^+$  n'existe pas à l'état libre en solution aqueuse. Chaque ion hydrogène se combine avec une molécule d'eau pour former l'ion hydroxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$ , proton hydraté.

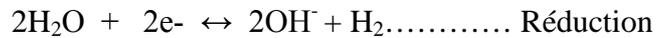


Ainsi, dans l'eau, on trouve à la fois des molécules  $\text{H}_2\text{O}$ , des ions hydroxydes  $\text{OH}^-$  et hydroxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$ . (Degrement, 1978)

### I.6.2.3. Oxydoréduction

Les phénomènes d'oxydoréduction présentent une grande importance dans tous les domaines du traitement de l'eau, toutes les fois que sont impliqués des éléments capables de changer de nombre d'oxydation.

L'eau elle-même peut participer, suivant les conditions expérimentales, à des réactions d'oxydoréduction avec comme réactions possibles : (Degrement, 1978)



### I.6.3. Propriétés biologiques

S'il ne nous appartient pas ici développer de manière détaillée le rôle de l'eau dans les mécanismes de l'apparition de la vie sur terre et son maintien, il n'en reste pas moins qu'il est nécessaire de souligner l'importance de l'eau pour le milieu vivant. On considère généralement que l'atmosphère primitive de la terre était constituée d'un mélange d'hydrogène, d'oxygène, d'azote et de carbone. Cette composition a permis la formation de molécules très stables telles que la méthane, l'ammoniac et l'eau qui sont à l'origine des constituants élémentaires indispensables à la vie. L'eau va ainsi jouer un rôle fondamental dans les réactions qui vont conduire à la formation d'acide aminé (Andre. M et Christophe H ; 2004).

À titre d'illustration, la combinaison de l'eau et du méthane permet d'obtenir une molécule de formaldéhyde qui, combinée avec de l'acide cyanhydrique (mélange de méthane et d'ammoniac), conduit à la formation d'un acide aminé simple, la glycine. D'un autre côté, l'addition de cinq molécules de formaldéhyde donne du ribose tandis que l'addition de cinq molécules d'acide cyanhydrique forme l'adénine (Andre M et Christophe H ; 2004).

Un second exemple du rôle biologique de l'eau réside dans le mécanisme de transformation de l'énergie solaire en énergie chimique essentiel au fonctionnement du milieu vivant. Cette réaction, la photosynthèse, utilise du gaz carbonique et de l'eau pour former une molécule de glucose. L'eau constitue ainsi une source d'électrons mais aussi d'oxygène gazeux nécessaire à la respiration (Andre M et Christophe H ; 2004).

## I.7. L'eau potable

### I.7.1. Notion de potabilité

La notion de potabilité désigne les caractères que doit présenter 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.

### I.7.2. Les normes de qualité 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 01 : Les normes des paramètres physico-chimiques.**

Substances	Les normes	
	OMS (2000)	J.O.R.A (2014)
Calcium $\text{Ca}^{++}$	200 mg/l	200mg/l
Magnésium $\text{Mg}^{++}$	150 mg/l	150mg/l
Chlorure $\text{Cl}^-$	300mg/l	500mg/l
Bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ )	300mg/l	300 mg/l
Sulfates ( $\text{SO}_4^-$ )	400 mg/l	400mg/l
Sodium	200 mg/l	250 mg/l
Potassium	12 mg/l	15 mg/l
Nitrite ( $\text{NO}_2^-$ )	0.1mg/l	0.1 mg/l
Nitrate ( $\text{NO}_3^-$ )	50mg/l	50mg/l
Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )	0.5mg/l	0.5 mg/l
Les composés phosphorés	0.5 mg/l	0.5 mg/l
Matière organique (M.O)	5 mg/l	3 mg/l
Manganèse (Mn)	0.05 à 0.5 mg/l	0.5 mg/l
T°C	< 25	< 25
pH	6.5 < pH < 8.5	6.5 < pH < 8.5
CE ( $\mu\text{S/cm}$ )	2000	< 2800
Turbidité (NTU)	< 5	< 5

### I.7.3. Besoin en eau potable

Selon Mebarki (1984), les besoins en eau potable, sont actuellement les plus importants sur le plan quantitatif et seront encore de plus accrue avec le fort accroissement démographique, l'augmentation du degré d'urbanisation et du niveau de vie.

D'après Valiron (1989), il est très difficile de donner une valeur de la consommation en eau par habitant et par jour à cause des variations considérable entre les pays et même entre les régions d'un même pays. Ce chiffre varie de 20 à 300 l/hab/j.

Selon Engleman et Leroy in Feder et Lemoigne (1994) il fallait au minimum 100 litre d'eau par jour et par habitant pour protéger la santé. Quant à Dupont (1979), il indique qu'en zone rurale, les besoins peuvent être évalués forfaitairement à 125 litre par jour et par habitant. Dans une agglomération urbaine, ces besoins varient de 150 à 400 l/hab/j.

### I.8. L'eau dans le monde

L'eau est de toutes les matières la plus importante pour l'existence de l'homme. Elle est indispensable pour la survie et pour le développement de la société moderne.

A l'heure actuelle, la disponibilité en eau de bonne qualité est indispensable pour le bien être de l'homme. Hélas, sur la terre, nous ne trouvons pas l'eau qui réponde aux exigences qualitatives exigées pour l'eau potable, c'est-à-dire que l'eau doit être :

Claire, inodore, de saveur agréable aussi pauvre en germes microbiens que possible et en matières en suspension ne pas renfermer de substances chimiques pouvant provoquer des maladies ne pas contenir des substances la rendant inutilisable pour la cuisine et le blanchissage ne pas avoir des propriétés agressives vis à vis des canalisations (métaux, ciments).

Dans le monde, les eaux qui répondent à ces conditions sont très peu nombreuses ainsi que nous allons le voir dans le tableau ci-après (Kettab A, 1992).

**Tableau 02 : Volume d'eau terrestre sous forme liquide, solide, gazeuse (Kettab A, 1992) (Kettab A, 1992).**

	Volume (km <sup>3</sup> )	%
Océans	1.348.000.000	97,39
Icebergs, glaciers	27.820.000	2,01
Nappes, humidité du sol	8.062.000	0,58
Lacs et rivières	225.000	0,02
Atmosphère	13.000	0,001
TOTAL	1384.120.000	100,000
Eau douce	36.020.000	2,60

# **Chapitre II**

## **Qualité des eaux**

## II.1. Pollution des eaux

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.

La pollution des eaux est l'un des problèmes essentiels de notre civilisation moderne. Elle continue à préoccuper les populations et les gouvernements. Il est nécessaire de trouver une utilisation optimale des eaux et les meilleures conditions de leur protection et de délimiter les risques de pollution pour les éliminer ou diminuer leurs effets nocifs ou gênants.

### II.1.1. Qualité de l'eau

#### II.1.1.1. Qualité microbiologique

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 J ; 1996) Les dénombrements bactériens 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 J ; 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 prises pour interdire la consommation de l'eau ou en assurant le traitement (Rodier J ; 1996).

**Tableau 03 : 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.1.1.2. Qualité chimique**

La qualité chimique de l'eau est l'ensemble des caractéristiques générales de l'eau et des concentrations de minéraux dissous dans l'eau. Elle dépend des types de matériaux présents dans le sol et du temps de contact de l'eau avec ces matériaux. Le terme technique qui désigne les éléments à analyser est « paramètres » (Catherine. G ; 2009).

**II.1.1.3. Qualité organoleptique****II.1.1.3.1. Couleur et goût**

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 apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (Rodier J ; 2005).

La couleur d'une eau peut être soit d'origine naturelle soit associée à sa pollution, l'estimation de la couleur est déduite d'un examen visuel de l'échantillon placé dans un récipient large et incolore (Mekkakia M, 2001).

Le goût peut être défini comme : l'ensemble des sensations gustatives, et de sensibilité chimique commune perçue lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche ; la propriété des produits provoquant ces sensations, cette mesure repose sur la finesse du sens gustatif de l'opérateur (Rodier J, 2009).

**II.1.1.3.2. Odeur et saveur**

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. 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 est provoquée par chacune de ces substances (Rodier J ; 2005).

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 J ; 2005).

Une eau potable doit être inodore, non seulement au moment mais encore après 10 jours en vase clos à la température de 26 °C (Mallevalle, 1991) .Les odeurs proviennent des produits chimiques, soit des matières organiques en décomposition soit des protozoaires.

Toute eau possède une certaine saveur qui lui est propre et qui est due aux sels et aux gaz dissous. Si elle renferme une trop grande quantité de chlore, l'eau aura une saveur saumâtre, si elle contient de forte quantité de sels de magnésium, l'eau aura un goût amer (Bouziani M ; 2000).

#### **II.1.1.3.3. Turbidité**

Selon Rodier (1978), la turbidité de l'eau est l'inverse de sa transparence. Elle est due à la présence des matières en suspension finement divisées telles que les argiles, grains de silice, matières organiques ...etc. La turbidité est d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. Les peuvent être classées en fonction de leur turbidité :

- Eau propre : 0 à 2 NTU
- Eau moyennement chargée : 2 à 20 NTU
- Eau chargée : 20 à 200 NTU

#### **II.1.1.3.4. Température**

La température de l'eau est un facteur important dans l'environnement aquatique du fait qu'elle régit la presque totalité des réactions physiques, chimiques et biologique. Certes, toute variation brusque de ce paramètre entraine une perturbation dans l'équilibre de l'écosystème aquatique (Apfelbaum, 1995).

Il est primordial de connaître la température d'une eau. En effet, elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et surtout des gaz, elle agitaussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau (Salghi R; 2016).

#### **II.1.1.3.5. pH**

Le pH mesure la concentration des ions  $H^+$  dans l'eau, caractère acide ou alcalin des eaux. La valeur du pH altère la croissance et la reproduction des micro-organisme existants dans une eau , la plupart des bactéries peuvent croître dans une gamme de pH comprise entre 5 et 9 ,l'optimum est situé entre 6,5 et 8 ,5 , des valeurs de pH inférieures à 5 ou supérieures à 8,5 affectent la croissance et la survie des micro-organismes (Salghi R ; 2016).

### **II.2. Eléments spécifiques de la pollution**

D'après Castany (1982). On pourra caractériser les éléments polluants selon les possibilités de dépollution qu'ils offrent, par exemple :

- ❖ éléments insolubles séparable physiquement (décantation, filtration, flottation) ;
- ❖ éléments séparables par voie chimique (précipitation, adsorption) ;
- ❖ éléments oxydables chimiquement (mesuré par la DCO) ;
- ❖ éléments biodégradables (mesuré par la DBO) ;
- ❖ éléments toxiques (les métaux lourds).
- ❖ colorants, etc....

### II.3. Pollutions des eaux souterraines

Les eaux souterraines ont, pendant longtemps, été synonymes d'eau propre répondant naturellement aux normes de potabilité, ces eaux sont en effet moins sensibles aux pollutions accidentelles lorsque une nappe souterraine a été polluée, il est très difficile de récupérer sa pureté originale : les polluants ayant contaminé la nappe sont en effet non seulement présents dans l'eau, mais également absorbés par les roches et minéraux du sous-sol.

Les eaux souterraines peuvent aussi contenir des éléments à des concentrations dépassant largement les normes de potabilité. Ceci est dû à la composition du terrain de stockage et pour certains de ces éléments au caractère réducteur de l'eau. On peut citer Fe, NH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S (Chaussaide et Mastrallet, 2005).

### II.4. Pollution des eaux de surface

Les eaux de surface sont rarement potables sans aucun traitement, les eaux de surface sont toujours plus ou moins polluées par divers rejets :

🚧 **D'origine urbaine** : les rejets provenant de la collecte des eaux résiduaires urbaines ERU, même après leur traitement en station d'épuration.

🚧 **D'origine industrielle** : polluants et micropolluants organiques (hydrocarbures solvants, produit de synthèses, phénol) ou inorganiques (métaux lourds, ammoniaque, produits toxiques).

🚧 **D'origine agricole** : engrais et produits pesticides (herbicides, insecticides, fongicides), entraînés par les eaux de pluie et de ruissellement, dans les zones d'élevage intensif, rejets riches en azote et phosphore ainsi qu'en pollution organique (Chaussaide et Mastrallet, 2005).

## **II.5. L'origine de pollution des eaux**

### **II.5.1. 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.5.2. 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).

### **II.5.3. 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.5.4. 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 .J, 1993).

### **II.5.5. 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.5.6. Les eaux usées**

Le rejet des eaux d'égouts dans les cours d'eau pose plusieurs problèmes. Tout d'abord parce qu'elle véhicule des agents pathogènes, l'eau polluée par les rejets d'eau usée est une menace par la santé publique, les eaux d'égouts génèrent aussi des problèmes environnementaux sérieux : l'enrichissement de l'eau en matières organique et la baisse de teneur en oxygène dissous des cours d'eau. L'enrichissement ou eutrophisation d'un plan d'eau est dû à la présence à des concentrations élevées d'azote et de phosphore, nutriments des végétaux aquatiques. des micro-organisme décomposes les matières organiques en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) ,en eau et en d'autre éléments inoffensifs ce processus de dégradation connus sous le terme de respiration cellulaire se fait en présence d'oxygène (aérobie), les poisons et les autre organismes des écosystème aquatique sains consomment aussi de l'oxygène , mais la capacité de dissolution de l'oxygène dans l'eau est limitée, et quand l'écosystème aquatique contient trop d'eau d'égouts, les micro-organismes décomposeur consomment la plupart d'oxygène dissous . il en reste peu pour les poissons et les autre animaux aquatiques, quand le taux d'oxygène est extrêmement bas, la faune quitte la pièce d'eau ou meurt (Raven Berg Hassezahl; 2008 in Benchaib A et Amieur F, 2016).

**II.5.7. La pollution par les matières en suspension (MES)**

Il s'agit de matières qui sont ni solubilisées ni colloïdales. On peut considérer qu'elles représentent un intermédiaire entre les particules minérales du type sable ou poussières de carbone et les particules de type mucilagineuse (Gaid ; 1984)

**II.6. Paramètres physico-chimiques de la pollution****II.6.1. Paramètres physiques**

D'après Gaid, (1984), les matières pondérables dans l'effluent se subdivisent en diverses formes que l'on peut représenter par :

**II.6.1.1. Les matières en suspension (MES)**

Il s'agit de matières qui sont ni solubilisées ni colloïdales, on peut considérer qu'elles représentent un intermédiaire entre les particules minérales du type sable ou poussières de carbone et les particules de type mucilagineuse (Gaid, 1984).

### **II.6.1.2. Les matières décantables et non décantables**

On distingue les fractions qui décantent en un temps donné (2 heures) suivant des conditions opératoires particulières (utilisation d'un cône inhoff ou coin).

Les matières non décantables sont celles qui restent dans le surnagent et qui vont donc être dirigées vers le procédé de traitement biologique ou chimique (Gaid, 1984).

### **II.6.2. Paramètres chimiques**

Les matières organiques nécessitent de l'oxygène pour leur métabolisation par les microorganismes. Cette demande en oxygène peut être représentée biologiquement ou chimiquement, suivant divers paramètres tels que la DBO (demande biochimique en oxygène) la DCO (demande chimique en oxygène), le carbone organique (Gaid, 1984).

#### **II.6.2.1. La demande biochimique en oxygène DBO**

Elle représente la quantité d'oxygène consommée par les microorganismes pendant une certaine durée, elle correspond à la quantité de l'oxygène nécessaire pour décomposer par oxydation, et avec l'intervention des bactéries, les matières organiques dans l'eau (Gaid, 1984).

#### **II.6.2.2. La demande chimique en oxygène DCO**

La demande chimique en oxygène traduit la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder chimiquement les matières organiques contenues dans l'effluent (Gaid, 1984).

### **II.7. Différents types de pollution des eaux**

Selon Ramade, (1998), on peut distinguer plusieurs catégories de pollution des eaux selon la nature et les usagers des polluants qui sont à l'origine de ces pollutions.

#### **II.7.1. Pollution physique**

##### **II.7.1.1. Pollution thermique**

La pollution thermique est due au rejet des eaux utilisées pour le refroidissement d'installation industrielle divers. Ce réchauffement engendre de nombreux inconvénients tels qu'appauvrissement des eaux en oxygène, action stimulante sur la vitesse de multiplication d'algues, croissance de l'activité bactérienne (Koller, 2004).

Ce nouveau type de pollution est causé par les rejets d'eau chaude provenant des systèmes de refroidissement des centrales électriques classique ou nucléaires. Le problème devient critique au moment où les centrales thermique nucléaires se développent car

l'échauffement qu'elles risquent de provoquer et sans commune mesure avec celui des centrales classiques (Tuffery in Pesson, 1976).

Selon Dupont (1981), certaines centrales thermiques ou nucléaires sont équipées de tours de réfrigération qui évitent les inconvénients du rejet direct. Celui-ci a pour conséquence d'entraîner une modification plus ou moins importante du milieu et de détruire l'équilibre naturel qui s'y était instauré. Pour des températures élevées, l'oxygène est anormalement bas, donc un approvisionnement du pouvoir autoépurateur du cours d'eau. La faune aquatique dépérit et des algues peuvent proliférer et développer des mauvais goûts.

Les changements des températures de l'eau peuvent entraîner des compositions d'espèces modifiées. La chaleur peut aussi désorganiser et modifier la chimie de l'environnement abiotique (Mackenzi et al, 2000).

### **II.7.1.2. Pollution radiochimique**

La pollution radiochimique est susceptible de provenir de différentes opérations du cycle du combustible : extraction et traitement des minéraux, fonctionnement des réacteurs, transport et traitement des combustibles usés ainsi que du conditionnement et du traitement des déchets. Le niveau du rejet actuel est très inférieur au niveau de la radioactivité naturelle due aux rayonnements cosmiques, à la radioactivité de l'écorce terrestre. En fait, les risques de pollution radioactive sont liés à d'éventuels accidents (Defranceschi, 1996).

### **II.7.2. Pollution chimique**

#### **II.7.2.1. Pollution agricole**

La pollution agricole présente la particularité d'être diffuse, les engrais et les pesticides étant répandus sur de vastes surfaces, l'agriculture moderne est aussi devenue une cause importante de pollution des sols et des eaux, par suite de l'usage systématique des engrais chimiques et des pesticides, dont certains présentent une telle toxicité qu'ils s'apparentent aux armes chimiques (Ramade, 1998).

#### **II.7.2.2. Pollution par le pétrole**

Le phénomène de marée noire, c'est-à-dire l'arrivée massive d'une importante nappe de pétrole brut ou de produits pétroliers lourds provenant de pétroliers accidentés.

Le pétrole est composé d'hydrocarbures organiques biodégradables qui s'éliminent facilement s'il est en faible quantité, mais en cas de marée noire, la concentration est trop importante pour les capacités d'autoépuration du milieu et il y a pollution après déversement, la nappe

d'hydrocarbure se répand très rapidement à la surface de l'eau en une nappe de quelques millimètres d'épaisseur.

Celle-ci flotte sur l'eau du fait de sa tension de surface et parce qu'elle est très légère. Cet étalement favorise l'évaporation dans l'atmosphère. Au bout de quelques jours, les composés les plus volatils (qui sont aussi les plus toxiques représentant selon la composition du pétrole entre 10 et 50% du volume du pétrole répandu s'évapore dans l'atmosphère. Le reste est dispersé et mis en émulsion dans l'eau de la masse des océans (ou dans les eaux douce) (Defranceschi, 1996).

### **II.7.2.3. Pollution par les détergents**

Les détergents sont des composés tensioactifs synthétiques ou agents de surface dont la présence dans les eaux est due aux rejets d'effluents urbaines et industriels (Haslay et Leclerc, 1993).

Le problème de la pollution des eaux par les détergents remonte au début des années 1960 où les rivières commencèrent à se recouvrir de mousses. Les détergents biodégradables firent alors leur apparition. De nos jours le problème posé est celui des phosphates que l'on tente d'éliminer de la composition des détergents. La majorité des agents lavant est obtenue par de l'acide sulfurique sur des oléfines.

Jusqu'à une époque récente, les oléfines utilisées étaient très ramifiées. Les détergents n'étaient pas détruits par des microorganismes et étaient, en conséquence responsables de la pollution de bien des plans d'eau qui se transformaient en gigantesque bains moussants.

Une autre source de pollution des détergents est celle liée à la présence de phosphate, un des agents séquestrant le plus courant est le tripolyphosphate de sodium,  $\text{Na}_3\text{P}_2\text{O}_{10}$  qui subit facilement une hydrolyse lente et donne les phosphates. Les phosphates absorbés par les sols ne sont pas toxiques et même indispensables à la vie animale et végétale, ils entrent pour cette raison, dans la composition des engrais, mais les phosphates non toxique par eux même deviennent dangereux pour l'environnement s'ils sont en forte concentration car ils jouent le rôle d'engrais qui, en augmentant le pouvoir nutritif de l'eau, favorisent le développement d'algues bleues aérobies.

### **II.7.2.4. Pollution par les métaux lourds**

Diverses activités humaines sont responsables de la pollution métallique : les insecticides et fongicides, automobile... Le problème essentiel lié à la pollution métallique

est que les métaux ne sont pas biodégradables : ils polluent un site jusqu'à ce qu'ils soient éliminés ou transportés sur des distances parfois très grandes (Defranceschi, 1996).

### **II.7.3. Pollution biologique et microbiologiques**

L'eau d'alimentation lorsqu'elle est contaminée par les eaux résiduaires devient le véhicule potentiel de microorganismes dangereux d'origine fécale. Les contaminations fécales peuvent se présenter à la source ou à un endroit quelconque de système de distribution ; elles peuvent aussi survenir accidentellement dans le produit fini à la suite d'un traitement et d'une désinfection insuffisants. Il est habituel de dresser la liste des microorganismes pathogènes en les classes, d'un point de vue microbiologique, en bactéries, virus, protozoaires et métazoaires, levures et champignons. Leurs natures et leurs propriétés biologique tellement différentes conditionnent leur évolution dans le milieu.

Les eaux usées peuvent contenir des microorganismes pathogènes, protozoaires, champignons, bactéries, virus qui polluent les milieux récepteurs (rivières, lacs, étangs) et même les nappes, ce qui représente un danger lorsque ces eaux sont utilisées pour préparer une eau d'alimentation (Leclerc et Mossel, 1989).

Selon Gaid, (1984), la pollution microbiologique des eaux se traduit par une forte contamination, bactériologique et généralement d'une nature très variée : les coliformes fécaux, streptocoques, virus...etc.

Le rôle de ces bactéries comme témoin de pollution est connue depuis longtemps et différents rapports ont été établis entre la contamination des eaux, la présence des bactéries et des maladies déclarées chez les individus présents dans le voisinage immédiat de la zone de rejets (Hugues et Loroux, 1991).

### **II.7.4. Pollution organique**

La pollution organique constitue souvent la fraction la plus importante d'autant plus que dans son acceptation la plus large, cette forme de pollution peut être considérée comme résultant de diverses activités (urbaines, industrielles, artisanales et rurales).

Dans les eaux usées urbaines, on peut trouver les matières organiques banales (protides, lipides, glucides), les détergent, les huiles et goudrons (Gaid, 1984).

Selon Gousset (1973), les micropolluants organiques peuvent entraîner la modification des caractères organoleptiques de l'eau, ainsi que l'apparition des phénomènes toxiques.

**Tableau 04 : Principaux type de pollution des eaux, leurs natures et leurs causes (Ramade, 1998).**

	Type de pollution	Nature physico-chimique	Source ou agent causal
Physique	Pollution thermique	Rejets d'eau chaude	Centrales électriques
	Pollution radioactive	Radio-isotopes	Installation nucléaire
	Pollution par les engrais	Nitrates phosphates	Lessives
	Pollution par les éléments toxiques	Cadmium, mercure plomb, aluminium arsenic ; ect	Industrie, agriculture, combustion (plusieurs acides)
	Pollution par les pesticides	Insecticides, herbicides, fongicides, etc	Agriculture (industrie, transports)
	Pollution par les détersifs	Agents tensioactifs	Effluents domestiques (industriels)
	Pollution par les hydrocarbures	Pétrole brut et ses dérivés (carburants et les autres produits raffinés	Industries pétrolières, transports chaufferies industrielles
Chimique	Pollution par les composés organochlorés	PCP, insecticides, solvants chlorés	Industries, agriculture
	Pollution par les divers autres composés organiques de synthèse	Très nombreuses molécules $\geq 120000$	Industries, usage dispersifs en particuliers domestiques pour certaines industries
Matière organique fermentescibles		Glucides, lipides, protides acide nucléiques	Effluents domestiques, Agricoles, industries,
Pollution microbiologique		Bactéries, virus entériques, champignons	Effluents urbains, élevage, abattoirs, secteur agroalimentaires en général

### II.7.5. Pollution par les lactosérums

Selon la FAO (1995), les quantités de lactosérums disponibles dans le monde sont considérables puisqu'elles représentent au moins 85% du lait transformé en fromage. Dans certains grands pays laitiers industrialisés, l'accroissement considérables des quantités de fromages fabriqués par unité de production ne permettent plus d'éliminer le sérum directement, soit pour la consommation animale ; soit par un déversement dans les cours d'eau, où il serait à l'origine de la pollution. La DBO du sérum est de 40000 mg/l, c'est-à-dire

qu'un litre de sérum nécessite 40 g d'oxygène pour que ses matières organiques soient détruites par oxydation microbienne.

## **II.8. Les effets de la pollution**

Les conséquences immédiates ou différées d'un rejet d'eau usées sur le milieu réception sont nombreuses. Elles sont dues à la présence d'éléments polluants contenus dans l'eau sous forme dissoute ou particulaire. La présence de la matière en suspension peut provoquer :

- ✚ Le trouble de l'eau
- ✚ Le dépôt de matières fermentescibles
- ✚ Le blocage de mécanisme photosynthèses
- ✚ La perturbation des conditions d'aération des eaux (Mekakia, 2001).

## **II.9. Conséquences de la pollution des eaux**

Selon Gaujous D, (1993), les conséquences d'une pollution peuvent être classées en cinq catégories principales :

### **II.9.1. Conséquences sanitaires**

C'est-à-dire qui ont trait à la santé d'une population humaine. Les conséquences sanitaires peuvent être liées à l'ingestion d'eau. Les conséquences sanitaires d'une pollution est variable dans le temps en fonction de l'usage de l'eau : Par exemple, la pollution d'une nappe non exploitée n'a aucune conséquence sanitaire immédiate, mais peut en avoir longtemps après si on utilise cette eau pour l'alimentation en eau potable.

### **II.9.2. Conséquences écologiques**

C'est-à-dire après la dégradation du milieu biologique. Les conséquences écologiques se mesurent en comparant l'état du milieu pollué par rapport à ce qu'il aurait été sans pollution.

Ceci n'a rien d'évident, la pollution se traduisant parfois uniquement par l'accentuation d'un phénomène naturel.

### **II.9.3. Conséquences esthétiques**

Cette troisième catégorie de conséquence, pour être la plus subjective, n'est pas moins importante. Il s'agit de pollution n'ayant pas de conséquences sanitaire ou écologique importantes, mais perturbant l'image d'un milieu (Par exemple, des bouteilles plastiques rejetées dans un barrage).

**II.9.4. Conséquences industrielles**

L'industrie est un gros consommateur d'eau :Il faut par exemple  $1\text{m}^3$  pour produire 1kg d'aluminium.

La qualité requise pour les utilisations industrielles est souvent très élevée, tant sur le plan chimique (Minéralisation, corrosion, entartage), que biologique. Par conséquent le développement industriel peut donc être stoppé par la pollution si elle ne traite par ses rejets délicatement et selon les normes avant de les jeter dans la nature.

**II.9.5. Conséquences agricoles**

L'eau est, dans certaines régions, largement utilisée pour l'arrosage ou l'irrigation, souvent sous forme brute (Non traitée). La texture du sol (Complexe argilo-humique), sa flore bactérienne, les cultures et le bétail, sont sensibles à la qualité de l'eau. De même, les boues issues du traitement des eaux usées pourront si elles contiennent des produits toxiques (Métaux lourds) être à l'origine de la pollution des sols.

# **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.

Le climat de la wilaya est caractérisé par deux périodes principales durant l'année : un hiver rigoureux, accompagné souvent par des chutes de neige, avec une température moyenne de 7,3°C et un été chaud est sec avec une température moyenne de 24°C. En période normale, Tiaret reçoit 300 à 400 mm de pluie par an avec une fluctuation saisonnière de la pluviométrie allant de 157,1 mm en hiver à 31 mm en été.

Tiaret est concernée par deux grands bassins versants, celui du Chlef (de superficie de 43750 km<sup>2</sup>) et des hauts plateaux Oranais (superficie de 49350 km<sup>2</sup>). La longueur de son réseau hydrographique est de 1 938 km. Les principaux cours d'eau sont Oued Touil, Oued Mina et Nahr Ouassel.

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.



Figure 05 : Situation géographique de la wilaya de Tiaret (Oulbachir K., 2010).

## II.1. Présentation de la source de Sebain

## II.2. 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 altitude de  $35^{\circ}27'42''$  N et longitude de  $1^{\circ}36'20''$  E. Le village de Sebain est entouré par : Si Hous (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).

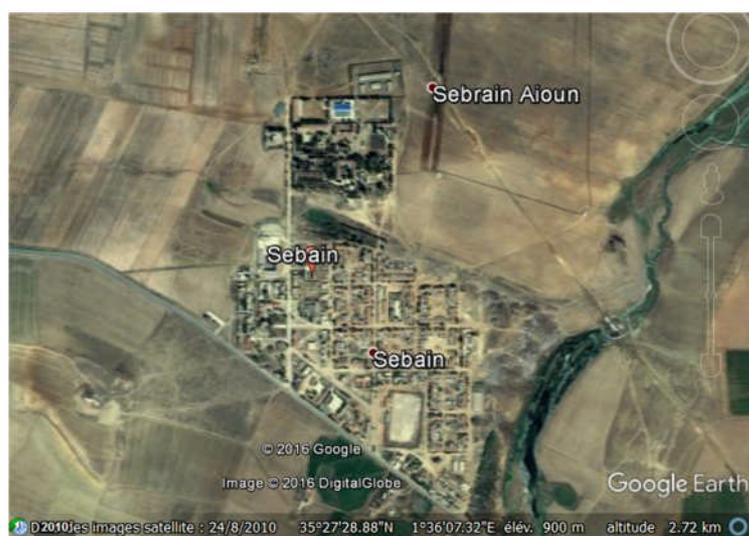


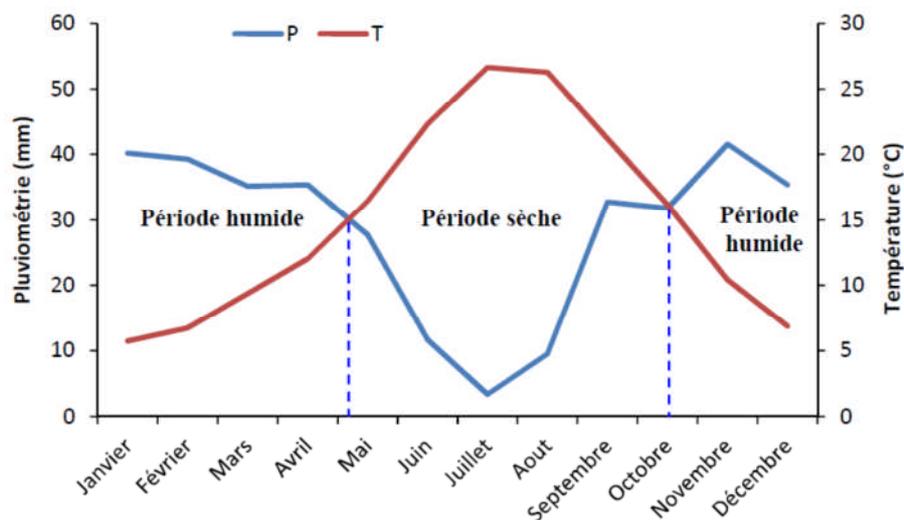
Figure 06 : Source de Sebain, wilaya de Tiaret (site internet 3).

### II.3. Etude 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 produisant 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.3.1. Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen

Bagnouls et Gaussen 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 ».

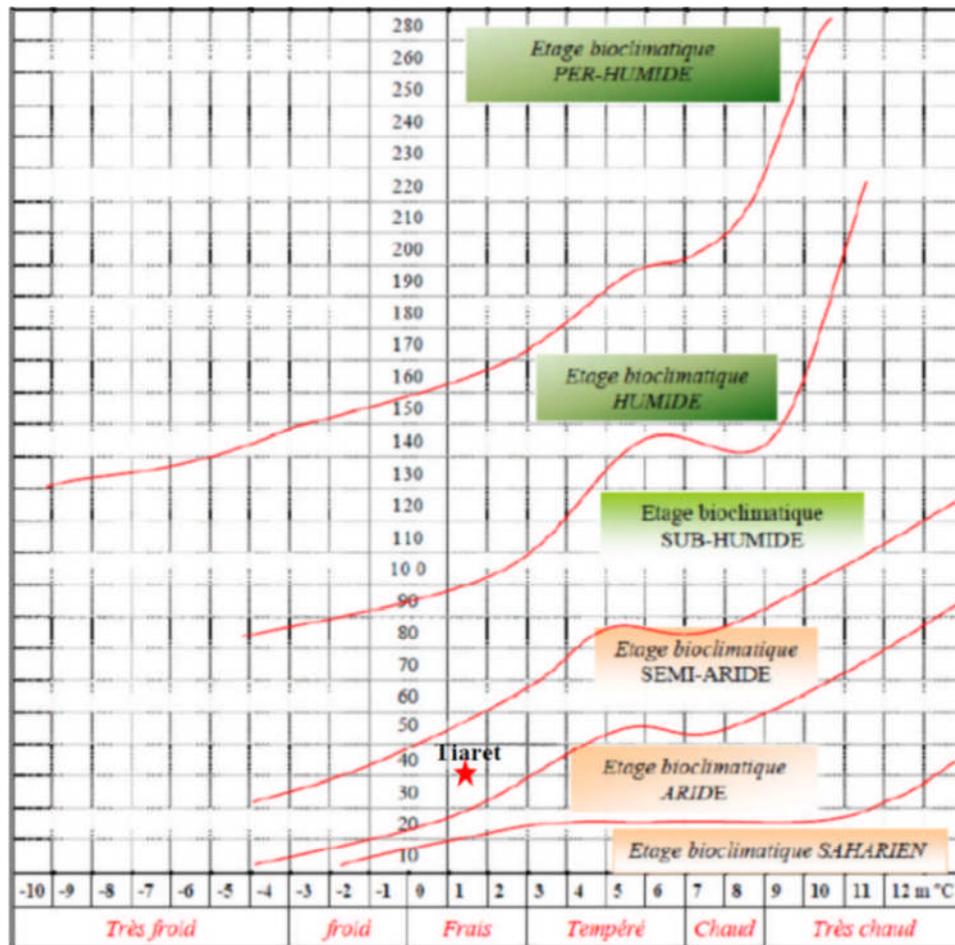


**Figure 07 : Diagramme ombrothermique de la zone d'étude (1987-2015).**

Selon le diagramme ombrothermique (Figure 07), 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.3.2. Le quotient pluviométrique

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



**Figure 08 : 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 08).

### III. Echantillonnage

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

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. Il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.) (Rodier *et al*, 2005).

Le prélèvement a été fait dans des flacons en verre de 500 ml bien nettoyés pour d'éviter certaines modifications des caractéristiques physico-chimiques de l'échantillon à analyser.

### III.2. Compagnes de prélèvement

Le prélèvement a été effectué le 19/02/2020 par les ingénieurs de laboratoire de l'Algérienne des Eaux (ADE) de la wilaya de Tiaret.

Les prélèvements pour les analyses physico-chimiques :

Ont été faits de la manière suivante :

#### ➤ Pour les analyses sur terrain

- ❖ Présenter le béccher sous la source ;
- ❖ Rincer le béccher plusieurs fois avec l'échantillon;
- ❖ Remplir le béccher mais pas complètement;

#### ➤ Pour les analyses dans laboratoire

- ❖ Présenter le flacon sous la source ;
- ❖ Rincer le flacon trois fois avec l'échantillon;
- ❖ Remplir le flacon mais pas complètement;
- ❖ Fermer soigneusement et immédiatement le flacon.

### III.3. 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

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

### IV.1. Analyses physiques

#### IV.1.1. 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 (Rodire J et *al*, 2005).

Avec l'appareil multiparamètres de terrain et dans la zone de prélèvement on mesure La température sur place :

- 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 (°C) affiché dans l'écran de l'appareil.
- On exit l'électrode et appuyer sur la touche gris.

#### IV.1.2. Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise en deux électrodes métallique de 1cm<sup>2</sup> de surface séparées l'une de l'autre de 1 Cm.

L'unité de conductivité est le siemens par mètre (S/m) 1S/m=10<sup>4</sup> μS/Cm-10<sup>3</sup> 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).

Avec l'appareil multiparamètres de terrain et dans la zone de prélèvement on mesure la conductivité sur place :

- 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.1.3. 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).

Avec l'appareil multiparamètres de terrain et dans la zone de prélèvement on mesure le pH sur place:

- 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 gris.

#### **IV.1.4. La matière solide dissoute totale (TDS)**

Les solides dans l'eau se trouvent soit en solution ou en suspension, et se distinguent par le passage de l'échantillon de l'eau à travers un filtre de fibres de verre. Par définition, les matières en suspension sont retenues sur le dessus du filtre, et les solides dissous passent à travers le filtre avec de l'eau. Lorsque la partie filtrée de l'échantillon d'eau est placée dans une coupelle, puis évaporé, les solides dissous dans l'eau restent comme résidu dans la capsule d'évaporation Cette matière est appelée matières totales dissoutes ou TDS (Boubekeur H, 2014).

Avec l'appareil multiparamètres de terrain et dans la zone de prélèvement on mesure La matière solide dissoute totale sur place :

- 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 la matière solide dissoute en g/l affiché dans l'écran de l'appareil.
- On exit l'électrode et appuyer sur la touche gris.

#### **IV.2. Les analyses chimiques**

##### **IV.2.1. Détermination du calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ) et du magnésium ( $\text{Mg}^{++}$ )**

Le titrage molaire des ions calcium et magnésium se fait à l'aide d'une solution de sel disodique de l'acide éthylène-diamine-tétraacétique (EDTA) à pH10. Le noir érichrome T, qui

donne une couleur rouge foncé ou violette en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur. (ADE).

#### IV.2.1.1. 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 :

V1 : 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 cédosage).

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.2.1.2. 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 :

V2: Volume total d'E.D.T.A

V1 : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

C : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l).

MMg<sup>2+</sup>: 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.2.2. 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.
- Doser par AgNO<sub>3</sub> à 0,01 N jusqu'au virage. (couleur brun rougeâtre).

$$F = \frac{1}{V_{\text{AgNO}_3}}$$

#### IV.2.3. Ion 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

$$F.G = \frac{V_A * N_A * MHCO_3}{P.E} * 1000 = \frac{V_A * 0,1 * 61}{100} * 1000$$

F.S : VA1 x 61 = mg/l HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

VA : Volume d'acide versé.

NA : normalité d'acide versé.

MHCO<sub>3</sub><sup>-</sup> : 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.

$$\text{mg/l CO}_3^{2-} = \text{VA2} \times 60$$

#### IV.2.4. Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

Une présence des nitrites dans l'eau d'une nappe est 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. (Lagnika et al., (2014) et Mickael et al., (2010)) ont rapport respectivement des moyennes de  $0,072 \pm 0,14$  et  $5,01 \pm 1,7$ . Le principe et la méthode du dosage sont indiqués dans l'annexe.

### **Expression des résultats**

Il s'agit d'une méthode colorimétrique où l'apparition de la coloration rose indique la présence des  $\text{NO}_2^-$ , la lecture par spectrophotomètre UV-visible, Le résultat est donné directement en mg/l à la longueur d'onde 543 nm.

#### **IV.2.5. 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.

Présents à l'état naturel et soluble dans le sol, les nitrates pénètrent dans le sol et les eaux souterraines et se déversent dans les cours d'eau. Mais ils sont aussi apportés de manière synthétique par les engrais (Chapman et al., 1996). Ils sont l'une des causes de la dégradation de l'eau. Transformés en nitrites par l'organisme, ils peuvent provoquer la transformation de l'hémoglobine en "méthémoglobine" et provoquer un mauvais transfert de l'oxygène vers les cellules. Cette pathologie peut affecter les nourrissons de moins de 6 mois. Le risque est très difficile à établir. Partant d'un principe de précaution, la norme de potabilité pour l'eau a été fixée à 50 mg/l. Au-delà de 100mg/l, l'eau ne doit pas être consommée.

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

Les teneurs en Ammonium présentes dans les eaux souterraines analysées varient très peu : entre 0mg/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.2.7. 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.2.8. 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.2.9. Détermination du titre alcalimétrique (TA)**

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un volume d'eau par un acide chlorhydrique (HCL), dilué en présence de la phénolphthaléine. Le but est de mesurer la teneur en hydroxyde libre et en carbonate  $\text{CO}_3^{2-}$  en eau (Rodier et al, 2005).

#### **Réactifs**

Acide chlorhydrique HCl (0.02N);

Solution de phénolphthaléine (pp) ;

#### **Mode Opérateur**

Dans un erlenmeyer de 250ml, on prélève 10ml d'eau à analyser, on ajoute 2 gouttes de solution phénolphthaléine, une couleur rose doit se développer. (Dans le cas contraire le TA est nul).

Expression des résultats en °F.

### **IV.2.10. Dosage du titre alcalimétrique complet (TAC)**

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral (HCl), dilué en présence de méthyle orange. Le but est de déterminer la teneur en hydrogénocarbonates dans l'eau (Rodier et al, 2005).

#### **Réactifs**

Acide chlorhydrique HCl 0.02N

Solution de méthyle orange;

Mode opératoire :

Dans un erlenmeyer de 250ml : on prélève 10ml à analyser, on ajoute 2 gouttes méthyle orange, on titre ensuite avec l'HCl à 0.02 N jusqu'au virage du jaune au jaune orange.

Expression des résultats en F°.

#### IV.2.11. Dosage de la dureté totale (titre hydrotimétrique 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 (Rodier et al, 2005).

##### Réactifs

Solution d'EDTA (Sel dissodique d'acide éthylène diamine tetracétique à 0.02N ;

Solution tampon (pH= 10) ;

Indicateur coloré Noir d'Eriochrom T (N.E.T) ;

##### Mode opératoire

Dans un erlenmeyer de 250 ml, on prélève 10 ml d'eau à analyser, on chauffe au bain marie à une température d'environ 60°C puis on ajoute 0.5 ml de la solution tampon (pH= 10) et 3gouttes d'indicateur coloré (N.E.T), ensuite on titre avec l'EDTA jusqu'au virage du rouge au bleu.

##### Expression des résultats :

Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en CaCO<sub>3</sub>. Elle est souvent exprimé en °F (CaCO<sub>3</sub>).

#### IV.2.12. Dosage des matières organiques (MO)

##### Mode opératoire :

- Prendre 100 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 10 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et 10ml de solution de KMnO<sub>4</sub> 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 KMnO<sub>4</sub> 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 KMnO<sub>4</sub> à 0.01 N utilisé pour le titrage.

## V. Analyse bactériologiques

Les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau de laboratoire de l'unité ADE (Algérienne des Eaux) par les ingénieurs de laboratoire.

Cinq paramètres microbiologiques :

- Les coliformes totaux.
- Les coliformes fécaux au Coliformes thermo-tolérants.
- Les streptocoques.
- Les germes totaux.
- Les Spores au sulfito-réducteurs.

La méthode utilisée pour déterminé le dénombrement de ces bactéries est technique de filtration sur membrane pour :

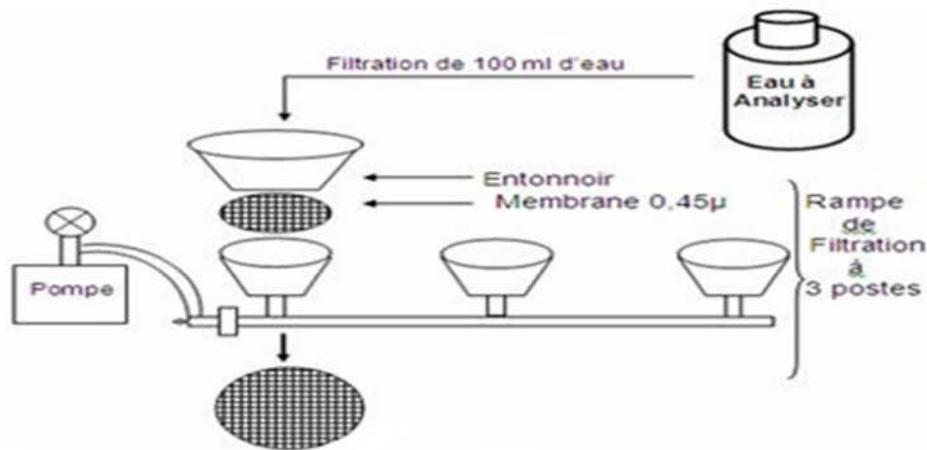
- Les coliformes totaux.
- Les coliformes fécaux au Coliformes thermo-tolérants.
- Les streptocoques.
- Technique de filtration sur membrane.

La technique par filtration n'est pas appropriée pour des eaux usées brutes à cause de la charge Bactérienne très élevée et de la teneur excessive en matières en suspension (MES) pouvant Provoquer le colmatage de la membrane. Elle convient plutôt aux eaux très peu chargées en Matières particulaires telles que les eaux potables (Cheick Tidiane., 2007).

La filtration sur membrane est une technique simple et normalisée, compte sur l'utilisation de la pompe de filtration à vide des membranes stériles de porosité 0,45µm. Un entonnoir est rempli de façon aseptique avec 100ml d'eau à analyser à travers la membrane. Ensuite, à l'aide d'une pince stérile ont déposé la membrane dans une boîte de pétri contenant le milieu de culture approprié où les bactéries puisent les éléments nécessaires à sa croissance et se développent. Enfin les boîtes sont incubées.

Pour la filtration de notre étude, nous avons utilisé une rampe d'une seule poste de filtration connectes avec une pompe à vide. Avec des membranes de 0.45um de porosité.

L'intérêt de cette techniques est l'utilisation d'un volume d'eau importante pour évaluer la qualité microbiologique de l'eau Selon le milieu de culture où est déposé le filtre, on met en évidence la présence de différents types de microorganismes.



**Figure 09 : L'appareil de filtration sur membrane (rampe de filtration).**

#### **Mode opératoire :**

- ✓ Stérilisation de tous les éléments de systèmes de filtration avant filtration d'eau.
- ✓ À proximité de la flamme du bec bunsen Enlever l'entonnoir et déposer délicatement la membrane filtrante à la pince désinfectée à l'éthanol sur le centre du support de systèmes de filtration et fixer l'entonnoir.
- ✓ Verser dans l'entonnoir 100 ml d'eau à analyser et ne pas le refermer.
- ✓ Mettre en marche la pompe à vide.
- ✓ Ouvrir le robinet de systèmes concerne.
- ✓ Dès que la filtration se termine, arrêter la pompe à vide.
- ✓ Ouvrir le robinet du poste concerne.
- ✓ Dès que la filtration se termine, arrêter la pompe à vide.
- ✓ à l'aide d'une pince inox stérile Enlever l'entonnoir et prendre la membrane.
- ✓ Retiré la membrane dans une boîte de pétrie contenant un milieu de culture sans laisser les bulles d'air entre le filtre et le milieu de culture pour que tout le filtre soit au contact du milieu de culture, mettre les indications nécessaires à identification de la boîte.
- ✓ Incuber les boîtes à la température choisie ; suivant le tableau ci-dessous.

**Tableau 05 : Les analyses biologiques réalisées.**

<b>Micro-organisme recherchées</b>	<b>Méthode utilisée</b>	<b>Milieu utilisée</b>	<b>Incubation</b>
Coliformes totaux	Filtration sur Membrane (0.45um de porosité).	Gélose Tergitol.	37°C/24h
Coliformes fécaux.	Filtration sur Membrane (0.45um de porosité).	Gélose Tergitol.	44°C/24h
streptocoque	Filtration sur Membrane (0.45um de porosité).	Gélose Slanez et Bertly.	37°C/48h

**V.1. Recherche des coliformes totaux**

Après filtration, la membrane utilisée 0,45 µm est retirée à l'aide d'une pince stérile et placée dans une boîte de pétri contenant de la gélose Tergitol. dont la composition est mentionnée dans l'annexe (02). L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures ± 2 heures.

**V.2. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux**

Après filtration, la membrane utilisée 0,45 µm est retirée à l'aide d'une pince stérile et placée dans une boîte de pétri contenant de la gélose Tergitol. dont la composition est mentionnée dans l'annexe (02). L'incubation se fait à 44°C pendant 24 heures ± 2 heures. Le résultat est déterminé par comptage des colonies,

**Résultat :** Le résultat est déterminé par comptage des colonies

**V.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux**

Après la filtration, la membrane de 0,45 µm est placée dans une boîte de pétri contenant le milieu Slanez et Bertly dont la composition est portée dans l'annexe (03), les boîtes sont incubées à 37°C pendant 48 heures.

**Résultat :** Le résultat est déterminé par comptage des colonies.

#### V.4. Recherche et dénombrement des germes totaux (micro-organismes revivifiables à 22°C et à 37°C)

A l'aide d'une pipette pasteurisée stérile, 1ml de chaque échantillon est prélevé et ensemencé dans 02 boîtes de pétri stérile, puis on coule dessus de la gélose TGEA. Après homogénéisation et solidification, les boîtes sont incubées à 22°C et 37°C pendant 72 heures. En prépara 2 boîtes de la gélose TGEA témoin incubées à 22°C et 37°C.

Après 24 h et 48 h à 37°C, après 72 h à 22°C.

**Résultat :** Le résultat est déterminé par comptage des colonies.

#### V.5. Dénombrement des spores anaérobies sulfite-réducteurs

- ✓ Dans une zone stérile :
- ✓ Prendre 200 ml d'eau à analyser dans un flacon stérile qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 10 min, dans le but de déduire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes.
- ✓ Filtrer l'eau à analyser dans la rompe de filtration sur une membrane filtrante de 0.22 µm de porosité et la mettre sur milieu Viande Foie.
- ✓ Ajouter environ 15 ml de milieu fondue.
- ✓ Laisser se solidifier pendant 30 min sur paillasse, puis incubé à 37°C pendant 24h à 48h.

# **Troisième Partie**

## **Résultats & Discussion**

## I. Résultats des analyses physico-chimiques

Dans cette partie, on va présenter les résultats d'analyses des paramètres physicochimiques des eaux de source pour évaluer leur qualité. Les résultats présentés dans le tableau 06, ils sont illustrés graphiquement.

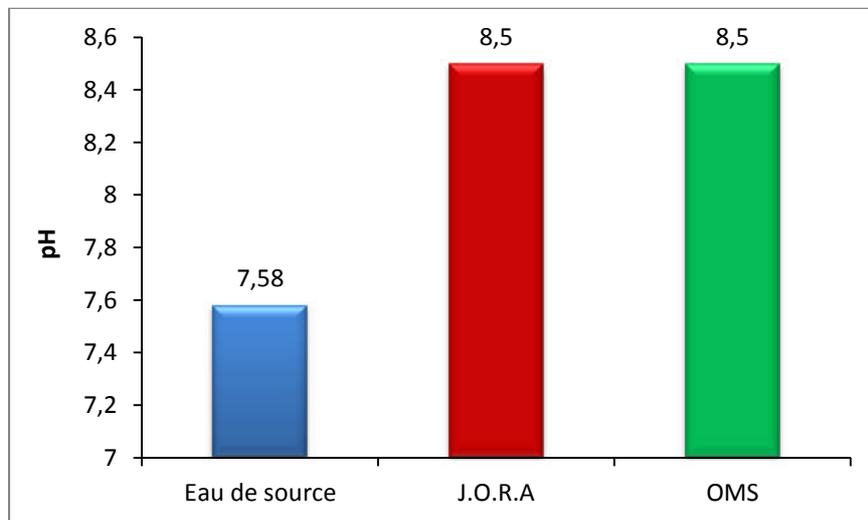
**Tableau 06 : Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de source Sebain.**

Paramètres	Prélèvement
Température (°C)	10,8
pH	7.58
Conductivité électrique ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	1193
TAC (°F)	10.84
TH (dureté totale) (°F)	397
$\text{Ca}^{++}$ (mg/l)	122
$\text{Mg}^{++}$ (mg/l)	19,87
$\text{Cl}^-$ (mg/l)	56,3
$\text{HCO}_3^-$ (mg/l)	184,4
Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) (mg/l)	<0.02
Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) (mg/l)	<0.02
Phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) (mg/l)	<0.01
Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) (mg/l)	274,11
Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) (mg/l)	51,84
MO (mg/l)	0.29
TDS (mg/l)	596
Turbidité (NTU)	0,72

### I.1. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH c'est un paramètre plus important pour la qualité de l'eau. Elle 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 ( $\text{H}^+$ ). Il représente un des paramètres physico-chimiques indicateurs de la pollution des eaux.

D'après les résultats obtenus (Figure 10), le pH de notre eau étudiée est de 7.58, ceci est conforme aux normes Algériennes et les normes de l'OMS qui fixent des valeurs de pH entre 6.5 et 8.5.

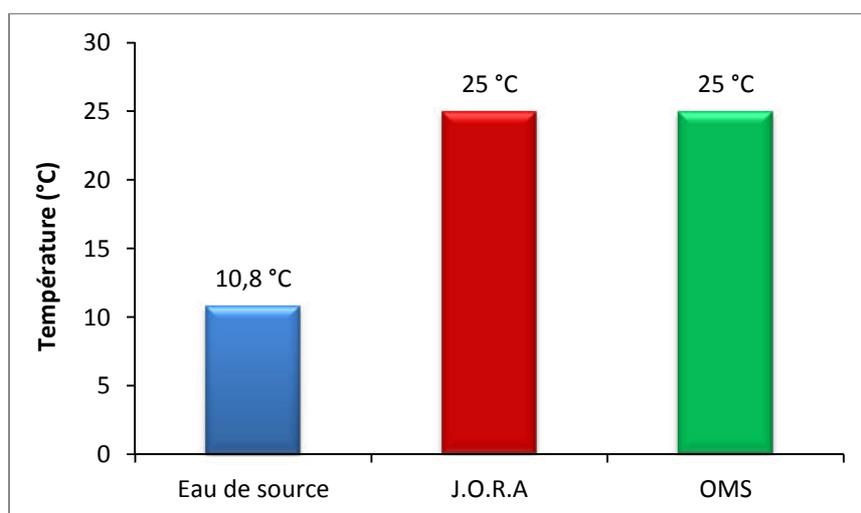


**Figure 10 : pH de l'eau source de Sebain.**

## I.2. La température

La température est l'un des facteurs écologiques les plus importants parmi tous ceux qui agissent sur les organismes aquatiques (Arouya, 2011).

Les résultats obtenus montrent que la température de l'eau étudiée (10.8 °C) est inférieure aux normes des eaux potables décrites par l'OMS (2000), mais aussi elle est conforme aux normes algériennes (J.O.R.A, 2006) qui fixent une valeur maximale de 25 °C.



**Figure 11 : Température de l'eau de source de Sebain.**

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

La conductivité électrique permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau. D'après la figure 12, l'eau étudiée présente une valeur de 1193  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Cette valeur est conforme à la norme Algérienne indiquant une valeur limitée de 2880 $\mu\text{S}/\text{cm}$  et les normes de l'OMS qui fixe une valeur de 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

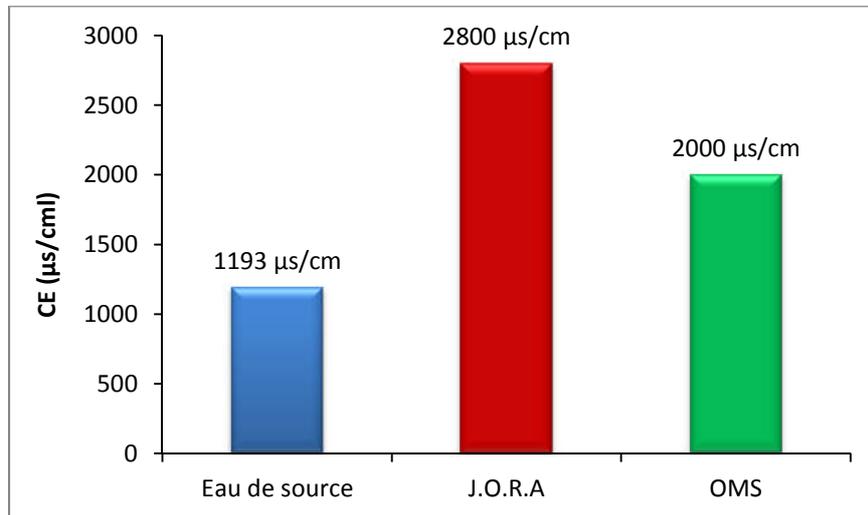


Figure 12 : Conductivité électrique de l'eau de source de Sebain.

### I.4. Turbidité (NTU)

D'après la figure 13, l'eau étudiée présente une valeur de 0,72 (NTU). Cette valeur est conforme à la norme Algérienne et de l'OMS qui fixent une valeur de 5 (NTU).

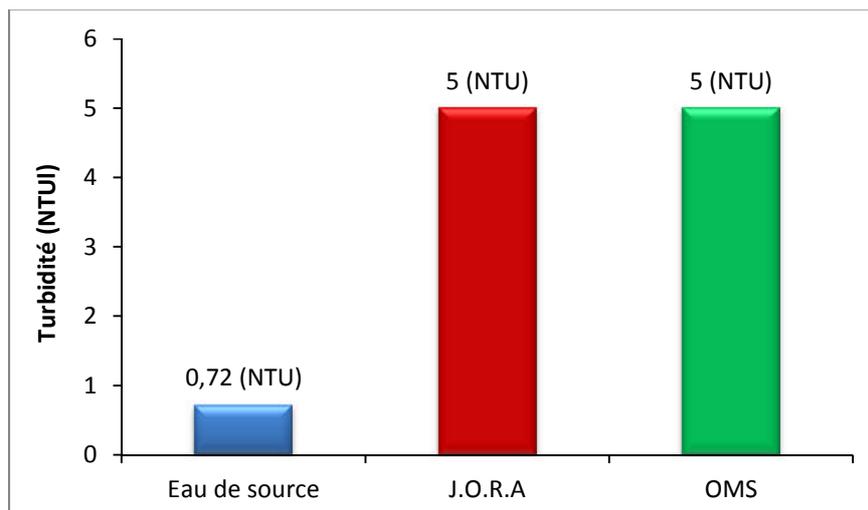
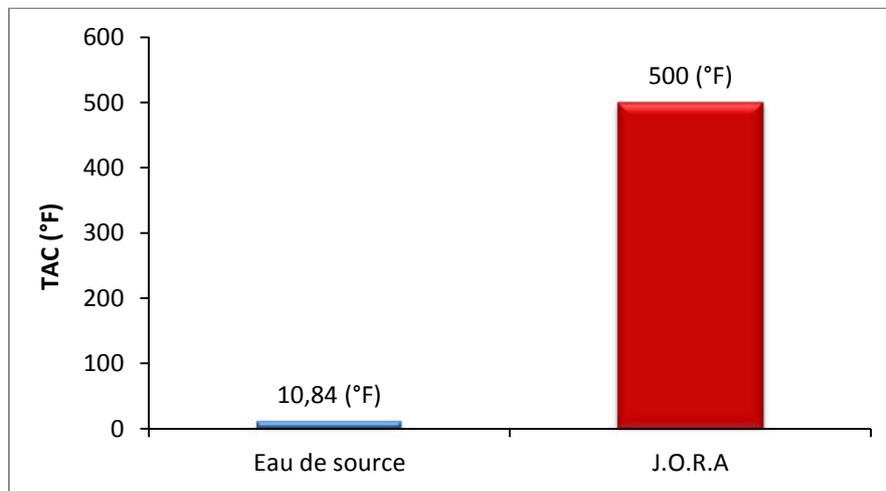


Figure 13 : Turbidité (TH) de l'eau de source de Sebain.

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).

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

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

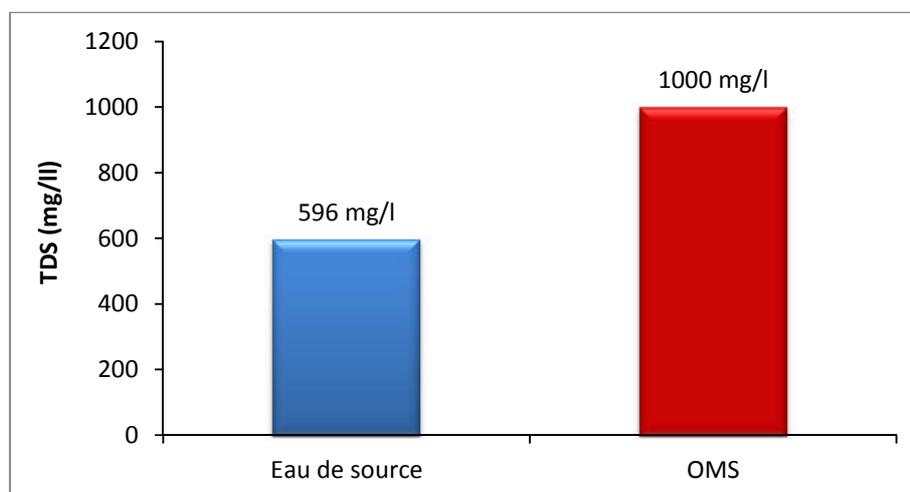


**Figure 14 : Titre d'alcalimétrie complet (TAC) de l'eau de source de Sebain.**

D'après la figure 14, on remarque que la valeur de TAC est 10,84 °F pour l'échantillon analysé. Cette valeur de TAC dans l'eau étudiée est conforme aux normes algériennes (500 °F).

### I.6. Taux des sels dissous TDS

Une manière commode de mesurer le TDS est d'examiner la conductivité de l'échantillon. La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à faire passer un courant électrique, cette dernière est affectée par la présence des matières solides dissoutes, car si le niveau du TDS monte, la conductivité augmentera également (Nechem D, 2009).



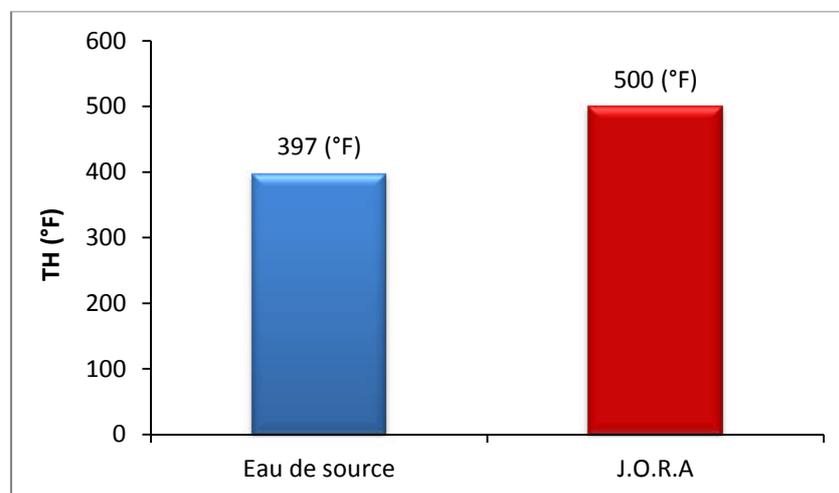
**Figure 15 : Taux des sels dissous (TDS) de l'eau de source de Sebain.**

A la lumière des résultats exprimés (figure 15), nous remarquons que la valeur de taux des sels solubles a atteint une valeur de l'ordre de 596 mg/l pour l'eau de source étudiée qui reste relativement inférieure aux normes de l'OMS qui recommande une valeur de 1000mg/l. ce qui signifie que la teneur en sels solubles de l'eau de source de Sebain respecte les qualités de l'eau potable souhaitée.

### I.7. La dureté totale (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).

L'eau étudiée présente une valeur de 397 °F (Figure 16). Elle répond aux normes indiquées par la réglementation Algérienne (500 °F).



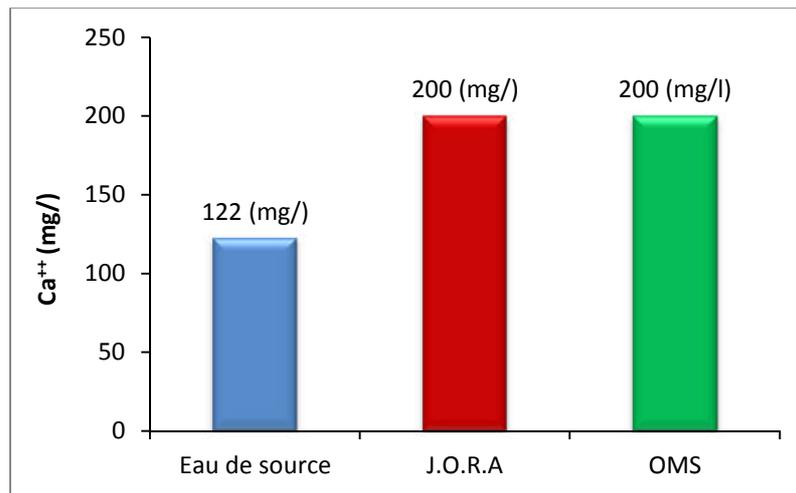
**Figure 16 : Dureté totale (TH) de l'eau source de Sebain.**

La dureté totale d'une eau est la concentration totale en ions  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  ; les eaux sont acceptables jusqu'à 500°F. Mais si elles dépassent 600°F, leur utilisation est extrêmement difficile et leur adoucissement doit être envisagé (Si Youcef S, 2015).

### I.8. Le calcium ( $\text{Ca}^{++}$ )

Selon Rodier (2005), le calcium est un métal alcalin terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates.

Le calcium c'est un élément dominant dans les eaux potables. Les normes Algériennes et les normes de l'OMS prévoient une concentration de 200 mg/l comme concentration maximale. Pour l'eau étudiée le résultat trouvé est 122 mg/l (Figure 17). ceci répond aux normes de potabilité qui fixent une valeur de 200 mg/l.

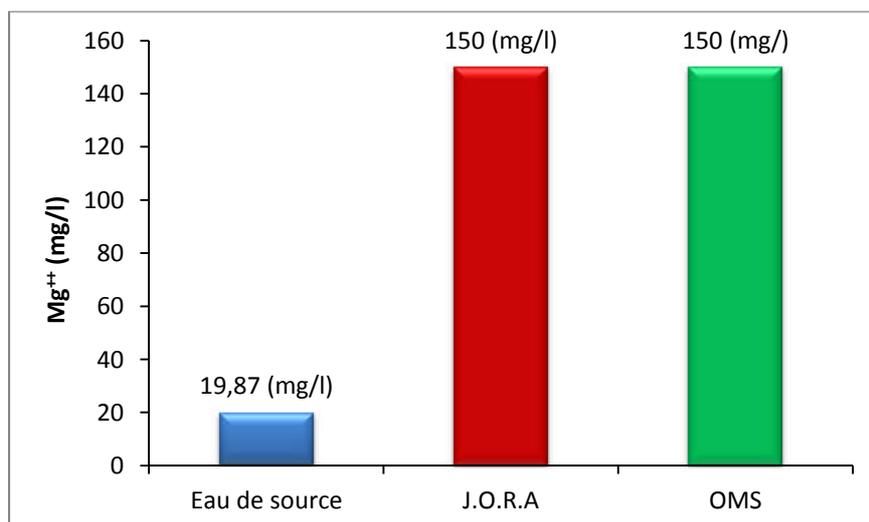


**Figure 17 : La teneur en calcium dans l'eau de source Sebain.**

### 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).

Selon les résultats illustrés dans la figure 18, la valeur déterminée de notre eau étudiée est 19,87 mg/l ; est bien conforme à la réglementation Algérienne et de l'OMS qui fixent une concentration de 150 mg/l au maximum.

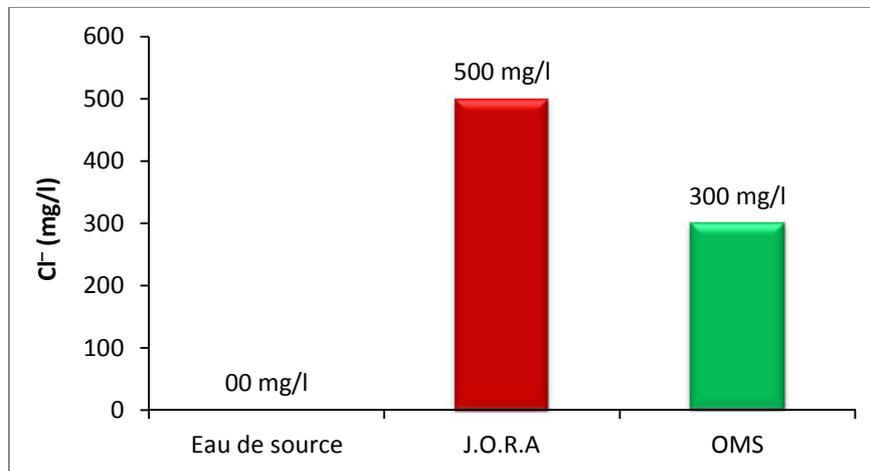


**Figure 18 : La teneur en magnésium dans l'eau de source de Sebain.**

L'ion magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrés (calcaires dolomitiques, dolomies du jurassique ou du trias moyen) (Rodier J., 2005).

### 1.10. Les chlorures ( $\text{Cl}^-$ )

D'après les résultats obtenus on remarque l'absence de chlorure  $\text{Cl}^-$  dans l'échantillon prélevé (00 mg/l) (Figure 19), elle est conforme aux normes algériennes qui fixent une valeur maximale admissible de 500 mg/l mais aussi inférieure aux normes de l'OMS (300 mg/l).

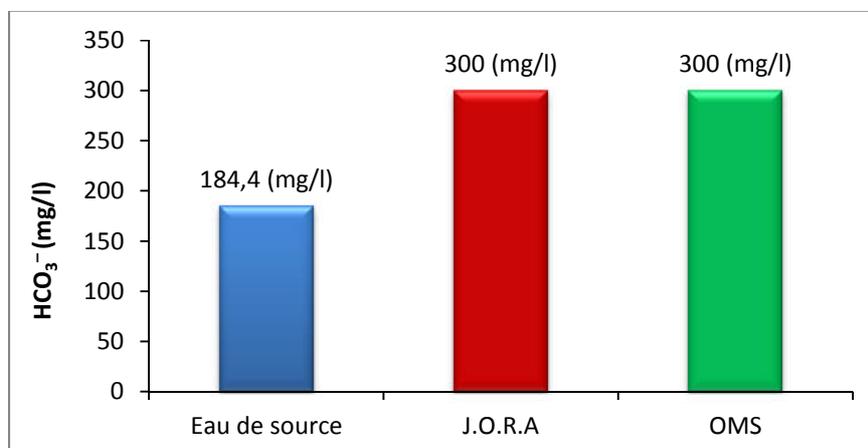


**Figure 19 : Teneur en chlore dans l'eau de source de Sebain.**

La présence des chlorures dans les eaux de source peut avoir une origine essentiellement agricole (engrais, pesticides) ou industrielle et urbaine ou domestique par les égouts (Si Youcef S, 2015). Les teneurs en chlorure des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés (Rodier, 2005).

### 1.11. Les bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ )

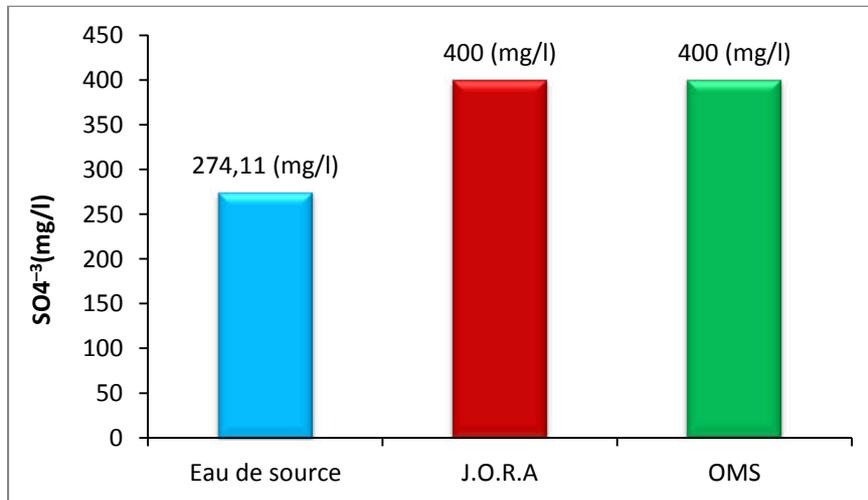
Concernant les bicarbonates, les normes de notre pays et les normes internationales de l'OMS fixent une valeur de 300 mg/l pour ce paramètre. Le résultat trouvé de bicarbonate dans l'eau de source de Sebain à une teneur 184,4 mg/l (Figure 20). Cette valeur répond aux normes de potabilité qui fixent une valeur de 300 mg/l.



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

### I.12. Les sulfates ( $\text{SO}_4^{3-}$ )

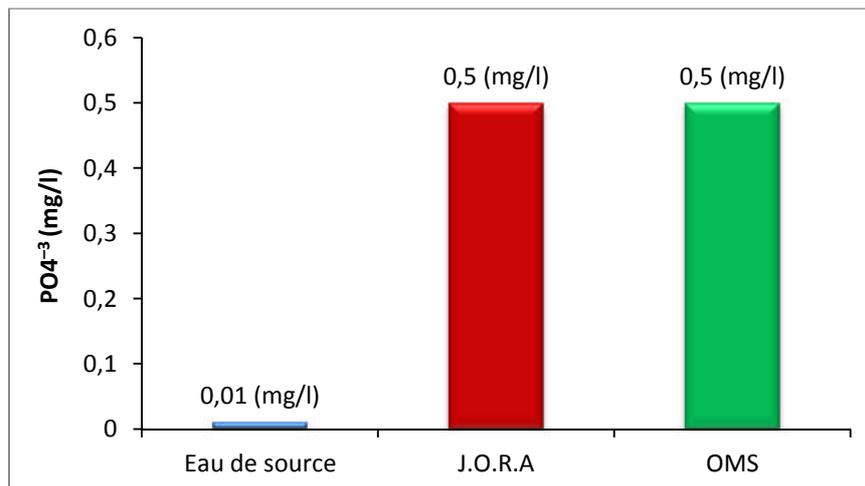
D'après la figure 21, la valeur trouvée pour les sulfates est de 274,11 mg/l est conforme aux normes de l'OMS et Algériennes qui ne doit pas dépasser 400 mg/l.



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

### I.13. Les phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Pour le phosphate, la réglementation Algérienne et l'OMS fixe une valeur maximale de 0.5 mg/l. ce n'est pas le cas pour l'eau de source de Sebain ; nous avons trouvé une valeur de 0.01 mg/l. ce qui répond aux normes admises.

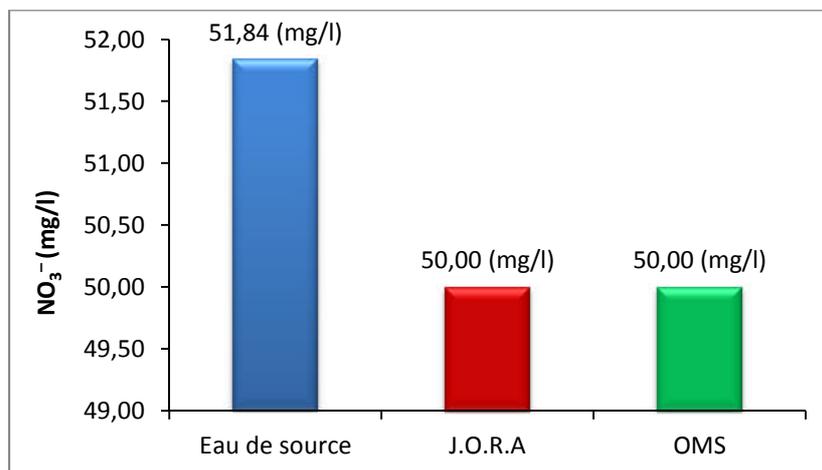


**Figure 22 : Teneur en phosphates dans l'eau de source de Sebain.**

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 S, 2015).

#### I.14. Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

L'eau de source étudiée contient une teneur en nitrates 51,84 mg/l (Figure 23). Cette valeur est supérieure aux normes Algérienne et de l'OMS qui fixent une valeur maximale admissible de 50 mg/l. Le taux des nitrates dans l'eau de source étudié peut être justifié par une infiltration des engrais azotés utilisés par les agriculteurs de la région de Sebain.

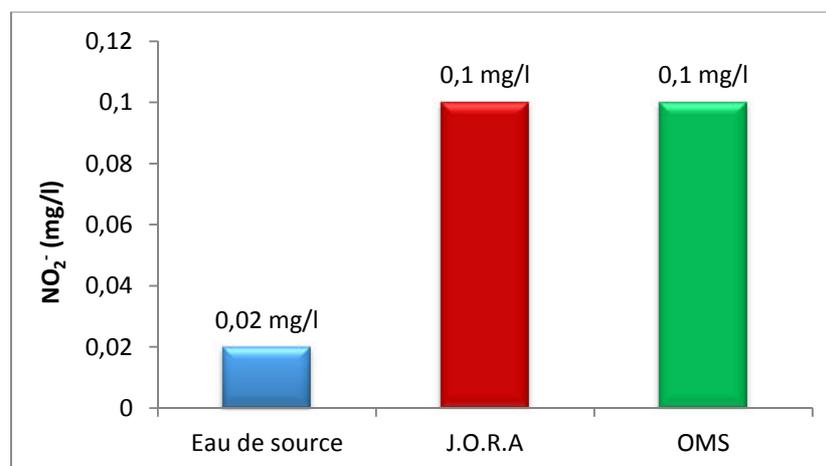


**Figure 23 : Teneur en nitrates dans l'eau de source de Sebain.**

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).

#### I.15. Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

La valeur enregistrée de nitrite est inférieure à 0,02 mg/l dans l'eau étudiée ; cette valeur est conforme aux normes Algériennes et normes de l'OMS qui déterminent une valeur maximale de 0,1 mg/l (Figure 24).



**Figure 24 : Teneur en nitrites dans l'eau de source de Sebain.**

### I.16. L'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

La présence de l'ammonium dans les eaux est un indicateur de pollution. Pour l'eau de notre étude la valeur trouvée est inférieure à 0.02 mg/l (Figure 25), elle est dans la norme de notre pays et de l'OMS qui fixent une valeur de 0.5 mg/l.

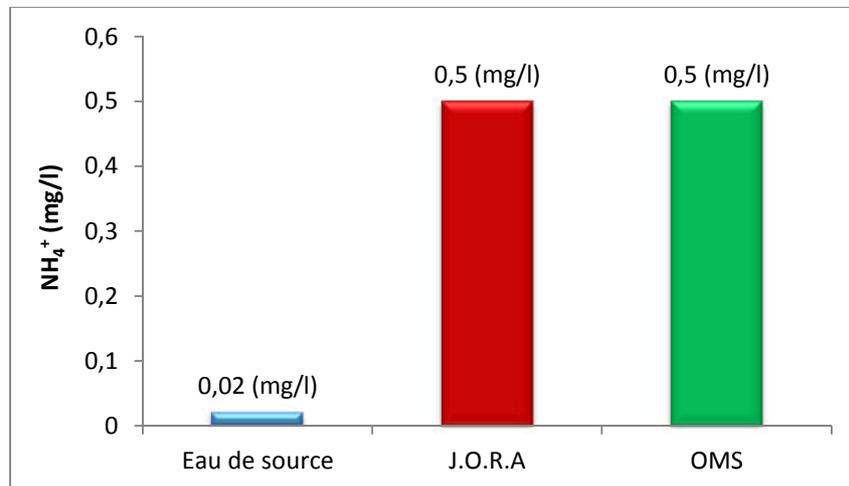


Figure 25 : Teneur en ammonium dans l'eau de source de Sebain.

### I.17. La matière organique

D'après les résultats obtenus (figure 26), on remarque que la teneur en matière organique dans l'eau étudiée est de 0,29 mg/l, est inférieure à la valeur des normes de l'OMS (2000) qui fixe une concentration maximale de 5 mg/l et la concentration maximale de J.O.R.A (2014) est 3 mg/l.

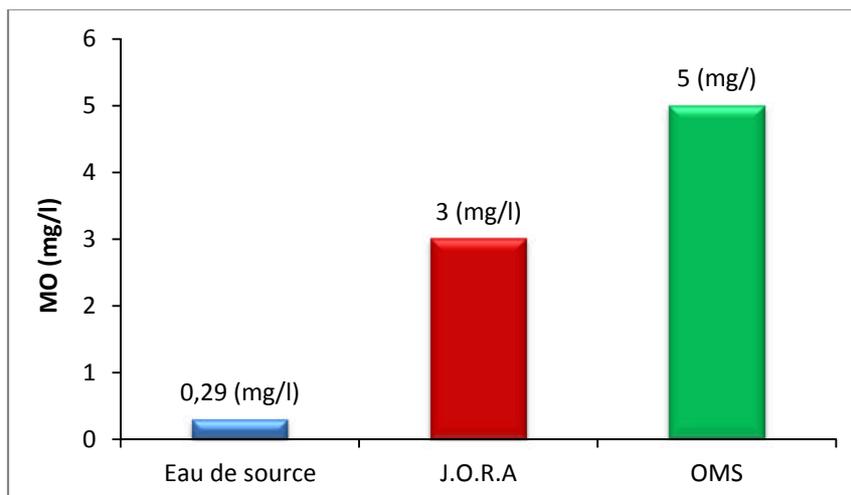


Figure 26 : Teneur en matière organique dans l'eau de source de Sebain.

## II. Résultats des analyses bactériologiques

L'objectif de l'examen microbiologique de l'eau est de fournir des informations quant à la potabilité, c'est à dire sans risque d'ingestion de micro-organismes qui causent des maladies (Brasilia, 2013).

Les analyses bactériologiques de l'eau étudiée ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'ADE de Tiarret; et consiste à la recherche des coliformes totaux et fécaux, des streptocoques fécaux, clostridium sulfito-réducteurs et des germes totaux.

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

**Tableau 07 : Résultats des analyses bactériologiques de l'eau étudiée.**

Paramètres	Eau de source de Sebain
Coliformes Totaux	21 germes/100ml
Coliformes fécaux	00
Streptocoques fécaux	00
Germes Totaux à 37°C	00
Germes Totaux à 22°C	00
Clostridium sulfito-réducteurs (les spores)	00

### II.1. Microorganismes indicateurs de pollution fécale

Ils appartiennent aux groupes désignés sous les noms de « coliformes fécaux » ; l'*Escherichia Coli* est de beaucoup le plus important des coliformes fécaux. L'interprétation de leur présence dans les eaux est facilitée par la connaissance de leur concentration habituelle dans les matières fécales des hommes et des mammifères les plus susceptibles d'héberger des pathogènes (Rodier, 2005).

#### II.1.1. Les Coliformes totaux et fécaux

Les résultats obtenus (tableau 07), montrent la présence des coliformes totaux dans l'eau de source étudiée (21 germes/100ml), selon les normes de bactériologies l'eau potable (tableau 03) ; ces valeurs dépassent 00 germes/100ml, on peut dire que cette eau contient d'indicateurs de pollution est elle est de mauvaise qualité bactériologique.

## **II.2. Streptocoque fécaux**

Les Streptocoques fécaux est portée la même exigence pour les coliformes fécaux on constate après l'analyse de l'eau de source de Sebain a démontré des résultats qu'il y a une absence totale de streptocoques fécaux. Confirmant ainsi les normes nationale et internationale de potabilité en relation avec ce paramètre.

## **II.3. Les clostridium sulfito-réducteurs**

Les clostridium sulfito-réducteurs sont aussi d'origine fécale, si elles se trouvent normalement dans les matières fécales elles peuvent également vivre et se multiplier dans les milieux naturels. Elles sont souvent recherchées pour vérifier l'autoépuration des sols vis-à-vis de l'eau.

Les clostridium sulfito-réducteurs sont absentes dans l'eau de source de Sebain ce qui correspond aux normes Algériennes qui excluent sa présence.

## **II.4. Les germes totaux**

Le dénombrement des germes totaux est considéré comme un type d'indicateurs beaucoup plus général, vis-à-vis de toute pollution microbiologique ; celui-ci détermine la totalité de la charge bactérienne. Les résultats obtenus après les analyses effectuées est de 00 germes/100ml à 22°C, et 00 germes/100ml à 37°C est conformement aux normes admises.

# **Conclusion Générale**

## CONCLUSION GENERALE

L'eau est un élément de préservation de la santé de l'homme mais aussi le véhicule le plus commun et le plus important de la transmission des maladies en plus de son importance sur le plan d'hygiène de la salubrité, l'eau est une ressource naturelle vitale pour le bien être de l'homme. Au cours des dernières décennies, les problèmes relatifs à la protection et à l'utilisation des ressources en eau se sont accentués dans le monde. Les problèmes d'eau affectent aussi bien les pays en voie de développement, aux ressources économiques limités, que les pays développés.

Les eaux Souterraines, avec le développement industriel, sont de plus en plus exposées aux divers agents de pollution par infiltration de différents rejets vers les nappes. A cet effet, notre travail consiste à faire des analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de source de Sebain dans la wialaya de Tiaret. Ces analyses sont effectuées au niveau de laboratoire de l'ADE, elles comportent la recherche des indicateurs de pollution. Nous pourrions conclure que ces méthodes d'analyses permettent le suivi et évalué de la qualité des eaux destinées à l'irrigation.

Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de source de Sebain montrent que cette dernière est caractérisée par une température inférieure à 25°C, un pH 7,58, une turbidité 0,72 NTU et une valeur de 1193  $\mu$ S/cm pour la conductivité électrique. L'eau étudiée présente une teneur élevée en nitrates (51,84 mg/l), cette valeur est supérieure à la norme de l'OMS et législation Algérienne J.O.R.A qui est de 50 mg/l pour les eaux potables. Cette élévation de concentration est due à une pollution de l'eau de source. Par conséquent, la qualité de l'eau physico-chimique a été révélée être un danger pour le consommateur.

En ce qui concerne l'analyse microbiologique, on remarque l'absence totale de coliformes fécaux, les streptocoques fécaux et les clostridium sulfite-réducteurs, une valeur de coliformes totaux dans l'eau étudiée (21 germes/100 mg/l) est supérieure à celle de l'OMS et J.O.R.A qui exigent 00 germes/100ml. La présence de ces germes dans l'eau de source nous indique que ce point d'eau est pollué et laisse craindre la présence des germes pathogènes.

# **Références Bibliographiques**

## Références Bibliographiques

**Andre M., Christophe H., 2004.** Hydrologie : Une science de la vie André presses polytechniques et universitaires romandes p,p 177.178.

**Apfelbaum., 1995.** Diététique et nutrition 3eme. Edition. Masson.

**Arouya Khalid, 2011.** Pollution des eaux. Impact des eaux usées sur la qualité des eaux de surface. édition universitaires européennes.P :53

**BebinJ., 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 e bactériologique des eaux foggara dans la commune de foggane wilaya d'Adrar, mémoire d'ing en INTAA, université IBN Khaldoun Tiaret.

**Belhadj M., 2006.** Etude de la pollution du barrage de Zit-Emba commune de Bekkouche Lakhdar wilaya de Skikda. Mém Ing. UNV du colonel Labidi Mohammed Tahar dit El Hadj-Lakhdar-Batna.

**BenAbdarrezzak A., 2010.** Caractéristiques physico-chimiques des eaux du lacs Témacine, Méggarine et Ayata et inventaire des espèces piscicoles de ces lacs. Mémoire d'ingénieur d'Etat. Université d'Ouargla.

**Benchai Abdekader et Amieur Farouk., 2016.** Etude des caractéristiques physicochimiques et microbiologiques des eaux de 04 sources dans la wilaya de Tiaret, Thèse de Magister en écologie et environnement, Institut des sciences agronomiques, centre universitaire deTiaret.

**Bliefert et Perraud., 2001.** Chimie de l'environnement air, eau, sols, déchets. Edition de Boeck.

**Blifert C et Perraud R., 2008,** Chimie de l'environnement, air, eau, sol, déchets. 2émé Edition de Boeck et Larcier S.

**Bontoux J., 1993.** Introduction à l'étude des eau douces, eau naturelles, eaux usées, eaux de boisson, Ed : Tec & Doc eavoisiesier, paris,169p

**BouzianiM., 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.

**Catherine G., 2009.** La qualité chimique de l'eau, 3ème Édition, p10.

**Chapman D., Kimstach V, 1996.** Selection of water quality variables. Water quality assessments : a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon, London, pp. 59-126.

**Claude Cardot, 1999,** Les traitements des eaux édition marketing.

**Dahmani H., 2007.** Contribution à la caractérisation de la qualité des eaux de Oued Mina (Tiaret). Mémoire de fin d'études.

**Defranceschi M, 1996,** Leau dans tous ses états, ellipses édition Marketing, paris, 127p

- 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
- Desjardins R, 1988.** Les traitements des eaux. 2<sup>ème</sup> Edition, Editwion polytechnique de Montréal.
- Duchaufour Ph., 1988.** (Abrégé de pédologie) 2<sup>ème</sup> Edition coll. (Abrégé de science), 232p.
- Dupont A., 1979.** Hydraulique urbaine, Tome 2 Ed : Eyrolles, paris, 127p.
- Dupont A., 1981.** Hydraulique urbaine, Tome 1, hydrologie captage et traitement des eaux, Ed : Eyrolles, paris, 262p.
- Emilian Koller, 2004,** Traitement des pollutions industrielles, Edition Dunod, paris.
- Engleman et Leroy in Feder et Lmoigne G., 1994.** Une gestion équilibrée des ressources en eau .Fainances et développement-Banque mondiale, 24-27p.
- FAO, 1995,** Le lait et les produits laitiers dans nutrition humaine.
- Feder., Lemoigne., 1994.** Une gestion équilibrée des ressources en eau, Fainances et développement-Banque.
- Frederic.Petmilleretagnes.Fetvandomeetjohnmcbrewester., 2010.** Hydrogeologie édition 5-37p.
- Gaid A, 1984.** Epuration biologique des eaux usées urbaines, Tome 1. Édition office des publications universitaires, pp5, 22, 23, 24, 16, 20.
- Gaujous D, 1993.** La pollution de milieu aquatique. Edition technique et documentations. Lavoisier. Paris.
- Gerard C., 1999,** L'eau milieu naturel et maîtrise. Tome 1, Edition INRA.
- GerardT., Carole I., Pierre C., 2013.** La tensiométrie pour piloter les irrigations, Une utilisation raisonnée de la reeource en eau, 2<sup>ème</sup> Edition, ISSN 1629-7474
- Gommella Guerre., 1978.** Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales. Edition EVROLLES. Paris. France.
- Gousset P., 1973,** Législation des nuisances, Edition Dunod, paris, BRUXELLES, Montréal, 191 p.
- Grosclaud.G, 1999,** L'eau milieu naturel et maitrise, INRA, paris, Vol. 1.
- Guiraud J-P., 1998,** Microbiologie Alimentaire, Dunod, 651p.
- Horst Andreae, 1970.** Nouveaux procédés de mesure en hydrologie (méthode de base de l'électro hydrométrie) édition : DUNOD, Paris, P : 3-5.
- J.O.R.A., 2014.** Journal officiel de la République Algérienne N°1315 2014.
- Kettab A., 1992,** Traitement des eaux, Edition office des publications universitaires. Alger.

- Kollar E, 2004.** Traitement des pollutions industrielles, Ed Dunod, 424p.
- Lagnika M., Moudachirou I., Jean-Pierre C., Valentin D. et Nestor G. 2014.** Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des puits dans la commune de Pobé (Bénin, Afrique de l'Ouest). Journal of Applied Biosciences 79 : 6887-6897. ISSN 1997-5902.
- Leclerc H et Mossel D .A.A 1989.** Microbiologie de tube digestif l'eau et les aliments, Tome2, Doin éditeurs, paris, 529p
- Lepeltier S., 2005.** Un bon état écologique des eaux.
- Linige H., Weinciartner., 1998.** Les monagnes et approvisionnement en eau douce, Ed, Agence de coopération au développement suisse, 15 p
- Mackenzi A., Ball A.S., Videe S.R., 2000.** L'essentiel en ecologie, Ed : BRTI, paris 368p
- Mallevalle J., 1991.** Effet de l'azote sur les goûts et les odeurs édition Lavoisier, p 103.
- Mebarki A., 1984** Ressources en eau et aménagement en Algérie offices des publications universitaires, Alger, 302p
- Mekkakia M., 2001.** Pollution des eaux du sous bassin versant de l'oued Mina, Thèse de Magister en écologie et environnement, Institut des sciences agronomiques, centre universitaire de Tiaret.
- Mickael S., Boniface Y., Honoré S., Bankolé R. et Henri S., 2010.** Impacts des déchets de l'abattoir de Cotonou dans la dégradation de la qualité des eaux de la nappe phréatique. J.Soc. Ouest-Afr. Chim. (2010) 030, 79-91.
- Ministère de Développement durable, environnement et parcs, 2012,** critères de qualité de l'eau de surface. Quebec, Canada 230p.
- Mireille., 1996.** l'eau dans tous ses états. Ed Ellipses, paris, 12 p.
- Nechem D, 2009.** Qualité des eaux des sources thermale cas des sources du djebel Safia (Hadjar Soud), Nord Est Algérien. Mém Ing. Unv Badji Mokhtar-Annaba.
- OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 2004.** Directive de qualité pour l'eau de boisson, 3émeédition, Volume 1. GEN7VE. P : 17.
- 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., 2000.** Directives de qualité pour l'eau de boisson, 2éme Edition V2.
- Ouahdi A., 1995.** Les maladies à transmission hydrique - Santé plus Alger N°45.
- Ouali M.S., 2001.** Traitement des eaux, Edition office de publication universitaire, Alger
- Oulbachir K., 2010.** Ecologie microbienne des sols sous différents compartiments granulométriques et différents étages bioclimatiques. Thèse de doctorat spécialité: écopédologie. Univ Oran p: 28.

- Pesson P., 1976.** La pollution des eaux continentales incidence, sur les biocénoses aquatiques, Ed : Ediscience international, paris, 690p.
- Ramade F., 1998.** Dictionnaire encyclopédie que des sciences de l'eau, Édition EDISCIENCE international.
- Ramade F., 2000,** Dictionnaire encyclopédique des pollutions, Edition science internationale. Paris.
- Raymond D., 1997.** Le traitement des eaux, Édition de l'École Polytechnique de Montréal, p3, 4, 6.
- Rodier J., 1978.** Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduelles, eaux de mer. Tome 1.
- 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., 1997.** L'analyse De L'eau (Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires Et Eaux De Mer), 8<sup>ème</sup> Edition p 66.
- 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.
- Salghi R., 2016,** Différent filières de traitement des eaux .L'ecole Nationale des Science appliquées université Ibn Zoher, Agadir, Maroc
- Santé et Bien-être social Canada., 1982.** Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada 1978. Pièces à l'appui. Approvisionnement et Services Canada, Hull.
- Spellman., Frank R., 2008.** The Science of water: concepts and applications. 2<sup>nd</sup> Ed. CRC Press Taylor & Francis Group. USA. 417 p.
- Vaillant J., 1973.** Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution, Edition Eyrolles, paris.
- ValironF., 1989.** Gestion des eaux, Ed : Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, paris, 505p.

## **Résumé :**

L'eau est un élément important pour la vie des organismes vivants est soumis à un certain nombre de risques les plus importants de la pollution, ce qui nécessite la rationalisation de la consommation et de travailler pour développer et maintenir ses sources et ressources. Le présent travail consiste à effectuer une étude pour déterminé la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de source de Sebain dans la wilaya de Tiaret. L'analyse d'eau a permis de comparer les résultats d'analyses physico-chimiques et bactériologiques aux normes Algériennes et internationales pour l'eau potable. Les résultats obtenus montrent que l'eau étudiée présente une teneur élevé en nitrates qui dépasse les normes admises pour l'eau potable. Une valeur de coliformes totaux supérieure à celle de l'OMS et J.O.R.A qui exigent l'absence totale de ces germes dans l'eau potable. Les résultats révèlent une maivaise qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau étudiée qui ne répond pas aux normes admises.

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

## **ملخص :**

الماء هو عنصر هام لحياة الكائنات الحية، وهو عرضة لعدد من المخاطر أهمها التلوث، مما يحتم علينا ضرورة الاهتمام به وترشيد استهلاكه والعمل على تنميته والحفاظ على مصادره وموارده. هذا العمل يعتمد على اجراء دراسة من أجل تبين النوعية الفيزيو-كيميائية و البكتريولوجية لمياه منبع السبعين في ولاية تيارت. التحليل الكيميائية و البكتريولوجية للماء سمحت لنا بمقارنة محتوى المياه من العناصر الكيميائية و البكتريولوجية بمقاييس دولية للماء الشروب. النتائج المحصل عليها تبين بأن الماء الدروس يحتوي على كمية معتبرة من النترات التي تفوق المعايير الجزائرية و الدولية الموصى بها لماء الشرب. كمية القولونيات تفوق المعايير الجزائرية و المنظمة العالمية للصحة التي توصي بانعدام هذه الجراثيم في ماء الشرب. النتائج تبين جودة فيزيو-كيميائية و بكتريولوجية رديئة للماء الدروس و لا تخضع للمعايير المطلوبة.

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