



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République algérienne démocratique et populaire

Ministère de l'enseignement supérieure et de la recherche scientifique

جامعة الجليلي بونعاما لخميس مليانة

Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana

Faculté des sciences de la nature et de la vie et de la terre

Département de biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de master

**Filière** : hydrobiologie marine et continentale

**Spécialité** : hydrobiologie appliquée

**Thème**

**Etude de la qualité physico chimique et  
microbiologique de l'eau de source de tala  
Ouchiba(miliana)**

**Présenté par :**

Atallahchahira

Mostefaouimanel

**Directeur de thèse:**Halfaouizohor.

**Soutenu devant le jury :**

Président : Zaghdoudi.E

Examineur : handjar. H

**Année universitaire : 2019/2020**

## **Dédicace**



Dédicace:

*Au nom de Dieu le Miséricordieux*

*Tout d'abord, je voudrais remercier et remercier Dieu Tout-Puissant de nous avoir donné la force, la volonté et la patience de supporter les malheurs et les déceptions, et de nous aider à faire ce travail humble. Je dédie ce travail à la source de tendresse et d'affection, ma chère mère qui me soutient toujours par ses prières, ainsi que mon cher père qui me soutient avec ses précieux conseils que j'aime dans les moments difficiles.*

*Je dédie ce travail surtout à ma chère sœur, source de mon bonheur et de mon succès, Salima, son mari Muhammad et sa belle fille Rachel.*

*Et à ma chère et bien-aimée sœur Fatima, son mari Abdul Rahman, sa fille Ruya et son fils, Riyad.*

*Et mes chers frères, le meilleur frère du monde, Hicham, est la source de mon sourire et du sens de l'humour qui n'a cessé de m'aider un jour, et je remercie sincèrement mon frère Muhammad, qui ne s'est jamais arrêté pour ses encouragements et son grand soutien pour moi, sa femme Amina et leur jeune fille Sana.*

*Et à mon ami et ma chère sœur, Ata Allah chahira, qui ont partagé nos efforts et nos efforts dans cet humble travail, et je n'oublie pas mon ami bien-aimé Ilham.*

*Mostefaouimanel*

*Dédicace:*

*Je dédie le fruit de mes efforts à tous les membres de ma famille, à commencer par mes parents généreux, que Dieu prolonge leur vie.*

*Je donne également mes salutations à mes frères, ma sœur et ma chère tante AISHA, que Dieu la protège pour moi.*

*Je ne manque jamais de vouer mes salutations à tous les amis et copines, Frère Abdel-Rahman, Noura et Nouredine et à la sœur qui a partagé avec moi ce travail MostefaouiManel.*

*En fin, je donne mes salutations à tous ceux qui ont manqué ma plume et mentionnés dans mon esprit, et je remercie tous ceux qui ont contribué à ce travail.*

*Ata Allah chahira,*

# Remerciements

## Remerciements

*Nous remercions dieu le tout puissant qui nous a donné  
le courage et la volonté de mener à bien notre modeste travail*

*Nos familles de nous avoir soutenus, supporter pendant  
notre cursus universitaire*

*Nous tenons à remercier notre professeur superviseur Zehor Halfaoui,  
pour le suivi*

*et l'encadrement qui nous a apporté.*

*Nous souhaitons ainsi, remercier tous les membres de nos jurés :*

*Mr Zeghdoudi et Mme handjar*

*Pour l'intérêt qu'ils l'ont manifesté pour ce travail  
et discussions que nous avons pu avoir et qui nous ont permis de  
progresser et qui nous ont ouvert des nouvelles perspectives.*

*À toutes personnes qui nous ont aidés de près ou de loin.*

*Merci*

## Résumé

### Résumé

L'eau est un élément vital nécessaire à la vie car elle occupe 70% de la surface de la Terre et est l'un des composés les plus abondants. Elle est essentielle pour tous les êtres vivants et dans les secteurs économiques tels que l'agriculture: irrigation, industrie et usages ménagers pour la cuisine, le lavage, la boisson et le nettoyage. Pour évaluer la qualité de la source Tala Ushiba, nous prenons un échantillon de cette eau et le testons pour analyse.

Ce processus est basé sur la réalisation d'analyses d'échantillons d'eau de source afin de connaître la qualité de cette eau à travers les paramètres physiques qui sont: la turbidité, la température, oxygène dissous (OD), matières en suspension (MES), et conductivité électrique (CE), L'alcalinité (TA-TAC), La dureté totale (DT), Résidu sec (RS), Potentiel hydrogène (pH), La salinité, et paramètre chimique: La demande biochimique en oxygène (DBO5), La demande chimique en oxygène (DCO), Le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), Le magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ): Le sodium ( $\text{Na}^+$ ), Le fer total, Le potassium ( $\text{K}^+$ ), Les chlorures ( $\text{Cl}^-$ ), Les sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), Le phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) et qualité microbiologique: Les Coliformes totaux, Coliformes fécaux, Les Salmonelles, Les Clostridium sulfito-réducteurs, Les Pseudomonas, et Les entéroques

Par les résultats des analyses que nous menons, nous pouvons connaître la qualité physique, chimique et microbiologique de l'eau et garantir la validité de l'eau potable.

**Mots clés** : l'eau , qualité physico-chimique et microbiologique , l'eau de source



### **ABSTRACT**

Water is a vital element necessary for life because it occupies 70% of the Earth's surface and is one of the most abundant compounds. It is essential for all living things and in economic sectors such as agriculture: irrigation, industry and household uses for cooking, washing, drinking and cleaning. To assess the quality of the TalaUshiba spring, we take a sample of this water and test it for analysis.

This process is based on carrying out analyzes of spring water samples in order to know the quality of this water through the physical parameters which are: turbidity, temperature, dissolved oxygen (DO), suspended matter (MES), and electrical conductivity (CE), Alkalinity (TA-TAC), Total hardness (DT), Dry residue (RS), Hydrogen potential (pH), Salinity, and chemical parameter: Biochemical oxygen demand (BOD5), Chemical oxygen demand (COD), Calcium (Ca<sup>2+</sup>), Magnesium (Mg<sup>2+</sup>): Sodium (Na<sup>+</sup>), Total iron, Potassium (K<sup>+</sup>), Chlorides (Cl<sup>-</sup>), Sulphates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), Phosphate (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) and microbiological quality: Total Coliforms, Faecal Coliforms, Salmonella, Clostridium sulfite-reducing, Pseudomonas, Lesina enterococcus

Through the results of the analyzes that we carry out, we can know the physical, chemical and microbiological quality of water and guarantee the validity of drinking water.

**Keywords:** water, physico-chemical and microbiological quality, spring water

### ملخص

الماء عنصر حيوي ضروري للحياة لأنه يحتل 70٪ من سطح الأرض وهو أحد أكثر المركبات توفرة. إنه ضروري لجميع الكائنات الحية وفي القطب اةا لاقتصادية مثل الزراعة: الري والصناعة واستخدامات المنزل لية للطبخ والغسيل والشرب والتنظيف. لتقييم جودة تبةتالاً أو شيبا، نأخذ عينة من هذا الماء ونختبرها التحليلها.

تعتمد هذه العملية على تحاليل عينات مياهنا بيبعلمرفة جودة هذا الماء من خلال المعلمات الفيزيائية:

(TA-TAC) والقلوية (EC)، التوصيل الكهربائي (SS)، المادة المعلقة (DO) التعكر، درجة الحرارة، الأوكسجين المذاب، ملوحة ومعامل كيميائي: طلب الأوكسجين الكيميائي الحيوي (pH)، إمكانات الهيدروجين (RS)، بقايا جافة (DT). والصلابة الكلية (Na +) الصوديوم: (Mg<sup>2+</sup> +)، المغنيسيوم (Ca<sup>2+</sup> +)، الكالسيوم (COD)، طلب الأوكسجين الكيميائي (BOD<sub>5</sub>) (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)، النترات (po<sub>4</sub><sup>2-</sup>)، الفوسفات (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)، الكبريتات (CL<sup>-</sup>)، الكلوريدات (K +)، إجمالي الحديد، البوتاسيوم والجودة الميكروبيولوجية: (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)، النتريت القولونيات المجموع، القولونيات الازية، السالمونيلا، كلوستريديوم كبريتات الحد، الزائفة، المكورات المعوية السينية.

من خلال نتائج التحليلات التي نجرها، يمكننا معرفة الجودة الفيزيائية والكيميائية و الميكروبيولوجية للماء و ضمان صلاحية المياه للشرب من أجل صلاحياتها.

كلمات البحث الماء الجودة الفيزيائية و الكيميائية و الميكروبيولوجية، مياه الينابيع و

# **Table de matières**

# Table de matières

Dédicace	
Remerciements	
Résumé	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	2
<b>Chapitre 01 : Généralités sur l'eau : .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Généralités sur l'eau : .....</b>	<b>5</b>
1.1. Origine de l'eau : .....	5
1.2. cycle de l'eau : .....	6
1.3. Sources naturelles des eaux : .....	7
1.1.1. Eaux de pluie : .....	7
1.1.2. Eaux de surfaces : .....	7
1.1.3. Eaux souterraines : .....	8
1.1.4. Eau de mer : .....	9
1.4. Nappes d'eau : .....	9
1.1.5. Nappe active (ou nappe libre) : .....	10
1.1.6. Nappe captive : .....	10
1.5. Sources d'eau .....	11
1.5.1. Sources artésiennes.....	11
1.5.2. Sources par débordement.....	12
1.5.3. Sources par émergence : .....	12
1.5.4. Sources par déversement.....	12
<b>Chapitre 02 : Pollution de l'eau : .....</b>	<b>13</b>
2.1. Pollution de l'eau : .....	14
2.1.1. Types de pollution de l'eau : .....	14
Pollution physique : .....	15
Pollution chimique : .....	16
Pollution microbienne : .....	16

## Table de matières

---

2.1.2.	Sources de pollution : .....	16
	Pollutions domestique : .....	17
	Pollution urbaine : .....	17
	Pollution industrielle : .....	17
	Pollution agricole : .....	17
	<b>Chapitre 03 : Qualité de l'eau .....</b>	<b>21</b>
<b>3.</b>	<b>Qualité de l'eau : .....</b>	<b>22</b>
3.1.	Qualité organoleptique : .....	22
3.1.1.	Couleur (Référence de qualité « Eau potable ») .....	22
3.1.2.	L'odeur : .....	22
3.1.3.	Le gout et la saveur : .....	22
	Le gout : .....	23
	La saveur : .....	23
3.2.	Qualité physique : .....	23
3.2.1.	Température : .....	23
3.2.2.	Conductivité électrique : .....	23
3.2.3.	Turbidité : .....	23
3.2.4.	Oxygène dissous (OD) : .....	24
3.2.5.	Salinité : .....	24
3.2.6.	Matière en suspensions(MES) : .....	24
3.2.7.	Potentiel hydrogène (pH) : .....	24
3.2.8.	Résidu sec (RS) : .....	24
3.2.9.	Dureté totale (DT) : .....	25
3.2.10.	L'alcalinité(TA-TAC): .....	25
3.3.	Qualité chimique : .....	25
3.3.1.	Demande biochimique en oxygène (DBO5): .....	25
3.3.2.	Demande chimique en oxygène (DCO) : .....	26
3.3.3.	Les cations et les anions contenant dans l'eau : .....	26
	3.3.3.1.Cations : .....	26
	2.3.3.1.1. Calcium (Ca <sup>2+</sup> ) : .....	26
	2.3.3.1.2. Magnésium (Mg <sup>2+</sup> ) : .....	26
	2.3.3.1.3. Sodium (Na <sup>+</sup> ) : .....	26
	2.3.3.1.4. Fer total : .....	27
	2.3.3.1.5. Potassium (K <sup>+</sup> ) : .....	27

## Table de matières

---

2.3.3.2. Anions : .....	27
2.3.3.2.1. Chlorures (CL-) : .....	27
2.3.3.2.2. Sulfates (SO42- ) : .....	27
2.3.3.2.3. Phosphate (po42-) : .....	28
2.3.3.2.4. Nitrates (NO3-) : .....	28
2.3.3.2.5. Nitrites (NO2-) : .....	28
3.4. Qualité microbiologique:.....	29
3.4.1. Coliformes totaux .....	29
3.4.2. Coliformes fécaux : .....	29
3.4.3. Salmonelles : .....	29
3.4.4. Clostridium sulfito-réducteurs : .....	29
3.4.5. Pseudomonas : .....	30
3.4.6. Entérocoques intestinaux.....	30
<b>4. Normes de qualité de l'eau : .....</b>	<b>30</b>
4.1. Normes microbiologiques : .....	31
4.2. Normes et recommandations pour les paramètres physiques et chimiques : .....	31
<b>5. L'importance du traitement des eaux : .....</b>	<b>31</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>32</b>
Conclusion .....	33
<b>Bibliographie .....</b>	<b>34</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>42</b>

## Liste de figures

<b>Numéro</b>	<b>Figure</b>	<b>Page</b>
1	cycle générale de l'eau .	07
2	circulation de l'eau souterraine	11

## Liste des tableaux

<b>Numéro</b>	<b>Tableau</b>	<b>Page</b>
1	origines et natures de différentes sources de pollution.	15
2	Principales maladies engendrées par la consommation d'eau contaminée	19
3	Présentation des différentes maladies à transmission hydrique et les séries d'observation des deux paramètres climatique (Précipitation et température) en Algérie	20
4	Normes algériennes de potabilité des eaux de consommation	44



# Introduction

### Introduction

L'eau est un élément indispensable à l'être humain qui, au repos, en consomme deux à trois litres par jour, fournis pour moitié par son alimentation. C'est en fait la survie de toutes les espèces animales et végétales qui est conditionnée par l'eau, constituant des animaux à 70 % et des végétaux à 90 %.(Gilli *et al* ;2016) L'eau est une ressource naturelle précieuse et essentielle pour de multiples usages(Ayad *et al* ;2016)l'eau joue un rôle important dans multiples fonctions du corps(La régulation de la température, Le transport des éléments nutritifs et des déchets, La digestion des aliments..) et fonction écologique(biotope aquatique),hydraulique (hydrodynamique) ,chimique (hydratante)et thermique(thermorégulation).

Les eaux de consommation (boisson et cuisson), ainsi que les eaux qui rentrent dans la fabrication de produits alimentaires doivent répondre à des normes sanitaires de plus en plus strictes.( %.(Gilli *et al* ;2016)L'eau peut aussi être source de maladies du fait de sa contamination par des déchets ménagers, industriels, agricoles, par des excréta et divers déchets organiques (OMS, 2003).L'usage de l'eau à des fins alimentaires ou d'hygiène nécessite une excellente qualité physico-chimique et microbiologique. L'eau potable en Algérie provient soit de sources souterraines, soit d'eaux de surface. La plupart des Algériens consomment de l'eau potable qui leur est fournie par des réseaux publics de distribution qui doivent satisfaire à des exigences de qualité fixées par des normes nationales.(Kahloul *et al* ;2014)

La pollution de l'eau est l'un des phénomènes les plus répandus dans le milieu naturel: physique (rejets), chimique (matière organique) et biologique (bactérienne) qui affecte la santé humaine et l'infecte par diverses maladies d'origine hydrique: choléra, hépatite, , intoxication, fièvre typhoïde, dysenterie .. .Chaque année des milliers de personnes dans le monde perdent leur vie à cause des maladies liées à l'eau. Selon le rapport de l'organisation mondiale de la santé pas moins de deux millions de morts et les enfants en constituent le grand nombre.(Kherifi *et al* ;2017)

L'eau souterraine est toute l'eau qui se trouve sous la surface de la terre, c'est une source naturelle d'eau douce et est disponible pour la consommation directe, contrairement aux eaux de surface à la surface de la terre, qui nécessitent un traitement. Les eaux

## Introduction

---

souterraines s'écoulent sous forme de sources contenant des minéraux et des gaz dissous. Les minéraux les plus courants sont le calcium, le sodium, le magnésium, le potassium, le carbonate et le bicarbonate. l'eau souterraine joue ses deux rôles fondamentaux de vecteur et de solvant.

Les eaux souterraines sont un agent géologique général ; elles jouent un rôle actif dans les processus géodynamiques, grâce à la large distribution spatiale de leur écoulement et à leur forte capacité à interagir avec l'environnement (Toth, 1999).(Gilli *et al* ;2016)

Cette étude a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de source tala ouchiba utilisées comme eau de boisson au niveau de la région de zougala (Miliana), cette eau de source a été longtemps appréciée et utilisée comme eau potable par les habitants de la région, cependant, ces dernière années des gastro-entérites isolées ont été noté suite à sa consommation c'est pour cette raison que nous allons entreprendre cette étude afin de connaître les facteurs et les causes impliqués et protéger les consommateurs contre les maladies en assurant la qualité et la validité de la source d'eau et en soumettant des propositions qui tiennent compte des attitudes qui garantissent la qualité de l'eau .

Ce manuscrit est divisé en partie qui divise en trois chapitres :

La première partie : est un rappel général de l'eau (sa source, sa circulation et sa source naturelle) en plus de la définition de l'eau de source et de ses types.

La deuxième partie : explique la pollution de l'eau, ses types, sa source et son origine, et ses risques pour la consommation humaine

La troisième partie: expliquer la qualité physico-chimiques et microbiologiques de l'eau

## **Chapitre 01 : Généralités sur l'eau :**

## 1. Généralités sur l'eau :

L'eau est la substance minérale la plus répandue à la surface terrestre, elle recouvre ses trois quarts, connus sous le nom d'hydrosphère. Elle est aussi le constituant majeur de la matière vivante englobée sous le terme de biosphère. (Tire *et al* ;2017), L'eau est très présente sur notre planète ; ainsi vue de l'espace ; la terre apparaît bleue car les océans recouvrant près des trois quarts de la surface terrestre (70%) la totalité de l'eau sur terre représente un volume de 104 milliard de km<sup>3</sup> sous forme liquide, solide ou gazeuse cependant la majeure partie de l'eau (97%) est contenue dans les océans et est salée ,ce qui la rend inutilisable pour l'homme. (Cie ;2013). Au niveau mondial, même si les réserves en eau profonde ne sont pas complètement connues, on considère que la quantité d'eau disponible est très limitée .on sait déjà que l'eau douce en représente seulement 2.5% ou stockée dans les nappes profondes. Donc, seulement 0.6% (0.58% dans les nappes et le sol ,0.02% pour les eaux superficielles) est effectivement utilisable. (Michel *et al* ;1996).

### 1.1. Origine de l'eau :

L'origine de l'eau sur Terre est une vieille question scientifique, qui, par manque de données temporelles et spatiales, reste largement ouverte. En l'état des connaissances, la Terre apparaît globalement pauvre en eau. La présence, en abondance, d'eau à la surface (masse des océans ~ 1,4 10<sup>21</sup> kg) ne saurait cacher le fait que le manteau terrestre (qui s'étend sous la croûte jusqu'à 2 900 km de profondeur) est vraisemblablement pauvre en eau. La plupart des échantillons dont on dispose donnent des valeurs de l'ordre de 250 milligrammes par kilogramme de roche. De par sa taille (~4 10<sup>24</sup> kg) il contient néanmoins l'équivalent d'un océan (soit ~10<sup>21</sup> kg).

Dans le manteau, l'eau, ou plutôt hydrogène, n'est pas présente sous forme d'H<sub>2</sub>O liquide ou vapeur, mais sous la forme de groupements hydroxyles (OH<sup>-</sup>), qui pénètrent dans les minéraux (le plus abondant étant l'olivine). Ils sont en général en concentration très faible, mais ont des effets significatifs sur les propriétés physiques du manteau, puisque l'eau peut abaisser localement la température de fusion des roches de l'ordre de 200 °C et leur viscosité d'un facteur 100. La présence d'eau rend le manteau plus ductile et permet l'existence de grandes cellules de convection, dont la tectonique des plaques et le volcanisme en sont les expressions de surface. Enfin, sans eau, l'atmosphère de notre planète ressemblerait à celle, très épaisse, de Venus (96 % de CO<sub>2</sub> et 3,5 % de N<sub>2</sub>). Sur Terre, l'eau a dissous en grande

partie le CO<sub>2</sub> atmosphérique pour laisser une atmosphère riche en azote et donner naissance au cycle du carbone. (Agathe *et al* ;2015)

### 1.2. Cycle de l'eau :

La circulation et le séjour de l'eau dans le sous-sol sont une étape d'un processus sans fin, le cycle de l'eau. Par les précipitations et le ruissellement, une fraction de l'eau entraînée dans ce cycle s'infiltré sous terre. L'infiltration, en renouvelant l'eau des réservoirs souterrains, alimente les circulations profondes à l'origine des sources. (Eric *et al*;2016).

Partir des océans, lacs, rivières, glaciers, plantes, l'eau est évapotranspirée et séjourne en moyenne une dizaine de jours dans l'atmosphère. La condensation dans l'atmosphère conduit à des précipitations sur le continent qui se répartissent de la façon suivante :

- Soit l'eau retourne rapidement dans l'atmosphère par évapotranspiration par les plantes notamment.
- Soit l'eau séjourne pendant quelques jours (jusqu'à un an) dans le sol et peut être à nouveau évapotranspirée.
- Soit elle s'écoule jusqu'aux rivières en quelques semaines par ruissellement superficiel.
- Soit elle s'infiltré dans le sous-sol pour rejoindre des nappes superficielles (jusqu'à 100 à 200 m de profondeur) en relation avec les cours d'eau (cycle annuel) ou pour rejoindre des nappes profondes années à quelques dizaines de millénaires.
- Enfin ; les eaux retournent aux océans ou elles séjournent en moyenne 40000 ans. (Bichot F ;2013)

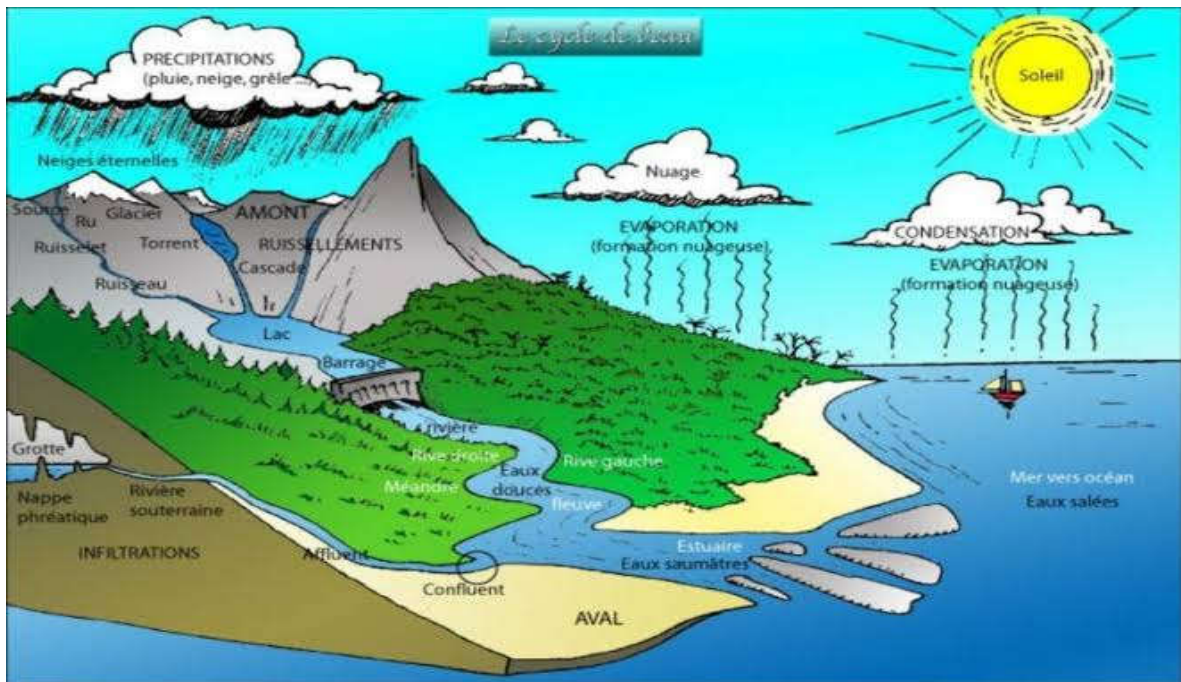


Figure 01 : cycle générale de l'eau .

### 1.3. Sources naturelles des eaux :

On retrouve quatre sources principales d'eaux brutes : les eaux de pluie, les eaux de surface, les eaux souterraines, et les eaux de mer. Les caractéristiques générales de chacune de ses sources reflètent l'interaction de l'eau et du milieu environnant. (Desjardins ;1990).

#### 1.1.1. Eaux de pluie :

Les eaux de 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 captages font que peu de municipalités utilisent cette sources d'eau (Gibraltar constitue, à cet égard, un cas isolé).(Desjardins ;1990).

#### 1.1.2. Eaux de surfaces :

## Chapitre 02 : Pollution de l'eau

---

Représentent toutes les eaux qui s'écoulent ou stagnent à la surface de l'écorce terrestre (lithosphère). Les eaux de surface comprennent les eaux intérieures (cours d'eau, plans d'eau, canaux, réservoirs). (Bichot F ;Gennat A 2013).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(.Desjardins ;1990).

### a. Eaux de rivières :

\* l'amont d'une rivière est en général situé dans une région montagneuse, où la densité des populations est faible, et les industries pratiquement inexistantes.

\*l'aval d'une rivière est en général situé dans une région où la population est dense, l'agriculture développée et les industries plus ou moins nombreuses. (Desjardins ;1990).

### b. Eaux 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 de l'année, à l'exception de deux courtes périodes au printemps et à l'automne. (Desjardins;1990).

### 1.1.3. Eaux souterraines :

Les eaux souterraines sont les synonymes "d'eaux propres" et répondent naturellement aux normes de potabilité ; faible turbidité, composition chimique constante, absence d'oxygène et grande pureté bactériologique (Amieur *et al* ;2012)(Guessoum *et al* ;2014)On entend par eau souterraine ; l'eau qui se trouve sous le niveau de sol et qui remplit soit les fractures du socle rocheux ; soit les pores présents dans les milieux granulaires tels les sables et les graviers

Contrairement à l'eau de surface, l'eau souterraine n'est pas rassemblée comme un ruisseau ou une rivière, mais elle circule en profondeur dans les formations géologiques qui constituent l'espace souterrain. (Myrand ;2008).Les eaux souterraines représentent 60% des eaux continentales, leur écoulement est estimé 12000 milliards de m<sup>3</sup>/an, soit 30% du débit des fleuves. Leur renouvellement total est de 5000 ans en moyenne et de 300 ans pour les



nappes superficielles les plus vives (Chibani ;2009). Les eaux souterraines représentent une part importante du cycle de l'eau et participent de ce fait aux équilibres naturels. Elles constituent également une formidable ressource renouvelable, exploitée pour l'approvisionnement en eau potable. (Bensoula ;2007). L'eau souterraine est d'une importance capitale dans la plupart des régions du monde. Toutefois, cette ressource qui était jadis de bonne qualité, se trouve actuellement menacée par diverses sources de contamination ponctuelles et diffuses.(Eblin *et al* ;2014).

- **Caractéristiques des eaux souterraines :**

- a. Turbidité faible. Les eaux bénéficient d'une filtration naturelle dans le sol.
- b. Contamination bactérienne faible. Le très long séjour dans le sol, la filtration naturelle et l'absence de matières organiques ne favorisent pas la croissance des bactéries.
- c. Température constante. Les eaux souterraines sont à l'abri du rayonnement solaire et de l'atmosphère.
- d. Indice de couleur faible. Les eaux souterraines ne sont pas en contact avec les substances végétales, sources de couleur.
- e. Débit constant Contrairement à celle des eaux de rivière, la qualité et la quantité des eaux souterraines demeurent constantes durant toute l'année.
- f. Dureté souvent élevée, Les eaux peuvent être en contact avec des formations rocheuses contenant des métaux bivalents ( $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ , etc.) responsables de la dureté.
- g. Concentration élevée de fer et de manganèse. Ces métaux, souvent présents dans le sol, sont facilement dissous lorsque l'eau ne contient pas d'oxygène dissous.  
.(Raymond ;1990).

### 1.1.4. Eau 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 appelle leur salinité. (Desjardins ;1990).

### 1.4. Nappes d'eau :

Les roches qui constituent le sous-sol contiennent un ensemble de vides où l'eau peut s'accumuler. Ces réservoirs géologiques, susceptibles de contenir de l'eau sont appelées

aquifères. La plupart des aquifères sont alimentés par l'eau de pluie dont une partie s'infiltré dans le sol et traverse la zone non-saturée pour rejoindre la nappe. On appelle nappe d'eau souterraine, l'ensemble des eaux comprises dans la zone saturée d'un aquifère dont toutes les parties sont en liaison hydraulique.

Les nappes sont des roches gorgées d'eau, ce sont aussi et surtout des systèmes dynamiques dans lesquels l'eau circule et réagit avec le milieu. Entre la zone d'infiltration et l'exutoire (source, rivière, mer...), l'eau souterraine se déplace dans l'aquifère par gravité, des points hauts vers les points bas. La circulation de l'eau dans l'aquifère dépend de deux grandeurs physiques, la porosité et la perméabilité. La porosité est une notion géométrique, elle exprime le pourcentage de vides présents dans la roche. La perméabilité est une notion dynamique, c'est l'aptitude de ces vides à laisser circuler l'eau. Elle conditionne la vitesse d'écoulement des eaux souterraines (Véronique M ;2000).

On distingue deux types de nappes selon la saturation :

### **1.1.5. Nappe active (ou nappe libre) :**

Nappe dont la surface est libre sous une zone non saturée en eau (F. Bichot et Gennat ;2013), libres en relation avec le réseau hydrographique.(Harrouz ;2006). Une nappe libre est une nappe dont la surface piézométrique coïncide avec la surface libre physique de la nappe. (Olivier ;2016).

Les nappes alluviales constituent un type particulier de nappe libre, formées par les grands épandages de sables et graviers des fleuves et des rivières.(Claude ;2006).

### **1.1.6. Nappe captive :**

Nappe emprisonnées entre 2 terrains imperméables et ne comprenant qu'une zone saturée. La nappe est en pression et son niveau remonte au-dessus de son toit dans un forage qui vient la libérer.(F. Bichot et Gennat ;2013).

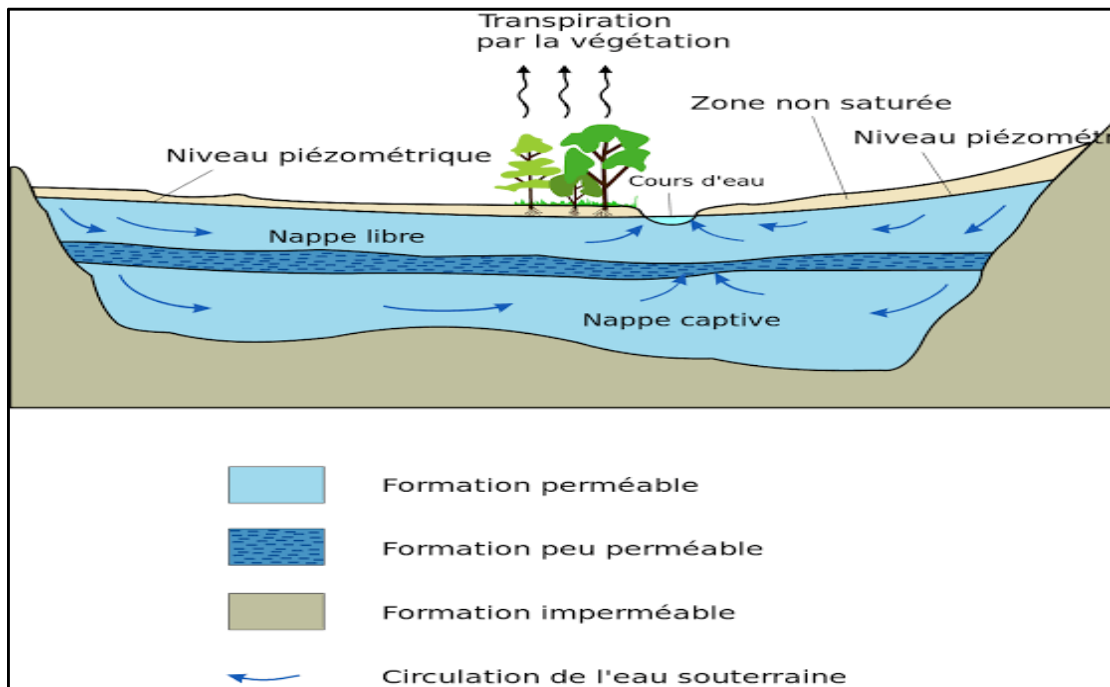


Figure n 02 ; circulation de l'eau souterraines .

### 1.5. Sources d'eau

#### Définition d'une source d'eau :

Une source peut être définie comme l'apparition à la surface du sol de l'eau d'une nappe aquifère souterraine (Gomella G. *et al.*, 1974). Une source est généralement caractérisée par son mode d'apparition localisé ou diffus, et par le lieu topographique de son émergence : haut, milieu, bas de pente, rupture de pente, changement géologique, etc... (J. Archambault, 1987)

Les différents types de source : il existe différents types de sources

#### 1.5.1. Sources artésiennes

Ce sont des sources jaillissantes. Elles jaillissent "sous pression" d'une nappe emprisonnée sous pression dans le sol. Ce sont des sources d'aquifères captifs, dont l'altitude du niveau piézométrique est supérieure à celui du sol. L'eau circule "sous pression" depuis l'aquifère jusqu'à la surface du sol, à travers les fissures du toit de la nappe. Ce toit peut être constitué de roches meubles ou consolidées. (Archambault, J., 1987)

### 1.5.2. Sources par débordement

L'aspect de ces sources aux arrivées d'eau très diffuses est variable suivant la situation dans laquelle elles se trouvent par rapport à l'aquifère. Ces sources apparaissent dans des zones où la nappe d'un aquifère captif devient libre par affleurement de la base du toit imperméable.(Archambault.J, 1987)

L'eau de cette nappe apparaît à la surface sous forme d'un chapelet de sources. Elles apparaissent surtout dans des terrains calcaires ou cristallins, les sources thermo minérales appartiennent à cette catégorie (Vilagines R., 2000).

### 1.5.3. Sources par émergence :

Ce sont les sources typiques de zones au relief très peu accentué des régions de bouclier. On les rencontre directement en amont de zones marécageuses étendues. Quand elles sont utilisées, l'aménagement traditionnel consiste en un ou plusieurs puisards dans lesquels l'eau arrive par le fond. Ces sources correspondent à l'affleurement de la zone saturée d'un aquifère à nappe libre, nappe alluviale ou nappe de vallée(Archambault.J, 1987).

Bien que la couche perméable soit fissurée en direction de sol, on peut avoir un débit alimentant un trou d'eau, souvent envahi de végétation par une ou plusieurs fractures ou l'on peut voir l'eau bouillonner. Le débit localisé de ces sources est souvent important, leur risque de tarissement est inégal (Gomella G. *et al* ; 1974).

### 1.5.4. Sources par déversement

Ce sont des sources drainant le plus souvent des niveaux perchés, liées à l'affleurement du substratum de la nappe qui est libre. On les trouve à mi-pente dans des régions au relief plutôt marqué (Archambault.J,1987)

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

## **Chapitre 02 : Pollution de l'eau :**

### 2.1. Pollution de l'eau :

- **Introduction :**

L'eau est un élément vital pour l'être humain. Il est important de l'avoir en qualité et en quantité suffisante garantissant ainsi une vie saine et sans danger à long terme. La protection de l'environnement consiste à la sauvegarde des ressources en eau contre tout type de pollution. (Haddad *et al* ;2014).

La pollution représente un sérieux problème pour l'environnement à cause des rejets déversés dans les rivières (Derradji *et al* ;2007) La pollution des eaux est due aux substances provenant des effluents industriels et urbains ainsi qu'au rejet des eaux de refroidissement qui causent d'important dommage à la faune des cours d'eau(Amrani *et al* ;2002)Les eaux usées domestiques non épurées représentent la principale source de pollution organique des eaux (Mostafa, 2006)(Bahroun *et al* ;2011), Cette pollution peut être engendrée par une source ponctuelle (ex. décharge, cimetière, rejet d'eau usée brute domestique ou industrielle, etc.), linéaire (pipeline, réseau d'eau usée, réseau de drainage agricole, etc) ou diffuse (engrais chimiques pesticides, herbicides, épandage des eaux usées domestiques, etc.)(Mohamed *et al* ;2003)(Mbilou *et al* ;2016 ).

#### 2.1.1. Types de pollution de l'eau :

Le milieu aquatique est la cible de contamination par le rejet des effluents pollués (activités humaines, industrielle, urbaines ou agricoles), induisant différentes formes de pollution ; la pollution physique, chimique et biologique ( voir tableau 1).(Zaimeche ;2015)

**Tableau n :01** : origines et natures de différentes sources de pollution.

Type de pollution	Nature	Origines
Physique	Rejets d'eau chaude	Centrales thermiques, nucléaires
	M.E.S.(matières en suspension)	Rejets urbains, érosion de sol
Chimique	Matière organique	Effluents domestiques, agricoles, agroalimentaires
	Fertilisants (nitrate, phosphate)	Agriculture, lessives
	Métaux (cd, ph, hg, al, as...)	Industrie, agriculture, déchets
	Pesticides	Industrie, agriculture
	Organochlorés (PCB, solvants)	Industries
	Composés organiques de synthèse	Industries
	Détergents	Effluents domestiques
	Hydrocarbures	Industries pétrolière, transports
Biologique	Bactérie, virus, champignons....	Effluents urbains, agricoles

### **pollution physique :**

- **-pollution physique naturelle :**

C'est celle qui résulte de l'entraînement en suspension d'éléments minéraux menus : sable fin, limons, argiles, lors de pluies violentes ou de crues abondantes

- **- pollutions physiques humaines :**

Sont de trois ordres :

- En premier lieu, les rejets de matières en suspension inertes ou fermentescibles, ce sont les rejets d'Eau de lavage provenant de l'exploitation de minéraux ou de minerais ou bien les rejets d'Eau de séparation par flottation, (les lavoirs à charbon, par exemple), qui renferment des matières inertes en suspension à caractère minéral dominant et qui nécessitent un traitement physique. Mais certaines Eaux résiduaires organiques, Eaux usées domestiques et urbaines,

Eaux industrielles des industries alimentaires, des industries des cuirs et peaux, des industries textiles, etc. contiennent des matières en suspension très fermentescibles qui nécessitent un traitement biologique pour pallier un développement microbien intense et la raréfaction de l'Oxygène dissous

- Deuxième type de pollution physique : les rejets d'eau de réfrigération, le plus souvent non souillés, mais chargés de calories. Ces rejets élèveront la température naturelle du milieu hydrique récepteur et entraîneront un appauvrissement physique de la teneur de l'eau fluviale en oxygène, voire une mutation dans les espèces qui composent le potamotplancton
- Troisième type, ce sont les rejets pouvant entraîner une nuisance radioactive. (Marcel ;1974)

### **pollution chimique :**

Plus au moins importante, d'origine agricole et les rejets industriels et domestiques. Elle peut influencer directement le régime des eaux souterraines, puisque la majeure partie de la pollution des eaux souterraines vient de l'eau de surface polluée (Sendide ;1994;Elamrani *et al* ;2002).D'ailleurs, l'usage excessif et non-raisonnable des pesticides dans l'agriculture, est un facteur de pollution principal des eaux de surfaces comme il a été, également rapportée par plusieurs auteurs (Fathi, 1995; Sage *et al.*, 1997; Azzaoui, 1999)(Lalami *et al* ;2010).

### **pollution microbienne :**

Elle est présente dans 100% des eaux, provenant des eaux de ruissellement et des eaux usées domestiques et industrielles (Lalami *et al* ;2010). La pollution des eaux par les bactéries pathogènes représente un véritable danger pour la santé publique (Cherif *et al* ;2001)

#### **2.1.2. Sources de pollution :**

L'activité humaine engendre des rejets gazeux, liquides et solides dans le milieu(atmosphère, eaux de surface, sol, nappes) qui, directement (rejets) ou indirectement, vont affecter les eaux souterraines. L'infiltration verticale (recharge) ou latérale (limites à flux



## **Chapitre 02 : Pollution de l'eau**

---

entrant : berges de cours d'eau), la lixiviation de l'atmosphère et des sols vont contribuer à la dégradation qualitative des ressources.

### **Pollutions domestique :**

Les principaux polluants apportés sont salins (chlorure de sodium de régénération des résines échangeuses d'ions des adoucisseurs d'eau, des fers à repasser ou des lave-vaisselle), tensioactifs (borates, poly phosphates des détergents), bactériologiques (*Escherichia coli*, Entérocoques fécaux,...), hormonaux (pilule anticonceptionnelle...).

Outre les ions apportés en solution, la pollution domestique émet des matières en suspension, en particulier organiques.

### **Pollution urbaine :**

La pollution urbaine se compose des eaux des surfaces imperméabilisées appelées abusivement eaux pluviales, des résidus de traitement de la pollution domestique collectée, ainsi que les résidus de traitement des ordures ménagères.

### **Pollution industrielle :**

Diverse dans sa composition, la pollution industrielle comprend des effluents liquides, des fuites de stockage ou de canalisations, des résidus solides qui, souvent dans le passé, ont été utilisés comme remblais

### **Pollution agricole :**

L'agriculture peut produire une pollution ponctuelle, comme les fuites de stockage des sous-produits de l'élevage : jus de fumiers ou d'ensilage, ou les fuites d'engrais ou de produits phytosanitaires, lors de la préparation des solutions à épandre ou lors du rinçage du matériel. De plus, les engrais et pesticides épandus constituent une source de pollution diffuse, la végétation et le sol constituant un réservoir de polluants facilement mobilisable par l'eau d'infiltration (Gilli *et al* ;2008).

### ▪ Pollution de l'eau et problèmes de santé :

Une bonne qualité de l'eau est indispensable pour garantir un environnement sain et la bonne santé des êtres humains. En ce qui concerne la boisson et l'assainissement, les besoins par personne et par jour sont essentiellement de 20 à 40 litres d'eau ne contenant pas d'éléments polluants ni d'agents pathogènes dangereux et ils passent à 50 litres si l'on prend en compte les besoins pour la toilette et la cuisine.

Toutefois, dans de nombreux pays, la quantité d'eau nécessaire quotidiennement pour la boisson et l'assainissement n'a pas la qualité requise. Les pays en développement qui connaissent une urbanisation rapide souffrent d'un manque d'installations d'épuration des eaux usées avec pour résultat la contamination de l'eau potable qui devient ainsi une des principales causes de maladie (avec les répercussions qui s'ensuivent sur la pauvreté et l'éducation) et de décès.

La plupart des germes pathogènes (*E. coli*, *salmonella*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolitica*, *campylobacter jejuni*), des virus (virus de l'hépatite A, entérovirus, rotavirus, virus de Norwalk..) et des parasites (*Giardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum*, *Entamoeba histolytica*, et *Dracunculus medinensis*) présents dans l'eau de boisson font courir un risque sérieux de maladies et leur élimination doit être prioritaire (OMS ;2000)

La pollution est donc immédiate avec des effets directs sur la santé des populations. (Faye ;2017). Elle peut engendrer diverses maladies comme le montre le tableau suivant :

Tableau 2 : les principales maladies engendrées par la consommation d'eau contaminée (Berg *et al* ;2009)

**Tableau 02 : Principales maladies engendrées par la consommation d'eau contaminée**

(Berg *et al* ;2009)

<b>Origine</b>	<b>Maladies</b>	<b>Agent infectieux</b>	<b>Symptômes</b>
bactérienne	Choléra	Vibrio cholerae	Diarrhée sévère vomissements, déshydratation par perte de 20 litres par jour causant des crampes et un collapsus
	Dysenterie	Shigella dysenteriae	Infection du colon responsable de diarrhées douloureuses, mucus et sang dans les selles ; douleurs abdominales
	Entérite	Clostridium perfringens	Inflammation de l'intestin grêle source de malaise générale perte de l'appétit, crampes abdominales et diarrhée
	Typhoïde	Salmonella typhi	Les premiers symptômes incluent migraines, perte d'énergie, fièvre ; plus tard surviennent une éruption cutanée rose et une hémorragie des intestins
Virale	Hépatite virale	Virus A de l'hépatite	L'inflammation du foie cause une jaunisse, de la fièvre, des migraines, nausées, vomissements perte importante de l'appétit, courbature et malaise générale
	Poliomyélite	Poliovirus	Les premiers symptômes sont le mal de gorge, la fièvre, la diarrhée, douleurs des membres et le dos ; quand l'infection s'étend à la moelle épinière, les muscles s'atrophient et sont paralysés
parasitaire	Cryptosporidiose	Cryptosporidium	jusqu'à 22 jours des diarrhées et des crampes
	Dysenterie amibienne	Entamoeba histolytica	Cette infection du colon cause des diarrhées douloureuses avec du mucus et du sang dans les selles ; douleurs abdominales
	Bilharziose	Schistosoma sp	Troubles graves du foie et de la vessie, avec sang dans l'urine, diarrhée, faiblesse, manque d'énergie, crises répétées de douleurs abdominales
	Ankylostomose	Ancylostoma sp	graves anémie et parfois symptômes de la bronchite

### Principales maladies à transmission hydrique en Algérie :

La qualité de l'eau joue un rôle important dans l'avènement des maladies hydriques telles que : la diarrhée et la fièvre typhoïde. (Yelezoumin *et al* ;2014), choléra, Hépatites, bilharziose et intoxications (Lalami *et al* ;2010).

Les maladies à transmission hydrique (MTH), sont à l'origine de la mortalité élevée des populations des pays en voie de développement. L'eau contaminée par les microorganismes est une source d'infections très importante (Madigan et Martink, 2007).

Les maladies liées à l'eau sont les maladies transmises à l'homme dont l'existence est directement ou indirectement liée à un environnement aquatique (Vernazza *et al* ;2013)

Depuis une décennie, la fièvre typhoïde, la dysenterie, l'hépatite virale de type « A » et les toxi-infections alimentaires collectives représentent les principales maladies à transmission hydrique qui existent en Algérie. (Kherifi ;2017)

**Tableau n : 03 :** Présentation des différentes maladies à transmission hydrique et les séries d'observation des deux paramètres climatique (Précipitation et température) en Algérie. (Kherifi ;2017)

Origine des maladies	Les différents maladies	Série d'observation (MTH, Précipitation, Température )
Maladies d'origine bactérienne	- Le choléra ( <i>vibrio cholerae</i> )	2000-2015
	- Les fièvres typhoïdes ;	2000-2015
Maladies d'origine virale	- Les hépatites A (virus de l'hépatite A) ;	2000-2015
Maladies d'origine alimentaire	-Toxi-infections alimentaires collectives (TIAC)	2000-2015

## **Chapitre 03 : Qualité de l'eau**

### 3. Qualité de l'eau :

L'étude des caractéristiques des eaux de source est souvent destinée à préciser les variations potentielles de leur qualité et de leur origine (Tardy, 1980 ; Chevalier Lemire *et al.*, 1990) (Haddad *et al* ;2013). L'eau est une ressource naturelle précieuse et essentielle pour de multiples usages (domestiques, industriels et agricoles). Sa qualité est un facteur influençant l'état de santé et la mortalité à la fois chez l'homme et les animaux (Kazi *et al* ;2009) (Moustainer *et al* ;2013), L'eau est à l'origine de la vie sur terre, et elle est indispensable à la survie des êtres vivants, mais elle peut être un véhicule des maladies fatales et un élément de destruction environnementale si elle est polluée(Tire *et al* ;2017)

La qualité de l'eau des distributions publiques est souvent définie par un ensemble de paramètres que l'on peut regrouper en trois catégories :(Boistard ;1993)

#### 3.1. Qualité organoleptique :

Ces différents caractères doivent être appréciés au moment du prélèvement : certaines odeurs peuvent par exemple, disparaître pendant le transport, ou l'aspect de l'échantillon se modifier au cours du stockage(apparition d'une coloration, de précipités, etc.)(Rodier *et al* ;2008).

##### 3.1.1. Couleur (Référence de qualité « Eau potable »)

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances dissoutes. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparente sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité. (Rodier *et al* ;2009).

##### 3.1.2. L'odeur :

L'odeur peut être définie comme :

- a) L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles (soufre(S))
- b) La qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances (chimiques telles les hydrocarbures ou organiques telles que les matières organiques en décomposition par exemple).(Rodier *et al* ;2008).

##### 3.1.3. Le goût et la saveur :

### Le gout :

Le gout peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçues lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche ; ainsi que la propriété des produits provoquant ces sensations

### La saveur :

La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation, par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs, et la qualité de cette sensation particulière provoquée par ces substances. (Rodier *et al* ;2008).

## 3.2. Qualité physique :

### 3.2.1. Température :

La température est un facteur physique fondamental dans les environnements aquatiques et terrestre. Elle régit la presque totalité des réactions physiques, chimiques, biologiques. (Chapman *et al* ;1996), Derwich *et al* ;2010).

La température de l'eau est un facteur important dans la production biologique. Ceci vient du fait qu'elle affecte les propriétés physiques et chimiques de celle-ci, en particulier sa densité, sa viscosité, la solubilité de ses gaz (notamment celle de l'oxygène) et la vitesse des réactions chimiques et biochimiques (Hceflcd ;2006)(Belghiti *et al* ;2013).

### 3.2.2. Conductivité électrique :

Ce paramètre permet d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau, donc de sa minéralisation (Aissaoui *et al* ;2017). La conductivité électrique permet d'apprécier le degré de minéralisation de l'eau dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement (Kahloul *et al* ;2014) Rodier *et al* ;2009).

### 3.2.3. Turbidité :

La turbidité est un paramètre organoleptique et une expression des propriétés optiques d'une eau à absorber ou à diffuser la lumière, elle est due à la présence des matières en suspension finement divisées : argiles, limons... Une forte turbidité peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur les particules en suspension : la qualité bactériologique d'une eau turbide est donc suspecte (Ghazali *et al* ;2013)(Aboubakar *et al* ;2017). La norme établie sur la turbidité est de 5 Néphélométrie Turbidité Unit (NTU) (Gbohaida *et al* ;2016).

### 3.2.4. Oxygène dissous (OD) :

C'est un paramètre utilisé essentiellement pour les eaux de surface. (Gbohaida *et al* ;2016), important indicateurs sur le degré de la pollution des eaux.(Derwich *et al* ;2010) il participe à la majorité des processus chimiques et biologiques en milieu aquatique(Ghazali *et al* ;2013). L'oxygène est un facteur essentiel à la vie aquatique, en particulier aux organismes assurant l'autoépuration des rivières, ce qui fait de cet élément un bon indicateur de pollution d'un cours d'eau et du suivi de son autoépuration (Derwich *et al* ;2008).

### 3.2.5. Salinité :

La salinité est la quantité de sels secs dissous dans l'eau, Elle est donnée en partie par milliers notée aussi ‰ ou psu (practical salinity unit)

1psu  $\longrightarrow$  correspond a 1 gramme de sel sec par kilogramme d'eau (Bouchar ;2010).

### 3.2.6. Matière en suspensions(MES) :

Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux (N'Diaye, *et al* ;2013). Elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, de régime d'écoulement des eaux, de la nature des rejets, etc. (Rodier ;1984). La présence d'énormes quantités de matières en suspension (MES) entraîne leur sédimentation sur les planches, ayant pour effet le colmatage des sols empêchant ainsi la respiration normale des cultures. (Derwich *et al* ;2008)

### 3.2.7. Potentiel hydrogène (pH) :

Le pH est la concentration d'ions hydrogène dans une solution dans l'eau (Brasilia ; 2013), elle indique le caractère acide ou basique de l'eau. ((Laghzal *et al* ;2014). Ce paramètre mesure la concentration de protons H<sup>+</sup> contenus dans l'eau donc l'acidité ou l'alcalinité de l'eau sur une échelle logarithmique de 0 à 14. Le pH influence la plupart des mécanismes chimiques et biologiques dans les eaux. (Derwich *et al* ;2010).

### 3.2.8. Résidu sec (RS) :

La détermination du résidu sur l'eau non filtrée est utilisée pour évaluer les solides dissouts et la mesure en suspension non volatils après filtration correspond aux solides dissous. (Laghzal *et al* ;2014). La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet



d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau, c'est le résidu total (Rodier *et al* ;2009).

### 3.2.9. Dureté totale (DT) :

La dureté est mesurée par le titre hydrotimétrique (TH) (Belghiti *et al* ;2013). Ce paramètre représente la teneur de l'eau en sels de métaux alcalino-terreux (sels de calcium, magnésium, strontium et baryum). Etant donné que le strontium et le baryum sont souvent présents dans l'eau sous forme de traces, la dureté totale se réduit à sa concentration en ions calcium et magnésium, exprimés en millimoles ou en milligrammes par litre (mmol/l ou mg/l) ou en degré français (°F) (Derwiche *et al* ;2010).

### 3.2.10. L'alcalinité (TA-TAC):

À l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogencarbonates, carbonates et hydroxydes (Rodier *et al* ;2009).

L'alcalinité totale de l'eau est donnée par la somme des différentes formes d'alcalinité existantes, soit, par la concentration des hydroxydes, des carbonates et des bicarbonates, exprimée en termes de carbonate de calcium. On peut dire que l'alcalinité mesure la capacité de l'eau à neutraliser les acides. La mesure de l'alcalinité est d'une importance fondamentale dans le processus de traitement de l'eau. (Brasilia ;2013)

## 3.3. Qualité chimique :

### 3.3.1. Demande biochimique en oxygène (DBO5):

La DBO5 est la quantité de dioxygène nécessaire aux microorganismes aérobies de l'eau pour oxyder les matières organiques dissoutes ou en suspension dans l'eau (Aissaoui *et al* ;2017). La DBO5 traduit la quantité d'oxygène moléculaire utilisée par les microorganismes pendant une période d'incubation de 5 jours à 20 °C pour décomposer la matière organique, dissoute ou en suspension, contenue dans un litre d'eau. D'après Chapman *et al* (1996), la DBO5 des eaux naturelles est inférieure à 2 mg/l. Les eaux recevant des rejets domestiques présentent des concentrations supérieures à 10 mg/l. (Derwiche *et al* ;2010)

### 3.3.2. Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène, DCO exprime la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique (biodégradable ou non) d'une eau à l'aide d'un oxydant : le bichromate de potassium (Aissaoui et al ;2017) La DCO permet d'apprécier la concentration en matières organiques ou minérales, dissoutes ou en suspension dans l'eau, au travers de la quantité d'oxygène nécessaire à leur oxydation chimique totale (J.Rodier ;1996) (Ayyach et al ;2016).

### 3.3.3. Les cations et les anions contenants dans l'eau :

#### 3.3.3.1. Cations :

##### 2.3.3.1.1. Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) :

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates (Gbohaida et al ;2016) est généralement l'élément dominant des eaux potables et sa teneur varie essentiellement suivant la nature de terrains traversés (terrain calcaire ou gypseux) (Rodier et al ;2009) (Kahloul et al ;2014). Le calcium peut provenir des formations gypsifères ( $\text{Ca SO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$ ), qui sont facilement solubles (Ngouala ;2016)

##### 2.3.3.1.2. Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) :

Le magnésium se prête facilement aux techniques habituelles de l'analyse hydrologique (Rodier et al ;2009). Les teneurs en magnésium des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Dans les régions riches en roches magnésiques, l'eau peut contenir des concentrations de 10 à 50 mg/L de cet élément. La dureté est souvent due aux ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  (Nechad et al ;2014), Le magnésium est un élément qui accompagne souvent le calcium, et provient de la dissolution des dolomies, des calcaires dolomitiques et des minéraux ferromagnésiens (Ngouala ;2016).

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

Le sodium se présente dans les eaux naturelles à des concentrations pouvant varier de quelques dizaines de mg à 500mg/l, mais la concentration reste en général constante, le

sodium provient de la météorisation des roches contenant des silicates de sodium et d'ammonium, des urines et des selles des animaux (Haddad *et al* ;2014)

### 2.3.3.1.4. Fer total :

C'est un élément assez abondant dans les roches (quelque%) sous forme de silicates, d'oxydes et hydroxydes, de carbonates et de sulfures (Belghiti *et al* ;2013).L'importance teneur en fer dans les eaux analysées serait liée à la pollution d'origine anthropique notamment les déchets domestiques (Aguiza *et al* ;2014)(Aboubakar *et al* ;2017).

### 2.3.3.1.5. Potassium (K+) :

Le potassium est un élément alcalin, très réactif avec l'eau ; on le retrouve dans les roches ignées et dans la nature sous forme de chlorure double dans de nombreux minerais. Il se trouve aussi dans la végétation sous forme de carbonate. (Ngouala *et al* ;2016). Les eaux naturelles présentent des concentrations faibles en ion potassium qui ne dépassent généralement pas 10 à 15 mg /L. Ceci est du à la faible solubilité des minéraux. Bien que les valeurs peuvent être influencées par les activités anthropiques, agricoles, minières et industrielles(Haddad *et al* ;2013).

### 2.3.3.2.Anions :

#### 2.3.3.2.1. Chlorures (CL-) :

Les ions chlorures sont présent dans toutes les eaux à des concentrations différentes et sous forme de sels : chlorure de sodium(Na cl), chlorure de potassium (K cl) u chlorure de calcium clac<sub>2</sub> introduite par des apports naturels ou d'origine humaine (Ngouala *et al* ;2016). Ces éléments sont très répandus dans la nature. Leur teneur dans les eaux est très variable et liée principalement à la nature des terrains traversés(Kahloul *et al* ;2014).

#### 2.3.3.2.2. Sulfates (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) :

Proviennent du ruissellement ou d'infiltration dans le terrain à gypse(Belghiti *et al* ;2013),Le soufre est un élément non métallique qui existe à l'état naturel dans les sols et les roches. (Haddad *et al* ;2014)), le soufre se combine à l'oxygène pour donner l'ion sulfate, présent dans certains minéraux : gypse, baryte... La transformation réversible des sulfates en sulfures se fait grâce au cycle du soufre (Peck, 1970; Smith, 1974). Les eaux de surface contiennent des teneurs très variables de sulfates. Leur concentration est généralement comprise entre 2,2 et 58 mg/l (Meybeck *et al* ;1996)(Derwich *et al* ;2010).

### 2.3.3.2.3. Phosphate (PO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) :

Le phosphate peut exister dans les eaux en solution ou en suspension (Rodier *et al* ;2009) peuvent être d'origine organique ou minérale (Aissaoui *et al* ;2017).

Le phosphore est un nutriment essentiel au développement des organismes aquatiques photosynthétiques qui constituent le premier maillon de la chaîne trophique. (Haddad *et al* ;2013). Une forte teneur en orthophosphates peut indiquer une pollution agricole suite à une lixiviation des fertilisants. Les teneurs élevées de cet élément dans les eaux de surface peuvent entraîner leur eutrophisation, cependant, en absence d'intervention humaine, les eaux de surfaces contiennent très peu de phosphates. (Meybeck *et al.* (1989) estiment que la teneur naturelle en PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> des cours d'eau est inférieure à 0,025 mg/l et dépend principalement de la nature du substratum géologique. (Nechad *et al* ;2014).

### 2.3.3.2.4. Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) :

Les nitrates représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé présent dans l'eau. Ce sont les ions naturels présent par tout dans l'environnement. Ils sont produit de l'oxydation de l'azote par le microorganismes dans les plantes, le sol ou l'eau (Kahloul *et al* ;2014) les nitrates sont les principaux responsables de l'eutrophisation des milieux aquatiques(.Abdoulaye *et al* ;2013) Constituent la forme azotée plus dominante dans les cours d'eau et dans les nappes d'eau souterraines(Chapman *et al* ;1996).(Derwiche *et al* ;2010), Les sources de nitrates dans l'eau (en particulier les eaux souterraines) comprennent les matières animales et végétales en décomposition, les engrais agricoles, le fumier , les eaux usées, domestiques et les formations géologiques contenant des composés azotés solubles.(Kahloul *et al* ;2014)

### 2.3.3.2.5. Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) :

Les nitrites proviennent, soit d'une réduction des nitrates, soit d'une oxydation incomplète des ions ammonium (Rodier, 1996). Les teneurs en NO<sub>2</sub><sup>-</sup> des lixiviats sont faibles et sont comprises entre 0,06 et 2,3 mg/L. Ces faibles teneurs sont dues aux valeurs faibles de l'oxygène dissous et du potentiel redox dans le lixiviat.(Kouassia *et al* ;2014 )

### 3.4. Qualité microbiologique:

#### 3.4.1. Coliformes totaux

Ce sont bacilles gram-négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, oxydase-négatifs, capables de se développer en présence de sels biliaires ou d'agents tensio-actifs. Ils fermentent le lactose en produisant de l'acide, du gaz et de l'aldéhyde à  $35,0 \pm 0,5$ °C pendant 24-48 heures, et qui peuvent présenter une activité enzyme  $\beta$  – galactosité.

La majorité des bactéries coliformes appartiennent au genre *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* et Entérobactérie, bien que plusieurs autres genres et espèces appartiennent également au groupe.(Brasilia ;2013).

#### 3.4.2. Coliformes fécaux :

Ce sont des bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies ; non sporulant, capables de fermenter le lactose avec production de l'acide et de gaz à 36 et 44°C en moins de 24 heures. Ceux qui produisent de l'indole dans l'eau peptonée contenant du tryptophane à 44°C, sont souvent désignés sous le nom d'*Escherichia Colibien* que le groupe comporte plusieurs souches différentes (*Citrobacterfreundii*, *Enterobacteraerogenes*, *Klebsiellapneumoniae*...etc.) (OMS, 1986; Rodier *et al* ;1996 )(Ouhmidou *et al* ;2015)

#### 3.4.3. Salmonelles :

Les Salmonelles sont parmi les bactéries pathogènes les plus fréquemment retrouvées dans les eaux polluées (Cherif *et al* ;2001).

Ils sont en général considérés comme pathogènes bien que leur virulence et leur pathogénèse varient énormément : fièvres typhoïdes, salmonelloses systémiques, gastro-entérites, toxi-infections alimentaires. Les hôtes naturels des salmonelles sont la population humaine, les animaux domestiques, les volailles et le bétail ainsi que les animaux sauvages, y compris les oiseaux communs (Rodier *et al* ;2009).

#### 3.4.4. Clostridium sulfito-réducteurs :

Sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et des

streptocoques fécaux, permettraient ainsi de déceler une pollution fécale ancienne ou intermittente (Rodier *et al* ;2008).

### 3.4.5. Pseudomonas :

Les bactéries du genre *Pseudomonas* sont des Gram négatives en forme de bâtonnets qui se caractérisent par une polyvalence métabolique, une respiration aérobie avec du nitrate comme accepteur d'électrons terminal et ou de l'arginine fermentation), la motilité est due à un ou plusieurs flagelles polaires (Haas Dieter *et al* ;2005).

### 3.4.6. Entérocoques intestinaux

Les entérocoques sont souvent désignés sous l'appellation « Streptocoques du groupe D ». Ces bactéries, proches des bactéries lactiques par leur aptitude à l'acidification et à la coagulation du lait (Sherman ;1937). (J.L.Schmidt *et al* ;1974)

Ce groupe de bactéries est également considéré comme un bon indicateur spécifique de contamination fécale. La concentration d'entérocoque intestinaux est mieux corrélée à l'apparition de maladies gastro-intestinales (servais *et al* ;2009).(Laghzalet *al* ;2014) ).les espèces *Enterococcus faecalis* et *Enterococcus faecium* sont pathogènes ,Ces organismes sont recherchés dans le milieu Slanetz et Bartely, incubés pendant 24 heures à 37°C.( Mansouri *et al* ;2018).

## 4. Normes de qualité de l'eau :

Les normes, c'est-à-dire les concentrations maximales acceptable et les modalités d'application, sont différents d'un pays à l'autre, voire d'une province à l'autre.

Afin de définir régulièrement une eau potable, des normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nuisibles et susceptibles d'être présentes dans l'eau. (Alouane, 2012).

Globalement, les qualités de l'eau de boisson doivent obéir à des normes définies par une réglementation nationale. Il peut en résulter, pour un pays ou une région donnée, des dispositions réglementaires différentes de la qualité de l'eau, par rapport aux normes internationales (Bouziani, 2000).

En Algérie, il existe des réglementations locales pour la qualité de l'eau de boisson en citant le Journal Officiel de la République Algérienne (JORA, 2011) qui représente les

## **Chapitre 03 : Qualité de l'eau**

---

différents paramètres physico-chimiques et bactériologiques de la qualité de l'eau de consommation humaine avec des valeurs limites.

### **4.1. Normes microbiologiques :**

on retrouve les bactéries coliformes fécales en grand nombre dans les intestins et les excréments des animaux à sang chaud. On utilise de préférence les coliformes fécaux comme indicateurs de la qualité des eaux brutes, ce qui permet de déceler la présence d'organismes pathogènes à la source.

### **4.2. Normes et recommandations pour les paramètre physiques et chimiques :**

Les normes visent à fournir aux consommateurs une eau qui ne constitue pas un risque pour la santé. Dans les recommandations, on propose également des objectifs esthétiques. Une eau de mauvaise qualité esthétique fait naître un doute sur sa salubrité dans l'esprit du consommateur (Desjardins, 1990).

### **4.3. Les normes algérienne :**

Les normes sont tirés du journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire (N°75-moharam 1431 décembre 2009)(annexe).

## **5. L'importance du traitement des eaux :**

L'objectif fondamental du traitement de l'eau est de protéger les consommateurs des micro-organismes pathogènes et des impuretés désagréables ou dangereuses pour la santé. L'organisation mondiale de la santé (OMS) estime en effet que 80% des maladies qui affectent la population mondiale sont directement associées à l'eau : on retrouve ainsi en permanence 400 millions de personnes atteintes de gastro-entérite, 200 millions, de schistosomiase (bilharziose), 160 millions, de paludisme et 300 millions, d'onchocercose. On estime par ailleurs que les eaux polluées sont responsables de 50% des cas de mortalité infantile.

Qu'elles soient d'origine souterraines ou superficielles, les eaux utilisées pour l'alimentation humaine sont rarement consommables telles quelles. Il est souvent nécessaire de leur appliquer un traitement plus ou moins approprié (Valentin ; 2000). Malgré les apparences, la transmissions des maladies par une eau polluée n'est pas l'apanage des pays en voie de développement. Une étude récente a en effet révélé que, chaque année, aux Etats-Unis, 35 000 personnes étaient victimes de salmonellose, 200 000, de shigellose et 75 000, d'hépatite à virus A (Desjardins ; 1990).

## **Conclusion**



## Conclusion

L'eau est une ressource environnementale et c'est une partie essentielle du corps humain et sa qualité répond à des normes préétablies qui garantissent qu'elle peut être bu.

La qualité de l'eau est souvent déterminée par une combinaison de facteurs physiques, chimiques et microbiologiques.

Cependant, l'eau peut être exposée à différents types de pollution qui peuvent provoquer différentes maladies. Cette contamination peut être détectée en modifiant les paramètres sensoriels, physiques, chimiques et microbiologiques.

Nos travaux comprenaient l'évaluation de la qualité de l'eau de la source Tala ouchibade la ville de Miliana, destinée à la consommation humaine, d'un point de vue physique, chimique et microbiologique. Nous espérons avoir l'occasion de faire ce travail à l'avenir.

# **Bibliographie**

### A

\_ **Aboubakr, A., Abdoul, W., & Bouba, L. (2017).** Characterization of surface water around a agro-industrial company in maroua-cameroon. Larhyssjouenal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (29), 209-225.

\_ **Aissaoui, M., Benhamza, M., & Guettaf, M. (2017).** Caractéristiques hydro chimiques des eaux de l'oued Seybouse-Cas de la région de Guelma (Nord est Algérien). Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie, 35(1), 178-186.

\_ **Alouane H., (2012).** Evaluation des teneurs en nitrates dans les sols et dans les eaux captées et émergentes en zones à vocation agricole ; Impact des nitrates sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, Mémoire de Magister, Gestion des déchets : Évaluation et Solutions Environnementales, Université Mentouri Constantine, 49p

\_ **Amrrani-Hammoutene, S.** Principaux moyens de lutte contre la pollution de l'industrie productrice d'électricité. Revue LJEE.2002.

\_ **Ayad, W., & Kahoul, M. (2016).** Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de puits dans la région d'El-Harrouch (NE-Algérie) [Assessment of physico-chemical and bacteriological quality of Well water in the region of El-Harrouch (NE-Algeria)]. Journal of Materials and Environmental Science, 7, 1288-1297.

\_ **Ayyache, A., Fathallah, R., Hbaiz, E., Fathallah, Z., Chouki, H., & El midaoui, A. (2016).** Physico-chemical and bacteriological characterization of wastewater treatment plant in the city dar el gueddari (morocco). Larhyss Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (28), 65-85

### B

\_ **Bahroun, S., & Bousnoubra, H. K. (2011).** Évaluation de l'indice de pollution organique dans les eaux naturelles cas de la région d'El Tarf (Nord-Est Algérien). LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (9).

\_ **Belghiti, M. L., Chahlaoui, A., Bengoumi, D., & El Moustaine, R. (2013).** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quadernaire dans la région de Meknès (Maroc)

\_ **Bensaoula F. Adjim M. Bensaoula M.** l'importance des eaux karstiques dans l'alimentation en eau de la population de Tlemcen, 2007, n06, pp. 57-64.

. LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (14)

\_ **Berg, Linda R., Peter H. Raven, and David M. Hassenzahl.** environnement de Boeck supérieur, 2009.

\_ **bichot F, gennat A.** les eaux souterraines en poitou-charentes , 2013.p72

## Bibliographie

---

\_ **Bonnin J., 1982.** Aide mémoire d'hydraulique urbaine. Edition. Eyrolles. P : 23-24-27-32-33.

\_ **Bouchar, F. (2010).** Mesure de Salinité-réalisation d'un conductimètre. TENUM Toulouse.

\_ **Boistard, Pascal.** Qualité et prix des services publics de distribution d'eau potable. Approche d'un prix de la qualité de l'eau et de la desserte. Diss. 1993.

\_ **Bouziani M., (2000).** L'eau de la pénurie aux maladies, Edition ibn khaldoun, 247p.

### C

\_ **Cherif, H., Silini, A., &Ghoul, M. (2001).**la resistance aux antibiotiques des salmonella dans les eaux de rivieres de setif. Sciences & Technologie. A, sciences exactes, 55-62

\_ **Centre d'information sur l'eau (CIE). (2013).** Le cycle naturel de l'eau, le mercredi 7aout 2013, 6p.

\_ **ChibaniS.(2009).**contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de surface et souterraine de la région de ainlakhouf. Université 08 mai 1945 de guelma, 2009, p146.

\_ **Chartier, Marcel.** "Les types de pollutions de l'eau." *Norois* 82.1 (1974): 183-193.

### D

\_ **Derwich, E., Beziane, Z., Benaabidate, L., &Belghyti, D. (2008).**Evaluation de la qualité des eaux de surface des Oueds Fès et Sebou utilisées en agriculture maraîchère au Maroc. LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (7).

\_ **Derwich, E., Benaabidate, L., Zian, A., Sadki, O., &Belghity, D. (2010).**Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du haut Sebou en aval de sa confluence avec oued Fès. LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (8).

\_ **Desjardins, R. (1990).** Le Traitement des Eaux. 2e Edition Revue. Ecole Polytechnique.

\_ **Derradji, F., Bousnoubra, H., Kherici, N., Romeo, M., &Caruba, R. (2007).** Impact de la pollution organique sur la qualité des eaux superficielles dans le Nord-est algérien. Science et changements planétaires/Sécheresse, 18(1), 23-27.

\_ **Haas, Dieter, and Geneviève Défago.**"Biological control of soil-borne pathogens by fluorescent pseudomonads." *Nature reviewsmicrobiology* 3.4 (2005): 307-319.

### E

**Eblin, S. G., Sombo, A. P., Soro, G. M., Aka, N., Kambiré, O., & Soro, N. (2014).** Hydrochimie des eaux de surface de la région d'Adiaké (sud-est côtier de la Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 75, 6259-6271.

**Euzen, Agathe, Catherine Jeandel, and Rémy Mosseri.** *Eau à découvert*. Cnrs, 2015.

### F

**Faye, C. (2017).** Les défis de la pollution de l'eau, une menace pour la santé publique: atouts et défauts des lois et politiques de l'eau au Sénégal. *Larhyss Journal*, 107, 126.

Fondation Nationale de la santé Manuel pratique d'analyse de l'eau/National Health Foundation – 4. ed. – **Brasilia: FUNASA, 2013.** 150 p.

### G

**Gilli, E., Mangan, C., & Mudry, J. (2008).** Hydrogéologie: objet, méthodes, applications (p. 339). Dunod.

**Gbohaida, V., Agbangnan, D. P., Ngossanga, M. B., Medoatinsa, S. E., Dovonon, L. F., Wotto, D. V., ... & Sohounhloue, D. C. (2016).** Etude de la qualité physico-chimique de l'eau de boisson dans deux localités du Bénin: Cotonou et Dassa-Zoumè. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10(1), 422-434.

**Ghazali, D., & Zaid, A. (2013).** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (Région de Meknès-Maroc). *LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782*, (12).

**Gilli, Eric, Managan, Christian, et Mudry, Jacques.** Hydrogéologie-4e éd.: Objets, méthodes, applications. Dunod, 2016.

**Gomella G., Guerree H. et Neveux Marc, 1974.** La distribution de l'eau dans les agglomérations urbaines et rurales. Edition Eyrolles.

**Guessoum, H., Benbrahim, F., Halilat, M. T., Laouar, F., Bensalama, M., & Darem, S. (2014).** Pollution biologique des eaux phréatiques de la région de Ghardaia (Cas de Sebseb). *Journal of Advanced Research and Science and Technology*, 3, 35-43.

**J. Archambault, 1987.** Le point sur « le captage des sources ». groupe de recherche et d'échanges technologiques (GRET) (1987) ISBN : 2-86844-016-9. Dossier numéro 10.

### H

**Haddad, H., & Ghoualem, H. (2014).** caractérisation physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'Annaba. *Larhyss Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782*, (18).

### K

\_ **Kahoul, M., & Touhami, M. (2014).**Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'Annaba (Algérie). LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (19).

\_ **Kherifi, W., & Bekiri, F.** Les maladies à transmission hydrique en Algérie. Journal Algérien des Régions Arides.

### L

\_ **Lalami, A. E. O., Merzouki, M., El Hillali, O., Maniar, S., & Koraichi, S. I. (2010).** Pollution des eaux de surface de la ville de Fès au Maroc: typologie, origine et conséquences. LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (9).

\_ **Laghzal, A. (2014).** Contribution to the characterization of the physico chemical quality of water of some springs in the region of tangier-tetouan (morocco). LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (20).

### M

\_ **Mansouri, N., Assabaa, R., & Bennadji, K. (2018).**The impact of EL HARIA technical landfill on the environment: degradation of microbiological water quality. *Journal of new technology and materials*, 8(2), 83-93.

\_ **Madigan M, Martinko J., (2007).** Biologie des microorganismes, 11ème édition, Pearson.éducation, Paris, PP : 918-932.

\_ **Mbilou, U., Tchoumou, M., Ngouala, M., & Balounguidi, J. (2016).**hydro geochemical and microbiological characterization of ground xater in the system of aquifers multilayer of point-noire in republic of congo. Larhyss Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (28), 257-273.

\_ **Michel R. Claude CH. Sécurité alimentaire: les enjeux. Les ressources mMoustaine, E., Chahilaoui, A., Bengoumi, D., Rour, E., & Belghiti, L. (2013).**qualité de l'eau en élevage avicole dans la région de Meknès (maroc) impact sur la sante et la production. Larhyss Journal, (13), 47-62.mondiales en eau et sol, 1996, 5 :243-8, p 243-248.

\_ **Myrand D. (2008).** Guide technique : captage d'eau souterraine pour des résidences isolées, Québec, p67.

### N

\_ **N'Diaye, A. D., & Salem, K. M. M. (2013).** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique de l'eau de la rive droite du fleuve Sénégal. LarhyssJournal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (12).

\_ **Ngouala, M., Mbilou, U., Tchoumou, M., & Samba-kimbata, M. J. (2016).**characterization surface water-groundwater aquifer in coastal watershed of the congoloémé. Larhyss Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (28), 237-256.

**Ngouala, M. M., Mbilou, U. G., Tchoumou, M., & Samba-Kimbata, M. J. (2016).** Caractérisation eaux de surface eaux souterraines dans l'aquifère côtier du bassin versant de la Loémé en République du Congo. *Larhyss Journal*, 28, 237-256.

### O

**Olivier Fouché.** Aquifères, nappe et assez d'eau. Conservation nationale des arts et métiers, 2016.pp723\_846.

**( Dc. Omar Harrouz, 2006,** La gestion des ressources en eau en Gironde (France)Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE Nappes Profondes) .

**Ouahchia, C., Hamaidi-Chergui, F., Hamaidi, M. S., & Saidi, F. (2015).** qualité bactériologique de l'eau potable des différents réservoirs et chez les consommateurs de la commune de tipaza aliments par la station de sidi amara partir de l'eau de surface du lac-barrage de boukourdane. *Larhyss Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782*, (23), 139-154.

**Ouhmidou, M., & Chahlaoui, A. (2015).** Caractérisation bactériologique des eaux du barrage Hassan Addakhil (ERRACHIDIA-MAROC). *LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782*, (22), 183-196.

### R

**Rodier, J., Bazin, C., Broutin, J. P., et al.** L'analyse de l'eau ; eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 8ieme édition DUNOD. Paris, France, 1996, p. 564-571.

**Rodier, J. R. J., & Legube, B. (2009).** Nicole MERLET et coll. L'analyse de l'eau, 9<sup>ième</sup> édition entièrement mise à jour. Dunod, Paris.

**Roux, Jean-Claude.** Aquifères & eaux souterraines en France. BRGM , 2006.

### S

**Samia Amrani – Hammoutene. 2002.** De l'industrie productrice d'électrice.

**Schmidt, J. L., & Lenoir, J. (1972).** Contribution à l'étude des entérocoques et de leurs aptitudes technologiques. *Le Lait*, 52(518), 536-557.

**Schmidt, J. L., Lenoir, J., Do Ngoc, M., Normand, A., & Normand, C. (1974).** Contribution à l'étude des entérocoques et de leurs aptitudes technologiques. Aptitude à la dégradation des acides aminés. *Le Lait*, 54(537), 359-385.

### T

**Tir, E, Bounouira, Y, & Chedad, A. (2017).** Physicochemical and microbiological quality of water from the sources of the community of tissemsilt case of ainaoura and ainsfa". *Larhyss Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782*, (29), 111 119.

### V

\_ **Véronique M. 2000** les risques pesant sur les nappes d'eau souterraine d'Ile-de-France, pp. 32-40.

\_ **Vernazza-Licht, N. (2013)**. Sociétés, environnements, santé. IRD éditions.

\_ **Vilagines R., 2000**. Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. Édition: Tec et Doc. Lavoisier.

### Z

\_ **Zaimeche S.** contribution à l'étude de l'action d'agents polluants sur des végétaux bioindicateurs. Constantine. Université des frères mentouri .2015. p189.

\_ **Zella, L., & Smadhi, D. (2006)**. Gestion de l'eau dans les pays arabes. Larhyss Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-978





## **Annexes**

**ANNEXE N°01 : Normes algériennes de potabilité des eaux de consommation (NA6360-1992) :**

**Tableau 04 : Normes algériennes de potabilité des eaux de consommation :**

**Facteurs organoleptiques :**

<b>paramètres</b>	<b>unités</b>	<b>Niveau guide</b>	<b>Concentration maximale admissible</b>	<b>Observation</b>
Odeur	Seuil de perception à 25°C	0	4	Au bout de quatre dilutions successives aucune odeur de perçue
Saveur	Seuil de perception à 25°C	0	4	Au bout de quatre dilutions successives aucune saveur ne doit être perçue
Couleur	Mg/l	-	25	
Turbidité	NTU	1	5	

**Facteurs physico-chimiques :**

<b>Paramètres</b>	<b>Unités</b>	<b>Niveau guide</b>	<b>Concentration maximale admissible</b>	<b>Observation</b>
Ph		6.5 à 8.5	-	
conductivité	us / cm à 20°C	-	2800	En correspondance avec la normalisation des eaux
Résidu sec	Mg/l après séchage à 105°C	-	2000	
Dureté totale	mg/l caco3	100	500	
calcium	Mg/l	75	200	
magnésium	Mg/l	-	150	
sodium	Mg/l	-	200	
potassium	Mg/l	-	20	
Sulfates	Mg/l	200	400	
Chlorures	Mg/l	200	500	

Nitrates	Mg/l	-	50	
Nitrites	Mg/l	-	0.1	
ammonium	Mg/l	0.05	0.5	
phosphate	Mg/l	-	0.5	
Oxydabilité	Mg/l	-	3	Mesure faite à chaud et en milieu acide
Oxygène dissous	Mg/l	5	8	
aluminium	Mg/l	-	0.2	

### Facteur bactériologique

Paramètres	Unités	Niveau guide	Concentration maximale admissible	Observation
<b>1-Eau transportée sous canalisation</b>				
Coliforme fécaux	Nbre/100ml	-	0	
coliformes	Nbre/100ml	-	0	
<b>2-eau non transportée sous canalisation</b>				
Coliforme fécaux	Nbre/100ml	-	0	
coliformes	Nbre/100ml	-	10	
<b>3-eau de boisson sen bouteille</b>				
Coliforme fécaux	Nbre/100ml	-	0	
coliformes	Nbre/100ml	-	0	
<b>4-eau potable de source</b>				
Coliforme fécaux	Nbre/100ml	-	0	
coliformes	Nbre/100ml	-	0	
Germes totaux 37°C 24H	Nbre/100ml	10	-	
22°C 72H		100	-	
stréptocoques	Nbre/100ml	-	0	

