

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf : ...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2020

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

### EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV      Filière : Sciences Biologiques  
Spécialité : Biodiversité et Environnement

Présenté par :

*KARBOUA Amel & BOUTRIK Hayet*

### *Thème*

**Etude comparative des analyses bactériologiques de quelques sources d'eau de la commune de HAIZER wilaya de BOUIRA.**

Soutenu le: 29 /09/2020

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>BENAZZOZ Kheira</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>AKKOUCHE Saida</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>MERIBAI_BOUGHELIT. N</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>

Année Universitaire : 2019/2020

# Remerciements

*En premier lieu, nous remercions **ALLAH** clément et sa sainte miséricorde, qui nous adonné la force, le courage, la patience, d'aller jusqu'au bout du rêve, la volonté et les moyens pour réaliser et pour accomplir ce modeste travail.*

*Nous tenons à adresser nos plus vifs Remerciements à Notre encadreur **Mme AKKOUCHE Saida** Pour nous avoir encadré, guidé, prodigué et encouragé durant la préparation de ce mémoire.*

*Nous Remerciements vont aussi aux **membres du jury** : **Mme MERIBAI\_BOUGHELIT.N** et **Mme BENAZZOUZ Kheira**, de nous avoir fait l'honneur de bien vouloir participer, d'évaluer d'accepter de nous examiner et discuter ce travail.*

*Nous adressons nos sincères remerciements **Mm RABOUH Mounira**, ainsi que toute l'équipe du laboratoire d'hygiène de **BOUIRA**, et **FOUDIL BACHA Hafida** pour toutes les orientations et les conseils et les informations qu'ils nous ont aidée à réaliser notre travail.*

*Nous adressons également nos profondes gratitudee à tous **les enseignants** de l'université de **AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA**, faculté des Sciences de la nature et de la vie et des Sciences de la Terre et surtout **les enseignants du département de biologie** qui ont participé à nous formation.*

*Nous tenons à remercier **toutes les personnes** que nous avons oublié de les citer, qui nous a aidé ou encouragé de prés ou de loin scientifiquement ou socialement ont contribué à l'élaboration de ce travail. Merci à nos proches.*

*Enfin, nous exprimons également tous le bonheur du monde à **nos collègues** de promotion du **Master II (2019-2020): Biodiversité et Environnement.***

*Merci à tous ...*

***K. AMEL / B. HAYET.***



## *Dédicace*

*Tous d'abord, louange à DIEU le Miséricordieux qu'il m'a donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, qu'il m'a guidé tout au long de ma vie, qu'il m'a donné le courage et la patience d'aller jusqu'au bout du rêve. **Merci Allah.***

*Je dédis le fruit de 17 ans de mes études surtout à :*

*A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, à la lumière de mes jours, la source de mes efforts, ma vie et mon bonheur, à mon adorable mère :*

*Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide pour affronter les différents obstacles. Merci d'être celle que tu es. Merci pour ce que tu as fait pour ma réussite, mon instruction et mon bien être. Puisse Dieu, le Très Haut, t'accorder santé, bonheur et longue vie.*

***Je t'aime Maman.***

*A l'homme de ma vie, l'homme qui est toujours été à mes côtés, à la source de force, à mon chère père:*

*Papa, tes conseils ont est toujours guidé mes pas vers la réussite, ton écoute, ta compréhension et ton encouragement sont pour moi le soutien indispensable. J'espère rester toujours digne de ton estime. Ma réussite est la tienne. Qu'Allah te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude d'esprit et longue vie.*

***Je t'aime mon cœur.***

*A ma sœur de cœur **AMINA** et son mari **ISAAM** : Pour ses soutiens moral, encourage et leurs conseils précieux tout au long de mes études. Que dieu les protège.*

*A mes petites princesses : **RAOUAE** et **JOURI**. Que dieu les protège.*



*A mon cher frère, le symbole de fidélité, largesse et de paix le meilleur frère dans le monde  
**AYOUBE** : Je te souhaite tout ce qu'il y a de meilleur dans la vie.*

*A mes chères sœurs, les bougies de la maison : **ASMA, SABRINA et SARAH** : Merci pour leurs amours et leurs encouragements.*

*A mes grands pères, mes grandes mères, mes oncles et mes tantes, cousins et cousines : Que dieu leur donne une longue et joyeuse vie.*

*A tous les membres de ma famille **KARBOUA** du petit au grand.*

*A mes meilleures amies : **SARAH, YASSMINE, IMEN, SABRINA, THIZIRI, RABIAA, NADJET, NADA, SALMA, KHAOULA, LOUBNA, HOUDA, ZINA**, qui ont été des personnes inoubliables.*

*Sans oublier mon binôme **BOUTRIK HAYET** et toute sa famille pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.*

*A tous ceux qui ont connu et ceux que j'aime.*

**K. AMEL**



## Dédicace

*Je dédie mon travail :*

À

*Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu' au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire allhamdoulillah*

*Mes chers parents sont les meilleures parents du monde !sont la prunelle de mes yeux, la bougie qui a éclairé ma vie et qui a contribué à ma réussite, sont les plus chers dans le monde et cela pour leur soutien et encouragement et qui ont toujours aidé avec leurs douaa, leurs conseils précieux et j'espère les rendre tout ce qu'ils ont fait pour moi, Je vous demande pardon et merci de tout cœur ma chère mère Hakima et mon cher papa Essaid, que dieu vous protège.*

*Et je dédie ce travail spécialement à :*

*Mes sœurs **Katia** et **Hanane** avec **Mélissa** sont la source du sourire dans ma vie qui me donne l'espoir de vivre et de réussir mes études.*

*Tous mes cousins et cousines (**Amel, Yasmine, Serine, Adem et Kaissa**).*

*Mes belles amies les plus près dans mon cœur : **Amel, Sara, Amina, Karima, Houda, Farida, Warda.***

*Aux étudiants de spécialité sans exception.*

*A mes tantes et oncles : **Nacera, Djahida, Djamila, Malika, Alilou et Adel.***

*Aux familles : **Boutrik, Karboua, Hadj Mebarek et Rouaki.***

**B.HAYET**

Liste des abréviations

**ARN** : Acide Ribonucléique.

**ASR** : Anaérobies Sulfito-Réducteurs.

**BCPL** : Bouillon Lactose au Pourpre de Bromocrésol.

**BGN** : Bactérie Gram Négatif.

**BGP** : Bactérie Gram Positif.

**BHC** : Bureaux d'Hygiène Communale.

**CaCO<sub>3</sub>** : Carbonate de Calcium.

**CaSO<sub>4</sub> · 2 H<sub>2</sub>O** : Gypse.

**CE** : Conductivité Electrique.

**CF** : Coliformes Fécaux.

**CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>** : Carbonate.

**CT** : Coliformes Totaux.

**CTT** : Coliformes Thermo-Tolérants.

**D/C** : Double Concentration.

**DBO** : Demande Biochimique en Oxygène.

**DCO** : Demande Chimique en Oxygène.

**DSP** : Direction de la Santé et de la Population.

***E. Coli*** : *Escherichia Coli*.

**EPA** : Eau Peptonée Alcaline.

**EVA LITSKY**: Bouillon à l'éthyle Violet et Aide de Sodium.

**GNAB** : Gélose Nutritive Alcaline Biliée.

**HAM** : Hydrocarbures Aromatiques Monocyclique.

**HAP** : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques.

**HAV** : Virus de l'Hépatite A.

**HCl**: Acide Chlorhydrique.

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

**HEV**: Virus de l'Hépatite E.

**IRD** : Institut e Recherche pour le Développement.

**ETM** : Eléments Traces Métalliques.

**IRD** : Institut de Recherche pour le Développement.

**MES** : Matière En Suspension.

**MMS** : Matières Minérales en Suspension.

**MO** : Matière Organique.

**MTH** : Maladies à Transmission Hydrique.

**MVS** : Matières Volatiles en Suspension.

**NaCl**: Chlorure de Sodium.

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

**Nm** : Nanomètre.

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

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

**NPP** : Nombre le Plus Probable.

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.

**ORE** : Observatoire Régional de l'Environnement.

**PCB** : Polychlorobiphényles.

**pH** : Potentiel Hydrogène.

**SARS-COV-2** : Severe Acute Respiratory Syndrome COronaVirus 2.

**S/C** : Simple Concentration.

**SCSR** : *Spores Clostridie- Sulfite-Réducteur*.

**SEMEP** : Services d'Epidémiologie et de Médecines Préventives.

**S.F** : *Streptocoques Fécaux*.

**SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** : Sulfate.

**TA** : Titre Alcalimétrique.

**TAC** : Titre Alcalimétrique Complet.

**TDS** : Total des Solide Dissous.

**TH** : Titre Hydrométrique.

**UTN** : Unité de Turbidité Néphélométrique.

**VF** : Viande Forée.

Liste des Figures

N°	Titre	Page
Figure 01	La molécule de l'eau.	3
Figure 02	Répartition de l'eau sur la terre.	4
Figure 03	Cycle naturel de l'eau.	5
Figure 04	Prélèvements et consommations d'eau par secteur dans le monde en 2000.	6
Figure 05	Partie de l'aquifère.	7
Figure 06	Schéma simplifiée de la pollution des eaux.	13
Figure 07	Coliformes Totaux.	23
Figure 08	Coliformes Fécaux.	23
Figure 09	<i>Escherichia Coli.</i>	24
Figure 10	<i>Les Streptocoques.</i>	25
Figure 11	<i>Clostridium</i> en coloration Gram.	25
Figure 12	Situation géographique de la commune de Haizer sur l'échelle de la Wilaya de Bouira.	39
Figure 13	Méthode de prélèvement de l'eau de source de Boumcheref et Bastos.	42
Figure 14	Glacière pour la conservation des prélèvements.	43
Figure 15	Protocole de recherche et de dénombrement des Coliformes Totaux, Coliformes Fécaux et d' <i>Escherichia Coli.</i>	47
Figure 16	Protocole de recherche et de dénombrement des <i>Streptocoques Fécaux.</i>	48
Figure 17	Protocole de recherche et de dénombrement des <i>Clostridiums Sulfito-Réducteurs.</i>	49
Figure 18	Protocole de recherche et de dénombrement des <i>Vibrions Colériques.</i>	51
Figure 19	Source d'IZEMOURENE.	57

<b>Figure 20</b>	Source de MIMOUNA.	58
<b>Figure 21</b>	Source de TISSERGUI II.	59
<b>Figure 22</b>	Source d'ALLAL.	60
<b>Figure 23</b>	Source de LEMROURDJ.	61
<b>Figure 24</b>	Source de BOUMCHEREF.	61

## Liste des Tableaux

N°	Titre	Page
<b>Tableau 01</b>	Comparaison entre les eaux de surface et les eaux souterraines.	08
<b>Tableau 02</b>	Normes des paramètres organoleptiques d'une eau potable selon le journal algérien et l'OMS.	26
<b>Tableau 03</b>	Normes des paramètres physico-chimiques d'une eau potable selon le journal algérien et l'OMS.	26
<b>Tableau 04</b>	Normes d'éléments de pollution d'une eau potable selon le journal algérien et l'OMS.	27
<b>Tableau 05</b>	Normes Algérienne des paramètres bactériologiques d'une eau potable selon le journal algérien.	28
<b>Tableau 06</b>	Différents caractères de virus de l'hépatite A (VHA) et le virus de l'hépatite E (VHE).	34
<b>Tableau 07</b>	Sources captées et les sources non captée.	41
<b>Tableau 8</b>	Matériels, réactifs et appareillages utilisées pour l'analyse bactériologique.	43
<b>Tableau 09</b>	Résultats d'analyses des Coliformes Totaux des six sources d'eau de la commune de Haizer, pendant les années (2018,2019, 2020).	51
<b>Tableau 10</b>	Résultats d'analyses des Coliformes Thermo-Tolérants des six sources d'eau de la commune de Haizer, pendant les années (2018,2019, 2020).	52
<b>Tableau 11</b>	Résultats d'analyses d' <i>Escherichia Coli</i> des six sources d'eau de la commune de Haizer, pendant les années (2018,2019, 2020).	53
<b>Tableau 12</b>	Résultats d'analyses des <i>Streptocoques Fécaux</i> des six sources d'eau de la commune de Haizer, pendant les années (2018,2019, 2020).	54
<b>Tableau 13</b>	Résultats d'analyses des <i>Germes Anaérobies Sulfito-Réducteurs</i> des six sources d'eau de la commune de Haizer, pendant les années (2018,2019, 2020).	55

<b>Tableau 14</b>	Résultats d'analyses des <i>Salmonelles</i> des six sources d'eau de la commune de Haizer, pendant les années (2018,2019, 2020)	56
<b>Tableau 15</b>	Résultats d'analyses des <i>Vibrions Cholériques</i> des six sources d'eau de la commune de Haizer, pendant les années (2018,2019, 2020).	56

---

**Table des Matières**
**LISTE DES ABREVIATIONS****LISTE DES FIGURES****LISTE DES TABLEAUX****INTRODUCTION GENERALE..... 1***Chapitre I : Généralité et qualité de l'eau*

I.1.	Définition de l'eau .....	3
I.2.	Répartition de l'eau sur la planète .....	3
I.3.	Cycle de l'eau .....	4
I.4.	L'usage de l'eau .....	5
I.5.	Principaux types de sources d'approvisionnement en eau .....	6
I.5.1.	Eaux souterraines .....	6
I.5.2.	Eaux de surface .....	8
I.6.	Principales différence entre les eaux souterraines et les eaux de surface .....	8
I.7.	Pollution des eaux .....	10
I.7.1.	Selon l'origine de pollution .....	10
I.7.2.	Selon le type de polluant .....	11
I.7.3.	Effets de la pollution de l'eau .....	13
I.8.	Paramètres de qualité des eaux potables et leurs normes .....	14
I.8.1.	Paramètres de qualité des eaux potables .....	14
I.8.1.1.	Paramètres organoleptiques .....	14
I.8.1.2.	Paramètres physique-chimiques : .....	16
I.8.1.3.	Eléments de pollution .....	19
I.8.1.4.	Paramètres bactériologiques.....	22
I.8.2.	Normes de potabilité d'une eau .....	25
I.9.	Principale maladies transmises hydrique (MTH) et leurs agents responsables .....	28
I.9.1.	Mode de transmission des maladies .....	29

---

I.9.2. Maladies d'origines bactériennes .....	29
I.9.2.1. Choléra .....	29
I.9.2.2. Fièvres typhoïdes, paratyphoïdes .....	31
I.9.2.3. Schigelloses ou dysenteries bacillaires ( <i>shigella spp</i> ) .....	32
I.9.3. Maladies d'origines virales .....	33
I.9.3.1. 1Poliomyélite .....	33
I.9.3.2. Virus d'Hépatites .....	34
I.9.4. Maladies d'origines parasitaires .....	36
I.9.4.1. Amibiase .....	36
I.9.4.2. Giardiases .....	36
I.9.5. Autres maladies .....	37
I.9.5.1. Paludisme .....	37
I.9.5.2.. Schistosomoses .....	37

## ***Chapitre II : Matériels et Méthodes***

II.1. Lieux de prélèvements .....	38
II.2. Présentation de lieu d'analyse .....	40
II.2.1. Diagramme générale du laboratoire .....	40
II.2.2. Rôle de laboratoire .....	40
II.3. Echantillonnage .....	41
II.4. Matériel de prélèvement .....	41
II.5. Méthode de prélèvement .....	41
II.6. Transport des échantillons .....	42
II.7. Matériels et méthodes d'analyse bactériologiques .....	43
II.7.1. Matériels, réactifs et appareillages .....	43
II.7.2. Méthode d'analyse .....	43
II.8. Analyses bactériologiques.....	44

II.8.1. Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux, des Coliformes Fécaux et d' <i>Escherichia Coli</i> .....	44
II.8.2. Recherche et dénombrement des <i>Streptocoques Fécaux</i> .....	46
II.8.3. Recherche et dénombrement des <i>Clostridium Sulfito-Réducteurs</i> .....	47
II.8.4. Recherche et dénombrement des <i>vibrions cholériques</i> .....	48

**Chapitre III : Résultats et Discussion**

III.1. Coliformes Totaux (C.T) .....	50
III.2. Coliformes Thermo-Tolérants (C.TT) .....	51
III.3. <i>Escherichia Coli (E. Coli)</i> .....	52
III.4. <i>Streptocoques Fécaux (S.F)</i> .....	53
III.5. Germes Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR).....	55
III.6. <i>Salmonelles</i> et <i>Vibrions Cholériques</i> .....	55
Source d'IZEMOURENE.....	57
Source de MIMOUNA. ....	58
Source de TISSERGUI II. ....	58
Source d'ALLAL.....	59
Source de LEMROUDJ. ....	60
Source de BOUMCHEREF .....	61
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	62
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	
<b>ANNEXES</b>	
<b>RESUMER</b>	

---

# *Introduction Générale*

---

### Introduction Générale

L'eau est apparue avant toute vie sur terre, recouvrant de 71% d'eau plus de (2/3) sous différentes formes liquides (lac, rivière...), solide (glacière) et gazeuse sous forme de vapeur. (AYAD, 2017)

L'eau est l'élément essentiel à la vie, il représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants, cette source vital joue un rôle dans la régulation de la concentration intracellulaire et extracellulaire, donc dans les échanges cellulaires qui permettent à leur tour à l'organisme de se développer.

C'est une ressource essentielle pour notre vie quotidienne à multiples usages (alimentation, nettoyage, agriculture ... etc.), Ils permettent l'équilibre de la vie quotidienne.

Mais avec la croissance de la population mondiale et l'industrialisation des pays en voie de développement, ce qui augmente la quantité d'eau utilisée pour vivre ; et même augmente la chance de contamination des eaux ce qui traduira dans certains pays par la baisse de la qualité d'eau potable qui provoque par la suite des dangers sur la population traduit par les différents maladie à transmission hydrique tels que choléra , dysenterie , fièvre typhoïde, hépatite A et E, qui font partie des maladies les plus fréquentes.

Sur le plan national, en 2018 ; l'Algérie a connu 46 cas d'infection de choléra et deux décès causé par la consommation des eaux de mauvaise qualité liée à la pollution anthropique ou naturelle. (LASSASI et BOUAZZA, 2018)

Si pour cela l'Algérie essaye de faire, face à cette dégradation d'eau, d'élargir les analyses bactériologiques en ajoutant même la recherche des germes de *Vibrio cholera* et de *salmonelles* pour rassurer la bonne qualité d'eau, par la conception des stations et des laboratoires de traitement des eaux pour pallier aux problèmes de pollution qui menacent la potabilité de l'eau potable. (LASSASI et BOUAZZA, 2018)

Dans ce même contexte, on s'est intéressé aux analyses faites pour suivre la qualité des eaux des sources, qui représentent le seul et l'unique moyen d'approvisionnement en eau pour la population rurale, et qui doit être suivi et protégé. L'objectif de ce travail est de suivre et d'évaluer la qualité bactériologique des eaux des sources de la région de HAIZER durant les trois dernières années. Les résultats d'analyses sont donnés par le laboratoire d'hygiène de BOUIRA, dans lequel c'était prévu de faire le stage, mais vue la situation sanitaire causée par la maladie SARS-COV2 (COVID19) dans le monde, ce qui a causé des milliers de décès, et l'en particulier.

Le mois de décembre 2019, une critique s'est déclenchée par l'organisation mondiale de la santé au niveau de la commune de WUHAN en Chine, qui est une épidémie locale de pneumonie de cause inconnue.

En Algérie, et comme de nombreux pays du monde, cette épidémie de coronavirus a entraîné un confinement total strict, afin de limiter le nombre de contaminations. Pour cette raison, on était incapable de compléter notre stage et donc, on s'est limité à faire seulement une étude comparative des résultats d'analyses disponibles. Le présent travail est structuré en trois chapitres :

- **Premier chapitre :** C'est une synthèse bibliographique sur l'eau. Et les maladies causées par la consommation d'une eau de mauvaise qualité bactériologique.
- **Deuxième chapitre :** C'est une description des méthodes d'analyse, les matériels utilisés ainsi que les protocoles expérimentaux des analyses faites.
- **Troisième chapitre :** Résume les résultats et la discussion comparative des analyses bactériologiques faites et disponibles, des anciens travaux réalisés dans cette thématique.
- Enfin, une **Conclusion** avec **des perspectives**.

---

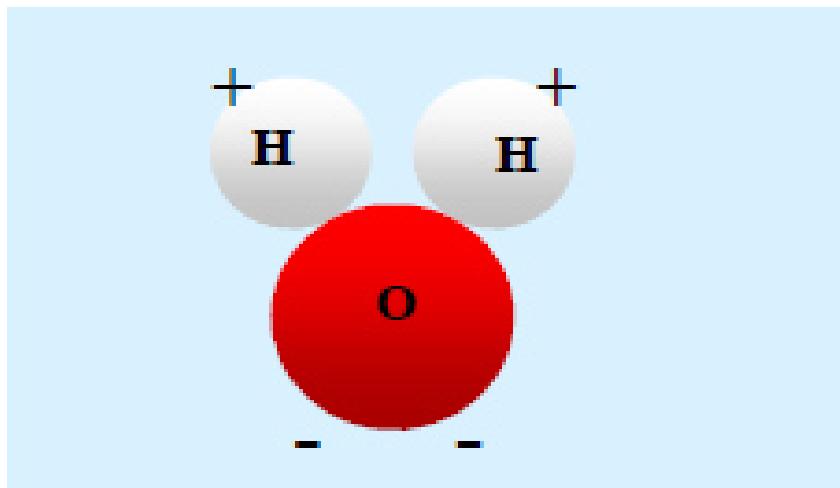
*Chapitre I :*  
*Généralité et qualité de*  
*l'eau*

---

### I.1. Définition de l'eau :

Selon le nouveau Larousse encyclopédique, l'eau c'est un corps liquide à la température et à la pression, incolore, inodore, insipide, dont les molécules sont composées d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène (Figure 1) (**LAROUSSE**). Elle contient naturellement une très grande variété de matières dissoutes, inertes ou vivantes : des gaz, des substances minérales ou organiques, des microorganismes (bactéries, virus, plancton), ainsi que des particules en suspension (fines particules d'argiles, limons et déchets végétaux). (**OBSERVATOIRE REGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT, 2016**).

L'eau peut se trouver sous trois états : liquide, solide et gazeux. Seul ce dernier état correspond exactement à la formule classique de la molécule d'eau  $H_2O$ . Les deux autres, liquide et solide, sont plus compliqués, et c'est cette complexité qui leur confère leurs propriétés exceptionnelles (**PHILIPPE**).



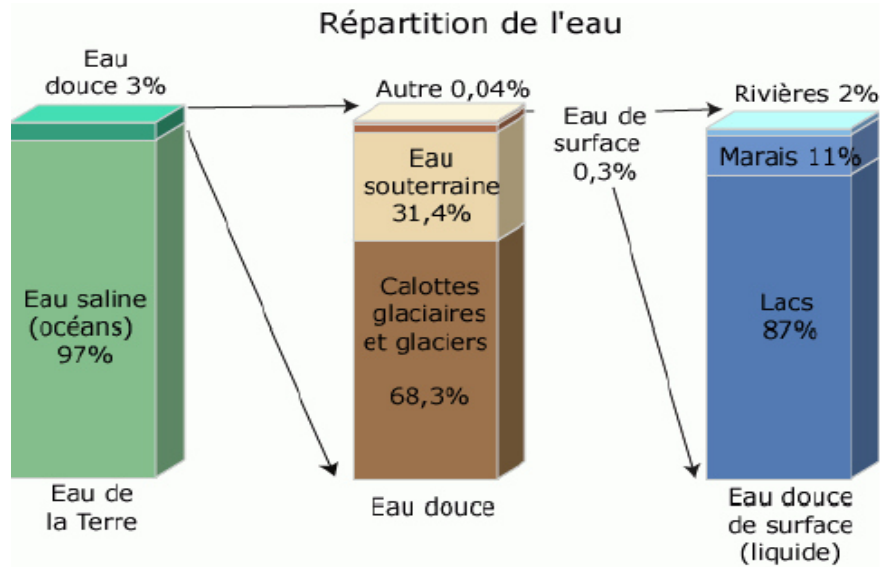
**Figure 01:** La molécule de l'eau. (**ORE, 2016**).

### I.2. Répartition de l'eau sur la planète :

L'eau sur terre représente un volume d'environ 1,4 milliard de Kilomètres cubes, disponible sous toutes les formes : liquide, solide ou gazeuse.

- Mers et océans constituent près de 97 % de stock d'eau de la planète
- L'eau douce représentent que 3% de la masse totale, est concerne :
  - 2% pour les glaces, qui formée par plusieurs siècle de précipitation neigeuse comme glaciers de montagne et les inlandsis du Groenland et de l'Antarctique.
  - Moins de 1 % pour les eaux douces souterraines.
  - 0,03 % pour les eaux de surface.

- 0,001% pour l'atmosphère et 0,0001% pour les êtres vivants. (Figure 2). (ORE, 2016 ; INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DEVELOPPEMENT, 2013).



**Figure 02:** Répartition de l'eau sur la terre. (ORE, 2016).

### I.3. Cycle de l'eau :

Selon TAITHE (2006), L'eau circule d'un réservoir naturel à un autre. Les échanges permanents entre les différents réservoirs de l'hydrosphère, les océans, les eaux continentales, l'atmosphère et la biosphère assurent le renouvellement de la ressource (Figure 3).

- **L'évaporation :**

Grace à l'énergie thermique de soleil les molécules de l'eau des océans, passent de l'état liquide à celui de vapeur d'eau c'est-à-dire à l'état gazeux. Le même processus concerne les eaux continentales (fleuve, lac), les eaux de ruissellement, et l'humidité présente dans les sols.

- **L'évapotranspiration :**

Les végétaux également transpirent, par les stomates de leurs feuilles, une partie de l'eau qui ne sert pas à la photosynthèse : on parle alors d'évapotranspiration.

- **Condensation :**

L'eau atmosphérique s'agglomère et se condense pour former des nuages, disperser et redistribués par les vents. En s'élevant dans l'atmosphère ou à l'approche des chaînes montagneuses, l'eau des nuages refroidit.

- **Précipitation :**

La condensation s'accroît alors, les gouttelettes formant les nuages deviennent des gouttes, et provoquent des précipitations (pluie, neige ou grêle).

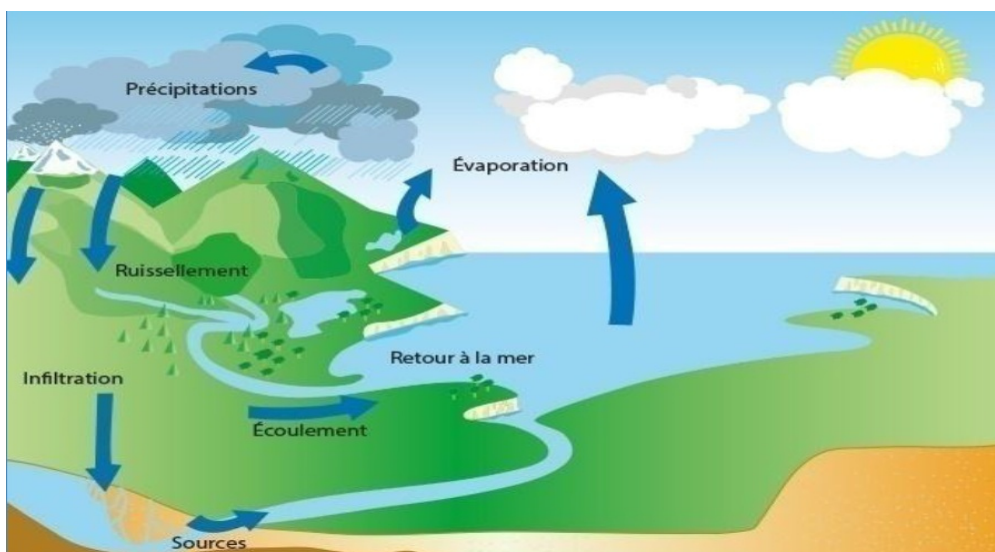
- **Ruissellement et Infiltration :**

L'eau précipitée sous forme de pluie qui n'est pas absorbée par le sol, ruisselle suivant les pentes naturelles rejoignant les lacs, les fleuves et les rivières.

Une partie de cette eau est absorbée par les sols perméables, la flore ou s'infiltrer plus profondément, alimentant des aquifères ou des cours d'eau souterrains.

- **Retourne aux mers et les océans :**

Les flux des eaux continentales, superficielles ou souterraines, qui n'est pas prélevé par l'homme ou évaporé, rejoignent finalement les mers et océans. Donc le cycle hydrologique n'a ni commencement, ni fin.

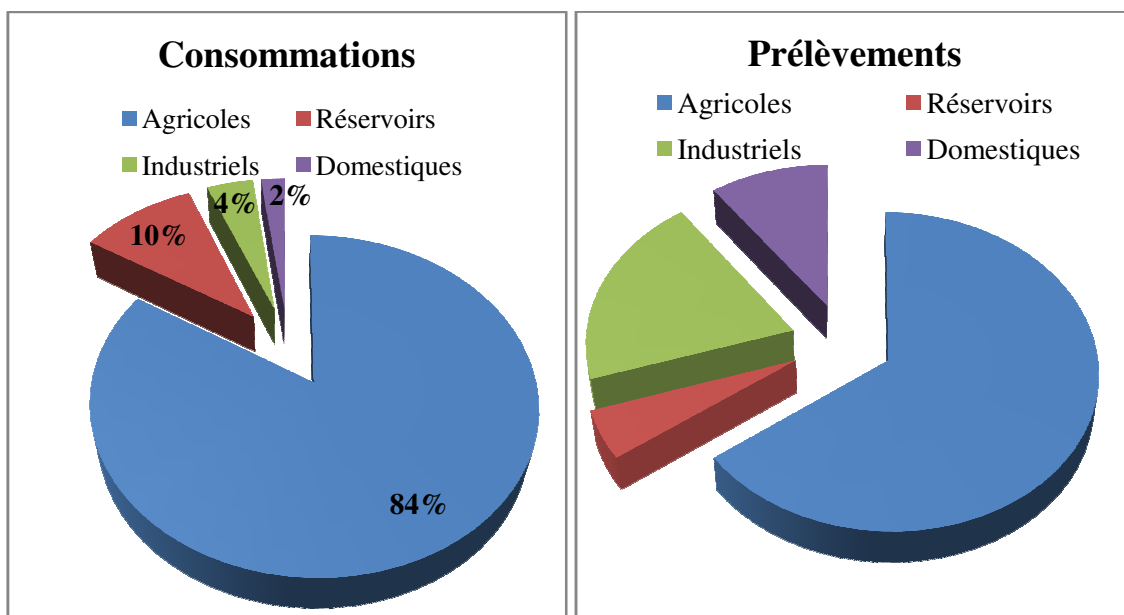


**Figure 03:** Cycle naturel de l'eau (AYAD, 2017).

#### **I.4. L'usage de l'eau :**

- Le principal utilisateur d'eau est l'agriculture irriguée par 65 % des prélèvements et 84 % des consommations.
- L'utilisateur industriel par 20% des prélèvements et de 4% pour les consommations.
- L'eau prélevée pour les usages domestiques représente 10 % des prélèvements et 2 % des consommations.

- L'eau évaporée par les barrages et réservoirs représente 5% des prélèvements et 10% des consommations. (JULIEN, 2007).



**Figure 04:** Prélèvements et consommations d'eau par secteur dans le monde en 2000.  
(JULIEN, 2007)

### I.5. Principaux types de sources d'approvisionnement en eau :

Il existe deux types d'eau qui sont : les eaux souterraines et les eaux de surface.

#### I.5.1. Eaux souterraines :

Les eaux souterraines sont cette portion des précipitations (neige et pluie) qui s'infiltrent en profondeur dans le sous-sol jusqu'à remplir d'eau tous les espaces que sont pores, fissures et fractures du sol, elles sont d'excellente qualité mais parfois contaminées par le déversement et l'infiltration de produits provenant des activités urbaines, agricoles et industrielles. (BERTRAND, 2001). Elles se présentent comme un système naturel et original d'adduction qui facilite des prélèvements très dispersés. (MARGAT et MONITION, 1971) Les eaux souterraines sont utilisées dans un grand nombre de pays, forment souvent la principale source d'approvisionnement en eau potable et constituent la ressource locale quasi exclusive pour l'irrigation et l'élevage, (MARGAT, 1990).

##### I.5.1.1. Définition de nappe et l'aquifère :

###### I.5.1.1.1. La nappe :

Une nappe d'eau souterraine est l'ensemble des eaux comprises dans la zone saturée d'un aquifère dont toutes les parties sont en continuité hydraulique, sont formées par la

percolation de l'eau de pluie et de ruissellement à travers les sols et les roches. (AKUE SYLVETTE, 2006 ; FOUICHE, 2013).

#### I.5.1.1.1. Aquifère :

Les aquifères sont souvent composées de deux parties : la zone non saturée comprend le sol ; et la partie supérieure de la roche aquifère. Dans cette zone, l'eau ne remplit pas l'intégralité des pores de la roche. (BICHOT et GENNAT, 2013).

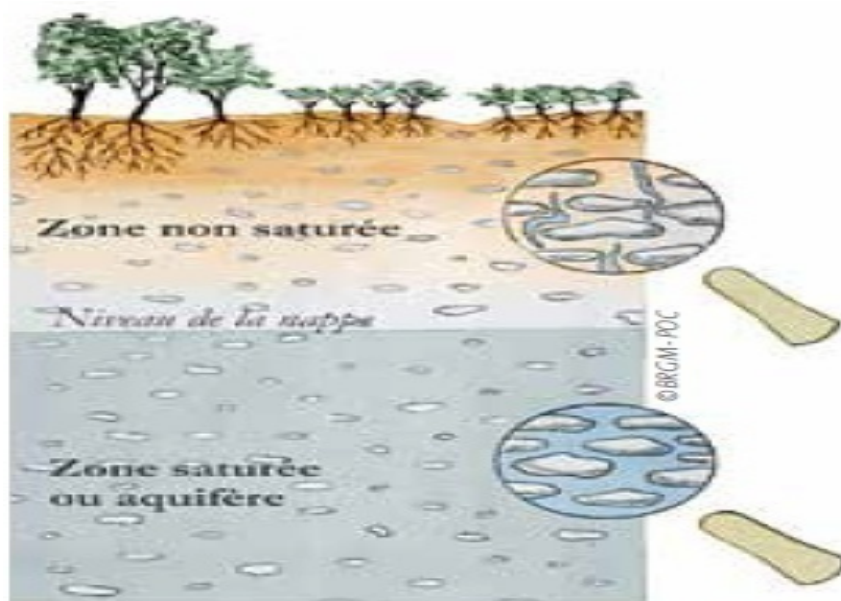


Figure 05: Partie de l'aquifère. (BICHOT et GENNAT, 2013).

#### I.5.1.2. Différents types des nappes :

Il existe plusieurs types des nappes : les nappes profondes, les nappes phréatiques et les nappes alluvionnaires.

##### I.5.1.1.2. Les nappes profondes : il peut êtres :

###### ➤ Nappe captives :

Les nappes captives sont des nappes qui ne sont pas en contact avec l'air. Le terme « captif » signifie que l'aquifère est recouvert d'une couche géologique imperméable. Dans le cas de nappes captives, les eaux sont sous pression car la nappe remplit complètement l'aquifère. (BEN AAKAME, 2015).

###### ➤ Nappes libres :

C'est une nappe qui peut se développer librement vers le haut puisque le terrain perméable, siège d'une nappe aquifère, n'est pas couvert par une couche imperméable. (ZOUAG et BELHADJ, 2017).

### I.5.1.1.2. Nappes phréatiques :

Les nappes phréatiques sont celles qui se reposent sur la première couche imperméable, non loin de niveau du sol. Elles sont toujours libres et souvent contaminées. Ces nappes revêtent une importance énorme pour l'approvisionnement en eau, car elles constituent les plus grandes réserves d'eau potable dans la plupart des régions du monde. (AYAD, 2017).

### I.5.1.1.3. Nappes alluviales :

Il s'agit d'un type particulier de nappes libres. Les nappes alluviales sont des nappes d'accompagnement des rivières, elles assurent un débit minimum en période d'étiage. (BEN AAKAME, 2015).

### I.5.2. Eaux de surface :

Les eaux de surface sont constituées par les eaux des rivières, des fleuves, des lacs, des barrages, des réservoirs, des glaciers. Il s'agit d'une masse d'eau bien individualisée, solide ou liquide, immobile ou en mouvement. (REDJEM et RAHMOUNI, 2018). Les eaux de surface sont très largement utilisées aujourd'hui car ce sont les seuls capables de fournir des quantités considérables pour des consommations diverses; mais elles inévitablement sujettes à contamination par des eaux de ruissellement et des eaux résiduaires. (FESTY, HARTEMANN et al, 2003).

### I.6. Principales différences entre les eaux souterraines et les eaux de surface :

L'alimentation en eau potable est assurée à 25% par les eaux souterraines, les 75% restants étant issus des eaux superficielles (SIGES BRETAGNE).

Les ressources des eaux de surface et les eaux souterraines sont soumises à des contrôles de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et bactériologiques. (JORA, 2005). Le tableau 1 représente les principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines.

**Tableau 01:** Comparaison entre les eaux de surface et les eaux souterraines. (AYAD, 2017 ; BOUBOU, 2015).

Caractéristiques	Eaux de surface	Eaux souterraines
Température	Variable suivant les saisons	Relativement constante
Turbidité, MES	Variable, parfois élevée	Faible ou nulle

<b>Couleur</b>	Liée surtout aux MES (argiles, algues)	Liée surtout aux matières en solution (acide humique).
<b>Fer et Manganèse divalents (à l'état dissous)</b>	Généralement absents sauf en profondeur des pièces d'eau en état d'eutrophisation.	Généralement présents Sensiblement
<b>Minéralisation globale</b>	Variable en fonction des terrains, des précipitations, des rejets.	Constante en général nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
<b>CO<sub>2</sub> agressif</b>	Généralement absent	Souvent présent en grande quantité.
<b>Oxygène dissous</b>	Le plus souvent au voisinage de la saturation. Absent dans le cas d'eaux très polluées.	Absent dans la plupart du temps.
<b>Gaz carbonique agressif (H<sub>2</sub>S)</b>	Généralement absent.	Souvent présent en grande quantité.
<b>Ammoniac (NH<sup>4</sup>)</b>	Présent seulement dans les eaux polluées.	Présent fréquemment sans être un indice systématique de pollution bactérienne
<b>Nitrates</b>	Peu abondant en général.	Teneur parfois élevée.
<b>Silice</b>	Teneur modérée	Teneur souvent élevée
<b>Sulfure d'hydrogène</b>	Absent	Souvent présent

<b>Micropolluants minéraux et organiques</b>	Présents dans les eaux de pays développés mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source	Généralement absents, mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps.
<b>Eléments vivants</b>	Bactéries (dont certaines pathogénies), virus, plancton.	Ferro bactéries fréquentes.

### I.7. Pollution des eaux :

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physique, chimique et biologique ; par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels. (MEKHALIF, 2017).

En peut classer la pollution des eaux selon :

- L'origine de la pollution :
  - pollution domestique.
  - pollution agricole.
  - pollution industrielle.
  - pollution naturel.
- Type de polluant :
  - polluant physique.
  - polluant chimique.
  - polluant biologique.
  - polluant radioactive.

#### I.7.1. Selon l'origine de pollution (source):

- **Pollution domestique :**

Cette pollution, elle provient des habitations et elle est en général, véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration. Elle caractérise par la présence des germes fécaux, de fortes teneurs en matières organique, des sels minéraux et des détergents. Elle peut être responsable de l'altération des conditions de transparence et d'oxygénation de l'eau ainsi que du développement de l'eutrophisation dans les rivières. (AISSAOUI, 2013).

- **Pollution agricole :**

Les sources de pollution agricole sont de deux types selon **ZOUAG et BELHADJ (2017)** :

- Les engrais chimiques (NPK), employés en agriculture, altèrent la qualité des cours d'eau et des nappes souterraines vers lesquels ils sont entraînés.
- Les herbicides, insecticides et autres produits phytosanitaires utilisés par les agriculteurs s'accumulent dans les sols et les nappes phréatiques et polluent les cours d'eau.

- **Pollution industrielle :**

Les activités industrielles rejettent un bon nombre de substances qui polluent les rivières et les nappes, parfois d'une manière intensive que l'on n'en connaît pas les effets à long terme. (**BOUCHEMAL et HAMMOUDI, 2016**).

La pollution industrielle elle est caractérisée par la présence d'une grande diversité de polluants, selon l'utilisation de l'eau tels que : les hydrocarbures (raffinerie), les métaux lourds (traitement de la surface), les acides, les produits chimiques divers (industries chimique). (**BENGARNIA, 2016**).

- **Pollution naturelle :**

Certaines substances naturellement présentes dans l'environnement entraînent parfois des problèmes de contamination de l'eau potable. Des composés inorganiques peuvent contaminer l'eau potable comme le baryum, l'arsenic, les chlorures, le mercure et le cadmium. (**BOUCHEMAL et HAMMOUDI, 2016**).

Les phénomènes naturels sont aussi à l'origine de la pollution comme l'éruption volcanique. (**AISSAOUI, 2013**).

### **I.7.2. Selon le type de polluant :**

Le polluant est un facteur physique, chimique ou biologique provoquant sous une intensité ou une concentration anormale, une dégradation de la qualité de l'eau naturelle.

Ils peuvent être classés selon leur nature en quatre catégories : physiques, chimique, microbiologiques et radioactive. (**TOUAHRIA, 2013**).

- **Polluant physique :**

On parle de ce type de pollution quand l'eau est modifiée dans sa structure physique par divers facteurs tels que la température, le pH, la conductivité (CE), le solide totale dissous

(TDS), la présence des particules ou mousses et le changement de l'effet réfractaire de l'eau. (HAIDAR, 2014 ; DAHEL ZANAT, 2009).

- **Polluant chimique :**

Elle est due aux polluants chimiques de nature organique et minérale générés par les différentes activités anthropiques. Ce type de pollution regroupe les solvants, les métaux (Zn, Pb, Cd), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les polychlorobiphényles (PCB), les produits pharmaceutiques, les pesticides, les sels... etc. (BENKADDOUR, 2018).

- **Polluant microbiologique :**

L'eau peut contenir des microorganismes pathogènes (virus, bactéries, parasites) qui sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau (industrie, utilisation domestique...). Ce type de pollution est fréquent et provient généralement d'une pollution par des matières fécales animales ou humaines. (ZEGHID, 2013 ; BOTTA et BELLON, 2001).

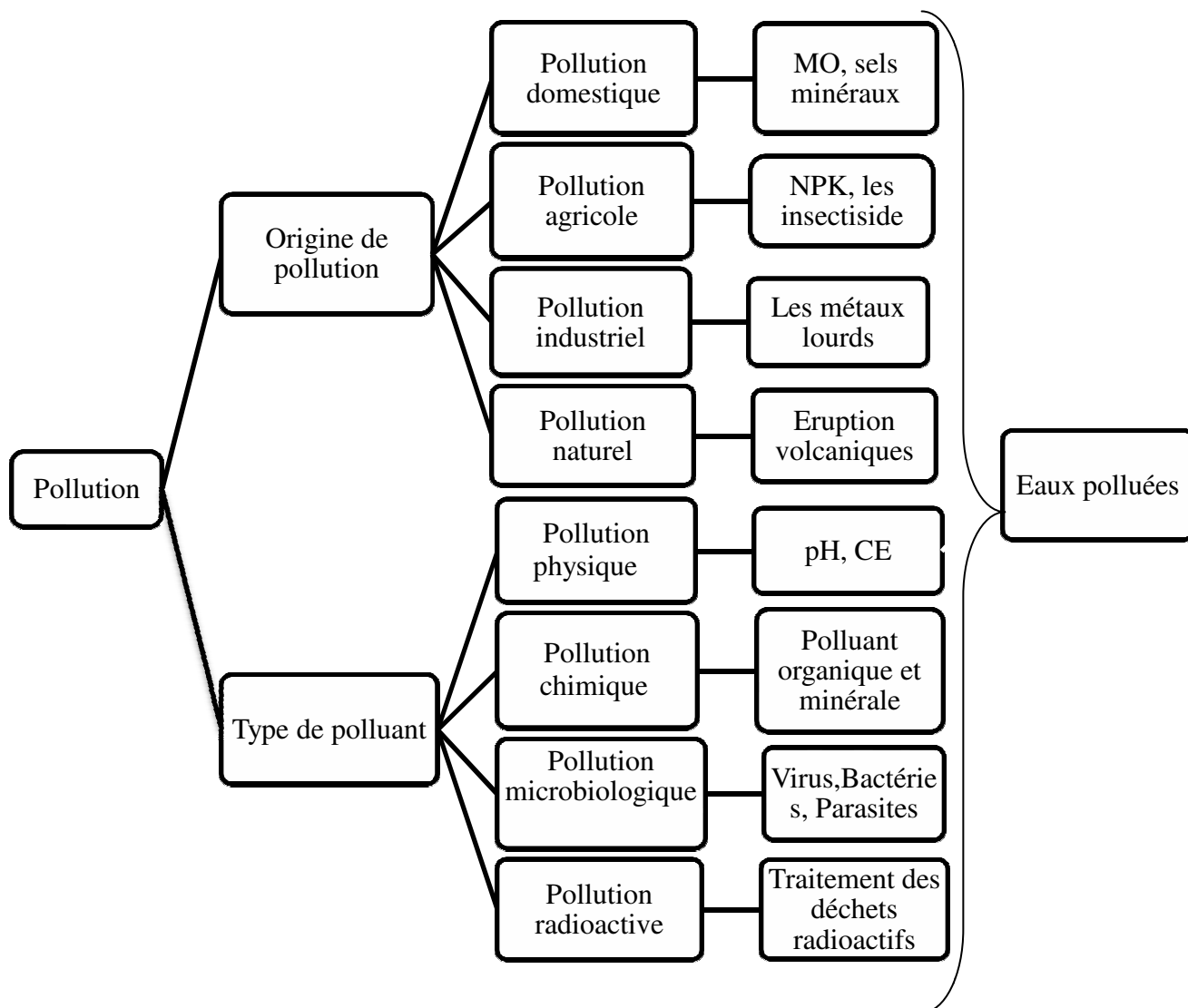
- **Polluant radioactive :**

Il existe deux voies essentielles par lesquelles une radio-contamination :

- Le rejet direct d'un effluent des installations des centrales nucléaires dans un cours d'eau.
- Les émissions de gaz et de matières particulaires qui se trouvent dans l'atmosphère, peuvent être retombées par la pluie, lessivées, et s'infiltrer jusqu'à la nappe d'eau. (TOUAHRIA, 2013).

Parmi les émetteurs radioactifs on trouve:

- Les émetteurs de rayonnement Alpha ( $Ra^{226}$ ,  $U^{234}$ ,  $U^{238}$  ...) sont généralement d'origine naturelle et susceptible d'être présents dans les eaux souterraines de zones géologiques déterminées, granitiques pour le Radon.
- Les émetteurs Bêta ( $Sr^{90}$ ,  $Cs^{134}$ ,  $I^{131}$  ...) sont en général associés à des activités humaines. (GOITA, 2013).



**Figure 06:** Schéma simplifiée de la pollution des eaux. (AUTEURS, 2020)

### 1.7.3. Effets de la pollution de l'eau :

Parmi les principaux effets de la pollution de l'eau, citée par **DEBABZA (2005)** ; **MINISTERE DE LA SANTE (2016)** :

- La dégradation chronique ou accidentelle de la qualité de l'eau : en la rendant impropre aux usages souhaités.
- La destruction des organes bienfaisants et le bouleversement du processus d'autoépuration et éventuellement la modification de façon défavorable du milieu vivant.
- Phénomène d'eutrophisation : l'eutrophisation induit un dysfonctionnement de l'écosystème, elle conduit à son asphyxie par épuisement des réserves d'oxygène.

- Les maladies à transmission hydrique : Comme les nitrites peuvent présenter un risque pour la santé. Ces derniers peuvent en effet, par la modification des propriétés de l'hémoglobine du sang, empêcher un transport correct de l'oxygène par les globules rouges provoque des cyanoses parfois sévères, cette maladie, appelée méthémoglobinémie. Les femmes enceintes et les nourrissons sont les plus touchés.

Selon l'OMS en 2011 ; LASSASI et BOUAZZA en 2018, l'effet des principaux polluants se focalisent dans :

- **Matières en suspension** : transportent des polluants à augmentent donc le risque de contamination de l'homme.
- **Pollution organique** : favorise le développement d'organismes pathogènes. Azote (nitrates, phosphore) : maladie bleue chez les enfants et risque de cancer.
- **Métaux** : troubles respiratoires, digestifs, nerveux ou cutanés et arsenic, Nickel et chrome également considérés comme cancérigènes.
- **Pesticides** : effets reprotoxiques (malformations, stérilité, troubles de la reproduction, mutagenèses et cancérogènes).
- **Le fluor** : le fluor se fixe sur les dents et les os, absorbé en excès, il peut entraîner des fluoroses dentaires, et osseuses (déformations osseuses et articulaires).

### **I.8. Paramètres de qualité des eaux potables et leurs normes :**

Selon l'OMS, une eau dite potable est une eau que l'homme peut consommer tout le long de sa vie sans danger ou risque pour la santé. Cette eau en effet doit être agréable à boire et ne doit renfermer en quantité, ni substances chimiques, ni germes nocifs pour la santé. (N'DIAYE, 2008).

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. (KAHOUL et TOUHAMI, 2014).

#### **I.8.1. Paramètres de qualité des eaux potables**

##### **I.8.1.1. Paramètres organoleptiques :**

Ils concernent la couleur, goût-saveur, l'odeur et la turbidité.

- **Couleur :**

La couleur de l'eau est un paramètre organoleptique peut être directement liée la présence d'éléments dissous ou à l'état colloïdal tel que les composés humiques, les métaux ou les déchets de différents types. (NEHME, 2014).

- **Goût (Saveur) :**

Le gout peut être défini comme étant l'ensemble des sensations gustatives olfactives et de sensibilités chimiques communes aperçues lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche. (LASSASI et BOUAZZA, 2018).

La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs (MERAH, 2019).

Toute comme l'odeur, la saveur de l'eau est une propriété subjective : Il n'existe aucun appareil pour le mesurer. Selon les physiologistes, il n'existe que quatre saveurs fondamentales : Salée, sucrée, aigre et amère. (MAIGA, 2005). Les goûts salés et aigres sont occasionnés surtout par des molécules ioniques tandis que les goûts sucrés et amers sont généralement attribuables à des molécules organiques. (PROULX et al, 2010).

- **Odeur :**

L'odeur peut être définie comme étant l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. (LOUNNAS, 2009).

Les eaux potables généralement inodores, par contre les eaux provenant de marais ou même de lacs, si elles sont insuffisamment filtrées sont reconnaissables à une odeur. (TOUHARI, 2015).

L'odeur de l'eau s'explique principalement par la présence de substances organiques. Certaines odeurs témoignent d'une augmentation d'activité biologique tandis que d'autres tirent leur origine de la pollution industrielle. (OMS, 1986).

Les molécules responsables des goûts et des odeurs se retrouvent habituellement en faible concentration dans l'environnement. Puisque l'odorat humain est très sensible, souvent même plus sensible que l'instrumentation de laboratoire la plus sophistiquée. (PROULX et al, 2010).

Le gout et l'odeur peuvent donc être considérer comme des indicateurs de la présence éventuelle de problèmes de qualité de l'eau. (COUILLARD et al, 1992).

- **Turbidité :**

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisées: matières organiques comme des matières animales ou végétales décomposées ou des organismes vivants (des algues) et matières inorganiques (argile, limons, grains de silice). L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure son degré de turbidité. (**IDRISSI et al, 2015 ; MANITOBA, 2011**).

La norme de turbidité recommandée pour les eaux désinfectée est de 1 UTN (unité néphélobométrique de turbidité) afin d'assurer une meilleure efficacité de la désinfection. (**COUILLARD et al, 1992**).

### **I.8.1.2. Paramètres physique-chimiques :**

Concerné la température, le pH, la dureté (TH), l'oxygène dissous, conductivité électrique (CE), potentiel d'oxydoréduction (Eh), Salinité, Alcalinité et Les matières en suspension (MES).

- **Température :**

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux, joue un rôle important dans la solubilité des sels et des gaz ainsi que sur la valeur du pH. Son élévation peut perturber fortement la vie. Plusieurs paramètres dépendent de la température de l'eau comme le pH et l'oxygène dissous (**METAHRI, 2012 ; BOUCENNA, 2009 ; BENKADDOUR, 2018**).

L'eau est excellente lorsque la température varie entre 20°C et 22°C ; passable lorsque la température oscille dans l'intervalle de 22°C à 25°C et médiocre lorsqu'elle est comprise entre 25°C et 30°C. (**KAHOUL et TOUHAMI, 2014**).

- **Potentiel d'hydrogène (pH) :**

Le pH mesure l'acidité ou l'alcalinité de l'eau. Ce paramètre joue un rôle très important dans le développement de la vie aquatique. (**BENKADDOUR, 2018 ; HAIDAR, 2014**).

Sa valeur caractérise un grand nombre d'équilibre physicochimique, qui altère la croissance des microorganismes existant dans l'eau. (**MEKHALIF, 2009**). L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur médiane 7 correspond à une solution neutre à 25°C. (**DE VILLERS et al, 2005**).

- **Conductivité Electrique (CE) :**

La conductivité permet de déterminer la capacité de l'eau à conduire l'électricité. Elle permet de juger la quantité de sels dissous dans l'eau et de vérifier l'existence de pollution dans l'eau. La valeur de la conductivité est aussi en relation avec la nature des couches géologiques ou de la présence des minéraux indésirables (**HERIARIVONY et al, 2015**). Les sels minéraux en solution sont de bons conducteurs, et les composés organiques sont de mauvais conducteurs.

L'unité principale de conductivité est le micro siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). (**DE VILLERS et al, 2005**)

- **Potentiel d'oxydoréduction ou potentiel redox (Eh) :**

Ce paramètre nous permet de prévoir l'état des ions chimiques dans l'eau et la direction des réactions chimiques (oxydation ou réduction). Le potentiel redox se mesure en Mv. (**DEBIECHE, 2002**).

- **Salinité :**

La salinité c'est un facteur écologique propre aux biotopes aquatiques et les sols qui caractérisent leur teneur en sel (NaCl) et autre sels dissous dans les eaux. Par ailleurs, toute modification intempestive de la salinité due à l'action de l'homme peut présenter un impact redoutable sur les biotopes aquatiques concernés. (**RAMADE, 2011**).

En générale, la salinité suit les mêmes tendances que la conductivité électrique et exprimée en mg/l (**IDRISSI et al, 2015**).

- **Dureté total:**

La dureté d'une eau ou titre hydrométrique (TH) est due principalement à la présence de sels de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et de magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) sous forme de bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ), de sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) et de chlorures ( $\text{Cl}^-$ ). Elle est directement liée à la nature géologique des terrains traversés. (**SEMINE RAS, 2009 ; AOUISSI, 2009**).

Selon les normes algériennes relatives à la potabilité des eaux, la dureté totale ne doit pas dépasser la valeur de  $500 \text{ mg.L}^{-1}$ . (**AYAD et KAHOUL, 2016**).

- **Alcalinité :**

Une alcalinité est l'opposé de l'acidité c'est à dire à mesure que la valeur pH augment. Plus exactement L'alcalinité d'une l'eau comporte principalement la somme des bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) des carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et des hydroxydes d'un calcium, du magnésium, du sodium et du potassium. (**GHIPECHE, 2011**). Elle se caractérise par deux paramètres :

- **Titre alcalimétrique (TA) :**

Le titre alcalimétrique permet d'apprécier la concentration de tous les carbonates et bicarbonates dans l'eau. (KOUIDRI-BELALA, 2006).

- **Titre alcalimétrique complet (TAC) :**

Le TAC représente la concentration en ions carbonates, bicarbonates et hydroxydes présents dans l'eau. (REDJEM et RAHMOINI, 2018).

Le titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC) sont définis par :

$$TA = [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-]$$

$$TAC = [\text{HCO}_3^-] + 2 [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-]. \text{ (LABIOD, 2010).}$$

• **Les matières en suspension (MES) :**

Les matières en suspension elles représentent, la fraction constituée par l'ensemble des particules organiques (MVS) ou minérales (MMS), non dissoutes de la pollution. Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. (METAHRI, 2012). Les teneurs élevées en matières en suspension peuvent être considérées comme une forme de pollution. (NEHME, 2014).

• **Oxygène dissous :**

L'oxygène est un facteur écologique et l'un des paramètres particulièrement utile pour l'eau qui nous permet d'estimer la qualité des eaux. Sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'autoépuration d'un cours d'eau. (MAKHOUKH *et al*, 2011 ; ZAIMECHE, 2015).

La présence de l'oxygène dans les eaux naturelles est déterminée principalement par la respiration des organismes, par l'activité photosynthétique de la flore, par l'oxydation et la dégradation des polluants. Les valeurs faibles de l'oxygénées dissous favorisent le développement des germes pathogènes. (BELGHITI, 2013).

• **Demande biochimique en oxygène (DBO) :**

La demande biochimique en oxygène, représente la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques d'une eau par les microorganismes à 20°C à l'obscurité, pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques. Il faut compter 21 jours pour mesurer une DBO. (MIZI, 2006 ; DIDOUCHE, 2012).

La DBO<sub>5</sub> (demande biochimique en oxygène 5), c'est la quantité d'oxygène dissous consommée par les microorganismes non photosynthétiques, pendant 5 jours à 20°C à

l'obscurité. Il permet l'évaluation des matières organiques biodégradables. ((**MAKHOUKH et al, 2011**)).

Parmi les substances organiques consommatrices d'oxygène, on trouve l'azote, le phosphore et le carbone. Elle s'exprime en milligrammes d'oxygène par litre (mg O<sub>2</sub>/l). (**BELHADJ, 2017**).

- **Demande chimique en oxygène (DCO) :**

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par les matières existant dans l'eau et oxydables dans des conditions opératoires définies. (**ABIBSI, 2011**).

Les valeurs élevées de la DCO indiquent la présence d'une forte contamination liée à la présence de polluants réfractaires d'origine organique et minérale issus des activités anthropiques ou naturelles. La DCO est exprimée en mg d'O<sub>2</sub>/l. (**BENKADDOUR, 2018**).

### **I.8.1.3. Eléments de pollution :**

- **Eléments majeurs :**

- **Ammonium (NH<sup>4+</sup>) :**

L'ammonium (NH<sup>4+</sup>) dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique, provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel. (**MERAH, 2019**).

L'ammonium n'a pas d'effet appréciable sur la santé du consommateur. Il doit être éliminé dans les eaux de consommation car c'est un élément qui peut permettre à certaines bactéries de proliférer dans les réseaux de distribution. (**MAIGA, 2005**).

- **Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) :**

Les nitrates NO<sub>3</sub><sup>-</sup> présents dans le sol, dans les eaux superficielles et souterraines résultent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matière organique azotée telle que les protéines végétales, animales et les excréments animaux. L'ion ammonium formé est oxydé en nitrates. (**HAMED et al, 2012**).

- **Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) :**

Les nitrites sont très répandus dans l'environnement, se retrouvent dans la plupart des produits alimentaires, dans l'atmosphère et des eaux, ils proviennent soit d'une oxydation incomplète des matières organiques, soit d'une réduction des nitrates.

La présence des Nitrites dans l'eau en forte concentration dégrade la qualité de l'eau et indique une pollution bactériologique par suite de l'oxydation de l'ammoniac et pourrait affecter la santé humaine. (BELGHITI *et al*, 2013 ; BERRAHAL, 2019).

- **Calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ) :**

Le calcium est un métal alcalinoterreux extrêmement répandu dans la nature et l'élément dominant dans les eaux potables. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés (GHIBECHE, 2011). Il existe surtout à l'état de bicarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorures. Les sels de calcium sont obtenus en majorité lors de l'attaque de roches calcaires par l'anhydride carbonique dissous ( $\text{CO}_2$ ). (SEMINE RAS, 2009).

- **Sulfates ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) :**

Les ions sulfates proviennent de la dissolution du gypse ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) et par l'oxydation des sulfures en sulfates dans les déchets miniers. Les ions sulfates sont très solubles et leur concentration est très variable dans les eaux naturelles. (NEHME, 2014).

Les fortes concentrations de sulfate, ils peuvent provoquer des troubles gastro-intestinaux (en particulier chez les enfants). Ils peuvent aussi conférer à l'eau un goût désagréable. (HAMED *et al*, 2012).

- **Chlorure ( $\text{Cl}^-$ ) :**

Les chlorures sont des agents corrosifs à des concentrations élevées, présents dans presque toutes les eaux. L'origine des chlorures est naturelle, elle est due au contact de certaines formations géologiques. Leur présence n'indique pas obligatoirement une pollution d'origine humaine ou animale. (LABIOD, 2010).

Les valeurs de chlorures sont considérées normales étant donné que la norme algérienne pour les chlorures est fixée à  $500 \text{ mg.L}^{-1}$  (AYAD et KAHOUL, 2016).

- **Phosphore :**

Le phosphore est un constituant de la matière vivante, qui se trouve également dans des produits de synthèse, engrais ou détergents. Dans les sols, le phosphore est retenu dans les complexes argilo-humiques ; il est donc peu dissous par les eaux de ruissellement. La plus grande partie du phosphore naturellement présent en faible quantité dans les eaux provient du rejet des eaux domestiques et industrielles. (BOURRIER *et al*, 2010).

- **Magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ ) :**

Il provient de la dissolution des formations dolomitiques en présence du gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ) et de la dissolution des roches magnésiennes. Selon les normes algériennes

de l'eau potable pour le magnésium (150 mg.L<sup>-1</sup>). (AMIOUR, 2015 ; AYAD et KAHOUL, 2016).

- **Potassium (K<sup>+</sup>) :**

Le potassium provient de l'altération des formations silicatées (gneiss, schiste), des argiles potassiques et de la dissolution des engrais chimiques (NPK). (DEBIECHE, 2002).

• **Eléments Traces Métalliques (ETM):**

Le terme éléments traces regroupe tous les éléments naturels qui existent en faible quantité ou qui n'existent qu'épisodiquement dans l'eau, sols, les sédiments et les organismes vivants. Généralement les éléments traces métalliques définis comme des métaux lourds. (BERNNARD, 1979 ; AMIOUR, 2015).

En général, sont appelés métaux lourds les éléments ayant une densité supérieure à 5 g/cm<sup>3</sup> et est souvent employé pour désigner les métaux et métalloïdes associés à une contamination et un potentiel toxique et écotoxique (NEHME, 2014). Il s'agit du : cadmium (Cd), plomb (Pb), zinc (Zn), nickel (Ni), mercure (Hg), arsenic (As), manganèse (Mn) cuivre (Cu) et cobalt (Co). Les plus toxiques d'entre eux sont le plomb, le cadmium et le mercure. (UWAMUNGU et YUFENG, 2010).

- **Cadmium (Cd<sup>2+</sup>) :**

Le cadmium est un métal blanc, mou et malléable, l'un des métaux lourds parmi les plus toxiques. Il se concentre dans les sols et dans toute la biosphère. Son accumulation importante dans la chaîne alimentaire pose un problème de santé publique même à de faibles concentrations. La teneur maximale du cadmium dans les eaux de consommation humaine recommandée par l'OMS est 3 µg/l. (HARRAT, 2007 ; AMIOUR, 2015).

- **Plomb (Pb) :**

Le plomb est un métal bleu grisâtre, toxique, cancérigène et rarement trouver sous sa forme élémentaire, il existe sous forme métallique, organique et inorganique. Il peut être présent dans l'eau, suite à des rejets industriels ou des transferts entre les différents compartiments de l'environnement et constitue des gisements primaires dans les roches éruptives et métamorphiques. (BERRAHAL, 2019).

- **Le Zinc (Zn) :**

Le zinc est un des métaux les moins toxiques, est un oligo-élément nécessaire au métabolisme des organismes vivants, essentiel pour de nombreux métallo enzymes et les facteurs de transcription. L'OMS recommande comme valeur limite pour le zinc 3 mg/L. (MAOUDOMBAYE et al, 2015).

- **Cuivre (Cu) :**

Le cuivre est un métal très utilisé, est un oligo-élément indispensable à la bonne croissance des végétaux. Néanmoins, le sol ne doit pas contenir une teneur trop élevée de ce métal, puisqu'il possède alors un effet toxique. (LEICHTNAM *et al*, 2001).

De nombreux cas d'intoxications chronique au cuivre par l'eau de boisson ont été décrits ainsi que leurs manifestations cliniques comme : les troubles gastro-intestinaux et une hépato-splénomégalie marquée chez les enfants. (TANOUIYI *et al*, 2015).

- **Les hydrocarbures :**

Les hydrocarbures sont des substances toxiques, la plupart du temps référence aux huiles minérales qui comportent des substances telles que les alcanes, les alcènes. La présence des concentrations élevées d'hydrocarbures peuvent limiter l'apport d'oxygène dans les eaux de surface. Ces polluants incluent également les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) qui sont relativement stables et peu solubles dans l'eau, ainsi que les hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM). (DE VILLERS *et al*, 2005).

- **Pesticides :**

Les pesticides sont des préparations contenant une ou plusieurs substances chimiques utilisées pour protéger les végétaux contre les organismes nuisibles, à détruire partiellement ou entièrement les végétaux ou à assurer leur conservation. (DIRECTION GENERALE DE LA SANTE, 2005).

#### **I.8.1.4. Paramètres bactériologiques :**

Le paramètre bactériologique c'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau potable. Elle se mesure par la présence d'organismes indicateurs de pollution : les Germes Totaux et les Coliformes (Totaux et Fécaux), les bactéries indicatrices de contamination fécale (FIB) sont les Coliformes connus sous le nom d'*Escherichia coli* (*E. coli*), les *Streptocoques Fécaux* et les *Clostridium Sulfito-Réducteurs* (AYAD, 2017). Leur présence dans l'eau ou le sol indique une présence potentielle de microorganismes pathogènes et une contamination par des matières fécales d'origine animale ou humaine. (GUÉRINEAU, 2013).

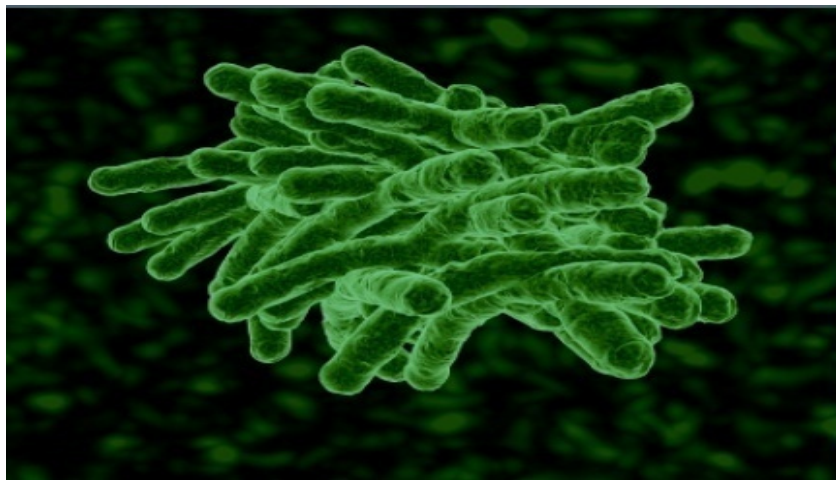
Dans le domaine des eaux d'alimentation, le risque microbien représente le risque à court terme. (DIRECTION GENERALE DE LA SANTE, 2005).

- **Coliformes Totaux (CT) :**

Les Coliformes Totaux sont des bacilles gram-négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, oxydase négatifs, capables de développer en présence de sels

biliaires ou d'agents tenso-actifs qui fermentent le lactose en produisant de l'acide, du gaz et de l'aldéhyde à 37°C pendant 24 à 48 heures. Leur présence dans l'eau, soit 10 coliformes par 100 ml et plus, annonce une contamination de l'eau potable mais ne sont généralement pas dangereux pour la santé.

La majorité des bactéries Coliformes appartiennent au genre *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* et *Enterobacter*. (FONDATION NATIONALE DE LA SANTE, 2013 ; AGENCE DE LA SANTE ET DES SERVICES SOCIAUX DE L' CHAUDIERE, 2011).



**Figure 07:** Coliformes Totaux. (Agence de la santé et des services sociaux de Chaudière, 2011)

- **Coliformes Fécaux (CF) :**

Les Coliformes Fécaux ou Coliformes Thermo-Tolérants sont un sous-groupe des Coliformes Totaux, présentent les mêmes propriétés et caractéristiques des Coliformes Totaux après incubation à la température de 44°C. (VERHILLE, 2013 ; ABIBSI, 2011).



**Figure 08:** Coliformes Fécaux. (ABIBSI, 2011).

- *Escherichia Coli* :

Les bactéries *E. coli* fait partie du sous-groupe des Coliformes Thermo-Tolérants et considérées comme le meilleur indicateur bactérien de contamination fécale et l'indicateur le plus répandu pour l'évaluation de la qualité microbiologique de l'eau aux prises d'eau potable. (VERHILLE, 2013). *E. coli* sont très abondantes dans l'intestinale humaines et les animaux à sang chaud, et c'est aussi la seule espèce qui soit strictement d'origine fécale. Leur présence dans l'eau signifie que cette dernière est contaminée par une pollution d'origine fécale et qu'elle peut donc contenir des microorganismes pathogènes. (LE DUC et VAURETTE, 2014 ; GUÉRINEAU, 2013).

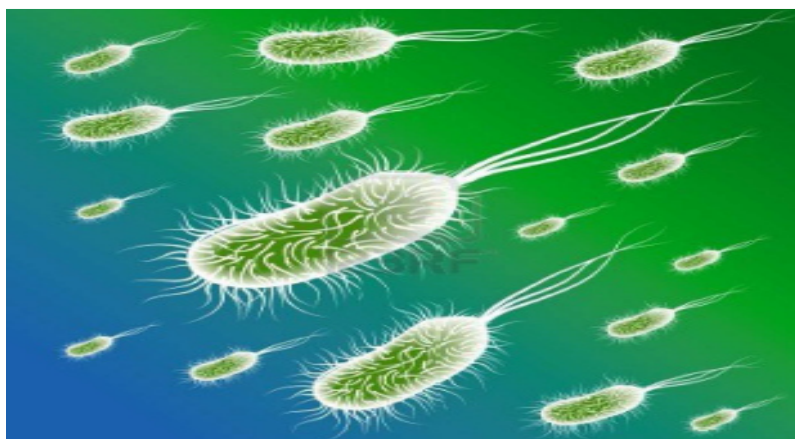


Figure 09: *Escherichia Coli*. (GOITTA, 2013).

- **Germes Totaux :**

Ce sont des germes qui se développent dans des conditions aéro-anaérobies facultatifs, capables de former des colonies de taille et de formes différentes dans un milieu de culture nutritif gélosé après incubation à 30°C pendant 72h.. (AMIRAT et NECIRI, 2017)

- ***Streptocoques Fécaux* :**

Ce sont des Cocci sphériques légèrement ovales, gram positifs, catalase négatif et anaérobies facultatives. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, se développent le mieux à 37°C.

Ces bactéries appartiennent à la famille de *Streptococcaceae*, au genre *Streptococcus* et possédant une substance antigénique caractéristique du groupe sérologique D de LanceField. (El AFRI, 2009 ; MERAH, 2019)



**Figure 10:** Les Streptocoques. (DAHEL ZANAT, 2009).

- ***Clostridium Sulfito-Réducteurs* :**

Ce sont des bactéries anaérobies à Gram positif (BGP) mesurant 4 à 6 $\mu$ m de long et 1 à 2 $\mu$ m de large, produisant des spores dont le plus caractéristique est *Clostridium perfringens*.

Il est présent dans les fèces mais en plus petit nombre qu'*E. Coli*. Ils sont peu sensibles aux désinfectants. La présence de *Clostridium perfringens* dans une eau de boisson est synonyme d'une défaillance du processus de traitement ou une contamination intermittente à distance et ancienne. (N'DIAYE, 2008).



**Figure 11:** *Clostridium* en coloration Gram. (DAHEL ZANAT, 2009).

### **I.8.2. Normes de potabilité d'une eau :**

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. En général, il importe à chaque pays d'établir sa propre norme de potabilité en fonction des critères locaux et de degrés de son développement. (LASSOUAOUI et KITOUS, 2017).

Les normes nationales selon le Journal Officiel de la République Algérienne N°18 (JORA, 2011), le Journal Officiel de la République Algérienne N°39 (JORA, 2017) et le (JORA, 1998), les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé (OMS, 2006) pour l'eau de consommation humaine sont représentées dans les tableaux 2, 3, 4, 5.

### I.8.2.1. Normes des paramètres organoleptiques de l'eau potable :

**Tableau 02:** Normes des paramètres organoleptiques d'une eau potable selon le journal algérien N°18 (JORA, 2011) et l'OMS (OMS, 2006).

Paramètres	Normes algériennes	Normes de l'OMS	Unité
Couleur	15	Pas de valeur guide	mg/l Platine
Odeur à 12°C	4	/	Taux dilution
Saveur à 25°C	4	/	Taux dilution
Turbidité	5	5	NTU

### I.8.2.2. Normes des paramètres physico-chimiques de l'eau potable:

**Tableau 03:** Normes des paramètres physico-chimique d'une eau potable selon le journal algérien N°18 (JORA, 2011) et l'OMS (OMS, 2006).

Paramètres physico-chimiques	Normes algériennes	Norme de l'OMS	Unité
Température	25	25	°C
Concentration en ions hydrogène	$\geq 6,5$ et $\leq 9$	Pas de valeur guide mais un optimum entre 6.5 et 9.5	Unité pH
Alcalinité	500	/	mg/l en CaCO <sub>3</sub>
Dureté	200	200	mg/l en CaCO <sub>3</sub>

<b>Conductivité à 20°C</b>	2800	2100	μS/cm
<b>oxygène dissous</b>	Pas de valeur guide	Pas de valeur guide	O2

### I.8.2.3. Normes d'éléments de pollution de l'eau potable :

**Tableau 04:** Normes d'éléments de pollution d'une eau potable selon le journal algérienne (JORA, 2017) et l'OMS (OMS, 2006).

Eléments de pollutions		Normes algériennes	Norme de l'OMS	Unité
Elément majeur	Ammonium	0,2	0,2 (peut aller jusqu'à 0,3 mg/l dans une eau anaérobique)	mg/l
	Nitrates	50	50 et 3 (exposition à court terme)	mg/l
	Nitrites	0,2	0.2 (exposition à long terme)	mg/l
	Calcium	200	270	mg/l en CaCO3
	Sulfates	400	500	mg/l
	Chlorures	500	250	mg/l
	Phosphore	5		mg/l
	Potassium	12	20	mg/l
	Chlore	5	Pas de valeur mais on peut noter un goût à partir de 250	mg/l
Eléments trace métalliques	Cadmium	3	3	μg/l
	Plomb	10	10	μg/l
	Zinc	5	3	mg/l
	Cuivre	2	2	mg/l
Hydrocarbure	Hydrocarbures polycycliques aromatiques	0,2	Pas de valeur guide	μg/l

	(H.P.A) totaux			
Pesticide	Pesticides (Totaux)	0,5	Pas de valeur guide	µg/l

#### I.8.2.4. Normes des paramètres bactériologiques de l'eau potable :

**Tableau 05:** Normes Algérienne des paramètres bactériologique d'une eau potable selon le journal algérien (JORA, 1998).

Paramètres bactériologiques	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques	
	n	c	m	M
<b>Coliformes Totaux</b>	1	0	10/100 ml	
<b>Coliformes Fécaux</b>	1	0	Absence dans 100 ml	
<i>Escherichia Coli</i>	1	0	Absence dans 100 ml	
<i>Streptocoque</i>	1	0	Absence dans 100 ml	
<i>Spores Anaérobies Sulfito-Réductrices</i>	1	0	5ufc/20 ml	

n : Nombres d'unité constituant l'échantillon.

c : Nombres maximal d'unités de l'échantillon donnant des valeurs situées entre « m » et « M ».

m : Nombres de germes présents dans un gramme ou un millilitre de produit analysé, qui correspond à la valeur en dessous duquel la qualité du produit est considérée comme satisfaisante.

M : Nombre de germes présents dans un gramme ou un millilitre de produit analysé, qui correspond à la valeur au dessus duquel la qualité du produit est considérée comme inacceptable (toxique).

#### I.9. Principale maladies transmises hydrique (MTH) et leurs agents responsables :

L'eau contient naturellement des microorganismes issus de l'activité biologique naturelle, dont certains sont pathogènes pour l'homme, Les principales catégories de

microorganismes sont les bactéries, les virus et les protozoaires. (**DIRECTION GENERALE DE LA SANTE, 2005**)

### **I.9.1. Mode de transmission des maladies :**

**HOUNSOUNOU et al (2016) ; N'DIAYE (2008)**, montrant que les maladies liées à l'eau peuvent être divisées en quatre groupes à savoir :

#### **- Maladies hydriques liées à l'eau de boisson :**

Sont des maladies causées par des germes pathogènes qui sont pour la plupart présents dans les eaux de boisson contaminées, telles que le choléra, fièvre typhoïde, hépatite, amibiase, Giardiase ... etc.

#### **- Maladies liées aux pénuries d'eau :**

Sont des maladies qui se développent dans des régions où le manque d'hygiène ou l'eau est rare, telles que le trachome et la tuberculose.

#### **- Maladies aquatiques liées aux vers (helminthiases) :**

Sont des maladies causées par des organismes aquatiques comme les Plathelminthes et Némathelminthes qui passent une partie de leur vie dans l'eau et une autre en tant que parasites. Ces maladies comprennent la dracunculose et la schistosomiase.

#### **- Maladies dues aux vecteurs liés à l'eau:**

Sont des maladies transmises par les vecteurs tels que les moustiques et les mouches tsé-tsé qui se reproduisent ou vivent dans ou près des eaux polluées et non polluées, parmi ces maladies : paludisme et fièvre jaune.

### **I.9.2. Maladies d'origines bactériennes :**

Les bactéries sont des microorganismes unicellulaires, possèdent la structure interne la plus simple de toutes les espèces vivantes. Elles croissent et se multiplient en général par fission binaire (division en deux cellules identiques). (**BAKIRI, 2007**).

Ces maladies englobent le choléra, la fièvre typhoïde, les dysenteries... etc.

#### **I.9.2.1. Choléra :**

Le choléra est notamment appelé la mère de l'hygiène dans la mesure où les flambées épidémiques auraient stimulé la mise en œuvre de mesures d'hygiène publique et notamment l'introduction de systèmes de drainage des eaux. (**CHEMOUILLI, 2004**).

Le choléra ou la maladie des mains sales est une maladie infectieuse intestinale diarrhéique très contagieuse et strictement humaine. Est une maladie de la misère, de la malnutrition et fréquemment mortelle si elle n'est pas traitée. (**BERCHE, 1998 ; SOLIDARITÉS INTERNATIONALE, 2017**).

- **Agent pathogène :**

Elle est causée par la bactérie *Vibrio cholerae* sérotype O1 ou O139.

Les vibrio spp. Sont de petites bactéries incurvées en virgule, à Gram négatif, très mobiles, avec un seul flagelle polaire qui ne sporulent pas; ils sont à la fois aérobies et anaérobies, elles se multiplient à pH alcalin qui varie de 7 à 9. (OMS, 2003 ; OMS, 2017 ; OMS, 2000 ; DJAD, 2015).

- **Mode de transmission et contamination :**

C'est une maladie à transmission orale soit :

- Direct : par voie interhumaine (les mains souillées).
- Indirecte par la consommation de l'eau ou d'aliments (fruits et légumes) contaminée. (SOLIDARITÉS INTERNATIONALE, 2017).

- **Incubation :**

La période d'incubation est très courte de quelques heures à 5 jours. (OMS, 2002).

- **Symptômes :**

Selon l'OMS (2017), GOITA (2013) et DANGBE (2019), les symptômes de choléra sont :

- Diarrhée aiguë grave sévère jusqu'à 5-10 litres par jour avec déshydratation, aggravée par vomissements, sans élévation de la température, voire une hypothermie.
- Distension et de gargouillements intestinaux et le visage est cyanosé.
- Un pouls rapide, un effondrement de la pression artérielle, une respiration difficile, une oligurie évoluant rapidement vers une anurie.
- la mort peut survenir quelques jours après si rien n'est fait.

- **Prévention et traitement :**

- l'amélioration des systèmes d'alimentation en eau et d'assainissement (lavage des mains et des aliments).
- L'éducation sanitaire importante de la prévention de la maladie et de la lutte anticholérique.
- Un traitement par des sels de réhydratation orale pour remplacer la perte de liquides.
- Des antibiotiques uniquement dans les cas de déshydratation grave. (OMS, 2002 ; OMS, 2003).

### I.9.2.2. Fièvres typhoïdes, paratyphoïdes :

Le terme « typhoïde » vient du grec « tymphos » qui signifie torpeur. La fièvre typhoïde ou typhus abdominal ou fièvre lente nerveuse est une toxi-infection d'allure septicémique grave par ses complications données par la perforation intestinale, devenue rare dans les pays développés mais encore fréquente dans les pays pauvres. La fièvre typhoïde est plus fréquente chez les patients âgés de moins de 25 ans. (CHAPAND, 2015 ; KONE, 2015).

- **Agent pathogène :**

Cette maladie elle est causée par :

- *Salmonella Typhi* (bacille d'Eberth).
- *Salmonella Paratyphi* A, B ou C.

Les bactéries du genre *Salmonella* appartiennent à la famille des *enterbactériacées*, sont des bacilles mobiles à Gram négatif, cilié, allongé, aérobies et facultativement anaérobies, capable de vivre plusieurs jours dans l'eau et le sol.

Ce nom fut choisi en l'honneur de Salmon vétérinaire américain dont la contribution à l'étude de ses bactéries fut majeure. (DRAME, 2010 ; KHALILI et al, 2014 ; DJAD, 2015).

- **Mode de transmission et de contamination :**

D'après CHAPAND (2015) ; KHALILI et al (2014), la typhoïde est une maladie du péril fécal ou oro-fécale, par une :

- Contamination directe (manu porté) : moins fréquente, de personne à personne (par contact manuel).
- Contamination Indirecte : c'est la plus fréquente, par l'eau qui joue un rôle capital de contamination, et les aliments lavés par des eaux souillées (les légumes, les fruits et les œufs, les coquillages, le lait et produits laitiers).

- **Incubation :**

L'incubation dure classiquement en fonction de l'inoculum bactérien et du statut immunitaire de l'hôte. Elle est variée habituellement d'une semaine à deux semaines mais peut être plus longue. Les symptômes, d'apparition progressive, n'ont aucune spécificité. (DRAME, 2010 ; KONE, 2015).

- **Symptômes :**

Les symptômes de cette maladie selon KHALILI et al (2014) ; CHAPAND (2015), sont :

- Complications digestives : hémorragies, atteintes hépatiques, complications pancréatiques.
- Complications neurologiques: encéphalopathie, atteinte méningée, atteintes suppuratives.
- Complications respiratoires : toux, râles bronchiques.
- Complications cardiovasculaires : myocardite, atteinte vasculaire.
- Céphalées intenses, des vertiges, des insomnies avec des somnolences dans la journée, des épistaxis, une anorexie et une constipation.
- **Prévention et traitement :**
  - La surveillance et la protection des eaux et des produits alimentaires et l'éducation pour la santé.
  - Lavage des fruits et légumes et la bonne cuisson des œufs et coquillages.
  - Lavage des mains et utilisée des solutions hydro alcooliques. (KONE, 2015).
  - L'utilisation des antibiotiques tels que les phénicolés, les aminopénicillines et le cotrimoxazole: par voie orale ou par voie veineuse. (DRAME, 2010).
  - Les vaccins : il y a trois types de vaccins contre la typhoïde disponibles à être utilisés, mais il ne soit pas recommandé systématiquement et ne fournit pas une protection totale vis-à-vis de l'infection : (SOLIDARITÉS INTERNATIONALE, 2017).
    - Le vaccin conjugué contre la typhoïde (TCV).
    - Le vaccin non conjugué de polysaccharide Vi (ViPS).
    - Le vaccin vivant atténué Ty21a. (OMS, 2018).

### I.10.2.3. Schigelloses ou dysenteries bacillaires (*shigella spp*) :

C'est une maladie infectieuse et la plus meurtrière des maladies diarrhéiques, touchant facilement les enfants de moins de 5 ans. Elle est plus fréquente dans les pays chauds, humides où existent des problèmes d'hygiène et de promiscuité. (GOITA, 2013).

- **Agent pathogène :**

Cette maladie est provoquée par une entérobactérie dénommée *shigella*. (GOITA, 2013).

Les *Shigella spp.* sont des bacilles à Gram négatif, non sporulant, non mobiles, aéro-anaérobie de la famille des *Enterobacteriaceae*. (OMS, 2017).

- **Mode de transmission et de contamination :**

Les *Shigella* associées à l'homme, par une mode féco-orale, soit :

- Direct: d'une personne à l'autre.

- Indirect: contamination de l'eau et d'aliments par les selles de malades. (AOUISSI, 2010).
- **Symptômes :**
  - Des troubles gastro-intestinaux graves.
  - Douleurs abdominales et de constrictions douloureuses du sphincter anal (ténésme).
  - Diarrhée aiguë et nausées. (AOUISSI, 2010).
- **Prévention et traitement :**
  - Le traitement antibiotique n'est pas toujours indiqué dans les cas isolés mais l'antibiothérapie est de règle dans les formes sévères, chez l'enfant, l'immunodéprimé. (AOUISSI, 2010)

### **I.9.3. Maladies d'origines virales :**

Les virus sont des organismes infra microscopiques, de taille bien inférieure à celle des bactéries, pouvant survivre pendant des périodes prolongées une fois émis dans le milieu aquatique. (DJAD, 2015).

A coté des maladies d'origine bactérienne, nous avons des maladies virales. On peut citer :

#### **I.9.3.1. Poliomyélite :**

C'est une maladie virale très contagieuse atteignant le névraxe entraînant des paralysies flasques. Cependant il existe des formes abortives et respiratoires souvent mortelles. (LABBACI et GHARBI, 2017 ; DIOP, 2006).

La poliomyélite (paralysie infantile) est généralement mortelle si les cellules nerveuses du cerveau sont attaquées (poliomyélite bulbaire). (BAZIZ, 2008).

- **Agent pathogène :**

Cette maladie causée par les poliovirus de type 1, 2 et 3. Ce virus de la famille des Picornaviridae, genre de Entérovirus qui ce sont des virus à ARN monocaténaire, nus, à capsidie icosaédrique, dont la taille varie de 20 à 30 nm. (DIOP, 2006 ; SCHWARTZBROD, 2000).

- **Mode de transmission et de contamination :**

Le virus pénètre l'organisme par voie fécale-orale ou moins fréquemment par le biais d'un véhicule commun (eau ou aliments contaminés). (LABBACI et GHARBI, 2017).

Leur contamination est soit :

- Directe : par contact d'homme à homme entrant généralement dans le corps par la bouche.

- Indirecte : par des eaux souillées ou des aliments contaminés par des fèces. (BAZIZ, 2008).
- **Symptômes :**
  - Des lésions du système nerveux, du tractus gastro-intestinal, de l'appareil respiratoire, des muscles, de la peau et des yeux.
  - Paralysie séquelles. (SCHWARTZBROD, 2000).
- **Prévention et traitement :**
  - Le contrôle et la surveillance.
  - Des vaccins efficaces.

### I.10.3.2. Virus d'Hépatites :

Deux types de virus responsables de la survenue d'hépatite sont excrétés dans les selles et sont susceptibles d'être transmis par la voie hydrique. Ce sont le virus de l'hépatite A (HAV) et le virus de l'hépatite E (HEV). (SCHWARTZBROD, 2000).

**Tableau 06:** Différents caractères de virus de l'hépatite A (VHA) et le virus de l'hépatite E (VHE). (BERTAGNOLI et al, 2007 ; OMS, 2017 ; SCHWARTZBROD, 2000 ; DEBORD et BUISSON, 1998).

	<b>Virus de l'hépatite A (VHA)</b>	<b>Virus de l'hépatite E (VHE)</b>
<b>Définition de la maladie</b>	L'hépatite A (HA) est une infection aiguë généralement bénigne qui évolue vers la guérison sans séquelles dans 95 % es cas.	L'hépatite E (HE) est une infection aiguë, habituellement bénigne, qui n'évolue jamais vers la chronicité.

<p><b>Agent pathogène</b></p>	<p>Le VHA est la seule espèce du genre <i>Hepatitis A virus</i> appartient à la famille des Picornaviridae. C'est un virus non enveloppé, son génome est un ARN monocaténaire de polarité positive, nu à capsidic icosaédrique de 27 nm de Diamètre</p>	<p>Le VHE est un virus sphérique, à ARN monocaténaire de polarité positive, non enveloppé, à capsidic icosaédrique d'un diamètre de 27 à 34 nm. Il appartient à la famille des Hepeviridae, genre Hepevirus.</p>
<p><b>Mode de transmission et de contamination</b></p>	<p>- Une transmission féco-orale.</p> <p><b>Directe</b> : interhumaine c'est la plus souvent, (de personne à personne).</p> <p><b>Indirecte</b> : par la consommation de fruits de mer et de coquillages et des végétaux consommés crus et contaminés.</p> <p>- Une transmission oro-anale (sexuelle) du surtout dans les communautés homosexuelles.</p>	<p>- Transmission péril fécal :</p> <p><b>Direct</b> : plus faible, de personne à personne.</p> <p><b>Indirect</b> : la plus souvent dans la propagation du VHE par rapport au VHA. par contamination de l'eau.</p> <p>- Une transmission sanguine : est transitoire et ne dure que quelques jours.</p>
<p><b>Incubation</b></p>	<p>La période d'incubation moyenne est de 30 jours</p>	<p>L'incubation moyenne d'HE est plus longue, voisine de 6 semaines.</p>
<p><b>Les symptômes</b></p>	<p>- Ictère accompagné d'asthénie.</p> <p>- Anorexie et nausées.</p> <p>- Vomissements et fièvre.</p> <p>- provoquer des symptômes débilants et mortels.</p>	
<p><b>Prévention et traitement</b></p>	<p><b>Prévention</b> : A repose sur</p>	<p>Actuellement, aucun vaccin</p>

	<p>les mesures habituelles d'hygiène prises dans le cadre des infections à transmission fécale.</p> <p><b>Traitement :</b> Il n'existe pas de traitement curatif spécifique, une transplantation hépatique en urgence peut être nécessaire en cas de forme fulminante.</p>	<p>commercialisé n'est disponible. Le traitement reste symptomatique.</p> <p>Le VHE est beaucoup moins contagieux que le VHA.</p>
--	--	---

#### I.9.4. Maladies d'origines parasitaires :

La structure des protozoaires est plus complexe que celle des bactéries. Certains groupes de protozoaires sont de redoutables prédateurs pour les bactéries. (BAKIRI, 2007).

En plus des maladies d'origine bactérienne et virale, on a d'autres maladies d'origine Hydrique dues à des parasites comme :

##### I.9.4.1. Amibiase :

C'est une maladie infectieuse parasitaire intestinal désigne un ensemble des trouble due à l'ingestion de kystes d'*Antamoeba histolytica*, se caractériser par une gastroentérite pouvant aller d'une diarrhée légère à une dysenterie sanguine fulminante (BENGARNIA, 2016 ; DIOP, 2006), des infections asymptomatiques ou bénignes, certains cas peuvent être mortels, des douleurs abdominales basses, une température subfébrile et la présence de sang et de mucus dans les selles et un 'abcès du foie est la complication métastatique la plus courante.

Cette maladie transmise par voies oro-fécal : l'ingestion d'eau et des aliments contaminée ou par voies sexuelle avec une période d'incubation de 1 à 14 semaines. (OMS, 2000 ; OMS, 2017).

##### I.9.4.2. Giardiasis :

*Giardia intestinalis* se sont des flagelles habitants les régions intestinales et atriales, le temps d'incubation peut varier entre 1 et 75 jours, avec une valeur médiane de 8 à 15 jours. Elle caractériser par des infections asymptomatiques, crampes, nausées et diarrhée, vomissements, selles malodorantes, distension, fatigue, anorexie, perte de poids. (OMS, 2000).

### I.9.5. Autres maladies :

#### I.9.5.1. Paludisme :

Le paludisme ou malaria c'est la maladie la plus importante, la plus répandue et la plus meurtrière des affections liées à l'eau causée par un parasite Plasmodium, du genre Anophèles et de la sous-famille des *Anophélinés* qui effectue une partie de son cycle dans l'eau (œufs, larves). (PODA, 2007 ; El GAMAL, 1990).

Le parasite est transmis d'un individu infecté à un individu sain par piqûre de moustique, l'anophèle femelle. La maladie débute par une fièvre de 8 à 30 jours, après l'infection ; le malade peut souffrir de maux de tête et de douleurs musculaires, et avoir des vomissements et diarrhées. (DANGBE, 2019).

Aucun vaccin n'est disponible pour lutter contre le paludisme, mais peut être radicalement guéri (sels de quinine) tandis que les moustiques peuvent être éliminés par la lutte contre les gîtes de ponte, des produits comme le DDT... etc. (SOLIDARITÉS INTERNATIONAL, 2017 ; FAUCHON, 1984).

#### I.9.5.2. Schistosomoses :

Les schistosomoses ou bilharzioses c'est la deuxième endémie mondiale après le paludisme et la première endémie dans les pays en voie de développement (OMS, 1992). Cette maladie est due à des plathelminthes trématodes à sexe séparé appartenant à la famille des *Schistosomidae* du genre *Schistosoma* vivant à l'état adulte dans le système circulatoire de l'homme et des animaux (PODA, 2007), elle est caractérisé par des :

- **Lésions primaires** : dues à l'ingestion d'œufs de *Schistosoma* touchent principalement le foie, l'intestin et la vessie.
- **Lésions secondaires** : des voies urinaires supérieures, le cancer de la vessie et la fibrose hépatique sont les plus graves. (DIOP, 2006).

Les mesures essentielles de prévention de la schistosomiase consistent à :

- L'amélioration de l'approvisionnement en eau.
- Réduire les habitats de mollusques, à encourager l'élimination hygiénique des excréta.
- Eliminer les contacts humains avec l'eau contaminée par l'organisme hôte. (OMS, 1992).

---

*Chapitre II :*  
*Matériels et Méthodes*

---

On a choisi ce thème pour compléter l'étude qui à été faite l'année dernière par notre collègue sous le thème « Recherche de quelques bactéries des maladies à transmissions hydriques au niveau de quelques source d'eau de la wilaya de BOUIRA »

Le but de ce travail est de faire un suivi et une comparaison des résultats durant les trois dernières années concentré seulement sur quelques sources de la région de HAIZER.

Malheureusement et vue la situation sanitaire de l'Algérie comme dans de monde d'entier (COVID-19), nous a empêché de réaliser cette étude via le laboratoire d'hygiène de BOUIRA, c'est pour cela et pour éviter de faire une étude théorique, on a exploité les données disponibles fournir par le laboratoire d'hygiène de BOUIRA et qui correspondent à notre thème et notre étude.

Cette pandémie nous a mis dans une situation sans issus, parmi ces impasse le confinement total qui a été imposé par l'état pour éradiquer l'épidémie ; le manque de transport, des difficultés pour ramené des documents au sain de laboratoire d'hygiène, la distance qui avait avec mon binôme et moi nous à malheureusement empêcher de compléter nos recherche ensemble.

Dans ce chapitre, on a essayé d'identifier toutes les analyses bactériologiques faites au niveau de laboratoire ainsi que les différentes méthodes d'analyses et les appareils de mesure.

### II.1. Lieux de prélèvements :

Les prélèvements de l'eau de source sont faits dans la commune de Haizer, Wilaya de Bouira.

Cette commune est située au pied du massif du même nom de la chaîne du Djurdjura. Elle se trouve à 10 km à l'Est du Chef-lieu de la Wilaya de Bouira. Elle compte 17 719 habitants sur une superficie 8400 hectares avec une altitude de 609 m. La densité de population du Daïra de Haizer est donc de 211 habitants par km<sup>2</sup> de l'année 2008.

Haizer et Taghzout sont les deux grandes villes da la Daïra de Haizer. Elle est limitée :

- **Au Nord :** Par les montagnes de Haizer (Parc National et la commune de Taghzout).
- **A l'Est :** Par la commune d'El Asnam et la Foret d'Azrou.
- **A l'Ouest :** Par la Foret de Bouira.
- **Au Sud :** Par la commune de Bouira et la commune d'El Asnam.

Elle constitue par cette position géographique, une zone tampon entre le Chef-lieu de Wilaya et la station touristique hivernale de TIKJDA. La commune est traversée par un axe routier très important qui est la RN 33(Figure 12).



**Figure 12 :** Situation géographique de la commune de Haizer sur l'échelle de la Wilaya de Bouira. (GOOGLE MAPS, 2020).

En générale, la commune de Haizer est structurée par trois zones :

- **Zone agricole :** situé au sud de la commune, en occupant une superficie de 4125 hectares, qui présente des sous secteur agro-pédologique. Elle constitue l'activité principale de la commune.
- **Zone frontière :** représente 54% de la surface totale, elle est formé par les forets sud du Djurdjura et regroupe une superficie de 4824 m<sup>2</sup>.
- **Zone urbanisée :** constituée de la ville de Haizer, de ces agglomérations secondaires et des zones éparses.

Sur le plan hydrologique, Haizer comprend deux principaux secteurs:

- **La zone montagneuse** : elle constitue un puissant réservoir dans la formation calcaire, ou s'écoulent de nombreuses sources abondantes en toutes saisons.
- **La zone de plateaux** : elle consiste un aquifère important grâce à la composition géologique du sous bassement dont les cailloutis permettent un emmagasinement donnent naissance à de nombreuses nappes libres.

## **II.2. Présentation de lieu d'analyse :**

Les analyses bactériologiques ont été réalisées dans le laboratoire d'Hygiène au niveau de la direction de la santé et de la population (DSP), de la Wilaya de Bouira.

Le laboratoire se situe au rez-de-chaussée de l'ex hôpital de Bouira et s'étend sur une superficie de 210 m<sup>2</sup>. L'aménagement du laboratoire est conçu pour permettre d'isoler les activités susceptibles d'entraîner une pollution tant à l'intérieur qu'à l'extérieure.

### **II.2.1. Diagramme générale du laboratoire :**

Plusieurs salles ont été prévues et assemblés dans une même structure d'où l'appellation de laboratoire d'Hygiène de Bouira et parmi les salles importante, on cite :

- La salle bactériologie alimentaire.
- La salle de copro-parasitologie.
- La salle de contrôle microbiologie de l'eau.
- La salle de stérilisation et lavage.

### **II.2.2. Rôle de laboratoire :**

La premier mission du laboratoire est de concourir au diagnostic pour préserver la santé publique de la wilaya par :

- Le contrôle bactériologique d'eaux.
- L'analyse copro-parasitologie.
- Le contrôle bactériologique des aliments.

Notons que les prélèvements de différentes structures proviennent des Services d'épidémiologie et de médecines préventives (SEMEP), les Bureaux d'Hygiène Communales (BHC), Casernes, Gendarmerie, Université....

### II.3. Echantillonnage :

Le laboratoire fait des prélèvements d'eau de différentes sources, parmi lesquelles on a eu les résultats de six sources seulement qui sont exploités pour la réalisation de cette étude dont cinq non captées et une seulement qui est captée. (Tableau 7).

**Tableau 7 :** Sources captées et les sources non captées.

Source captée	Source non captée
Lemroudje	Allal
	Izemourene
	Mimouna
	Tissergui II
	Boumcharef

### II.4. Matériel de prélèvement :

Pour les prélèvements de nos échantillons, le laboratoire utilise les matériels de prélèvements bactériologiques suivant :

- Cotton.
- Allumette.
- Alcool.
- Pince.
- Flacons en verre 1L.
- Glaciers.

### II.5. Méthode de prélèvement :

L'opération d'échantillonnage est une étape très délicate, s'effectuée manuellement dans des conditions d'asepsie rigoureuses. Ces échantillons ont été prélevés dans des flacons en verre propres, bien stériles, de 1L pour chaque échantillon. Pour ce faire, il faut suivre les étapes ci-dessous :

- Laver bien les mains et les biens rincés.

- Nettoyer et Désinfecter les extrémités du robinet avec une boue de coton bien alcoolisé et flambé.
- Désinfecter l'ouverture de flacons avant la remplir.
- Router la protection de bouchon et remplir les flacons.
- Prélever l'échantillon d'eau.
- Replacer le bouchon.
- Etiqueter le prélèvement et inscrire sur un cahier : date de prélèvement, lieux de prélèvement, la quantité et le service demandeur.
- Mettre les flacons dans un système permettant de conserver les échantillons au frais pendant le temps de campagne (glaciers contenant des pains de glaces).



**Figure 13 :** Méthode de prélèvement de l'eau de source de Boumcheref et Bastos.

(AUTEURS, 2020)

#### **II.6. Transport des échantillons :**

Afin d'obtenir des résultats représentatifs, les échantillons doivent être transportés rapidement à une température de 4°C, dans une glacière ou au réfrigérateur, au laboratoire pour les analyser, avec un délai n'excédant pas plus de 8 heures (le même jour de

l'échantillonnage). Si l'échantillon n'est pas analysé dans les 24 heures qui suivent le prélèvement, les résultats risquent d'être faussés.



**Figure 14:** Glacière pour la conservation des prélèvements. (AUTEURS, 2020)

## II.7. Matériels et méthodes d'analyse bactériologiques :

### II.7.1. Matériels, réactifs et appareillages :

Pour la réalisation des analyses, le laboratoire utilise les matériels, réactifs et les appareillages suivants :

**Tableau 8 :** Matériels, réactifs et appareillages utilisées pour l'analyse bactériologique.

Matériels	Réactifs	Appareillages
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boîtes de pétri.</li> <li>• Flacons.</li> <li>• Tubes à essai.</li> <li>• Supports tubes.</li> <li>• Pipettes pasteur</li> <li>• Pipettes : 0.1ml, 1ml et 10 ml.</li> <li>• Thermomètre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Milieux de culture : BCBL, ROTH, EVA, VF).</li> <li>• Le bouillon Schubert.</li> <li>• EPA et GNAB.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un bec benzène.</li> <li>• Bain marie à 80 °C et autre à 100 °C.</li> <li>• Incubateur à 37 °C, à 22°C et à 44 °C.</li> <li>• Réfrigérateurs.</li> <li>• Autoclave pour décontamination.</li> <li>• Etuves de stérilisation.</li> </ul>

### II.7.2. Méthode d'analyse :

Les analyses bactériologiques qui effectuées au niveau du laboratoire d'Hygiène à Bouira, ont pour but de rechercher et le dénombrer les germes existant dans les prélèvements d'eau. Les germes recherchés sont :

- Les Coliformes Totaux, Coliformes Fécaux et l'identification d'Escherichia Coli.
- Les Streptocoques Fécaux.
- Les Clostridiums Sulfito-Réducteurs.
- Les Vibrions Cholériques.

**II.8. Analyses bactériologiques :**

**II.8.1. Recherche et dénombrement des Coliformes Totaux, des Coliformes Fécaux et d'Escherichia Coli:**

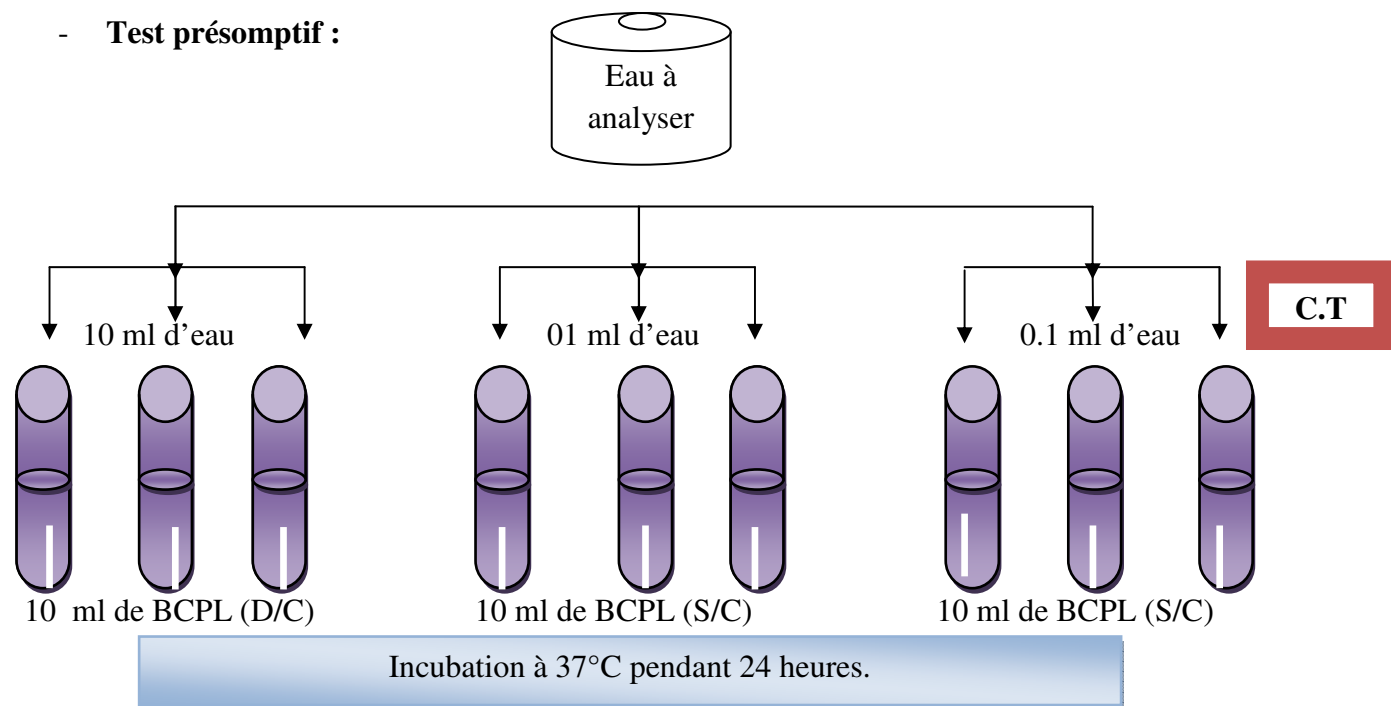
Le principe utilise le dénombrement des Coliformes Totaux, des Coliformes Fécaux et d'Escherichia Coli par la méthode de détermination du Nombre le plus probable (NPP).

**II.8.1.1. Mode opératoire :**

Le dénombrement de C.T basé sur un échantillon d'eau de 100 ml dans des différents tubes à essai.

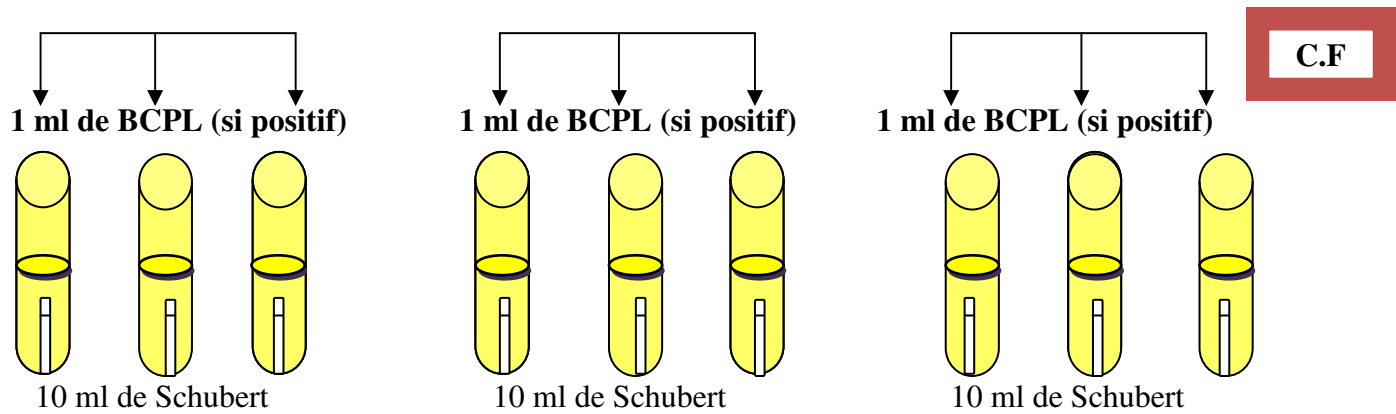
Avec une pipette pasteur on met 10 ml d'eau dans les 03 tubes à (D/C) puis 01 ml d'eau dans les 03 tubes à (S/C) enfin 0,1 ml dans les 03 derniers tubes à (S/C).

**- Test présomptif :**



Si on obtient une couleur trouble et formation de gaz dans la cloche → présence de C.T.

- **Test confirmatif** : On passe au test confirmatif de présence C.F :

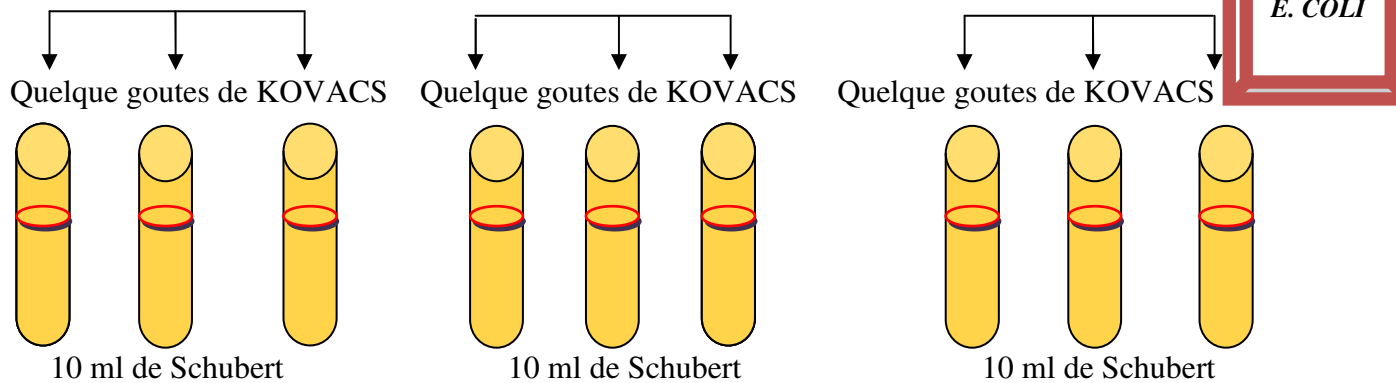


- Et pour la confirmation on prend 01 ml d'échantillon précédent et le mettre dans un milieu Schubert.

Incubation à 44°C pendant 24 heures.

Si on aura un changement de couleur et formation de gaz → présence de C.F.

• Enfin pour découvrir la présence ou l'absence d'E. Coli on ajoute le réactif KOVACS :



Incubation à 44°C pendant 24 heures.

Si on observe un virage de couleur, anneau rouge et dégagement de gaz, donc l'eau est contaminée par les *E. Coli*.

**Figure 15** : Protocole de recherche et de dénombrement des Coliformes Totaux, Coliformes Fécaux et d'*Escherichia Coli*. (LABO D'HYGIENE, 2020).

### II.8.2. Recherche et dénombrement des *Streptocoques Fécaux* :

Le même principe est utilisé, c'est le dénombrement des Coliformes Totaux, des Coliformes Fécaux et d'*E. Coli* (méthode NPP), sauf le milieu de culture utilisé, qui est le milieu de ROTHE.

#### II.8.2.1. Mode opératoire :

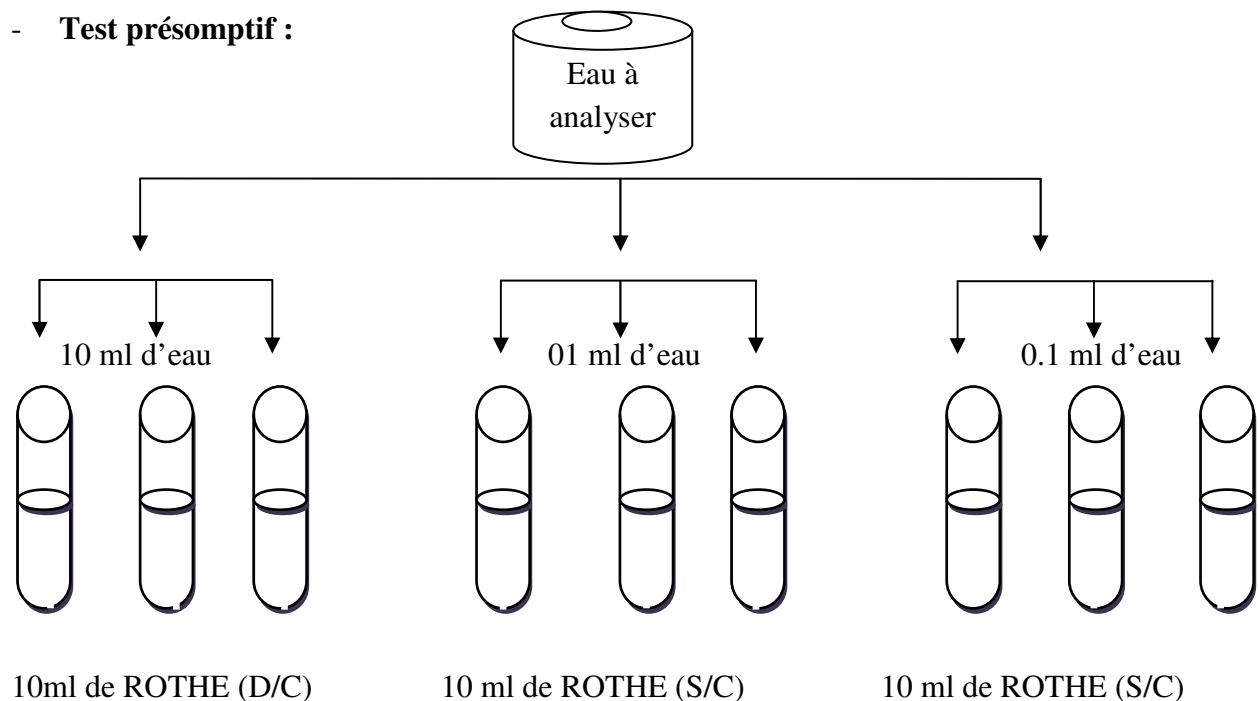
Généralement, il y'a deux tests :

- 1<sup>er</sup> test présomptif (ROTHE) et 2<sup>ème</sup> test confirmatif (EVA).

Le même principe de la méthode de dénombrement des Coliformes et d'*Escherichia Coli*, on prend 09 tubes à essaie avec 10 ml de ROTHE pour chaque tube, 03 à (D/C) et 06 (S/C).

Avec une pipette on prend respectivement 10 ml pour les 03 tubes à D/C, 01 ml pour 03 tubes à S/C et 0,1 pour les derniers tubes à S/C.

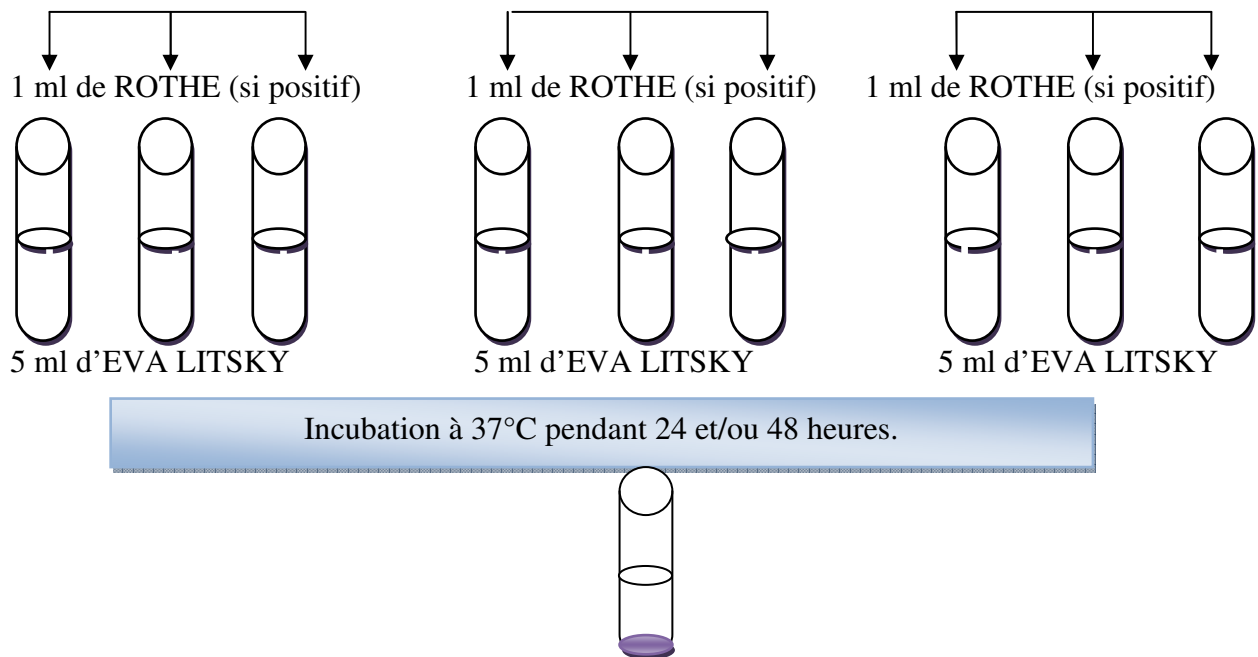
- **Test présomptif :**



Incubation à 37°C pendant 24 et/ou 48 heures.

Si on aura un troublement des tubes on passe au test confirmatif.

- **Test confirmatif** : On prend 01 ml de ROTHE positif dans 05 ml d'EVA LITSKY :



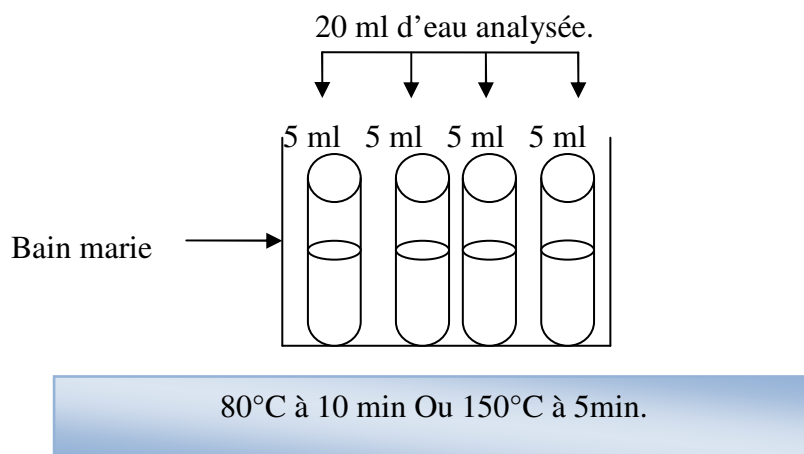
Si on observe de la pastille violette au fond du tube et trouble donc l'eau est contient les S. Fécaux.

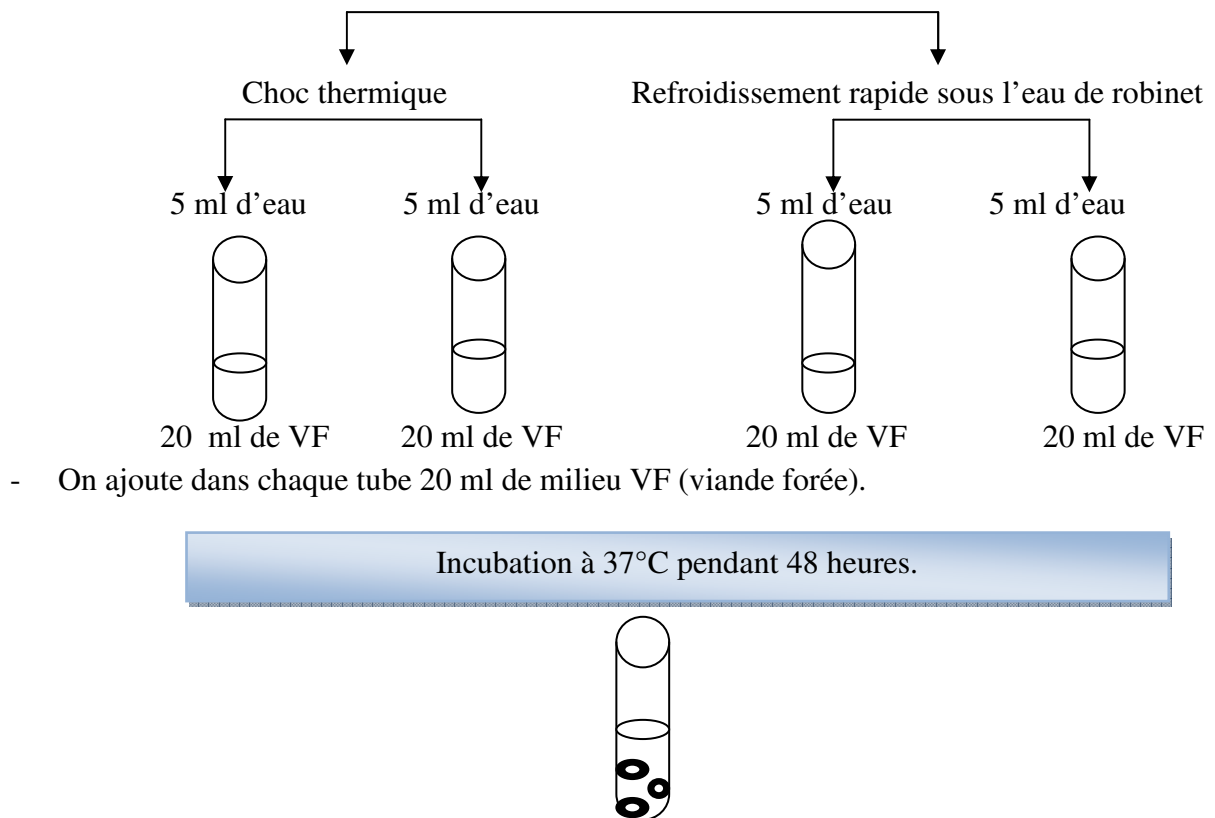
**Figure 16** : Protocole de recherche et de dénombrement des *Streptocoques Fécaux*. (LABO D'HYGIENE, 2020).

### II.8.3. Recherche et dénombrement des *Clostridium*s Sulfite-Réducteurs :

#### II.8.3.1. Mode opératoire :

On place 20 ml d'eau analysée dans 04 tubes de même quantité (05 ml) et le déposer dans un bain marie pendant 10 min à 80°C ou bien 05 min à 100°C, c'est ce qu'on appelle un choc thermique après, on le refroidit





Si on observe un coloré noire en surface de tube, donc l'eau est contient le *Clostridium sulfito-réducteur*.

**Figure 17 :** Protocole de recherche et de dénombrement des Clostridiiums sulfito-réducteurs. (LABO D'HYGIENE, 2020).

#### II.8.4. Recherche et dénombrement des *vibrions cholériques* :

La recherche des *vibrions cholériques* se fait sur le milieu d'eau peptonée alcaline (EPA) et le repiquage sur le milieu GNAB (gélose nutritive alcaline biliée).

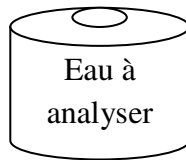
##### II.8.4.1. Mode opératoire :

Les analyses des vibrions colériques à deux étapes, un enrichissement et un isolement.

- Dans le premier jour (enrichissement) :

Dans un milieu peptonée alcaline dont la concentration est de (10x) pH élevé on prend 50 ml de milieu avec 450 ml d'eau (EPA1).

**Nb :** Le vibrion préfère les eaux saumâtres, salé de pH élevé.



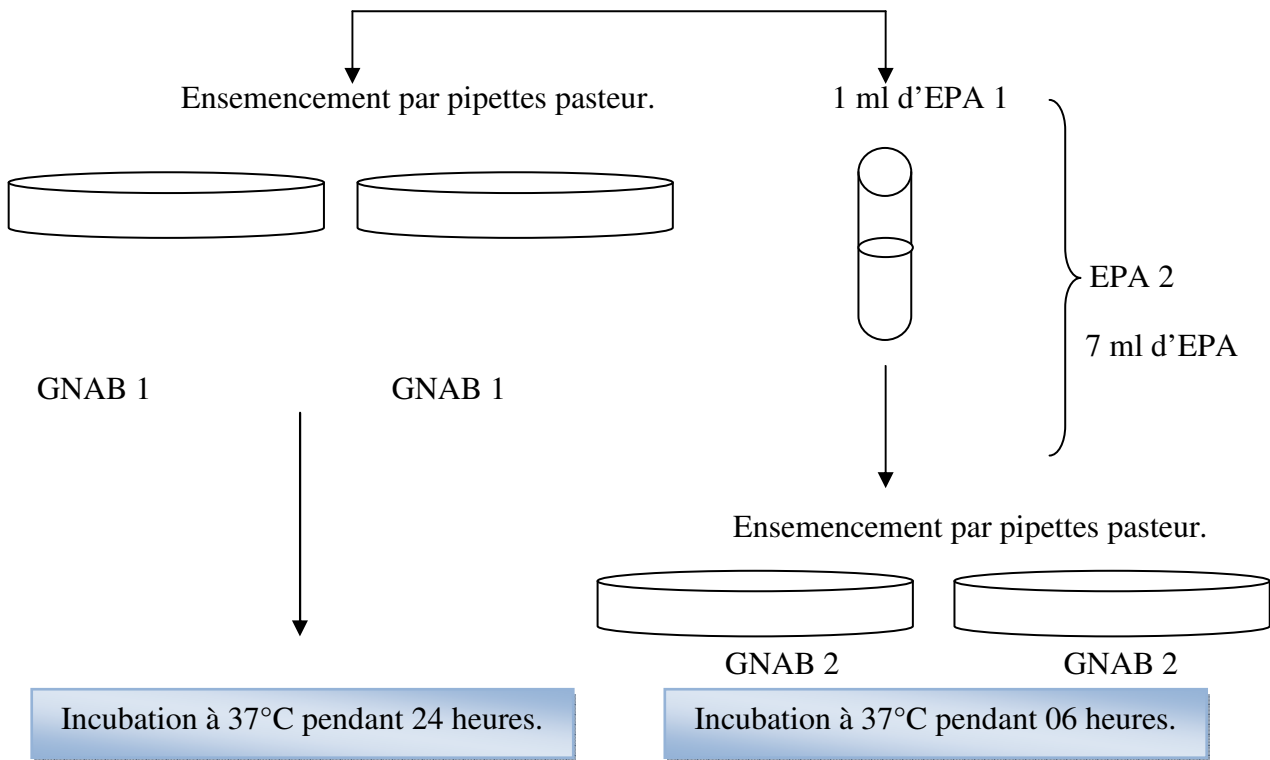
50 ml d'EPA (10xC) + 450 ml d'eau

Incubation à 37°C pendant 24 heures.

Le premier isolement se fait sur les boites de pétrie par ensemencement avec une pipette pasteur (GNAB 1) et (GNAB 1).

- Dans le deuxième jour (isolement) :

On prend 1 ml d'EPA 1 pour faire un deuxième enrichissement afin d'augmenter la chance d'avoir des vibrions dans l'échantillon analysé.



Si on aura des colonies transparentes avec un aspect bluté on peut dire que l'échantillon contient des *vibrions cholériques*.

**Figure 18** : Protocole de recherche et de dénombrement des *vibrions cholériques*. (LABO D'HYGIENE, 2020).

---

*Chapitre III :*  
*Résultats et Discussion*

---

Notre étude est basée sur les analyses bactériologiques des eaux des sources de la commune de HAIZER, afin de comprendre les différentes techniques d'échantillonnages, nous avons effectué une sortie sur le terrain où on a fait un prélèvement de trois sources (BOUMCHERAF, BASTOS, IZEMOURENE), dont le but de démontrer la qualité d'eau de chaque une.

En générale les personnels du bureau d'hygiène de HAIZER, lorsqu'ils vont faire une étude bactériologique des eaux des sources, ils se dirigent vers les sources non captées (non protégées) parce qu'elles sont plus accessibles aux animaux donc sont faciles à contaminer, par contre les sources captées, sont soumises à des constructions et des aménagements réguliers confirmant sa non contamination et sa protection.

Habituellement l'eau est contaminée, par certains types de germes (Coliformes Totaux, Coliformes Fécaux, Escherichia Coli, Streptocoques Fécaux, Salmonelles et Vibrios Cholériques), ces germes sont les plus connus et les plus observés lors des analyses au niveau des laboratoires, leur présence indique une contamination fécale d'origine anthropique ou naturelle.

Notre travail est consacré à l'étude d'analyse de qualité bactériologique et les causes de sa dégradation des eaux de consommation des six sources de la commune de HAIZER pendant trois ans successives, les résultats des analyses des échantillons d'eau prélevés sont présentés sous forme de tableaux.

### **III.1. Coliformes Totaux (C.T) :**

Les Coliformes Totaux sont utilisés comme des indicateurs de pollution microbienne d'origine fécale.

D'après les résultats disponibles, représentés dans le tableau 09, on constate que les Coliformes Totaux sont absents pendant toute l'année 2018, contrairement aux années 2019 et 2020, où les résultats d'analyse de certaines sources ont été positifs. Telles que les sources de MIMOUNA, d'ALLAL et de BOUMCHERAF, où les résultats atteignent respectivement des valeurs de 1400 germes /100 ml, 210 germes/100 ml, 11germes/100 ml en 2019; et des valeurs de 20 germes/100 ml et 09 germes/100 ml en 2020 successivement pour les sources ALLAL et LEMROUDJ.

Ces résultats qui dépassent fortement les normes requises dans le journal officiel (<10/100 ml), indiquent une contamination de l'eau qui est déconseillée pour la consommation, et classée par la suite dans la catégorie de mauvaise qualité bactériologique.

On signale, que les résultats de la source ALLAL, sont positifs pendant les années d'échantillonnage, donc on peut dire que la contamination n'est pas momentanée.

**Tableau 09** : Résultats d'analyse des Coliformes Totaux de six sources d'eau de la commune de Haizer, pendant les années (2018,2019, 2020).

	2018	2019	2020	Norme
<b>Source Izemourene</b>	Pas des données	Abs	Abs	<10/100 ml
<b>Source Mimouna</b>	Abs	1400/100 ml	Abs	
<b>Source Tissergui II</b>	Abs	Abs	Abs	
<b>Source Allal</b>	Pas des données	210/100 ml	20/100 ml	
<b>Source Lemroudje</b>	Pas des données	Abs	09/100 ml	
<b>Source Boumcheref</b>	Pas des données	11/100 ml	Abs	

### III.2. Coliformes Thermo-Tolérants (CTT) :

Les Coliformes Fécaux sont aussi des germes indicateurs signalent une contamination fécale. Selon le décret de la qualité d'eau potable, qui a été établi selon les normes Algérienne déclare l'absence totale de Coliforme Fécaux (C.F) pour classer une eau dans la catégorie « Bonne qualité bactériologique ».

D'après les résultats du tableau 10, on dénote pendant les années 2018 et 2020 que toutes les sources marquent une absence des Coliforme Fécaux, ceci montre que l'eau de ces sources n'est pas contaminée pendant ces années ; mais en 2019, les trois sources de MIMOUNA, d'ALLAL et de BOUMCHERAF ont enregistré des résultats positifs vis-à-vis la

présence de Coliformes Fécaux marquant des valeurs de l'ordre de 1400/100 ml, 210/100 ml, 04/100 ml respectivement ; on remarque que ces valeurs de résultats s'approchent au valeurs dénombrées pour les Coliformes Totaux.

**Tableau 10** : Résultats d'analyse des Coliformes Thermo-Tolérants de six sources d'eau de la commue de Haizer, pendant les années (2018,2019, 2020).

	2018	2019	2020	Norme
<b>Source Izemourene</b>	Pas des données	Abs	Abs	Abs
<b>Source Mimouna</b>	Abs	1400/100 ml	Abs	
<b>0Source Tissergui II</b>	Abs	Abs	Abs	
<b>Source Allal</b>	Pas des données	210/100 ml	Abs	
<b>Source Lemroudje</b>	Pas des données	Abs	Abs	
<b>Source Boumcheref</b>	Pas des données	04/100 ml	Abs	

### III.3. *Escherichia Coli (E. Coli)* :

*Escherichia Coli* est l'une des bactéries les plus dangereuses, leur présence est l'un des paramètres les plus importants dans l'analyse bactériologique de l'eau, leur présence dans l'eau est un signe d'une pollution fécale d'origine animale ou humaine, et donc l'eau classée dans la catégorie « Mauvaise qualité bactériologique ».

La réglementation de notre pays exclue impérativement la présence d'*Escherichia Coli* dans 100 ml (Tableau 11).

D'après les résultats de tableau 11, on constate une absence totale d'*Escherichia Coli* pendant les années 2018 et 2020, ce qui confirme les normes de potabilité Algériennes, mais en 2019 l'apparition d'*Escherichia Coli* est enregistrée dans les sources de MIMOUNA, d'ALLAL et de BOUMCHERAF ; ce sont les mêmes sources qui signalent la présence des

Coliformes Totaux et des Coliformes Fécaux en dénombrant exactement les mêmes valeurs estimées pour les Coliforme Fécaux (1400 germes/100ml pour MIMOUNA, 210/100ml pour ALLAL et 04 germes/100ml pour BOUMECHERAF).

**Tableau 11** : Résultats d'analyse d'*Escherichia Coli* de six sources d'eau de la commue de Haizer, pendant les années (2018,2019, 2020).

	2018	2019	2020	Norme
<b>Source Izemourene</b>	Pas des données	Abs	Abs	Abs
<b>Source Mimouna</b>	Abs	1400/100 ml	Abs	
<b>Source Tissergui II</b>	Abs	Abs	Abs	
<b>Source Allal</b>	Pas des données	210/100 ml	Abs	
<b>Source Lemroudje</b>	Pas des données	Abs	Abs	
<b>Source Boumcheref</b>	Pas des données	04/100 ml	Abs	

#### III.4. Streptocoques Fécaux (S.F):

Les Streptocoques sont des germes considérés comme des bons indicateurs de pollution fécale des eaux, car ils sont plus résistants aux désinfections que les autres. (LASSOUAOUI et KITOUS, 2017).

Le dénombrement des Streptocoques Fécaux et les normes réglementaires Algériennes de ces derniers, sont exprimés comme ceux des Coliformes Fécaux et d'*Escherichia Coli* en nombre de germes par 100ml d'eau fixées par l'absence totale de ces germes dans l'échantillon analysé.

Selon les résultats disponibles pour les six sources étudiées, on constate la pureté d'eau en 2018, ce qui est confirmée par l'absence des Streptocoques Fécaux dans les échantillons d'eau analysée, mais par contre d'après ces mêmes résultats, on remarqué la

présence des Streptocoques Fécaux en 2019 et 2020 dans quatre sources, qui sont IZEMOURENE, MIMOUNA, ALLAL et BOUMCHERAF.

Pour les sources de MIMOUNA, d'ALLAL et de BOUMCHERAF ; Les Streptocoques est évalué respectivement à 28 germes/100ml, 15 et 75 germes/100 ml pendant l'année 2019.

En 2020, deux sources seulement, ont enregistré des résultats des Streptocoques Fécaux positifs avec des valeurs de 04 germes/100ml et de 100 germes/100ml, respectivement pour les sources IZEMOURENE et ALLAL. Alors que la qualité d'eau des sources MIMOUNA et BOUMCHERAF s'est améliorée en année 2020 enregistrant une absence totale ; signalant que ces mêmes sources ont dénombré l'année précédente (2019) ; 28/100ml et 75/100ml respectivement. Ce qui pourrait être du à l'efficacité de traitement et de suivi du bureau d'hygiène au niveau de la commune.

**Tableau 12** : Résultats d'analyse des Streptocoques Fécaux de six sources d'eau de la commue de Haizer, pendant les années (2018,2019, 2020).

	2018	2019	2020	Norme
<b>Source Izemourene</b>	Pas des données	Abs	04/100 ml	Abs
<b>Source Mimouna</b>	Abs	28/100 ml	Abs	
<b>Source Tissergui II</b>	Abs	Abs	Abs	
<b>Source Allal</b>	Pas des données	15/100 ml	100/100 ml	
<b>Source Lemroudje</b>	Pas des données	Abs	Abs	
<b>Source Boumcheref</b>	Pas des données	75/100 ml	Abs	

### III.5. Germes Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR) :

Les Clostridium Sulfito-Réducteurs sont des germes considérés comme des témoins d'une pollution fécale ancienne.

L'analyse bactériologique des échantillons étudiés, révèlent l'absence des Germes Anaérobies Sulfito-Réducteurs en 2018 et en 2020. Cependant, les prélèvements des sources IZEMOUREN et ALLAL, enregistrent une présence en 2019 atteignant une valeur de 1ufc dans 20 ml d'eau, qui ne dépasse pas les normes de la potabilité d'eau selon la réglementation Algériennes.

**Tableau 13** : Résultats d'analyse des Germes Anaérobies Sulfito-Réducteurs de six sources d'eau de la commune de Haizer, pendant les années (2018,2019, 2020).

	2018	2019	2020	Norme
<b>Source Izemourene</b>	Pas des données	01ufc/20 ml	Abs	5ufc/20ml
<b>Source Mimouna</b>	Abs	Abs	Abs	
<b>Source Tissergui II</b>	Abs	Abs	Abs	
<b>Source Allal</b>	Pas des données	01ufc/20 ml	Abs	
<b>Source Lemroudje</b>	Pas des données	Abs	Abs	
<b>Source Boumcheref</b>	Pas des données	Abs	Abs	

### III.6. *Salmonelles* et les *Vibrions Cholériques* :

Les *Salmonelles* et les *Vibrions Cholériques*, sont des bactéries pathogènes responsables des maladies transmises hydriques, comme la fièvre typhoïde et le choléra. La présence de ces deux bactéries dans l'eau, déclarent une pollution fécale d'origine humaine.

Les tableaux 14 et 15, représentent les résultats disponibles des analyses des germes des *salmonelles* et des *vibrions cholériques* pendant les trois dernières années (2018/2019/2020). D’après ces résultats, on révèle l’absence totale de ces germes qui sont très dangereux pour la santé humaine. Ces analyses n’étaient pas obligatoires mais après l’apparition de choléra en Algérie en 2018/2019, sont devenus obligatoires pour chaque échantillon analysé.

**Tableau 14 :** Résultats d’analyse des *Salmonelles* de six sources d’eau de la commue de Haizer, pendant les années (2018,2019, 2020).

	2018	2019	2020	Norme
<b>Source Izemourene</b>	Pas des données	/	/	Abs
<b>Source Mimouna</b>	/	/	/	
<b>Source Tissergui II</b>	/	/	/	
<b>Source Allal</b>	Pas des données	/	/	
<b>Source Lemroudje</b>	Pas des données	/	/	
<b>Source Boumcheref</b>	Pas des données	/	/	

**Tableau 15 :** Résultats d’analyse des *Vibrions Cholériques* de six sources d’eau de la commue de Haizer, pendant les années (2018,2019, 2020).

	2018	2019	2020	Norme
<b>Source Izemourene</b>	Pas des données	Abs	Abs	
<b>Source Mimouna</b>	/	Abs	Abs	

<b>Source Tissergui II</b>	/	Abs	Abs	Abs
<b>Source Allal</b>	Pas des données	Abs	Abs	
<b>Source Lemroudje</b>	Pas des données	Abs	/	
<b>Source Boumcheref</b>	Pas des données	Abs	Abs	

**D'après les résultats obtenus dans les tableaux 09-10-11- 12-13-14- 15, on peut dire que :**

**Pour la Source d'IZEMOURENE, on note** la présence des Streptocoques Fécaux dans l'échantillon analysé en 2020, ce qui signifie que l'eau de cette source est de mauvaises qualités, donc elle est impropre à la consommation.

Cette contamination est due aux projets d'aménagement où il y'avait des travaux au sein de la source pour améliorer ses canalisations, aussi ils ont fait un petit bassin juste à coté de la source afin de diminuer la contamination causée par les êtres humains ou par les animaux.



**Figure 19 : Source d'IZEMOURENE. (AUTEURS, 2020)**

Concernant l'eau de la Source de MIMOUNA, marque une mauvaise qualité bactériologique en 2019, vue la présence de différents germes indicateurs de pollution hydrique tels que les Coliformes Totaux, les Coliformes Fécaux, *Escherichia Coli* et les Streptocoques Fécaux.

Cette contamination résultante de l'accessibilité de la source aux animaux, confirmés sur le terrain par les traces de passage des animaux qui laissent leurs excréments, ce qui représente un milieu de culture favorable pour le développement des micro-organismes. Cette cause est considérée parmi les principales causes de contamination des eaux de source.

La présence d'algues à proximité de la source, représente un sérieux danger pour la qualité d'eaux et par conséquent une menace permanente pour la santé publique.



**Figure 20 :** Source de MIMOUNA. (AUTEURS, 2020)

Alors que la Source de TISSERGUI II et d'après les résultats obtenus (2018, 2019, 2020), on a trouvé une absence totale de Coliforme Totaux, de Coliforme Fécaux, d'*Escherichia Coli*, de Streptocoque Fécaux, de Spore Anaérobie Sulfite-Réducteur, de *Vibron Cholérique* et de *Salmonelle* pendant les trois années d'étude, ce qui prouve la propreté et la qualité satisfaisante d'eau de cette source.

Cette source est une source non captée, mais elle est bien aménagée par les européens, sa construction empêche la pénétration de toute sorte de contaminant (eaux usées, les matières fécale, les matières organiques), cette dernière se trouve loin des habitants de la région ; aussi elle n'est pas accessible aux animaux, ce qui explique la pureté d'eau de la source.



**Figure 21** : Source de TISSERGUI II. (AUTEURS, 2020)

**La Source ALLAL est marquée par une** Absence des Coliformes Totaux, des Coliformes Fécaux, *d'Escherichia Coli*, des Streptocoques Fécaux, des Spores Anaérobies Sulfito-Réducteurs, des *Vibrions Cholériques* et des *Salmonelles* en 2018, mais une présence en 2019 et 2020 avec des valeurs estimées à 210/100 ml et 20/100ml, Cette présence indique une contamination fécale, ce qui classe l'eau de cette source comme une eau de mauvaise qualité bactériologique donc inconsommable et déconseiller pour la santé humaine.

D'après les information données par le personnels de laboratoire et la seule sortie faite sur le terrain que, cette contamination est due à la présence des réseaux d'assainissement du village TIKBOUCHT, ce qui explique que cette source est souvent contaminé par les eaux usées dégagées dans la nature, rajoutant aussi que cette source est située près de la rivière de BELHAM, le ruissèlement des eaux de ce dernier ; apporte des déchets et des matières organiques des rejets finals des usines, qui peuvent entrainer des différentes contaminations à la source.



**Figure 22 :** Source d'ALLAL. (AUTEURS, 2020)

**Concernant la Source de LEMROUDJ**, possède une qualité bactériologique satisfaisante, car les résultats obtenus désignent l'absence totale de Coliformes Fécaux, d'*Escherichia Coli*, de Streptocoque Fécaux, de Spore Anaérobie Sulfito-Réducteur, de *Vibrion Cholérique* et de *Salmonelle*, sauf pour les Coliformes Totaux qui marquent une valeur de 9/100ml en 2019, mais qui reste dans les normes, donc d'après les réglementations algériennes, cette eau reste propre à la consommable.

Cette source s'alimente à partir de la source AGHBALOU qu'ils ont rééquipé après des études et des recherches par les personnels de Bureau d'Ingénieure et des études techniques de la commune de HAIZER, ils ont amélioré les canaux des conduites auxquels se connectent la source mère et la source LEMROUDJ (afin d'éliminer les fuites d'eau et des trous sur les conduites), grâce à cette aménagement la source LEMROUDJ possède une bonne qualité d'eau dans laquelle ne possède aucun menace pour la santé publique.



**Figure 23:** Source de LEMROURDJ. (AUTEURS, 2020)

Pour la Source de BOUMCHEREF, signale la présence des Coliformes Totaux, Coliformes Fécaux, *Escherichia Coli* et les Streptocoques Fécaux en 2019, avec des valeurs précédemment décrites, on peut dire que cette source en 2019 à été contaminé.

Cette contamination est due à la localisation de la source, qui situe à proximité des jardins des agriculteurs qui utilisent l'eau de cette derrière pour l'irrigation, ainsi que la présence de quelques animaux qui passent souvent à proximité en laissant leurs excréments.



**Figure 24 :** Source de BOUMCHEREF. (AUTEURS, 2020)

---

# *Conclusion Générale*

---

### Conclusion Générale

Dans notre étude, l'analyse de la qualité microbiologique des eaux de la commune de HAIZER a révélé une grande variation des caractéristiques bactériologiques des eaux durant trois ans.

Notre intervention dans ce travail était d'analyser des résultats obtenus par des études précédemment faites sur des sources captées et non captées et de chercher les éléments marqueurs de pollution, pour assurer une bonne qualité de l'eau pour les consommateurs.

Les résultats des analyses bactériologique des eaux de quelques sources, révèlent la présence des Coliformes Totaux et Fécaux, *Escherichia Coli*, *Streptocoques Fécaux* et *Spores Anaérobies Sulfite-Réducteurs*, indiquant une contamination fécale.

D'après les résultats d'analyses, l'eau de la source de village LEMEROUDJ, TISSERGUI II est de bonne qualité bactériologique grâce à son aménagement et son éloignement des habitats, tandis que celle d'IZEMOURENE, de MIMOUNA, d'ALLAL, et de BOUMCHERAF ; présentent certains germes indicateurs de pollution ce qui classe l'eau de ces sources dans la mauvaise qualité bactériologique, donc déconseiller pour la consommation humaine. Cette dégradation qualitative de l'eau due en plus de l'absence des travaux d'aménagements au passage des réseaux d'assainissement et au passage des animaux sauvages ou domestiqués.

Rend l'eau pollué provoque ainsi des maladies due essentiellement au pathogène contenu dans l'eau qui pénètre dans l'organisme lors du breuvage, et pour toute ces raisons le suivi reste le moyen le plus assurant pour préserver la qualité d'eau des sources et ça par des analyses bactériologiques afin d'assurer une consommation d'une eau saine de préserver ainsi la santé du consommateur.

Cette étude comparative peut être considéré comme un initiative pour la construction d'une base de données, qui pourrait être utilisé pour juger la qualité bactériologique des eaux des sources de la région de HAIZER, pour cela, il faut faire une surveillance et un control continu pour avoir un bilan exhaustif sur la variation de la qualité de ces eaux ; afin d'intervenir immédiatement en cas d'une pollution momentanée de n'importe quelle origine.

---

*Références*  
*Bibliographiques*

---

A

**ABIBSI, Nadjet.** 2011. Réutilisation des eaux usées épurées par filtres plantes (phytoépuration) pour l'irrigation des espaces verts application à un quartier de la ville de Biskra. Mémoire de Magister. Université Biskra. p113

**AGENCE DE LA SANTE ET DES SERVICES SOCIAUX DE CHAUDIERE-APPALACHES.** 2011. Quoi faire si la quantité de coliformes totaux ou de bactéries atypiques dans l'eau de votre puits dépasse la norme? Québec.

**AISSAOUI, Azzeddine.** 2013. Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage hammam Grouz de la région de Oued Athmania (wilaya de Mila) par les activités agricoles. Mémoire de Magister. Université Mouloud Mammeri. p71

**AKUE SYLVETTE, Awoh.** 2006. Influence d'un plan d'eau de surface sur la vulnérabilité de l'eau pompée d'un puits en milieu rural. Université du Québec à Chicoutimi. p217

**AMIOUR, Souâd.** 2015. Qualité des eaux et des sédiments de la plaine alluviale d'oued Nil (Wilaya de Jijel, NE Algérien). Mémoire Magistère. Université Oum El-Bouaghi. p88

**AMIRAT, Asma et NECIRI, Salih.** 2017. Eude de la qualité bactériologique de l'eau de citerne vendue dans la ville d'Ouargla. Master Académique. Université d'Ouargla. p35

**AOUISSI, Amina.** 2010. Microbiologie et physico-chimie de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord-est de l'Algérie). Mémoire de Magister. Université de Guelma. p129

**AYAD, Wissem et KAHOUL, Mohamed.** 2016. Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de puits dans la région d'El-Harrouch (N.E -Algérie) [Assessment of physico-chemical and bacteriological quality of Well water in the region of El-Harrouch (N.E- Algeria)]. Université Badji Mokhar, Annaba. J. Mater. Environ. Sci, vol. 7, p. 1288-1297.

**AYAD, Wissem.** 2017. Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'el-Harrouch (wilaya de Skikda). Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba. p110

B

**BAKIR, Zahir.** 2007. Traitement des eaux usées par des procédés biologiques classiques : expérimentation et modélisation. Mémoire de Magister. Université Ferhat Abbas-Sétif. p100

**BAUMONT, S., CAMARD, J. P. et al.** 2004. Réutilisation des eaux usées épurées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. ORS Ile-de-France. p 220

- BAZINE, Nadjla et BOURENANE, Amel.** 2011. Evaluation de la qualité bactériologique des eaux de l'Oued Messida (Parc National d'El Kala, W. d'El Taref). Mémoire de master. Université Guelama. p98
- BAZIZ, Nafissa.** 2008. Étude sur la qualité de l'eau potable et risques potentiels sur la santé: cas de la ville de BATNA. Mémoire de Magister. Université de Batna Hadj Lakhder. p139
- BELGHITI, M. L., CHAHLAOUI, A., et al.** 2013. Etude de la qualité physico- chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quadernaire dans la région de Meknès (Maroc). Larhyss Journal, P-ISSN 1112-3680/E-ISSN, no 14, p2521-9782
- BELHADJ, Mohamed Zine.** 2017. Qualité des eaux de surface et leur impact sur l'environnement dans la Wilaya de Skikda. Thèse de doctorat. Université Mohamed Khider-Biskra. p148
- BEN AAKAME, Rachid.** 2015. Caractérisation hydro-chimique, toxicologique et évaluation des risques sanitaires des eaux souterraines de la région de Sidi-Kacem (Maroc). Thèse de Doctorat. Université Mohammed V- Rabat. p215
- BENGARNIA, Benmerine.** 2016. Contribution à l'étude et l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de consommation de la région d'oued Es-Saoura cas de Béni-Abbés, Ougarta et Zeghamra. Thèse de Doctorat en biologie. Université d'Oran. p114
- BENKADDOUR, Batoul.** 2018. Contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'Oued Chélif (Algérie). Thèse de Doctorat. Université de Perpignan. p193
- BERCHE, P.** 1998. La réémergence du choléra. Médecine thérapeutique, vol. 4, p 213-222
- BERNARD, Daniel.** 1979. Contribution à l'étude hydrogéochimique de la nappe de la craie dans le nord de la France : Etat et acquisition du chimisme de l'eau. Thèse de Doctorat. Université des Lille. p170
- BERRAHAL, Yagoubia.** 2019. Evaluation de la matière organique dans les eaux de surface des barrages de l'ouest d'Algérie et évolution des trihalomethanes et le plomb dans le réseau d'eau Potable. 2019. Thèse de doctorat. Université Djillali Liabes. p173
- BERTAGNOLI, S., CARRE, J., et al.** 2007. Bilan des connaissances relatives aux virus transmissibles à l'homme par voie orale. Agence française de sécurité sanitaire des aliments (afssa).

- BERTRAND, Michel.** 2001. L'EAU. Conseil régional de l'environnement du Centre-du-Québec, Le Portrait de l'environnement du Centre-du-Québec, Drummondville. p170.
- BICHOT, F et GENNAT, A.** 2013. Les eaux souterraines en Poitou-Charentes. BRGM, Direction régionale Poitou-Charentes. p72
- BOTTA, Alain et BELLON, Laurence.** 2001. Pollution de l'eau et santé humaine. Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. Université Euro-Méditerranée Tehys. p56
- BOUBOU, Naima.** 2015. Eau, environnement et énergies renouvelables : vers une gestion intégrée de l'eau en Algérie. Thèse de Doctorat. Université de Tlemcen. p367
- BOUCENNA, Fatih.** 2009. Cartographie par les différentes méthodes de vulnérabilité a la pollution d'une nappe côtière cas de la plaine alluviale de l'oued Djendjen (Jijel, Nord-est Algérien). Mémoire de Magister. Université Annaba. p115
- BOUCHEMAL, Mérrouane et HAMMOUDI, Charafeddine.** 2016. Analyse de la Qualité des eaux de la station de traitement de Hammam Debeigh. Mémoire master. Université Larbi Ben M'hidi– Oum El Bouagh. p84
- BOURRIER, R., SATIN, M. et al.** 2010. Guide technique de l'assainissement : Collecte - Épuration - Conception - Exploitation. 5<sup>ème</sup> éd. le Moniteur.

### C

- CHAPAND, Margaud.** 2015. La fièvre typhoïde, le point en 2015. Docteur d'état. Université Claude Bernard - Lyon 1. p110
- CHEMOUILLI, Philippe.** 2004. Le choléra et la naissance de la santé publique dans le Japon de Meiji : Modernité, choléra et pensée hygiénique. Médecine/sciences, vol. 20, no 1, p 109-14
- COUILLARD, D., LAFRANCE, P., et al.** 1992. Évaluation de la qualité organoleptique de l'eau potable dans le réseau de distribution de East-Broughton (Beauce) et suggestion d'un procédé de traitement. Université du Québec (INRS-Eau). Rapport scientifique no. 367. p163

### D

- DAHIEL ZANAT, Amina-T.** 2009. Analyse de la qualité bactériologique des eaux du littoral Nord-est algérien à travers un bioindicateur la moule *Perna perna*. Mémoire de Magister. Université Annaba. p60

**DANGBE, Ezekiel.** 2019. Impact des variations environnementales sur la transmission des maladies infectieuses: cas du choléra et du paludisme. Thèse de Doctorat. Université de Ngaoundéré, Cameroun. p124

**DE VILLERS, J., et SQUILBIN, M., et al.** 2005. Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général. Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement, Observatoire des Données de l'Environnement. Fiche, vol. 2, p. 158-162.

**DEBABZA-MECHAI, Manel.** 2005. Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville de Annaba: Evaluation de la résistance aux antibiotiques des microorganismes pathogènes. Mémoire de Magister. Université de Annaba-Badji Mokhtar. p127

**DEBIECHE, Taha Hocine.** 2002. Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle: application à la basse plaine de la Seybouse Nord-Est algérien. Thèse de Doctorat. Université de Franche-Comté. p199

**DEBORD, T. et BUISSON, Y.** 1998. Les hépatites virales d'origine entérique. Manuscrit n PF16. Journée en hommage au Professeur A. DODIN, vol. 21

**DIDOUCHE, Yasmina-Fadhila.** 2012. Valorisation d'un déchet industriel impact écologique/économique. Thèse de Doctorat. Université M'hamed Bougara, Boumerdes. p110

**DIOP, chérif ibrahima khalil.** 2006. Etude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar. Mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales. Université cheikh Anta Diop de Dakar.

**DIRECTION GÉNÉRALE DE LA SANTÉ.** 2005. La qualité de l'eau potable en France: aspects sanitaires et réglementaires. Dossier d'information [en ligne]. Paris, Direction générale de la Santé, vol. 7

**DJAD, Mohamed El Amine.** 2015. Qualité bactériologique des eaux littorales et méthodes d'analyses : cas du littoral Ouest Algérien. Thèse de Doctorat. Université Sidi Bel Abbès. p105

**DRAME, Amadou Mamadou.** 2010. la prévalence de la fièvre typhoïde a Bamako en 2007. Docteur d'état. Université de Bamako. p58

### E

**El AFRI, Ali.** 2009. Contribution à l'étude de la pollution des eaux du bassin de la seybouse : cas des rejets industriels de l'unité du marbre et des carrelages. (Suivi de la qualité physicochimique et bactériologique). Mémoire de Magister. Université de Guelma. p101

**El GAMAL, Amin.** 1990. l'eau et la santé : les caractéristiques, les sources et la maîtrise de la pollution de l'eau. Former Senior, Under Secretary Ministère de la Santé.

### F

**FAUCHON, Jean.** 1984. L'expansion des maladies parasitaire plaie des grands aménagements hydrauliques. Aménagement et Nature.

**FESTY, B., HARTEMANN, P., et al.** 2003. Qualité de l'eau. Environnement et santé publique - Fondements et pratiques. Chapitre 13, PP. 333-368

**FONDATION NATIONALE DE LA SANTE.** 2013. Manuel pratique d'analyse de l'eau. National Health Foundation, 4<sup>ème</sup> ed, Brasilia: FUNASA.

**FOUCHE, Olivier.** 2013. Aquifères, nappes et essais d'eau. Théorie et pratique. Edition du moniteur, chapter 16. p. 725-848.

### G

**GHIBECHE, Ismail.** 2011. Contribution à la régionalisation stochastique des paramètres physico-chimiques des eaux souterraines dans le cadre d'un SIG. Mémoire de Magister. Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach-Alger. p92

**GOOGLE MAPS.** (2020).

<https://www.google.dz/maps/place/Haizer/@36.4071007,3.9835231,13z/data=!4m5!3m4!1s0x128c30df27090c67:0x6a227ef4767d840f!8m2!3d36.3964638!4d4.0002081?hl=fr>. Consulter le: [12/07/2020].

**GOITA, Adam.** 2013. Les Bactéries pathogènes d'origine hydrique de l'épidémiologie à la prévention. Thèse de Doctorat. Université Mohamed V–Souissi. p124

**GUÉRINEAU, Hélène.** 2013. Sources et risques de contamination dans une source d'eau potable. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de maîtrise ès sciences appliquées. École Polytechnique de Montréal. p150

### H

**H Aidar, Chaden Moussa.** 2014. Evaluation de la qualité de l'eau du bassin supérieur de la rivière du Litani, Liban: approche hydrogéochimique. Thèse de Doctorat en Géosciences. Université de Lorraine. p259

**HAMED, Ma., GUETTACHE, A., et al.** 2012. Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Djorf- Torba Bechar. Mémoire de Fin d'Etude pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'état en Biologie. p65

**HARRAT, Nabil.** 2007. Qualité des eaux de surface de l'Est algérien et leur réactivité vis-à-vis du chlore. Mémoire de Magister. Université d'Annaba. p95

**HERIARIVONY, C., RAZANAMPARANY, B., et al.** 2015. Caractères physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de consommation (puits) de la commune rurale d'Antanifotsy, région Vakinankaratra, Madagascar. Larhyss Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, no 24, p. 7-17

**HOUNSOUNOU, O., AGASSOUNON DJIKPO, M. et al.** 2016. Pollution des eaux à usages domestiques dans les milieux urbains défavorisés des pays en développement : Synthèse bibliographique. International Journal of Biological and Chemical Sciences, vol. 10, no 5, p. 2392-2412.

### I

**IDRISSI, Y A., ALEMAD, A., et al.** 2015. Caractérisation physico-chimique des eaux usées de la ville d'Azilal -Maroc- [Physico-chemical characterization of wastewater from Azilal city-Morocco-]. Université Ibn Tofail de Kénitra, Maroc. International Journal of Innovation and Applied Studies, vol. 11, no 3, p. 556.

**IRD : Institut de Recherche pour le Développement.** 2013. L'eau au cœur de la science. Institut Français.

### J

**JORA : JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE.** 1998. Lois exécutif d'Aouel Safar 1419, correspondant aux spécifications microbiologiques, de certaines denrées alimentaires. p19

**JORA.** 2005. Loi n° 05-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005 relative à l'eau. p16

**JORA.** 2005. Décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine. P22

**JULIEN, Morel.** 2007. Les ressources en eau sur Terre : Origine, utilisation et perspectives dans le contexte du changement climatique, Un tour d'horizon de la littérature. Laboratoire d'économie de la production et de l'intégration internationale UMR 5252 CNRS – UPMF.

### K

**KAHOUL, M. et TOUHAMI, M.** 2014. Evaluation de la qualité de physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'Annaba (ALGERIE). Université Badji Mokhtar. Larhyss Journal, P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, no 19, pp. 129-138

**KHALILI, M., HEBBAR., Z., et al.** 2014. La fièvre typhoïde. Université de Tlemcen, Faculté de Médecine. p60

**KONE, Yssif.** 2015. Prévalence de la fièvre typhoïde dans les états fébriles en milieu rural : cas de Zoukougbeu. Thèse de Doctorat. Université Alassane Ouattara. p74

**KOUIDRI-BELALA, Zohra.** 2006. Etude et traitement de l'eau du barrage Djorf El Torba de la wilaya de Bechar par filtration sur sables. Mémoire de Magister en Eau et Environnement. Université Hassiba Ben Bouali, Chlef. p119

## L

**LABBACI, Kheireddine et GHARBI, Chaker.** 2017. Les maladies à transmission hydrique en Algérie. Mémoire de master. Université Annaba. p72

**LABIOD, Kotbia.** 2010. Etude du caractère incristant des eaux et son inhibition par des essais chimiques et d'électrodéposition. Mémoire de Magister. Université de Constantine. p80

**LAROUSSE.** Eau. <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/eau/27209>. Consulter le: [04/06/2020].

**LASSASI, Amine et BOUAZZA, Moustapha.** 2018. Contribution à l'évaluation de la qualité microbiologique de l'eau de consommation au niveau de la région de Bouira. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme technique supérieure en gestion et économie de l'eau. Institut National spécialisé de la Formation Professionnelle.

**LASSOUAOUI, Nadia et KITOUS, Lydia.** 2017. Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques et bactériologiques de deux sources d'eau de deux stations « Akerrou et Tizi Ouzou » Wilaya de Tizi Ouzou. Mémoire de master. Université Mouloud Mammeri. p74

**LE DUC, F et VAURETTE, D.** 2014. Contrôle bactériologique de la potabilité des eaux. Trégor Solidarité Niger.

**LEICHTNAM, J.N., LAURENT, F., et al.** 2001. Localisation d'une pollution au cuivre dans un réseau d'assainissement. Déchets-Revue Francophone d'écologie industrielle, no 24, 4<sup>ème</sup> trimestre. Laboratoire GRE, Sogest. p. 18-21

**LOUNNAS, Amel.** 2009. Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi kroma de Skikda. Mémoire de Magister. Université du 20 Août 1955 Skikda. p92

## M

**MAIGA, Alpha Sidiki.** 2005. Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université de Bamako. p71

**MAKHOUKH, M., SBAA, M., et al.** 2011. contribution a l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya (Maroc Oriental). Larhyss Journal, P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, no 9, pp. 149-169

**MANITOBA.** 2011. La turbidité dans les sources d'approvisionnement en eau au Manitoba. Gestion des ressources hydriques Manitoba et Santé Manitoba.

**MAOUDOMBAYE, T., NDOUTAMIA, G., et al.** 2015. Etude comparative de la qualité physico-chimique des eaux de puits, de forages et de rivières consommées dans le bassin pétrolier de Doba au Tchad. Larhyss Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, no 24, p. 193-208.

**MARGAT, J.** 1990. Les eaux souterraines dans le monde. BRGM l'entreprise au service à la terre. p44

**MARGAT, J. et MONITION, L.** 1971. Les eaux souterraines gestion et protection. Organisation mondial de la santé. p44

**MEKHALIF, Faiza.** 2009. Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement. Mémoire de Magister. Université Skikda. p131

**MERAH, Abdelkader.** 2019. Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau des puits de la région el Hassiane (W. Mostaganem). Mémoire de Master. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. p54

**METAHRI, Mohammed Saïd.** 2012. Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes: cas de la STEP est de la ville de Tizi Ouzou. Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mammeri. p138

**MINISTERE CHRGE DE LA SANTE.** 2016. La qualité de l'eau du robinet en France – Données 2013. Paris.

**MIZI, Abdelkader.** 2006. Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar, Annaba. p163

## N

**N'DIAYE, Anna.** 2008. Etude bactériologique des eaux de boissons vendues en sachet dans quatre communes d'Abidjan. Thèse de Doctorat. Université de Bamako. p122

**NEHME, Nada.** 2014. Évaluation de la qualité de l'eau du bassin inférieur de la rivière du Litani, Liban: approche environnementale. Thèse de Doctorat. Université de Lorraine. p242

**O**

- OMS.** 1986. Directives de qualité pour l'eau de boisson : Contrôle de la qualité de l'eau de boisson destinée à l'approvisionnement des petites collectivités. Vol. 3, Genève.
- OMS.** 1992. Evaluation de la décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement, 1981-1990. Rapport du Directeur général.
- OMS.** 2000. Directives de qualité pour l'eau de boisson. Vol. 2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui, 2<sup>ème</sup> éd. p1025
- OMS.** 2002. Stratégies recommandées par l'OMS contre les maladies transmissibles – prévention et lutte. OMS et l'ONUSIDA. p199
- OMS.** 2003. Maladies transmissibles 2002 : défense mondiale contre la menace des maladies infectieuses. Genève. p170
- OMS.** 2006. Les lignes directrices de l'OMS en ce qui concerne la qualité de l'eau potable.
- OMS.** 2017. Directives de qualité pour l'eau de boisson : 4<sup>ème</sup> éd. intégrant le premier additif. Genève. p526
- OMS.** 2018. Normes de surveillance des maladies évitables par la vaccination : Fièvre typhoïde et autres salmonelloses invasives.
- ORE : Observatoire Régional de l'Environnement.** 2016. L'eau en Poitou-Charentes, Qu'est ce qu'une eau potable ? Fiche technique. p7
- ORE : Observatoire Régional de l'Environnement.** 2016. Répartition de l'eau sur Terre. p 1288-1297

**P**

- PHILIPPE, Beaulieu.** Les propriétés de l'eau. <https://www.cieau.com/connaitre-leau/connaitre-leau/les-proprietes-de-leau/>. Consulter le: [04/06/2020].
- PODA, Jean Noël.** 2007. Les maladies liées à l'eau dans le bassin de la volta : état des lieux et perspectives. Volta Basin Focal Project Report No 4. IRD, Montpellier, France, and CPWF, Colombo, Sri Lanka, p 87
- PROULX, F., RODRIGUEZ, M., et al.** 2010. Les goûts et les odeurs dans l'eau potable: revue des composés responsables et des techniques de mesure. Université du Québec - INRS-Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE). Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science, vol. 23, no 3, p. 303-323

**R**

**RAMADE, François.** 2011. Introduction à l'écochimie : les substances chimiques de l'écosphère à l'homme. Editions Tec et Doc Lavoisier.

**REDJEM, Fedoua et RAHMOUNI, Rym.** 2018. Evaluation de la qualité de l'eau potable distribuée dans la commune de Hamma Bouziane (wilaya de Constantine). Mémoire de Master. Université des Frères Mentouri Constantine. p40

**S**

**SCHWARTZBROD, Louis.** 2000. Virus humains et sante publique : conséquences de l'utilisation des eaux usées et des boues en agriculture et conchyliculture. Université de Nancy (France). p278

**SEMINE RAS, Hadda.** 2009. Contribution a l'évaluation et L'inhibition du pouvoir entartrant des eaux dures par plusieurs procédés. Mémoire de Magister. Université de Mentouri de Constantine. p79

**SIGES BRETAGNE.** Eau de surface/eau souterraine. <http://sigesbre.brgm.fr/Eau-de-surface-eau-souterraine.html>. Consulter le: [18/06/2020].

**SOLIDARITÉS INTERNATIONAL.** 2017. Baromètre 2017 de l'eau de l'hygiène et de l'assainissement. État des lieux d'une ressource vitale.

**T**

**TAITHE, Alexandre.** 2006. Partager l'eau : les enjeux de demain. Edition Technip, Paris. p152

**TANOUAYI, G., GNANDI, K., et al.** 2015. La contamination métallique des eaux de surface et des eaux souterraines de la zone minière d'exploitation des phosphates de Hahotoe-Kpogame (Sud-Togo) : cas du cadmium, plomb, cuivre et nickel. Université de Lomé. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°21, pp. 35-50

**TOUAHRIA, Khedidja.** 2013. Evaluation de la qualité des eaux de forages par comparaison de leurs caractéristiques physico-chimiques (région de Tebessa). Mémoire de Magister. Université Mohamed Cherif Massaadia, Souk Ahras. p142

**TOUHARI, FADHILA.** 2015. Etude de la Qualité des Eaux de la vallée du Haut Cheliff. Thèse de Doctorat Es-Science. Ecole nationale Supérieure Hydraulique. p180

U

**UWAMUNGU, Jean Yves et YUFENG, Jiang.** 2010. Analyse physico-chimique et bactériologique des eaux de la rivière RWASAVE: Cas des sites utilisés comme eau potable. DOI: 10.13140/RG.2.1.1328.1363

V

**VERHILLE, Sophie.** 2013. Les indicateurs microbiens dans l'évaluation de l'eau potable : interpréter les résultats de laboratoire et comprendre leur signification pour la santé publique. Centre de collaboration nationale en santé environnementale. Vol. 13

Z

**ZAIMECHE, Saida.** 2015. Contribution à l'étude de l'action d'argents polluants sur des végétaux bioindicateurs. Thèse de Doctorat. Université des frères Mentouri Constantine. p171

**ZEGHID, Kamal.** 2013. Cartographie de la vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines karstiques : cas du bassin versant du Meffrouche. Mémoire de Magister. Université Tlemcen. p126

**ZGHEIB, Sally.**2009. Flux et sources des polluants prioritaires dans les eaux urbaines en lien avec l'usage du territoire. Thèse de doctorat. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. p268

**ZOUAG, Bilal et BELHADJ, Yassine.** 2017. Analyse physico-chimique et bactériologique et parasitologique de l'eau de mer traitée par la station de dessalement de Souk Tleta «Tlemcen». Thèse de Doctorat. Université Abou Bekr Belkaid. p120

---

# *Annexes*

---

## Annexe I

Méthode de Nombre le Plus Probable et l'intervalle de confiance :

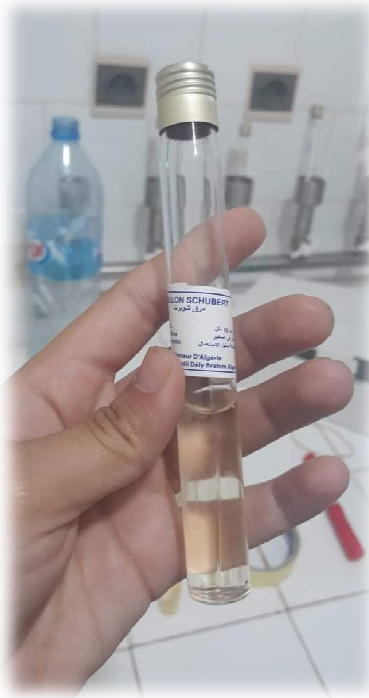
Nombre des tubes donnant une réaction positive.			NPP dans 100 ml	Limite de confiance à 95%	
3 tubes de 10 ml	3 tubes de 1 ml	3 tubes de 0,1 ml		Limite inférieur	limites supérieur
0	0	1	3	<0.5	9
0	1	0	3	<0.5	13
1	0	0	4	<0.5	20
1	0	1	7	1	21
1	1	0	7	1	23
1	1	1	11	3	36
1	2	0	11	3	36
2	0	0	9	1	36
2	0	1	14	3	37
2	1	0	14	3	44
2	1	1	20	7	89
2	2	0	21	4	47
2	2	1	28	10	149
3	0	0	23	4	120
3	0	1	39	7	130
3	0	2	64	15	379
3	1	0	43	7	210
3	1	1	75	14	230
3	1	2	120	30	380
3	2	0	93	15	380
3	2	1	150	30	440
3	2	2	210	35	470
3	3	2	240	36	1300
3	3	1	460	71	2400
3	3	2	1100	150	4800
3	3	3	1400		

Annexe II

Réactifs d'analyses bactériologiques utilisées au niveau de laboratoire d'hygiène de BOUIRA :



Bouillon de ROTHE



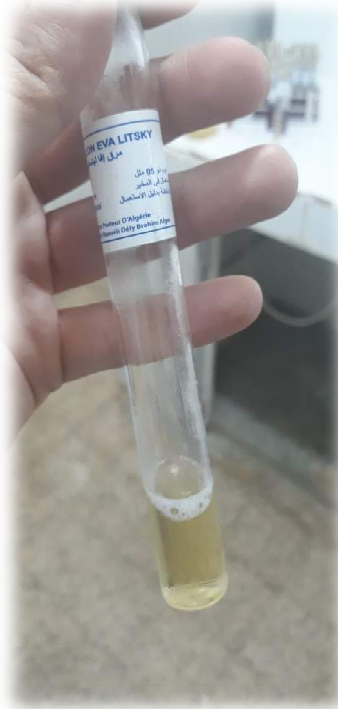
Bouillon de SCHUBERT



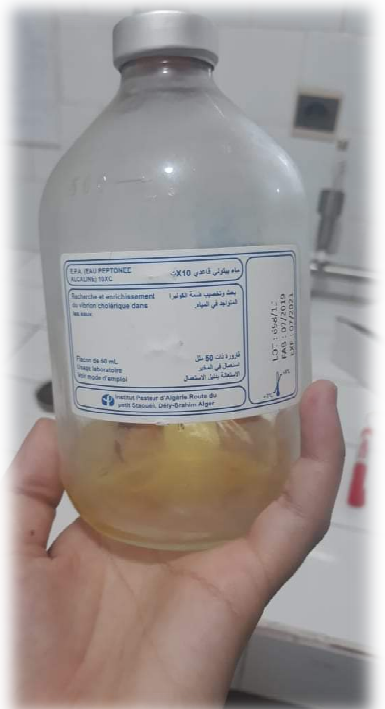
Bouillon de B.C.P.L. (S/C)



Bouillon de B.C.P.L. (D/C)



Bouillon d'EVA LETSKY



Eau Peptonee Alcaline 10x10

## Résumé

L'eau est une ressource essentielle indispensable à la vie, mais aussi elle peut être une source de maladies. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude qui a pour l'objectif principal : d'analyser les résultats obtenus précédemment sur la qualité de l'eau des sources de la région de HAIZER, ainsi de suivre la variation de cette qualité bactériologique pendant trois ans en cherchant et quantifiant quelques germes causant des maladies transmises par l'eau contaminée et polluée (MTH). Les résultats obtenus révèlent des variations des caractéristiques bactériologiques des eaux de différentes sources de la région. Les sources IZEMOURENE, MIMOUNA, ALLAL, et BOUMCHERAF sont de mauvaise qualité d'après les analyses bactériologiques, donc déconseillé pour la consommation. En revanche, les sources d'LMEROUDJ, TISSERGUI sont de bonne qualité bactériologique, d'après les résultats d'analyses révélant l'absence totale des germes (Coliforme Totaux, Coliforme Fécaux, *Escherichia Coli*, *Salmonelle*, *Vibron Cholérique*). La surveillance régulière et d'une manière quotidienne des sources d'eaux reste le meilleur moyen pour protéger les consommateurs puisque la présence de quelques germes seulement rend l'eau polluée, et donc non potable.

**Les mots clés :** Eau, MTH, Analyse bactériologique, Germes.

## Abstract

Water is an essential resource essential to life, but it can also be a source of disease. It is in this context that this study has as its main objective: to analyze the results obtained previously on the quality of the water of the springs of the HAIZER region, as well as to follow the variation of this bacteriological quality during three years by looking for and quantifying some germs causing diseases transmitted by contaminated and polluted water (MTH). The results obtained reveal variations in the bacteriological characteristics of water from different sources in the region. The IZEMOURENE, MIMOUNA, ALLAL, and BOUMCHERAF springs are of poor quality according to the bacteriological analyses and therefore not recommended for consumption. On the other hand, the sources of LMEROUDJ, TISSERGUI are of good bacteriological quality, according to the results of analyses revealing the total absence of germs (Total Coliform, Faecal Coliform, *Escherichia Coli*, *Salmonella*, *Cholera Vibrio*). The regular and daily monitoring of water sources remains the best way to protect consumers since the presence of only a few germs makes the water polluted and therefore not drinkable.

**Key words:** Water, MTH, Bacteriological analysis, Germs.

## ملخص

الماء مورد أساسي لا غنى عنه للحياة ولكنه قد يكون أيضا مصدرا للأمراض. في هذا السياق يتمثل الهدف الرئيسي لهذه الدراسة في تحليل النتائج التي تم الحصول عليها سابقا حول جودة المياه في مصادر منطقة حيزر، وذلك بمتابعة اختلاف هذه الجودة البكتيريولوجية لمدة ثلاث سنوات من خلال البحث عن بعض المياه الملوثة وقياسها. النتائج التي تم الحصول عليها تكشف عن اختلافات في الخصائص البكتيريولوجية للمياه من مصادر مختلفة في المنطقة. المصادر ازمورن و ميمونة و الال و بومشرف ذات جودة رديئة وفقا للتحليلات البكتيريولوجية، وبالتالي فهي غير موصى بها للاستهلاك. من ناحية أخرى فان مصادر تيسرقي و لمروج ذات جودة بكتيريولوجية جيدة، وفقا لنتائج التحليلات التي كشفت عن الغياب التام للجراثيم ( القولونيات اللكلية، القولونيات البرازية، الاشريشيا كولي، سالمونيلا، البكتيريا اللاهوائية تظل المراقبة المنتظمة واليومية لمصادر المياه هي أفضل طريقة لحماية المستهلكين لأن وجود عدد قليل من الجراثيم يجعل المياه ملوثة وبالتالي غير صالحة للشرب.

**الكلمات المفتاحية:** المياه، الامراض المنتقلة عبر المياه، التحليل البكتيريولوجي، الجراثيم.