



République Algérienne Démocratique Et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche  
Scientifique

Université DJILLALI LIABES Sidi Bel Abbas  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biologie

## ***MEMOIRE DE MASTER***

*Domaine :* Science de la nature et de la vie

*Filière :* Biotechnologie

*Option :* Biotechnologie Microbienne

### *Intitulé*

***Etude statistique de la qualité microbiologique de l'eau dans les écoles de  
la daïra de Sfisef***

*Présenté par :* M<sup>lle</sup> SEFSAF Fatiha

*Soutenu le :* 10/2020

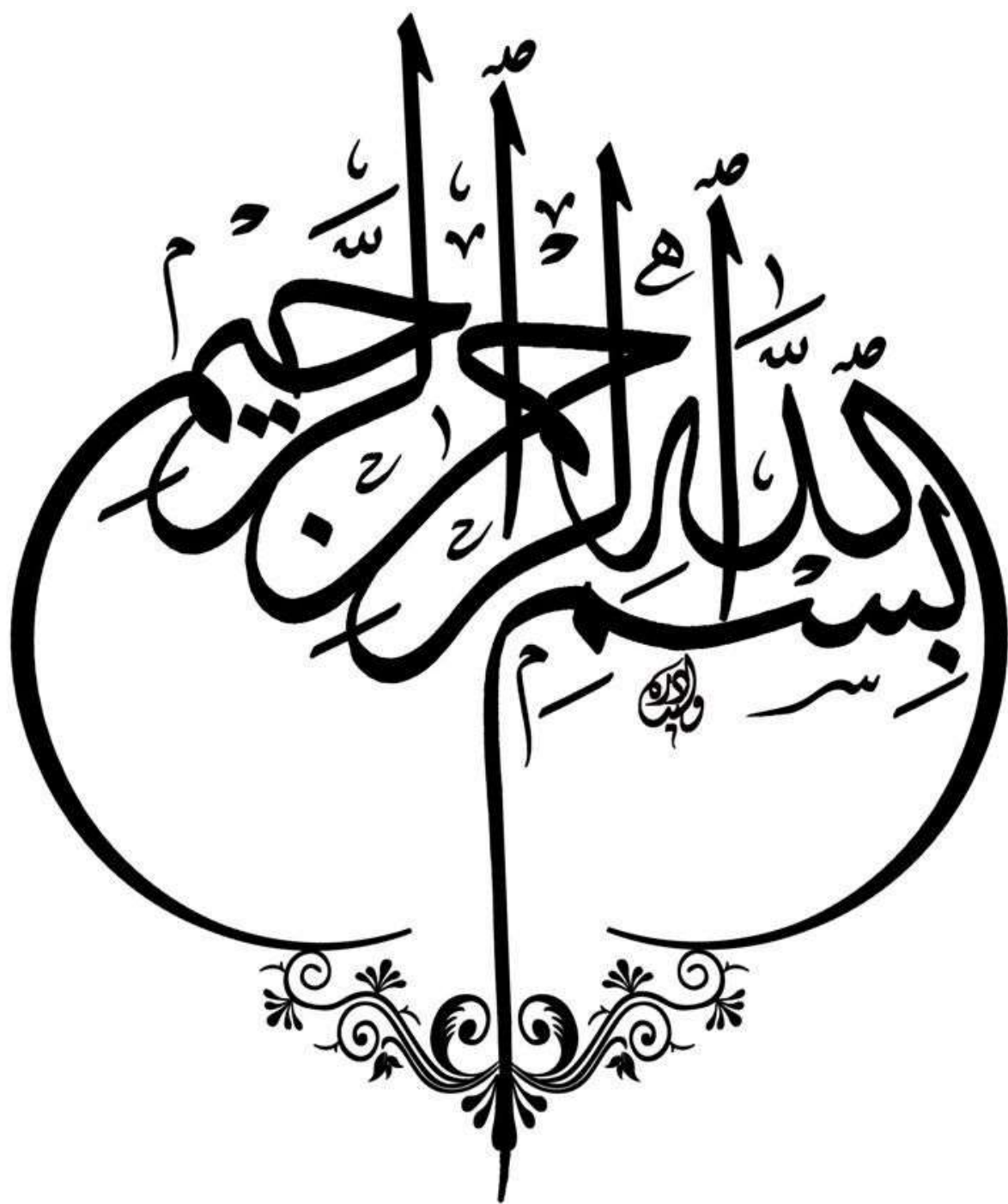
*Devant le jury composé de :*

*Président :* Mr MISSOURI M MCA (U.D.L SBA)

*Examinatrice :* Mlle ZEMRI K MCA (U.D.L SBA)

*Encadreur :* Mr BENINE Mohamed Amine MCA (U.D.L SBA)

**Année Universitaire : 2019/2020**



## *Remerciement*

*Avant tout, je remercie ALLAH tout puissant, de m'avoir accordé la force, le courage et les moyens pour la réalisation de ce travail, il a été et sera toujours à côté de moi pour réussir à terminer n'importe quel travail.*

*La réalisation de ce travail n'aurait pu être menée à terme sans le support continu de mon encadreur Monsieur BENINE Mohamed Amine.*

*Je désire lui adresser un remerciement tout particulier pour ses conseils judicieux, orientations, encouragements, disponibilités et de m'apporter ses attentions tout au long de ce travail.*

*Mon remerciement s'adresse aussi :*

*A l'ensemble du personnel du laboratoire d'hygiène de secteur de Sfisef pour leurs accueils chaleureux, leurs contributions qui j'ai facilité l'avancement de la partie analyse, sans oublier particulièrement tout l'équipe de département de médecine préventive et d'épidémiologie Pour tout ce que vous m'ai appris, pour votre gentillesse et votre patience.*

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dire...*

*MERCI*

## *Dédicace*

*Au nom de dieu le clément et miséricordieux,*

*Du profond de mon cœur, je dédie ce Travail,*

*Particulièrement, à mes chers parents, mon père Mhadji et ma mère Rachida qui ont éclairer ma vie et qui ont contribuer à ma réussite, qui mes toujours aider avec leurs d'Oaa, leurs conseils précieux et j'espère rendre tout ce qu'ils ont faire pour moi.*

*Merci de tout cœur mes chères parents, que Dieu tout puissant vous garde et vous procure santé, bonheur et longue vie.*

*A mes chers frères: les symboles de fidélité : Benoumeur, Omar avec leurs femmes et Houcine.*

*Aux bougies de la famille : Douaa, Abdeljalil et Israa.*

*A mon fiancé : Ahmed.*

*A mes proches amies : Mhadjia et Asma pour leurs aides et soutien.*

*A tous ceux que j'aime.*

## **Résumé:**

L'eau est une ressource naturelle précieuse et essentielle pour de multiples usages. Son utilisation à des fins alimentaires ou d'hygiène nécessite une excellente qualité physicochimique et microbiologique.

Afin d'évaluer la qualité des eaux potables utilisées dans les écoles de la daïra de Sfisef située dans la wilaya de Sidi Bel Abbès, en a fait une étude statistique sur les résultats des analyses bactériologiques effectuées durant l'année 2019. L'échantillonnage se fait avant chaque rentrée scolaire dans 12 établissements primaires en raison d'un échantillon par saison : hiver, printemps et été.

Les résultats des analyses montrent que les Coliformes fécaux, les Colibacilles et les Streptocoques sont presque inexistantes dans les réservoirs d'eaux en hiver et en printemps. Par contre en été, elles représentent des valeurs élevées. Ceci est à cause de plusieurs facteurs ; le majeur est la durée de stockage d'eau dans les réservoirs.

D'après ces résultats, en juge que le département de médecine préventive et d'épidémiologie de Sfisef a bien contrôlé et suivi la qualité d'eau destinée à la consommation des écoliers ; pour le maintien de la bonne qualité et éviter tout risque sanitaire ou maladie hydrique.

**Mots clés:** Eau, Bactéries contaminatrices, Maladies hydriques, Analyse microbiologique, Région de Sfisef.

## ملخص:

الماء مورد طبيعي ثمين وضروري لاستخدامات متعددة. يتطلب استخدامه لأغراض الغذاء أو النظافة جودة فيزيائية وكيميائية وميكروبيولوجية ممتازة.

من أجل تقييم جودة مياه الشرب المستخدمة في مدارس ولاية سفيص بولاية سيدي بلعباس ، أجريت دراسة إحصائية على نتائج التحاليل البكتريولوجية التي أجريت خلال عام 2019 ، وتم أخذ العينات. يتم إجراؤها قبل كل عام دراسي في 12 مؤسسة ابتدائية بسبب عينة واحدة لكل موسم: الشتاء والربيع والصيف.

أظهرت نتائج الاختبار أن البكتيريا القولونية البرازية والكوليباسيلي والمكورات العقدية تكاد تكون معدومة في خزانات المياه في الشتاء والربيع. من ناحية أخرى في الصيف ، فإنها تمثل قيم عالية. هذا بسبب عدة عوامل. أهمها هو مدة تخزين المياه في الخزانات.

وبناءً على هذه النتائج ، يجب الحكم على أن قسم الطب الوقائي وعلم الأوبئة في سفيص يتحكم جيداً ويراقب جودة المياه المخصصة لاستهلاك أطفال المدارس ؛ للحفاظ على الجودة وتجنب أي مخاطر صحية أو أمراض تنقلها المياه.

**الكلمات المفتاحية:** المياه ، البكتيريا الملوثة ، الأمراض التي تنقلها المياه ، التحليل الميكروبيولوجي ، منطقة سفيص

## **Summary:**

Water is a precious and essential natural resource for multiple uses. Its use for food or hygiene purposes requires excellent physicochemical and microbiological quality.

In order to assess the quality of drinking water used in the schools of the daïra of Sfisef located in the wilaya of Sidi Bel Abbès, a statistical study was carried out on the results of the bacteriological analyzes carried out during the year 2019. The sampling is carried out. Done before each school year in 12 primary establishments because of one sample per season: winter, spring and summer.

The results of the analyzes show that fecal Coliforms, Colibacillus and Streptococci are almost non-existent in the water reservoirs in winter and spring. On the other hand in summer, they represent high values. This is because of several factors; the major one is the duration of water storage in the tanks.

Based on these results, judge that the preventive medicine and epidemiology department of Sfisef has well controlled and monitored the quality of water intended for the consumption of schoolchildren; to maintain good quality and avoid any health risk or water-borne disease.

**Keywords:** Water, Contaminating bacteria, Water-borne diseases, Microbiological analysis. Region of Sfisef.

## ABREVIATIONS

- °C : Degré Celsius.
- °F : Degré français.
- H<sub>2</sub>O : Molécule d'eau.
- % : Pourcent.
- n° : Numéro.
- MES : Matières En Suspension.
- Fe<sup>2+</sup> : Fer.
- Mn<sup>2+</sup> : Manganèse.
- CO<sub>2</sub> : Le dioxyde de carbone.
- O<sub>2</sub> : L'oxygène.
- H<sub>2</sub>S : Sulfure d'hydrogène.
- NH<sub>4</sub><sup>+</sup> : Ammonium.
- OMS : L'Organisation Mondiale de la Santé.
- UC : Unité de Couleur.
- UTN : Unités de Turbidité Néphalométriques.
- pH : potentiel d'hydrogène.
- > : Supérieur.
- < : Inférieur.
- mg/l : milli gramme par litre.
- TH : Titre Hydrométrique.
- Na<sup>+</sup> : Sodium.
- K<sup>+</sup> : Potassium.
- Ca<sup>2+</sup> : calcium.
- Mg<sup>2+</sup> : magnésium.
- NH<sub>4</sub><sup>+</sup> : Ammonium.
- SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> : Sulfates.
- NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : Nitrates.
- NO<sub>2</sub><sup>-</sup> : Nitrites.
- Cl<sup>-</sup> : Chlorures.
- CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> : Carbonate.
- °TH : Un degré hydrotimétrique.

- **μS/cm** : micro Siemens par centimètre.
- **TA** : Titre Alcalimétrique.
- **TAC** : Le Titre Alcalimétrique Complet.
- **E. Coli** : *Escherichia coli*.
- **PCA** : pour *Plate Count Agar*, en anglais.
- **L** : Litre.
- **J** : Jour.
- **h** : Heure.
- **β** : Béta.
- **μm** : micromètre.
- **LPS** : Lipopolysaccharide.
- **mm** : millimètre.
- **±** : Plus ou moins.
- **S. aureus** : *Staphylococcus aureus*.
- **P. aeruginosa** : *Pseudomonas aeruginosa*.
- **MTH** : Les Maladies à Transmission Hydrique.
- **EB** : Eau de Boisson.
- **ORL** : Oto-Rhino-Laryngologie.
- **Pop\*** : Population.
- **VHA** : le virus de l'hépatite A.
- **AEP** : Approvisionnement en Eau Potable.
- **m<sup>3</sup>** : mètre cube.
- **MDO** : Maladies à Déclaration Obligatoire.
- **DSP** : Direction de Santé et de Population.
- **DPD** : (diethyl paraphenylene diamine)
- **NPP** : (Nombre le Plus Probable).
- **BCPL d/c** : (bouillon lactose au pourpre de bromocrésol).
- **CF** : Coliformes fécaux.
- **CB** : Colibacille.
- **Stp** : Streptocoque.

## ***LISTE DES TABLEAUX***

<b><i>Tableau 01 :</i></b>	Principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines.....	6
<b><i>Tableau 02 :</i></b>	Grille normative concernant le pH pour estimer la qualité de l'eau en Algérie.....	10
<b><i>Tableau 03 :</i></b>	Guide de la conductivité d'une eau destinée à la consommation humaine.....	11
<b><i>Tableau 04 :</i></b>	Principaux éléments présents dans l'eau.....	12
<b><i>Tableau 05 :</i></b>	Principales infections humaines transmissibles par l'eau.....	30
<b><i>Tableau 06 :</i></b>	Nombre de cas de MTH enregistré au niveau de la wilaya de sidi bel abbés de l'année 2005 jusqu'au 2019-05-01.....	42

## **LISTE DES FIGURES**

<b>Figure 01 :</b>	la molécule d'eau.....	2
<b>Figure 02 :</b>	Cycle d'eau.....	3
<b>Figure 03 :</b>	Turbidimètre.....	9
<b>Figure 04 :</b>	Citrobacter .....	22
<b>Figure 05 :</b>	Espèces Entérobacter.....	23
<b>Figure 06 :</b>	Espèce Klebsiella .....	23
<b>Figure 07 :</b>	Serratia marcescens (1.Serratia Liquefaciens, 2. Serratia marcescens) .....	24
<b>Figure 08 :</b>	Espèce d'E.coli .....	26
<b>Figure 09 :</b>	Pseudomonas aeruginosa .....	27
<b>Figure 10 :</b>	Staphylococcus aureus.....	28
<b>Figure 11 :</b>	L'incidence de Choléra dans le monde.....	31
<b>Figure 12 :</b>	L'incidence du Cholera en Algérie (1981-2001).....	32
<b>Figure 13 :</b>	L'incidence de la Fièvre Typhoïde en Algérie (2000-2011).....	33
<b>Figure 14 :</b>	L'incidence de dysenterie en Algérie (2000-2011).....	34
<b>Figure 15 :</b>	Localisation de la daïra de Sfisef dans la wilaya de Sidi Bel Abbès.....	44
<b>Figure 16 :</b>	Tendance de la température durant le mois de septembre.....	45
<b>Figure 17 :</b>	Carte des points de prélèvement d'eau dans la commune de Sfisef .....	46
<b>Figure 18 :</b>	Carte des points de prélèvement d'eau dans la commune de M'cid.....	46
<b>Figure 19 :</b>	Matériels utilisées.....	48
<b>Figure 20 :</b>	Qualité d'eau de l'école 12 Enseignants.....	52
<b>Figure 21 :</b>	Qualité d'eau de l'école Boucetla Med.....	53
<b>Figure 22 :</b>	Qualité d'eau de l'école Sarno Blaha.....	54
<b>Figure 23 :</b>	Qualité d'eau de l'école Quedih Ahmed.....	55
<b>Figure 24 :</b>	Qualité d'eau de l'école Beldjriouet Habib.....	56
<b>Figure 25 :</b>	Qualité d'eau de l'école Medaghri Mohamed.....	57
<b>Figure 26 :</b>	Qualité d'eau de l'école Boudiaf Mohamed.....	58
<b>Figure 27 :</b>	Qualité d'eau de l'école Chorfi Mohamed.....	59
<b>Figure 28 :</b>	Qualité d'eau de l'école Bentkhici Yahia.....	60
<b>Figure 29 :</b>	Qualité d'eau de l'école Kheloufi Ahmed.....	61
<b>Figure 30 :</b>	Qualité d'eau de l'école Bellessel Aek.....	61
<b>Figure 31 :</b>	Qualité d'eau de l'école Drif Bendida.....	62

## ***TABLE DES MATIERES***

**Remerciement**

**Dédicace**

**Résumé**

**Liste des abréviations**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Introduction générale..... 1**

### **CHAPITRE II : GENERALITES SUR L'EAU**

I. Généralité sur l'eau .....	2
I.1. Définition de l'eau .....	2
I.2. Historique de l'eau... ..	2
I.3 Cycle de l'eau.....	3
1. Evaporation.....	4
2. Condensation.....	4
3. Précipitations.....	4
4. Ruissellement.....	4
I.4 Biologie de l'Eau.....	4
I.5 Principaux types de sources d'approvisionnement en eau.....	4
1 / Eaux de surface.....	4
2 / Eaux souterraines.....	5
▪ Nappes profondes.....	5
▪ Nappes phréatiques.....	5
▪ Nappes alluvionnaires.....	5
3 / Eau potable.....	7
4 / Eaux de source.....	7
5 / Eau minérale.....	7
I.6. Paramètres caractéristiques de la qualité des eaux.....	7
I.6.1 Caractéristiques organoleptiques.....	8
I.6.1.a Couleur.....	8
I.6.1.b Odeur et Saveur.....	8
I.6.1.c Turbidité.....	9

I.6.2	Caractéristiques physicochimiques.....	9
•	Température.....	9
•	pH.....	10
•	Salinité.....	10
•	Résidus secs à 180°C.....	10
•	Dureté ou titre hydrométrique (TH).....	10
•	Conductivité.....	11
•	Alcalinité ... ..	11
•	Chlorure .....	11
•	Autres principaux éléments présents dans l'eau .....	12
I.6.3.	Caractères microbiologiques.....	12
I.6.3.1	Bactéries.....	13
A.	Bactéries indicatrices spécifiques de pollution fécale.....	13
○	Les Coliformes totaux.....	13
○	Coliformes fécaux (coliformes thermo-tolérants) .....	13
○	Les streptocoques fécaux .....	13
B.	Bactéries indicatrices, non réellement spécifiques de pollution fécale.....	14
○	Les Clostridium sulfito-réducteurs.....	14
○	Les bactéries aérobies revivifiables (germes totaux).....	14
I.6.3.2.	Bactéries pathogènes.....	14
I.6.3.3.	Virus.....	14
I.6.3.4	Parasite.....	14
I.6.4.	Paramètres indésirables ou toxiques.....	15
•	Fer et manganèse.....	15
•	Métaux lourds.....	15
I.6.5.	Paramètres biologiques.....	15
II.	Pollution de l'eau.....	16
II.1/	Définition de pollution de l'eau.....	16
II.2/	Origines des pollutions des eaux.....	16
II.3/	Différents types de pollution des eaux.....	16
•	Pollution domestique.....	16
•	Pollution industrielle.....	17
•	Pollution agricole.....	17

• Pollution pluviale.....	17
II.4/ L’impact de la pollution des eaux sur l’environnement.....	18
❖ Impact sur le milieu naturel.....	18
❖ Impact sur la faune et la flore.....	18
❖ Impact sur l’homme.....	19

## CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX

I - définition de la pollution microbienne.....	20
II- Les différentes bactéries pathogènes peuvent survivre ou se multiplier dans l’eau.....	20
1. Les coliformes totaux.....	20
2. Les coliformes fécaux.....	20
3. <i>Escherichia coli</i> .....	20
4. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	20
5. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	20
1/ Les coliformes totaux.....	21
II-1-1 Définition des coliformes.....	21
▪ <i>Citrobacter</i> .....	21
▪ <i>Enterobacter</i> .....	22
▪ <i>Klebsiella</i> .....	23
▪ <i>Serratia</i> .....	24
2/Les coliformes fécaux (coliformes thermotolérants).....	25
A/ Définition.....	25
3/ <i>Escherichia coli</i> .....	25
4/ <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	26
5/ <i>Staphylococcus aureus</i> .....	27
III- Les maladies à transmission hydrique (MTH) et impact sur la santé.....	29
A/Introduction.....	29
B/ Les maladies à transmission hydrique.....	29
B.1. Les maladies d’origine bactérienne.....	31
B.1.1. Le choléra.....	31
▪ Evolution des épidémies de choléra en Algérie.....	32
B.1.2. Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes.....	32

▪ Evolution de la fièvre typhoïde.....	33
B.1.3. La gastro-entérite.....	33
B.1.4. La Shigellose ou Dysenterie bacillaire.....	34
▪ La situation épidémiologique du Shigellose.....	34
B .2. Les maladies d'origine virale.....	35
➤ L'hépatite A : Les hépatites virales.....	35
➤ La poliomyélite.....	35
- Personnes exposées au risque de poliomyélite.....	35
- Prévention de la poliomyélite.....	36
- Nombre de cas.....	36
B .3. Les maladies d'origine parasitaire.....	36
B.3.1. La bilharziose.....	36
B.3.2. L'onchocercose.....	36
B.3.3. Le plasmodium.....	36
B.3.4. L'amibiase.....	37
B.3.5. Les Giardiasis.....	37
B.3.6. Les helminthes.....	38
B.4 Les risques liés à la présence des substances chimiques dans l'eau.....	38
C. Les principaux facteurs des M. T. H en Algérie.....	39
D. Gestion des risques hydriques.....	39
E. Mesures préventives pour disposer d'une eau de boisson de bonne qualité.....	40
F. Les MTH dans la wilaya de sidi bel abbès.....	41

## **CHAPITRE IV : MATERIELS ET METHODES**

I. Présentation de la zone d'étude.....	43
I.1/ Définition.....	43
I.2/ Etude géographique.....	43
I.3/Météo de Sfifef.....	44
I.4/ Points de prélèvement.....	46
II. Echantillonnage.....	47
II.1/ Mode de prélèvement.....	47
II.2/ Transport et conservation des échantillons.....	47
II.3/ Laboratoire d'analyse.....	47
III. Matériels utilisés.....	47

IV. Test de chlore.....	49
V. Analyse bactériologique de l'eau de boisson.....	49
A. Recherche et dénombrement des coliformes en milieu liquide.....	49
A.1/ Matériels et produits .....	50
A.2/ Méthode de travail.....	50
• Test présomptif.....	50
• Test confirmatif.....	50
B. Recherche des Streptocoques.....	51
B.1/ Matériel et produit.....	51
B.2/ Méthodes.....	51

## **CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSION**

Ecole 12 Enseignants.....	52
Ecole Boucetla Mohamed.....	53
Ecole Sarno Blaha.....	54
Ecole Quedih Ahmed.....	55
Ecole Beldjriouet Habib.....	56
Ecole Medaghri Mohamed.....	56
Ecole Boudiaf Mohamed.....	57
Ecole Chorfi Mohamed.....	58
Ecole Bentkhici Yahia.....	59
Ecole Kheloufi Ahmed.....	60
Ecole Bellessel AEK.....	61
Ecole Drif Bendida.....	62
<b>Conclusion.....</b>	<b>63</b>

### **Références bibliographiques**

### **Annexe**

## **Introduction:**

L'eau est un élément essentiel de la vie biologique. Non seulement, elle est un nutriment vital, mais elle est aussi impliquée dans de nombreuses fonctions physiologiques essentielles telles que la digestion, l'absorption, la thermorégulation et l'élimination des déchets (**KIRKPATRICK et FLEMING., 2008**).

Sans cette matière simple et complexe en même temps, la vie sur terre n'aurait jamais existé donc c'est un élément noble qu'on doit protéger pour les générations futures (**HENRI., 2012**).

L'eau destinée à l'alimentation humaine doit présenter un certain nombre de critères aussi bien organoleptique, physicochimique et microbiologique car, elle constitue un réservoir important pour la survie et la dissémination de microorganisme (bactéries, virus, protozoaires et parasites), ce qui la rend impropre à la consommation humaine.

Ces microorganismes véhiculés directement ou indirectement, sont pathogènes pour l'homme. Ils sont à l'origine de nombreuses maladies infectieuses (Choléra, hépatite A...) dites maladies à transmission hydrique. (**N.A. NANFACK, et al., 2014**).

Ces risques m'ont orienté de faire une évaluation de la qualité microbiologique de l'eau potable utilisée dans les établissements primaires de la daïra de Sfisef durant l'année 2019.

Afin d'appréhender et de rendre distinct mon cadre d'étude, en a tenté d'expliquer la problématique dans un contexte bibliographique cette partie est divisée en deux (02) chapitres qu'en présente comme suit :

- ✓ Chapitre 1 : Généralités sur l'eau.
- ✓ Chapitre 2 : Bactéries contaminatrices des eaux et les maladies à transmission hydrique (MTH) et impact sur la santé.

Une deuxième partie pratique a été consacrée à la présentation de la zone d'étude avec le matériel et méthodes misent en œuvre dans ce travail, ainsi aux différents essais menés pour la mise au point des méthodes analytiques liée d'un chapitre détaillé pour la discussion des résultats obtenus ainsi que leur interprétation, et en termine par une conclusion générale.



**CHAPITRE I :**  
**GENIRALITE SUR L'EAU**

## I. Généralité sur l'eau :

### I.1. Définition de l'eau :

Nom féminin du latin "*aqua*", l'eau est un corps incolore, un composé chimique ubiquitaire sur terre, essentiel pour tous les organismes vivants connus.

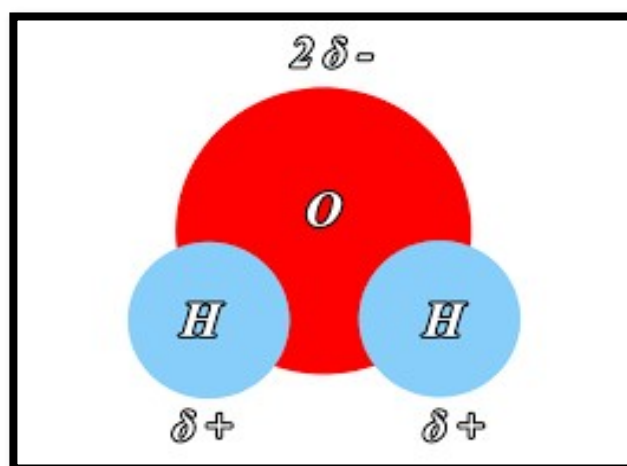
L'eau est un composé chimique simple, liquide à température et pression ambiantes.

L'eau est gazeuse au-dessus de 100°C (212°F) et solide en dessous de 0°C (32°F).

Sa formule chimique est H<sub>2</sub>O ; composé de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène. C'est notamment un solvant efficace pour la plupart des corps solides trouvés sur terre, l'eau est quelque fois désigné sous le nom de « solvant universel ».

Elle constitue un élément indispensable à la vie. D'une part elle est le substrat fondamental des activités biologiques et le constituant le plus important des êtres vivants (70 % de leurs poids en moyenne). (AISSAOUI., 2013).

Autre part est essentielle du patrimoine mondial, mais aussi essentielle aux activités humaines (Agricultures, industrielles, domestiques...).



**Figure 01** : la molécule d'eau (Lac sdemontagne.fr)

### I.2. Historique de l'eau :

L'eau est apparue sur terre il y a environ 4 milliards d'années et depuis son volume est resté constant. C'est toujours la même eau qui circule, se transforme et se recycle en permanence.

La vie est apparue sur terre il y a environ 3 milliards d'années dans l'eau. La vie s'est développée, elle a évolué et elle s'est diversifiée dans des formes de plus en plus complexes uniquement dans le milieu aquatique.

Seuls les algues et les poissons existaient. Il y a que depuis 400 millions d'années que la vie s'est adaptée au milieu terrestre sans jamais pouvoir se passer d'eau (1).

L'eau était considérée par les anciens comme l'un des quatre éléments de base avec le feu, l'air et la terre.

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

L'eau est présente autour de nous et constitue l'un des éléments fondamentaux de notre planète. Toute cette eau est transformée et circule en permanence dans l'atmosphère et la surface sous forme de vapeur d'eau essentiellement ; ou dans le sous-sol de notre terre, qui concerne l'écoulement de l'eau sur les continents, qu'il soit superficiel ou souterrain.

L'hydrosphère chauffée par énergie solaire, s'évapore et conduit à la présence d'eau dans l'atmosphère. Cette eau, à la suite d'un refroidissement de l'air, se condense en gouttes ou cristaux de glace et se trouve précipitée sous forme de pluies, neige ou grêle sur lithosphère à la surface de laquelle approximativement 0.25 % pénètre, 0.25 % ruisselle, quant au 0.25 % restes, il s'évapore à son tour. Le périple sans suit un cours appelé cycle hydrologique ou cycle de l'eau (2).

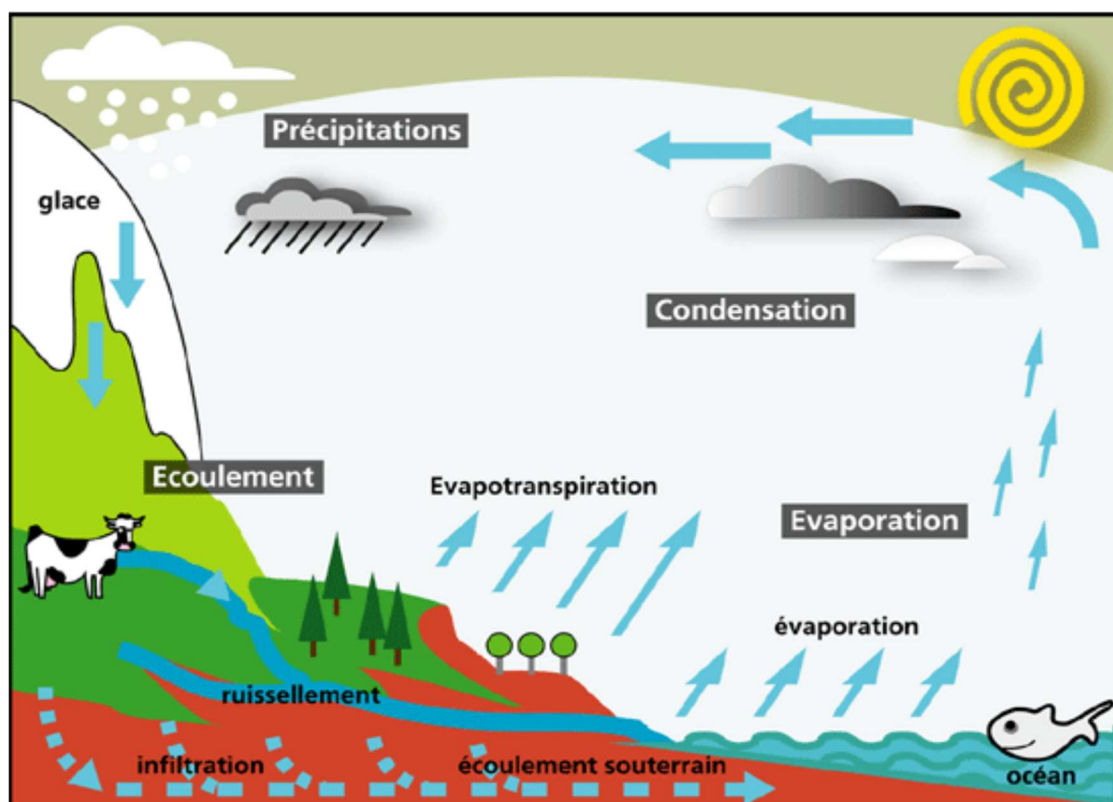


Figure 02 : Cycle d'eau (Le guide de l'eau 2007).

En résumé, on retiendra les phénomènes suivants :

- 1. Evaporation** : chauffée par le soleil, l'eau des océans, des rivières et des lacs s'évapore et monte dans l'atmosphère.
- 2. Condensation** : au contact des couches d'air froid de l'atmosphère, la vapeur d'eau se condense en minuscules gouttelettes qui, poussées par les vents, se rassemblent et forment des nuages.
- 3. Précipitations** : les nuages déversent leur contenu sur la terre, sous forme de pluie, neige ou grêle.
- 4. Ruissellement** : la plus grande partie de l'eau tombe directement dans les océans. Le reste s'infiltré dans le sol (pour former des nappes souterraines qui donnent naissance à des sources) ou ruisselle pour aller grossir les rivières qui à leur tour, vont alimenter les océans. Et le cycle recommence.

### **I.4 Biologie de l'Eau :**

L'eau, l'oxygène et le gaz carbonique contribuent à créer des conditions favorables au développement des êtres vivants.

L'eau entre pour une grande part dans la constitution des êtres vivants, pour l'homme.

On cite les pourcentages suivants :

- Embryon de 2 mois : 97 %.
- Embryon de 5 mois : 85 %
- Nouveau-né : 66-74%.
- Embryon de 9 mois : 74 %
- Adulte : 58-67%.

L'eau compose la plus grande partie de nos aliments :

Concombre : 97% ; poire : 85% ; Œuf : 74%. Lait : 92% ; Morue : 82% ; Poulet : 72%.  
Pomme de terre : 78% ; Sole:79%. (**BARRAQUE Bernard., 2004**).

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

#### **1 / Eaux de surface :**

Les eaux de surface se répartissent en eaux véhiculées par les cours d'eaux, ou contenue dans les lacs, ou maintenues derrière les barrages réservoirs. Elles ont pour origine, soit des nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseaux, de rivières, soit des rassemblements des eaux de ruissellement.

La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains, elle est donc généralement riche en gaz dissous, en matière en suspension et en matière organique ainsi qu'en plancton.

Les eaux de surface sont très sensibles à la pollution minérale et organique. (AISSAOUI., 2013).

### **2 / Eaux souterraines :**

Les eaux souterraines constituent 20% des réserves d'eaux soit environ 1000 millions de m<sup>3</sup>, leur origine est due l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Elles sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique, elles se réunissent en nappes ; il existe plusieurs types : (RODIER. J., 1997).

- **Nappes profondes** : Peuvent fournir des eaux naturellement peines utilisables à leur émergence naturelle (source) soit par forage ou par puits, sous réserves que soient protégés contre les infiltrations superficielles (RODIER. J., 1997).
- **Nappes phréatiques** : Elles sont couramment utilisées en milieu rural par forage de puits mais l'eau qui les constitue n'a traversé qu'une épaisseur limitée de terrain. La filtration est insuffisante et la nappe souvent contaminée (BENRAIS., 1995).
- **Nappes alluvionnaires** : Ce sont des eaux qui circulent dans les alluvions des grands Oueds qui peuvent alimenter en eau les nappes phréatiques situées au niveau des berges des Oueds. Mais il y a possibilité de contamination par les infiltrations superficielles (RODIER. J., 1996).

## *CHAPITRE I :GENERALITE SUR L'EAU*

**Tableau n°01:** Principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines :

<b>Caractéristique</b>	<b>Eau de surface</b>	<b>Eau souterraine</b>
<b>Température</b>	Variable suivant les saisons	Relativement constante
<b>Turbidité, MES</b>	Variable parfois élevée	Faible ou nul
<b>Couleur</b>	Liée surtout aux MES sauf dans les eaux très douces et acides	Liée surtout aux matières en solutions (acides humiques) Minéralisé
<b>Minéralisé globale</b>	Variable en fonction des terrains, des précipitations	Sensiblement constante en générale nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
<b>Fe<sup>2+</sup> et Mn<sup>2+</sup></b>	Généralement absent, sauf en profondeur des pièces d'eaux en état d'eutrophisation	Généralement présente
<b>CO<sub>2</sub> agressif</b>	Généralement absent	Souvent présent en grand quantité
<b>O<sub>2</sub> dissous</b>	La plus souvent au voisinage de la saturation.	Absent la plupart du temps
<b>H<sub>2</sub>S</b>	Généralement présente	Souvent présent
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	Présent seulement dans les eaux polluées	Présent fréquemment sans être un indice systématique de pollution bactérienne
<b>Nitrate, Nitrite, Silice Micropolluant minéraux et organique</b>	Peu abondant en générale présent dans les eaux de payes développées, mais susceptible de disparaître rapidement après suppression des sources	Teneur souvent élevée Généralement absents mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps
<b>Elément vivants</b>	Bactérie (dont certain pathogène) virus, plancton (animale et végétale	Ferro bactérie fréquents

### **3 / Eau potable :**

C'est une eau que l'on peut boire sans risque pour la santé. Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, ne signifie donc pas qu'elle soit exempte de matières polluantes mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur.

Selon ces normes, une eau potable doit être exempte de germes pathogènes (bactéries, virus) et d'organismes parasites. Elle ne doit contenir certaines substances chimiques qu'en quantité limitée. **(GHOMRI. F., 2010).**

A l'inverse, la présence de certaines substances peut être jugée nécessaire comme les oligo-éléments (éléments minéraux) indispensables à l'organisme.

Une eau potable doit être aussi une eau agréable à boire : elle doit être claire, avoir une bonne odeur et un bon goût **(ONEP., 1991).**

### **4 / Eaux de source :**

Une eau de source est une eau d'origine souterraine, microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution.

A l'émergence et au cours de la commercialisation, elle respecte ou satisfait les mêmes limites ou références de qualité, portant sur des paramètres microbiologiques et physico-chimiques, définies pour les eaux de la distribution publique.

Une eau de source est exploitée par une ou plusieurs émergences naturelles ou forées. Les eaux de source ne peuvent faire l'objet que de traitements ou adjonctions autorisés par arrêtés ministériels **(M. DEBABZA., 2005).**

### **5 / Eau minérale :**

Est une eau d'origine souterraine, exempte de bactérie ou de virus et dotée, par les éléments minéraux ou les gaz qu'elle contient, de propriétés thérapeutiques ou de qualités hygiéniques utilisables.

La plupart dépassent donc les exigences de qualité imposées aux eaux destinées à la consommation humaine et leur consommation doit correspondre à des préconisations médicales. L'eau minérale est soumise à une **réglementation spéciale.**

### **I.6. Paramètres caractéristiques de la qualité des eaux :**

Les qualités admises d'une eau d'alimentation impliquent la garantie de son innocuité vis-à-vis de l'homme qui est appelé à la consommer.

Une eau potable doit présenter un certain nombre de caractères physiques, chimiques et biologiques et répondre, à certains critères essentiels (incolor, insipide, inodore...) appréciés par le consommateur. Toutefois, ses qualités ne peuvent pas se définir dans l'absolu, ni d'une manière inconditionnelle.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a édicté des normes internationales pour l'eau de boisson (A. KHADRAOUI, S. TALEB., 2008).

### **I.6.1 Caractéristiques organoleptiques :**

Ces paramètres concernent les qualités sensibles de l'eau : la couleur, la saveur, l'odeur, la transparence. Ils n'ont pas de valeur sanitaire directe, une eau de consommation doit être inodore, incolore. (S. ALI ABBOU, M. BENMLOUKA., 2014).

#### **I.6.1.a Couleur :**

Paramètre traduit une nuisance d'ordre esthétique, la coloration des eaux peut être : Avoir une origine naturelle, industrielle chimique, ou biologique. (S. ALI ABBOU, M. BENMLOUKA., 2014).

Dans l'idéal, l'eau potable doit être claire et incolore. Le changement de couleur d'une eau potable peut être le premier signe d'un problème de qualité.

Ce problème va être traité pour rendre l'eau agréable à boire, même une fois traitée n'est jamais rigoureusement incolore (si on la compare, par exemple à une eau distillée).

Pour l'eau potable, le degré de couleur maximale acceptable est de 15 UC (Unité de couleur) à partir duquel le consommateur peut percevoir la coloration de l'eau dans un verre d'eau. (A. DAHEL Zanat., 2009).

#### **I.6.1.b Odeur et Saveur :**

L'odeur d'une eau est généralement un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition en quantité souvent si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse. Le sens olfactif peut seul, dans une certaine mesure, les détecter (MOKEDDEM. K, et al., 2005).

Toute eau possède une certaine saveur qui lui est propre et qui est due aux sels et aux gaz dissous.

Si elle renferme une trop grande quantité de chlore, l'eau aura une saveur saumâtre, si elle contient de forte quantité de sels de magnésium, l'eau aura un goût amer (BOUZIANI. M., 2000).

### I.6.1.c Turbidité :

La turbidité désigne la teneur d'une eau en particules suspendues qui la troublent. C'est la propriété optique la plus importante des eaux naturelles.

On mesure la turbidité en unités de turbidité néphalométriques (UTN) à l'aide d'un turbidimètre.

Cet instrument envoie un rayon de lumière à travers un échantillon d'eau et mesure la quantité de lumière qui passe à travers l'eau par rapport à la quantité de lumière qui est réfléchiée par les particules dans l'eau (DEGREMONT., 1952).



*Figure 03* : Turbidimètre.

### I.6.2 Caractéristiques physicochimiques :

- **Température :**

Pour l'eau potable, la température maximale acceptable est de 15°C, car on admet que l'eau doit être rafraîchissante.

Quand les eaux naturelles sont au-dessus de 15°C, il y a risque de croissance accélérée de micro-organismes, d'algues, entraînant des goûts et des odeurs désagréables ainsi qu'une augmentation de couleur et de la turbidité.

Les variations de température saisonnières peuvent affecter les eaux, surtout quand elles sont superficielles (A. DUPONT., 1981).

- **pH :**

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité, le pH n'a pas d'effet direct sur la santé mais il présente certain inconvénient. (A. MAIGA., 2005).

Les législations Algériennes et Européennes précisent pour l'eau destinée à la consommation humaine un pH moyennement neutre comme niveau guide  $6,5 < \text{pH} < 8,5$

(A. MAIGA., 2005).

**Tableau n°02:** Grille normative concernant le pH pour estimer la qualité de l'eau en Algérie. (Direction des Affaires Sanitaires et Sociales de la Nouvelle-Calédonie, 2014).

Qualité de l'eau	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	>6, - <9	>5, - <9

- **Salinité :**

La salinité totale d'une eau correspond à la somme des cations et des anions présents exprimée en mg/l. (DEGREMONT., 1952).

- **Résidus secs à 180°C :**

Les Résidus secs obtenus par évaporation, représentent les matières dissoutes et en suspensions d'une eau. (DEGREMONT., 1952).

- **Dureté ou titre hydrométrique (TH) :**

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau est une grandeur reliée à la somme des concentrations en cations métalliques, à l'exception de ceux des métaux alcalins ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ), dans la plupart des cas, la dureté est surtout due aux ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et magnésium  $\text{Mg}^{2+}$  (ions alcalino-terreux).

Un degré hydrotimétrique ( $^{\circ}\text{TH}$ ) correspond à une concentration en ions  $\text{Ca}^{2+}$  ou  $\text{Mg}^{2+}$ . Un degré hydrotimétrique correspond aussi à un degré français ( $1^{\circ}\text{F}$ ). (DEGREMONT., 1952).

- **Conductivité :**

La conductivité de l'eau est une mesure de sa capacité à conduire le courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Elle est proportionnelle à la minéralisation de l'eau. (S. ALI ABBOU, M. BENMLOUKA., 2014).

**Tableau n°03 :** Guide de la conductivité d'une eau destinée à la consommation humaine (K. BENDADA, M. BOULAKRADECHE., 2011).

Conductivité à20°C (µS/cm)	Qualité de l'eau
50 à 400	Qualité excellente
400à 750	Bonne qualité
750 à 1500	Qualité médiocre mais eau utilisable
>1500	Minéralisation excessive

- **Alcalinité :**

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des bicarbonates, carbonates et les hydroxydes, elle est mesurée soit par le titre alcalimétrique (TA) ou par le titre alcalimétrique complet (TAC) (H. TARDATH et J.P. BEAUDRY., 1984).

- **Chlorure :**

Les chlorures existent dans toutes les eaux à des concentrations variables. Ils peuvent avoir plusieurs origines :

- ❖ Percolation à travers des terrains salés.
- ❖ Infiltration d'eaux marines dans les nappes phréatiques.
- ❖ Activités humaines et industrielles.

Les normes Algériennes préconisent pour les chlorures une concentration maximale acceptable de 200 mg/l et une concentration maximale admissible de 500 mg/l. Une présence excessive des chlorures dans l'eau d'alimentation, la rend corrosive pour les réseaux de distribution et nocive pour les plantes.

Une forte fluctuation des chlorures dans le temps peut être considérée comme indice de pollution (BERNE. F., 1972).

- **Autres principaux éléments présents dans l'eau :**

En plus du chlorure présent dans l'eau, elle contient aussi d'autres éléments chimiques, cation et anion qui sont décrit sur le tableau suivant : (DEGREMONT., 2005).

**Tableau n°04** : Principaux éléments présents dans l'eau (DEGREMONT., 2005).

Cations	Anions
Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	Sulfates (SO <sub>4</sub> )
Magnésium (Mg <sup>2+</sup> )	Nitrates (NO <sub>3</sub> )
Sodium (Na <sup>+</sup> )	Nitrites (NO <sub>2</sub> )
Potassium (K <sup>+</sup> )	Chlorures (Cl <sup>-</sup> )
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Carbonate (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )

### I.6.3. Caractères microbiologiques :

Généralement, tous les ressources d'eaux soient des lacs, des rivières, des fleuves, aussi bien des nappes phréatiques un peu profondes, contient 3 type des germes : typiquement aquatique, tellurique (due par ruissellement) et des germes de contamination humaine ou animale (contamination fécal) ; que ce soit le type du germe il peut engendre des maladies infectieuses chez l'homme. (M. DEBABZA., 2005).

En définitive, La majorité des micro-organismes pathogènes (virus, bactéries ou protozoaires) pouvant causer des maladies susceptibles de se trouver dans l'eau, proviennent de déjections humaines ou animales, l'importance de pollution microbiologie nous obliger de faire un traitement avant d'être distribuer au publique. (Z. BELALA., 2006).

L'analyse microbiologique de l'eau distribué à la consommation basée sur la recherche des germes né le concept de "**microorganismes indicateurs de contamination fécale**".

Ces indicateurs sont spécifiques de la flore intestinale, ils ne sont pas nécessairement pathogènes. Mais leur présence en grand nombre dans un milieu aquatique indique l'existence d'une contamination fécale, et donc un risque épidémiologique potentiel. (M. DEBABZA., 2005).

### I.6.3.1 Bactéries :

Le contrôle bactériologique réalisé dans ce contexte, porte sur la quantification des germes indicateurs de contamination fécale : les coliformes et les streptocoques fécaux. D'autres indicateurs non spécifiques ont été utilisés comme complémentaires : les germes totaux et les *Clostridium* sulfito-réducteurs. (M. DEBABZA., 2005).

Implique aussi la recherche de certains germes pathogènes : *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio*, *Pseudomonas aeruginosa* et les *Staphylocoques*. (A. DAHEL Zanat., 2009).

#### A. Bactéries indicatrices spécifiques de pollution fécale :

Ces bactéries ont été choisies parce qu'elles sont présentes en grand nombre dans les selles des animaux à sang chaud qui sont des sources fréquentes de contamination assez grave, qu'elles sont détectables facilement. (A. DAHEL Zanat., 2009).

Trois indicateurs sont à noter :

- **Les Coliformes totaux** : Regrouper un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*, correspondent à des bacilles Gram négatif, non sporulés, aéro/anaérobies facultatifs, possèdent des propriétés caractéristiques de structure et de culture à 35-37°C, ils sont sensibles au chlore. (M. HAMED, et al., 2012). Ils se répartissent en deux catégories :
  - Les germes thermophiles.
  - Les germes psychrophiles (aquatique ou terrigène).
- **Coliformes fécaux (coliformes thermo-tolérants)** : Il s'agit des coliformes possédant les mêmes caractéristiques que les coliformes mais à 44°C, ils remplacent dans la majorité des cas l'appellation : (coliformes fécaux) on cite là l'exemple de E. Coli qui produisent de l'indole à partir du tryptophane, fermente le lactose ou le mannitol avec production d'acide et de gaz. Elle ne peut pas en général se reproduire dans les milieux aquatiques, leur présence dans l'eau indique une pollution fécale récente (LEYRAL. G, et al., 2002).
- **Les streptocoques fécaux** : Ce sont les streptocoques du groupe D. Elles sont des bactéries sphériques groupées en paires ou en chaînes, Gram positif, catalase négatif et anaérobies facultatives. Ce groupe est divisé en deux sous-groupes : *Enterococcus* et *Streptococcus*. (K. SEGHIR., 2008). Leur présence serait donc le signe d'une contamination fécale de l'eau plus ancienne.

### B. Bactéries indicatrices, non réellement spécifiques de pollution fécale :

- **Les Clostridium sulfito-réducteurs** : Ce sont des bactéries à Gram positif, anaérobies strictes, produisant des spores et résistants aux traitements de désinfection dont le plus caractéristique est *Clostridium perfringens*. Elles font partie de la flore tellurique naturelle, aussi bien que dans les matières fécales humaines et animales. C'est pourquoi, leur utilisation en tant qu'indicateurs de contamination fécale d'une eau n'est pas très spécifique.
- **Les bactéries aérobies revivifiables (germes totaux)** : Sa recherche vise à dénombrer non spécifiquement le plus grand nombre de microorganismes, le dénombrement des bactéries aérobies revivifiables à 22°C et 37°C s'effectue dans La gélose glucosée à l'extrait de levure ou PCA. (C. DIOP., 2006).

#### I.6.3.2. Bactéries pathogènes :

Les bactéries pathogènes jouent le rôle de signal d'alarme. En fait, seules les *Salmonella* et les *Shigella* sont des bactéries fréquemment recherchées, en dehors de cas d'épidémies.

Ces dernières années cependant, une certaine importance a été attribuée aux *Yersinia*, *Campylobacter*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Legionella pneumophila*, *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio cholerae*. (M. DEBABZA., 2005).

#### I.6.3.3. Virus :

Parmi les virus présents dans l'eau, on compte le virus de l'hépatite A, le virus de l'hépatite E plutôt confiné dans les milieux tropicaux, le virus commun des gastroentérites, les Adénovirus, les Réovirus. (N. BENKADDOUR., 2016).

#### I.6.3.4 Parasite :

Les protozoaires constituent un groupe diversifié de microorganismes. Ce sont, pour la plupart des organismes libres, qui peuvent vivre dans l'eau de surface et l'eau usée. Elles ne présentent aucun risque pour la santé humaine.

Cependant, certains protozoaires entériques, comme *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum*. Ils sont pathogènes et ont été associés à des éclosions de maladies liées à l'eau potable. Ils peuvent se retrouver dans l'eau potable à la suite d'une contamination par la matière fécale d'humains ou d'animaux.

Persistent à la condition environnementale sous des formes particulières : kyste, oocyste, une fois ingérés, ils entrent en phase de germination, se reproduisent et entraînent la maladie ex: Giardiase, Amibiase, gastro-entérites... (L'OMS-1996 estime l'incidence mondiale de la giardiase à 200 millions de cas par année). (H. TOURAB., 2013).

### I.6.4. Paramètres indésirables ou toxiques :

#### Fer et manganèse :

Ces deux éléments existent dans la plupart des eaux et sont généralement liés ; ils entraînent des conséquences similaires : formation de dépôts, goûts désagréables et prolifération bactérienne.

Bien que nécessaire à la nutrition humaine, le fer et manganèse ne doivent pas dépasser certaines teneurs.

#### Métaux lourds :

Certains éléments sont rarement présents dans les eaux à l'état naturel mais sont apportés par les divers rejets. La dose dangereuse est difficile à fixer car la toxicité de ces éléments est surtout d'origine cumulative.

Les principaux d'entre eux sont : argent, cadmium, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc ...etc. (DEGREMONT., 2005).

### I.6.5. Paramètres biologiques :

Les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborés sous l'influence des microorganismes.

L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goût qui pourra être augmentés par la chloration.

Une eau riche en matière organique doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique. Leur teneur est appréciée, le plus souvent, par des tests tels que la réduction du permanganate de potassium en milieu acide et en milieu alcalin. Les eaux très pures ont généralement une consommation en oxygène inférieur à 1 mg/l (BERNE. F et *al.*,1996).

Selon la classification de « Rodier » :

- ❖ Une eau est très pure pour des valeurs inférieures à 1mg/l.
- ❖ Une eau est dite potable pour des valeurs comprises entre 1 et 2mg/l.
- ❖ Une eau est suspecte pour des valeurs comprises entre 2 et 4mg/l.
- ❖ Une eau est mauvaise pour des valeurs supérieures à 4mg/l.

### **II. Pollution de l'eau :**

#### **II.1/ Définition de pollution de l'eau :**

On appelle pollution de l'eau toute modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui a un effet nocif sur les êtres vivants la consommant.

Quand les êtres humains consomment de l'eau polluée, il y a en général des conséquences sérieuses pour leur santé. Elle peut aussi rendre l'eau inutilisable pour l'usage désiré.

La pollution de l'eau est l'introduction de n'importe quelle substance dans une rivière, un cours d'eau, un lac, ou dans l'océan qui altère les ressources naturelles de cet environnement. Il s'agit parfois d'objets fabriqués par l'homme comme des sacs en plastique, des capsules de limonade, du fil de pêche, des balles ou mêmes des chaussures.

Mais le plus souvent, la pollution de l'eau n'est pas visible. Des produits agricoles fertilisants ou des produits chimiques industriels sont des sources de pollution de l'eau difficile à voir.

Nos activités quotidiennes comme la chasse des toilettes, le lavage des aliments, le nettoyage des voitures sont aussi une cause de pollution de l'eau (**DRIS Abdessamad., 2005**).

#### **II.2/ Origines des pollutions des eaux :**

La pollution des eaux provient essentiellement des activités domestiques et industrielles ainsi que des précipitations, elle perturbe les conditions de vie de la flore et la faune aquatiques, elle compromet également l'utilisation de l'eau et l'équilibre du milieu aquatique.

On distingue quatre grandes catégories d'eaux usées : les eaux domestiques, les eaux pluviales, les eaux industrielles et les eaux agricoles.

#### **II.3/ Différents types de pollution des eaux :**

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique ou biologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et par ses activités. Elle perturbe les conditions de vie et l'équilibre du milieu aquatique et compromet les utilisations de l'eau (**SDAGE., 1996**).

On distingue plusieurs sources de pollution :

- **Pollution domestique :**

Provient des utilisations quotidiennes de l'eau à la maison (eau des toilettes et des lavages). Celles-ci représentent environ 150 litres par jour et par habitant.

On distingue deux types d'eaux usées domestiques :

- Les eaux de lavage ou eaux ménagères, qui proviennent des salles de bain et des cuisines et qui sont généralement chargées de graisses, de débris organiques, de détergents, de solvants.
- Les eaux vannes, qui viennent des toilettes et sont chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

Eaux domestiques traditionnelles s'ajoutent les eaux de pluie et les eaux collectives de lavage des rues, des marchés, des commerces, des bâtiments scolaires, des hôpitaux, ...

Les eaux usées domestiques et collectives représentent 400L/J/h. Elles peuvent être responsables de l'altération des conditions de transparence et d'oxygénation de l'eau, ainsi que du développement de l'eutrophisation dans les rivières.

- **Pollution industrielle :**

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques, leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre en plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micro polluants organiques des hydrocarbures.

Certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un pré traitement de la part des industries avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, elles sont mêlées aux eaux domestiques que l'or qu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution (PAUL. R., 1998).

- **Pollution agricole :**

Pollution agricole se développe depuis que l'agriculture est entrée dans un stade d'intensification, surtout dans le domaine des cultures labourées (sur fertilisation, traitements excessifs, érosion des sols).

Les herbicides, insecticides et autres produits phytosanitaires de plus en plus utilisés s'accumulent dans les sols, les nappes phréatiques et la chaîne alimentaire (3).

- **Pollution pluviale :**

Pendant les périodes orageuses, elles peuvent constituer une importante source de pollution des cours d'eau.

Quand l'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles) pendant son ruissellement, elle se contamine par des résidus: huiles de vidanges, carburants dans le périmètre urbain, et engrais et pesticides en zones rurales (**DEBABZA Manel., 2005**).

### **II.4/ L'impact de la pollution des eaux sur l'environnement :**

La pollution des eaux a un nombre d'effets : en outre elle produit des changements complexes dans les eaux réceptrices et affecte les usages ultérieurs de l'eau de différentes manières plus ou moins apparent.

On distingue trois types de désutilités, de gravité croissante : les polluants peuvent d'abord nuire à l'agrément de la vie, ils peuvent ensuite à la santé de l'homme, ils peuvent enfin menacer la survie même de l'espèce (4).

#### **❖ Impact sur le milieu naturel :**

Une eau usée urbaine ou industrielle peut avoir suivant la nature et concentration de ses constituants, un certain nombre d'effet sur le milieu récepteur, même après avoir subi une épuration.

- Les Matières en suspension, même en concentration faible sont susceptibles de réduire la transparence du milieu.
- La présence de nitrate et de phosphates et l'effet précipité des matières organiques est la modification des équilibres physico-chimiques du milieu et notamment son interaction avec les formes métalliques par des mécanismes de réduction, de précipitation susceptible d'accroître les effets propres de ses métaux sur l'environnement.

#### **❖ Impact sur la faune et la flore :**

Les substances nocives contenues dans les eaux usées déversées dans le milieu naturel peuvent en effet être absorbées et concentrées à plusieurs étapes par des microorganismes aquatiques.

Ces substances peuvent détruire les êtres vivants et végétaux dans les rivières et les lacs, ainsi que les micro-organismes qui interviennent dans l'épuration biologique des eaux usées.

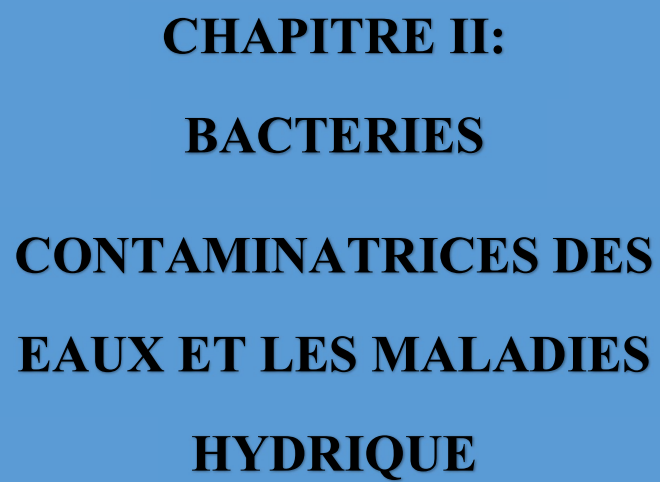
L'altération que l'on peut constater dans la végétation des certains étangs ou les cours d'eau sont souvent le témoin d'une pollution directe par des produits toxiques, ainsi, l'apport trop important d'élément nutritifs peut induire une prolifération intense d'algues aboutissant au phénomène de l'eutrophisation qui limite les possibilités de vie.

L'équilibre des espèces des poissons peut de ce fait être perturbé par la diminution du taux d'oxygène dissouts.

❖ **Impact sur l'homme :**

Les causes des maladies à transmission hydriques sont multiples, et c'est essentiellement la pollution des eaux superficielles par les rejets des eaux usée aggravés par une pluviométrie insuffisante et irrégulière.

L'homme peut être affecté par une pathologie cutanée ou par une Gastro entérite après consommation de fruits de mer, tel que typhoïde, choléra grâce à une consommation de fait par une voie digestive à partir d'eau contaminée par des matières fécales, ou par des mains sales. (LAMBERT. M., 1998).



**CHAPITRE II:**  
**BACTERIES**  
**CONTAMINATRICES DES**  
**EAUX ET LES MALADIES**  
**HYDRIQUE**

## **CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE**

---

### **II. Bactéries contaminatrices des eaux :**

#### **I - définition de la pollution microbienne :**

La pollution microbienne est principalement liée aux eaux usées urbaines. Ces dernières sont très chargées en coliformes, bactéries pathogènes, virus et parasites.

Le réservoir majeur des bactéries responsables des maladies à transmission hydrique se trouve être l'appareil digestif de l'homme et des animaux.

L'élimination de ces bactéries par les matières fécales contamine les égouts urbains, les eaux résiduaires hospitalières et les eaux de surface (**DEBABZA Manel., 2005**).

Parmi les nombreux micro-organismes qui peuplent les eaux douces, la plupart jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement biogéochimique des écosystèmes aquatiques mais d'autres ne prennent pas part à ce fonctionnement et ne font qu'être véhiculés par l'eau des rivières.

Ces derniers proviennent essentiellement du tube digestif des hommes et des animaux. C'est de ces micro-organismes « fécaux » qu'il sera question ici.

La plupart d'entre eux sont inoffensifs ; ils ne font que témoigner de l'existence d'une contamination des eaux par des excréments humains ou animaux (**SERVAIS Pierre., 2009**).

#### **II- Les différentes bactéries pathogènes peuvent survivre ou se multiplier dans l'eau**

Parmi ces bactéries on trouve :

- 1. Les coliformes totaux.**
- 2. Les coliformes fécaux.**
- 3. *Escherichia coli*.**
- 4. *Pseudomonas aeruginosa*.**
- 5. *Staphylococcus aureus*.**

## **CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE**

---

### **1/ Les coliformes totaux :**

#### **II-1-1 Définition des coliformes :**

Les coliformes totaux sont des entérobactéries qui incluent des espèces bactériennes qui vivent dans l'intestin des animaux homéothermes, mais aussi dans l'environnement en général (sols, végétation et eau).

- Ce groupe bactérien est utilisé comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau parce qu'il contient notamment des bactéries d'origine fécale, comme *Escherichia coli* (*E. coli*) (CEAEQ., 2015).
- Ce sont des bactéries en forme de bâtonnets, non sporulées, Gram négatifs, oxydase négatifs.
- Les coliformes sont des aérobies ou anaérobies facultatives, capables de croître en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaires, et capables de fermenter le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37°C.
- Possédant l'enzyme  $\beta$ -galactosidase, qui permet de libérer un agent chromogène utilisé dans des milieux de culture servant à les identifier.
- Leurs résistances aux agents antiseptiques, et notamment au chlore et à ses dérivés, est voisine de la résistance des bactéries pathogènes vis-à-vis desquelles ce type de traitement est instauré; ils constituent donc des indicateurs d'efficacité de traitement.
- Le dénombrement des coliformes totaux est un examen capital pour la vérification de l'efficacité d'un traitement désinfectant, et d'intérêt plus nuance pour déceler une contamination d'origine fécale.
- Les principaux genres bactériens inclus dans le groupe sont : *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella* et *Serratia* (WHO., 2011).

#### **Citrobacter :**

Les bactéries du genre *Citrobacter* font partie de la famille des *Enterobacteriaceae*; il s'agit de bacilles ou de coccobacilles Gram négatif et facultativement anaérobiques de 0,3 à 1  $\mu\text{m}$  de diamètre et de 0,6 à 6  $\mu\text{m}$  de long (ABBOTT. S., 2007).

Dont la mobilité est assurée par des flagelles péritriches (HOLMES. B., 1998).

## ***CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE***

---

Les bactéries du genre *Citrobacter* fermentent le mannitol et produisent du H<sub>2</sub>S gazeux; elles sont aussi capables d'utiliser le citrate de sodium comme unique source de carbone (KNIREL. Y et *al.*, 2002).

Le genre peut être divisé en 43 sérogroupes O selon l'antigène O du lipopolysaccharide (LPS) et en 20 groupes selon la composition en sucres du LPS.



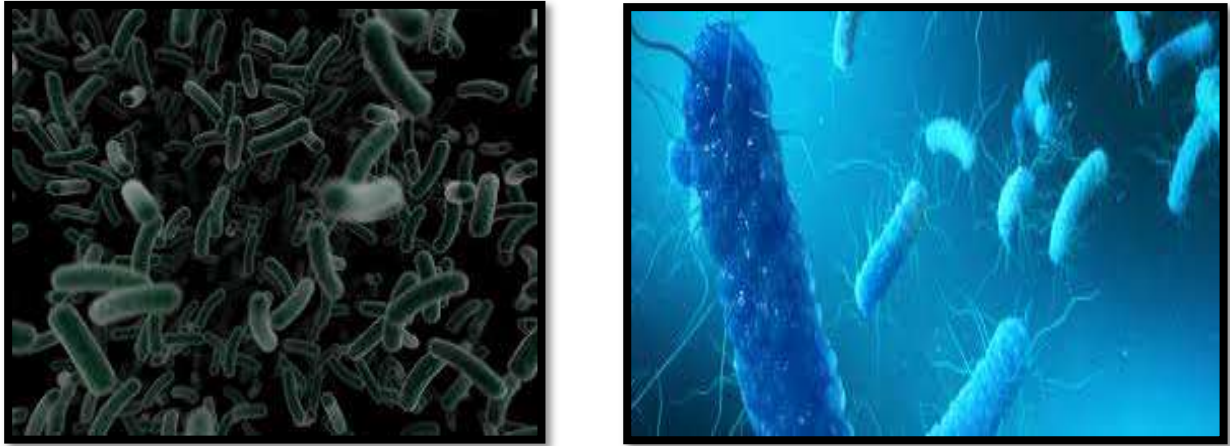
**Figure 04 : *Citrobacter* (Alamyimages.fr).**

### **Enterobacter :**

Les espèces du genre *Enterobacter* font partie de la famille des *Enterobacteriaceae*. Les espèces du genre *Enterobacter* sont des bacilles Gram négatif anaérobies facultatifs mesurant 0,6 à 1 µm de diamètre et 1,2 à 3 µm de longueur; ils se déplacent grâce à un flagelle péritriche et sont dotés de pilus de classe 1.

Ils produisent un acide à partir de la fermentation du glucose, donnent une réaction négative à l'épreuve au rouge de méthyle et une réaction positive au test de Voges-Proskauer; leur température optimale de croissance est de 30 °C. Quatre-vingts pour cent des bacilles sont encapsulés (5).

## CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE



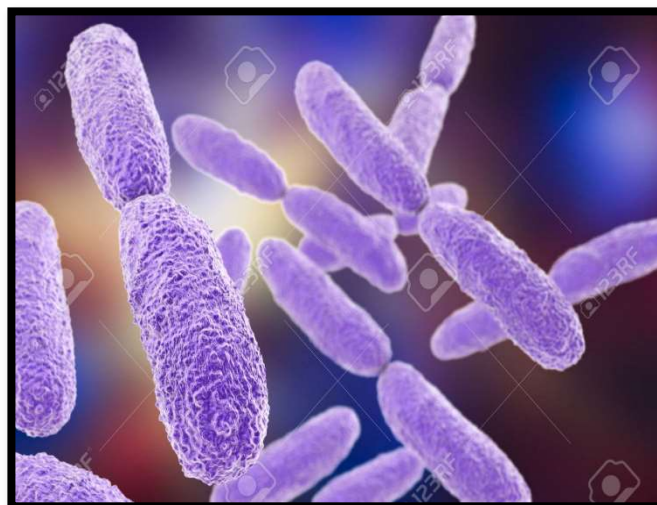
**Figure05** : Espèces *Entérobacter* (hygiene-in-practice).

### *Klebsiella* :

Les espèces du genre *Klebsiella* sont des bactéries Gram négatif en forme de bâtonnet, non mobiles et généralement encapsulées, qui appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae* (JANDA. J. M et ABBOTT. S. L., 2006).

Ces bactéries produisent de la lysine-décarboxylase, mais pas d'ornithine décarboxylase, et donnent en général un résultat positif au test de Voges-Proskauer.

Les membres de la famille des *Enterobacteriaceae* sont habituellement des anaérobies facultatifs, et leur taille varie de 0,3 à 1,0  $\mu\text{m}$  de largeur et de 0,6 à 6,0  $\mu\text{m}$  de longueur . (ABBOTT. S.L., 2007). Les espèces du genre *Klebsiella* forment souvent des colonies mucoïdes.



**Figure 06** : Espèce *Klebsiella* (fr.123rf)

## CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE

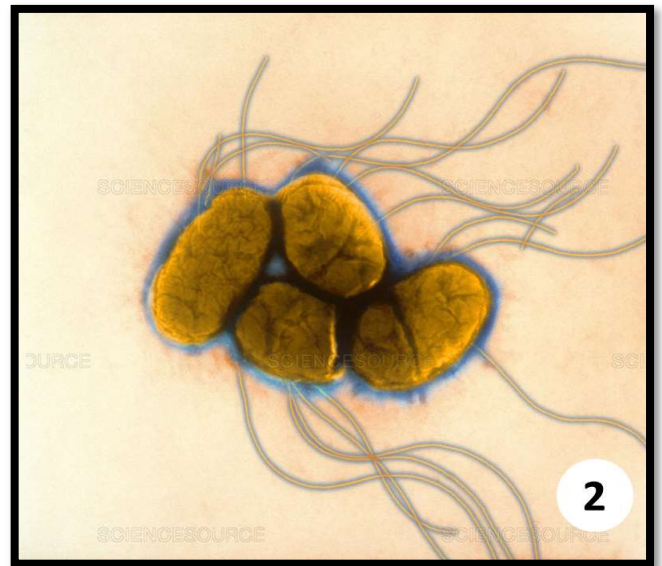
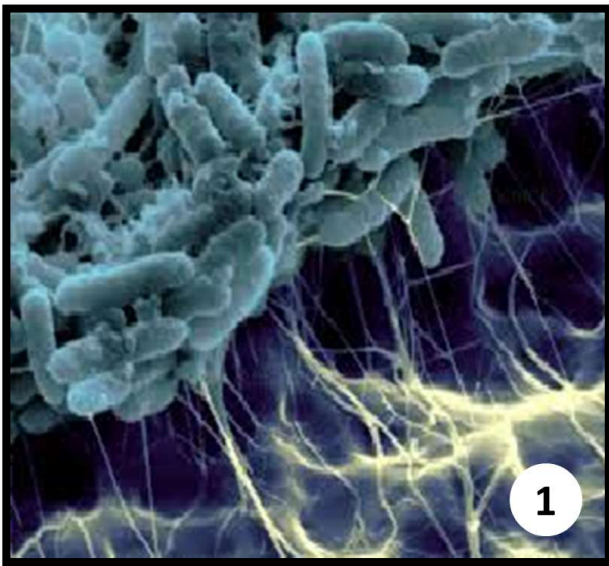
### Serratia :

Les espèces du genre *Serratia* sont des bactéries anaérobies facultatives, chimio-organotrophiques, ayant de faibles besoins nutritionnels, qui appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae* (GRIMONT. F., 1992).

Ce sont des bâtonnets Gram négatif qui mesurent 0,9 à 2  $\mu\text{m}$  de longueur et 0,5 à 0,8  $\mu\text{m}$  de diamètre. (VAN HOUDT. R., 2007).

Elles possèdent un flagelle péritriche qui leur permet de nager et de se déplacer en faisceau en forme d'hélice (avec différenciation) et elles sont omniprésentes dans le sol, l'eau et à la surface des plantes.

Les espèces du genre *Serratia* produisent également des  $\beta$ -lactamases et produisent des processus métaboliques.



**Figure 07** : *Serratia marcescens* (1. *Serratia Liquefaciens*,  
2. *Serratia marcescens*) (Science source).

## **CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE**

---

### **2/Les coliformes fécaux (coliformes thermotolérants):**

#### **A/ Définition :**

Ce sont des coliformes qui présentent les mêmes propriétés et caractéristiques des coliformes totaux après incubation à la température de 44°C.

Le groupe des coliformes fécaux comprend les espèces suivantes:

*Citrobacterfreudii*, *Citrobacterdiversus*, *Citrobacteramalonaticus*, *Enterobacteraerogenes*, *Enterobactercloacae*, *Esherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Moellerella wisconsensus*, *Salmonella* (sous-genre III *Arizona*), *Yersinia enterolitica* (**MOHAMED BEN ALI Rim., 2014**).

La présence de coliformes fécaux dans un milieu aquatique, et plus particulièrement d'E.coli, est considérée comme un bon indicateur d'une contamination récente du milieu par du matériel fécal humain ou d'animaux à sang chaud.

Néanmoins, leur mise en évidence dans l'eau n'est pas la preuve de la présence de pathogènes, mais elle permet de la suspecter fortement.

Un autre test peut fournir les mêmes indications que celles fournies par le dénombrement des coliformes fécaux, c'est le dénombrement des E. coli présumes qui correspondent à des coliformes thermotolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane, à 44°C.

L'examen peut donc être orienté vers l'un ou l'autre de ces dénombrements (**DEBABZA Manel., 2005**).

#### **3/ *Escherichia coli* :**

*Escherichia coli* (E. coli) est l'espèce type du genre *Escherichia* des entérobactéries. Appelée communément "colibacille" c'est-à-dire. "Bacille a colon".

*E.coli* est un habitant de l'intestin et les selles des animaux et des reptiles à sang chaud (**Olivier TENAILLON, David SKURNIK et al., 2010**).

Cette espèce qui a fait l'objet d'un très grand nombre d'études constitue le modèle des bacilles à Gram- aérobies. La plupart des *E. coli* se multiplient rapidement (18 à 24 h) sur les milieux habituels.

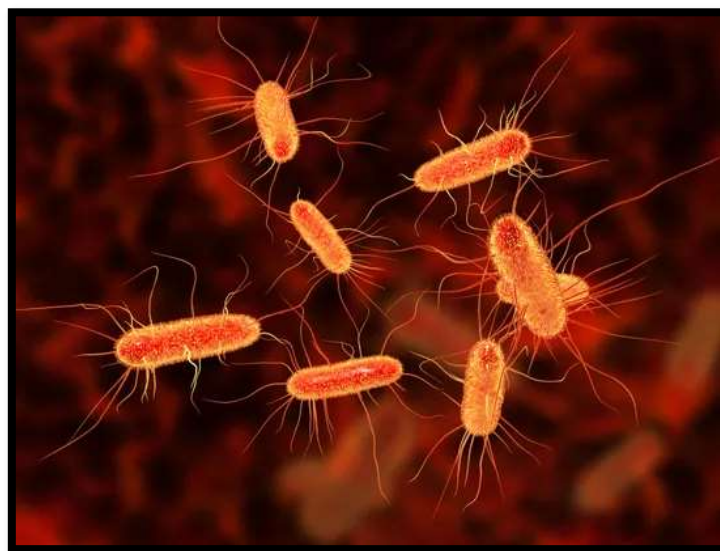
## **CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE**

---

Les colonies ont en moyenne 2 mm de diamètre, (**Souhila BOUBRIT et Nafaa BOUSSAD., 2007**). Et 2 à 4 microns de long sur 0,4 à 0,6 microns de large (6).

Elles sont rondes, plates et à bords réguliers. C'est une protéobactéries, polynucléaires, neutrophiles, commensale et saprophytes.

*Escherichia coli* bactérie du groupe coliforme qui fermente le lactose et le mannitol, produisant de l'acide et du gaz à  $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  pendant 24 heures, produit de l'indole à partir de tryptophane, oxydase négative, n'hydrolyse pas l'urée et présente les enzymes  $\beta$  galactosidase et la glucuronidase, et est considéré comme l'indicateur le plus précis de la contamination fécale récente et de présence éventuelle de micro-organismes pathogènes.



**Figure 08 : Espèce d'*E.coli* (topsante.com).**

#### **4/ *Pseudomonas aeruginosa* :**

Le genre *Pseudomonas*, de la famille des *Pseudomonadaceae*, regroupe des bactéries mobiles aérobies Gram négatif, de 2 à 4  $\mu\text{m}$  de longueur, en forme de bâtonnets renflés, avec un flagelle polaire qui joue un rôle important dans la pathogénicité (**WILLCOX. M., 2007**).

Ces bactéries sont asporulées et peuvent produire des pigments, tels que la pyocyanine (vert-bleu) et la pyorubrine (jaune-vert) fluorescentes (**KIBBLER. C., 2004**).

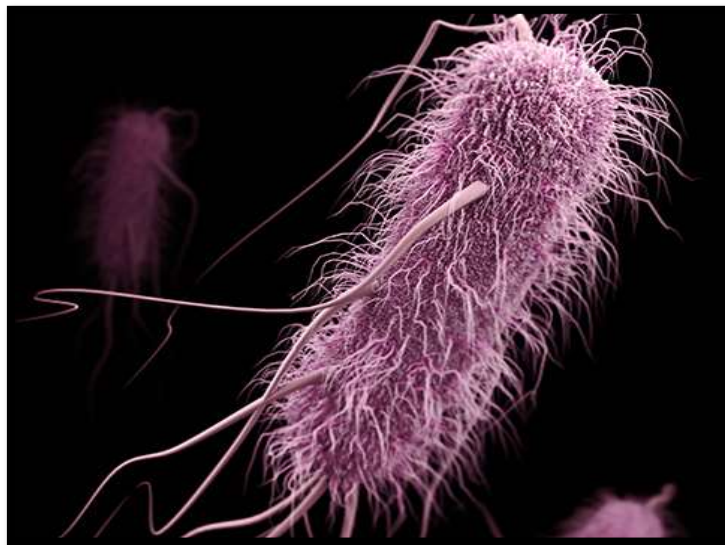
*P. aeruginosa* peut sécréter un vaste éventail de toxines extracellulaires, notamment l'exotoxine A et des entérotoxines (**LIU. P., 1974**).

## ***CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE***

---

D'autres substances comme l'acide hydrodynamique, des enzymes protéolytiques, des biofilms et des substances hémolytiques peuvent également contribuer à la pathogénicité de cette espèce.

La combinaison de toxines et de substances dangereuses est un facteur qui joue un rôle déterminant dans la forte virulence de *P. aeruginosa* dans différents hôtes. (STOVER. G., 1983).



**Figure 09: *Pseudomonas aeruginosa* (Washington University).**

### **5/ *Staphylococcus aureus* :**

Découvert dans les années 1880 par le célèbre Louis Pasteur.

Les bactéries du genre *Staphylococcus* sont des coques (cocci) à Gram positif, groupés en amas ayant la forme de grappes de raisin, immobiles, non sporules, catalase positive et oxydase négative. (WALID et YACINE., 2010).

Elle a une forme sphérique les bactéries d'environ 1  $\mu\text{m}$  de diamètre (KONRAD Plata et al., 2009).

Les *Staphylocoques* sont facultatifs et possèdent une catalase qui permet de les différencier des *Streptocoques*. Ils sont asporulés et en général sans capsule.

## ***CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE***

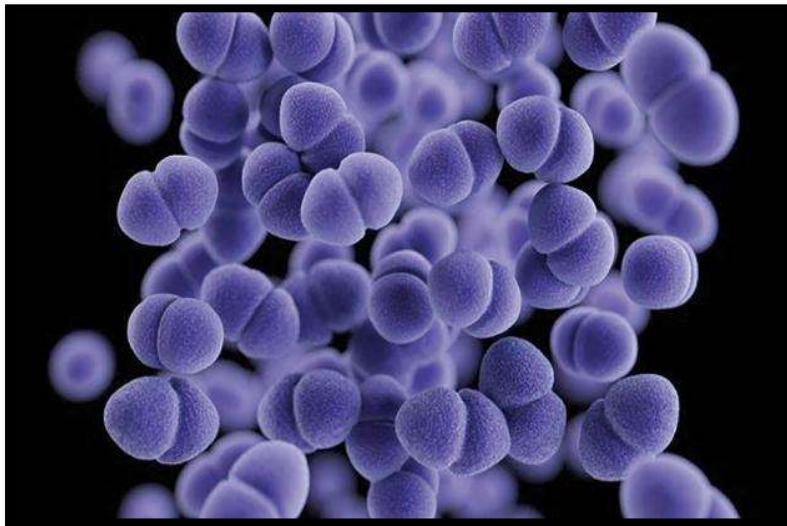
---

Les *Staphylocoques* dits à coagulase positif comme *S. aureus* ont un pouvoir pathogène important dû à la présence de l'enzyme staphylocoagulase (**Dr CHRISTOPHE Constant Chechomkammogne., 2010**).

Le *Staphylococcus aureus* (*S.aureus*) est une bactérie commune ou germe qui peut vivre dans le nez, la peau ou dans l'intestin et colonise la peau et des surfaces muqueuses de l'être humain ainsi que de plusieurs espèces animales (**WERTHEIM H.F.L. et DEN Haag., 2005**).

*S. aureus* est équipé d'un grand nombre de facteurs de surface favorisant la colonisation de l'hôte.

Elle résiste aux pénicillines M et à toutes les  $\beta$ -lactamines. La résistance est souvent associée à d'autres résistances (aminosides, fluoroquinolones et à pénicillinases).



***Figure 10 : Staphylococcus aureus (Espace de sciences)***

## ***CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE***

---

### **III. Les maladies à transmission hydrique (MTH) et impact sur la santé :**

#### **A/ Introduction :**

Les risques induits par l'eau de boisson peuvent être divisé en trois catégories sont : les risques à court terme, moyen terme et long terme.

Le risque à court terme correspond au risque pris en ne buvant qu'un seul verre d'eau : il est exclusivement microbiologique.

Les risques à moyen et long terme sont liés à la consommation régulière et continue durant des semaines, des mois, même des années d'une eau contaminée chimiquement **(MONTIEL., 2004)**.

De ce fait, l'eau est le vecteur privilégié de nombreuses pathologies à transmission hydrique **(VINCENT. M., 2014)**. Ces principales pathologies peuvent être d'origine bactérienne, virale, parasitaire, liées à la présence de substance chimique dans l'eau et liées au manque d'eau.

#### **B/ Les maladies à transmission hydrique :**

Les maladies à transmission hydrique appelées par contraction (MTH) sont des infections dues par l'ingestion d'eau contaminée par certains germes, comme les bactéries, les virus ou les parasites issues d'une fèces humaine ou animale. **(H. TOURAB., 2013)**.

Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), plus d'un milliard de personnes à travers le monde n'ont pas accès à un l'eau salubre.

Toujours selon l'OMS en 1990, près de 5 millions d'enfants dans le monde sont morts de maladies à transmission hydrique. **(A. N'DIAYE., 2008)**.

Dans son rapport du 26 juin 2008, l'OMS estime que l'eau sale est à l'origine de 9,1% des maladies et de 6% des décès enregistrés chaque année dans le monde.

Les enfants sont les premières victimes, Il y a une forte inégalité entre les pays riches et pauvres : l'eau est à l'origine de moins de 1% de la morbidité dans les pays développés, cette proportion atteint 10% dans les pays en développement. **(Revue de presse thématique n° 27 .2003)**.

## **CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE**

En 2009, 1,1 milliard de personnes n'ont aucun accès à une source d'eau salubre. La conséquence directe est que 1,6 million de personnes meurent chaque année de maladies diarrhéiques. (Revue de presse thématique n° 27 .2003).

Le tableau ci-dessous montre les principales pathologies humaines transmissibles par l'eau, les germes responsables et les différentes origines de ces pathologies.

**Tableau n° 05:** Principales infections humaines transmissibles par l'eau (HARTEMANN., 2004).

Pathologies	Agent responsable	Origine la plus fréquente
<u><b>Pathologie digestive</b></u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fièvres typhoïde</li> <li>• Gastro-entérites</li> <li>• Choléra</li> <li>• Hépatites A, E</li> </ul>	<i>Salmonella typhi</i> (PARA A – B) <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>E. coli</i></li> <li><i>Salmonella sp.</i></li> <li><i>Shigella sp.</i></li> <li><i>Yersinia</i></li> <li><i>Campylobacter</i></li> <li>• <i>Giardia</i></li> <li><i>Cryptosporidium</i></li> <li>• Rotavirus</li> <li><i>Vibrio cholerae</i></li> <li>Virus</li> </ul>	Aliments Eau de boisson (EB) EB Aliments crus Baignades EB, Aliments
<u><b>Pathologie respiratoire-ORL</b></u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Légionellose</li> <li>• Mycoses pulmonaires</li> <li>• Affections ORL</li> <li>• Méningo-encéphalites Amibiennes</li> </ul>	<i>Legionella sp.</i> <i>Aspergillus sp</i> <i>Actinomyces</i> Thermophiles Adénovirus Reovirus	Eaux aérosolisées Compostage Piscines Baignades Baignades (eau douce)
<u><b>Pathologie cutanéomuqueuse</b></u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dermatomycoses</li> <li>• Candidoses</li> <li>• Leptospirose</li> <li>• Suppurations Bactériennes</li> <li>• Dermatites</li> </ul>	Dermatophytes <i>Candida albicans</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Leptospires</i></li> <li>• Streptocoque Hémolytique du groupe A</li> <li>• <i>Staphylococcus</i></li> <li>• <i>Pseudomonas</i></li> <li><i>Furcocercaires</i></li> </ul>	Métiers au contact de l'eau : piscines, baignades, eaux usées, terrassement

## **CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE**

### **B.1. Les maladies d'origine bactérienne :**

Les eaux peuvent transmettre un certain nombre de maladies d'origine bactérienne. On les cite avec les différents germes en cause:

#### **B.1.1. Le choléra :**

C'est une maladie infectieuse diarrhéique à caractère épidémique, d'origine bactérienne, transmise par voie digestive.

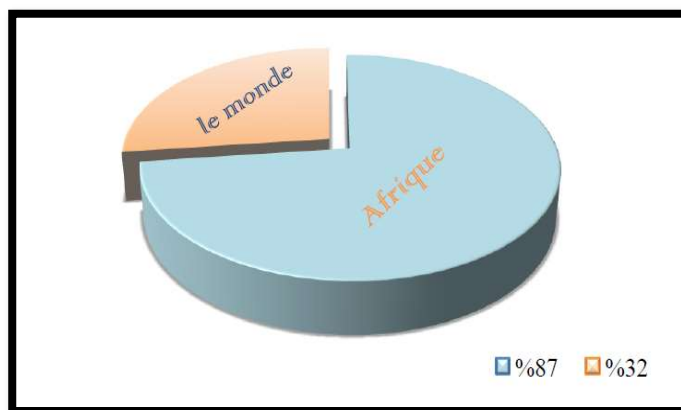
L'agent pathogène de Choléra est un bacille Gram- : *Vibrio cholerae*. Il s'agit d'une bactérie appartenant à la famille des Vibrionaceae et au genre du cholerae. Ce germe libère une exotoxine thermolabile et entraîne une hypersécrétion d'eau.

La transmission de ce germe est donc hydrique ou inter-humaine: eaux polluées, produits marins contaminés, fruits et légumes irrigués, mains sales (toilette et transport des cadavres, repas).

Le syndrome « cholérique » est caractérisé par l'apparition brutale d'une diarrhée aqueuse, eau de riz, d'odeur fade, sans glaire ni sang, avec des vomissements abondants, entraînant une déshydratation rapide et sévère réalisant la triade « diarrhée aqueuse, vomissements, déshydratation ».

Le nombre d'émission est de l'ordre de 10 à plus de 50 par jour (4 à 20 litres de liquides) (PIAR Roux., 2002; AUBRY., 2013).

L'OMS estime dans l'année 2000 près de 140.000 cas causent approximativement 5000 morts furent annoncés à l'OMS, l'Afrique comptait 87 % de ces cas (A. N'DIAYE., 2008).



**Figure 11 : L'incidence de Choléra dans le monde (A. N'DIAYE., 2008).**

## CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE

### ▪ Evolution des épidémies de choléra en Algérie:

En Algérie, ce pire est revenu. Le choléra, introduit en 1971 et constater 1332 cas et 110 décès, le pic choléra peut être considéré comme une catastrophe épidémiologique national en 1986 (8000 cas clinique de choléra et 450 décès), le nombre de cas de cette maladie est à diminué sensiblement depuis le début des années 1990. (A. N'DIAYE., 2008). (Figure 12).

### B.1.2. Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes :

Ce sont de véritables septicémies dues à des salmonelles : Salmonella typhi et Salmonella paratyphi A, B, et C.

Elles sont caractérisées par de la fièvre, céphalées, diarrhée, douleurs abdominales, accompagnées d'un abattement extrême (le tufhos) et peuvent avoir des complications graves, parfois mortelles : hémorragies intestinales, collapsus cardiovasculaire, atteintes hépatiques, respiratoires, neurologiques.

La contamination se fait par voie digestive à partir d'eaux contaminées par des matières fécales, d'aliments avariés ou encore par des mains sales. (MOUFFOK., 2001).

La bactérie traverse sans la léser la barrière intestinale et se fixe dans les ganglions mésentériques. Après incubation elle se réprend dans la circulation sanguine ce qui conduit à une septicémie. Elle libère lors de son élimination une endotoxine neurotrope qui lèse le système abdominal provoquant des ulcérations (POTELON et ZYSMAN., 1998).

La toxine peut être également responsable de troubles plus généraux par atteinte du système nerveux central. La bactérie est retrouvée dans les selles du malade dans 50 % à 80% des cas (PILET et al., 1987).

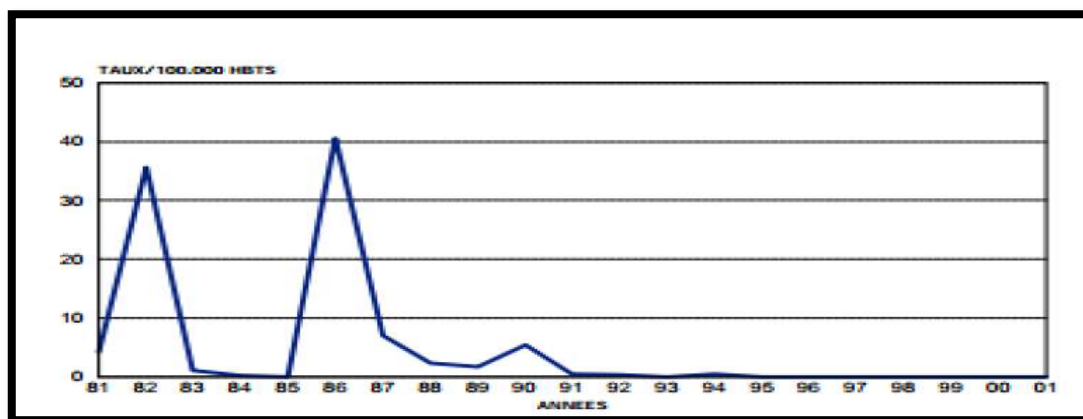


Figure 12 : L'incidence du Cholera en Algérie (1981-2001). (A. N'DIAYE., 2008).

## CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE

### ▪ Evolution de la fièvre typhoïde:

Les typhoïdes touchent dans le monde 500000 personnes et provoquent 25000 morts par an particulièrement fréquentes dans les pays en voie de développement (A. N'DIAYE., 2008).

En Algérie, la situation épidémiologique de la fièvre typhoïde est nettement améliorée au cours de ces dernières années.

Le taux d'incidence de la fièvre typhoïde est stable, il est passé de 0,62 % en 2010 à 0,59 % cas pour 100.000 habitants en 2011. Elle représente 3,1% de l'ensemble des cas de MTH ; Dans la wilaya de Tébessa cette maladie résulte 1 seul cas/694131Pop\*.

(Population estimée à partir du recensement 2008 et des données actualisées par l'ONS –Organisation National de la santé). (N. BAZIZ., 2008) (Figure13).

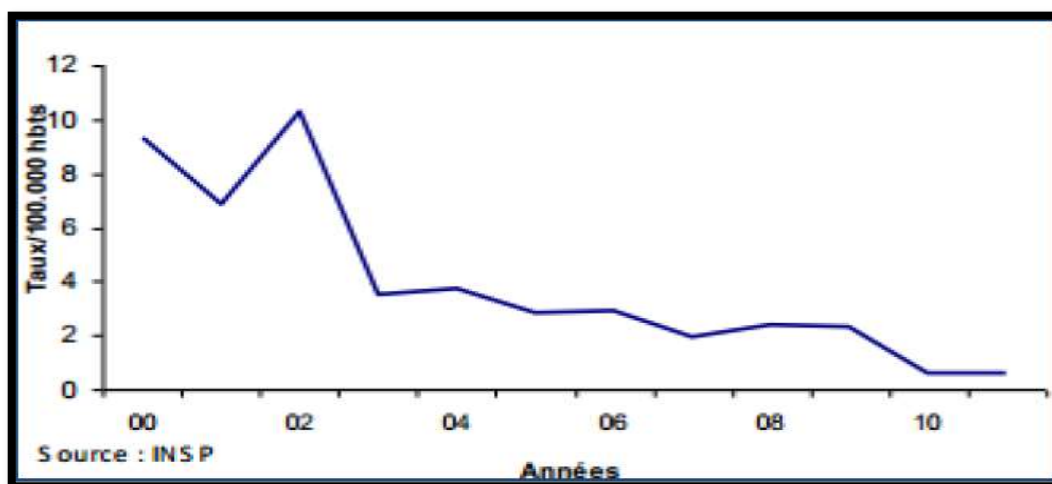


Figure 13 : L'incidence de la Fièvre Typhoïde en Algérie (2000-2011). (N. BAZIZ., 2008).

### B.1.3. La gastro-entérite :

Appelée familièrement « gastro », est une inflammation intestinale faisant suite à une infection touchant les muqueuses présentes dans l'estomac et l'intestin. Cette pathologie est due dans la majorité des cas à un virus ou plus rarement à des bactéries.

La gastro-entérite bactérienne est généralement transmise par l'eau ou par les aliments souillés et causée par des salmonelles, des staphylocoques et des shigelles. Elle se manifeste essentiellement par les symptômes suivants : des nausées, des vomissements, des crampes abdominales et de la diarrhée (MASSCHELEIN., 1996 e ; HORDE., 2014).

## CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE

### B.1.4. La Shigellose ou Dysenterie bacillaire :

Les shigelles sont responsables de toute une variété de signes cliniques allant de la diarrhée aqueuse légère, jusqu'à la dysenterie sévère. Elles sont résistantes aux effets destructeurs des acides facilite la propagation digestive intraluminale de la bactérie. (C. NTEMBUE., 2013).

- La situation épidémiologique du Shigellose:

Pour les pays pauvres, la Shigellose constitue un véritable défi de santé publique, c'est la plus meurtrière des maladies diarrhéiques : elle tue chaque année entre 700 000 et 1 million de personnes dans le monde (C. NTEMBUE., 2013).

En Algérie, la situation épidémiologique concernant les dysenteries s'est nettement améliorée avec une nette diminution du taux d'incidence passée de 1,57% en 2010 à 1,44 cas pour 100.000 habitants en 2011.

Pendant l'année 2011 la dysenterie représente 7,4% de l'ensemble des cas de MTH ; 00 cas a été mesure dans la wilaya de Tébessa au cours de l'année 2011. (N. BAZIZ., 2008).

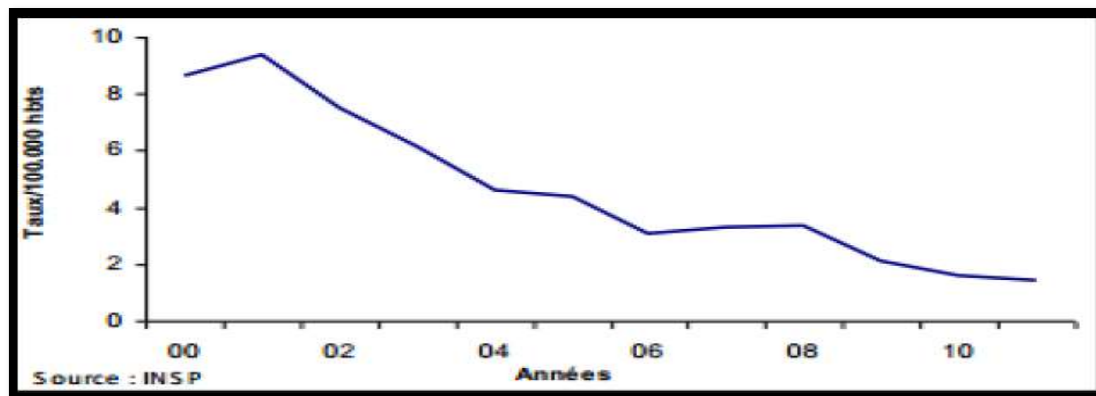


Figure 14 : L'incidence de dysenterie en Algérie (2000-2011). (N. BAZIZ., 2008).

Quelques bactéries opportunistes (*Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter aerogenes*), responsables d'infections respiratoires, génito-urinaires ou de septicémies chez les patients débilisés, surtout en milieu hospitalier.

## ***CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE***

---

### **B .2. Les maladies d'origine virale :**

Aux côtés des maladies d'origine bactérienne, nous avons des maladies virales. Dont on peut citer :

#### ➤ **L'hépatite A : Les hépatites virales**

Certaines hépatites virales peuvent être contractées en consommant une eau ou des aliments contaminés. Il s'agit de l'hépatite A et de l'hépatite E. Il s'agit de maladies potentiellement sévères donnant une symptomatologie très voisine.

Le risque de contamination est d'autant plus élevé que la circulation du virus est plus importante. Elle est bénigne dans près de 99% des cas.

L'agent causal de cette maladie est le virus de l'hépatite A (VHA) appartenant à la famille de Picornaviridae genre Héparnavirus.

Le virus de l'hépatite A (VHA) se transmet en général par voie féco-orale, soit par contact direct d'une personne à l'autre, soit par ingestion d'eau ou d'aliments contaminés.

Ces virus sont très présents dans les régions tropicales. Il existe une vaccination préventive pour ce qui concerne le virus de l'hépatite A.

"La vaccination est recommandée pour tous les voyageurs devant séjourner dans un pays à hygiène précaire, quelles que soit les conditions du séjour (7).

#### ➤ **La poliomyélite :**

Il s'agit d'une maladie très contagieuse provoquée par un virus qui envahit le système nerveux et peut entraîner en quelques heures une paralysie totale. Il pénètre dans l'organisme par la bouche et se multiplie dans les intestins.

On observe dans les symptômes initiaux de la fièvre, de la fatigue, des céphalées, des vomissements, une raideur de la nuque et des douleurs dans les membres.

Une paralysie irréversible (des jambes en général) survient dans un cas sur 200. Entre 5 et 10 % des patients paralysés meurent lorsque leurs muscles respiratoires cessent de fonctionner.

- **Personnes exposées au risque de poliomyélite :** La polio touche principalement les enfants de moins de cinq ans.

## **CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE**

---

- **Prévention de la poliomyélite :** Comme il n'existe pas de traitement, la prévention constitue la seule option. L'administration du vaccin à plusieurs reprises confère à l'enfant une protection à vie.
- **Nombre de cas :** Il a diminué de plus de 99 % depuis 1988, passant de plus de 350 000 cas estimatifs à 1919 cas déclarés en 2002 (au 16 avril 2003). Ce recul est le résultat de l'effort fait au niveau mondial pour éradiquer la maladie (8).

### **B.3. Les maladies d'origine parasitaire :**

En plus des maladies d'origine bactérienne et virale, on trouve les épidémies d'origine hydrique dues à des parasites par exemple : l'ankylostomose, la dracunculose, leténiasis...etc.

#### **B.3.1. La bilharziose :**

Aussi, maladie parasitaire transmise par la douve *Schistosoma mansoni* qui vit dans les veines abdominales de l'homme et expulse ses œufs dans l'urine et les fèces.

La maladie est répandue dans les régions tropicales et 2 millions de personnes seraient touchées. La victime succombe généralement après des années d'affaiblissement mental (MASSCHELEIN., 1996).

#### **B.3.2. L'onchocercose :**

Est une maladie parasitaire que l'on trouve particulièrement en Afrique et qui engendre la cécité.

Le parasite responsable est un ver véhiculé par une mouche c'est la simulie, dont les larves vivent dans les eaux courantes.

Pour tuer cette larve et éradiquer la maladie, les eaux des rivières doivent être traitées aux insecticides pendant parfois plusieurs années (BOUSSINESQ., 1997).

#### **B.3.3. Le plasmodium :**

Est l'agent responsable du paludisme, est un protiste qui ne vit pas dans l'eau. Il parasite un moustique qui lui en a besoin et qui se satisfait de la moindre eau stagnante.

Cette maladie transmise à l'homme par la simple pique d'un moustique infecté, se traduit par des accès intermittents de fortes fièvres (OMS, 2006 ; ANOFEL., 2014).

## **CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE**

---

Il est à noter que le risque microbien et parasitaire est fortement lié à la sensibilité immunologique des individus, donc à leur statut vaccinal (dans certains cas) ou physiopathologique dans le cas des sujets immunodéprimés, avec l'exemple du syndrome d'immunodéficience acquise (Sida) pour les microsporidies ou cryptosporidies. Ajoutons que le risque microbiologique s'enrichit progressivement au fil des connaissances: c'est notamment le cas pour certaines bactéries non fécales, pour des virus, pour les protozoaires mais aussi pour des micro-algues et leurs toxines, les plaçant à la frontière des aspects microbiologiques et toxicologiques (HARTEMANN., 2004).

### **B.3.4. L'amibiase**

L'amibiase est une parasitose cosmopolite causée par l'amibe dysentérique et provoque la dysenterie amibienne.

De nombreuses espèces d'amibe vivent dans le gros intestin de l'homme, seule l'une d'elles; *Entamoeba histolytica*, est susceptible de déclencher une amibiase, c'est la seule qui possède en effet la capacité de traverser la muqueuse de l'intestin et d'en détruire la paroi où nourrit exclusivement d'hématies où il provoque une nécrose locale et des ulcères.

Ce parasite est présent sous sa forme enkystée dans l'eau ou les aliments souillés qui sont très résistants.

Les symptômes habituels de la maladie sont la diarrhée, la fièvre et des crampes abdominales, l'infection peut se compliquer; L'amibe change alors de biotope, gagne d'autres organes elle entraîne diverses manifestation intestinales et extra intestinales (hépatique, pulmonaire, ...). (L. BENAYADA., 2011).

### **B.3.5. Les Giardases :**

La Giardiase est une parasitose de l'intestin grêle, due à un protozoaire flagellé : *Giardia intestinalis*.

La transmission du parasite se fait principalement par l'ingestion d'eau ou d'aliment contaminés par les formes kystiques du parasite.

On sait actuellement que c'est un parasite, touchant 10 à 20 % des populations vivant en climat tempérés et chauds, Il semble que la présence des *Giardia* entraîne des troubles dans

## ***CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE***

---

l'absorption de divers aliments ou vitamines, si l'infestation est peu importante, elle peut rester latente.

Parfois, le début est brutal, après incubation de 10 à 15 jours, avec des symptômes gastro-entérite aigüe avec des douleurs abdominales, ballonnement, nausées, anorexie, vomissements, et diarrhée aqueuse. (L. BENAYADA., 2011).

### **B.3.6. Les helminthes :**

Tous les helminthes ne sont pas véhiculés par l'eau ; aussi il n'est pas recommandé de les surveiller de façon continue.

Les helminthes pouvant être transmis par l'eau de boisson sont regroupés en trois grande catégories : Les trématodes, les cestodes (ténias), et les nématodes (vers ronds).

L'eau est un milieu favorable pour le développement de nombreux vers parasites de l'homme ou des animaux (ténia, bilharzies, ascaris etc....).

Les helminthes, leurs œufs et leurs larves ne sont pas éliminés par la désinfection, par contre ils le sont par la filtration (BEGA., 2006).

### **B.4 Les risques liés à la présence des substances chimiques dans l'eau :**

L'être humain trouve une grande part de ses besoins en substances minérales dans l'eau de boisson. C'est en général la présence d'un excès de certains éléments qui peut induire soit directement, soit indirectement, des effets néfastes pour la santé.

Les effets ne se manifestent généralement qu'à moyen ou long terme et peuvent prendre des formes très diverses telles que cancérogénicité, mutagénicité, troubles métaboliques (SAVARY., 2010).

A moyen terme, des pathologies ont été identifiées, induites par le fluor c'est la fluorose dentaire qui peut être apparaitre à partir de 4mg.L-1 de fluor, ou les nitrates qui se transforment en nitrites dans l'estomac. Ces nitrites peuvent provoquer la transformation de l'hémoglobine du sang en méthémoglobine, impropre à fixer l'oxygène. Ce phénomène est à l'origine de cyanoses, surtout chez les nourrissons (LAFERRIERE et al., 1995).

A long terme, le rôle néfaste de macroconstituants des eaux (sodium, dureté, etc.) n'a pas été confirmé.

## ***CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE***

---

En revanche, certains microconstituants sont réellement impliqués dans un risque hydrique, tels des métaux lourds (plomb, cadmium) ; Le plomb par exemple passe dans le sang et va perturber de nombreux mécanismes biochimiques, touchant principalement le système nerveux mais ainsi d'autres fonctions, comme la reproduction.

Les enfants exposés de manière prolongée à de faibles doses de plomb peuvent aussi développer un saturnisme : Une maladie caractérisée par divers troubles pouvant être irréversibles (LAURENCE., 2003 ; DOUARD et LEBENTAL., 2013).

D'autres interrogations subsistent pour certaines molécules organiques comme les pesticides et d'une manière plus générale, pour les sous-produits minéraux ou organiques de la désinfection (chloration surtout) des eaux, en termes de risque cancérigène (MORRIS., 1995 ; CANTOR., 1997).

Donc d'une façon générale, le risque chimique peut être lié, soit à la contamination de l'eau brute, soit durant le traitement de l'eau (dérivés de coagulants, sous-produits de désinfection), soit au transport de l'eau par des contaminants présents dans les tuyaux tels que le plomb, l'amiante et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HARTEMANN., 2004).

### **C. Les principaux facteurs des M. T. H en Algérie :**

- ✚ La vétusté des réseaux en milieu urbain qui provoque fréquemment des cross connexions entre les réseaux d'approvisionnement en eau potable (AEP) et l'assainissement.
- ✚ L'accroissement des besoins en eau qui est liée d'une part à une forte poussée démographique et d'autre part en développement économique et industriel.
- ✚ Les facteurs sociaux, comme l'exode rural massif des populations, la multiplication autour de grandes villes du pays : Alger, Annaba, Constantine, Oran ....
- ✚ Urbanisation anarchique.
- ✚ La dégradation de l'environnement. (A. N'DIAYE., 2008).

### **D. Gestion des risques hydriques :**

Pour assurer une protection du personnel vis-à-vis des risques hydriques, la gestion technique et hygiénique doit être la plus préventive possible et, à ce titre, s'appliquer dès le choix de la ressource puis lors de la conception et de la réalisation des installations (HARTEMANN., 2004).

## **CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE**

---

La gestion des ressources en eau fait partie intégrante de la gestion préventive de la qualité de l'eau de boisson.

La prévention de la contamination microbienne et chimique de l'eau de source est la première barrière s'opposant à une contamination de l'eau de boisson préoccupante pour la santé publique (OMS., 2000).

Depuis 2002, l'Algérie s'est engagée dans une politique équilibrée de mobilisation et de diversification des ressources en eau dans un contexte de forte croissance démographique dans les centres urbains qui a largement contribué à celle des besoins en eau du pays. Cependant cette politique algérienne a été d'avantage axée sur la mobilisation de nouvelles ressources que sur la recherche d'une meilleure utilisation des ressources déjà disponibles (BENBLIDA., 2011).

Actuellement, l'Algérie possède soixante-dix barrages d'une capacité de stockage de 7,3 milliards de m<sup>3</sup> (capacité qui passera à 8,9 milliards de m<sup>3</sup> avec 84 barrages en 2014). Ces importantes réalisations dans le domaine de la mobilisation des ressources en eau ont permis d'augmenter sensiblement le taux de raccordement moyen au réseau d'eau potable qui atteint selon les sources officielles 95% au niveau national, et une dotation de 175 litres/jour/habitant (ARIF et DOUMANI., 2013).

### **E. Mesures préventives pour disposer d'une eau de boisson de bonne qualité :**

1. L'aménagement et la protection des points d'eau réalisés et zones de captage pour éviter tout risque de contamination de l'eau
2. La collecte, le transport et le stockage à domicile de l'eau dans des conditions sanitaires satisfaisantes
3. Le suivi de la qualité de l'eau ce qui implique nécessairement des systèmes d'exploitation et de maintenance des ouvrages performants et des systèmes de mesure de la qualité de l'eau fiable.
4. Sensibiliser et éduquer à l'hygiène individuelle afin de modifier les comportements
  - ✓ Se laver les mains
  - ✓ Rendre l'eau potable (filtration, ébullition, javellisation...) et protéger son stockage ;
  - ✓ Laver les ustensiles de cuisine à l'eau propre ;

## ***CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE***

---

- ✓ Veiller à une bonne hygiène alimentaire.
- 5. Mobiliser et responsabiliser les communautés à l'hygiène. Collective par des messages adaptés.
- 6. Construire (au bon emplacement), utiliser et entretenir les latrines et fosses septiques.
- 7. Protéger les points d'eau, les adductions d'eau, les réservoirs de stockage.

### **F. Les MTH dans la wilaya de sidi bel abbès :**

Pas moins de 1176 cas de maladies à déclaration obligatoire (MDO) ont été enregistrés en 2017 dans la wilaya de Sidi Bel-Abbès, dont 56 cas isolés d'hépatite (A) ont été déclarés à travers 14 communes en 2014, soit 2,29% du total des maladies virales recensées durant la même année, et 44 cas en 2019 des chiffres alarmants.

Selon les enquêtes épidémiologiques, la cause principale de cette maladie en question est essentiellement liée à l'absence de propreté.

Selon un rapport sur la santé préventive 2017 et le plan annuel 2018 de lutte contre les maladies à transmission hydrique et zoonoses,

L'étude comparative élaborée par le service de la prévention de la (DSP) Direction de Santé Publique fait ressortir que trois cas d'hépatite A ont été enregistrés en 2018, alors qu'au cours de la même période de l'année 2016, 25 cas de cette maladie virale ont été enregistrés à travers la wilaya.

(DSP) Cependant, l'on signale que cette morbidité, qui était de 2,17% en 2016, est passée à 2,29% en 2017 et à 1,38% en 2018. Pour ce qui est de la dysenterie et du choléra, aucun cas n'a été enregistré depuis 2013 sauf un cas de typhoïde.

Quant aux intoxications alimentaires, le bilan de la direction de la santé et de la population de la wilaya fait état de 217 cas qui ont été enregistrés en 2017, soit 17,01% des maladies obligatoirement déclarées à travers 14 communes de la wilaya.

(DSP) Ainsi, face à toutes ces maladies qui ne cessent de prendre de l'ampleur, un dispositif de lutte contre les maladies à transmission hydrique (MTH) et maladies transmissibles par l'animal a été mis en place pour les saisons estivales par la direction de la

## **CHAPITRE II : BACTERIES CONTAMINATRICES DES EAUX ET LES MALADIES HYDRIQUE**

santé et de la population, en collaboration avec les directions directement concernées par ce phénomène.

**Tableau n° 06 :** Nombre de cas de MTH enregistré au niveau de la wilaya de sidi bel abbés de l'année 2005 jusqu'au 2019-05-01. (**Direction de Sante et de Population. Service de la prévention**).

Maladies	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Cholera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dysenterie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fievre typhoide	6	6	6	6	2	10	2	0	1	0	0	0	0	0	0
Hépatite virale A	0	1	2	22	5	9	19	22	33	56	41	25	27	31	44

NB : nombre de cas d'hépatite virale a été arrêté au mois de Mars 2019-05-26 Concluons que les Maladies à transmission hydrique ont un fort impact sur la santé humaine

- Concernent surtout les populations défavorisées
- Accès à une eau de qualité est un droit humain de base
- Quantité d'eau constante sur Terre alors que l'accroissement des populations et leurs besoins nécessitera une solidarité internationale.

Vu que le principe d'écologie s'intéresse à la rareté qualitative de l'eau qui pourrait porter atteinte à l'intégrité des écosystèmes ainsi que la protection de la santé publique.

Il passe en revue des actions et la stratégie à mettre en place contre la pollution de l'eau et la lutte contre les maladies à transmission hydrique (MTH).

La prise en charge des recommandations de ce principe ne peut se faire qu'à partir d'une concertation multisectorielle avec le ministère chargé de l'environnement et celui de la santé.

Afin de l'appliquer de manière efficiente, une panoplie des mesures sont prônées par l'ex-MEAT (1995) entre autres la réhabilitation des STEP, l'épuration des eaux usées et la protection de la qualité de l'eau. (**KHERBACHE. N., 2014**).



**CHAPITRE III:**  
**MATERIELS ET METHODES**

## CHAPITRE III: MATERIELS ET METHODES

---

### I. Présentation de la zone d'étude :

#### I.1/ Définition :

Sfisef : est le nom d'une petite ville actuellement daïra ; Sfisef: dans les écrits historiques français et : « Ezfizef pays des Beni-Amer », comme l'indiquait l'Emir Abdelkader dans ces mémoires; elle est dérivée d'un fruit connu sous le nom scientifique : "*Zizyphus-vulgaris*".

Elle prit le nom d'un colon français, qui s'appeler **Gustave Mercier-Lacombe (1815-1874)** et reprit son nom originel après l'indépendance.

#### I.2/ Etude géographique :

Sfisef est située à 39 km à l'est du chef-lieu de la wilaya de Sidi-Bel-Abbès et à 50 km de Mascara à une altitude de 550 m, au pied des monts des Beni-Chougrane.

Elle compte 20.134 habitants en 1987, 26.907 habitants en 1998, 28.346 habitants en 2002 et actuellement 29.696 habitants. Siège de daïra, anciennement Mercier-Lacombe(coloniale), elle a été créé en 1874.

Sfisef est un centre agricole et viticole important ; la région est connue également pour ses oliveraies qui fournissaient une huile réputée.

Complexe bovin laitier entré en service en 2002 et fruit d'une coopération Algéro-Canadienne, sans oublier la culture de la betterave sucrière, aujourd'hui cessible, si cela n'est pas déjà fait (9).



*Figure15:* Localisation de la daïra de Sfifef dans la wilaya de Sidi Bel Abbès ([fr.wikipedia.org](http://fr.wikipedia.org))

### I.3/Météo de Sfifef :

Mardi, 15 septembre 2020 à **Sfifef** la météo serait:

- ✓ **Pendant la nuit** :la température de l'air tombe à +21...+25°C, point de rosée: +19,55°C; rapport de la température, la vitesse du vent et de l'humidité: **assez désagréable pour la majeure partie de personnes âgées.**; ne peut précipitations, légère brise vent soufflant du sud-ouest à une vitesse de 4-11 km/h, ciel couvert.
- ✓ **Le matin** : la température de l'air se réchauffe à température +21...+27°C, point de rosée: +17,71°C; rapport de la température, la vitesse du vent et de l'humidité: agréable; précipitations est attendu, petite brise vent soufflant du ouest à une vitesse de 4-14 km/h,
- ✓ **Dans la après-midi** : la température de l'air se réchauffe à température +29...+31°C, point de rosée: +14,17°C; rapport de la température, la vitesse du vent et de l'humidité:

### CHAPITRE III: MATERIELS ET METHODES

Très agréable; précipitations est attendu, petite brise vent soufflant du nord à une vitesse de 14-18 km/h,

- ✓ **Dans la soirée** : la température de l'air tombe à +24...+30°C, point de rosée: +19,09°C; rapport de la température, la vitesse du vent et de l'humidité: OK pour la majorité mais prudence pour les personnes âgées.; précipitations est attendu, petite brise vent soufflant du nord-ouest à une vitesse de 4-18 km/h, dans le ciel, il y a parfois des petits nuages (10).



**Figure16:** Tendance de la température durant le mois de septembre.

Afin d'évaluer l'eau de boisson des écoles de la daïra de Sfifef durant l'année 2019 en a étudié statistiquement les résultats des analyses microbiologiques.

Les échantillons sont prélevés sur 12 établissements et sont effectués avant chaque rentrée scolaire dans trois saisons (hiver, printemps et été).

### CHAPITRE III: MATERIELS ET METHODES

#### I.4/ Points de prélèvement :



*Figure17:* Carte des points de prélèvement d'eau dans la commune de Sfisef.



*Figure 18:* Carte des points de prélèvement d'eau dans la commune de M'cid.

### **II. Echantillonnage :**

#### **II.1/ Mode de prélèvement :**

L'échantillon destiné à l'analyse microbiologique doit être prélevé dans des conditions d'asepsie rigoureuse, et doit être le plus représentatif possible du milieu d'où il provient (**Rodier, J ; al (1996). Guiraud, J. P. (1998).**

Les prélèvements sont effectués dans l'intervalle horaire allant de 9h à 10h 30, et toujours au même endroit du site.

Les flacons stérilisés et étiquetés, ils sont remplis jusqu'au bord par l'échantillon d'eau, ensuite, le bouchon est également placé sous l'eau de telle façon qu'il n'y est aucune bulle et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport.

#### **II.2/ Transport et conservation des échantillons :**

L'analyse bactériologique doit être effectuée le plus rapidement possible, dans un délai ne dépassant pas 8 heures, après la prise des échantillons. Au cours des périodes chaudes, quand la température extérieure est supérieure à 10°C, le transport des échantillons est effectué dans une glacière dont la température doit être entre 4 et 6°C.

#### **II.3/ Laboratoire d'analyse:**

- Les analyses sont effectuées dans le laboratoire d'hygiène de la ville de Sfisef. Géré par deux techniciens supérieurs ; leur travail consiste à faire toutes les analyses microbiologiques nécessaires.

### **III. Matériels utilisés :**

- Flacons en verre de 1l, avec bouchon pour le prélèvement
- Tubes à essais préparé du milieu de culture
- Flacon préparé du milieu de culture
- Bec de benzène
- Portoirs
- Etuve 37°C /44°C
- Glacière pour le transport
- Réfrigérateur
- Palintest comparator pour le test de chlore

### CHAPITRE III: MATERIELS ET METHODES



Figure19: Matériels utilisées.

## CHAPITRE III: MATERIELS ET METHODES

---

### IV. Test de chlore :

- Le test de chlore c'est la première étape d'analyse pour avoir si l'échantillon est déjà traité ou non.
- Le chlore est le stérilisant d'eau le plus connu et le plus utilisé. Simple à utiliser et bon marché, il fait office d'algicide, de désinfectant et d'oxydant. Son utilisation suppose de savoir le doser et de bien contrôler son pouvoir désinfectant.
- La méthode la plus rapide et la plus facile pour tester la présence de chlore résiduel est le test DPD (diethyl paraphenylene diamine) en utilisant un comparateur colorimétrique.
- Une pastille de DPD est ajoutée à un échantillon d'eau, et teint l'eau en rouge. L'intensité de la couleur est comparée visuellement à celle d'une échelle de couleur afin de déterminer la concentration en chlore.

**Note :** Plus la couleur est foncée, plus la teneur de l'eau en chlore résiduel est élevée.

### V. Analyse bactériologique de l'eau de boisson :

#### A. Recherche et dénombrement des coliformes en milieu liquide :

Les coliformes sont considérés comme indices de contamination fécale. La recherche et le dénombrement des coliformes peuvent se faire selon :

En milieu liquide sur BCPL par la technique du NPP (Nombre le Plus Probable). (**Tableau-Annexe**)

La technique en milieu liquide fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

- ❖ Le test de présomption : réservé à la recherche des Coliformes totaux.
- ❖ Le test de confirmation : encore appelé test de Mac Kenzie et réservé à la recherche des Coliformes fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption.

## CHAPITRE III: MATERIELS ET METHODES

---

### La colimétrie :

C'est la recherche et le dénombrement des coliformes avec identification et dénombrement de *E. coli* dans échantillon de 100ml.

#### **A.1/ Matériels et produits :**

- ✓ 05 tubes de BCPL d/c (bouillon lactose au pourpre de bromocrésol) avec cloche
- ✓ 05 tubes de BCPL s/c avec cloche
- ✓ Un milieu Schubert avec cloche
- ✓ Kovacs
- ✓ Bec benzène
- ✓ Etuve à 37°C et 44°C
- ✓ Un flacon de BCPL d/c

#### **A.2/ Méthode de travail :**

##### Test présomptif :

La création d'un champ stérile par le bec de Benzène

- 50ml d'eau à analyses dans le flacon BCPL d/c
- 10ml d'eau à analyses dans chaque tube de BCPL d/c
- 10ml d'eau à analyses dans chaque tube de BCPL s/c
- **Incubation 48h à 37°C**

Changement de couleur au jaune et présence du gaz dans la cloche-résultat : positif c'est-à-dire présence de coliforme

##### Test confirmatif :

- On met quelques gouttes du tube ou flacon positif dans un milieu Schubert avec cloche
- Incubation 24h à 44°C

Changement de couleur au jaune et présence du gaz dans la cloche

## CHAPITRE III: MATERIELS ET METHODES

---

- On ajoute le Kovacs aux tubes positif

Si résultat est positif (il y a présence d'un anneau rouge à la surface) c'est la présence de colibacille

### B. Recherche des Streptocoques :

#### B.1/ Matériel et produit :

- 05 tubes de Roth s/c
- 05 tubes de Roth d/c
- Flacon de Roth d/c
- EVA
- Bec benzène
- Etuve 37°C

#### B.2/ Méthodes :

- La création d'un champ stérile par le bec benzène
- On ajoute 50ml d'eau à analyses dans le flacon Roth d/c
- On ajoute 10ml d'eau à analyses dans les tubes de Roth d/c
- On ajoute 01ml d'eau à analyses dans les tubes de Roth s/c
- **Incubation 48h 37°C**

Identification des tubes et flacon positif → milieu trouble

On ajoute quelques gouttes de chaque tubes ou flacon positif à EVA

- **Incubation 24h à37°C**

Présence d'un anneau blanc au fond de tube → présence de Streptocoque.

A blue scroll graphic with a white border, featuring a rolled-up edge on the left and a small circular detail on the top right. The text is centered on the scroll.

**CHAPITRE IV:**  
**RESULTATS ET DISCUSION**

## CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSION

### Ecole 12 Enseignants :

Les résultats d'analyse d'eau de l'école 12 Enseignants durant les trois dates de prélèvement sont :

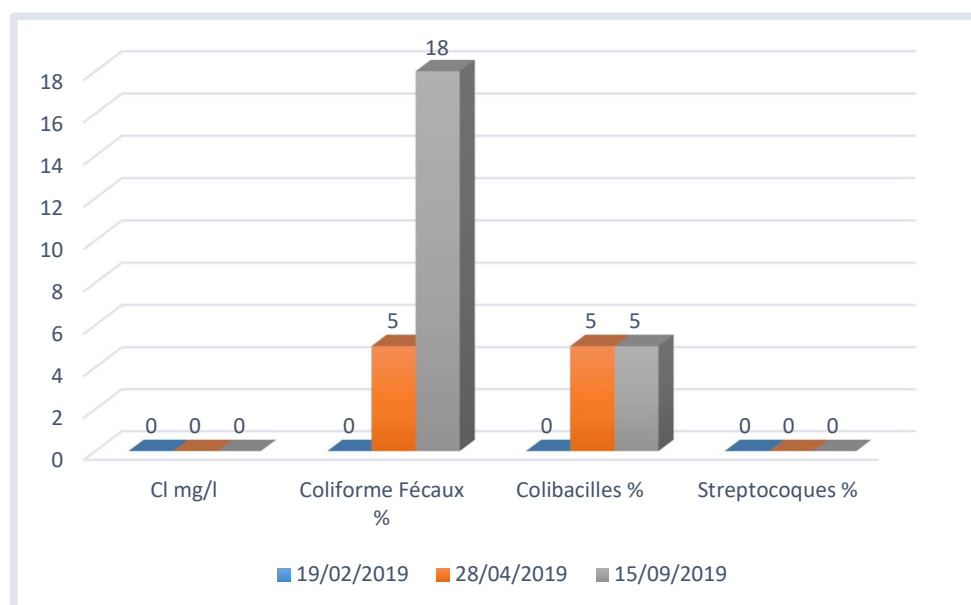
- ✓ Absence de Chlore (Cl) dans les trois saisons indique que l'eau n'est pas traitée.
- ✓ Dans le cas des coliformes fécaux, la concentration de CF varie entre 18% détecté en Eté et 5% en printemps avec une absence totale en hiver. Ces variations sont dues au durer de stagnation de l'eau dans le bêche d'eau, ce l'eau est un milieu de culture plus efficace pour les CF avec d'autre facteurs de contamination. Cela confirme d'une pollution fécale.
- ✓ Concernant les Colibacilles, égalité de concentration (5%) aux printemps et L'été avec une absence au l'hiver.
- ✓ Absence des germes Streptocoques dans l'eau prélève au (03) Saison indique une absence de contamination fécale. Ceci montre que l'eau est conforme aux normes algériennes (0 UFC/100ml).

### **Remarque :**

En hiver : Eau de bonne qualité.

En printemps : Eau de mauvaise qualité.

En été : Eau de mauvaise qualité.



**Figure 20 :** Qualité d'eau de l'école 12 Enseignants.

## CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSION

### Ecole Boucetla Mohamed :

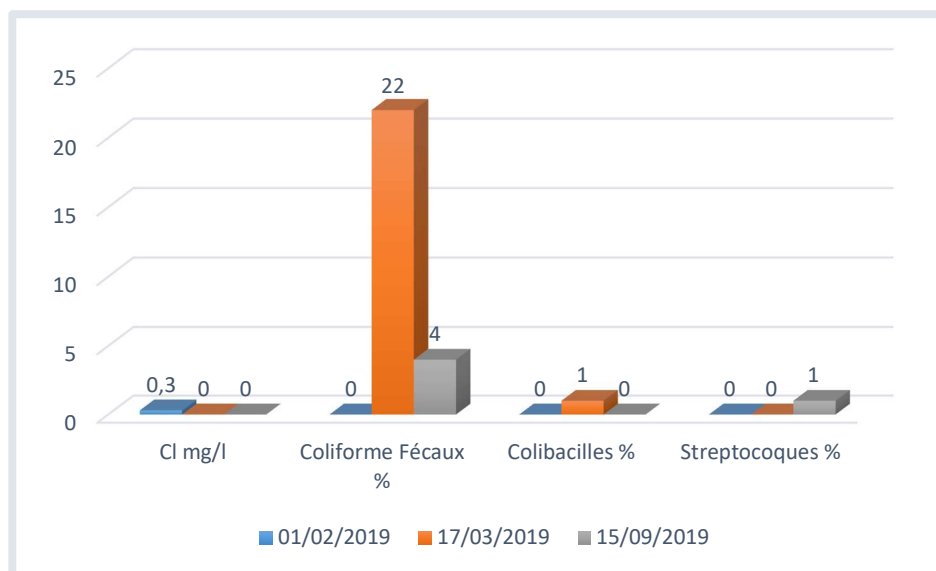
- ✓ Il y'a une absence de Cl dans le printemps et l'été c'est-à-dire l'eau n'est pas traitée ; avec une valeur de 0.3mg/l marquant au l'hiver. Cette dernière montre que l'eau est déjà traitée.
- ✓ La concentration de CF varie entre une valeur maximale de 22% au printemps (présente nécessairement d'une pollution fécale) et une valeur minimale de 4% au l'été. Marquant aussi une valeur nulle en hiver, Ces deux valeur dernières n'ont pas surpassé les limites fixées par les normes (<7%), résulte que l'eau est bien désinfectée.
- ✓ Les CB absents totalement dans l'hiver et l'été et présents au printemps.
- ✓ En ce qui concerne les *Streptocoques* : une absence de ces germes dans l'eau prélevé au hiver et printemps indique une absence de contamination fécale, Par contre on montre une présence de 1% de ces germes en été ceci est due aux présences des matières fécales dans l'eau prélevé.

### **Remarque :**

En hiver : Eau de bonne qualité.

En printemps : Eau de mauvaise qualité.

En été : Eau de mauvaise qualité.



**Figure 21 :** Qualité d'eau de l'école Boucetla Med.

## CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSION

### Ecole Sarno Blaha :

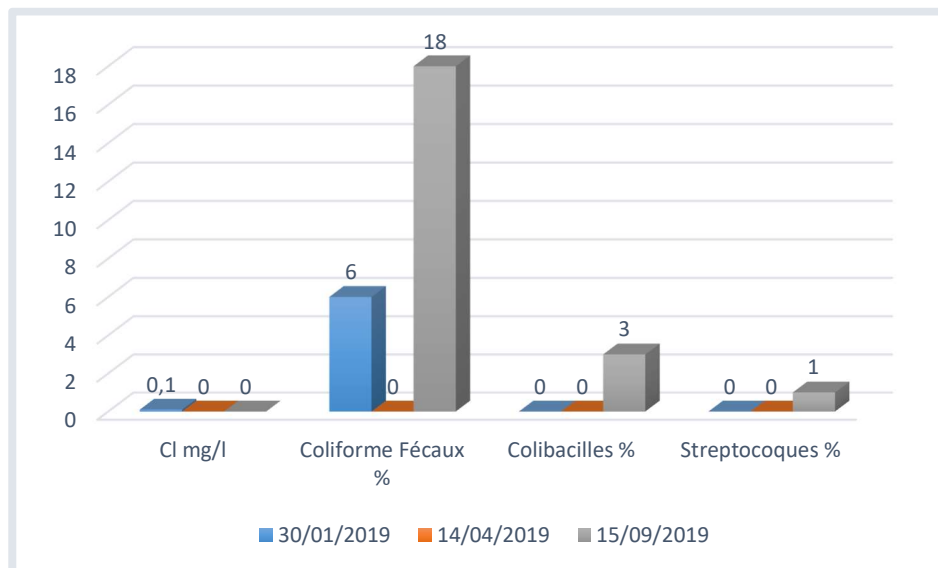
- ✓ Absence de Cl dans le printemps et l'été conclure que l'eau n'est pas traitée, par contre une valeur de 0.1mg/l marquant au l'hiver montre que l'eau est déjà traitée.
- ✓ Les résultats de CF réalisée en hiver (6%) et au printemps (0%) montrent que les teneurs en concentration de CF restent toutes fois conformes aux normes prescrites par la réglementation algérienne (<7%), La consommation de cette eau n'engendre pas de risque grave pour les élèves. Contrairement au l'été la concentration est (18%) passée les limites fixées. Cela confirme la présence d'une pollution fécale.
- ✓ Les CB et les Streptocoques sont absents au deux premières saisons (hiver et printemps) et sont présents avec une valeur de 3% de CB avec 1% des Streptocoques en été.

### **Remarque :**

En hiver : Eau de bonne qualité.

En printemps : Eau de bonne qualité.

En été : Eau de mauvaise qualité.



**Figure 22 :** Qualité d'eau de l'école Sarno Blaha.

## CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSION

### Ecole Quedih Ahmed :

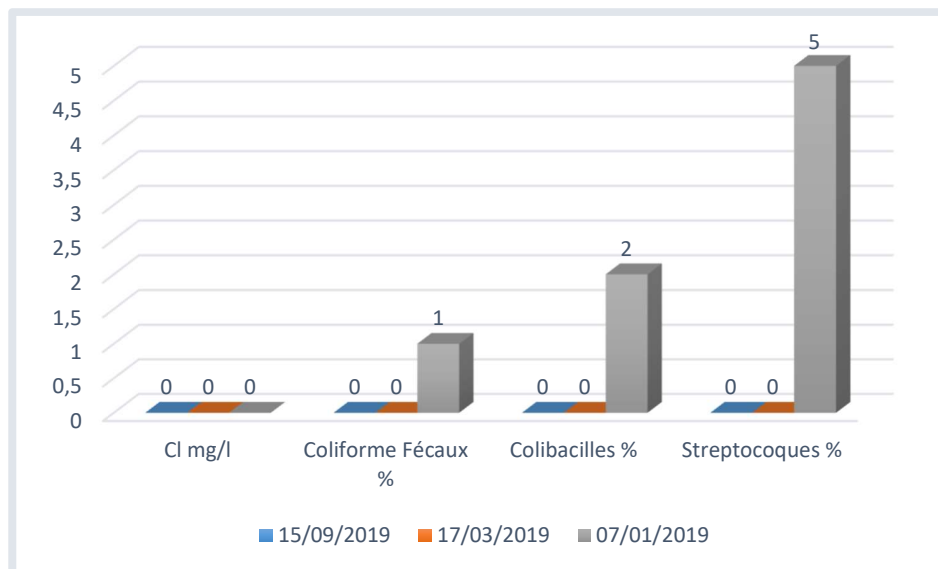
- ✓ Le manque de Cl dans les trois saisons résulte que l'eau n'a subi aucun traitement.
- ✓ L'absence de CF au deux premières saisons (hiver et printemps) confirme un manque de pollution fécale. Par apport au l'été, en marquant 1% de CF assure sincèrement une pollution fécale.
- ✓ La concentration des CB et Streptocoques c'est (0%) en hiver et printemps. Contrairement au l'été (2% pour CB et 5% pour Streptocoques) ; elles dépassant toujours les limites des normes (0 UFC/100ml).

### **Remarque :**

En hiver : Eau de bonne qualité.

En printemps : Eau de bonne qualité.

En été : Eau de mauvaise qualité.



**Figure 23 :** Qualité d'eau de l'école Quedih Ahmed.

## CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSION

### Ecole Beldjriouet Habib :

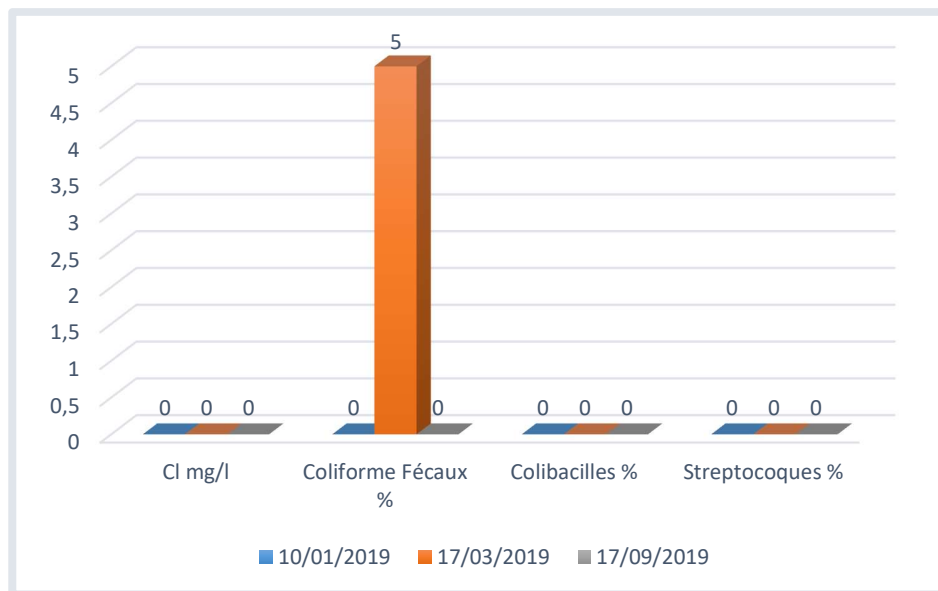
- ✓ Absence de Cl, Colibacilles et Streptocoques dans les trois saisons.
- ✓ Les coliformes fécaux atteints un pic de (5%) au printemps et des absences totales (0%) en hiver et en été.

### **Remarque :**

En hiver : Eau de bonne qualité.

En printemps : Eau de bonne qualité.

En été : Eau de bonne qualité.



**Figure 24 :** Qualité d'eau de l'école Beldjriouet Habib.

### Ecole Medaghri Mohamed :

- ✓ Le manque de Cl dans les trois saisons résulte que l'eau n'a subi aucun traitement.
- ✓ Les coliformes fécaux dépassant pas les limite de réglementation au deux premières saisons (4% en hiver et 0% en printemps). Par contre, en marquant un pic de 43% en été qui assure sincèrement une pollution fécale due au stagnation de l'eau dans une longue dure.
- ✓ Des concentrations nulles de CB et Stp en hiver et printemps avec des valeurs de (1% CB et 10% Stp) en été. Leur présence indique nécessairement une pollution fécale.

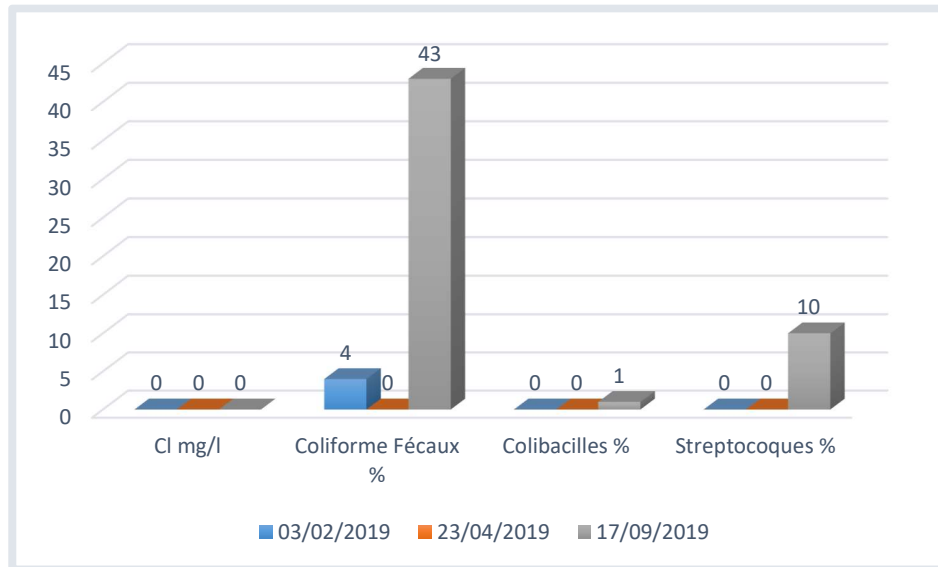
## CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSION

### **Remarque :**

En hiver : Eau de bonne qualité.

En printemps : Eau de bonne qualité.

En été : Eau de mauvaise qualité.



**Figure 25 :** Qualité d'eau de l'école Medaghri Mohamed.

### **Ecole Boudiaf Mohamed :**

- ✓ Absence de Cl et Colibacilles dans les trois saisons.
- ✓ Egalité des concentrations de CF (7%) en hiver et en été indiquant une pollution fécale. Au contraire en printemps est une absence totale.
- ✓ Concentrations nulle de Stp en hiver et printemps avec (1%) de Stp marqué en été. Cette dernière montre qu'il y a une pollution fécale.

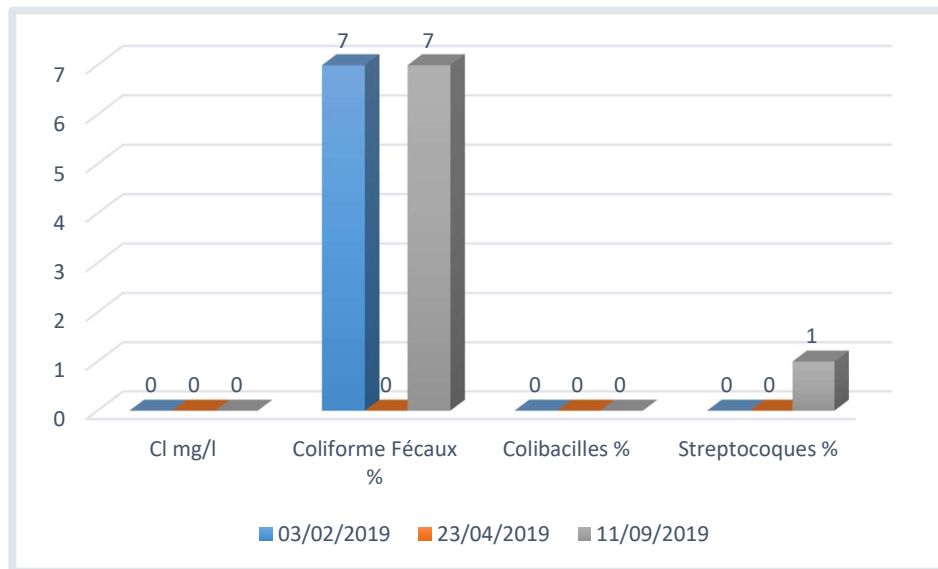
### **Remarque :**

En hiver : Eau de mauvaise qualité.

En printemps : Eau de bonne qualité.

En été : Eau de mauvaise qualité.

## CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSION



**Figure 26 :** Qualité d'eau de l'école Boudiaf Mohamed.

### **Ecole Chorfi Mohamed :**

- ✓ Le manque de Cl dans les trois saisons résulte que l'eau n'a subi aucun traitement.
- ✓ La présence de CF dans l'hiver par une concentration de 10% et 7% en printemps. Ces chiffres montrent une pollution fécale, car elles dépassent les normes algériennes. Par contre au l'été ; marquant une valeur de 5% c'est-à-dire dans les normes.
- ✓ L'absence des CB dans les premières saisons, plus qu'une présence de 3% en été.
- ✓ Le 1% de Stp en hiver résulte qu'il y a une pollution fécale. Les 0% en les deux dernières saisons assurent le manque d'une pollution fécale.

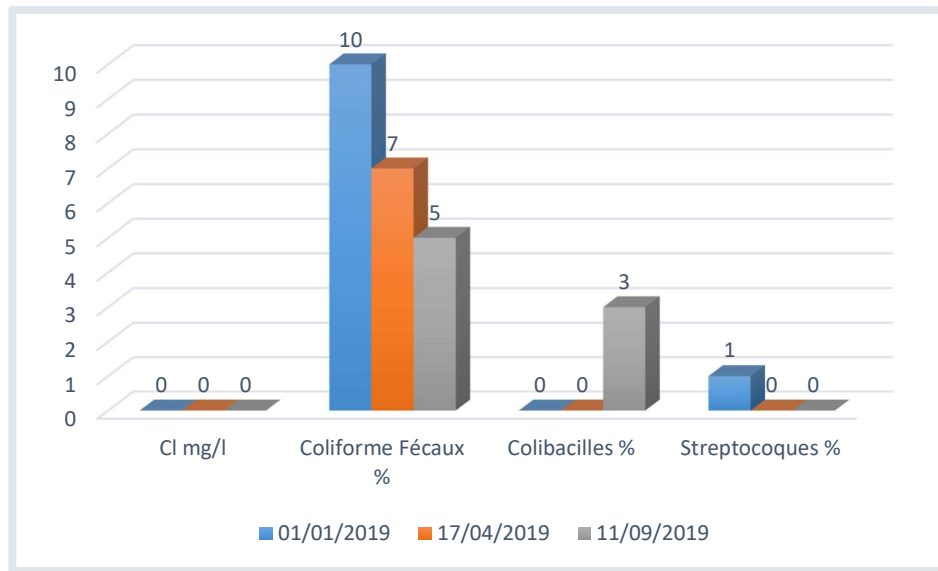
### **Remarque :**

En hiver : Eau de mauvaise qualité.

En printemps : Eau de mauvaise qualité.

En été : Eau de mauvaise qualité.

## CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSION



**Figure 27 :** Qualité d'eau de l'école Chorfi Mohamed.

### **Ecole Bentkhici Yahia :**

- ✓ Absence de Cl, Colibacilles et Streptocoques dans les trois saisons.
- ✓ CF marquant un pic de 10% en hiver qui assure sincèrement une pollution fécale et les 0% en les deux dernières saisons assurent le manque d'une pollution fécale.

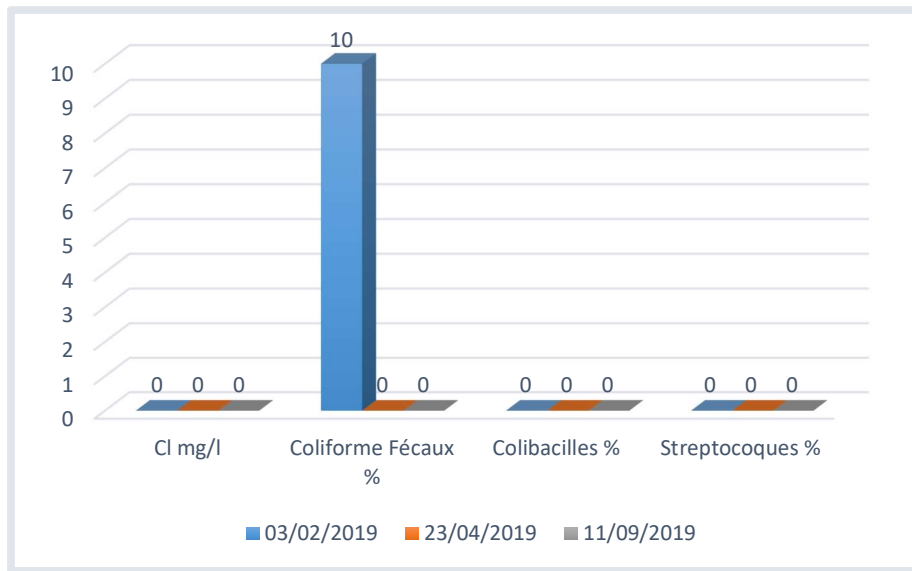
### **Remarque :**

En hiver : Eau de mauvaise qualité.

En printemps : Eau de bonne qualité.

En été : Eau de bonne qualité.

## CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSION



**Figure 28 :** Qualité d'eau de l'école Bentkhici Yahia.

### **Ecole Kheloufi Ahmed :**

- ✓ Absence de Cl, Colibacilles et Streptocoques dans les trois saisons.
- ✓ Valeurs de 0% et 5% de CF marquant au trois saisons ne dépassant pas les normes ( $\leq 7\%$ ).

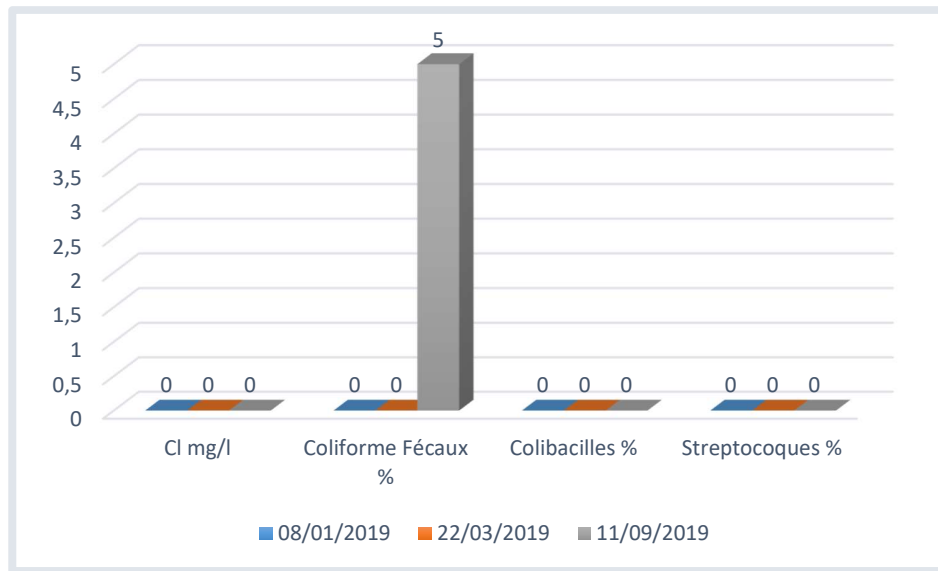
### **Remarque :**

En hiver : Eau de bonne qualité.

En printemps : Eau de bonne qualité.

En été : Eau de bonne qualité.

## CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSION

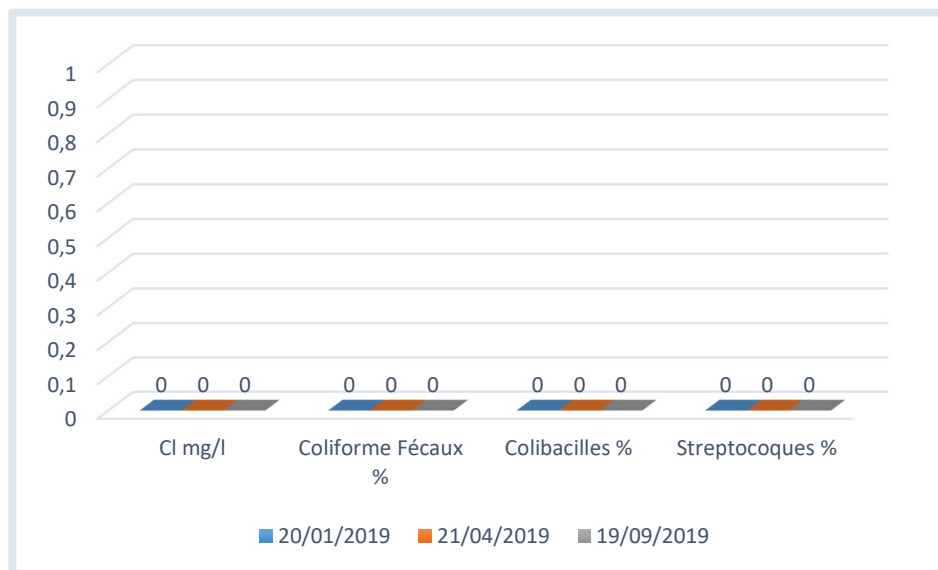


**Figure 29 :** Qualité d'eau de l'école Kheloufi Ahmed.

### **Ecole Bellessel AEK :**

- ✓ Absence de Cl, CF, CB et Stp dans les trois saisons.

**Remarque :** Eau est de bonne qualité dans toute les saisons ; donc elle est potable.



**Figure 30 :** Qualité d'eau de l'école Bellessel Aek.

## CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSION

### Ecole Drif Bendida :

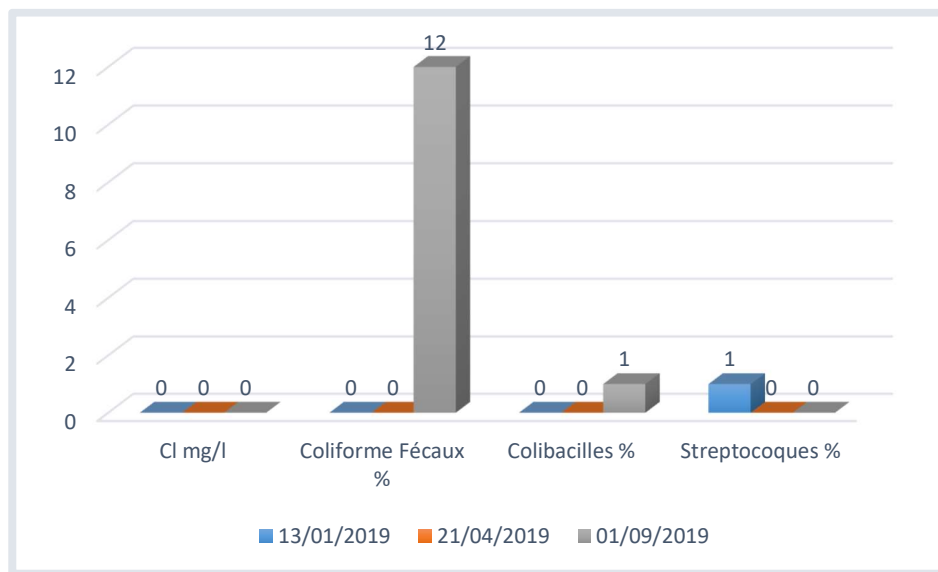
- ✓ L'absence de Cl dans les trois saisons résulte que l'eau n'a subi aucun traitement.
- ✓ Les CF et les CB sont absentes en hiver et printemps. Contrairement en été, elles sont présentes (12% CF et 1% CB).
- ✓ Le 1% de Stp marquer en hiver due à une pollution fécale.

### **Remarque :**

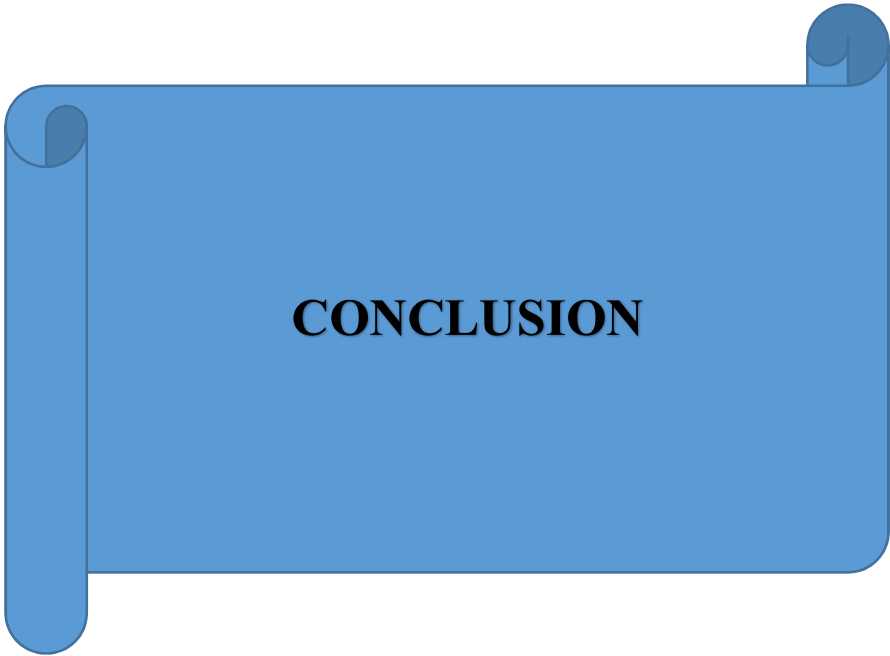
En hiver : Eau de mauvaise qualité.

En printemps : Eau de bonne qualité.

En été : Eau de mauvaise qualité.



**Figure 31:** Qualité d'eau de l'école Drif Bendida.



## **Conclusion :**

L'eau fait partie de notre environnement naturel, tout comme l'air que nous respirons et la terre qui nous porte et nous nourrit. Elle constitue un des éléments familiers et indispensables de notre vie quotidienne.

Le problème majeur de l'eau destinée à l'alimentation humaine a été longtemps d'ordre sanitaire. Ce problème découle de l'existence de microorganismes (bactéries, virus, protozoaires, parasites) transmissibles de nombreuses infections dangereuses chez l'homme.

La classe des élèves des écoles en particulier va être touchée en premier lieu parce qu'ils ont une faible immunité.

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées dans ce travail ont montré que : Coliformes fécaux, Colibacilles et Streptocoques sont presque absents dans les échantillons d'eau analysés au printemps et au début de l'été. Par contre ces germes sont présents et élevés au l'été ; par conséquent de plusieurs facteurs, comme la température très élevée en été qui donne un milieu de culture favorable pour la multiplication de ces germes ; plus que le stockage d'eau dans une longue durée et aussi influencé par la matière de fabrication de réservoir d'eau.

A la lumière des résultats obtenus au cours de ce modeste travail, je peux conclure que l'eau des écoles de la région de Sfisef et de M'cid a été analysée et traitée par le service concerné avant chaque rentrée scolaire, pour rendre de bonne qualité, afin de protéger les élèves. L'analyse de l'eau reste toujours nécessaire pour la protéger.

En perspective, il sera intéressant de faire périodiquement les analyses des eaux afin d'éviter tout risque sanitaire lors de la consommation.

## ***REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :***

- **A. DAHEL ZANAT**, Mémoire de Magistère, Analyse de la qualité bactériologique des eaux du littoral Nord-Est algérien à travers un bioindicateur la moule *Perna perna*, Université Badji-Mokhtar, Annaba, 2009, p: 69.
- **A. DUPONT**, Hydrologie-captage et traitement des eaux, HYDRAULIQUE, Tome 1, Ed 5, Paris (1981).
- **A. KHADRAOUI, S. TALEB**, « Qualité des eaux dans le sud algérien (potabilité pollution et impact sur le milieu) », (2008).
- **A. MAIGA**, Thèse diplôme d'état (Docteur en Pharmacie) Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière, Bamako (Mali), 2005, p: 77.
- **A. N'DIAYE**, Thèse Diplôme d'Etat (Docteur en Pharmacie) Etude bactériologique des eaux de boissons vendues en sachet dans quatre communes d'Abidjan, Université de Bamako Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontostomatologie (Mali), 2008, p: 188.
- **ABBOTT, S. L.** (2007). Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter, Serratia, Plesiomonas, and Other Enterobacteriaceae. In P. R. Murray, E. J. Baron, J. H. Jorgensen, M. L. Landry & M. A. P faller (Eds.), *Manual of Clinical Microbiology* (9th ed., pp. 698-711). Washington, USA: ASM Press.
- **Abdessamad DRISS** (2005). L'eau matière stratégique et enjeu de sécurité au 21ème siècle Université Paris 10.
- **AISSAOUI A., 2013.** Evolution du niveau de contamination des eaux de barrage Grouz de la région d'Oued Athmania (wilaya de Mila) par les activités agricoles.pp.4.
- **ARIF S., DOUMANI F., (2013).** Coût de là de dégradation des ressources en eau du bassin de la Seybouse, Programme de Gestion Intégrée Durable de l'Eau (SWIM-SM), la Commission européenne, 120p.
- **Association Française des Enseignants de Parasitologie et Mycologie (ANOFEL) ;(2014).** Paludisme, 9p.
- **AUBRY P, (2013).** Choléra, Mise à jour le 03/10/2013, médecine tropicale, PP: 1-4.
- **BARRAQUE Bernard** (2004) ; l'évaluation de la politique de protection des ressources en eau.
- **BEN BLIDA M., (2011).** L'effcience d'utilisation de l'eau et approche économique, centre d'activités régionales PNUE/PAM, 24p.

- **BENRAIS**, 1995. Séminaire sur la qualité de l'eau et réglementation.
- **BERNE.F. JEAN.C.** TRAITEMENT DES EAUX, édition TECHNIP, 1996.306p
- **BERNE. F**, Les traitements des eaux dans l'industrie pétrolière, Édition TECHNIP, 1972, 207 p.
- **BOUSSINESQ M., (1997)**. L'onchocercose humaine en Afrique, Médecine Tropicale 1997, Vol 57, N°4, PP : 389-400.
- **BOUZIANI, M.** (2000). L'eau: de la pénurie aux maladies. Editions Ibn-Khaldoun, Oran, Algérie. 247 p.
- **C. DIOP**, Mémoire de 4ème Etude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 2006, p: 43.
- **C. NTEMBUE MUAMBI**, Mémoire de Licence en Santé publique, La problématique de l'approvisionnement en eau et son impact sur les maladies d'origine hydrique dans la ville de Mwene-Ditu en RDC, Université Morave de Mwene-Ditu RDC, 2013, p: 75.
- **CANTOR K.P., (1997)**. Drinking water and cancer, Cancer causes and control, N°8, PP: 292–308.
- **CEAEQ (2015a)**. Recherche et dénombrement simultané des coliformes fécaux et d'Escherichia coli dans l'eau potable avec le milieu de culture MI; méthode par filtration sur membrane. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec.
- **DEGREMONT**, « Mémento technique de l'eau », Deuxième édition Tom1, (2005).
- **DEGREMONT**, « Mémento technique de l'eau », Première édition, (1952).
- **Direction des Affaires Sanitaires et Sociales de la Nouvelle-Calédonie**, Elaborer et mettre en œuvre un plan de sécurité sanitaire des eaux 28 Guide 4 : Suivi de la qualité de l'eau, 2014, BP N4, 98851.
- **DOUARD P., LEBENTAL B. (2013)**. Plomb et qualité de l'eau potable : Analyse et évaluation de l'efficacité des actions engagées pour respecter la future limite de qualité de 10µg/l de plomb dans l'eau du robinet et propositions d'actions, conseil général de l'environnement et du développement durable, 73p.
- **Dr Christophe Constant CHECHOMKAMMOGNE (2010)**.Profil bactériologique des infections en stomatologie et chirurgie maxillo-faciale UFR de sciences médicales-Abidjan-Côte d'Ivoire -mémoire.

- **ENOCH, D. A., SIMPSON, A. J., & KIBBLER, C. C.** (2004). Predictive value of isolating *Pseudomonas aeruginosa* from aerobic and anaerobic blood culture bottles. *Journal of Medical Microbiology*, 53(Pt 11), 1151-1154.
- **GHOMRI Fouzi.2010.** De la qualité de l'eau à la station de traitement EL kansera Khemisset. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Titre: Contrôle Université Sidi Mohammed Ben Abdellah Faculté des Sciences et Techniques. : 2009/2010.
- **GRIMONT, F., & GRIMONT, P. A. D.** (1992). The genus *Serratia*. *The Prokaryotes*, 3, 2822–2848
- **GUIRAUD, J. P.** (1998). Microbiologie alimentaire. *DUNOD, Paris*, 652p.
- **H. TOURAB,** Mémoire de fin Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Haouz, Université des Sciences et Techniques Cadi Ayad, FST Marrakech (Maroc), 2013, p: 82.
- **H.F.L. Wertheim, Den Haag 2005 .***Staphylococcus aureus* infections: Lead by the nose Dissertation Erasmus University Rotterdam.
- **H. TARDATH et J.P. BEAUDRY,** « chimie des eaux, les griffons d'argile », (1984).
- **HARTEMANN P., (2004).** Contamination des eaux en milieu professionnel, EMC Toxicologie.
- **HENRI L., (2012).** L'eau Potable, Édition réimprimée, 190 p.
- **HOLMES, B., & AUCKEN, H. M.** (1998). *Citrobacter, Enterobacter, Klebsiella, Serratia* and other members of the Enterobacteriaceae. In L. Collier, A. Balows & M. Sussman (Eds.), *Microbiology and Microbial infections: Systematic Bacteriology* (9<sup>th</sup> ed., pp. 999-1033). London: Arnold.
- **HORDE P., (2014).** Gastro-entérite aiguë : Symptômes et traitement, santé médecine, P19, Pathologie, Elsevier, PP : 63–78.
- **JANDA, J. M., & ABBOTT, S. L.** (2006). The Genera *Klebsiella* and *Raoultella*. *The Enterobacteria* (2nd ed., pp. 115-129). Washington, USA: ASM Press.
- **JANICOT, S., & FONTAINE, B.** (1993). L'évolution des idées sur la variabilité inter annuelle récente du cycle de l'eau atmosphérique en Afrique de l'Ouest. *La météorologie*.
- **K. BENDADA, M. BOULAKRADECHE,** Mémoire de Master, Optimisation des conditions de dosage par spectroscopie d'absorption atomique (SAAF et SAAET) : Application à la détermination de la pollution et de la bioaccumulation des métaux lourds, Université de Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, 2011, p: 78.

- **K. SEGHIR**, Thèse de Doctorat En Géologie Appliquée Vulnérabilité à la pollution, protection des ressources en eaux et gestion active du sous-système aquifère de Tébessa Hammamet (Est Algérien), Faculté des Sciences de la Terre de Badji Mokhtar, Annaba(Algérie), 2008, p: 158.
- **KHERBACHE N. 2014**. La problématique de l'eau en Algérie : Enjeux et contraintes. Magistère en sciences économiques. Option : économie et géographie université Abderrahmane mira (Bejaia) Faculté des sciences économiques, commerciales et des sciences de gestion Département des sciences économiques. 168P.
- **KIRKPATRICK k et FLEMING E., (2008)**. La qualité de l'eau, ROSS TECH 07/47,12p.
- **KNIREL, Y. A., KOCHAROVA, N. A., BYSTROVA, O. V., KATZENELLENBOGEN, E., & GAMIAN,A. (2002)**. Structures and serology of the O-specific polysaccharides of bacteria of the genus Citrobacter. *Archivum Immunologiae Et Therapiae Experimentalis*, 50,379-391.
- **KONRAD Plata, ADRIANA E. ROSATO and GRZEGORZ Węgrzyn 2009**. Staphylococcus aureus as an infectious agent: overview of biochemistry and molecular genetics of its pathogenicity; P: 597. Vol: 56.
- **L. BENAYADA, (2011)**. Maladies à transmission hydrique : problématique et mode de gestion, Université des sciences et de la technologie d'Oran, Algérie.
- **LAFERRIERE M., NADEAU A., MALENFANT G., (1995)**. La contamination par les nitrates : Prévention des risques à la santé, P38.
- **LAMBERT M., 1998**. Cours pratique sur la des infections et le contrôle de la qualité de l'eau potable .73p.
- **LAURENCE M., (2003)**. Réduire le plomb dans l'eau de robinet : enjeux, réglementation, actions, Direction de l'eau, Direction générale de la santé, 26p.
- **Le guide de l'eau 2007**, 36ème édition
- **LEYRAL. G, RONNEFOY. C, GUILLET. F**, Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris, 2002, 245p.
- **LIU, P. V. (1974)**. Extracellular toxins of Pseudomonas aeruginosa. *The Journal of Infectious Diseases*, 130 Suppl (0), S94-9.
- **M. DEBABZA**, Mémoire de Magister en Microbiologie appliquée : Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba Evaluation de la résistance

aux antibiotiques des microorganismes pathogènes, Université des sciences de Badji-Mokhtar, Annaba(Algérie), 2005.

- **M. HAMED, et al**, Thèse d'Ingénieur d'état en Biologie Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF-TORBA, Université des sciences et technologies département des sciences(Bechar), 2012, p: 69.
- **MASSCHELEIN W.J., (1996)**. Processus unitaire du traitement de l'eau potable, Edition CEBE, DOC spilliège, PP : 181-345.
- **MOHAMED BEN ALI Rim** 2014. Evaluation de la pollution des eaux issue de la zone industrielle de Skikda. Thèse de magister en Ecologie et Environnement.
- **MOKEDDEM. K, OUDDANE. S**, Qualité Physico-chimique Et Bactériologique De L'eau De Source Sidi Yaakoub (Mostaganem), Mémoire d'ingénieur institut de biologie – Mascara, 2005, pp 18-22.
- **MONTIEL A., (2004)**. Contrôle et préservation de la qualité microbiologique des eaux : traitements de désinfection, Traitements de potabilisation et assurance qualité des eaux de consommation humaine, Revue Française des Laboratoires, N° 364, PP : 51-53.
- **MORRIS R.D., (1995)**. Drinking water and cancer, Environmental Health Perspectives, 103(suppl8), PP: 225–231. Pearson. Education, Paris, PP : 918-932.
- **MOUFFOK F., 2001**. Guide technique d'analyses bactériologiques des eaux de mer. Institut Pasteur d'Alger. 40 p.
- **N. BAZIZ**, Thèse de Magister Etude sur la qualité de l'eau potable et risques potentiels sur la santé cas de la ville de Batna, Université Colonel El hadj Lakhdar Batna (Algérie), 2008, p: 144.
- **N. BENKADDOUR**, Contribution à l'étude de l'efficacité de la graine de Maringá oléifère dans la de pollution des eaux d'Oued Safsaf, Université de Sciences de la vie et de la nature et sciences de la terre et de l'univers Abou Baker Belkaid, Tlemcen, 2016, p: 86.
- **N.A. NANFACK, et al.**, Eaux non-conventionnelles: UN risque ou une solution aux problèmes d'eau pour les classes pauvres, Université de Dschang (Cameroun), 2014, p: 96.
- **Olivier TENAILLON, David SKURNIK, Bertrand PICARD and Erick DENAMUR**. Mars 2010. The population genetics of commensal Escherichia coli; Vol 8; P: 207.

- **OMS., (2000).** Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 2, critères d'hygiène et documentation à l'appui, 2ème édition, 1050 p.
- **OMS., (2006).** Paludisme: lutte anti vectorielle et protection individuelle, Série de
- **ONEP « Résumé de méthodologie d'Analyse d'eau.1991 ».**
- **PAUL. R,** Eaux d'égout et eaux résiduaires industrielles: Epuration, utilisation, Société d'Éditions techniques, 1998, 192 p.
- **PIAR ROUX R., (2002).** Le choléra : épidémiologie et transmission, Expérience tirée de plusieurs interventions humanitaires réalisées en Afrique, dans l'Océan Indien et en Amérique Centrale, Bull Soc Pathol Exot, Vol 95, N°5, PP : 345-350.
- **PIERRE Servais 2009.**La contamination microbienne dans le bassin de la Seine p 7-8 Numéro ISBN : 978-2-918251-08-8.
- **PILET C, BOURDON L, TOMA B, MARCHAL N, BALBASTRE C. & PERSON M., 1987.** Bactériologie médicale et vétérinaire. Systématique bactérienne. Doin. France.371p.
- **POTELON. E. & ZYSMAN., 1998.** Le guide d'analyse de l'eau potable. France. pp 79,213.
- **Recherche et Gestion des savoirs RGS/AGC/SS,** Revue de presse thématique n° 27 : Les maladies hydriques, Mars 2003, p: 9.
- **RODIER, J., 1996.** L'analyse de l'eau. Dunod, Paris.
- **S. ALI ABBOU, M. BENMLOUKA,** Thèse de master, Université des Sciences et Techniques d'Oran Caractéristique physico-chimiques des eaux embouteillées algérienne et vérification d'étiquetage (Algérie), 2014, p: 66.
- **SAVARY P., (2010).** Guide des analyses de la qualité de l'eau, territorial édition, Voiron, PP : 10-179.
- **SDAGE.** Eau potable1996, stage RMC, Volume n°2.
- **Souhila BOUBRIT et Nafaa BOUSSAD 2007.** Détermination "in vitro " du pouvoir antibactérien des huiles essentielles d'eucalyptus, myrte, clous de girofle et sarriette, et leur application à la conservation de la viande fraîche type hachée. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou - Ingéniorat d'état en biologie.
- **STOVER, G. B., DRAKE, D. R., & MONTIE, T. C. (1983).** Virulence of different Pseudomonas species in a burned mouse model: tissue colonization by Pseudomonas cepacia. *Infection and Immunity*, 41(3), 1099-1104.

- **VAN HOUTT. R, GIVSKOV. M, & MICHIELS. C. W.** (2007). Quorum sensing in Serratia. *FEMS Microbiology Reviews*, 31(4), 407-424. doi : 10.1111/j.1574-6976.2007.00071.x.
- **Vincent M., (2014).** Evaluation du risque microbien dans l'eau : vers une meilleure gestion des ressources hydriques, revue francophone des laboratoires, N°459, p 27.
- **Walid & Yacine Bougattoucha & Boudelaa** 2010.L'examen cytobactériologique des urines. Ecole de formation paramédicale de Skikda Algérie - Laborantin diplômé d'état.
- **WHO** (2011). Guidelines for drinking-water quality, Third edition incorporating the first and second addenda, volume 1, Recommendations. Repéré à [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204411/1/9789241547611\\_eng.pdf?...](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204411/1/9789241547611_eng.pdf?...)
- **Willcox, M. D.** (2007). Pseudomonas aeruginosa infection and inflammation during contact lens wear: a review. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 84(4), 273-278. doi : 10.1097/OPX.0b013e3180439c3e
- **Z. BELALA,** Mémoire de Magister, Etude et traitement de l'eau du barrage Djorf-Eltorba de la wilaya de Bechare par filtration sur sable, Université Hassiba Benbouali des sciences et sciences de l'Ingénieur, Bechare (Algérie), 2006, p:128.

## **SITES WEB :**

- (1): <http://www.eaurmc.fr/juniors/cahiers-pedagogiques/cycle-eau.php>
- (2): <https://www.teteamodeler.com/ecologie/biologie/ecosysteme/eau2.asp>
- (3): <https://www.teteamodeler.com/ecologie/biologie/ecosysteme/eau2.asp>
- (4): <http://www.septiemecontinent.com/pedagogie/lesson/les-pollutions-leau-maisonagriculture-industrie/17.02.2016>.
- (5): [http://www.futura-sciences.com/fr/question-reponse/t/pollution/-de-l'eau\\_quels-sont-les-indicateur-1414/Consulté-le-07/03/2016](http://www.futura-sciences.com/fr/question-reponse/t/pollution/-de-l'eau_quels-sont-les-indicateur-1414/Consulté-le-07/03/2016).
- (6) : Pr Jean-Philippe Lavigne – DFGMS2 ‘Infectieux’.  
<http://science.howstuffworks.com/environmental/life/cellular-microscopic/cell1.htm>
- (7): <https://www.cmete.com/bilan-de-sante/recommandations-generales-aux-voyageurs/les-maladies-a-transmission-hydrique-et-alimentaire>.
- (8): <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/medecine-poliomyelite-4215/>.
- (9): <http://bel-abbes.info/sfisef-richesse-authenticite-et-resistance/>
- (10): <file:///F:/fatiha/Temps%20dans%20sfisef%20%20pr%C3%A9cis%20et%20d%C3%A9tail%20de%20la%20m%C3%A9t%C3%A9o%20dans%20sfisef%20pour%20aujourd'hui,%20demain%20et%20la%20semaine.%20sfisef,%20Sidi-Bel-Abb%C3%A8s,%20Alg%C3%A9rie.html>
- (Lac sdemontagne.fr) :  
[https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiU\\_c23kqzoAhVgDGMBHU\\_GAf0QjB16BAgBEAM&url=https%3A%2F%2Fwww.lacsdemontagne.fr%2Faspect\\_lac.htm&psig=AOvVaw0\\_-9cx-sQAIv1-B5TNHvRf&ust=1584899506310255](https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiU_c23kqzoAhVgDGMBHU_GAf0QjB16BAgBEAM&url=https%3A%2F%2Fwww.lacsdemontagne.fr%2Faspect_lac.htm&psig=AOvVaw0_-9cx-sQAIv1-B5TNHvRf&ust=1584899506310255)
- (Le guide de l'eau 2007) :  
[https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiCicW4jKzoAhUN1RoKHSJMC50QjB16BAgBEAM&url=http%3A%2F%2Fwww.ecosociosystemes.fr%2Fcycle\\_eau.html&psig=AOvVaw3ASzuun8ITNttcgy-H5mc5&ust=1584898109314939](https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiCicW4jKzoAhUN1RoKHSJMC50QjB16BAgBEAM&url=http%3A%2F%2Fwww.ecosociosystemes.fr%2Fcycle_eau.html&psig=AOvVaw3ASzuun8ITNttcgy-H5mc5&ust=1584898109314939)
- (Alamyimages.fr) : <https://www.alamyimages.fr/photos-images/citrobacter.html>
- (hygiene-in-practice): <https://www.hygiene-in-practice.com/pathogen/enterobacter-cloacae-en/>

- **(fr.123rf):** [https://fr.123rf.com/photo\\_72527235\\_bact%C3%A9ries-klebsiella-illustration-3d-bact%C3%A9ries-gram-n%C3%A9gatives-en-forme-de-b%C3%A2tonnet-souvent-r%C3%A9sistantes-aux-ant.html](https://fr.123rf.com/photo_72527235_bact%C3%A9ries-klebsiella-illustration-3d-bact%C3%A9ries-gram-n%C3%A9gatives-en-forme-de-b%C3%A2tonnet-souvent-r%C3%A9sistantes-aux-ant.html)
- **(Science source) :** <https://www.sciencesource.com/archive/Serratia-marcescens--TEM-SS2388376.html> et <https://www.sciencesource.com/archive/Serratia-Liquefaciens-Biofilm-SEM-SS2386892.html>
- **(topsante.com):** <https://www.topsante.com/themes/escherichia-coli>
- **(Washington University):** <https://source.wustl.edu/2015/03/common-bacteria-on-verge-of-becoming-antibiotic-resistant-superbugs/>
- **(Espace de sciences) :** <https://www.espace-sciences.org/sciences-ouest/349/dossier/unis-contre-le-staphylocoque>
- **(fr.wikipedia.org):** <https://fr.wikipedia.org/wiki/Sfisef>

## Annexe :

### **Bouillon lactosé au bromocrésol pourpre simple concentration (B.C.P.L S/C) :**

- ✓ Peptone 5g
- ✓ Extrait de levure 2g
- ✓ Lactose 5g
- ✓ Pourpre de bromocrésol 0,025g
- ✓ Eau distillée 1000ml
- ✓ pH: 6,9±0,2 autoclavage 20 min à 115°C.

### **Bouillon lactosé au bromocrésol pourpre double concentration (B.C.P.L D/C) :**

- ✓ Peptone 10g
- ✓ Extrait de viande 4g
- ✓ Lactose 10g
- ✓ Pourpre de bromocrésol 0,05g
- ✓ Eau distillée 1000ml
- ✓ pH: 6,9±0,2 autoclavage 20 min à 115°C.

### **Milieu de Schubert (milieu indole-mannitol) :**

- ✓ Tryptophane 0,2g
- ✓ Acide glutamique 0,2g
- ✓ Sulfate de magnésium 0,7g
- ✓ Citrate de sodium 0,5g
- ✓ Sulfate d'ammonium 0,4g
- ✓ Chlorure de sodium 2g
- ✓ Peptone 10g
- ✓ Mannitol 7,5g
- ✓ Phosphate disodique 4g
- ✓ Phosphate monopotassique 0,6g
- ✓ Eau distillée 1000ml
- ✓ pH: 7,6 autoclavage 10 min à 115°C.

 **Milieu de Rothe S/C :**


- ✓ Peptone 20g
- ✓ Glucose 5g
- ✓ Chlorure de sodium 5g
- ✓ Monohydrogénophosphate de potassium(K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) 2,7g
- ✓ Dihydrogénophosphate de potassium (KH<sub>2</sub> PO<sub>4</sub>) 2,7g
- ✓ Azide de sodium(NaN<sub>3</sub>) 0,2g
- ✓ Eau distillée 1000ml
- ✓ pH: 6,8±2 autoclavage 20 min à 120°C.

 **Milieu de Rothe D/C :**

- ✓ Peptone 40g
- ✓ Glucose 10g
- ✓ Chlorure de sodium 10g
- ✓ Monohydrogénophosphate de potassium(K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) 5,4g
- ✓ Dihydrogénophosphate de potassium (KH<sub>2</sub> PO<sub>4</sub>) 5,4g
- ✓ Azide de sodium(NaN<sub>3</sub>) 0,4g
- ✓ Eau distillée 1000ml
- ✓ pH: 6,8±2 autoclavage 20 min à 120°C.

 **Milieu de Litsky /bouillon à l'éthyle violet et l'azide de sodium (E.V.A) :**

- ✓ Peptone 20g
- ✓ Glucose 5g
- ✓ Chlorure de sodium 5g
- ✓ Monohydrogénophosphate de potassium(K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) 2,7g
- ✓ Dihydrogénophosphate de potassium (KH<sub>2</sub> PO<sub>4</sub>) 2,7g
- ✓ Azide de sodium(NaN<sub>3</sub>) 0,3g
- ✓ Solution d'éthyl violet 5ml
- ✓ Eau distillée 1000ml
- ✓ pH: 6,8 autoclavage 20 min à 120°C.

 **Réactif de Kovacs :**

- ✓ P-diméthyl aminobenzaldéhyde 7 g
- ✓ Alcool amylique 75 ml
- ✓ Acide chlorhydrique concentré 20 ml.

**Tableaux d'indice NPP (Nombre le Plus Probable par tube) :**

Nombre de tube donnant une réaction positive			Indice NPP
Flacon de 50 ml	5 tubes de 10 ml	5 tubes de 1 ml	
00	00	01	01
00	00	02	02
00	01	00	01
00	01	01	02
00	01	02	03
00	02	00	02
00	02	01	03
00	02	02	04
00	03	00	03
00	03	01	05
00	04	00	05
01	00	00	01
01	00	01	03
01	00	02	04
01	00	03	06
01	01	00	03
01	01	01	05
01	01	02	07
01	01	03	09
01	02	00	05
01	02	01	07
01	02	02	10
01	02	03	12
01	03	00	08
01	03	01	11
01	03	02	14
01	03	03	18
01	03	04	22
01	04	00	13
01	04	01	17
01	04	02	22
01	04	03	28
01	04	04	35
01	04	05	43
01	05	00	24
01	05	01	35
01	05	02	54
01	05	03	92
01	05	04	161
01	05	05	240

