



## *Remerciements*

*Nous remercions, en premier lieu ALLAH le tout puissant pour toute la volonté et le courage qui nous a donné pour l'achèvement de cette thèse, il a été toujours à côté de nous pour réussir et a terminé ce travail.*

*La réalisation de ce travail n'aurait pu être menée à terme sans le support continu de notre encadreur Madame LAGHA Nouria. Je désire lui adresser un remerciement tout particulier pour ses précieux commentaires et ses conseils pertinents qui nous grandement aidée tout au long des différentes étapes menant à l'élaboration de cette thèse.*

*Nous adressons notre profonde reconnaissance à Monsieur MERIOUA S pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury de soutenance de notre thèse.*

*Nous exprimons aussi nos reconnaissances aux membres du jury madame BENGHALEM I pour l'honneur de juger ce mémoire.*

*Nous tenons à remercier le personnel du laboratoire d'analyse de l'eau (ADE) de la Wilaya de Naâma qui nous aidé à réaliser la partie expérimentale de notre travail.*

*Nous exprimons nos respectueux remerciements à Monsieur Kebiz, responsable du laboratoire de l'ADE pour nous avoir accueillies dans son service, ainsi qu'à madame Tolba et Monsieur Harkati chefs du laboratoire, pour la réalisation des analyses d'eau, et trouvent ici l'expression de notre vive reconnaissance pour l'aide permanente qu'ils nous ont apportées.*

## *Dédicace*

*Avec l'aide et la protection d'ALLAH s'est réalisé ce travail.*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A mes très cher parents, avant tous et pour tous, que j'adore  
et je souhaite toujours les voir à mes côtés :*

*A Mon très cher Père Sadok abd elkader A celui l'exemple  
du courage, du dévouement, de l'honnêteté, de la persévérance et  
du sacrifice.*

*Ma très chère Mère Ghenami khadija A celle qui m'a donné  
la vie, qui a marqué chaque moment de mon existence avec son  
intarissable tendresse, à celle à qui je dois le meilleur de moi-  
même*

*A mon très chère soeur Hadjer, et mon très cher frère Anes  
Merci pour votre support continu et de votre amour.*

*A Tout ma famille Sadok et Ghenami.*

*A mon binôme et mon amie intime Imane pour tous les  
souvenirs pendant les années d'études ensemble.*

*A tous mes amis, qui nous ont aidés à réaliser ce travail, par  
leurs conseils et leurs encouragements.*

*Nor el houda*

## *Dédicace*

*Tout d'abord je remercie le Créateur, Dieu, qui m'a guidé et m'a donné la force, la santé et la volonté de faire ce travail.*

*Je dédie ce modeste Travail,*

*A mes chers parents (Belkacem et Omelkhir), pour leur patience, leur amour, leur soutien, et conseils qui mon aide dans ma vie.*

*A mes chères sœurs Douaà, Wafaà et ma belle Fatima zahrae*

*A mes chers frères Mohamed et Abd elmouiz*

*Mes chers grands parents que Dieu les bénisse.*

*A toute ma famille Cadi (tantes et oncles, cousins et cousines)  
Une spéciale dédicace à une personne qui compte beaucoup pour moi. Ma copine et mon binôme Nor el houda ainsi que toute sa famille*

*Et Mes adorables amis*

*Mes camarades de promo de microbiologie 2019 /2020  
Enfin, je voudrais remercier tous mes amis et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*IMANE*

### الملخص

الماء هو مورد طبيعي قيم وأساسي لإستخدامات متعددة، إستخدامه في الطعام أو النظافة يتطلب نوعية فيزيوكيميائية و ميكروبيولوجية ممتازة.

إذن إن الميَّاه داخل المؤسسات الصحيَّة من المحتمل أن تتدهور فيَّ اي وقت بَيْن محطة المعالجة ونقاط الاستخدام حيث يُمكن ان تكون منبعاً لعدوى خطرة ولخطر التسمم فَّ حالة التلوث الفيزيوكيميائي والميكروبيولوجي خاصة للمرضى ذوي الجهاز المناعِّ الضعِّف. لتقيِّم نوعية ميَّاه المؤسسة الاستشفائية المخصصة للاستعمال البشري فيَّ مستشفى العين الصفراء ولاية النعامة.

اجري فحص فُزيوكيميائي و بكتريولوجي على عدة عينات اخذت من نوعين من الميَّاه من اجل تقويم مختلف المعايير ومقارنتها مع المعايير المعتمدة للميَّاه المخصصة للاستعمال البشري.

أجريت التحليلات على هذه العينات عن طريق قياس المعايير الفيزيوكيميائية التالية: درجة الحموضة , درجة الحرارة , الملوحة , العكارة , وكذلك عناصر التلوث ( $Ca^{2+}$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $HCO_3^-$ )

البحث على الجراثيم العُبر مرغوب فيَّها: مثل البكتيريا الآتية من التلوث البرازي والبكتيريا المسببة للأمراض.

وقد اظهرت نتائج التحاليل ان الميَّاه المدروسة ذات جودة فيزيوكيميائية وبكتريولوجية جيدة . اذ نة لا تشكل خطر على المستهلكين خاصة على المرضى ذوي الجهاز المناعِّ الضعِّف.

**الكلمات المفتاحية :** الماء ، الجودة ، المؤسسة الصحية ، فيزيوكيميائية ، البكتريولوجية.

## **Résumé**

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

Donc l'eau dans les établissements de santé est susceptible de se dégrader à tout moment entre l'usine de traitement et les points d'usages au niveau des services hospitaliers. Elle peut être une source des risques infectieux parasitaires et des risques toxiques en cas de contamination physico-chimique ou microbienne et particulièrement pour les patients immunodéprimés. Pour apprécier la qualité de l'eau de l'hôpital de Ain-Sefra de la wilaya de Naâma, un contrôle physico-chimique et bactériologique a été réalisé sur deux types d'eaux : l'eau de la bêche à eau et l'eau de robinet.

Afin d'évaluer les différents paramètres et les comparer avec les normes des eaux de consommation humaines.

Les analyses ont été effectuées sur ces échantillons en mesurant les paramètres physico-chimiques suivants : pH, turbidité, conductivité électrique (CE), température (T°), salinité, TDS, et aussi des éléments des pollutions ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  .....).

En recherchant éventuellement les germes indésirables : comme les germes de contamination fécale et aussi les bactéries pathogènes.

Les résultats des analyses effectuées ont fait ressortir que les eaux étudiées sont de bonne qualité physico-chimique et bactériologique. Elles ne possèdent donc aucun risque pour les consommateurs et surtout pour les patients immunodéprimés.

**Mots clés:** Eau, Qualité, établissement de santé, physico-chimique, bactériologique.

## **ABSTRACT**

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

So In a hospital environment, water could be a source of dangerous infections due to physico-chemical and microbiological contamination. To assess the quality of well water for human consumption in hospital of Ain-Sefra state of Naâma, a physico-chemical and microbiological control was carried out on two samples of water. In order to assess the different parameters, and compare them with human water consumption standards.

The analyzes were performed on these samples by measuring the following physicochemical parameters : pH, turbidity, electric conductivity (CE), temperature ( $T^{\circ}$ ), salinity, TDS, and also the elements of pollution ( $Ca^{2+}$ ,  $NH_4^{+}$ ,  $NO_3^{-}$ ,  $HCO_3^{-}$  .....).

And possibly looking for undesirable germs: such as faecal contamination germs and also pathogenic bacteria

The results of analyzes have been shown that the waters have a good physicochemical and microbiological quality. They do not pose any risk for consumers and especially for immunocompromised patients.

**Key words :** Water, Quality, hospital environment, physico-chemical, microbiological.

## Table des Matières

Liste des abréviations.....	VI
Liste des tableaux.....	VIII
Liste des figures.....	IX
Liste des photos.....	XI
Introduction.....	1

### PARTIE 01 : Etude bibliographique

Chapitre I : Généralité sur l'eau .....	4
1. Définition de l'eau .....	4
2. L'importance de l'eau.....	4
3. Cycle de l'eau .....	4
4. Ressources hydriques naturelles .....	5
4.1. Eaux souterraines .....	5
4.2. Eau de Surface .....	6
4.3. Eau de mer .....	6
5. Typologie des différentes catégories d'eau dans les établissements de santé .....	6
5.1. Eaux ne subissant aucun traitement dans l'établissement de santé .....	6
5.1.1. Eaux à usage alimentaire .....	6
5.2. Eaux spécifiques traitées au sein de l'établissement de santé, répondant à des critères définis en fonction des usages .....	7
5.2.1. Eau bactériologiquement maîtrisée.....	7
5.2.2. Eau chaude .....	7
5.2.3. Eau pour hémodialyse.....	8
5.2.4. Eau purifiée.....	8
5.2.5. Eau hautement purifiée .....	8
5.3. Eaux stériles .....	9
5.4. Les eaux techniques .....	9
6. Pollution des eaux.....	9
6.1. La pollution biologique.....	9
6.2. La pollution physique .....	9

6.3. La pollution chimique .....	10
7. Principaux dangers et risques sanitaires liés à l'utilisation de l'eau dans les établissements de santé .....	10
7.1. Risques infectieux et parasitaires .....	10
7.1.1. Les infections digestives .....	11
7.1.2. Les infections respiratoires .....	11
7.1.3. Les infections cutanéomuqueuses .....	11
7.2. Risques toxiques .....	12
7.3. Risque lié aux brûlures .....	12
8. Maladies à transmission hydrique .....	12
9. Les normes de potabilité de l'eau .....	14

## **Chapitre II : Indicateurs microbiologiques des eaux** .....

1. Bactéries indicatrices de contamination fécale .....	15
1. Les coliformes .....	15
1.1. Les coliformes totaux (CT) .....	15
1.2. Les coliformes fécaux (CF) .....	16
1.2.1. <i>Escherichia coli</i> .....	16
2. <i>Streptocoques du groupe D</i> .....	18
3. <i>Clostridia</i> .....	19
3.1. <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i> .....	19
4. Microorganismes revivifiables .....	20
5. Normes de la qualité bactériologique de l'eau potable .....	20
2. Bactéries pathogènes pour l'homme .....	21
1. <i>Enterobacteriaceae</i> .....	21
1.1. <i>Salmonelle</i> .....	23
2. <i>Pseudomonas</i> .....	24
2.1. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	24
3. <i>Staphylocoques</i> .....	25

## **PARTIE 02 : Matériels et méthodes**

1. lieu et période de l'étude .....	26
2. Analyse physico-chimique .....	26

2.1.Prélèvement physique et chimique .....	26
2.2.Paramètre partielle .....	26
2.2.1.Mesure de la Température .....	26
2.2.2.Le potentiel d'hydrogène (pH) .....	27
2.2.3.Mesure de Conductivité .....	27
2.2.4.Salinité .....	27
2.2.5.Total des solides dissous (TDS) .....	28
2.2.6.Turbidité .....	29
2.3.Paramètre complet .....	30
2.3.1.Mesure de la Dureté/ Titre hydrométrique (TH) .....	30
2.3.2.Titre alcalimétrique complet (TAC) ou alcalinité totale.....	30
2.3.3.Chlorures (Cl <sup>-</sup> ) .....	30
2.3.4.Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	31
2.3.5.Fer (Fe <sup>2+</sup> ).....	31
2.3.6. Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	32
2.3.7. Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	32
2.3.8. Phosphate (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> ).....	33
2.3.9. Sulfate (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ).....	33
2.3.10.Magnésium (Mg <sup>2+</sup> ) .....	34
2.3.11.Calcium (Ca <sup>2+</sup> ).....	34
3.Méthode d'analyses microbiologiques .....	35
3.1.Prélèvement microbiologique .....	35
3.2.Recherche des germes.....	35
1.Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale .....	35
2.Recherche et dénombrement des coliformes .....	37
2.1.Technique en milieu liquide sur BCPL .....	37
2.2.Recherche et dénombrement des coliformes par Filtration sur membrane .....	39
2.2.1.Recherche des coliformes totaux .....	40
2.2.2.Recherche des coliformes fécaux .....	41
3.Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.....	42
3.1.En milieux liquides .....	42
3.2.Recherche de Streptocoques fécaux ou <i>Streptocoques du groupe D</i> par filtration sur membrane.. .....	45
4.Recherche et dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) .....	46

4.1. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies <i>sulfito-réductrices</i> et de <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i> par filtration sur membrane .....	47
5. Recherche et dénombrement des <i>Pseudomonas sp</i> .....	48

### **PARTIE 03 : Résultats et discussion**

<b>I. Résultats</b> .....	50
1. Résultats et discussion des analyses physiques et chimiques .....	50
1.1. Température (T°C).....	50
1.2. Potentiel d'hydrogène (pH) .....	51
1.3. Conductivité électrique (CE) .....	59
1.4. Les sels totaux dissous (TDS).....	53
1.5. Salinité .....	53
1.6. Turbidité .....	54
1.7. Les éléments de la pollution .....	55
1.7.1. Calcium (Ca <sup>2+</sup> ).....	55
1.7.2. Magnésium (Mg <sup>2+</sup> ) .....	55
1.7.3. Chlorures (Cl) .....	56
1.7.4. Sulfate (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ).....	57
1.7.5. Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	58
1.7.6. Phosphate (PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ).....	58
1.7.7. Nitrates (NO <sup>-3</sup> ).....	59
1.7.8. Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	60
1.7.9. Fer (Fe) .....	60
2. Résultats et discussions des analyses bactériologiques .....	62
2.1. Résultats des analyses dans le milieu liquide .....	62
2.1.1. Germes Totaux.....	64
2.1.2. Coliformes totaux .....	64
2.1.3. Coliformes Fécaux.....	65
2.1.4. Streptocoques fécaux .....	66
2.1.5. <i>Clostridium Sulfitoréducteurs</i> .....	66
2.1.6. <i>Pseudomonas sp</i> .....	67
2.2. Résultats des analyses par méthode de filtration .....	68

<b>II.Discusion.....</b>	<b>69</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>71</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>72</b>

## Liste des abréviations

**OIE** : Office internationale de l'eau.

**COTEREHOS** : Comité technique régionale de l'environnement hospitalier.

**UV** : Ultra violé.

**INSP** : Institut nationale de santé publique.

**MTH** : Maladies à transmission hydrique.

**TH** : Titre hydrométrique.

**TAC** : Titre alcalimétrique complet.

**EDTA** : Acide éthylène diamine tétra acétique.

**NET** : Indicateur coloré.

**NED** : Di chlorhydrate N-(naphtyl-1).

**CT** : Coliformes totaux.

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

**CEAEQ** : Centre d'expertise en analyses environnementale du Québec.

**CF** : Les coliformes fécaux.

**CTT** : Coliformes thermo-tolérants.

***E.coli*** : *Escherichia coli*.

**°C** : Degré Celsius.

**ADN** : Acide Deoxyribonucléique.

**LDC** : Lysine décarboxylase.

**ODC** : Ornithine décarboxylase.

**TTR** : Tetrathionate réductase.

**(+)** : Positif avec la majorité des souches.

**(-)** : Négatif avec la majorité des souches.

**D** : Différent selon les souches.

**ETEC** : *E. coli* enterotoxino-gènes.

**EPEC** : *E. coli* entéro-pathogènes.

**EHEC** : *E. coli* entéro-hémorragiques.

**EIEC** : *E. coli* entéro-invasifs.

**CGP** : Cocci à Gram positif.

**pH** : Potentiel hydrogène.

**µm** : Micro mètre.

**ARNr** : Acide ribonucléique ribosomique

- LPS** : Lipopolysaccharides.
- ADE** : Algérie des eaux.
- UFC** : Unité Formant Colonie.
- BEA** : Bile Esculine Agar.
- TSC** : Tryptone-Sulfite-Cyclosérine.
- TSA** : Gélose trypto-caséine soja.
- TBA** : Trypticase Agar Base.
- TTC** : Triphenyl Tetrazolium Chloride.
- RVS** : Bouillon Rappaport Vassiliadis Soja.
- VF** : Viande-foie.
- PCA** : Plate Count Agar.
- D/C** : Double concentration.
- S/C** : Simple concentration.
- T°C**: Température.
- CE** : Conductivité.
- TH** : Dureté.
- %** : Pourcentage.
- T.D.S** : Solides Totaux Dissous.
- BCPL** : Bouillons Lactose au Pourpre de Bromocrésol.
- TGEA** : Gélose glucosée Tryptonée à l'extrait de levure.
- PVG** : Pas valeur guide.
- NTU** : Unité de turbidité néphélométrique.

<b>Tableau 1.</b> Les principales maladies d'origine hydrique et leurs agents pathogènes et Signes cliniques .....	13
<b>Tableau 2.</b> Paramètres de potabilité d'eau et leurs valeurs limites selon les normes algériennes .....	14
<b>Tableau 3.</b> Normes Et Recommandation Pour La Qualité Bactériologique de L'eau potable. ....	20
<b>Tableau 4.</b> Principaux genres et espèces des entérobactéries .....	22
<b>Tableau 5.</b> Résultats des paramètres physico-chimiques. ....	50
<b>Tableau 6.</b> Résultats des analyses bactériologiques de l'eau analysée en milieu liquide.....	63
<b>Tableau 7.</b> Résultats des analyses bactériologiques de l'eau analysée par la méthode de Filtration.....	68

<b>Figure 1.</b> Cycle de l'eau.....	5
<b>Figure 2.</b> Photo d'une souche <i>E.coli</i> observer sous microscope électronique .....	16
<b>Figure 3.</b> Antigènes <b>O</b> et l'antigène <b>H</b> et l'antigène <b>K</b> .....	21
<b>Figure 4.</b> Photo d'une <i>Pseudomonas aeruginosa</i> observer sous microscope électronique .....	24
<b>Figure 5.</b> Appareil de mesure de la TDS, pH, conductivité, température et la salinité.....	28
<b>Figure 6.</b> Turbidimètre .....	29
<b>Figure 7.</b> Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale .....	36
<b>Figure 8.</b> Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux .....	39
<b>Figure 9.</b> Méthode de Recherche et dénombrement des coliformes par Filtration sur membrane .....	42
<b>Figure 10.</b> Recherche et dénombrement <i>des streptocoques fécaux</i> .....	44
<b>Figure 11.</b> Méthode de Recherche de Streptocoques fécaux ou <i>Streptocoques du groupe D</i> par filtration sur membrane .....	45
<b>Figure 12.</b> Recherche et dénombrement des <i>Clostridium sulfitoréducteurs</i> .....	47

<b>Figure 13.</b> Recherche et dénombrement des spores des bactéries de <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i> par filtration sur membrane .....	48
<b>Figure 14.</b> Les valeurs de température des eaux analysées.....	51
<b>Figure 15.</b> Les valeurs de pH des eaux analysées .....	52
<b>Figure 16.</b> Les valeurs de Conductivité électrique des eaux analysées .....	52
<b>Figure 17.</b> Les valeurs de TDS des eaux analysées .....	53
<b>Figure 18.</b> Les valeurs de salinité des eaux analysées .....	54
<b>Figure 19.</b> Les valeurs de turbidité des eaux analysées. ....	54
<b>Figure 20.</b> Les valeurs de Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) des eaux analysées . ....	55
<b>Figure 21.</b> Les valeurs de Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) des eaux analysées .....	56
<b>Figure 22.</b> Les valeurs de Chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) des eaux analysées .....	57
<b>Figure 23.</b> Les valeurs de sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) des eaux analysées .....	57
<b>Figure 24.</b> Les valeurs d'Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) des eaux analysées .....	58
<b>Figure 25.</b> Les valeurs de Phosphate ( $\text{PO}_4^-$ ) des eaux analysées. ....	59
<b>Figure 26.</b> Les valeurs de Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) des eaux analysées .....	59
<b>Figure 27.</b> Les valeurs de Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) des eaux analysées .....	60
<b>Figure 28.</b> Les valeurs de Fer ( $\text{Fe}$ ) des eaux analysées .....	61

## Liste des photos

<b>Photo 1.</b> Appareil filtration par membrane. ....	40
<b>Photo 2.</b> Résultats de la recherche des germes totaux.....	64
<b>Photo 3.</b> Résultats de la recherche des coliformes totaux.....	65
<b>Photo 4.</b> Résultats de teste confirmatif en milieu Schubert de coliformes fécaux.....	65
<b>Photo 5.</b> Résultats de la recherche des streptocoques fécaux en milieu Rothe.....	66
<b>Photo 6.</b> Résultats de la recherche des <i>Clostridium Sulfitoréducteurs</i> en milieu VF.....	67
<b>Photo7.</b> Présentation des résultats de la recherche des <i>Pseudomonas sp.</i> .....	67
<b>Photo 8.</b> Résultats de la recherche des Coliformes totaux et fécaux, <i>Clostridium Sulfitoréducteurs</i> Par filtration.....	68



# **Introduction**

L'eau douce est un aliment indispensable à la vie (homme, animaux, plantes) (**Kahoul et Touhami, 2014**). Elle est une ressource stratégique et fondamentale à l'existence de l'être humain (**Odoulami, 2009**), mais il est également un agent important et redoutable dans la transmission des maladies infectieuses. D'après un rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé, chaque année 1,8 millions de personnes dont 90% d'enfants de moins de cinq ans, vivant pour la plupart dans les pays en développement meurent de maladies diarrhéiques), 88% des maladies diarrhéiques sont imputables à la mauvaise qualité de l'eau, à un assainissement insuffisant et à une hygiène défectueuse (**OMS, 2005**).

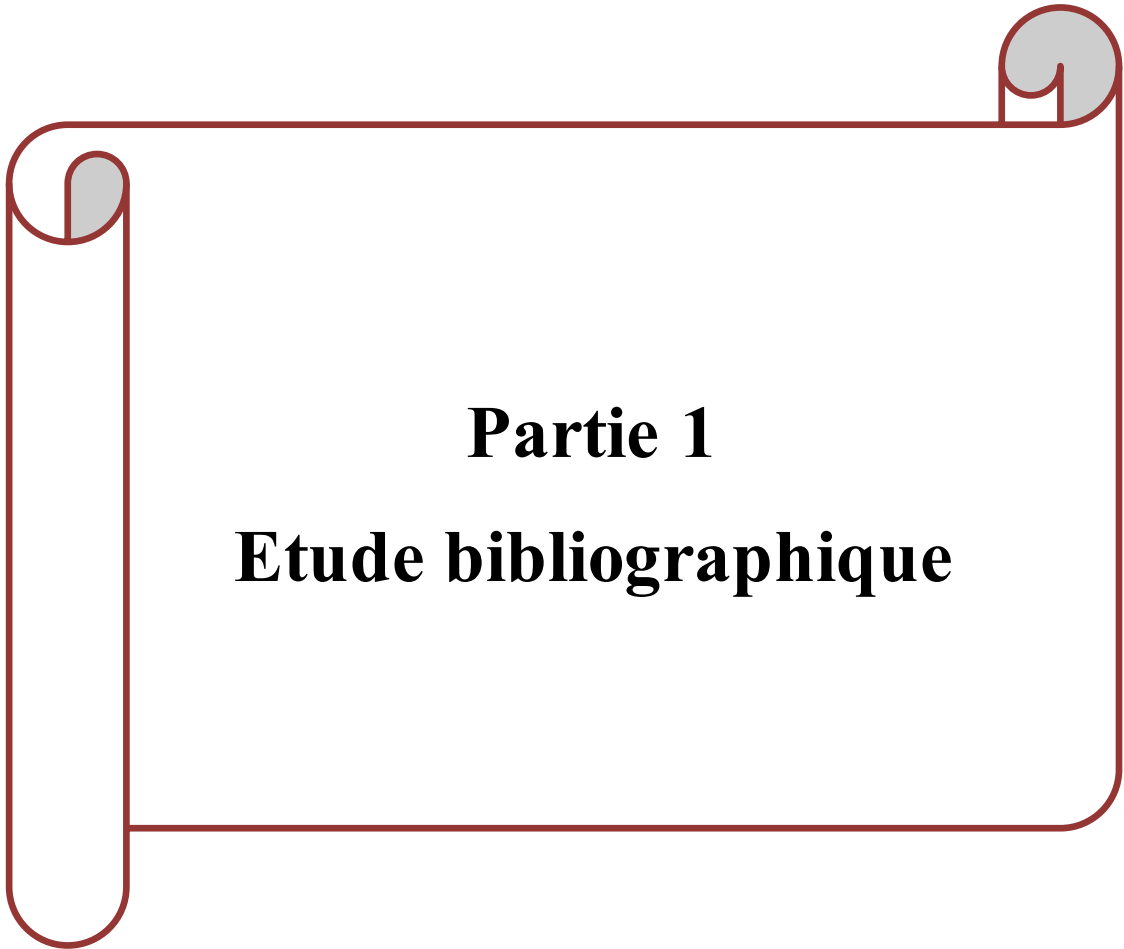
Les eaux souterraines représentent environ 97 % du total des eaux douces continentales liquides (**Bosca, 2002**). 75 à 90 % de la population mondiale utilisent une eau d'origine souterraine. Selon (**Merzoug et al, 2010**), Les eaux souterraines en Algérie sont polluées à partir d'une origine géologique et anthropique, notamment d'infiltration des eaux usées et l'utilisation des engrais chimiques en agriculture (**Nouayti et al., 2015**). D'autres études ont révélées que la pollution des eaux souterraines est liée à la présence des fosses septiques, à l'absence du traitement, au manque du réseau d'assainissement et au non-respect des conditions d'hygiène publique (**Guessoum et al., 2014**).

L'eau potable est susceptible de se dégrader à tout moment entre l'usine de traitement et les points d'usages au niveau des services hospitaliers la concentration en chlore résiduel, le développement de biofilm, l'état de l'entretien des canalisations, la température ainsi que la turbidité (**Brucker G et al., 2000**).

La maîtriser la qualité microbiologique de l'eau est un enjeu important pour tout établissement de santé. Mais c'est un problème complexe qui implique une multiplicité d'acteurs pour : concevoir le réseau de distribution, assurer sa maintenance, entretenir les appareils sanitaires, adapter la qualité de l'eau aux usages, la contrôler, ... (**Coterehos, 1995**).

Cette étude a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau utilisée dans l'hôpital d'Ain-Sefra de la wilaya de Naâma (eau de la bache d'eau et eau de robinet).

Ce travail, consiste à réaliser après une première partie qui est une synthèse bibliographique comporte deux chapitres au cours du premier Nous présentons des généralités sur l'origine et les différents types d'eau aussi leur différents risques et maladies, et au cours de la deuxième chapitre Nous présentons les indicateurs microbiologiques de la qualité des eaux et une deuxième partie consacrée à des analyses physicochimiques, bactériologiques et la dernière partie porté sur les résultats obtenus et leurs interprétations avec une conclusion générale.



# **Partie 1**

## **Etude bibliographique**

## I. généralité sur l'eau

### 1. Définition de l'eau

L'eau est partout présente dans la nature. Comme un liquide incolore, inodore, sans saveur, de pH neutre (**Bernard, 2007**), 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 » (**Régis, 2009**).

L'eau est un composé chimique simple, liquide à température et pression ambiantes 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, c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène (**Hamed et al., 2012**).

Une eau est dite potable ou eau de consommation quand elle satisfait un certain nombre de caractéristiques la rendant propre à la consommation humaine (**Régis, 2009**).

### 2. L'importance de l'eau

L'eau est un élément indispensable à la vie humaine. Elle entre dans la composition du corps humain et la plupart des aliments. Elle est utilisée en alimentation humaine et animale, en industrie, en agriculture et autres secteurs. De part sa consommation, elle joue également un rôle important dans la transmission des maladies hydriques par les agents pathogènes qu'elle véhicule (**Guerd et Mesghouni, 2007**).

### 3. Cycle de l'eau

L'eau est un élément fondamental de la vie, recouvrant 72% de la surface de la terre, et représentant une réserve totale de 1350 milliards de km<sup>3</sup> dans la biosphère. Ce volume est constant et stable depuis 3 milliards d'années (**Lelerc et al., 1977**).

La circulation de l'eau au sein des différents compartiments terrestres est décrite par son cycle biogéochimique, le cycle de l'eau (**Hamed et al., 2012**). Dont La source principale d'eau douce provient de l'évaporation, sous l'effet du soleil, des océans, rivières et des lacs, ainsi que l'évapotranspiration des végétaux (**Lelerc et al., 1977**).

Cette vapeur d'eau se condense dans l'atmosphère, retombe sous forme de précipitations pluvieuses ou neigeuses et parvient aux cours d'eau soit: directement par ruissellement ou

indirectement par infiltration: Stockage dans les nappes, les puits et les restitutions aux cours d'eau à la faveur des exigences (Vilagines, 2000).

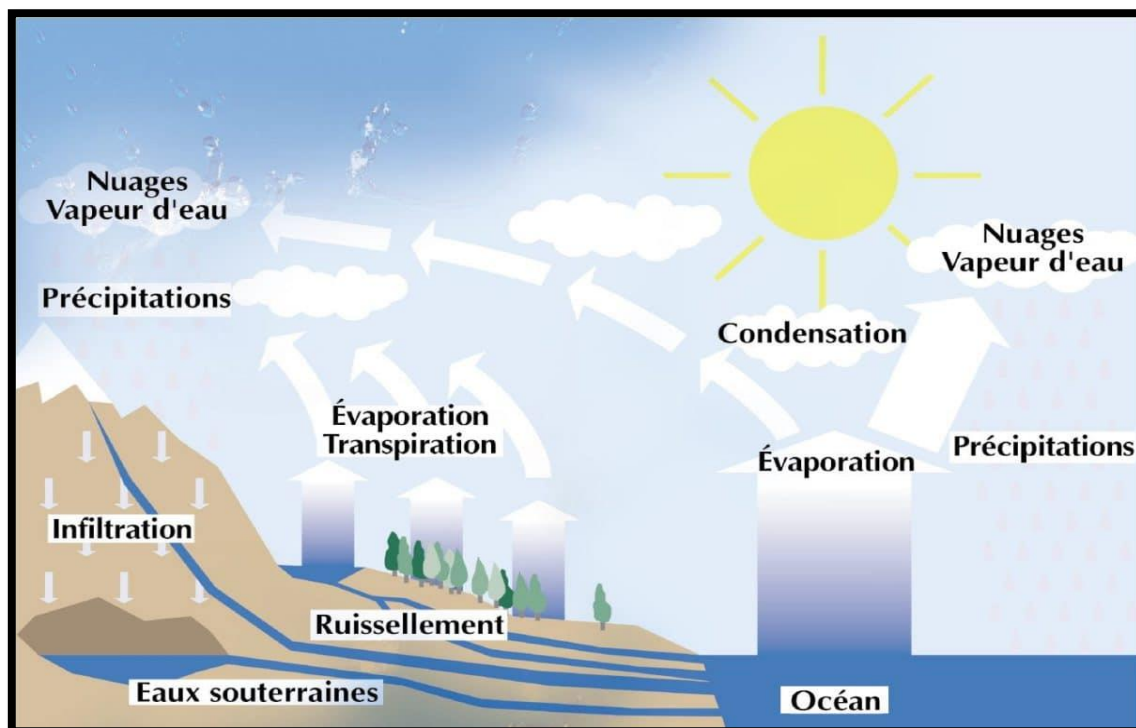


Figure 1. Cycle de l'eau (Hamed et al., 2012)

#### 4. Ressources hydriques naturelles

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surface stagnantes (lacs, retenues de barrage) ou en écoulement (rivières, fleuves) et des eaux de mer (Desjardins, 1990).

##### 4.1. Eaux souterraines

Les eaux qui ne sont ni ré-évaporées, ni retournées à la mer par ruissellement, s'infiltrent dans le sol et le sous-sol et s'y accumulent pour constituer les eaux souterraines. La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de réservoirs aquifères appelés nappes (Mokdadi et Ahmed, 2015).

Quand une eau souterraine contient une concentration en certains minéraux dépassant les normes de potabilité, mais elle représente des propriétés thérapeutiques on la distribue en

bouteilles avec parfois un traitement bien défini, ces eaux sont dites eaux minérales (Degremont, 1989).

#### 4.2. Eau de Surface

Les principales sources d'eau potable sont les eaux de surface (Kudri, 2006). Les eaux de surface sont constituées par les eaux des rivières, des fleuves, des étangs, des lacs, des barrages, des réservoirs, des glaciers. Il s'agit d'une masse d'eau bien individualisée, solide ou liquide, immobile ou en mouvement (Vierling, 2003; Debabza, 2005).

#### 4.3. Eau de mer

L'eau de mer est une solution complexe qui contient tous les éléments indispensables à la vie (calcium, silicium, carbone.....), des matières organiques et, naturellement à l'état dissous, les gaz présents dans l'atmosphère. L'eau de mer est faiblement alcaline. Son pH étant compris entre 7.5 et 8.4 (Rapinat, 1982). La caractéristique la plus importante des eaux de mer est leur salinité, c'est-à-dire leur teneur globale en sels, La salinité moyenne des eaux des mers et océans est de 35 g/L (Huot, 2010).

### 5. Typologie des différentes catégories d'eau dans les établissements de santé

Quatre grandes catégories d'eau ont été distinguées au sein de l'hôpital, en fonction des usages, et de l'absence ou de la mise en œuvre de traitements complémentaires de l'eau (Hartmann et al., 2003).

#### 5.1. Eaux ne subissant aucun traitement dans l'établissement de santé

Il s'agit des eaux provenant du réseau d'adduction publique ou d'un forage privé. et n'ayant subi aucun traitement au sein de l'établissement de santé.

##### 5.1.1. Eaux à usage alimentaire

- **L'eau de distribution publique ou eau potable**

L'eau potable est une eau destinée à l'alimentation humaine, agréable à consommer et qui n'est pas susceptible de porter atteinte à la santé dans ses usages courants. Elle doit respecter les normes de qualité fixées par la réglementation (OIE, 1998., COTERHOS, 1995).

- **L'eau aux points d'usage**

Il s'agit de l'eau froide de chaque robinet intérieur ou extérieur aux bâtiments. Utilisée directement ou indirectement par toute personne au sein de l'établissement. Ces eaux sont destinées à des usages alimentaires et sanitaires (**Hartmann et al., 2003**).

- **Eau des fontaines à usage de boisson**

Est généralement rafraîchie à une température de 8 à 12 °C. Il produite in situ à partir de l'eau potable du réseau de distribution publique. Elle doit répondre aux mêmes critères de potabilité que l'eau aux points d'usages (**Arsac et al., 2015**).

## **5.2. Eaux spécifiques traitées au sein de l'établissement de sante, répondant à des critères définis en fonction des usages**

### **5.2.1. Eau bactériologiquement maîtrisée**

Sont des eaux obtenues dans les établissements de santé, à partir de l'eau potable dont la qualité microbiologique a été améliorée (**OIE, 1998**).obtenues après traitement chimique ou physique. L'eau obtenue après ces traitements n'est en aucun cas une eau stérile .Elle est destinée aux patients les plus vulnérables ainsi que pour des soins au contact des muqueuses ou exposant à un risque infectieux particulier (comme par exemple le rinçage terminal des fibroscopes bronchiques).

Les procédés les plus couramment utilisés sont : La microfiltration sur membrane aux points d'usages ou filtration terminale (**Hartmann et al., 2003**).

### **5.2.2. Eau chaude**

L'eau chaude subit un ou plusieurs traitements (chauffage et éventuellement adoucissement...) ; elle est réservée à la toilette des patients, au nettoyage du matériel, à l'entretien des locaux... Bien qu'elle réponde aux critères de potabilité de l'eau, il est déconseillé de l'utiliser pour la préparation de boissons chaudes et de préparations alimentaires. Le risque infectieux principal lié à l'eau chaude sanitaire concerne les légionnelles (**Herault, 1999**). Pour réduire la présence de légionnelles dans le réseau, deux mesures spécifiques sont préconisées par l'OMS : chloration et élévation de température (**COTEREHOS, 1995**).

### 5.2.3. Eau pour hémodialyse

Le liquide de dialyse est composé d'un concentré de dialysat (3%) fourni par l'industrie pharmaceutique à diluer 35 fois avec de l'eau (97%) en provenance du réseau public, traitée avant son utilisation. L'eau pour hémodialyse est caractérisée par son utilisation massive et sa préparation extemporanée. Elle doit présenter une qualité physico-chimique constante et une innocuité totale (COTEREHOS, 1995).

Est traitée de manière complémentaire par une filière qui comporte plusieurs étapes : filtration, filtration sur charbon actif, adoucissement, osmose inverse et/ou échange d'ions, microfiltration et/ou ultrafiltration dans des installations de traitement d'eau spécifique (Hartmann et al., 2005).

Les risques de contamination de l'eau pour hémodialyse par La présence de micro-organismes ou des substances chimiques interviennent en cas de dysfonctionnement du système de traitement d'eau, ou en cas de non accessibilité aux désinfectants, ces points critiques doivent donc faire l'objet de contrôles et d'une maintenance rigoureuse pour prévenir tout risque de contamination (Ghorzi et Khedim, 2017).

### 5.2.4. Eau purifiée

C'est une eau destinée à la préparation de médicaments autres que ceux qui doivent être stériles et exempts de pyrogènes. Elle est produite à partir d'eau potable par divers procédés osmose inverse et / ou déminéralisation et / ou distillation (Arsac et al., 2015).

### 5.2.5. Eau hautement purifiée

C'est une eau destinée aux préparations de médicaments lorsqu'une eau d'une qualité biologique élevée est nécessaire, sauf dans les cas où l'emploi de l'eau pour préparations injectable est requis. L'eau hautement purifiée est produite à partir d'eau destinée à la consommation humaine (Castex et al., 2005).

Les procédés de production actuels comprennent par exemple l'osmose inverse à double passage, combinée à d'autres techniques telles que l'ultrafiltration et la dés-ionisation (Arsac et al., 2015).

### 5.3. Eaux stériles

- **Eau pour préparations injectables**

Désignant une eau produite par distillation à partir d'eau potable ou d'eau purifiée, destinée soit à la préparation industrielle de Médicaments par voie parentérale, dont le véhicule est aqueux (Eau Pour Préparation Injectable (EPPI) en vrac) (**Hahen, 1998**).

Soit à la dissolution des substances, de préparation pour administration parentérale, au moment de l'emploi (Eau Pour Préparation Injectable (EPPI) stérilisée), Il s'agit d'EPPI en vrac répartie en conditionnements unitaires et stérilisée par la chaleur après conditionnement (**Hartmann et al., 2003**).

### 5.4. Les eaux techniques

Il s'agit d'une eau de distribution ayant subi des traitements physico-chimique particuliers pour des utilisations spécifiques (**Vincent et al., 1994**) (L'eau déminéralisée, L'eau adoucie, L'eau osmosée).

## 6. Pollution des eaux

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physique, chimique et biologique ; par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels (**Tekfi, 2006**).

### 6.1. La pollution biologique

Ce type de pollution est souvent le fait des rejets d'eaux d'égouts domestiques et de la présence de matières fécales dans la nature. De nombreux microorganismes vivants naturellement dans l'intestin de l'homme et des animaux peuvent survivre assez longtemps dans l'eau. Toutefois l'eau peut abriter des bactéries, mycètes, protozoaires, des virus etc (**Regnault, 1990**).

## 6.2. La pollution physique

C'est une pollution qui est due à la présence de matières en suspension parfois de colloïdes, elle se traduit par un trouble ou une coloration plus ou moins prononcée (Leroy, 1999).

## 6.3. La pollution chimique

Due à des substances chimique en solution, se traduit par un changement de saveur (eau salée ou saumâtre) parfois par l'apparition d'un caractère toxique lorsque le corps dissout est un poison (Leroy, 1999).

## 7. Principaux dangers et risques sanitaires liés à l'utilisation de l'eau dans les établissements de santé

### 7.1. Risques infectieux et parasitaires

Les micro-organismes responsables d'infections (bactéries, virus, parasites et micro algues) peuvent être transporté par l'eau, le degré de gravité des manifestations pathologiques liées à l'eau varie selon :

#### a) La nature des micro-organismes :

Certains ont une faible dose minimale infectieuse (virus) il suffit quelques unités formant une colonie pour infecter un individu susceptible, d'autres bio-contaminants doivent être présente en quantité beaucoup plus importante pour initier l'infection (bactéries, champignons, algues). Les bactéries, contrairement aux virus et aux parasites, sont beaucoup plus sensibles à la désinfection par des produits chlorés (Hartmann et al., 2003).

#### b) La voie d'exposition :

L'exposition au bio-contaminants peut être par ingestion d'eau et de denrée alimentaire, par le contacte cutané-muqueux, l'inhalation d'aérosols contaminés (*Actinomycese*, *Flavolacterium*) comme elle peut être par l'utilisation de dispositifs médicaux invasifs (rinçage) (Castex et al., 2005).

### c) L'état immunitaire des patients exposés :

La gravité des infections dépend de l'état immunitaire des individus exposés. Une faible immunité permet plus facilement à un micro-organisme d'exprimer sa virulence et aux pathogènes de déclencher une infection (**Bousseau et al., 2003**).

➤ Les infections liées à une contamination par l'eau ont ainsi des degrés variables de gravité. On distingue :

#### 7.1.1. Les infections digestives

Elles sont plus souvent dues à des contaminations par les aliments ou à des contaminations interhumaines et ne sont pas spécifiques au milieu hospitalier, et les pathologies digestives qu'ils sont susceptibles de provoquer sont avant tout communautaires et très rarement nosocomiales. C'est le cas des gastro-entérites et des diarrhées dues à des virus (*calicivirus*, *entérovirus*, *rotavirus*), à des bactéries telles (*Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter jejuni*), et des parasites tels que (*Giardia lamblia* et *Cryptosporidium parvum*) (**Leclerc et al., 1982**).

Certaines bactéries sont plus spécifiques au milieu hospitalier (*Serratia marcescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium difficile*) apparaissent plus particulièrement chez des sujets immunodéprimés (**Das et al., 1996 ; Picard et al., 1983**).

#### 7.1.2. Les infections respiratoires

Les infections respiratoires liées à l'inhalation d'aérosols contaminés sont dues le plus souvent à des bactéries gram négatif comme, par exemple, *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella pneumophila*, *Burkholderia cepacia*, *Acinetobacter* et à certaines mycobactéries. Elles sont plus particulièrement susceptibles d'affecter des patients immunodéprimés (**Jebran et Mangiapan, 1996**).

#### 7.1.3. Les infections cutanéomuqueuses

Ces infections, liées à un contact direct avec de l'eau contaminée, peuvent conduire à des septicémies, en particulier en chirurgie à cœur ouvert. Les germes en cause sont typiquement hydriques *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Mycobacterium* (**Rudnick et al., 1996**).

## 7.2. Risques toxiques

Le risque toxique se caractérise par la présence dans l'eau de substances chimiques indésirables ou toxiques en quantité trop importante. A l'hôpital, le risque de contamination toxique peut provenir de la dissolution des matériaux de canalisation (cuivre, plomb,...) comme il peut provenir de pollutions accidentelles par des substances toxiques en cas de rupture ou mise en dépression du réseau .en dehors des pollutions accidentelles, les concentrations en substances toxiques sont généralement trop faibles pour causer des intoxications aiguës. Toutefois, ce risque diffère selon les modes d'exposition (**Herault, 1999**).

## 7.3. Risque lié aux brûlures

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, le danger de brûlures est, dans 50 % des cas, lié à des liquides chauds. Il est très important par rapport au danger des flammes (30 %), du contact avec des objets chauds (10 %) et de l'électricité (4 %). Parmi ces liquides, l'eau chaude représente une cause importante de brûlures (de 20 à 30 %). Leur gravité est fonction de la température et du temps de contact avec la peau (**Hartmann et al., 2003**).

## 8. Maladies à transmission hydrique

Les maladies à transmission hydrique (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 (**Tourab, 2013**).

Selon l'organisation mondiale de la santé l'OMS en 1990, près de 5 millions d'enfants dans le monde sont morts de maladies à transmission hydrique (**Diaye, 2008**).

Selon l'organisation mondiale de la santé (**OMS**), En 2017, 71% de la population mondiale (5,3 milliards de personnes) utilisait un service d'alimentation en eau potable géré en toute sécurité (**OMS, 2017**).

L'eau contaminée peut transmettre des maladies comme la diarrhée, la dysenterie, le choléra, la typhoïde et la poliomyélite. On estime que l'eau de boisson contaminée est à l'origine chaque année de plus de 485 000 décès par diarrhée seulement (**OMS, 2017**).

Selon l'institut nationale de santé publique (**INSP**) Le taux d'incidence des MTH en Algérie a augmenté, il est passé de 19,77 à 27,00 cas pour 100.000 habitants. Cette hausse est

directement liée à l'augmentation du nombre de toxi-infections alimentaires collectives enregistré au cours de l'année 2017 (INSP, 2017).

Parmi les infections à transmission hydrique que l'on retrouve en Algérie, on peut citer: la fièvre typhoïde, le choléra, les hépatites infectieuses, les dysenteries, la poliomyélite (Baziz, 2008).

**Tableau 1.** Les principales maladies d'origine hydrique et leurs agents pathogènes et Signes cliniques (Kreisel, 1991; Walk, 1998)

Classification	Maladies	Agents pathogènes	Signes cliniques (symptômes)
Bactéries	Choléra	<i>Vibrio cholerae</i>	-diarrhées sévères -vomissement
	Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes	<i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella paratyphi</i>	-Entraîne habituellement une fièvre élevée (40 °C) - douleurs d'estomac et maux de tête - diarrhée et gastro entérites aiguës
	Shigellose ou La dysenterie bacillaire	<i>Shigella dysenteriae</i>	diarrhée sanglante
Virus	hépatites virales	Virus hépatites A et E	-fièvre, - signes gastro-intestinaux (nausée, vomissements, fatigue, douleur abdominale), -ictère.
	Poliomyélite	<i>enterovirus poliovirus</i> (Virus poliomyélitique)	atteignent le névraxe entraînant des paralysies des muscles essentiels
protozoaire	Amibiase	<i>Antamoeba histolytica</i>	se manifestent par une gastroentérite pouvant aller d'une diarrhée légère à une dysenterie sanguine fulminante
	Giardiasis	<i>Giardia intestinalis</i>	diarrhées malodorantes, des crampes, des vomissements et une perte de poids

## 9. Les normes de potabilité de l'eau

**Tableau 2.** Paramètres de potabilité d'eau et leurs valeurs limites selon les normes algériennes (JORA, 2011) et selon l'organisation mondiale de santé (OMS, 2017).

Paramètres	Normes algériennes	Normes OMS
Température	25°C	25°C
potentiel d'hydrogène (pH)	≥ 6,5 et ≤ 9 pH	6.5 et 8.5
Conductivité à 20°C	2800 µS/cm	2800 µS/cm
Turbidité	5 NTU	4 NTU
Dureté TH	200 mg/l en CaCO <sub>3</sub>	500
Résidu sec	1500 mg/l	1500 mg/l
Alcalinité	500 mg/l en CaCO <sub>3</sub>	-
Chlorures	500 mg/l	200 mg/l
Ammonium	0,5 mg/l	1.5mg/l
Manganèse	0.5 mg/l	0.1 mg/l
Calcium	200 mg/l en CaCO <sub>3</sub>	-
Fer total	0,3 mg/l	0,3 mg/l
Nitrites	0,2 mg/l	3 mg/l
Nitrates	50 mg/l	50 mg/l
Sodium	200 mg/l	200 mg/l
Potassium	12 mg/l	-
Sulfates	400 mg/l	250 mg/l
Escherichia Coli	0 n/100ml	0 n/100ml
Entérocoques	0 n/100ml	0 n/100ml
Bactéries sulfite réductrices y compris les spores	0 n/20ml	0 n/20ml

---

## Chapitre II : Indicateurs microbiologiques des eaux

Les micro-organismes rencontrés dans l'eau sont très variés, leur nature dépend de celle de l'eau analysée, eau de captage ou distribution, eau de traitement ou de circuits industriels, eaux résiduaires,... etc. Ces micro-organismes sont classés en **(Bentounes, 2017)** :

- Bactéries indicatrices de contamination fécale.
- Bactéries pathogènes pour l'homme.

L'eau peut contenir des micro-organismes pathogènes (des virus, des bactéries, des parasites). Ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau **(Bouchemal et Hammoudi, 2016)**.

On peut également rencontrer dans l'eau des parasites (kystes d'amibes) et des virus (poliomyélite virus des hépatites virales) **(Berne, 1972)**.

### 1. Bactéries indicatrices de contamination fécale

#### 1. Les coliformes

Dans cette famille des entérobactéries, certaines bactéries forment le groupe ancien des coliformes, ayant les propriétés suivantes **(Delarras, 2010)** :

- Ce sont des bacilles à Gram négatif, non sporulé, oxydase négatif, aéro-anaérobies ou anaérobies facultatifs.
- Ils peuvent se développer en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface équivalents.
- Ils fermentent le lactose (et le mannitol) avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37 °C.

#### 1.1. Les coliformes totaux (CT)

Les coliformes totaux constituent un groupe de bactéries présent naturellement sur les végétaux, dans les sols ainsi que dans les intestins des humains et des animaux à sang chaud **(Bensalah, 2010)**

Ils sont définis comme l'ensemble des bactéries aérobies et anaérobies facultatives Gram négatif, non sporulantes, en forme de bâtonnet, qui sont capables de se multiplier en présence

---

de sels biliaires ou d'autres agents de surface ayant des propriétés équivalentes et de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 48 heures à 35-37°C.

Les principaux genres inclus dans le groupe sont : *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella* et *Serratia* (CEAEQ). La presque totalité des espèces est non pathogène et ne représente pas de risque direct pour la santé (Edberg, 2000), à l'exception de certaines souches d'*Escherichia coli* (*E. coli*) ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes.

Les coliformes totaux constituent un groupe de bactéries que l'on retrouve fréquemment dans l'environnement, par exemple dans le sol ou la végétation, ainsi que dans les intestins des mammifères, dont les êtres humains (Chan et al., 2007).

Leur détermination dans l'eau potable est indicatrice d'une détérioration de la qualité, n'entraînent en général aucune maladie, car ils constituent non seulement une présomption de la présence des matières fécales d'origine humaine ou animale mais aussi une présomption de la présence des germes de micro-organismes pathogènes (Payment et Hartemann, 1998).

## 1.2. Les coliformes fécaux (CF)

Appelés aussi coliformes thermo-tolérants (CTT), les coliformes fécaux correspondent aux coliformes qui présentent les mêmes propriétés après incubation à la température de 44 °C (Rodier et al., 2009). Ils sont des bio-indicateurs de contamination fécale au même titre que les *streptocoques fécaux* et les *Clostridium sulfito-réducteurs* (Nola et al., 1998). La détermination des coliformes fécaux dans une eau ne fournit pas trop de spécificité quant à l'origine de la contamination fécale de l'eau (Verhille, 2013).

L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est l'*Escherichia coli* (*E. coli*), représente 80 à 90 % des coliformes thermo tolérants détectés (Barthe, 1998). Et, dans une moindre mesure, certaines espèces des genres *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* (Edberg, 2000).

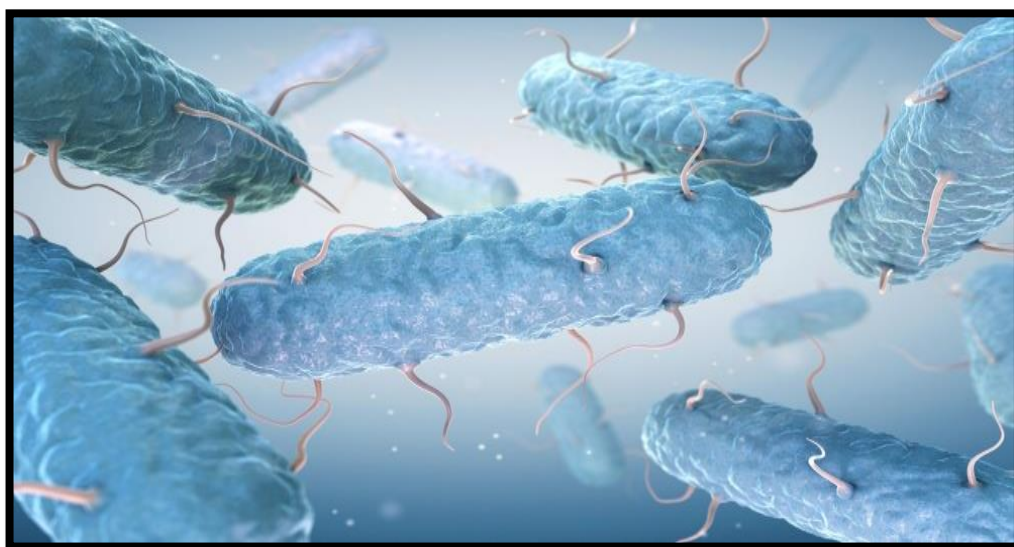
### 1.2.1. *Escherichia coli*

*E. coli* est le principal indicateur utilisé dans l'analyse de la qualité de l'eau, depuis plus de 50 ans. Il s'agit d'une bactérie coliforme thermorésistante que l'on trouve essentiellement

dans les l'intestin et les selles des animaux et des reptiles à sang chaud, y compris humains (Benbouzid et Fares, 2017).

*Escherichia coli* (*E.coli*) est l'espèce type du genre *Escherichia* des entérobactéries, appelée communément "colibacille" c.-à-d. "bacille à côlon (Tenailon 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. Les colonies ont en moyenne 2 mm de diamètre, et 2 à 4 microns de long sur 0,4 à 0,6 microns de large .Elles sont rondes, plates et à bords réguliers (Boubrît et Boussad, 2017). C'est une protéobactéries, polynucléaires, neutrophiles, commensale, saprophytes (Lellan et al., 2001).



**Figure 2 .** Photo d'une souche *E.coli* observer sous microscope électronique (Cullough, 2019).

Le genre *Escherichia* comprend cinq espèces: *E. coli*, *E. fergusonii*, *E. hermannii*, *E. vulneris*, et une espèce très rare isolée des blattes: *E. blattae*. Ces espèces sont différenciées sur la base de l'hybridation ADN/ADN et par leurs caractères biochimiques respectifs (Leminor et Veron, 1989).

---

Il y'a différents pathovars d'*E. Coli* : les *E. coli* enterotoxinogènes (**ETEC**), les *E. coli* entéro-pathogènes (**EPEC**), les *E. coli* entérohémorragiques (**EHEC**), les *E. coli* entéroinvasifs (**EIEC**) (**Prescott et al., 2003**).

➤ **Les ECET** : *E. coli* entérotoxinogènes sont après les Rotavirus, les principaux micro-organismes responsables de diarrhée chez les enfants dans les pays en voie de développement notamment chez les enfants de moins de 3 ans. Ils sont aussi régulièrement responsables de la diarrhée du voyageur ou turista (**Singleton, 2005**).

➤ **Les ECEP** : *E. coli* entéro-pathogènes responsables de gastro-entérites infantiles. Elles ne sont ni invasives ni toxiques mais peuvent adhérer aux membranes des entérocytes et provoquer la destruction de leurs microvillosités. S'ensuit une diarrhée aqueuse importante mais autolimitée (**Cristian, 2008**).

➤ **Les ECEI** : *E. coli* entéro-invasifs se caractérisent par un syndrome dysentérique. En effet, ces bactéries induisent une importante réaction inflammatoire au niveau du colon, ce qui se traduit par l'apparition de selles sanglantes, muqueuses et renfermant quelque fois du pus (**Cristian, 2008**).

➤ **Les ECEH** : *E. coli* entérohémorragiques reconnus comme pathogènes pour l'homme qu'au début des années 80, engendrent diverses manifestations cliniques: diarrhées aqueuses, parfois suivies de colites hémorragiques, caractérisées par des crampes abdominales sévères et une diarrhée sanglante. L'alimentation d'origine animale semble être la source principale de contamination humaine (**Denis et al., 2007**).

## **2. Streptocoques du groupe D**

Ce sont des bactéries qui se présentent sous forme de cocci à Gram positif (CGP) de forme sphérique ou ovoïde, se présentant en chainettes, diplocoques, immobiles, non sporulés, anaérobies facultatives, catalase négatif, oxydase négatif, possédant un antigène du groupe D. cultivé dans une température 44°C, et à pH 9,6. ce sont des hôtes normaux d'homme, et ne sont pas considérés comme pathogène (**Berne, 1972**).

Elles sont présentes dans les intestins d'environ 75 % des humains (**Olivieri, 1982**), à des concentrations variant de 10<sup>5</sup> à 10<sup>8</sup> bactéries/g (**Edberg et al., 2000**). Aussi on le retrouve dans différents habitats et chez différents hôtes.

Quant aux streptocoques du groupe D susceptibles de contaminer les eaux d'approvisionnement, ils sont plutôt typiques des déjections animales, comme *Streptococcus bovis*, *S. equinus*, *S. gallolyticus* et *S. alactolyticus* (**Bitton, 1999**). Ces espèces colonisent le bétail, les chevaux et la volaille bien qu'elles peuvent parfois être présentes chez l'humain, en particulier *S. bovis* (**Devriese et al., 1998**). Et elles n'ont pas été transférées dans le genre *Enterococcus*.

### 3. Clostridia

Les *clostridia*, bactéries anaérobies sporulées comprennent plus de 150 espèces (**Bergey's Manual, 2004**). Elles peuvent être des espèces saprophytes non pathogènes pour l'homme, des espèces saprophytes pouvant être pathogènes occasionnelles ou des espèces toxigènes très pathogènes pour l'homme ou pour des animaux (**Delaras, 2010**).

Les *clostridia* peuvent être classées en quatre groupes physiologiques qui interviennent dans nombreuses fermentations industrielles (**Delaras, 2007**).

Parmi ces espèces certain sont pathogènes pour l'homme ou pour les animaux, d'autres forment le groupe de *clostridia sulfitoréducteurs*.

#### 3.1. Clostridium sulfito-réducteurs

Parmi les paramètres retenus pour déterminer la qualité microbiologique d'une eau d'alimentation, les *Clostridium sulfito-réducteurs* sont pris en compte aussi. Les *Clostridium sulfito-réducteurs* sont souvent utilisés comme des témoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes végétatives, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux, permettrait ainsi de déceler une pollution fécale ancienne ou intermittente (**Rodier et al., 2009**).

Les *Clostridium sulfito-réducteurs* Ce sont des bactéries à Gram positif, de forme bâtonnets (bacilles), mesurant 4 à 6µm de long et 1 à 2µm de large, avec des spores ovales ou sphériques déformantes, résistantes aux facteurs physicochimiques (thermorésistance...),

réduisent les sulfites en sulfures et dont la plupart des espèces est mobile (**Gregorio et al., 2007**).

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 (**Maiga, 2005**).

L'intérêt de la recherche de tels indicateurs réside dans la propriété de sporuler, ce qui les rend particulièrement résistant aux traitements de désinfection (**Hélène, 2000**).

#### **4. Microorganismes revivifiables**

Microorganismes revivifiables toute bactérie aérobie, levure ou moisissure, capable de former de colonies dans le milieu spécifié et dans les conditions d'essai décrites dans la norme. Le dénombrement des germes revivifiables, nommés également mésophiles aérobies en fonction de leurs conditions de développement, est utilisé comme indicateur de pollution, soit dans les milieux naturels de très bonne qualité microbiologique pour contrôler une possible contamination bactérienne (**Benbouzid et Fares, 2017**).

Leur présence en grand nombre est le signe d'une dégradation de la qualité de l'eau, soit à la ressource, soit dans le réseau. Les bactéries d'origine résiduaire (environnementale) sont dénombrées à 22°C sur une période de 72 heures d'incubation, et les bactéries d'origine intestinale (humaine ou animale) à 37°C sur une période d'incubation de 24 heures (**Rejesk, 2002**).

#### **5. Normes de la qualité bactériologique de l'eau potable**

Les deux groupes de micro-organismes les plus utilisés comme indicateurs de contamination bactérienne sont les coliformes totaux et les coliformes fécaux, l'objectif visé et l'absence de coliforme dans 100 ml d'eau, mais si cet objectif n'est pas atteint le règlement sur l'eau potable a proposé les limites maximales suivantes qui sont présentés dans le tableau qui suit (**Bentounes, 2017**) :

**Tableau 3.** Normes Et Recommandation Pour La Qualité Bactériologique de L'eau potable (Hamed et al., 2012).

Paramètres bactériologiques	Unités	Recommandation (OMS)
Germes totaux	Germe ml	100
Coliformes totaux	Germe /100ml	≤ 10
Coliformes fécaux	Germe /100ml	0
Streptocoques fécaux	Germe /100ml	0
<i>Colstridium sulfito-réductures</i>	Germe /20ml	0

## 2. Bactéries pathogènes pour l'homme

### 1. *Enterobacteriaceae*

Les entérobactéries constituent une famille bactérienne hétérogène regroupant un grand nombre d'espèces. Au niveau phénotypique, ce sont des bacilles Gram négatif droits, mobiles par flagelles péritriches, ou immobiles, non sporulés, aérobies facultatifs, catalase positive, oxydase négative, réduisent habituellement les nitrates en nitrite (pas en N<sub>2</sub>) ; ARNr 16S de gamma-protéobactéries (Madigan et Martinko, 2007).

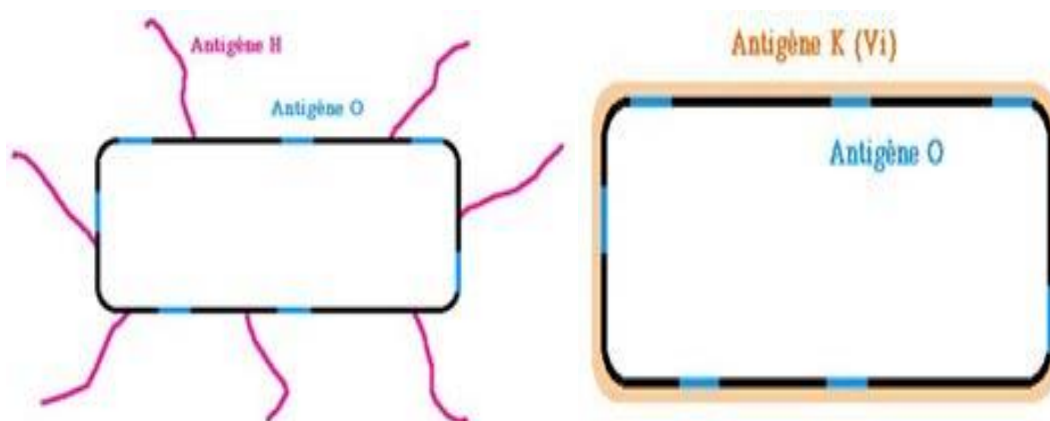
Les entérobactéries sont des bactéries ubiquitaires retrouvées partout dans le sol, dans l'eau, dans certaines denrées alimentaires (Ruppé, 2010).

On les trouve aussi dans la cavité buccale, au niveau des voies aériennes supérieures et sur les organes génitaux, mais la plupart des espèces qui composent cette famille sont des hôtes normaux ou pathogènes du tube digestif de l'homme et des animaux, pour cela elles sont nommées entérobactéries (Fauchère et Avril, 2002).

Toutes les entérobactéries possèdent des antigènes de paroi ou **antigènes O** qui correspondent aux polysides fixés sur les lipopolysaccharides (LPS) et qui constituent les endotoxines des bactéries à Gram négatif (Meziani, 2012).

Les espèces mobiles possèdent en plus des antigènes de flagelles ou **antigènes H**. Constitués d'une protéine, la flagelline ils sont thermolabiles et inactivés par l'alcool (Avril et al., 2000).

Certaines souches possèdent en plus un **antigène K** qui masque l'**antigène O**, et qui correspond à une enveloppe polysaccharidique constituant une véritable capsule et donnant un aspect muqueux (Meziani, 2012).



**Figure 3.** Antigènes O et l'antigène H et l'antigène K (Philippon, 2001).

**Tableau 4.** Principaux genres et espèces des entérobactéries (**Benkerroum et Tamime, 2004**).

Groupes	Familles	Genre	Espèces
<b>GROUPE I</b>	<i>Edwardsielleae</i>	<i>Edwardsiella</i>	
	<i>Salmonnelleae</i>	<i>Salmonella</i>	<i>Salmonella typhi</i> <i>S. paratyphi</i> <i>S. enteritidis</i>
<b>GROUPE II</b>	<i>Escherichia</i>	<i>Escherichia</i>	<i>Escherichia coli</i>
		<i>Shigella</i>	<i>Shigella dysenteriae</i> <i>Shigella flexneri</i> <i>Shigella boydii</i> <i>Shigella sonnei</i>
	<i>Levineae</i>	<i>Levinea</i>	
<b>GROUPE III</b>	<i>Klebsielleae</i>	<i>Klebsiella</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Klebsiella oxymore</i>
		<i>Enterobacter</i>	<i>Enterobacter aerogen</i> <i>Enterobacter cloaceae</i>
		<i>Serratia</i>	<i>Serratia marcescens</i>
		<i>Erwinia</i>	
<b>GROUPE IV</b>	<i>Proteae</i>	<i>Proteus</i>	<i>Proteus mirabilis</i> <i>Proteus vulgaris</i> <i>Proteus rettgerii</i>
		<i>Providencia</i>	
<b>GROUPE V</b>	<i>Yersinieae</i>	<i>Yersinia</i>	<i>Y. enterocolitica</i> <i>Y. pseudotuberculosis</i>

### 1.1. *Salmonelle*

Les *Salmonelles* sont des entérobactéries dont les caractères essentiels sont de ne pas fermenter le lactose et de ne pas produire d'uréase (**Leyral et Vierling, 2001**).

Les *Salmonella* sont essentiellement des parasites intestinaux de l'homme et des animaux vertébrés. Elles peuvent cependant être disséminées dans l'environnement par les excréta (**Leminor et Veron, 1989**).

---

Les déjections de ces espèces peuvent contaminer le sol et/ou l'eau. Si elles ne peuvent s'y multiplier de manière significative, elles peuvent y survivre, en particulier dans le sol, pendant plusieurs semaines ou même plusieurs mois si les conditions de température, de pH et d'humidité sont favorables (**Cristian, 2008**).

## 2. *Pseudomonas*

Les caractéristiques des *Pseudomonades* sont décrites dans l'ouvrage « Bergey's » (**Garrity, 2005**).

Ce groupe renferme des bacilles à coloration de Gram négatif, droits ou légèrement incurvés, de 0,5 à 1,0 µm de diamètre sur 1,5 à 5,0 µm (ou plus) de longueur, non sporulés. Ces bactéries sont généralement mobiles grâce à un ou plusieurs flagelles polaires (**Delarras, 2010**).

Ces bactéries sont aérobies, à métabolisme strictement respiratoire. Globalement, toutes sont capables de se multiplier à 28°C et pour des valeurs de pH supérieures à 4,5. Néanmoins, certaines sont considérées psychrophiles et d'autres thermophiles. Leur caractéristique majeure reste toutefois la diversité et la pluralité des substrats carbonés qu'elles sont capables d'utiliser et leur richesse en enzymes hydrolytiques (protéases, lipases, estérases, etc.) (**Coenye et Vandamme, 2003**).

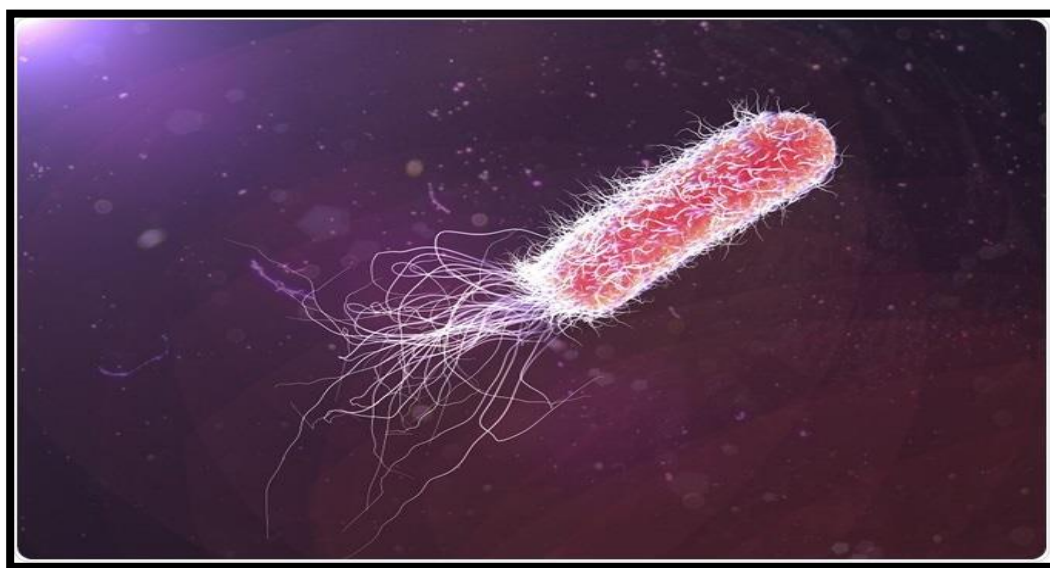
vivent librement à l'état saprophytique dans l'eau douce ou le sol ou bien en association avec des plantes, cependant, de nombreuses espèces peuvent dans des conditions favorables coloniser l'homme ou l'animal et provoquer des infections de type nosocomiales (**Leminor et Veron, 1989**).

### 2.1. *Pseudomonas aeruginosa*

Cette bactérie se rencontre dans l'environnement hospitalier au niveau du matériel, médical ou chirurgical, et dans les solutions d'antiseptiques (**Delarras, 2010**).

Ainsi, *P. aeruginosa* est associé aux canalisations de nature variée constituant les réseaux d'eaux de distribution publique (EDP) et d'eaux usées, à la robinetterie et aux siphons, aux objets et linge de toilette des environnements hospitaliers ou non-hospitaliers. *P. aeruginosa* peut être présent dans des eaux résiduaires, des eaux de surface, des eaux destinées à la

consommation humaine (eaux du réseau de distribution publique et eaux conditionnées (Mena et Gerba, 2009).



**Figure 4.** Photo d'une *Pseudomonas aeruginosa* observée sous microscope électronique (Shutterstock, 2019).

### 3. *Staphylocoques*

*Staphylocoques* sont des bactéries impliquées dans des pathologies variées et de degrés de gravité divers. Elles sont un des premiers agents responsables d'infections nosocomiales (infections contractées en milieu hospitalier) mais elles peuvent aussi être contractées en dehors de l'hôpital (infections dites communautaires) (Msadek, 2016).

les *staphylocoques* sont des germes ubiquistes qui peuvent vivre en bactéries saprophytes dans la nature (sols, air, eaux, aliments,...), et en bactéries commensales sur la peau et les muqueuses de l'homme et des animaux (mammifères), et en bactéries pathogènes, agents d'infections humaines ou animales qui peuvent être redoutables (Delarras, 2010).

Les *Staphylocoques* sont des cocci sphériques de 0,5 à 1 µm de diamètre, en amas (grappes de raisin), immobiles, à Gram positif et non sporulés (Federighi, 2005).

Ce genre est séparé (divisé) en deux groupes sur la base de la présence d'une coagulas, on distingue :

- Les *Staphylocoques* à coagulase positive (**SCP**) dont le chef file est *Staphylococcus aureus*, mais qui comprend d'autre espèce comme *S.hyicus* ou *S.intermedius*.
- Les *Staphylocoques* à coagulase négative (**SCN**) qui regroupent une vingtaine d'espèces. Toutefois, certaines espèces classées dans le groupe des SCN peuvent produire une coagulase. C'est le cas de *S .delphini* , *S. schleiferi* et *S. lutrae* (**Hama, 2006**).



**Partie 02**  
**Matériels et méthodes**

## 1. Lieu et période de l'étude

Notre étude a été réalisée pendant deux mois de 15 janvier jusqu'à au 15 mars 2020. Elle a porté sur la suivre de la qualité physique et chimique et microbiologique de l'eau (eau de robinet, eau de bâche à eau) de l'hôpital de Ain-Sefra la wilaya de Naâma.

- La première partie a été réalisée au niveau de laboratoire de microbiologie dans l'université salhi-Ahmed de Naâma c'est qui concerne les analyses microbiologiques.
- Et pour la deuxième partie des analyses physiques et chimiques et microbiologique (la méthode par filtration sur membrane) se fait au niveau de laboratoire de l'ADE de Naâma.

## 2. Analyse physico-chimique

### 2.1. Prélèvement physique et chimique

Nous avons effectué deux prélèvements, le premier a été prélever de la bâche à eau et le deuxième a été prélever robinet. L'échantillonnage pour l'analyse physico-chimique ne pose pas de problème particulier. Des flacons plastiques sont suffisants et le volume du prélèvement est un litre (1L) pour une analyse complète. Il est préférable d'effectuer l'analyse le plus tôt possible. Les éléments comme les nitrates etc... Peuvent subir des modifications lors de la conservation.

### 2.2. Paramètre partielle

#### 2.2.1. Mesure de la Température

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité et pH notamment) (Rodier et al., 2009).

Pour l'eau potable, la température maximale acceptable est de 25°C, car on admet que l'eau doit être rafraîchissante (Dupont, 1981).

La température doit être mesurée in situ. Les appareils de mesure de la conductivité ou du Ph possèdent généralement un thermomètre intégré.

La mesure de température consiste à plonger la sonde du thermomètre dans l'échantillon, on attend que la valeur se stabilise, et on la note la valeur mesurée qui est donnée en °C.

### 2.2.2. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH mesure la concentration en ions H<sup>+</sup>. Plus couramment, le pH mesure l'acidité ou la basicité d'une solution. Ce qui donne des renseignements importants sur la nature des eaux (Chelli et Djouhri, 2013).

#### ➤ Mode opératoire

- ✓ Etalonner l'appareil avec la solution tampon et par la suite rincer l'électrode avec l'eau distillée, puis avec l'échantillon à analyser.
- ✓ Remplir le bécher avec l'eau à analyser.
- ✓ Emerger l'électrode dans l'échantillon et mettre l'appareil en mode pH et appuyer sur la touche « READ », attendre le signal sonore, puis noter les valeurs du pH et de la température affichée.

### 2.2.3. Mesure de Conductivité

La conductivité des eaux potables est souvent liée à la concentration en sels minéraux dissous. Elle est exprimée en micro siemens par centimètres (μS/cm) (Tardath et Beaudry, 1984).

#### ➤ Mode opératoire

- ✓ Brancher l'électrode correspondant à la mesure, puis rincer cette électrode avec de l'eau distillée, puis avec l'échantillon à analyser.
- ✓ Emerger l'électrode dans le bécher contenant l'échantillon, mettre en mode conductivité.
- ✓ Appuyer sur la touche « READ » et la valeur s'affiche.

### 2.2.4. Salinité

La salinité désigne la concentration de sels minéraux dissous dans l'eau (Dégrément, 1952).

➤ **Mode opératoire**

Après avoir noté la conductivité, appuyer de nouveau sur « READ » puis sur la touche « SAL » et noter la valeur affichée.

### 2.2.5. Total des solides dissous (TDS)

Le TDS signifie total des solides dissous et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques.

➤ **Mode opératoire**

Une fois la salinité est notée, appuyer une nouvelle fois sur la touche « READ » puis sur la touche « TDS » et noter la valeur affichée (**Figure 5**)



**Figure 5.** Appareil de mesure de la TDS, pH, conductivité, température et la salinité  
(Chelli et Djouhri, 2013)

### 2.2.6. Turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisées : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, algues, micro-organismes, etc. C'est un paramètre important dans le contrôle de la qualité des eaux (Rodier, 1984; OMS, 1986) La mesure est effectuée avec un turbidimètre. Il s'agit d'un photomètre particulier qui mesure l'intensité de la lumière diffuse.

#### ➤ Mode opératoire

- ✓ Mettre en marche le turbidimètre (Figure 6).
- ✓ Agiter l'échantillon à analyser et remplir la cuve.
- ✓ Essuyer la cuve avec du papier absorbant en le tenant par la partie supérieure avec le plus grand soin afin de ne pas laisser des traces dessus.
- ✓ Introduire la cuve dans son emplacement dans l'appareil et fermer le couvercle.
- ✓ Noter la valeur maximale affichée.



**Figure 6.** Turbidimètre (Chelli et Djouhri, 2013).

## 2.3. Paramètre complet

### 2.3.1. Mesure de la Dureté/ Titre hydrométrique (TH)

La mesure du titre hydrométrique d'une eau correspond à la quantité de calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et de magnésium  $\text{Mg}^{2+}$  présents dans cette eau, c'est la dureté de l'eau (**Bouhlal, 2014**).

#### ➤ Mode opératoire

- ✓ Prendre 100mL d'échantillon à analyser. Ajouter 5mL de la solution tampon. Ajouter encore une pointe de spatule d'indication colorée solide (noir d'ériochrome).
- ✓ Titre par une solution complexe on EDTA à 0,02mol/L jusqu'au virage du rose au bleu royal. Noter le volume de complexe on versé.

#### ➤ Remarque

L'EDTA (acide éthylène diamine tétra acétique) de formule  $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_8$ , se lie à des ions métalliques pour donner des complexes donnant une couleur à la solution en présence d'un indicateur coloré.

### 2.3.2. Titre alcalimétrique complet (TAC) ou alcalinité totale

Consiste en la concentration de l'eau en espèces basiques  $\text{OH}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ , ou plus précisément l'alcalinité totale d'une eau est mesurée par la quantité d'acide nécessaire pour abaisser son pH jusqu'à 4,5 (**Uwamungu et Yufeng, 2010**).

#### ➤ Mode opératoire

Ajouter dans l'erlenmeyer 100mL d'eau à analyser en plus de quelques gouttes de vert de bromo-crésol (indicateur coloré), il se produit une coloration jaune, et doser ensuite par HCl 0,02N goutte à goutte jusqu'au virage jaune-orange.

### 2.3.3. Chlorures (Cl)

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl).

Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux (Makhoukh, 2011).

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Dans un erlenmeyer introduire successivement :
- ✓ 100mL d'eau à analyser.
- ✓ Ajouter une solution du sel de chromate de di-potassium goutte à goutte jusqu'à obtention d'une couleur jaune foncé (pH=3,6).
- ✓ Ajouter un excès de 3 gouttes du sel de chromate de di-potassium, et titrer lentement au nitrate mercurique  $\text{AgNO}_3$  (à 0,02mol/L) jusqu'à ce que la teinte jaune devienne franchement orange.

#### 2.3.4. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

L'ammoniac est un gaz soluble dans l'eau, il se présente sous forme ionisée ( $\text{NH}_4^+$ ) dans la plus part des eaux dont le pH varie entre 6 et 8. La teneur en ammonium est un critère important de mesure de la pollution des eaux.

Généralement les ammoniums sont absents dans l'eau potable. Leur présence provient des processus de décomposition microbologique des protéines animales et végétales. Ils peuvent être réutilisés comme engrais pour les plants, lorsque le pH est élevé le cation ammonium se transforme en ammoniac  $\text{NH}_3$  toxique (Bouhlal, 2014).

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Prendre 40mL de l'échantillon à analyser et le mettre dans une fiole jaugée de 250mL.
- ✓ Introduire 1mL du réactif coloré. Ajouter 4mL de solution de dichloro-isocynurate de sodium.
- ✓ Placer dans le bain d'eau maintenu à 25°C pendant 1 heure.
- ✓ Faire la lecture au spectrophotomètre à 655 nm.

#### 2.3.5. Fer ( $\text{Fe}^{2+}$ )

Le fer de l'eau ne présente certes aucun inconvénient du point de vue physiologique, mais à des teneurs très importantes, il influe sur la qualité organoleptique de l'eau (mauvais goût, couleur et saveur).

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Prendre 40mL d'échantillon à analyser.
- ✓ Ajouter 5mL de peroxosulfate de potassium  $K_2S_2O_8$ .
- ✓ Porter à douce ébullition pendant 40 min et après refroidissement, ajouter 10mL d'acétate d'ammonium et d'acide acétique.
- ✓ Ajouter 1mL de chlorhydrate d'hydroxylamine.
- ✓ Introduire 10mL de Phénanthroline.
- ✓ Laisser 15 min à l'obscurité et lire au spectrophotomètre à 510nm.

### 2.3.6. Nitrates ( $NO_3^-$ )

Au singulier, nitrate désigne l'ion nitrate, et au pluriel, nitrates désigne les sels contenant des ions nitrate (nitrate de sodium, nitrate de potassium, etc.). Ce sont les sels de l'acide nitrique, et ce sont des substances chimiques naturelles qui entrent dans le cycle de l'azote. Le nitrate est beaucoup utilisé dans les engrais inorganiques et les explosifs, leur présence dans l'eau est un indicateur de pollution. Dans le milieu aquatique, le nitrate est moins toxique que les autres formes de l'azote, comme le nitrite et l'ammoniaque (Bouhlal, 2014).

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Prendre 50 mL de l'échantillon. Ajouter 1, 25mL de la solution tampon. Mettre l'ensemble dans la colonne de cadmium. Verser 25mL qu'on rejette.
- ✓ Récupérer la 2ème 25 ml et ajouter 1mL de sulfanilamide.
- ✓ Ajouter 1 ml de NED (di chlorhydrate N-(naphtyl-1)).
- ✓ Laisser au repos pendant 30min.
- ✓ Faire la lecture au spectrophotomètre à 540 nm.

### 2.3.7. Nitrites ( $NO_2^-$ )

Les nitrites sont les sels de l'acide nitreux. L'acide nitreux est un acide instable de formule  $HNO_2$ . Ce sont des composés intermédiaires du processus de nitrification ou de dénitrification. Il est conseillé de les doser rapidement après le prélèvement.

Les nitrites sont généralement absents (ou à peine mesurables), leur présence est un indicateur d'une pollution due à des rejets d'eau usée polluée ou à un ralentissement du processus de nitrification. Ils sont toxiques même à faibles doses (Bouhlal, 2014).

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Prendre 40mL de l'échantillon et ajouter 1mL de réactif de diazotation.
- ✓ Laisser à la repose pendant 20min.
- ✓ Faire la lecture au spectrophotomètre à 540 nm.

### 2.3.8. Phosphate ( $\text{PO}_4^{-3}$ )

Le phosphore est un élément assez rare mais indispensable à tous les êtres vivants. Il entre notamment dans les cycles énergétiques cellulaires.

Il est assimilable par les êtres vivants sous forme oxydée (phosphates, hydrogénophosphates...) ou sous forme organique dans la nature, il provient essentiellement de la décomposition des cellules mortes qui sont minéralisées par les microorganismes pour donner des phosphates rapidement assimilées (Aouissi, 2010).

➤ **Mode opératoire**

- ✓ 40 ml d'eau analysé
- ✓ 1 ml d'acide ascorbique (d'acide Ascorbique : 10g dans 100 ml de  $\text{H}_2\text{O}$ )
- ✓ 2 ml du réactif (Molybdate Acide)

Le réactif réagit en milieu acide en présence de phosphate en donnant un complexe phosphomolybdique, qui réduit par l'acide Ascorbique, développe une coloration bleu susceptible d'un dosage colorimétrique. Les résultats sont exprimés en mg/l de phosphates.

### 2.3.9. Sulfate ( $\text{SO}_4^{-2}$ )

Les sulfates sont précipités en milieu chlorhydrique à l'état de sulfate de baryum. Le précipité ainsi stabilisé à l'aide d'une solution de "Tween 20" ou de polyvinyl-pyrrolidone. Les suspensions homogènes sont mesurées au spectromètre.

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Introduire 39 ml d'eau à analyser dans un tube à essai, ajouter 1 ml d'acide chlorhydrique au 1/10 et 5 ml de la solution de chlorure de baryum.
- ✓ Agiter énergiquement et laisser reposer 15 minutes. Agiter de nouveau et faire les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 650 nm.

### 2.3.10. Magnésium ( $Mg^{2+}$ )

Le magnésium est plus abondant après le calcium par rapport au sodium et au Potassium (Sahraoui, 2015). Est l'un des éléments le plus répandu dans la nature, il constitue environ 2,1% de l'écorce terrestre. La plus part de ses sels sont très solubles dans l'eau (Rodier, 1996).

C'est la concentration en ion magnésium. Elle se détermine par titrage par l'EDTA à pH = 10. Après avoir fait précipité les ions calcium sous forme d'oxalate de calcium et en utilisant, le NET (Noir d'ériochrome) comme indicateur de fin de réaction.

#### ➤ Mode opératoire

- ✓ Prendre 25 ml de l'eau à analyser.
- ✓ Ajouter 1ml de la solution ammoniacale tampon.
- ✓ Une pincée de l'indicateur coloré NET de couleur mauve.
- ✓ Titrer avec la solution d'EDTA à 0,02 N jusqu'à l'obtention d'une couleur bleu front, on obtient le volume de l'EDTA (VEDTA).

### 2.3.11. Calcium ( $Ca^{2+}$ )

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaire sous forme de carbonates. C'est un composant majeurs de la dureté de l'eau et qui est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogencarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, de chlorures,... etc (Rodier, 1996). Les eaux potables, de bonne qualité, renferment de 100 à 140 mg/l de calcium soit 150 à 200mg/l en  $CaSO_4$  ou 250 à 350 mg/l en  $CaCO_3$  (Rodier, 1996).

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'EDTA à pH compris entre 12 et 13. Ce dosage se fait en présence de MUREXIDE.

#### ➤ Mode opératoire

- ✓ Prendre 25 ml de l'échantillon (l'eau) à analyser.
- ✓ Ajouter 2 ml de la solution d'hydroxyde de sodium.
- ✓ Ajouter une pincée de MUREXIDE.
- ✓ Titrer avec l'EDTA jusqu'au point d'équivalence, Noter VEDTA.

### 3. Méthode d'analyses microbiologiques

#### 3.1. Prélèvement microbiologique

Nous avons effectué deux prélèvements, le premier a été prélever de la bêche à eau et le deuxième a été prélever de robinet. Nous avons utilisé des flacons en verre stériles. Au moment du prélèvement, on ouvre le flacon, on le remplit en prenant soin de ne pas contaminer l'échantillon.

➤ **Lors de réaliser un prélèvement d'eau il faut :**

- Se désinfecter les mains.
- Stériliser le robinet pendant 1 minute avec un coton imbibé d'alcool enflammé.
- Ouvrir doucement le robinet et laisser l'eau s'écouler, à un débit moyen pendant 1 à 2 minutes.
- Remplir le flacon avec l'eau de robinet puis fermer le flacon et flambé.

➤ **Transport des échantillons**

Après le prélèvement, le flacon doit être lisiblement étiqueté et envoyé sans retard au laboratoire dans des glacières. Jusqu'au moment de l'analyse avec un délai n'excédant pas plus de 8 heures (**Guiraud, 2003**).

#### 3.2. Recherche des germes

##### 1. Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale

La recherche et le dénombrement des germes revivifiables se réalise à deux températures différentes afin de cibler à la fois les micro-organismes à tendance psychrophiles soit à 20° et ceux franchement mésophiles soit 37°C (**Lebres, 2002**).

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 2 fois 1ml dans deux boîtes de Pétri vides préparées à cet usage.

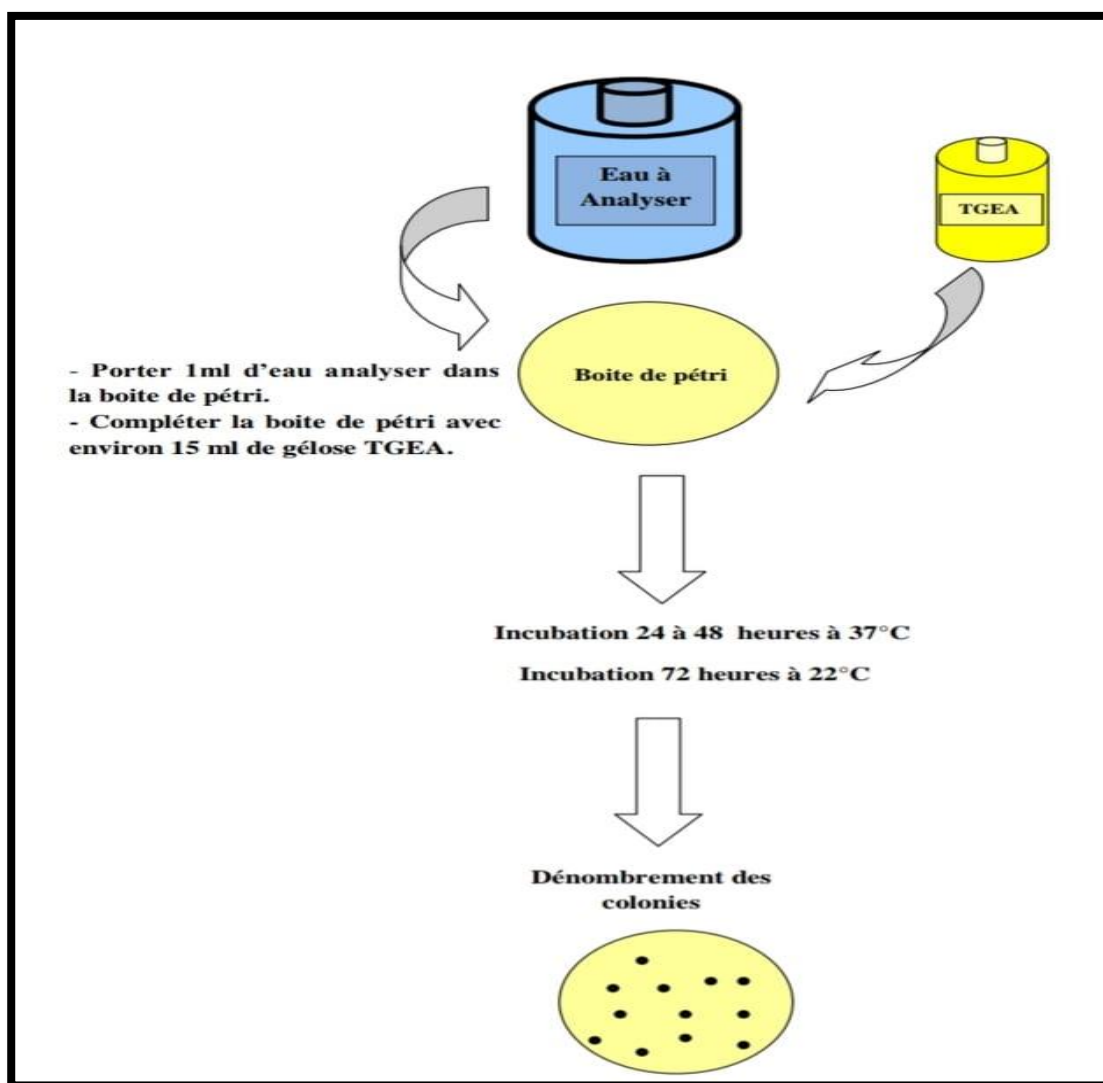
Compléter ensuite chacune des boîtes avec environ 20 ml de gélose et mélanger avec précaution en mouvement rotatoire puis laissé solidifier (**Figure 7**).

➤ **Incubation**

Retourner les boîtes et incuber, une à 37 °C pendant 24 h à 48 h, l'autre à 22 °C pendant 72 h. la lecture se fait après chaque 24h.

➤ **Lecture**

Les germes revivifiables se présentent dans les deux cas sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse.



**Figure 7.** Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (Hamed et al., 2008).

## 2. Recherche et dénombrement des coliformes

La recherche et le dénombrement des coliformes peuvent se faire selon deux méthodes de choix :

- Soit en milieu liquide sur BCPL par la technique du NPP (Nombre le Plus Probable) (**Figure 8**).
- Soit par filtration sur membrane à 0,45µm en milieu solide (**Figure 9**).

### 2.1. Technique en milieu liquide sur BCPL

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 (**Lebres, 2002**).

#### ➤ Test de présomption

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 1 fois 1 ml dans 1 tube contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.
- 1 fois 0.1ml dans 1 tube contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.

#### ➤ Incubation

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures

#### ➤ Lecture

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).

- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).
- Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP (**Annexe 03**).

➤ **Test de confirmation ou test de Mac Kenzie**

Le test de confirmation ou test de Mac Kenzie est basé sur la recherche de Coliformes fécaux parmi les quels on redoute surtout la présence *d'Escherichia coli*.

Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des Coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une öse bouclée dans tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham.

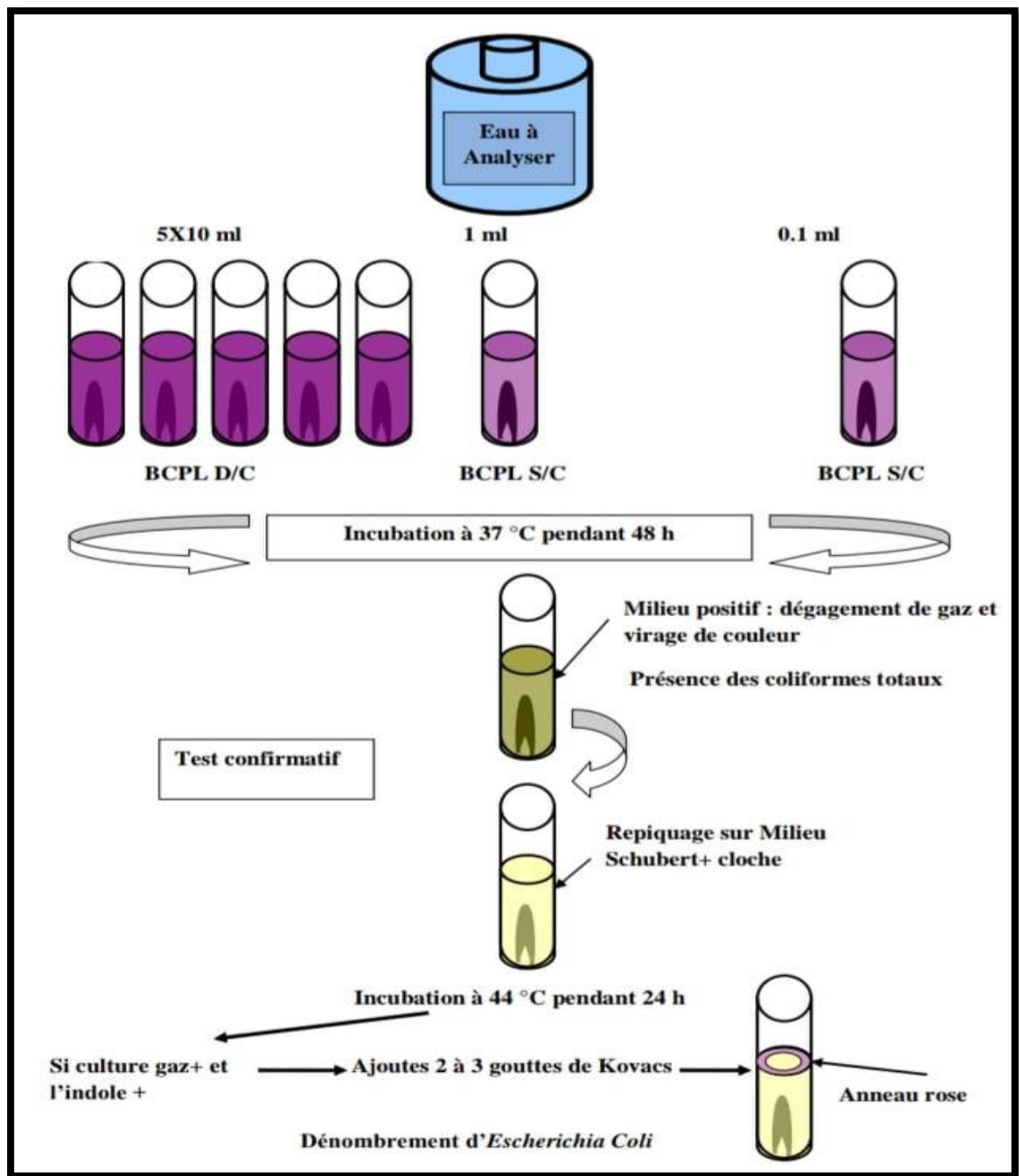
➤ **Incubation**

L'incubation à 44°C pendant 24 heures.

➤ **Lecture**

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux, et un anneau rouge en surface, témoin de la production d'Indole par *Escherichia Coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP (**Annexe 03**).



**Figure 8.** Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux (Hamed et al., 2016).

## 2.2. Recherche et dénombrement des coliformes par Filtration sur membrane

La filtration sur membrane est une technique de numération adaptée pour énumérer des bactéries présentes à des concentrations très faibles dans l'eau. Pour pouvoir dénombrer ces bactéries, il est alors nécessaire d'analyser des volumes d'eau importants.

### ➤ Principe

Les bactéries présentes dans l'échantillon à analyser sont retenues sur un filtre dont les pores sont inférieurs à la taille des bactéries (pore de 0,45  $\mu\text{m}$  de diamètre). Le filtre qui a retenu les bactéries contenues dans l'eau, est ensuite déposé sur un milieu de culture approprié où les bactéries puisent les éléments nécessaires à sa croissance et se développent. Après incubation, les UFC (unités formants colonies) sont comptées pour évaluer la qualité microbiologique de l'eau. Selon le milieu de culture où est déposé le filtre, on met en évidence la présence de différents types de microorganismes (Rejsek, 2002).



**Photo 1.** Appareil filtration par membrane (ADE, 2020).

#### 2.2.1. Recherche des coliformes totaux

- Tout d'abord, il faudrait stériliser un entonnoir à l'aide d'un bec bunsen.
- Le refroidir soit avec l'eau à analyser ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de 0,45  $\mu\text{m}$  entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dernier avec la pince correspondante.

- Remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser.
- Actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane.
- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de Pétri de 45 mm de diamètre contenant de la gélose TTC.
- Cette membrane sera incubée à 37°C, pendant 24 heures et servira à la recherche des coliformes totaux (**Mouffok, 2008**).

### **2.2.2. Recherche des coliformes fécaux**

- Remplir par la suite l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser.
- Actionner de la même façon la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane.
- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de Pétri de 45 mm de diamètre contenant de la gélose TTC.
- Cette deuxième membrane sera incubée à 44°C, pendant 24 heures et servira à la recherche des coliformes fécaux (**Rejsek, 2002**).

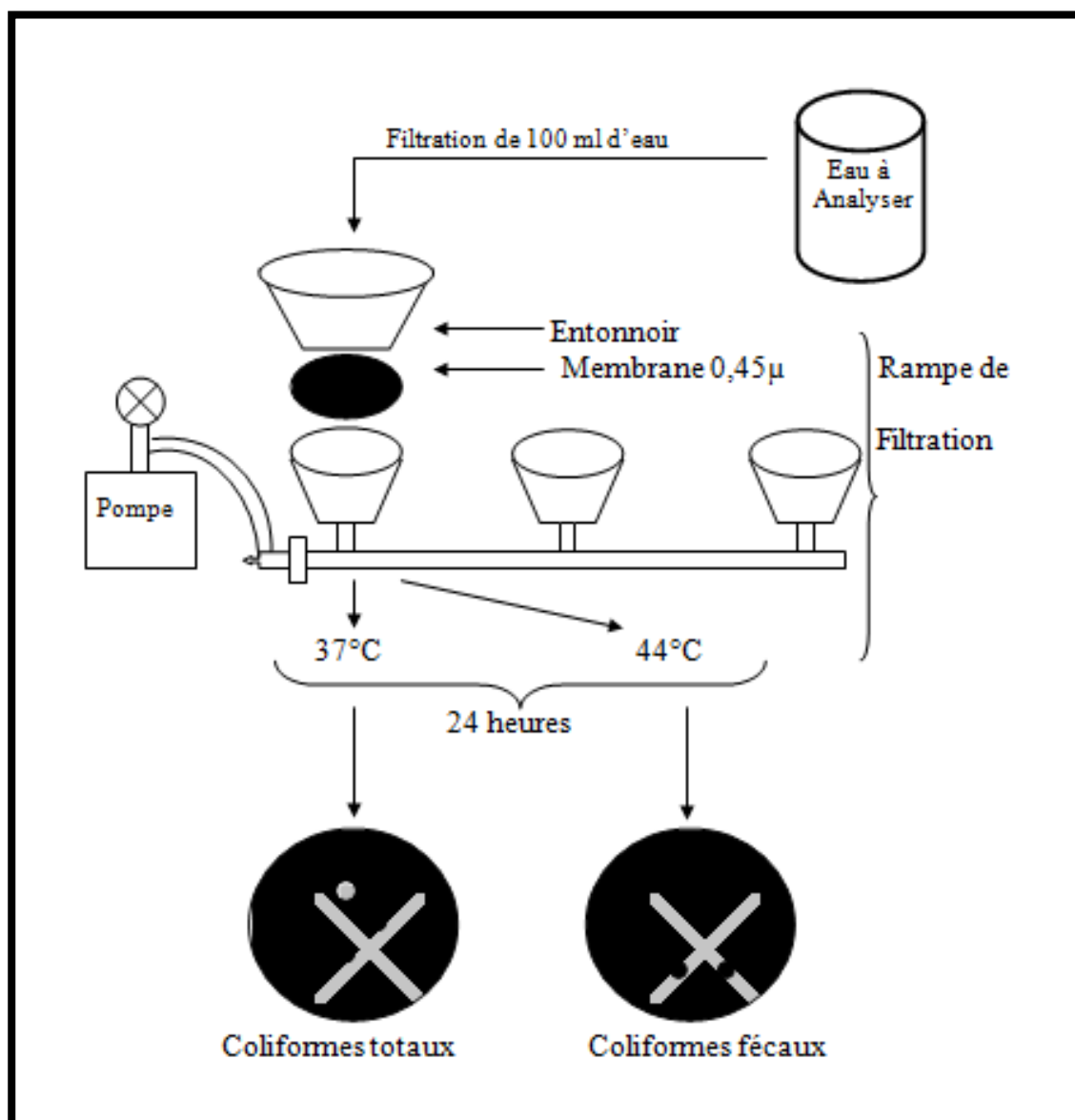
#### ➤ **Incubation**

Les boîtes de pétri sera incubée pendant 24 heures.

- à 37°C, en ce qui concerne la recherche des coliformes totaux.
- à 44°C, en ce qui concerne la recherche des coliformes fécaux.

#### ➤ **Lecture et interprétation**

- Après 24 heures d'incubation, les coliformes totaux et fécaux apparaissent sous forme de petites colonies jaunes ou orangées, lisses, légèrement bombées.
- Etant donné le caractère sélectif de la gélose TTC, ne pousseront théoriquement que les coliformes.
- Ne dénombrer que les boîtes referrant entre 15 et 300 colonies.
- Le nombre de colonies trouvées sera exprimé dans 100 ml d'eau à analyser.



**Figure 9.** Méthode de Recherche et dénombrement des coliformes par Filtration sur membrane (Lebres, 2002).

### 3. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux

#### 3.1. En milieux liquides

Tout comme la méthode de recherche des coliformes en milieu liquide, celle de la recherche et le dénombrement des Streptocoques fécaux fait appel à deux tests consécutifs à savoir (Lebres, 2002) :

- ✓ le test de présomption.
- ✓ le test de confirmation : réservé à la confirmation réelle des Streptocoques fécaux à partir des tubes positifs du test de présomption.

➤ **Test de présomption**

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C.
- 1 fois 1 ml dans 1 tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C.
- 1 fois 0.1 ml dans 1 tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C (**Figure 10**).

➤ **Incubation**

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

➤ **Lecture**

- Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP (**Annexe 03**).

➤ **Test de confirmation**

- Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoques fécaux éventuellement présents dans le test de présomption.
- Les tubes de ROTHE trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'une öse bouclée dans tube contenant le milieu EVA LITSKY.
- Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

➤ **Incubation**

L'incubation se fait cette fois-ci à 37°C, pendant 24 heures.

➤ **Lecture**

- Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :
- Un trouble microbien.

- Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.

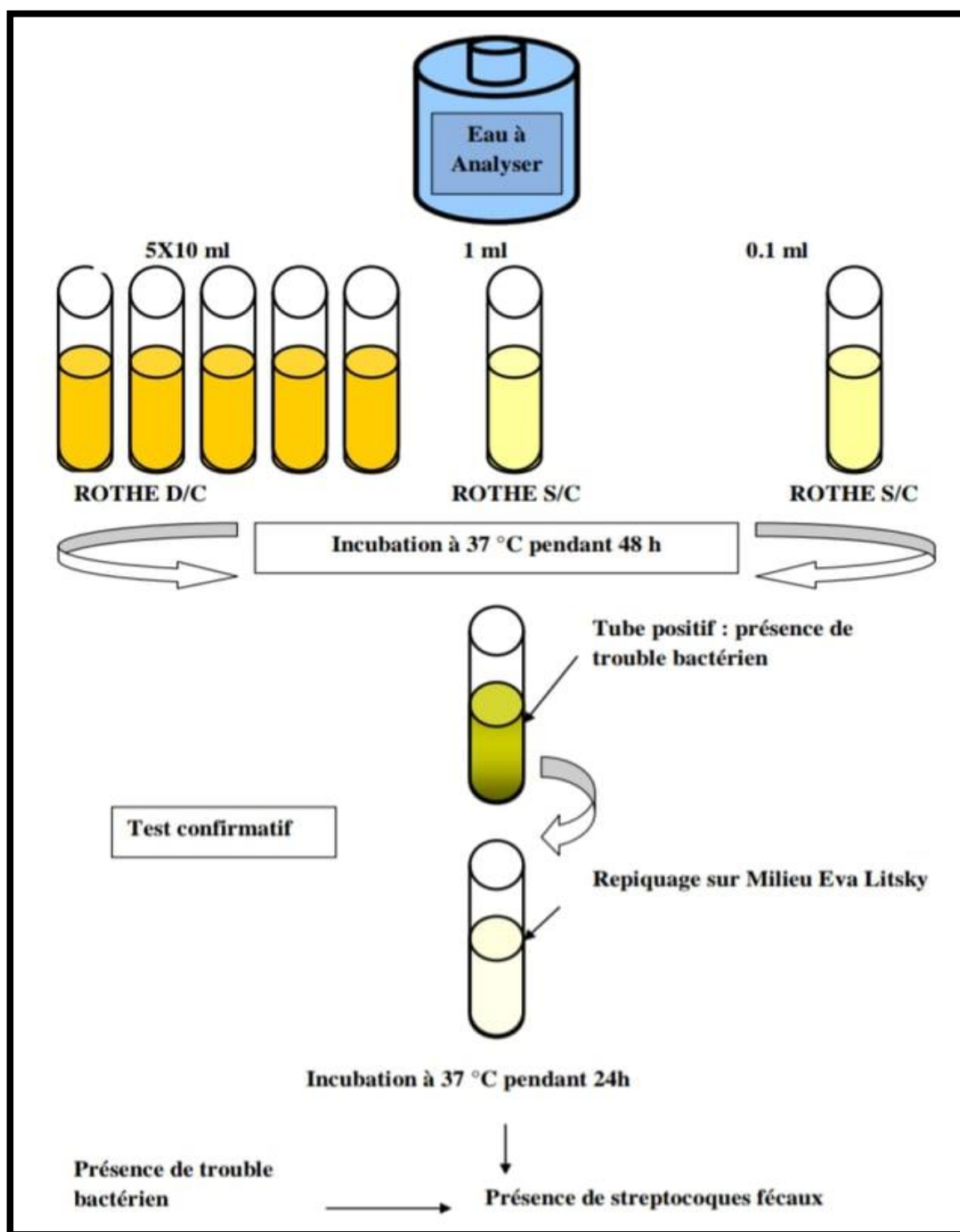


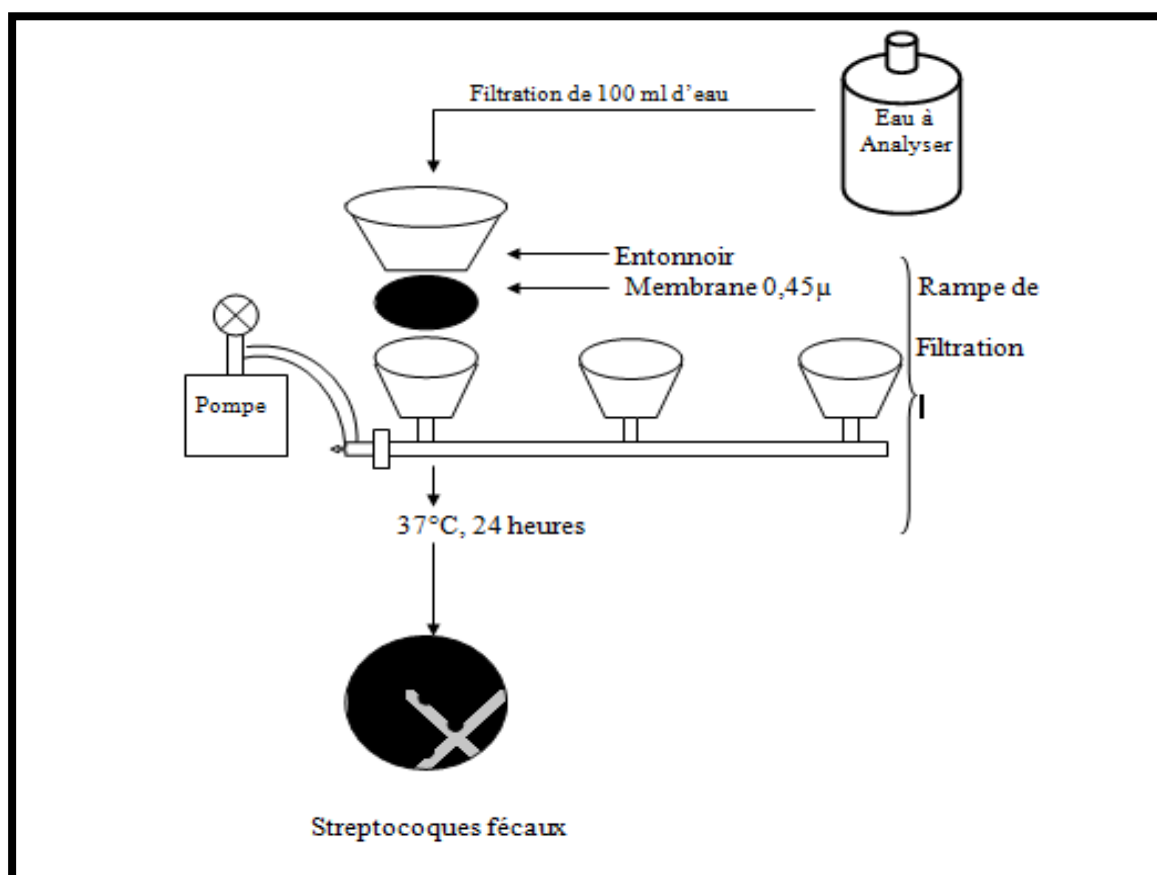
Figure 10. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (Hamed et al., 2016).

### 3.2. Recherche de Streptocoques fécaux ou *Streptocoques du groupe D* par filtration sur membrane

- Remplir par la suite l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser.
- Actionner de la même façon la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane.
- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de Pétri de 45 mm de diamètre contenant de la gélose **SLANETZ**.
- Cette membrane sera incubée à 37°C, pendant 24 heures (**Figure 11**).

#### ➤ Lecture et interprétation

- Après 24 heures d'incubation, les streptocoques fécaux apparaissent sous forme de Petites colonies rouges, marron ou roses, lisses, légèrement bombées.
- Ne dénombrer que les boîtes refermant entre 15 et 300 colonies.

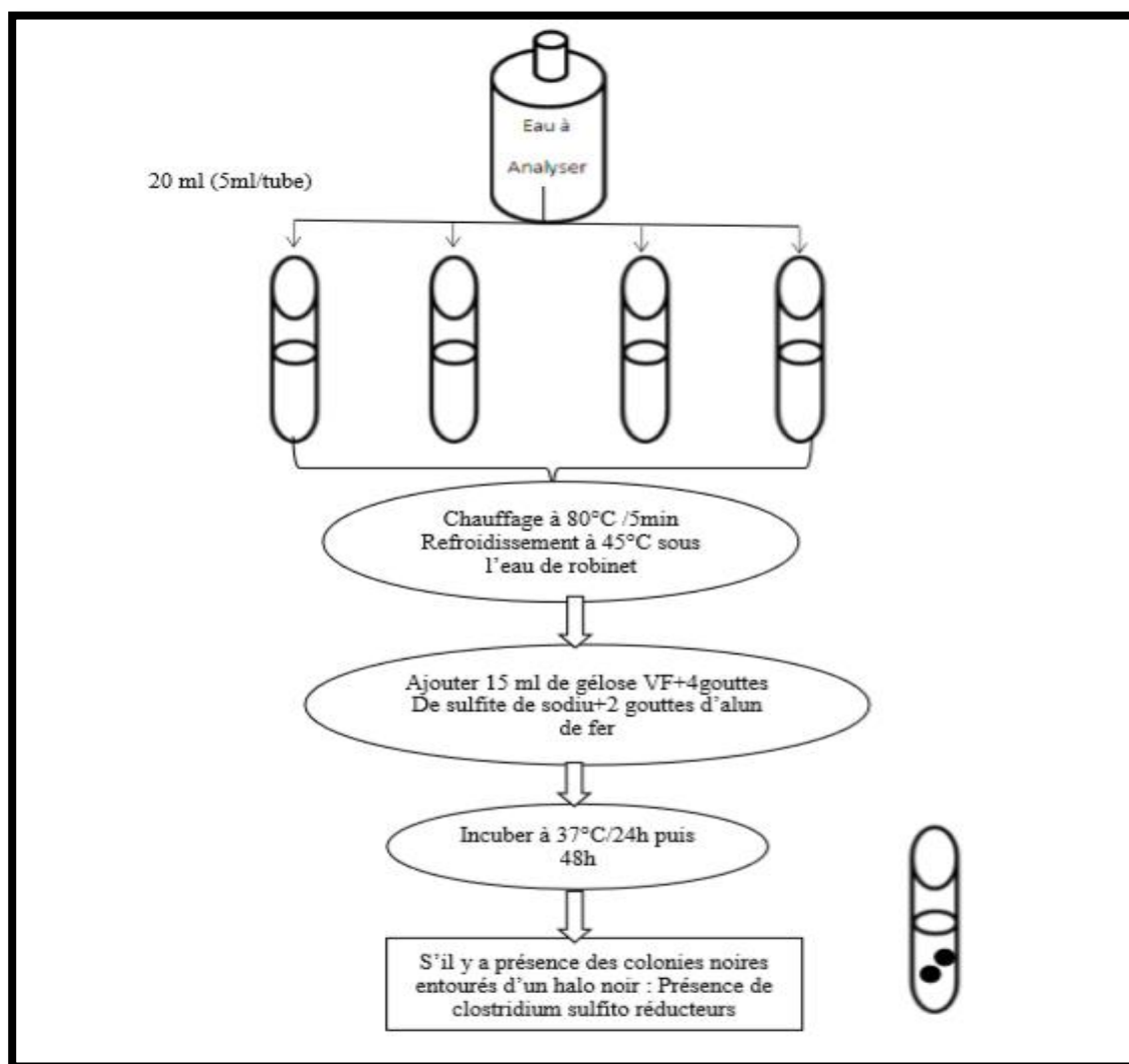


**Figure 11.** Méthode de Recherche de Streptocoques fécaux ou *Streptocoques du groupe D* par filtration sur membrane (Lebres, 2002).

### 3. Recherche et dénombrement des *anaérobies sulfito-réducteurs* (ASR)

✚ A partir de l'eau à analyser :

- Prendre environ 20 ml dans un tube stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes, et reste seulement la forme sporulée des bactéries.
- Après chauffage, refroidir immédiatement le tube, sous l'eau de robinet.
- Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.
- Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose Viande Foie, fondue puis refroidie à 45°C, additionnée d'une ampoule d'Alun de fer et d'une ampoule de Sulfite de sodium.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.
- Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes, puis incuber à 37°C, pendant 24 à 48 heures (**Figure 12**).
- La première lecture doit absolument être faite à 16 heures et, la deuxième lecture se fera à 24 heures et la troisième et la dernière à 48 heures (**Benbouzid et Fares ,2017**).

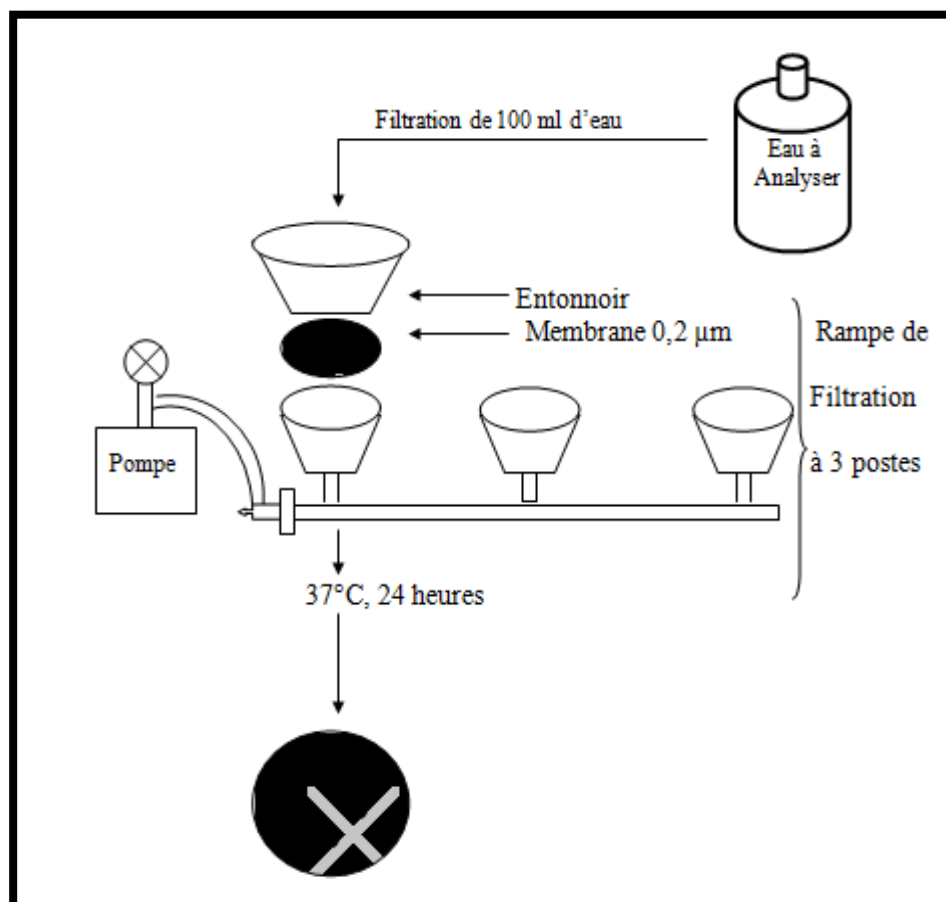


**Figure 12.** Recherche et dénombrement des *Clostridium sulfitoréducteurs* (Zouag et Belhadj, 2017).

#### 4.1. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies *sulfito-réductrices* et de *Clostridium sulfito-réducteurs* par filtration sur membrane

- Filtration dans une membrane de porosité de 0,2  $\mu\text{m}$ .
- Placer la membrane dans une boîte de façon à ce que la face quadrillée adhère au fond de la boîte.
- Verser par la suite environ 18 ml de gélose TSC.
- Après solidification sur pailleasse, cette boîte sera incubée couvercle en bas à  $36 \pm 2^\circ\text{C}$  pdt  $20 \pm 4$  h puis  $44 \pm 4$  h (**Figure 13**).
- Compter les colonies caractéristiques noires après  $20 \pm 4$  h puis après  $44 \pm 4$  h.

- Rapporter le nombre total de colonies à 100 ml d'eau analysé (Mouffok, 2008).



**Figure 13.** Recherche et dénombrement des spores des bactéries de *Clostridium sulfito-réducteurs* par filtration sur membrane (Lebres, 2002).

#### 4. Recherche et dénombrement des *Pseudomonas sp*

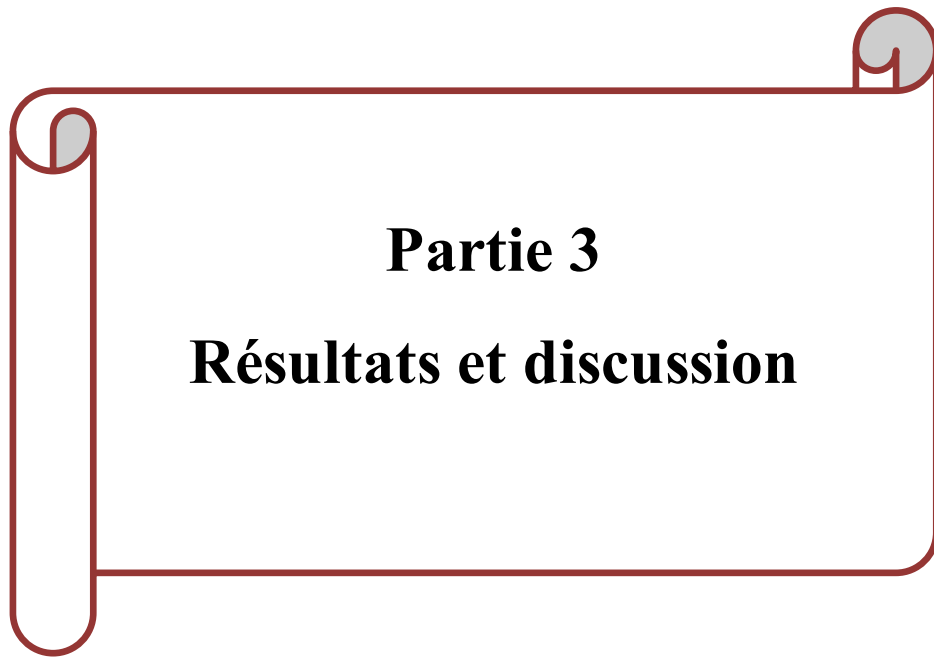
Pour la recherche des *Pseudomonas sp* nous avons effectué un ensemencement sur le milieu sélectif Cétrimide.

##### ➤ Mode opératoire

Etaler 0,5 ml de solution mère d'eau analysée à la surface de la Cétrimide, Incuber à 37°C pendant 24 heures.

##### ➤ Lecture

Les colonies de dénombrement de *Pseudomonas sp* apparaissent avec une couleur blanc crème ou plus ou moins jaunâtre et un aspect muqueux et sont parfois accompagnées d'une production de pigment bleu-vert.



## **Partie 3**

### **Résultats et discussion**

## I. Résultats

Dans ce chapitre nous présentons les résultats et la discussion des analyses physico-chimiques et bactériologiques effectuées sur l'eau de la bêche à eau et l'eau de robinet dans l'hôpital Mohamed Boudiaf de Ain-Sefra de la wilaya de Naâma.

Nous avons comparées nos résultats avec les normes algériennes et les normes de l'OMS qui ont défini la concentration maximale admissible est la quantité maximale de substances tolérées. Les teneurs supérieures peuvent être dangereuses pour la santé du consommateur.

### 1. Résultats des analyses physiques et chimiques

Tableau 5 représente les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau analysée dans notre étude.

**Tableau 5.** Résultats des paramètres physico-chimiques.

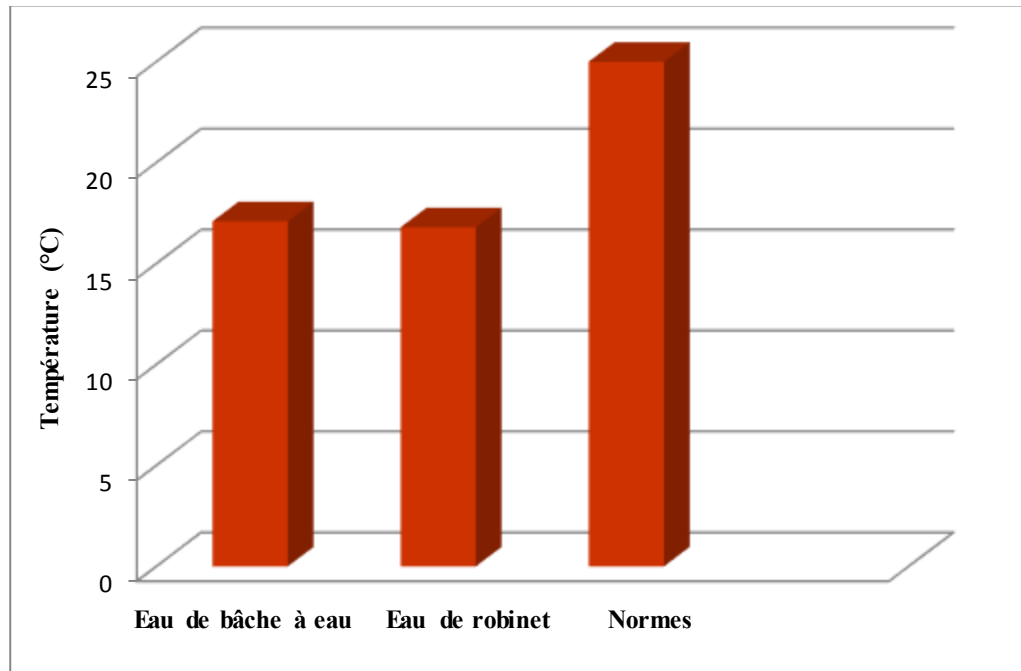
	Eau de Bêche à eau	Eau de Robinet	Norme algérienne	Normes OMS
Température (C°)	17.1	16.8	25	25
pH	7.75	7.77	$\geq 6,5$ et $\leq 8,5$	6,5 – 9
Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	1818	1813	2800	2000
Turbidité (NTU)	0.406	0.346	5	4
TDS (mg/l)	916	911	PVG	< 600
Salinité (mg/l)	0.92	0.92	PVG	PVG

#### 1.1. Température (T°C)

C'est une caractéristique physique importante, elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, donc sur la conductivité.

D'une façon générale, La température des eaux est influencée essentiellement par les variations climatiques (**Dib, 2009**), aussi une température supérieure à 25°C favorise le développement des micro- organismes dans les canalisations (**Maiga, 2005**).

Dans notre étude nous avons mesuré la température et les résultats montré que la température de la bache à eau est 17.1°C, et la valeur de température de l'eau de robinet 16.8°C.

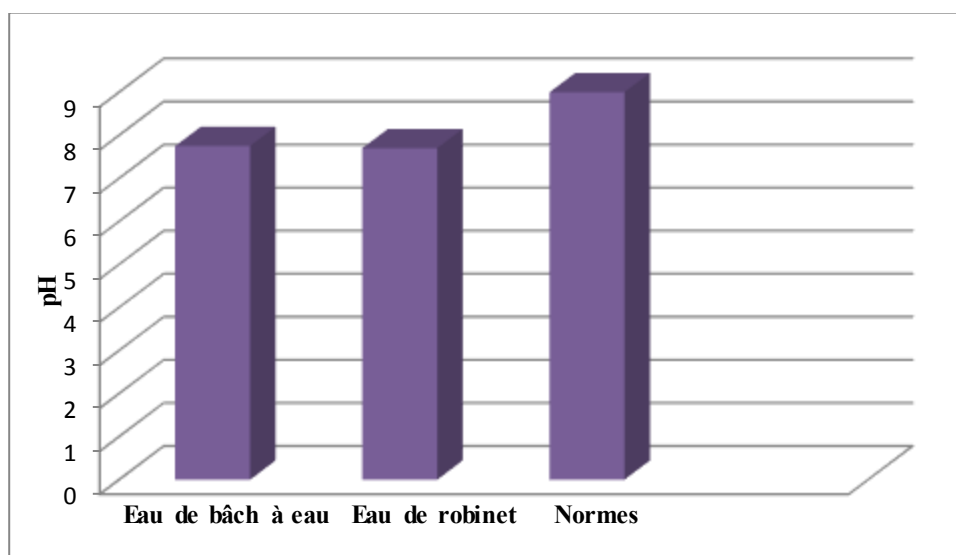


**Figure 14.** Les valeurs de température des eaux analysées.

## 1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

Ce paramètre donne le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une eau. C'est le reflet de la concentration d'une eau en ions hydrogènes (**Maiga, 2005**).

Les résultats montrent que la valeur de pH de l'eau de la bache à eau est **pH=7.75**, et de l'eau de robinet **pH=7.77**.

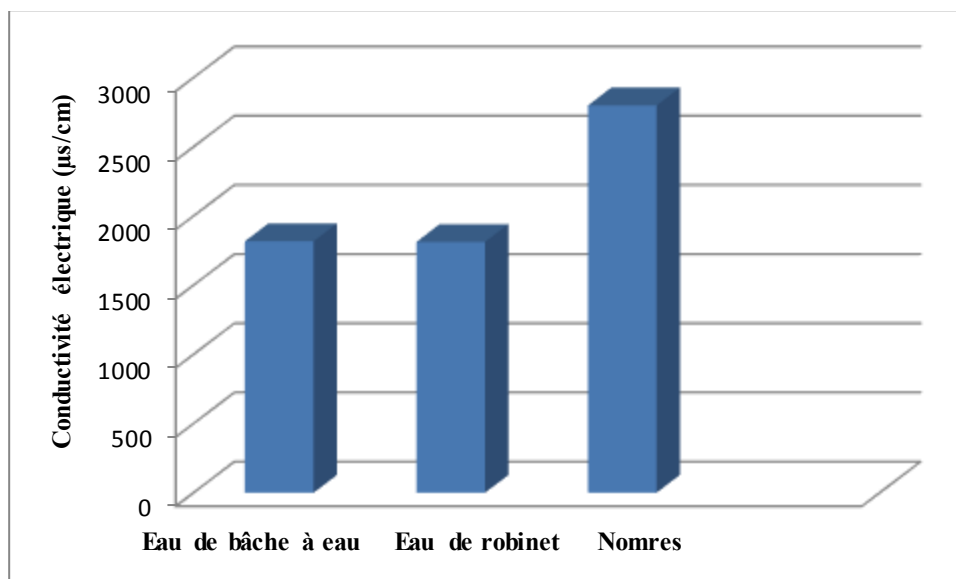


**Figure 15.** Les valeurs de pH des eaux analysées.

### 1.3. Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique augmente avec la concentration des ions tels que les ions de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), de sodium ( $\text{Na}^+$ ), de chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) (Rodier et al, 2009) en solutions et la température (Dib, 2009).

Les résultats montrent que la valeur d'analyse d'eau de la bûche à eau est **1818  $\mu\text{S}/\text{cm}$**  et pour l'eau de robinet est **1813  $\mu\text{S}/\text{cm}$** .

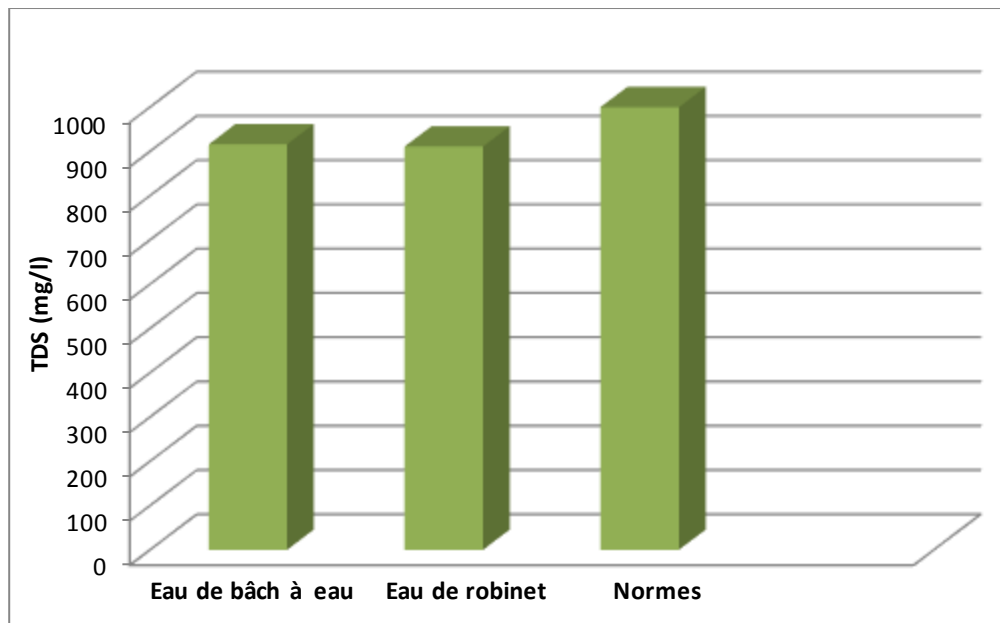


**Figure 16.** Les valeurs de Conductivité électrique des eaux analysées.

#### 1.4. Les sels totaux dissous (TDS)

La détermination des sels totaux dissous (TDS) dans une eau potable n'a pas de base fondée sur la santé. Leur présence dans l'eau favorise la corrosion et l'incrustation. À teneur élevée, ils sont répréhensibles pour les consommateurs car ils entraînent un goût désagréable à l'eau (Orelien, 2017).

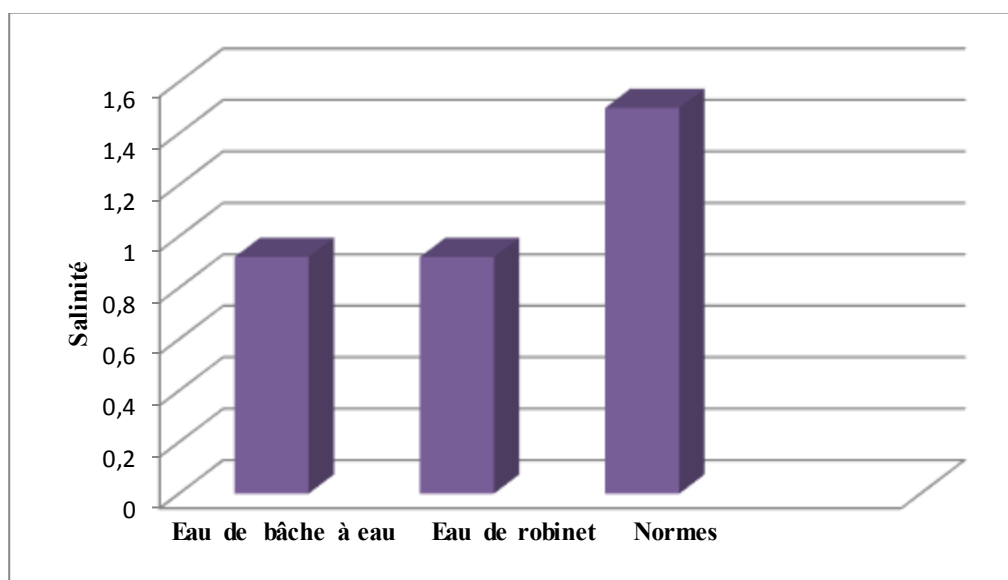
Les valeurs de TDS dans notre résultat pour l'eau de la bache à d'eau est **916 mg/l**, et la valeur de TDS de l'eau de robinet est **911 mg/l**.



**Figure 17.** Les valeurs de TDS des eaux analysées.

#### 1.5. Salinité

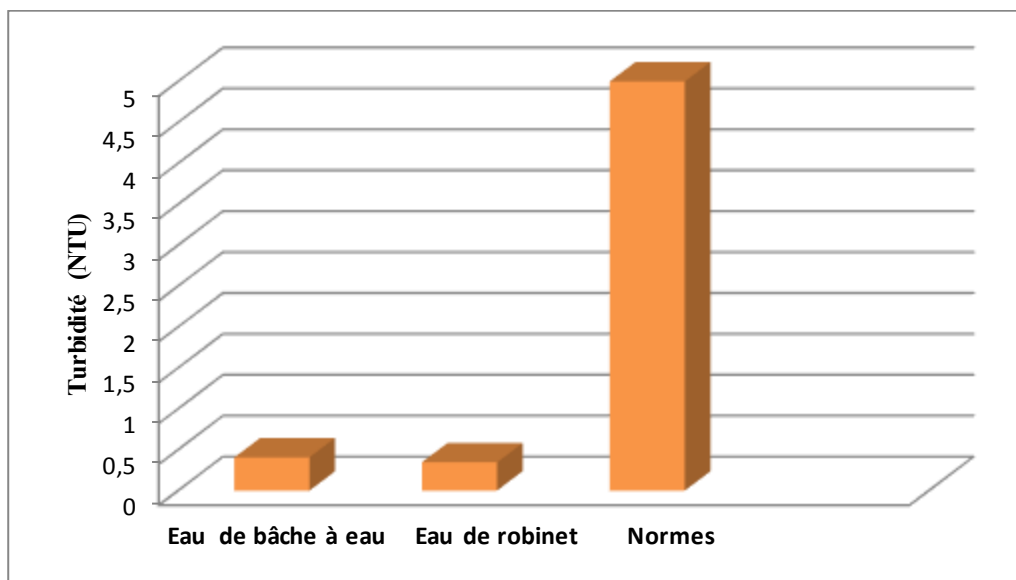
Dans notre résultat la valeur de salinité pour l'eau de la bache d'eau est **0.92 mg/l**, et pour l'eau de robinet **0.92 mg/l**.



**Figure 18.** Les valeurs de salinité des eaux analysées.

### 1.6. Turbidité

Les résultats d'eau analysée montrent que la valeur de la turbidité d'eau de la bache à eau est **0.406 NTU** et pour l'eau de robinet aussi **0.346 NTU**.



**Figure 19.** Les valeurs de turbidité des eaux analysées.

## 1.7. Les éléments de la pollution

Ce sont des composants présents dans les eaux à très faible quantité. Une teneur qui dépasse la valeur limite de cet élément indique la présence d'une pollution organique. Parmi ces éléments :

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

Le calcium est un autre élément qui constitue la dureté de l'eau et sa teneur varie

En comparant les résultats des deux échantillons, l'eau de robinet présente une concentration **67.52 mg/l** inférieure à celle obtenue dans l'eau de la bûche à eau **99.92 mg/l**.

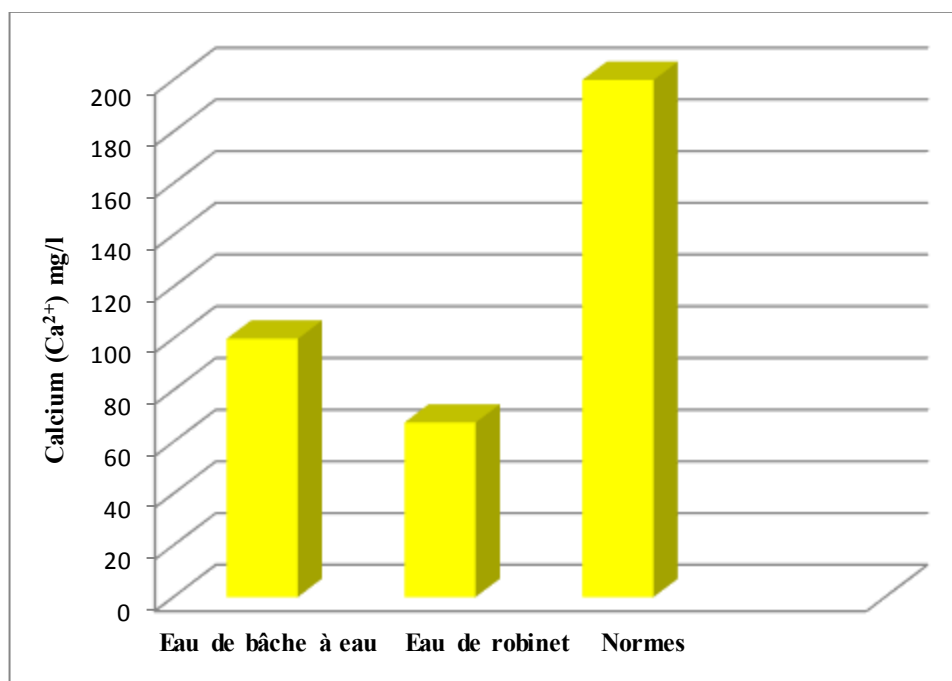
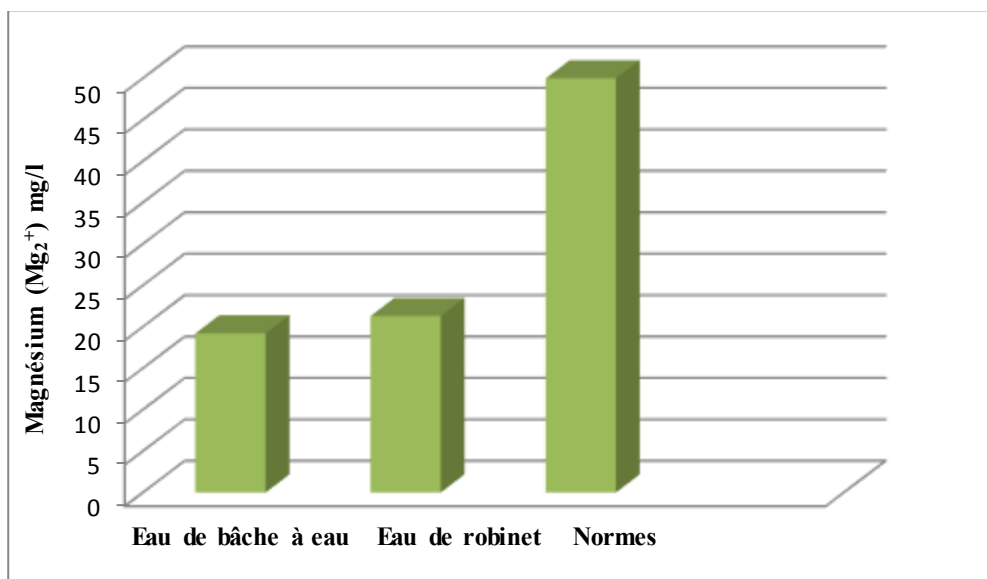


Figure 20. Les valeurs de Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) des eaux analysées.

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

D'après les résultats des analyses de  $\text{Mg}^{2+}$  de l'eau analysée nous remarquons que les deux échantillons ont des teneurs inférieures à 50 mg/l qui sont la teneur maximale admissible par l'OMS.

Le résultat pour l'eau de la bêche à eau **19.20 mg/l** et la valeur de l'eau de robinet est plus élevé **21.3 mg/l**.

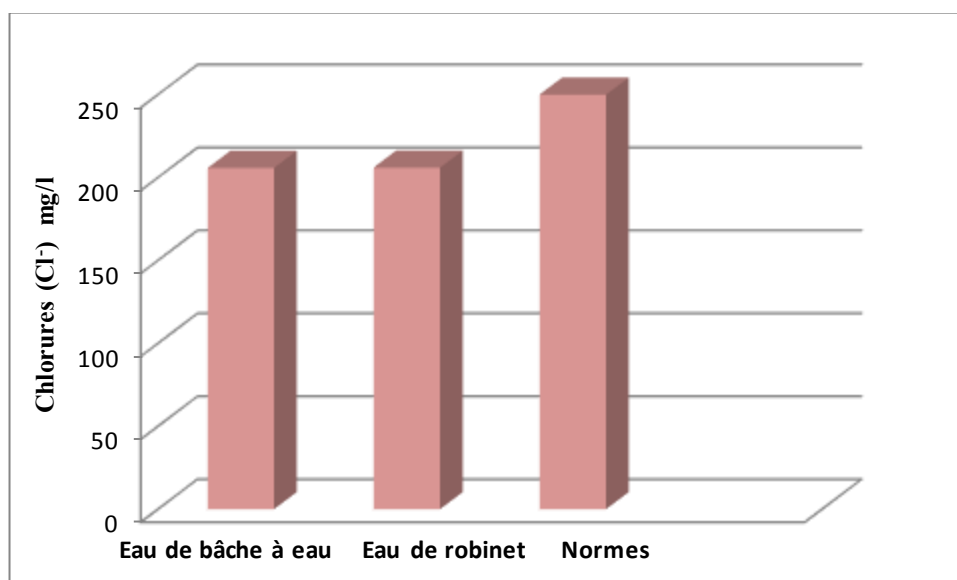


**Figure 21.** Les valeurs de Magnésium ( $Mg^{2+}$ ) des eaux analysées.

### 1.7.3. Les chlorures (Cl)

L'eau contient presque toujours des chlorures mais en proportions très variables. Leur teneur augmente généralement avec le degré de minéralisation de l'eau.

Les mesures des concentrations en chlorures dans les eaux analysées, pour l'eau de robinet **206 mg/l**, et la valeur de l'eau de la bêche à eau **205.8 mg/l**.

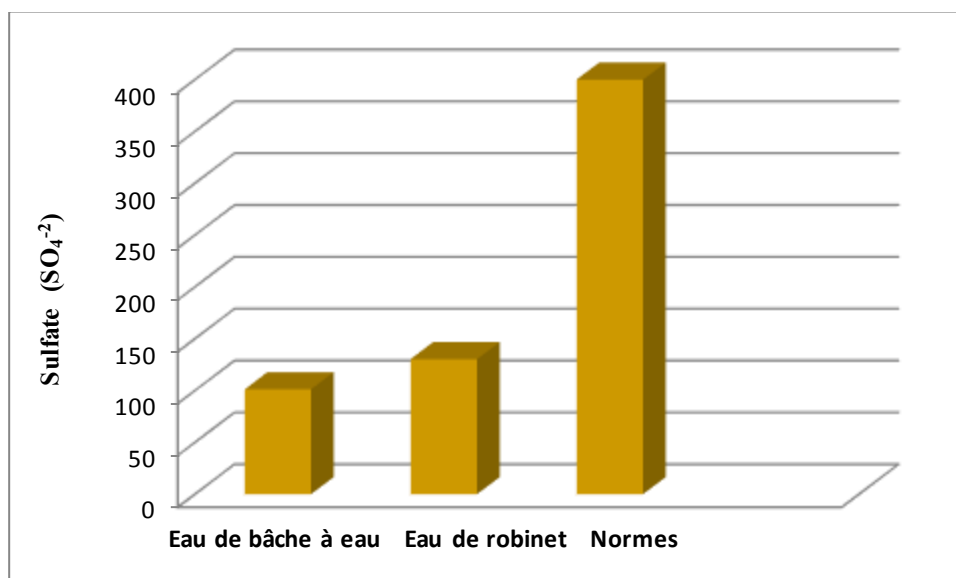


**Figure 22.** Les valeurs de Chlorures (Cl<sup>-</sup>) des eaux analysées.

#### 1.7.4. Sulfate (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>)

Des fortes concentrations en sulfates dans l'eau de boisson entraînent des nuisances d'ordre organoleptiques et sanitaires. En effet, ils provoquent des troubles gastro-intestinaux et peuvent donner un goût désagréable (Rodieret *al.*, 2005).

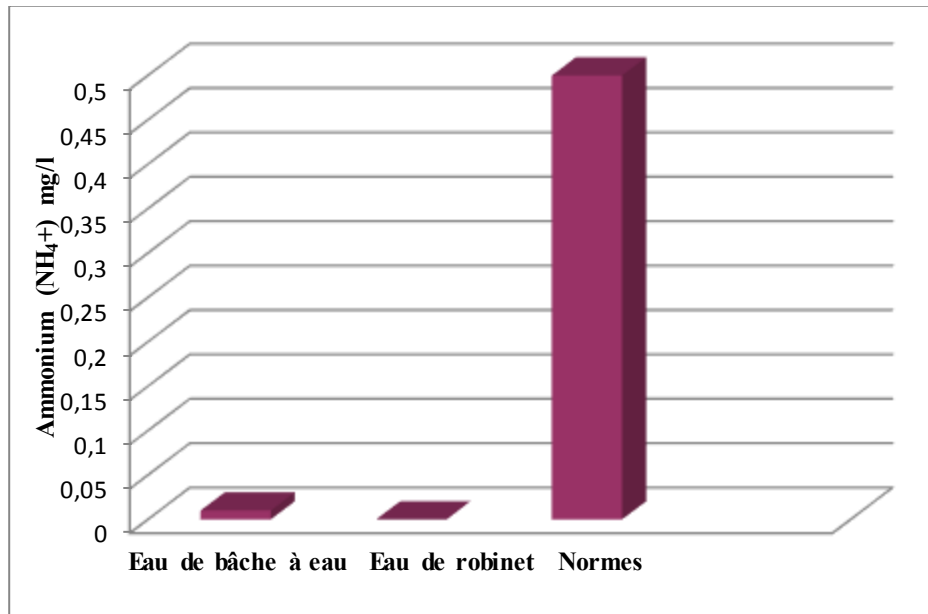
Dans notre résultats la concentration de sulfate (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) dans l'eau de la bêche à eau **101.2 mg/l**, tandis que la valeur de l'eau de robinet est supérieure environ **130.33 mg/l**.



**Figure 23.** Les valeurs de sulfate (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>) des eaux analysées.

### 1.7.5. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

Nous résultats montrent que la concentration d'Ammonium  $\text{NH}_4^+$  dans l'eau de la bache à eau est **0.01 mg/l** tandis que le taux d'ammonium dans l'eau de robinet est nul.



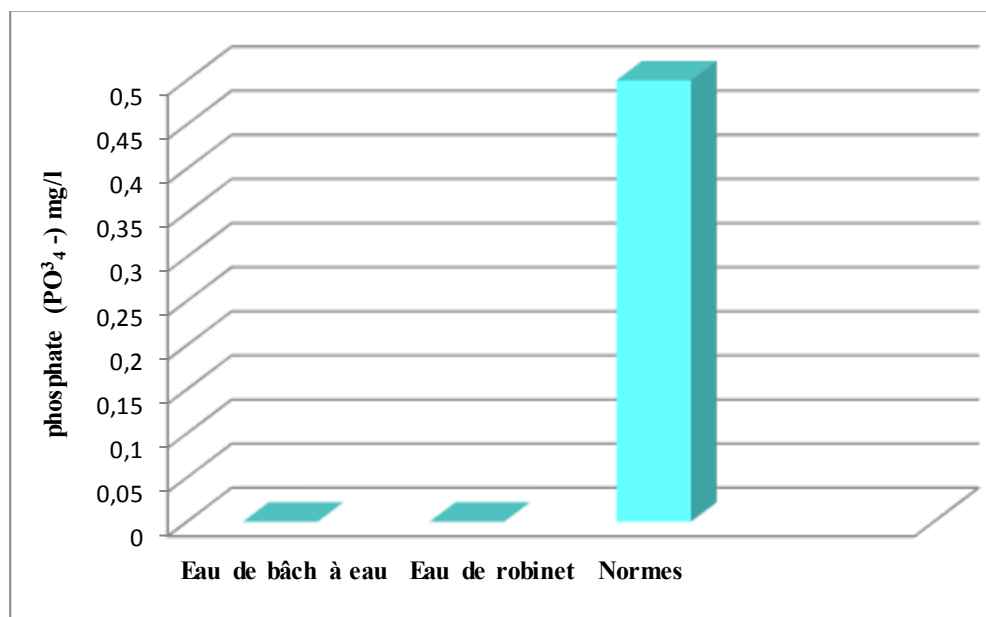
**Figure 24.** Les valeurs d'Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) des eaux analysées.

### 1.7.6. Phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

L'origine des phosphates dans les eaux est le plus souvent liée aux rejets urbains et à la dissolution des engrais chimiques (OMS, 2000) et l'érosion des sols agricoles enrichis en phosphore.

Les résultats du dosage des phosphates dans les échantillons étudiés, montrent une absence totale de ces éléments dans l'eau de la bache à eau et dans l'eau de robinet.

Les valeurs de l'eau analysée est conformes aux normes Algériennes qui sont  $< 0.5$  mg/l.

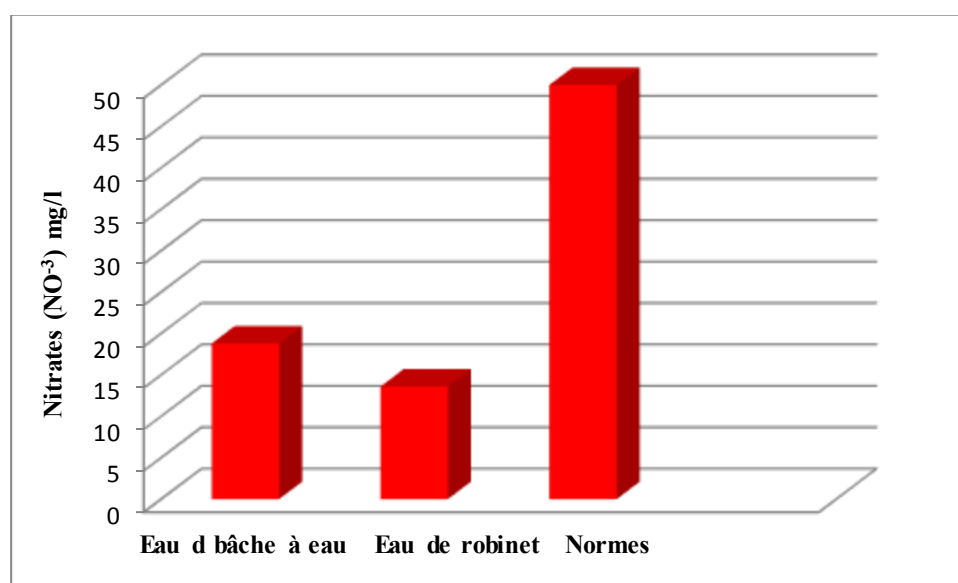


**Figure 25.** Les valeurs de Phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) des eaux analysées.

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

Les ions nitrates représentent la forme la plus oxygénée de l'azote. C'est une forme très soluble, La transformation de se dernier en nitrites présenter un risque pour la santé, par la modification des propriétés de l'hémoglobine du sang en empêchant un transport correct de l'oxygène par les globules rouges (**Benbouzid et Fares, 2017**).

Dans nous résultats la valeur de Nitrate dans l'eau de la bûche à eau **18.80 mg/l**, et la valeur de Nitrate pour l'eau de robinet est de **13.60 mg/l**.

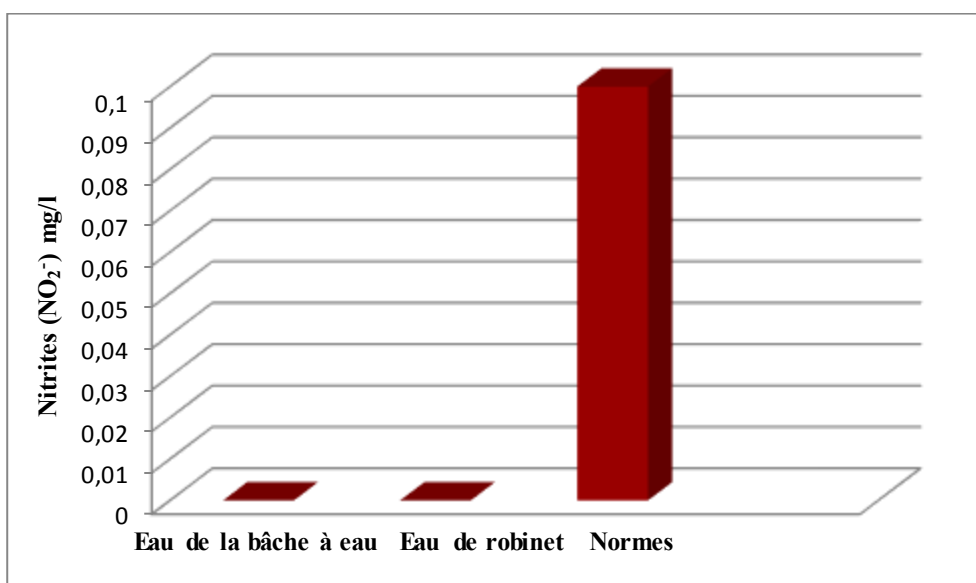


**Figure 26.** Les valeurs de Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) des eaux analysées.

### 1.7.8. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Une eau contenant des nitrites est suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de la qualité microbiologique. Dans l'eau de distribution une quantité de nitrites supérieure à la norme algérienne fixée à 0.1 mg/l (JORA, 2011), peut être nocive pour la santé.

Dans nos résultats les valeurs de Nitrites dans les échantillons de l'eau analysées est nulles et donc conformes aux normes algériennes qui **0.1 mg/l**.

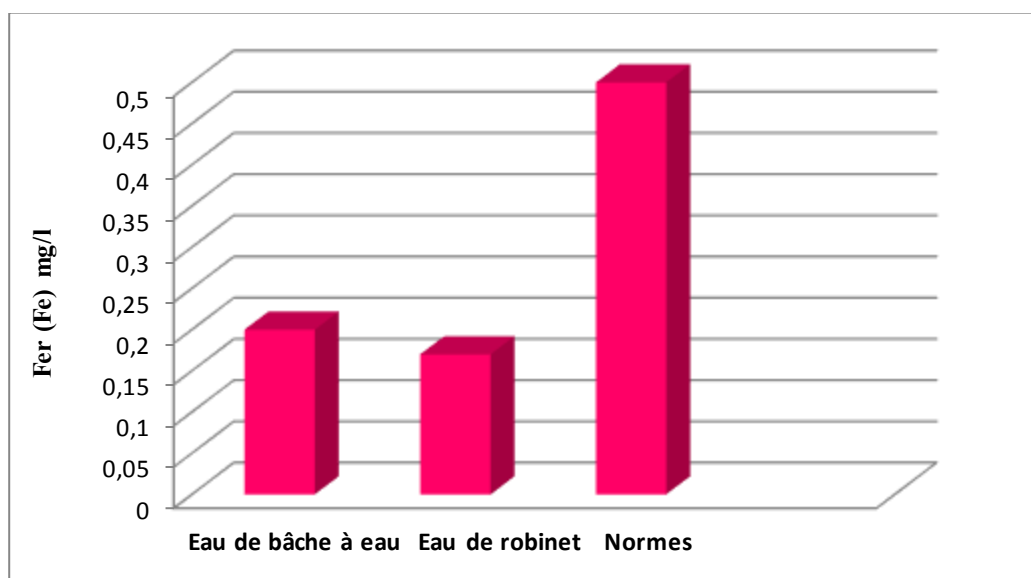


**Figure 27.** Les valeurs de Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) des eaux analysées.

### 1.7.9. Fer (Fe)

Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau, sa présence dans l'eau certes ne présente aucun inconvénient du point de vu physiologique mais, des teneurs très importantes sont considérées comme indésirables (Rodier., 1996).

Nous résultats montrent que la valeur de fer de l'eau de la bache à eau est **0.20 mg/l**, et pour l'eau de robinet est **0.17 mg/l**.



**Figure 28.** Les valeurs de Fer (Fe) des eaux analysées.

## **2. Résultats des analyses bactériologiques**

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Ces analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire de microbiologie Université de Naâma en milieu liquide (la méthode NPP) et au niveau du laboratoire de l'ADE par la méthode de filtration.

D'une manière générale, les risques microbiens les plus importants sont liés à l'ingestion d'eau contaminée par des fèces humaines ou animales.

Les paramètres microbiologiques sont les premiers à prendre en compte en matière d'alimentation en eau potable parce qu'ils peuvent avoir des effets directes sur la santé du consommateur. En effet, L'examen bactériologique est le moyen le plus précis de détecter les pollutions fécales récentes, et d'apprécier par conséquent la qualité de l'eau du point de vue sanitaire.

### **2.1. Résultats des analyses dans le milieu liquide**

Les résultats du dénombrement par la méthode de NPP des différentes bactéries, criblés dans l'eau analysée sont représentés dans le tableau 6 et photos (2 à 8).

**Tableau 6 :** Résultats des analyses bactériologiques de l'eau analysée en milieu liquide.

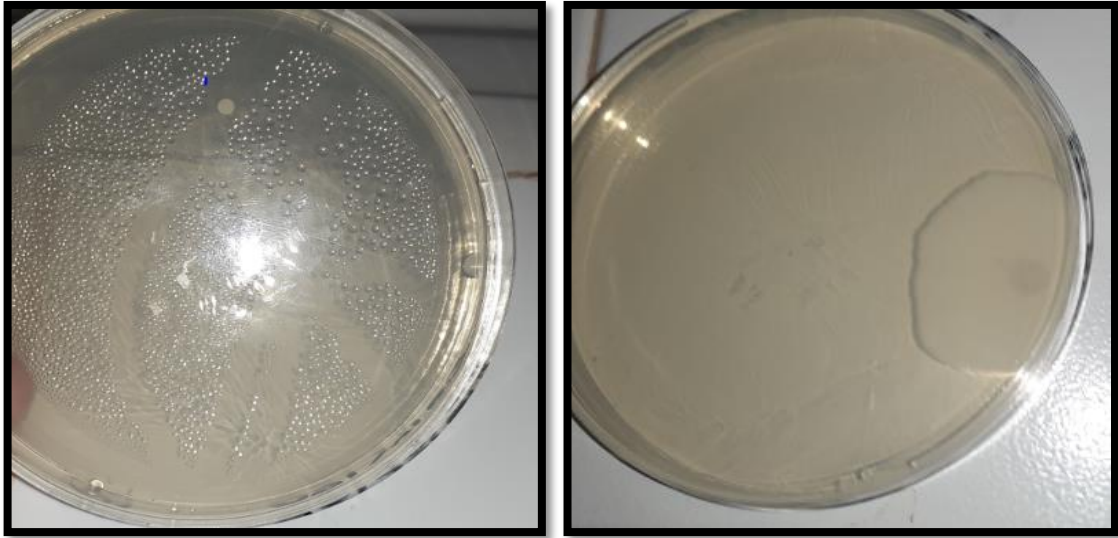
Paramètres	Eau de robinet	Eau de bêche	Normes algérienne	Normes OMS
<b>Flore aérobie mésophile totale à 37 °C après 72 heures</b>	1	1	10/ml	100Germe /ml
<b>Flore aérobie mésophile totale à 22 °C après 24 à 72 heures</b>	8	4		
<b>Coliformes totaux à 37°C après 24 à 48 h.</b>	+	–	10 n/100ml	0 n/100ml
<b>Coliformes fécaux à 44°C après 24 à 48 h.</b>	–	–	0 n/100ml	0 n/100ml
<b>Streptocoques Fécaux</b>	–	–	0 n/100ml	0 n/100ml
<b><i>Clostridium Sulfitoréducteurs</i></b>	–	–	0 n/20ml	0 n/20ml
<b><i>Pseudomonas sp</i></b>	0	0	Non mentionné	Non mentionné

**Négative** :- absente.

**Positive** : + présente.

### 2.1.1. Germes Totaux (37°C et 22°C)

Ces germes regroupent tous les micro-organismes aérobies facultatifs qui apparaissent sous formes des colonies de taille et de forme différencié.



**Photo 2.** Résultats de la recherche des germes totaux.

### 2.1.2. Coliformes totaux

Dans le cas de notre étude, Les résultats des analyses de l'eau de la bâche à eau confirment une absence totale des coliformes totaux.

Et pour l'eau de robinet :

- ❖ 5 tubes de 10 ml de bouillon BCPL à double concentration : + soit 1.
- ❖ 1 tube de 1 ml de bouillon BCPL à simple concentration :- soit 0.
- ❖ 1 tube de 0.1ml de bouillon BCPL à simple concentration : - soit 0.

Le NPP sera 100 si on se réfère à la table. On lit 2.2 coliformes dans 100 ml d'eau de robinet.



**Photo 3.** Résultats de la recherche des coliformes totaux.

### 2.1.3. Coliformes Fécaux

Les coliformes fécaux (*E.coli*) sont absents totalement dans les 2 tubes positive de test présomptif de l'eau de robinet.



**Photo 4.** Résultats de teste confirmatif en milieu Schubert de coliformes fécaux.

#### 2.1.4. Streptocoques fécaux

Les analyses bactériologiques effectuées sur les échantillons d'eaux de l'hôpital : Montrent une absence des Streptocoques fécaux. Où le trouble microbien est absent dans les tubes.



**Photo 5.** Résultats de la recherche des streptocoques fécaux en milieu Rothe.

#### 2.1.5. *Clostridium Sulfitoréducteurs*

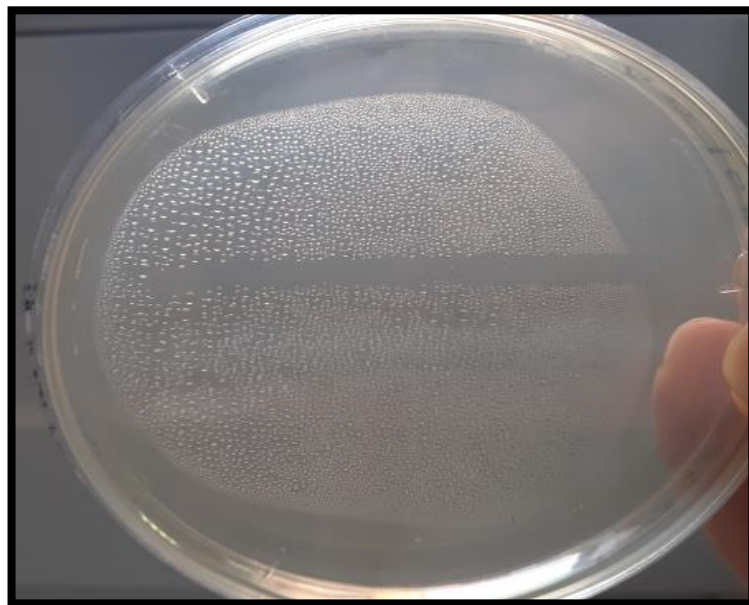
L'analyse microbiologique de ce paramètre montre l'absence de colonies entourées d'un halo noire dans l'eau de bêche et l'eau de robinet analysées. Donc l'absence de *Clostridium Sulfitoréducteurs*.



**Photo 6.** Résultats de la recherche des *Clostridium Sulfitoréducteurs* en milieu VF.

#### 2.1.6. *Pseudomonas sp*

D'après les résultats obtenus, l'eau de robinet et l'eau de bêche ont enregistré l'absence totale de ces germes.



**Photo 7.** Présentation des résultats de la recherche des *Pseudomonas sp*.

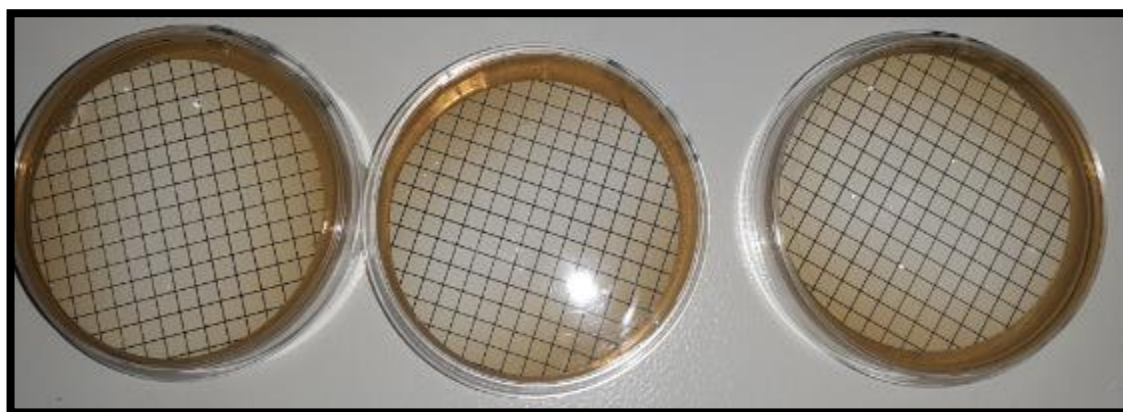
## 2.2. Résultats des analyses par méthode de filtration sur membrane

La méthode de filtration sur membrane est consistée à la recherches des Coliformes totaux et fécaux, Streptocoques fécaux, et *Clostridium Sulfitoréducteurs*. Cette méthode est plus précise que la méthode NPP.

**Tableau 7.** Résultats des analyses bactériologiques de l'eau analysée par la méthode de Filtration.

Paramètre	Eau de robinet	Eau de bêche	Normes algériennes	Normes OMS
Coliformes totaux à 37°C après 24 à 48 heures.	–	–	0 n/100ml	0 n/100ml
Coliformes fécaux à 44°C après 24 à 48 heures.	–	–	0 n/100ml	0 n/100ml
Streptocoques fécaux.	–	–	0 n/100ml	0 n/100ml
<i>Clostridium Sulfitoréducteurs</i> .	–	–	0 n/20ml	0 n/20ml

- L'analyse microbiologique de Coliformes totaux et fécaux, *Clostridium Sulfitoréducteurs* par cette méthode montre que tout les résultats de ces 3 paramètre a été négative.



**Photo 8.** Résultats de la recherche des Coliformes totaux et fécaux, *Clostridium Sulfitoréducteurs* Par filtration sur membrane.

## II. Discussion

L'eau est l'élément essentiel à la vie, il représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants. Une eau destinée à la consommation humaine est potable lorsqu'elle est exemptée d'éléments chimiques et/ou biologiques susceptibles, à plus ou moins long terme à la santé des individus.

Dans les établissements de santé l'eau constituant un réservoir pour de nombreux germes responsable de multiple infection, parfois grave, peuvent être contractées au cours d'un séjour dans ces établissements.

Pour les analyses dans notre étude En principe analyser l'eau de trois hôpitaux de la wilaya de Naâma : L'hôpital d'Ain-Sefra, de Mechria et l'hôpital de Naâma.

Mais à cause de la désamination de Covid-19 qui est un virus très pathogène et transmis facilement par un simple contact, en plus de leur effet infectieux il ya des symptômes plus ou moins fréquents tels que : Fièvre, toux sèche, fatigue, courbatures, maux de gorge, maux de tête, perte de l'odorat ou du goût, et dans des cas graves: il ya la difficulté de respirer.

Ce qui a conduit à la fermeture des universités aussi le blocage de transport.

Et pour tout ça on a décidé de prendre seulement les résultats de l'eau de l'hôpital de Ain-Sefra.

Les résultats des analyses physico-chimique de l'eau analysée porté dans le tableau 05, pour les analyses physiques comme le pH, conductivité, température et tout est conformes aux normes algériennes et normes de l'OMS.

Et pour les paramètres tels que la turbidité la salinité, le nitrate, le sulfate, le fer, le calcium, Chlorures, le magnésium, et sont présents à de très faibles concentrations dans tous les échantillons que se soit l'eau de robinet et l'eau de la bache à eau. Et pour le nitrite, et le phosphate est carrément nul pour tous les échantillons d'eau. Aussi l'ammonium qui est nul dans l'eau de bache à eau et présent avec très faible concentration dans l'eau de robinet.

Pour une eau de bonne qualité bactériologique est consisté au l'absence totale des germes pathogènes, ce qui conforme à la norme national et international (**Rodier., 2005**). L'examen

bactériologique est le moyen le plus précis de détecter les pollutions fécales récentes, et d'apprécier par conséquent la qualité de l'eau du point de vue sanitaire **(Diop, 2006)**.

Les résultats portées sur le tableau 06 montre que les teneurs des germes totaux de tous les échantillons pour l'eau de robinet et l'eau de la bêche à eau restent toutes fois conformes aux normes prescrites par la réglementation algérienne (100 UFC/ml à 37°C).

Et qui concerne les coliformes totaux, on a trouvé dans l'échantillon de l'eau de robinet 2.2 UFC/ml et pour l'eau de la bêche à eau est 0 UFC/ml. De façon générale, elles n'ont pas dépassé les limites fixées par les normes algériennes (<10 UFC/100ml).

Les coliformes fécaux sont absents totalement dans tous les prélèvements de l'eau analysée. Cela confirme l'absence d'une pollution fécale et l'eau de l'hôpital est bien traitée. Pour les analyses en milieu liquide et pour l'analyse par filtration sur membrane tout les résultats a été négative. Cette méthode est plus précise que l'autre.

En ce qui concerne les Streptocoques fécaux le test présomptif (Rothe) témoigne leur absence dans l'eau analysée. Ceci montre que l'eau de tous les échantillons est conforme aux normes algériennes (0 UFC/100ml).

L'analyse des tous l'échantillon de l'eau montré également l'absence totale de *clostridium sulfito réducteur*, *pseudomonas*.

Enfin, Les résultats de l'analyse physicochimique et microbiologique ont montré que l'eau destinée dans l'hôpital d'-ain-sefra ne renferme pas des germes de contamination ou des germes pathogènes, ce qui répond aux normes Algériennes, à l'OMS et à différentes organisations internationales de la santé.

Très nécessaire de vérifier l'eau des hôpitaux parce que il ya des risques sur les personnels hospitalier et les patients, surtout les patient immunodéprimé.



**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.

Les résultats des analyses microbiologiques effectuées sur les prélèvements ont révélé une absence totale des germes pathogènes et des germes de contamination fécale.

Les échantillons de l'eau de robinet et de l'eau de la bêche à eau analysés ont présenté des aspects microbiologiques conformes aux normes des services de contrôles algériens, et aussi OMS.

Les résultats des analyses physico-chimique, une différence notable dans les teneurs mesurées de chaque paramètre étudié pH, Température, Conductivité, turbidité, TDS, salinité,  $\text{CO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , Fe,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ . Dans la majorité des cas l'eau de la bêche à eau et de robinet sont considérés comme une eau à l'équilibre et répondent aux normes de potabilité.

A la lumière des résultats obtenus au cours de ce travail, nous pouvons conclure que l'eau distribué dans l'hôpital de Ain-Sefra est de bonne qualité physico-chimique ainsi que bactériologique et dépourvue de tous les germes pathogènes.

L'analyse de l'eau reste toujours nécessaire pour protéger le consommateur.

## A

- **AMGHAR W., TASSADIT F., 2017.** Résurgence des maladies à transmission hydrique en Algérie : entre causes et effets, Mémoire de master en science économique, université mouloud mammeri de tizi-ouzou, 116 p.
- **AOUISSI A., 2010.** Microbiologie et physico-chimie de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord-Est de l'Algérie). Mémoire de Magister en Hydro-écologie, Université du 08 Mai 1945 de GUELMA, 164p.
- **ARSAC S., BERNET C., (2015).** Les catégories d'eau dans les établissements de santé.17p.
- **AVRIL J et al., 2000.** Bactériologie Clinique Ellipses, 3é edition, France.114 p.
- **AYAD W., (2017).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines. These de doctorat, faculté des sciences, département de biochimie, université Badji Mokhtar- Annaba. 156p.

## B

- **BARTHE C., PERRON J., PERRON J.M., 1998.** Guide d'interprétation des paramètres microbiologiques d'intérêt dans le domaine de l'eau potable. Document de travail (version préliminaire), ministère de l'Environnement du Québec.155p.
  - **BAZIZ N., 2008.** 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 Elhadj Lakhdar Batna (Algérie). 144p.
  - **BENAOUDA A., 2016.** Étude et analyse des propriétés de l'eau potable au sein de l'ADE. Mémoire de master en chimie, université Abdelhamid ibn Badis Mostaganem. 52p.
  - **BENBOUZID., 2017.** FARES k. Analyse physico-chimique et bactériologique de l'eau de source dans la localité de « abdelmelek Ramdane ». Mémoire de master en biologie, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. 56p.
  - **BENKERROUM N., TAMIME A.Y., 2004.**Technology transfer of some Moroccan traditional dairy products (lben, jben and smen) to small industrial scale. Journal of Food Microbiology. 21: 399-413.
  - **BENSALAH A., 2010.** Bactéries coliformes.  
[https://www.memoireonline.com/10/12/6336/m\\_Contribution--l-evaluation-de-la-qualite-physico-chimique-et-bacteriologique-de-lait-cru-et-dia23.html](https://www.memoireonline.com/10/12/6336/m_Contribution--l-evaluation-de-la-qualite-physico-chimique-et-bacteriologique-de-lait-cru-et-dia23.html).Le. consulté in : 24/3/2020.
-

- **BENTOUNES A., 2017.** Etude de la qualité microbiologique de l'eau potable et l'eau des puits de la wilaya de Mostaganem. Mémoire de master en biologie, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.70p.
- **Bernard C., 2007.** « Introduction à l'étude de la médecine expérimentale ». Édition BiblioBazaar.
- **BERNE F., 1972.** Les traitements des eaux dans l'industrie pétrolière, Édition TECHNIP. 207 p.
- **BITTON G., 1999.** Wastewater Microbiology. John Wiley & Sons, 578 p.
- **BOSCA C., 2002.** Groundwater law and administration of sustainable development, Mediterranean Magazine, Science Training and Technology, N° 2, PP : 13-17.
- **Boubekeur Hachemaoui., 2014.** Qualité physico-chimique de l'eau dessalée et traitée par la station de dessalement de l'eau de mer de souk tlata- teneurs en bore, nitrites, nitrates et métaux lourds - Memoire de Master. Université abou bekr belkaid tlemcen. 91p : 13.
- **BOUBRIT S., BOUSSAD N., 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.
- **BOUCHEMAL M., HAMMOUDI A.C., 2016.** Analyse de la qualité des eaux de la station de traitement de Hammam Debegh, Travail de Recherche en Hydraulique, Université Larbi Ben M'hidi– Oum El Bouaghi. 113 p : 4.
- **BOUHLAL H., 2015.** La gestion hydrique entre les enjeux de la qualité des eaux potables et les exigences de préservation de l'environnement, Rapport de stage de Filière d'ingénieur Industries Agricoles et Alimentaires, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah. 50p (17-24).

## C

- **C. DIOP., 2006.** 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). p43.
  - **CASTEX JEAN ET al., 2005.** L'eau dans les établis de santé, paris.117P.
  - **CEAEQ., 2000.** Recherche et dénombrement des coliformes totaux; méthode par filtration sur membrane. Centre d'expertise en analyse environnementale, Gouvernement du Québec.25p.
-

- **CHAN C. L., ZALIFAH M. K., ET NORRAKIAH A., 2007.** Microbiological and physicochemical quality of drinking water. 8p.
- **CHELLIL., DJOUHLN., 2013.** Analyses des eaux de réseau de la ville de Béjaia et évaluation de leur pouvoir entartrant, Mémoire de Master En Génie des Procédés, Université A. MIRA – BEJAIA. 102 p : 6-7.
- **CHERIF I., DIOP K., 2006.** étude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar, mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animale, université cheikh anta diop de Dakar. 40 p : 11 -13.
- **COENYE T., VANDAMME P., 2003.** Diversity and significance of Burkholderia species occupying diverse ecological niches. *Environmental Microbiology* 5, 719-729.
- **COTEREHOS., 1995.** l'eau dans les établissements de santé. Comité technique regional de l'environnement hospitalier. France. 39p.
- **COULIBALY K., 2005.** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako. Thèse de doctorat en pharmacie, Université de Bamako. 42p.
- **CRISTIAN C., 2008.** Microbiologie Hygiène Base microbiologiques de la diététique. Ed. TEC & DOC Lavoisier, Paris. p.76 -86, 257.

## **D**

- **DAS A.S., MAZUMDER D.N., PAL D. et CHATTOPADHYAY U.K., 1996.** A study of nosocomial diarrhea in Calcutta. *Ind. J. of Gastroenterol.* 15, 12 – 13.
  - **DEBABZA M., 2005.** Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba Evaluation de la résistance aux antibiotiques des microorganismes pathogènes, Mémoire de Magister en Microbiologie appliquée, Université des sciences de Badji-Mokhtar, Annaba(Algérie).
  - **DEGREMENT., 1952.** « Mémento technique de l'eau », Première édition, (1952).
  - **DEGREMONT., 1989.** Mémento technique de l'eau, Technique et documentation, tome 1.P. 5, 24,25.
  - **DELARRAS C, TREBAOL B., 2003.** Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux .éditions tec & doc EM Inter, paris.
  - **DELARRAS C., 1981.**étude taxonomique des micrococcaceae. Thèse de doctorat d'état, université de clermont II.
-

- **DELARRAS C., 2007.** Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou contrôle sanitaire .Aliments. produits cosmétiques. Eaux. Produits pharmaceutiques. Éditions tec & doc EM Inter, paris.
- **DELARRAS C., 2010.** Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux. 2ème Edition, Lavoisier, paris. pp 542.
- **DENIS F., PLOY C. M., MARTIN C., BINGEN E., ET QUENTIN R., 2007.** Bactériologie médicale : Techniques usuelles. Ed. Elsevier Masson SAS. p.335-401
- **DEVRIESE et al., 1998.** Differentiation between Streptococcus gallolyticus strains of human clinical and veterinary origins and Streptococcus bovis from the intestinal tracts of ruminants. Journal of Clinical Microbiology. 38: 3520-3523.
- **DIALLO A., 2005.** Etude de la phytochimie et des activités biologiques de Syzygium guineense WILLD. (Myrtaceae). Thèse de Docteur en pharmacie, université de Bamako. 92 pp+annexes.
- **DIB I., 2009.** L'impact de l'activité agricole et urbaine sur la qualité des eaux souterraines de la plaine de gadaine- Ain Yaghout, Mémoire de magister en hydrolique, construction hydro-technique et environnement , faculté des sciences de l'ingénieur, département d'hydraulique, Université Haj lakhdar, Batna. 127p.
- **DJAIDJAI S., 2016.** Caractérisation de la résistance des souches de Staphylococcus aureus aux antibiotiques isolées au niveau du CHU de Sétif. Mémoire de master, Université A. MIRA – Bejaia. 31p.
- **DUPONT., 1981.** Hydrologie-captage et traitement des eaux, Hydraulique, Tome 1, Ed 5, Paris

## **E**

- **EDBERG SC., RICE EW., KARLIN RJ., ALLEN MJ., 2000.** Escherichia coli: the best biological drinking water indicator for public health protection. Journal of Applied Microbiology .88:106-16p.
  - **EL ATTIF A., 2011.** La qualite microbiologique des eaux de baignade .Thèse de doctorat en pharmacie , Université de medecine et de pharmacie (RABAT). 71p.
-

- **Estelle B., 2020.** Fièvres typhoïde et paratyphoïde. Consulté in : [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:DS\\_dxdtiIxcJ:https://www.sante-sur-le-net.com/maladies/maladies-infectieuses/fievres-typhoïde-paratyphoïde/+&cd=5&hl=fr&ct=clnk&gl=dz&client=firefox-b-d](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:DS_dxdtiIxcJ:https://www.sante-sur-le-net.com/maladies/maladies-infectieuses/fievres-typhoïde-paratyphoïde/+&cd=5&hl=fr&ct=clnk&gl=dz&client=firefox-b-d).

## F

- **FAUCHERE J.L., ET AVRIL J.L., 2002.** Bactériologie générale et médicale. Ed Ellipses. Paris. 368p.

## G

- **GARRITY G., 2005.** The Proteobacteria - Part B: The Gammaproteobacteria. In 'Bergey's Manual of Systematic Bacteriology'. (Springer: New York).
- **GHORZI H., KHEDIM S., 2017.** Contamination bactérienne des tubulures d'eau des machines de dialyse - formation du biofilm CHU-Tlemcen., Mémoire de MASTER Microbiologie, université abou bakr belkaid tlemcen.58p. p9.10.11.
- **GREGORIO C., PIERRE B., 2007.** Traitement et épuration des eaux industrielles polluées: Procédés, Presses Univ. Franche-Comté. 356 p.
- **GUERD H., MESGHOUNI., 2007.** Performance de la station de dessalement des eaux dans la région d'El-Oued, Mémoire de fin d'étude, Université Kasdi Merbah-Ouagla. p67.
- **GUIRAUD J., 2003.** Microbiologie Alimentaire, Edition Dunod., Paris. P 136-139.

## H

- **HADEF D., HASNI M., 2017.** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'Oued de Boutane région de Khemis-Miliana W.Ain Defla, Mémoire de Master en Chimie, Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana. 83p. 2.
  - **HAHEN M., 1998.** L'eau à l'hôpital-un partenaire sous haute surveillance, Hygiène en milieu hospitalière, 7, 10-17.
  - **HAMA H., 2006.** Recherché des bactéries associées aux mammites subcliniques dans le lait de chèvre en Mauritanie et au Togo et détermination de leur antibiorésistante. Thèse de doctorat. Faculté des sciences et technique. Université de Dakar.
  - **HAMED M., GUETTACHE A., BOUAMER L., 2012.** Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF- TORBA Bechar, Mémoire De Fin D'Etude Pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'état en Biologie Option : Contrôle
-

de Qualité et d'Analyse Faculté Des Sciences Et Technologies Département Des Sciences, Université de Bechar, Bechar. 134 p.

- **HARTEMANN P., BANCHEREAU J., BROSSEAU M., MONTOUT G., 2003.** Guide technique, l'eau dans les établissements de santé.120p.
- **HELENE R., 2000.** Thèse d'Ingénieurs du génie sanitaire Qualité microbiologique des eaux brutes distribuées par BRL, l'Ecole Nationale de la Santé Publique de LanguedocRoussillon(France). p 81.
- **HERAULT S., 1999.** l'eau dans les établissements de soins : enquête auprès d'établissement de santé, élaboration d'une méthode de suivie de la qualité de l'eau, mémoire de formation des ingénieurs de génie sanitaire, Ecole nationale de santé publique. 108p. 16-19.
- **HUOT A., (2010).** Eau et santé. La revue Bio contact, n°200.

## I

- **INSTITUT NATIONAL DE SANTE PUBLIQUE (INSP), 2017.** Situation épidémiologique de l'année 2017 sur la base des cas déclarés à l' I .N.S.P, relevés épidémiologiques mensuels Algérie, Vol. XXVIII. 22p.

## J

- **JEAN-NOËL. S., 2008.** Bon état des eaux, Toulouse. p 20-23.
- **JEBRAN G., MANGIAPAN G., 2020.** Nosocomial pneumonia, Presse Médicale, 1996, 25 : 944-950.
- **JOURNAL LE MONDE: EPIDEMIE DE CHOLERA EN ALGERIE ., 2020.** plus de 40 cas confirmés, un mort. Consulté in : [https://www.lemonde.fr/afrique/article/2018/08/24/epidemie-de-cholera-en-algerie-plus-de-40-cas-confirmes-un-mort\\_5345917\\_3212.html](https://www.lemonde.fr/afrique/article/2018/08/24/epidemie-de-cholera-en-algerie-plus-de-40-cas-confirmes-un-mort_5345917_3212.html).
- **JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE., 2011.** N°18, décret exécutif N°11-125, Article 111 de la loi N°05-15, correspondant au 22 mars 2011 relatifs à la qualité de l'eau de consommation humain.

## K

---

- **KADRI D, BOUDERSA K., 2018.** Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux dans un établissement de santé (Hôpital d'Ali Mendjeli), Memoire de master Ecologie et environnement, Université des Frères Mentouri Constantine. 56 p : 2-5-6-7-8-9.
- **Kahoul M., et Touhami M., 2014.** Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'Annaba (Algérie).10p.
- **Kim HK., Missiakas D., Schneewind O., 2014.** Mouse models for infectious diseases caused by Staphylococcus aureus, J. Immunol.Methods. 84, 577-601.
- **KOLMOS H.J., THUESEN B., NIELSON S.V., LOHMANN M., KRISTOFFERSEN K. et ROSDAHL V.Y., 1993.** Out-break of infection in a burns unit due to Pseudomonas aeruginosa originating from contaminated tubing used for irrigation of patients. J. of Hosp. Inf, 24 : 11.21.
- **KREISEL W., 1991.** Water Quality And Health. *Dunod.* 209p.
- **KUDRI N., BELALIA Z., 2006.** Etude et traitement de l'eau du barrage djorf-eltor de la wilaya Bechar par filtration sur sables. Mémoire de Magister en Eau et environnement. Université Hassiba Benbouaali de chlef.

## L

- **LAMBERT B., MEIRE P., JOOS H., LENS P., SWINGS J., 1990.** Fast-growing, aerobic, heterotrophic bacteria from the rhizosphere of young sugar beet plants. Applied and Environmental Microbiology. 56, 3375-3381.
  - **LE MINOR. L., 1989.** Salmonella. In Bactériologie médicale (L. Le Minor & M. Véron, édit.).2ed. Flammarion, Paris. pp. 411-425.
  - **LECLERC H., FESTY B. ET LAZAR P., 1982.** Connaissances actuelles de la pathologie hydrique, R.E.S.P. 30. 3 363-85.
  - **LECLERC H., MOREAU A., 2002.** Microbiological safety of natural mineral water. FEMS Microbiology Reviews. 26p. 207-222.
  - **LELERC H et al., 1977.** Microbiologie appliquée, Edition Doin. P. 94-96.
  - **LEMINOR L ET VERON M., 1989.** Bactériologie Médicale. Flammarion Médecine Sciences. 845p.
  - **LENNTECH., 2017.** Le fer dans les eaux souterraines : URL :
  - **LEROY.J.B., 1999.** La pollution des eaux, 4eme Ed, Paris : presse universitaire de France. 127p.
-

- **LEYRAL. G., VIERLING. E., 2001.** Microbiologie et toxicologie des aliments.3ème édition. Collection biosciences et techniques .Paris. pp. 77-134.

## **M**

- **MADIGAN. M. ET MARTINKO J., 2007.** Biologie des micro-organismes. 11ème Edition. PEARSON Education, France. P.354-355.
  - **MAIGA., 2005.** Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière, Thèse diplôme d'état (Docteur en Pharmacie), Bamako (Mali). p77.
  - **MAKHOUKH. M., 2011.** Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya. Maroc.
  - **MANCEUR Y., DJABALLAH S., 2016.** Analyse microbiologique de l'eau distribuée dans la ville de Tébessa, Mémoire de master en Science Biologie, Université Larbi Tébessi – Tébessa. 75 p. 2-5-15.
  - **MCLELLAN SL., DANIELS AD., SALMORE AK., 2001.** Clonal populations of thermotolerant Enterobacteriaceae in recreational water and their potential interference with fecal Escherichia coli counts. Applied and Environmental Microbiology.67p.4934-8.
  - **MENA KD., GERBA CP., 2009.** Risk assessment of pseudomonas aeruginosa in water. In 'Reviews of Environmental Contamination and Toxicology'. pp. 71-115.
  - **MERZOUG D., KHIARI A ., AÏT BOUGHROUS A., BOUTIN C., 2010.** Faune aquatique et qualité de l'eau des puits et sources de la région d'Oum-El-Bouaghi (Nord-Est algérien), Hydroécol Applied. PP. 77–97.
  - **MEZIANI M., 2012.** Contribution du diagnostic biochimique bactérien dans l'établissement des parentés phylogénétiques : Cas des Entérobactéries et Pseudomonas, Mémoire de Magistère, Université Mentouri Constantine. p.3.
  - **MOKDADI. H., MESSAI AHMED. N., 2015.** Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'El-oued (Cas du Lac Ayata, Chott Marouam, Lac Sif El-Menadi et Chott Halloufa).
  - **MOTTIER D., 2008.** Médecine et maladies infectieuses. 38p.
  - **MOUFFOK F., 2008.** Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson, Manuel des travaux pratiquent des eaux, Institut Pasteur d'Algérie. P53.
  - **MSADEK T.** STAPHYLOCOQUE.Consulté in : <https://www.pasteur.fr/fr/centre-medical/fiches-maladies/staphylocoque.le:06/04/2020>.
-

**N**

- **N'DIAYE A., 2008.** Etude bactériologique des eaux de boissons vendues en sachet dans quatre communes d'Abidjan, Thèse Diplôme d'Etat (Docteur en Pharmacie), Université de Bamako Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie (Mali). 188p.
- **NOLA M., NJINE T., MONKIEDJE A., FOKO S. V., DJUIKOM E., TALLIEZ R., 1998.** Qualité bactériologique des eaux des sources et des puits de Yaoundé (Cameroun). 7p.
- **NOUAYTI N., KHATTACH D., HILALI M., 2015.** Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines des nappes du Jurassique du haut bassin de Ziz (Haut Atlas central, Maroc), Journal de Matériel et Science de l'Environnement, Vol 6, N° 4. PP. 1068-1081.
- **NTEMBUE MUAMBI C., 2013.** La problématique de l'approvisionnement en eau et son impact sur les maladies d'origine hydrique dans la ville de Mwene-Ditu en RDC, Mémoire de Licence en Santé publique, Université Morave de Mwene-Ditu RDC. 75p.

**O**

- **ODOULAMI L., 2009.** Problématique de l'eau potable et de la santé humaine dans la ville de Cotonou (République du Benin), Thèse de doctorat, Université d'Abomey-Calavi. 230p.
  - **OFFICE INTERNATIONAL DE L'EAU(OIE) ., 1998.** qualité de l'eau dans les établissements de sante, Synthèse bibliographique réalisée pour le DGS.14p.
  - **OLIVIER TENAILLON., DAVID SKURNIK., BERTRAND PICARD AND ERICK DENAMUR., MARS 2010.** The population genetics of commensal Escherichia coli ; Vol 8. P.207.
  - **OLIVIERI. VP., 1982.** Bacterial indicators of pollution. Dans: Pipes, WO, edit., Bacterial indicators of pollution, CRC Press. pp. 21-41.
  - **OMS : choléra.** Consulté in : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/cholera>, le : 05/04/2020.
  - **OMS : Eau, assainissement et santé : Les maladies liées à l'eau.** Consulté in : [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/typhoid/fr/](https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/typhoid/fr/), le : 05/04/2020.
  - **OMS., 1986.** Directive Pour La Qualité De L'eau De Boisson. Volume 1 (Recommandations). Organisation Mondiale De La Santé. 2ième édition. 211p.
-

- **OMS., 2000.** Directive de qualité pour l'eau de boisson : Vol 2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui.-Genève : OMS.1050p.
- **OMS., 2000.** Directive Pour La Qualité De L'eau De Boisson; Volume 2 (Critères D'hygiène). Organisation Mondiale De La Santé. 2ième édition. 189p.
- **OMS., 2005.** Célébration de la décennie internationale d'action : L'eau source de vie 2005-2015, Journal mondial de l'eau, Guide de sensibilisation, Genève, Suisse. 34p.
- **OMS., 2011.** Directives pour la qualité de l'eau de boisson, quatrième édition. OMS, Genève, Suisse.
- **OMS., 2017.** Directives de qualité pour l'eau de boisson, 4eme édition.564p. 223-230.
- **ORELIEN F., 2017.** Étude de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine dans le sous-bassin versant de Ravine Diable (Anse-à-Veau), Mémoire de Master de spécialisation en sciences et gestion de l'environnement dans les pays en développement. Faculté des Sciences, université catholique de louvain, Belgique. 58p.

## **P**

- **PAYMENT P. ET HARTEMANN P., 1998.** Les contaminants de l'eau et leurs effets sur la santé. 13p.
- **PEIX A., RAMAREZ-BAHENA MH., VELÁZQUEZ E., 2009.** Historical evolution and current status of the taxonomy of genus *Pseudomonas*. *Infection, Genetics and Evolution* 9. p. 1132-1147.
- **PICARD B., ARLET G., et GOULLET P., 1983.** Origine hydrique d'infections hospitalières à *Aeromonas hydrophila*, *La presse médicale*. 12, 11 : 700-701p.
- **PIRNAY JP., BILOCQ F., et al ., 2009.** *Pseudomonas aeruginosa* population structure revisited. *PLoS ONE* 4.

## **R**

- **RADOUX.M., 1990.** Qualité et traitement des eaux.-Bruxelles : fondation universitaire luxembourgeoise. 373p.
  - **RAPINAT M., 1982.** « L'eau », Presse universitaire de France. 1re édition.
  - **REGIS BOURRIER., BECHIR SELMI., 2009.** Technique de la gestion et de la distribution de l'eau ; édition. *Le moniteur*. 830p.
  - **REGNAULT.J.P., 1990.** Microbiologie générale. Vigot, Paris. 859p.
-

- **REJSEK F., 2002.** « Analyse des eaux » Aspects réglementaires et techniques, Edition : Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine, Biologie technique – Sciences et techniques de l'environnement, Figarella J., Leyral G., France. 361p.
- **RODIER et al., 2009.** L'Analyse de l'eau, Edition 9ème, Dunod, Paris. 1579p. 120-256-1002.
- **RODIER J., 1996.** L'analyse De L'eau ; Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles, Eaux De Mer.8ème édition. *Dunod.* 1383 p.
- **RODIER J., 2005.** L'analyse De L'eau ; Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles, Eaux De Mer.8ème édition. *Dunod.* 1383 p.
- **RODIER, J., LEGUBE, B., et Coll., 2005.** Analyse de l'eau, série l'environnement et sécurité. Ed. Dunod 8eme, Paris. PP. 755-759.
- **RODIER. J., LEGUBE. B., MERLET. N., et coll., 2009.** Analyse de l'eau, série l'environnement et sécurité. Paris, France, Dunod 8eme. pp.127- 754- 755- 759.
- **RUDNICK J.R., BECK-SAGUE C.M., ANDERSON R.L., SCHABLE M., MILLER J.M., JARVIS W.R., 1996.** Gram-negative bacteremia in open-heart-surgery patients traced to probable tap-water contamination of pressure monitoring equipment. *Inf. Contr. & Hosp. Epidemiol.* 17p. 281-285.
- **RUPPE E., 2010.** Épidémiologie des  $\beta$ -lactamases à spectre élargi : l'avènement des CTXM. *Antibiotiques.* 12p. 3-16.

## S

- **SAHRAOUI. N., 2015.** Etude de la coherence entre la vulnérabilité à la pollution de la qualité des eaux souterraines plaine Khemis Miliana, Mémoire de Master en Eau et Bioclimatique, Université Khemis Miliana.
  - **SALMI., MADJID., 2009.** Système de santé en Algérie à l'heure de la transition plurielle : élément pour une évaluation de la qualité des soins. Thèse de doctorat. Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Faculté de sciences économiques, commerciales, Département des sciences économiques, Novembre. p 142.
  - **SANDRINE BOUSSEAU et al ., 2016.** eaux des établissements de santé qualité de l'eau aux points d'usage. 57P.
-

- **SANTE CANADA., 2012.** Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada : document technique — Les coliformes totaux. Bureau de l'eau, de l'air et des changements climatiques, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs, Santé Canada, Ottawa (Ontario). (Numéro de catalogue H144-8/2013FPDF).
- **SINGLETON P., 2005.** Bactériologie pour la médecine, et les biotechnologies. 6e édition, Dunod, Paris. p.327-328.
- **SOUMARE.I.G., 1997.** Contribution à l'étude de la qualité hygiénique des eaux de boisson vendues sur la voie publique.Th : Méd. vet : Dakar.10.

## T

- **TARDATH. H. ET J.P. BEAUDRY., 1984.** « chimie des eaux, les griffons d'argile».
- **TEKFI. K., 2006.** « Étude des performances épuratoires d'une station d'épuration des boues activées ». Mémoire pour l'obtention de diplôme de DEUA. Option traitement et épuration de l'eau, département hydraulique. Université Tlemcen.
- **TISSOT GUERRAZ et al., 1995.** L'eau dans les établissements de santé - Comité technique régional de l'environnement hospitalier (COTEREHOS), DRASS Rhône-Alpes. 39p.
- **TOURAB H., 2013.** 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 Ayyad, FST Marrakech (Maroc). 82p.
- **UWAMUNGU J., YUFENG J., 2020.** Analyse physico-chimique et bactériologique des eaux de la rivière RWASAVE: Cas des sites utilisés comme eau potable. [https://www.researchgate.net/publication/288955083\\_Analyse\\_physico-chimique\\_et\\_bacteriologique\\_des\\_eaux\\_de\\_la\\_riviere\\_RWASAVE\\_Cas\\_des\\_sites\\_utilises\\_comme\\_eau\\_potable](https://www.researchgate.net/publication/288955083_Analyse_physico-chimique_et_bacteriologique_des_eaux_de_la_riviere_RWASAVE_Cas_des_sites_utilises_comme_eau_potable) .

## V

- **VAILLANT. J.R., 1973.** Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution, contrôle des déversements d'eaux polluées. Edition : EYROLLES, Paris. 403p.
  - **VERHILLE. S., 2013.** Les indicateurs microbiens dans l'évaluation de l'eau potable : interpréter les résultats de laboratoire et comprendre leur signification pour la sante publique. Centre de collaboration nationale en santé environnementale. 13p.
-

- **VIERLING E., 2003.** Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition doin éditeurs. Centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine. p 11-270.
- **VILAGINES R., 2000.** Eau, environnement et santé publique, Edition Tee et Doc., Lavoisier. p 5-164.
- **VINCENT R ; HOVAN M ; CERFON JF ; ETIENNE F ; GRAVEY I., 1994.** qualité de l'eau utilisée pour le lavage chirurgicale des mains, Hygiène, n°4. p 29-32.
- **WALK. H, MAILLIES. A., 1998.** Bouvet P. les fièvres typhoïdes et parathyroïdes en France en saint Maurice : instituts de veille sanitaire. p 87-89.

**Z**

- **ZOUAG. B., BELHADJ. Y., 2017.** Analyse physico-chimique et bactériologique et parasitologique de l'eau de mer traitée par la station de dessalement de Souk Tleta « Tlemcen », Mémoire de Doctorat en pharmacie, Université abou bekr belkaïd, Tlemcen. 155p. 5-12-13-20.
-

## Annexe 1

## 1. Paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine

Tableau 1. Paramètres avec valeurs limites (JORA)

GRUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres chimiques	aluminium	mg/l	0.2
	ammonium	mg/l	0.5
	baryum	mg/l	0.7
	Bor	mg/l	1
	Fer totale	mg/l	0.3
	Fluorures	mg/l	1.5
	Manganèse	µg/l	50
	Nitrates	mg/l	50
	Nitrites	mg/l	0.2
	Oxydabilité	mg/l O <sub>2</sub>	5
	Phosphore	mg/l	5
	Antimoine	µg/l	20
	Argent	µg/l	100
	Arsenic	µg/l	10
	Cadmium	µg/l	3
	Chrome total	µg/l	50
	Cuivre	mg/l	2
	Cyanure	µg/l	70
	Mercure	µg/l	6
	Nickel	µg/l	70
Plomb	µg/l	10	
Sélénium	µg/l	10	
Zinc	mg/l	5	
Chlore	mg/l	5	
Paramètres microbiologiques	Escherichia Coli	n/100ml	0
	Entérocoques	n/100ml	0
	Bactéries sulfitoréductices y compris les spores	n/20ml	0
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/l Platine	15
	Turbidité	NTU	5
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Alcalinité	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	500
	Calcium	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	200
	Chlorures	mg/l	500
	Concentration en ions hydrogène	Unité pH	≥ 6,5 et ≤ 9
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux (suit).	Conductivité à 20°C	µS/cm	2800
	Dureté	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	200
	Potassium	mg/l	12
	Résidu sec	mg/l	1500
	Sodium	mg/l	200
	Sulfates	mg/l	400
	Température	°C	25

## **Annexe 2**

### **Milieux de culture**

#### **1. Préparation des milieux de culture**

La plupart des milieux se présentent sous forme déshydratée, ce qui assure une composition constante, un stockage facile et une préparation simplifiée.

La préparation d'un milieu de culture peut se faire soit à partir d'une poudre lyophilisée, soit directement à partir d'une gélose de base en flacons que l'on peut couler telle quelle, ou l'enrichir en facteurs de croissance avant de la conditionner en boîtes de pétri.

#### **✚ On utilise Milieu déshydraté**

- Peser la quantité adéquate de poudre du milieu à préparer, et la diluer dans de l'eau distillée stérile dans une fiole jaugée.
- Homogénéisée, puis dissoute totalement par chauffage (plaque chauffant). Le temps et la température peuvent varier d'un milieu à l'autre
- Conditionner le mélange liquide en flacons en verre stérile ensuite les fermer afin de les (stérilisé).
- La stérilisation se fait par autoclavage. Enverront 1 heure.
- Les milieux sont ensuite laissés à refroidir jusqu'à 50°C dans l'autoclave (ne pas les sortir avant car la différence de températures provoquerait une dépression au sein des flacons).
- Ils peuvent ensuite être conservés à 4°C en les mettant en réfrigérateur jusqu'à l'utilisation.

#### **2. Composition des milieux de culture bactériologique et réactifs :**

##### **A. Composition des milieux de culture solide**

##### **▪ Gélose PCA**

<b>Tryptone</b>	<b>5,00 g</b>
<b>Extrait autolytique de levure</b>	<b>2,50 g</b>
<b>Glucose</b>	<b>1,00 g</b>
<b>Agar agar bactériologique</b>	<b>12,0 g</b>
<b>pH</b>	<b>7,0 ± 0,2</b>

---

▪ **Milieu de Schubert**

Tryptophane	0,2 g
Acide glutamique	0,2 g
Sulfate de magnésium	0,7 g
Sulfate d'ammonium	0,4 g
Citrate de sodium	0,5 g
Chlorure de sodium	2 g
Tryptoneoxoid	10 g
Mannitol	7,5g
Eau distillée	500 ml
Tampon phosphate	pH 7,6 500ml

▪ **Gélose McConkey**

<b>Peptone</b>	<b>20,0 g</b>
<b>Lactose</b>	<b>10,0 g</b>
<b>Sel biliaires</b>	<b>1,5 g</b>
<b>Cristal violet</b>	<b>0,001 g</b>
<b>Rouge neutre</b>	<b>0,05 g</b>
<b>Chlorure de sodium</b>	<b>5,0 g</b>
<b>Agar</b>	<b>15,0</b>

▪ **Gélose viande de foie**

<b>Peptone viande-foie</b>	<b>30,0 g</b>
<b>Glucose</b>	<b>2,0 g</b>
<b>Amidon soluble</b>	<b>2,0 g</b>
<b>Sulfite de sodium</b>	<b>2,5 g</b>
<b>Citrate de fer ammoniacal</b>	<b>0,5 g</b>
<b>Agar agar bactériologique</b>	<b>11,0 g</b>
<b>pH</b>	<b>7,6 ± 0,2</b>

---

▪ **Cétrimide**

<b>Peptone de gélatine</b>	<b>16,0g</b>
<b>Peptone de caséine</b>	<b>10,0g</b>
<b>Bromure de tétradonium (cétrimide)</b>	<b>0,2g</b>
<b>Acide nalidixique</b>	<b>15,0 mg</b>
<b>Sulfate de potassium</b>	<b>10,0 g</b>
<b>Chlorure de magnésium</b>	<b>1,4g</b>
<b>Agar</b>	<b>10,0g</b>

**B. Composition des milieux de cultures liquides**

▪ **Bouillon de Rothe**

<b>Polypeptone</b>	<b>20,0 g</b>
<b>Glucose</b>	<b>5,0 g</b>
<b>Chlorure de sodium</b>	<b>5,0 g</b>
<b>Phosphate monopotassique</b>	<b>2,7 g</b>
<b>Phosphate dipotassique</b>	<b>2,7 g</b>
<b>Azide de sodium</b>	<b>0,2 g</b>
<b>pH</b>	<b>6,8 ± 0,2</b>

▪ **Bouillon lactose au bromocrésol (B.C.P.L.)**

<b>Extrait de viande de boeuf</b>	<b>6gr</b>
<b>Peptone</b>	<b>10gr</b>
<b>Lactose</b>	<b>10gr</b>
<b>Pourpre de bromocrésol</b>	<b>0.6gr</b>
<b>Eau distillée</b>	<b>1000 ml</b>
<b>pH : 6,7</b>	

---

▪ **Bouillon de Litsky**

Polypeptone	20,0 g
Glucose	5,0 g
Chlorure de sodium	5,0 g
Phosphate monopotassique	2,7 g
Phosphate dipotassique	2,7 g
Azide de sodium	0,3 g
Ethyl-violet	0,5 mg
pH	6,8 ± 0,2

▪ **Bouillon Giolitti et Cantoni**

<b>Tryptone</b>	<b>10,0 g</b>
<b>Extrait de viande</b>	<b>5,0 g</b>
<b>Extrait de levure</b>	<b>5,0 g</b>
<b>Glycine</b>	<b>1,2 g</b>
<b>Mannitol</b>	<b>20,0 g</b>
<b>Pyruvate de sodium</b>	<b>3,0 g</b>
<b>Chlorure de sodium</b>	<b>5,0 g</b>
<b>Chlorure de lithium</b>	<b>5,0 g</b>
<b>Tween 80</b>	<b>1,0 g</b>
<b>pH</b>	<b>6,9 ± 0,2</b>

---

### **3. Matériel**

#### **1. Matériel de prélèvements**

- Des flacons stérilisés en plastiques et en verre pour les prélèvements des échantillons.
- D'un glaciér pour le transport des échantillons.
- D'un marqueur pour identifier les flacons.
- Des gants.
- Coton.
- Alcool.
- Pince.

#### **2. Matériels physiques et chimiques**

➤ **Matériels :**

- Appareil de mesure (conductimètre, ph mètre, turbédimètre).
- Papier absorbant.
- Pissette.
- Erlenmeyer.
- fiole jaugée.
- Bécher
- Capsule en porcelaine.
- Balance analytique.
- Etuve réglable.

➤ **Réactifs :**

- Peroxosulfate de potassium  $K_2S_2O_8$ .
  - Acétate d'ammonium et d'acide acétique.
  - Chlorhydrate d'hydroxylamine.
  - Phénanthroline.
  - Sulfanilamide.
  - NED (di chlorhydrate N-(naphtyl-1)).
  - Réactif de diazotation.
  - Acide ascorbique.
  - Réactif (Molybdate Acide).
-

- Acide chlorhydrique.
- Solution de chlorure de baryum.
- Solution ammoniacale tampon (NH<sub>4</sub>OH).
- Indicateur coloré NET.
- Solution d'E.D.T.A (C<sub>10</sub> H<sub>14</sub> N<sub>2</sub> O<sub>8</sub> 2H<sub>2</sub>O).
- Solution d'hydroxyde d'ammonium (NH<sub>4</sub>OH).
- Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH).
- Murexide

### 3. Matériels microbiologiques

- **Matériel de stérilisation** : Four Pasteur, bec Bunsen, autoclave;
  - **Matériel de pesée** : Balance de précision;
  - **Matériel d'incubation** : étuves à 30°C, 37°C et 44°C;
  - **Matériel divers** : pipettes, pipettes graduées, micro-pipettes, béchers, porte-tubes, boîtes de Pétri, pipettes Pasteur, flacons, vortex, tubes à essai stériles, Fiole, erlenmeyer, éprouvettes graduées, boites de Pétri stériles, réfrigérateur; pince, Anse de platine, microscope optique, lames et lamelles, compteur de colonies.
- **Milieux de culture et réactifs** :
- **TGEA**
  - **Bouillon lactosée au pourpre de bromocrésol (BCP)**
  - **Bouillon de Rothe** : est utilisé pour effectuer le test présomptif de recherche et de dénombrement des entérocoques dans les eaux d'alimentation, les produits surgelés et les autres produits alimentaires par la méthode du nombre le plus probable.
  - **Bouillon de Litsky à l'éthyle-violet** : est utilisé pour effectuer le test confirmatif de recherche et de dénombrement des *streptocoques fécaux (entérocoques)* dans les eaux d'alimentation, les eaux résiduaires, les surgelés et les autres produits alimentaires par la méthode du nombre le plus probable.
  - **Bouillon de Giolitti et Cantoni** : est un milieu d'enrichissement sélectif utilisé pour la recherche et dénombrement des *staphylocoques* à coagulase positive dans les produits alimentaires.
-

- **Gélose Chapman –Mannitol Salt Agar** : est un milieu sélectif pour l'isolement et la numération des *Staphylocoques*, il permet également de différencier les espèces fermentant le mannitol de celles qui ne le fermentent pas.
- **Gélose glucosée viande-foie** : est utilisée pour le dénombrement des spores de *Clostridia sulfito-réducteurs* dans les eaux , et les produits alimentaires.
- **Gélose cétrimide** : est un milieu sélectif destiné pour l'isolement et le dénombrement de *Pseudomonas sp* dans les différents produits d'origine animale au d'autre.
- **Gélose Sabouraud** : milieu sélectif pour l'isolement des levures et moisissures dans les eaux.
- **Gélose de MacConkey** : Milieu sélectif destiné pour l'isolement des *entérobactéries*.
- **Bouillon Rappaport Vassiliadis Soja (RVS)** : est recommandé comme milieu d'enrichissement sélectif pour l'isolement des *Salmonella* dans les aliments ou les échantillons de l'environnement.
- **Gélose Hektoen** : est un milieu de culture servant à isoler les *Salmonella*.
- **Eau peptonée tamponnée** : utilisé pour le pré-enrichissement préalable aux phases d'enrichissement sélectif et d'isolement *des salmonelles*.
- **Gélose Slanetz et Bartley** : La Gélose de Slanetz et Bartley est utilisée pour l'isolement et le dénombrement des *entérocoques* dans les eaux, par la technique de membranes filtrantes.
- **TTC Triphenyl Tetrazolium Chloride** : nom anglais du Chlorure de Triphényl Tétrazolium La gélose au Tergitol 7 est un milieu sélectif, différentiel, pour la recherche et la numération des coliformes dans les aliments et les eaux.
- **TSC**

➤ **Réactifs**

- Alun de fer.
  - Sulfite de sodium.
  - Tellurite de potassium.
  - Réactif de Kovacs.
  - Bouillon au tryptophane.
-

**Annexe 3**

**Tableau 2.** Nombre le plus probable et intervalle de confiance dans le cas du système d'ensemencement (NPP).

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur			N.P.P dans 100 ml	Limite de confiance à 95 %	
5 tubes de 10 ml	1 tubes de 1 ml	1 tubes de 0,1 ml		Limite inférieure	Limite supérieure
0	1	0	2	0.050	13
1	0	0	2.2	0.050	13
1	1	0	4.4	0.52	14
2	0	0	5	0.54	19
2	1	0	7.6	1.5	19
3	0	0	8.8	1.6	29
3	1	0	12	3.1	30
4	0	0	15	3.3	46
4	0	1	20	5.9	48
4	1	0	21	6.0	53
5	0	0	38	6.4	330
5	0	1	96	12	370
5	1	0	240	12	3700

**Tableau 3.** Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les coliformes (eau de robinet)

Inoculum	Test Présomption	Nombre Caractéristique	Test Confirmation		Nombre Caractéristique
			Trouble	Indole	
5 *10ml BCPL D/C	- - - +	1	-	-	0
1*1ml BCPL S/C	-	0	-	-	0
1*0.1ml BCPL S/C	-	0	-	-	0

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des coliformes totaux est donc 100 ce qui correspond sur la table NPP à 2.2 coliformes totaux. 000 correspond sur la table de NPP à 0 coliformes fécaux.

**Tableau 3.** Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les coliformes (eau de la bêche à eau bêche)

Inoculum	Test Présomption	Nombre Caractéristique	Test Confirmation		Nombre Caractéristique
			Trouble	Indole	
<b>5 *10ml BCPL D/C</b>	— — — — —	<b>0</b>	—	—	<b>0</b>
<b>1*1ml BCPL S/C</b>	—	<b>0</b>	—	—	<b>0</b>
<b>1*0.1ml BCPL S/C</b>	—	<b>0</b>	—	—	<b>0</b>

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des coliformes totaux aussi coliformes fécaux est donc 000 ce qui correspond sur la table NPP à 0.

**Tableau 4.** Utilisation de la Table de NPP pour dénombrement les Streptocoques (les mêmes résultats pour l'eau de robinet et l'eau de bêche).

Inoculum	Test Présomption	Nombre Caractéristique	Test Confirmation		Nombre Caractéristique
			Trouble	Pastille Violet	
<b>5 *10ml Rothe D/C</b>	— — — — —	<b>0</b>	—	—	<b>0</b>
<b>1*1ml Rothe S/C</b>	—	<b>0</b>	—	—	<b>0</b>
<b>1*0.1ml Rothe S/C</b>	—	<b>0</b>	—	—	<b>0</b>

Le nombre caractéristique relatif au dénombrement des Streptocoques fécaux 000 correspond sur la table de NPP à 0 Streptocoques fécaux.

---

*Annexe*

---

**Annexe 4**

**Tableau : Résultats des paramètres des éléments de pollutions.**

	<b>Eau de robinet</b>	<b>Eau de la bâche à eau</b>	<b>Normes</b>
<b>Calcium (mg/l)</b>	67.52	99.92	200
<b>Magnésium (mg/l)</b>	21.3	19.20	50
<b>Chlorure (mg/l)</b>	206	205.8	250
<b>Sulfate (mg/l)</b>	130.33	101.2	400
<b>Ammonium (mg/l)</b>	0	0.01	0.5
<b>Phosphate (mg/l)</b>	0	0	0.5
<b>Nitrate (mg/l)</b>	13.60	18.80	50
<b>Nitrite (mg/l)</b>	0	0	0.1
<b>Fer (mg/l)</b>	0.17	0.20	0.5

---