



République Algérienne Démocratique et Populaire

N série: :.....

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمزة لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences biologiques

Spécialité : Toxicologie

THEME

# Etude de potabilité de l'eau naturelle et filtrée

Présentés Par :

Mme AMMARI Safa

Devant le jury composé de :

Présidente : Mme BOURAS Biya (MAA) Université d'El Oued.  
Examinatrice : Mme HOUMRI Nawel (MAA) Université d'El Oued.  
Promotrice : Mme GEMOUDA Messouda (MCB) Université d'El Oued

Année universitaire 2018/2019

## DEDICACE

*J*édie ce modeste travail à :

*Mes très chers Parents* sans leurs amours, leurs sacrifices et leurs encouragements je ne serais jamais arrivée à réussir dans mes études. Je sais bien quel que soit les remerciements que je leurs adresse c'est peu, que Dieu les protège et leur donne la santé et une longue vie.

*A mon mari* Abdelkader

*Mes très cher frères* Abdelbasset, Ahmed, Aymen et Abdelraouf

*Ma très chère* sœur Maroua

*Mes grands parents* que Dieu les bénisse. .

*Ma famille* (tantes et oncles, cousins et cousines)

*Ma belle famille*

*Nos camarades* de promo de Toxicologie

*Et tous les amis*

*Safa*



## REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le Tout Puissant, c'est grâce à lui ce travail a été réalisé. Et aussi à vous, prophète Mohammed (Que la paix soit sur vous), nous adressons nos sincères salutations pour tout ce que vous avez donné à l'humanité.

Nous remercions particulièrement Mme GEMOUDA M, pour avoir accepté d'encadrer ce travail et pour ses compétences qui m'ont permis de mener à bien cette étude.

Nos sincères remerciements vont également à Mme BOURAS B pour l'honneur qu'elle nous fait d'avoir accepté d'être Présidente du jury de ce mémoire.

Nous tenons à remercier également Mme HOUMRI N, d'avoir accepté de participer à la commission d'examen de ce travail.

Nos vifs remerciements et notre gratitude à :

\*Mr MHAOUAT Mouhamed, Chef de laboratoire de l'Algérienne des eaux, unité El-Oued, ainsi que, Mr ZITOUNI Abdelrazek et tout l'équipe pour leurs précieuses aides et orientations toute au long de nos activités.

\*Mr AMMARI Abdelkrim, Directeur de la station de filtration des eaux ZEGGOUNI DES EAUX DOUCES.

Nous remercions nos enseignants de faculté science de la nature et de vie.

A tous ceux qui ont contribué à l'avancement et la réalisation de ce mémoire, j'exprime mes profonds remerciements.

## LIST D'ABREVIATION

ADE : Algérie des eaux.

CE: Conductivité électrique .

DBO5: Demande Biologique en Oxygène .

DCO: Demande Chimique en oxygène.

$\text{NH}_4^+$ : Ion d'ammonium.

$\text{K}_2\text{CrO}_4$  : Le chromate de potassium.

MES: Matières En Suspension..

$\text{NO}_2$ : Nitrites.

$\text{NO}_3$  : Nitrates.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

PCA : Plate Count Agar

UFC: Unité Formant Colonies .

UTN: Unité Néphelométrique de Turbidité .

# SOMMAIRE

## Sommaire

### DEDICACE

### REMERCIEMENTS

### LIST DE ABREVIATION

### SOMMAIRE

#### Liste des tableaux

#### List des figures

#### Introduction

#### Première partie : Synthèse Bibliographique

#### Chapitre I

<b>Généralités sur les eaux</b> .....	<b>3</b>
<b>I-Les sources naturelles de l'eau:</b> .....	<b>4</b>
Les eaux de pluie.....	4
2 .Les eaux de mer .....	4
3. Les eaux de surface .....	5
4. Les eaux souterraines .....	5
<b>II. Les ressources hydrauliques en Algérie:</b> .....	<b>5</b>
1. Importance de l'eau: .....	6
<b>III. Eau potable</b> .....	<b>7</b>
1. L'eau minérale naturelle : .....	7
2. L'eau de source .....	8
3. L'eau du robinet.....	8
4. L'eau du filtré .....	8
<b>IV. Pollution de l'eau:</b> .....	<b>8</b>
1. Pollution physique.....	8
2. Pollution chimique.....	9
3. Pollution biologique: .....	9
<b>V.Risques liés à la pollution des eaux:</b> .....	<b>9</b>
1. Maladies d'origine bactérienne.....	10
2. Maladies d'origine virale.....	10
3. Maladies d'origine parasitaire.....	10
4. Maladies liées à la présence de substance chimique dans l'eau: .....	11

## Chapitre II

<b>Contrôle de qualité des eaux.....</b>	<b>12</b>
<b>I. Contrôle de qualité des eaux :.....</b>	<b>13</b>
<b>I. Paramètres organoleptiques: .....</b>	<b>13</b>
I.1. Qualité physico-chimique .....	14
I.2. Qualité bactériologique : .....	18
<b>II. L'eau et la santé : .....</b>	<b>19</b>
<b>III. Normes d'eau potable : .....</b>	<b>20</b>

### Deuxième partie : Parti pratique

## Chapitre III

<b>Matériel et Méthodes .....</b>	<b>24</b>
<b>I. Matériel et Méthodes.....</b>	<b>25</b>
1. Échantillonnage :.....	25
2. Prélèvement et conservation des échantillons : .....	26
3. Méthodes d'analyses : .....	26

## Chapitre IV

<b>Résultats et discussions .....</b>	<b>40</b>
<b>I. Résultats et Discussion .....</b>	<b>41</b>
<b>I.1. Paramètres physico –chimiques : .....</b>	<b>41</b>
<b>I.3. Paramètres bactériologique: .....</b>	<b>52</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>56</b>
<b>Références Bibliographiques .....</b>	<b>58</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> Potentiel de ressources en eau en Algérie (en milliard de m <sup>3</sup> ) (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques[ANRH], 2000). .....	6
<b>Tableau 2</b> Classification des eaux selon la conductivité (Rodier et al., 2005) .....	15
<b>Tableau 3</b> .Classification des eaux selon la dureté totale (Berne et al., 1991) .....	16
<b>Tableau 4</b> .Rôle physiologique de quelques ions (OMS, 2005; JORA Algérienne, 2014; Journal Officiel de la République Française [JORF], 2007). .....	19
<b>Tableau 5</b> Rôle physiologique de quelques oligo-éléments (OMS, 2005; JORA Algérienne, 2014; Journal Officiel de la République Française [JORF], 2007). .....	20
<b>Tableau 6</b> Les valeurs indicatives des paramètres organoleptiques (OMS, 2005; JORA, 2014; Journal Officiel de la République Française [JORF], 2007 ). .....	21
<b>Tableau 7</b> les valeurs indicatives des paramètres bactériologique (OMS, 2005; JORA Algérienne, 2014; Journal Officiel de la République Française [JORF], 2007). .....	22
<b>Tableau 8</b> Normes physico-chimiques (OMS, 2005; JORA, 2014; Journal Officiel de la République Française [JORF], 2007) .....	21
<b>Tableau 9</b> .résumé les valeurs moyennes des paramètres physicochimiques pour l'échantillon1 .....	47
<b>Tableau 10</b> . résumé les valeurs moyennes des paramètres physicochimiques pour l'échantillon 2 .....	47
<b>Tableau 11</b> . résumé les valeurs moyennes des paramètres physicochimiques pour l'échantillon 3.....	47
<b>Tableau 12</b> :présence ou absence des germes pendant la durée d'expérience. ....	53

## List des figures

Figure 1: station de dessalement de ZEGGOUNI DES EAUX DOUCE( AMMARI S,2019)	25
.....	25
Figure 2: pH mètre ( AMMARI S, 2019) .....	27
Figure 3: conductivimètre ( AMMARI S, 2019) .....	28
Figure 4: Turbidimètre (AMMARI Safa , 2019).....	29
Figure 5: Spectrophotomètre ( AMMARI S, 2019) .....	34
Figure 6: méthode d'ensemencement ( AMMARI S, 2019). .....	35
Figure 7: rampe de filtration sur membrane. ( AMMARI S, 2019). .....	36
Figure 8 :préparation de gélose Slanetz et Bartley. ( AMMARI S, 2019). .....	38
Figure 9: Variations de la température des échantillons d'eau étudiés. ....	42
Figure 10: Variations de pH des eaux pendant la dure d'expérience. ....	43
Figure 11: Variations de La conductivité électrique des échantillons d'eau étudiés.....	44
Figure 12 :Variations de turbidité des échantillons d'eau étudiés. ....	45
Figure 13: Variations de salinité des eaux pendant la dure d'expérience. ....	46
Figure 14 Variations d'ammonium des eaux pendant la dure d'expérience. ....	49
Figure 15. Variations du nitrite des échantillons d'eau étudiés durant l'expérience.....	50
Figure 16. Variations du nitrite des échantillons d'eau étudiés durant l'expérience.....	51
Figure 17. Variations du phosphate des échantillons d'eau étudiés durant l'expérience. ....	52
Figure 18 .Variations du DCO des échantillons d'eau étudiés durant l'expérience... خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.	
Figure 19 .Variations du DBO5 des échantillons d'eau étudiés durant l'expérience. خطأ! الإشارة المرجعية غير معرفة.	

# **Introduction**

# Introduction

---

L'eau est un élément essentiel de la vie biologique. Non seulement, elle est un nutriment vital, mais elle est aussi impliquée dans de nombreuses fonctions physiologiques essentielles telles que la digestion, l'absorption, la thermorégulation et l'élimination des déchets (**Kirkpatrick et Fleming, 2008**). Sans cette matière simple et complexe en même temps, la vie sur terre n'aurait jamais existé donc c'est un élément noble qu'on doit protéger pour les générations futures (**Henri, 2012**).

La dégradation de l'état de l'eau de consommation a différents impacts directs ou indirects sur la santé des populations humaines. Tout ceci oblige à faire de plus en plus appel à des eaux d'origines diverses et notamment les eaux de surface. Les insuffisances existantes dans la protection de ces eaux face aux nombreuses pollutions peuvent contribuer à la dégradation de la qualité de ces eaux et à l'augmentation de certains micropolluants minéraux et surtout organiques indésirables dans les eaux destinées à la consommation (**Achour, 2001**).

Une eau destinée à la consommation humaine est potable lorsqu'elle est exemptée d'éléments chimiques et biologiques susceptibles à plus ou moins long terme à nuire la santé des individus (**John et Donald, 2010**).

L'eau potable en Algérie provient soit de sources souterraines, soit d'eaux de surface. La plupart des algériens consomment de l'eau potable qui leur est fournie par des réseaux publics de distribution qui doivent satisfaire à des exigences de qualité fixées par des normes nationales. L'ensemble des efforts nationaux pour l'alimentation de la population en eau potable a permis d'atteindre un taux de raccordement des foyers à l'eau potable de 93% en 2008 alors qu'il était de 78% en 1999 et de 92% en 2007 (**Rouissat, 2010**).

Pour être consommée, l'eau doit être impérativement purifiée. Afin d'être reconnue comme potable, elle doit répondre à un grand nombre de critères et de normes. Donc, l'amélioration de la qualité de l'eau nécessite presque toujours un procédé de filtration.

La vallée du Souf est l'une des agglomérations humaines de l'Algérie, elle est confrontée aux problèmes de la remontée et la pollution des eaux de la nappe phréatique depuis longtemps. Ce travail fait a été réaliser dans le cadre de protection de la santé humaine, dans le premier temps on a fait des études comparatives entre les eaux naturelles et filtrées, et dans le deuxième on a déterminé la période limitée pour la conservation des eaux filtrées qui n'entraîne pas des modifications indésirables de la qualité des eaux qui peuvent être néfastes pour la santé humaine.

# **Première partie**

---

## **Synthèse Bibliographique**

# Chapitre I

---

**Généralités sur les eaux**

Si la terre est la planète bleue, ce n'est pas un hasard (**Belhadj, 2017**), l'eau recouvre 72% de la surface de la terre, soit un total de 1385990 800 km<sup>3</sup> d'eau, 97,2% dans les océans et les mers salées (1 350 000 000 km<sup>3</sup>) ce qui la rend inutilisable pour l'homme. L'eau douce ne représente que 2,8% du total de l'eau mais 2,15% sont immobilisées dans les glaciers. L'eau douce disponible est contenue dans les eaux souterraines (0,63%), les eaux de surface (environ 0,02%) et dans l'atmosphère (0,001%) (**Louise,2014**).

### **I- Les sources naturelles de l'eau:**

On trouve quatre sources principales d'eaux brutes : les eaux de pluie, les eaux de mer, les eaux de surface et les eaux souterraines. Les caractéristiques générales de chacune de ces sources reflètent l'interaction de l'eau et du milieu environnant (**Ayad,2017**).

L'eau prélevée des milieux naturels n'est généralement pas utilisable directement pour la consommation humaine. Elle doit subir des traitement selon les exigences réglementaires de qualité en tous points du réseau, pour pouvoir être consommée sans danger par l'ensemble de la population (**Nabih, 2013**).

#### **I. 1. Les eaux de pluie**

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour la consommation humaine. Elles sont très douces par la présence d'oxygène et d'azote et l'absence des sels dissous comme les sels de magnésium et de calcium. Dans les régions industrialisées, les eaux de pluie peuvent être souillées par des poussières atmosphériques. La distribution des pluies dans le temps ainsi que les difficultés de captage font que peu de municipalités utilisent cette source d'eau (**Desjardins, 1997**).

#### **I.2 .Les eaux de mer**

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Ces eaux sont caractérisées par une grande salinité (varie de 33000 à 37000 mg/ L), elles sont dénommées aussi «eaux saumâtres». Ce qui rend l'utilisation de ces eaux difficile, notamment leur coût très élevé pour leur traitement (**Ayad, 2017**).

### **I.3. Les eaux de surface**

Les eaux de surface sont caractérisées par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable (**Degremont, 2005**).

En plus, ces eaux superficielles doivent subir un traitement en plusieurs étapes pour être utilisées pour la boisson et les usages domestiques. Elles ne peuvent être utilisées sans traitement. De plus, pour envisager d'alimenter des populations à partir d'eaux de surface, il faut éviter les conditions favorisant l'érosion des sols, les conditions non hygiéniques et les pollutions accidentelles et chroniques (**Molinie, 2009**).

### **I.4. Les eaux souterraines**

C'est l'eau qui se trouve sous le niveau du sol et qui remplit soit les fractures du socle rocheux, soit les pores présents dans les milieux granulaires tels que les sables et les graviers. Contrairement à l'eau de surface, l'eau souterraine n'est pas rassemblée comme un ruisseau ou une rivière, mais elle circule en profondeur dans les formations géologiques qui constituent l'espace souterrain (**Myrand, 2008**).

## **II. Les ressources hydrauliques en Algérie:**

Les potentialités hydriques en Algérie sont estimées à 19.4 milliards de m<sup>3</sup>/an dont 14.6 milliards de m<sup>3</sup>/an, correspondent aux eaux superficielles et près de 4.8 milliards de m<sup>3</sup>/an, constituent les eaux souterraines (1.8 milliards de m<sup>3</sup>, constituent la ressource souterraine localisée au Nord, par contre 3 milliards de m<sup>3</sup> au Sud du pays) (**Sedrati, 2011**).

Les écoulements superficiels sont essentiellement concentrés dans la frange septentrionale du pays, qui s'étend sur environ 300 000 km<sup>2</sup>, soit 13 % de la superficie du pays. Les régimes hydrographiques dans cette zone, est conditionné par la nature du climat (**Sedrati, 2011**).

Le tableau 1 suivant récapitule la répartition des ressources hydriques en Algérie.

**Tableau 1** Potentiel de ressources en eau en Algérie (en milliard de m<sup>3</sup>) (Agence Nationale des Ressources Hydrauliques[ANRH], 2000).

Région	Eau de surface	Nappes souterraines	Total
Région Nord	12.10	1.8	13.90
Sahara	0.5	5	5.5
<b>Total</b>	12.6	6.8	19.4

## II.1. Importance de l'eau:

### a. Pour l'être humaine :

L'eau joue un rôle essentiel dans notre organisme et ce d'autant plus qu'un corps adulte contient environ 70 % d'eau, soit 30 à 40 litres.

Elle transporte les globules qui nous défendent des agressions extérieures, approvisionne les organes en nutriments, transporte les déchets jusqu'aux organes d'élimination, participe à la circulation sanguine, aux systèmes digestif et urinaire, joue un rôle central dans la transmission des influx nerveux et des hormones,...

Autant dire que son rôle est vital. il sert à :

- dissoudre pour apporter des éléments et des informations aux cellules
- éliminer les déchets, toxines et cellules mortes
- assimiler les aliments
- réguler les fonctions métaboliques
- véhiculer des informations multiples sur le plan hormonal et électromagnétique
- assurer la régulation thermique (transpiration) (**Organisation Mondiale de la Santé.2013**) .

### b. pour les végétaux :

Elle représente 80 à 90 % du poids frais de la majorité des plantes herbacées. Dans les cellules matures (cellule du parenchyme foliaire, cellules des tiges, cellules racinaire) elle est essentiellement contenue dans les vacuoles où elle est retenue par des forces osmotiques. L'état hydrique de la plante, qui peut être caractéristique par la teneur en eau ou le potentiel des tissus foliaire, influence un certain nombre de processus physiologique :

La croissance cellulaire ne peut être assurée que si le potentiel hydrique est supérieur à un potentiel hydrique critique

Les mécanismes d'ouverture et de fermeture stomatique sont directement liés à la teneur en eau dans la plante, précisément à la turgescence des cellules stomatiques. (**Institut de biologie moléculaire des plantes (IBMP) ,2012**)

La pollution et la rareté de l'eau menacent la santé et la qualité de vie de l'homme. Or, des préoccupations écologiques plus larges entrent également en ligne de compte. Le libre écoulement des eaux, inaltéré par la pollution, est important pour soutenir les écosystèmes dépendant de l'eau (**Brasilia,2013**).

### **III. Eau potable**

L'eau de boisson destinée à la consommation humaine répond à diverses appellations (eau de robinet, eau de source, eau minérale...).

Une eau de consommation ne contient pas d'organismes pathogènes, de composés chimiques dangereux ni de substances radioactives. Elle a un bon goût et une belle apparence. Elle ne dégage pas d'odeur et ne présente pas une couleur désagréable (**Odoulami, 2009**). C'est une eau non susceptible de porter atteinte à la santé de celui qui la consomme (**Jacques, 2007**).

#### **III.1. L'eau minérale naturelle :**

D'origine souterraine, à l'abri de toute pollution humaine, les eaux minérales naturelles se caractérisent par leur pureté originelle et par la stabilité de leur composition en minéraux et oligo-éléments, ce qui leur confère des propriétés favorables à la santé reconnues par l'Académie national de Médecine. Elles font l'objet de centaines de contrôles quotidiens qui garantissent leur qualité et leur pureté.(**l'Académie national de Médecine ,2015**)

Elle ne peut être que d'origine souterraine, microbiologiquement saine dès l'origine, elle est protégée de toute pollution humaine et ne subit aucun traitement de désinfection. Elle se caractérise par sa pureté originelle et par la stabilité de sa composition en minéraux : elle est de fait la seule eau à pouvoir bénéficier de propriétés favorables à la santé reconnues par l'Académie national de Médecine.

### III.2. L'eau de source

L'eau de source est également d'origine souterraine. Elle est potable à l'état naturel et embouteillée à la source.

La différence entre une eau minérale et une eau de source c'est que :

- L'eau minérale naturelle possède une composition stable et est réputée pour ces propriétés thérapeutiques.
- L'eau de source n'a pas de composition stable, celle-ci peut varier.
- L'eau minérale est tenue à une stabilité en sels minéraux et oligoéléments.
- L'eau de source sa teneur en minéraux et oligoéléments est variable et non garantie.

### III.3. L'eau du robinet

L'eau du robinet a une origine multiple : elle est souvent constituée d'eaux de surface prélevées dans les lacs, rivières, fleuves mais elle peut aussi être souterraine. Avant de parvenir jusqu'au robinet du consommateur, l'eau du robinet subit de nombreux traitements pour pouvoir répondre aux normes de potabilité définies par la réglementation. De ce fait, l'eau du robinet se distingue fondamentalement des eaux embouteillées en termes d'origine et de pureté.

### III.4. L'eau du filtré

L'eau filtrée est de l'eau du robinet filtrée à travers du charbon actif et sur résine échangeuse d'ions. La filtration de certains polluants est souvent partielle et son efficacité dépend de l'état et des caractéristiques de la cartouche.

## IV. Pollution de l'eau:

La pollution est due à toute substance physique, chimique ou biologique rejetée dans une eau naturelle qui perturbe l'équilibre de cette eau, induit d'importantes (nuisances mauvaise odeur, fermentation, risques sanitaires, etc. (**Ladjet, 2006**).

### IV.1. Pollution physique:

IL s'agit d'une pollution qui se traduit par la présence des particules de taille et de matière très variés dans l'eau, qui lui confèrent un caractère trouble. On distingue aussi les matières décantées (plus lourdes que l'eau), les matières flottables (plus légères que l'eau) et les matières non séparables (de même densité que l'eau) (**Bouziati,2000**).

La pollution physique désigne l'autres types de pollution, telle que la pollution thermique due aux températures élevées, qui cause une diminution de la teneur en oxygène dissous ainsi qu'une réduction de la solubilité des gaz et la pollution radioactive (**Boudjeal, Djoud 203**).

#### **IV.2. Pollution chimique:**

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux déversements polluants organiques et minérales par les unités industrielles. (**Aroua, 1994**)

L'enrichissement des sols pour intensifier l'agriculture par diverses catégories d'engrais et de pesticides est également à l'origine de la pollution chimique des sources et des nappes souterraines (**Aroua, 1994**). Ces substances exercent un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plus dangereuse. (**Boudeal, Djouid, 2003**)

Les polluants chimiques dits indésirables (nitrate, les composés phosphorés et les sels ammoniacaux:

- Les polluants chimiques toxiques.
- Les pesticides et produits apparentés.
- Les hydrocarbures.
- Les détergents.

#### **IV.3. Pollution biologique:**

Un grand nombre de microorganismes peut proliférer dans l'eau qui sert d'habitat naturel ou comme un simple moyen de transport pour ces microorganismes Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient ou qui sont transportés dans l'eau sont : les bactéries, les virus, les parasites et les champignons. On parle ainsi de pollution bactérienne, virale ou parasitaire (**Thomas, 1995** ).

#### **V. Risques liés à la pollution des eaux:**

L'eau contaminée par les excréta est susceptible de transmettre les maladies gastro-intestinales .En effet la pollution fécale peut introduire dans l'eau de boisson des risques:

- A court terme lorsque les sources de pollution sont urbaines, il s'agit du

déversement incontrôlé de teinture, des eaux domestiques Il peut arriver que ces eaux soient évacuées vers des puisards qui sont en communication directe avec la nappe.

□ A moyen terme lorsque les sources de pollution sont industrielles Il peut s'agir des industries polluantes par leurs déchets

□ A long terme avec le développement agricole, les produits utilisés dans le but d'améliorer les rendements agricoles. On peut citer : les engrais, les pesticides etc... (CRAAQ,2003).

Les différents risques de l'eau sont : le risque d'ingestion ou risque direct, le risque de contact et le risque indirect. Le péril fécal pollue l'eau par les excréments dans les ressources aquatiques, directement lorsque celles-ci sont de surface (rivière, lac, ...) ou par infiltration de la nappe phréatique.

La mauvaise gestion des eaux souterraines polluées peut causer un multiple nombre de maladie. (Bekkouche et al,2013).

### **V.1. Maladies d'origine bactérienne:**

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

- Le choléra (*Vibrio cholerae*).
- La fièvre typhoïde et gastro-entérite (*Salmonella typhi* et *E. Coli*).
- Schigellose (*Shigella* spp).
- La tuberculose (*Mycobacterium tuberculosis*). (Bekkouche et al.,2013).

### **V.2. Maladies d'origine virale:**

Aux cotés des maladies d'origine bactérienne, nous avons des maladies virales.

On peut citer:

- la poliomyélite
- les hépatites virales et entérovirus (Bekkouche et al., 2013).

### **V.3. Maladies d'origine parasitaire:**

En plus des maladies d'origine bactérienne et virale, on trouve les épidémies d'origine hydrique dues à des parasites exemples l'ankylostomose, la dracunculose, le téniasis etc...(Bekkouche et al ,2013).

**V.4. Maladies liées à la présence de substance chimique dans l'eau:**

La fluorose qui est due à une intoxication chronique par le fluor. Le saturnisme qui est l'ensemble des manifestations dues à une intoxication par le plomb.

L'hyperthyroïdie, et la méthémoglobine provoquent des troubles graves, par altération de l'hémoglobine du sang et formation de métha-hémoglobine toxique pouvant conduire à l'asphyxie et la mort s'il n'y a pas de traitement (**Anonyme,2003**).

# **Chapitre II**

---

## **Contrôle de qualité des eaux**

## I. Contrôle de qualité des eaux :

Généralement, les paramètres de la qualité des eaux potables sont regroupés en six catégories:

- **Paramètres organoleptiques :** Couleur, Odeur et Goût.
- **Paramètres physico-chimiques:** pH, Conductivité électrique à 25°, Température, Turbidité, Salinité, Résidu sec à 105° C, TDS...
- **Paramètres de pollution :** Ammonium, Nitrite, Nitrate, Phosphate, Sulfures, Azote,..
  - **Paramètres de minéralisation globale:** Calcium, Magnésium, Sodium, Potassium, Chlorures, Sulfate, Bicarbonate, Carbonate, Silicate, Dureté Totale, Titre alcalin,...
  - **Paramètres indésirables:** Fer, Manganèse, Aluminium,...
  - **Paramètres bactériologiques:** Germes totaux, Coliformes totaux; Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux, Clostridium sulf-red, Salmonelle typhi, Vibrions cholérique, Chlore

### I.1. Paramètres organoleptiques:

- **Goûts et Odeurs:**

Les eaux de consommation doivent posséder un goût et une odeur « non désagréable ». La plupart des eaux, qu'elles soient ou non traitées, dégagent une odeur plus ou moins exaltable et ont une certaine saveur. (Monique H . , 1991).

Ces deux propriétés, purement organoleptiques, sont extrêmement subjectives et il n'existe aucun appareil pour les mesurer. Selon les physiologistes, il n'existe que quatre saveurs fondamentales : salée, sucrée, aigre et amère. (Monique H . , 1991).

Les odeurs sont causées par la présence dans l'eau de substances relativement volatiles. Ces substances peuvent être inorganiques comme le chlore, les hypochlorites, le bioxyde de soufre SO<sub>2</sub> ou le sulfure d'hydrogène H<sub>2</sub>S ; ou organiques comme les esters, les alcools, les nitrites, les dérivés aromatiques et des composés plus ou moins bien identifiés résultant de la décomposition de matières animales ou végétales (comme les algues) ou encore dus à la pollution (Monique H . , 1991).

- **Couleur :**

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle, soit associée à sa

pollution. La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de composés dissous et corrélativement la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seul domaine du visible (**Thomas,1955**).

### I.2. Qualité physico-chimique

Les qualités physico-chimiques de l'eau se basent sur des paramètres qualitatifs relativement facile à déterminer. Parmi ces paramètres on distingue les suivants :

- **Température**

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision car elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels et impliquée dans la conductivité électrique ainsi que la détermination du pH etc.. (**Rodier et al.,2005**).

- **Potentiel d'hydrogène « pH »**

Le pH d'une eau est une indication de sa tendance à être acide ou alcaline, il est fonction de l'activité des ions hydrogènes  $H^+$  présents dans cette eau. Dans les eaux naturelles cette activité est due à des différentes causes en particulier l'ionisation de l'acide carbonique et de ses sels (**JORA ,2011**).

Un **pH inférieur** à 7 peut conduire à la corrosion du ciment ou des métaux des canalisations, avec entrainement des éléments indésirables comme le plomb et le cuivre.

Un **pH élevé** conduit à des dépôts de tartre dans les circuits de distributions. Au-dessus de pH 8; il y a une diminution progressive de l'efficacité de la décontamination bactérienne par le chlore. Par ailleurs, la chloration diminue le pH. (**Rodier et al.,1996**).

- **Turbidité**

C'est le premier paramètre perçu par le consommateur. La turbidité est la réduction de la transparence de l'eau due à la présence de matière non dissoute (débris organiques, argiles, organismes microscopiques ...) (**Rodier et al., 2009**).

La **turbidité élevée** de l'eau révèle la précipitation du fer, aluminium ou manganèse due à une oxydation dans le réseau (**Guidoum, 2015**), et favorise aussi la fixation et la multiplication des micro-organismes, rendant sa qualité bactériologique suspecte (**Organisation Mondiale de la Santé [OMS], 2004**).

- **Conductivité électrique(CE)**

Elle exprime la capacité de conduction de courant électrique d'une eau, toute eau est plus ou moins conductrice. Cette conductivité est liée à la présence des ions dans l'eau, l'existence d'une relation entre la teneur des sels dissous d'une eau et sa conductivité électrique. La conductivité élevée traduit soit une température élevée, soit le plus souvent une salinité élevée comme elle peut conduire à un entartrage des conduites (**Rodier, 1984**).

On peut classer les eaux de boisson en fonction de leur conductivité (Tableau 2

**Tableau 2** Classification des eaux selon la conductivité (Rodier et al., 2005)

Type d'eaux	Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{Cm}$ )	Résistivité
Eau pure	< 23	> 30000
Eau douce peu minéralisée	100 à 200	5000 à 10000
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500	2000 à 40000
Eau trèsminéralisée	1000 à 2500	400 à 1000

- **Dureté totale ou titre hydrotimétrique(TH)**

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins (lithium, sodium, potassium, rubidium, césium) et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelque fois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium. La dureté est encore appelée dureté calcique et magnésienne ou consommation de savon (**Rodier et al., 2009**).

Elle est mesurée par la somme des concentrations de calcium et de magnésium et s'exprime par le titre hydrométrique (TH). L'unité du titre hydrométrique le milliéquivalent par litre (ou le degré français °F) (**OMS, 1994**).

En fonction de leur dureté totale, les eaux peuvent être classées suivant les indicateurs du ( tableau 3)suivant:

**Tableau 3** .Classification des eaux selon la dureté totale (Berne et al., 1991)

TH en degrés français (°F)	Spécificité de l'eau
0 à 6	Eau trèsdouce
6 à 15	Eau douce
15 à 30	Eau moyennementdure
30 à plus	Eau trèsdure

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

Le calcium est l'élément présent dans toutes les eaux naturelles (**Benamar et al., 2011**). c'est un métal alcalino-terreux très répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Il existe principalement à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre sous forme sulfate, chlorure...etc(**Rodier et al., 2005**).

Le calcium est aussi fréquent dans les roches sédimentaires. Il peut provenir également des formations gypsifères ( $\text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$ ) qui sont facilement solubles (**Sedrati, 2011**).

### Magnésium( $\text{Mg}^{2+}$ )

Éléments indispensables à la vie, jouant un rôle important dans la respiration, leurs origines sont naturelles (dissolution des roches magnésites basaltes, argiles) ou industrielle (industrie de la potasse de cellulose, brasserie). La dureté manganésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale. Le magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau (**Kemmer, 1999**).

### Sodium( $\text{Na}^{2+}$ )

C'est un élément dont les concentrations dans l'eau varient d'une région à une autre (**Bouziani, 2000**).

Son origine peut être :

- Naturelle (mer,terrainsalé.....)
- Humaine (10 à 15 g de Na Cl dans les urines/jour)

- Industrielle (potasse, industrie pétrolière).

Les eaux très riches en sodium deviennent saumâtres, prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées (**Rodier et al., 2005**).

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

Le fer se classe en 4<sup>ème</sup> rang des éléments de la croûte terrestre. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. Les besoins pour l'organisme humain se situent entre 2 et 3 mg/j mais 60 à 70% seulement de la quantité intégrée sont métabolisés (**Rodier et al, 2005**).

### **Chlorures( $\text{Cl}^-$ )**

Les chlorures sont très répandus dans la nature généralement sous forme de sels de sodium, de potassium et de calcium (**Sevesc, 2013**).

L'ion chlorure n'est pas adsorbé par les formations géologiques, reste très mobile et ne se combine pas facilement avec les éléments chimiques. Il constitue un bon indicateur de la pollution (**Chaker et al, 2014**).

Les teneurs en chlorures des eaux extrêmement variées sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (**Rodier et al., 2005**).

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

Le sulfate qui se dissout dans l'eau provient de certains minéraux en particulier du gypse, où apparaît à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux (**Kemmer, 1984**).

### **Phosphates( $\text{PO}_4$ )**

S'ils dépassent les normes, ceux-ci sont considérés comme indice de contamination fécale entraînant une prolifération des germes, goût et coloration (**Rodier, 2005**).

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

Le nitrate, sel de l'acide nitrique, a pour formule chimique  $\text{NO}_3^-$ .

Les nitrates sont naturellement présents dans l'eau mais selon les milieux, leur concentration varie de 0,1 à 1 mg/L pour l'eau souterraine.

L'apport de nitrates dans le sol, puis dans les eaux, est donc fortement lié à la quantité de matières organiques présente et aux conditions de milieu. Les actions anthropiques sont donc importantes : utilisation d'engrais azotés et de lisier. De même, les rejets de stations d'épuration ou plus simplement de latrines et fosses septiques représentent un apport en matières organiques susceptibles de produire des nitrates (**Demdoum,2010**).

### **Fluor(F<sup>-</sup>)**

Le fluor, premier élément de la famille des halogènes dans le tableau périodique des atomes. Étant fortement réactif, il se retrouve généralement dans la nature sous forme de fluorure (F<sup>-</sup>) lié à des matrices minérales ou dans des liaisons covalentes formant des composés organiques ou inorganiques.

Les fluorures sont également libérés dans l'environnement par des sources anthropiques de nature industriel (**Beaudoin,2012**).

La teneur en fluor dépend du temps de contact de l'eau avec les minéraux fluorés de l'aquifère. Elle est plus élevée dans les nappes captives. Dans la nappe de la craie, il est fourni principalement par les minéraux phosphatés (**Bartherlin et al., 1999**).

### *1.2. Qualité bactériologique :*

C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau potable. Elle se mesure par la présence d'organismes indicateurs de pollution (**Ahonon, 2011**).

- **Les Germes totaux**

Ce sont des germes qui se développent dans des conditions aérobies. Leur présence est indicatrice de pollution bactérienne. Leur dénombrement donne une information sur la qualité hygiénique de l'eau destinée à la consommation humaine (**Bourgeois et al., 1991**). Ainsi, ils renseignent sur le degré de protection des nappes souterraines d'où provient l'eau à analyser (**Rodier et al.,2005**).

- ***Les Coliformes totaux***

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau car ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale (**Archibald, 2000; Edberg et al.,2000**).

Ce groupe composé des principaux genres suivants: Citrobacter, Enterobacter, Escherichia, Klebsiella et Serratia(**Chevalier, 2003**). La plupart des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé, à l'exception de certaines souches

d'*Escherichia coli* (E. coli) ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes (**Edberg et al., 2000; OMS, 2000**).

- **Les Coliformes fécaux**

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermo-tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux ont la capacité de fermenter le lactose à une température de 44,5°C. L'espèce la plus habituellement associée à ce groupe bactérien est l'*Escherichia coli* (E. coli) (**Edberg et al., 2000**).

Les Streptocoquesfécaux Sous la dénomination générale de «*Streptocoques fécaux*», il faut entendre l'ensemble des streptocoques possédant une substance antigénique caractéristique du groupe de Lance Field (**Rodier, 2005**).

Ils sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale. Ils sont des Gram positifs, groupes en chaînettes, anaérobies facultatifs, catalase négatif et immobiles (**Bourgeois et al., 1996**).

## II. L'eau et la santé :

L'eau est indispensable au fonctionnement du corps humain, il repasant 68% d'organisme, pour cela l'eau potable destiné a boire faut contaient une multitude les minéraux essentiel au métabolisme et bon fonctionnement.

Un eau dépourvue de minéraux attrapera et saisira les minéraux de corps, entraînant un déficit minéral.

les tableaux suivant montrent quelque rôle des éléments d'eau :

**Tableau 4.** Rôle physiologique de quelques ions (OMS, 2005; JORA Algérienne, 2014; Journal Officiel de la République Française [JORF], 2007).

Rôle physiologique de quelques ions					
Sodium (Na <sup>+</sup> )	Potassium (K <sup>+</sup> )	Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	Magnésium (Mg <sup>2+</sup> )	Hydrogénocarbonate (HC03 <sup>-</sup> )	Chlorure (Cl <sup>-</sup> )
) Surtout extracellulaire	Surtout intracellulaire	Constituant de l'os			
Régulation de l'eau cellulaire, équilibre acidobasique	Régulation de l'eau cellulaire, contre balance Na...	Médiateur cellulaire, excitabilité musculaire	Anti-stress, anti-allergique, sédatif, cicatrisation, antioxydant	Régule l'équilibre acidi-basique	Contribue au volume cellulaire

**Tableau 5** Rôle physiologique de quelques oligo-éléments (OMS, 2005; JORA Algérienne, 2014; Journal Officiel de la République Française [JORF], 2007).

Rôle physiologique de quelques oligo-éléments					
Zinc (Zn)	Cuivre (Cu)	Fer (Fe)	Sélénium (Se)	Fluor (F)	Silicium (Si)
Agit sur : hormones, immunité, enzymes...	Antiinflammatoire, antiseptique, inhibiteur uréase	Genèse hémoglobine, antiinfectieux	Anti-oxydant, activation hormonale	Anti carie, composant des os, cartilages, dents...	Agent de structure du tissu conjonctif

### III. Normes d'eau potable :

Afin de définir régulièrement une eau potable, des normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nuisibles et susceptibles d'être présentes dans l'eau. Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, c'est-à-

dire potable, ne désigne donc pas qu'elle soit exempte de matières polluantes, mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur (**Alouane,2012**).

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

En Algérie, il existe des réglementations locales pour la qualité de l'eau de boisson en citant le Journal Officiel de la République Algérienne (**JORA, 2014**) qui représente les différents paramètres physico-chimiques et bactériologiques de la qualité de l'eau de consommation humaine avec des valeurs limites.

Les tableau 6 ,7 et 8 et 9 représentent les normes Algérienne, Françaises et de l'OMS de l'eau potable :

**Tableau 6** Les valeurs indicatives des paramètres organoleptiques (OMS, 2005; JORA, 2014; Journal Officiel de la République Française [JORF], 2007 ).

Paramètres	Unité	Normes OMS	Normes Algériennes	Normes Françaises
Couleur	mg/l platine	15	15	15
Odeur à 12°C	Taux dilution	Acceptable	4	Acceptable
Saveur à 25°C	Taux dilution	Acceptable	4	Acceptable

**Tableau 7** les valeurs indicatives des paramètres bactériologique (OMS, 2005; JORA Algérienne, 2014; Journal Officiel de la République Française [JORF], 2007).

PARAMETRES	UNITES	VALEUR INDICATIVES
Escherichia Coli	n/100ml	0
Entérocoques	n/100ml	0
Bactéries sulfitoréductrices y compris les spores	n/20ml	0

**Tableau 8** Normes physico-chimiques (OMS, 2005; JORA, 2014; Journal Officiel de la République Française [JORF], 2007)

<b>Paramètres physico-chimiques</b>	<b>Unité</b>	<b>Normes O.M.S</b>	<b>Normes Algériennes</b>	<b>Normes Françaises</b>
Température	°C	Acceptable	25	25
Ph	/	7-8.5	6,5 – 9	6,5-9
Conductivité électrique à 20°C (CE)	µS/cm	pas de norme	2800	≥180 et ≤ 1000
Turbidité	NTU	5	5	1
Chlorures	Mg/.L	/	500	250
Dureté Totale	Mg/L	500	500	/
Calcium	Mg/L	/	200	/
Magnésium	Mg/L	/	150	50
Nitrates	Mg/L	50	50	50
Fer total	mg/l	pas de norme	0,3	/
Phosphore	mg/l	pas de norme	5	/
Potassium	mg/l	250	12	/
Sodium	mg/l	pas de norme	200	200
Sulfates	mg/l	0,3	400	250
Ammonium	mg/l	/	0,5	0,10
Fluorures	mg/l	1,5	1,5	1,50
Résidus secs	µg/L	/	1500	/

# Deuxième partie

---

## Parti pratique

# Chapitre III

---

## Matériel et Méthodes

## I. Matériel et Méthodes

L'objectif de notre présente étude est de faire une comparaison entre la qualité d'eau potable naturelle et filtrée (avant et après une période de conservation)

Ce chapitre étalera donc le matériel et la démarche utilisés dans la réalisation de cet objectif.

### I.1. Échantillonnage :

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau potable consommée dans la wilaya de l'oued et précisément la commune de Reguiba .

Les analyses microbiologiques et physico-chimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de l'institut Algérienne des Eaux (ADE) de l'oued .L'étude de qualité de l'eau comporte trois étapes

- Prélèvement, échantillonnage.
- Analyse.
- Interprétation.

Les points d'eau de prélèvement ont été choisis de manière à avoir une image d'ensemble de la qualité de l'eau de la zone. Pour réaliser cette étude trois catégories d'eau ont été choisies, La première c'est l'eau filtrée d'après une station de filtration d'eau, la deuxième est l'eau de source naturelle et la troisième représente l'eau douce des citernes vendue par les camions personnels.

#### a. L'eau filtré :

##### ✓ Station ZEGGOUNI DES EAUX DOUCES



**Figure 1:** station de dessalement de ZEGGOUNI DES EAUX DOUCES( AMMARI S,2019)

La station de dessalement de ZEGGOUNI DES EAUX DOUCE située dans la commune de REGUIBA (El-Oued). Elle a été mise en service en 28/07/2017 pour satisfaire les besoins en eau potable de la région d'El'Oued.

Après une année du service, la station a pu réaliser un succès remarquable en produisant et fournissant une quantité d'eau douce importante de l'ordre de  $10\text{m}^3/\text{h}$  pour la population .

Elle basée dans le dessalement des eaux- sur le principe d'osmose inverse .

**b. L'eau de source naturelle :**

✓ L'eau de source de Sidi Khaled; Wilaya de Biskra

**c. L'eau des citernes :**

Sous forme des eaux transportées à partir des Wilaya voisine;

**2. Prélèvement et conservation des échantillons :**

Les échantillons d'eau sont recueillis dans des jerricans en plastique (alimentaires) bien lavés. Le processus de conservation permet de préserver les échantillons prélevés entre le moment de l'échantillonnage et celui de l'analyse en laboratoire. Cette étape est nécessaire puisque plusieurs paramètres peuvent subir des modifications physiques ou des réactions chimiques dans le récipient. Ce qui altère la qualité originale de l'échantillon. Afin d'obtenir des résultats représentatif, on a essai des crée les même conditions de conservation et stockage que les habitats procèdent dans maison durant leur vie quotidienne.

**3.Méthodes d'analyses :**

Les paramètres choisis sont ceux qui permettent d'apprécier le mieux la qualité des eaux à savoir leur action sur la santé de consommateur, soit le pH, la température, la conductivité électrique, les éléments minéraux majeurs , etc.

Les analyses physicochimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de AlgérienneDes Eaux (A.D.E) d'El Oued .

**Analyses physico-chimiques :**

❖ **la température ( $T^\circ$ ) :**

La mesure de la température à été effectué sur le terrain.

- Modeopérateur:

La mesure de la température a été effectuée en plongeant immédiatement le thermomètre dans le flacon d'eau à analyser pendant 5 minutes (Rodier *et al.*,2009).

#### ❖ Potentiel d'hydrogène(pH)

Le pH-mètre (figure 7) est l'appareil le plus utilisé pour la mesure du pH.



**Figure 2:** pH mètre ( AMMARI S, 2019)

#### ● Modeopérateur:

- Brancher le pH-mètre, le laisser se stabiliser pendant quelques minutes, et:
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée et avec l'échantillon à analyser,
- Plonger l'électrode dans la solution à analyser,
- Lire la valeur du pH directement à température stable
- Après chaque détermination du pH, on retire l'électrode, on la rince et à la fin de l'expérience, on la laisse tremper dans l'eau distillée (**International Organization for Standardization [ISO],2008**).

#### ❖ La conductivité électrique :

La détermination de la conductivité se fait par la mesure de la résistance électrique de la solution. Un voltage est appliqué entre deux électrodes plongées dans l'échantillon, et la chute du voltage due à la résistance de la solution est utilisée pour calculer la conductivité par centimètre à une température de 25 c°.



**Figure 3:**conductivimètre ( AMMARI S, 2019)

Cette opération est réalisée par une conductivimètre après les étapes suivantes:

- Allumer l'appareil.
- Agiter l'échantillon doucement et verser 100ml de l'eau à analysée dans un bécher propre.
- Rincer la sonde avec de l'eau ultra pure puis avec de l'eau à analysée.
- Immerger la sonde dans l'échantillon et essayer d'éliminer les bulles d'air au cours de la stabilisation de la mesure avec une simple agitation de la sonde.
- Enregistrer la valeur de la conductivité électrique et la température qui sont affichées sur l'appareil après la stabilisation de la lecture.
- Rincer la sonde et arrêter l'appareil. (ISO, 1984)

#### ❖ Détermination de solides totaux dissous(TDS)

La conductivité électrique a déterminée précédemment, permet de mesurer également les solides totaux dissous ; en appliquant la règle suivante.

$$\text{TDS} = \text{Conductivité} \times 0.64 \text{ (ISO, 1984).}$$

**❖ Mesure de la salinité :**

La salinité est déterminée par la règle suivante, après détermination de TDS.

Salinité = (TDS)/1000 (ISO, 1984).

**❖ Turbidité**

**Figure 4:** Turbidimètre (AMMARI Safa , 2019).

Elle est mesurée par la méthode néphélométrique ; le faisceau lumineux traverse horizontalement la cuvette contenant l'échantillon, une partie de cette lumière est diffusée par effet Tyndall grâce aux particules en suspension. Le photomultiplicateur d'électron situé à un angle de 90° par rapport au faisceau lumineux capte les photons diffusés et transforme cette énergie lumineuse en signal électrique dont le potentiel est fonction de la turbidité. (Kassim Coulibaly, 2005). Cette méthode repose sur :

- Appuyer sur le bouton d'alimentation électrique situé à l'arrière de l'appareil;
- Remplir une cuvette propre jusqu'au trait (30 ml) avec de l'eau à analyser en évitant la formation de bulle d'air;
- Tenir la cuvette par le bouchon et l'essuyer avec mouchoir doux sans peluches pour retirer les gouttes d'eau et les traces de doigts;
- Placer la cuvette dans le puits de mesure et fermer le capot;
- Lire et noter le résultat affiché. (Kassim Coulibaly,2005)

**❖ Dosage de la dureté totale :**

Le dosage de la dureté totale est effectué par la méthode titrimétrique à l'EDTA un pH de 10. Cette méthode n'est pas applicable aux effluents et aux eaux de mer et aux eaux ayant une forte teneur en sels. La plus faible teneur qui peut être déterminée est de 0,05 mmole.L<sup>-1</sup>, donc applicable pour les eaux souterraines, les eaux de surface et les eaux de boisson.

**● Réactifs**

- Solution d'EDTA (Sel dissodique d'acide éthylène diamine tétracétique);
- Solution tampon (pH= 10);
- Indicateur coloré Noir d'Eriochrom T(N.E.T).

**● Mode opératoire:**

- Dans un erlenmeyer de 250 ml, on prélève 10 ml d'eau à analyser et 40 ml de l'eau distillée.
- Ajouter 4 ml de solution Tampon et 0.02g de noir ériochrome T(NET).
- La solution se colore en violet, le pH doit être de 10. En maintenant une agitation, on verse la solution d'EDTA rapidement au début puis goutte à goutte lorsque la solution commence à virer du violet au bleu. Après, On vérifie que la coloration ne change plus par l'addition d'une goutte supplémentaire d'EDTA.

**● Expression des résultats**

$$TH = V_1 \cdot C_1 / V_0 \cdot 100$$

Où

$C_1$  : est la concentration en EDTA exprimé en m mole.L<sup>-1</sup> de la solution d'EDTA.

$V_0$  : est le volume en millilitre de la prise d'essai.

$V_1$  : est le volume en millilitre de la solution d'EDTA utilisé pour le titrage (**ISO, 1984**).

**❖ Dosage des ions calcium :**

Cette méthode d'essai a pour objet de dosage du calcium par la méthode titrimétrique à l'EDTA. Titrage des ions calcium avec une solution aqueuse de l'EDTA à un pH compris entre 12 et 13. L'indicateur utilisé est le murexide, qui forme un complexe rose avec le calcium.

Lors du titrage, l'EDTA réagit avec les ions calcium, l'indicateur vire alors de la couleur rose à la couleur violet.

#### • Réactifs

- Solution d'EDTA (Sel dissodique d'acide éthylène diamine tétracétique);
- Solution NaOH (Hydroxyde desodium);
- Murexide (indicateur).

#### • Mode opératoire

- Dans un erlenmeyer de 250ml, on prélève 10ml d'eau à analyser et 40ml de l'eau distillée,

- On ajoute 2ml de solution NaOH

- On ajoute une pincée de murexide (0.02g),

- En maintenant une agitation, on verse la solution d'EDTA rapidement au début puis goutte à goutte lorsque la solution commence à virer du violet au bleu (ISO, 1984).

#### • Expression des résultats

$$Ca^{+2} = (V_1 \cdot C_1 / V_0) \cdot M_{Ca^{+2}}$$

Où

$C_1$  : est la concentration en EDTA exprimée en mmol/L de la solution d'EDTA.

$V_0$  : est le volume en millilitre de la prise d'essai.

$V_1$  : est le volume en millilitre de la solution d'EDTA utilisé pour le titrage

$M_{Ca^{+2}}$  : Masse moléculaire du calcium. (ISO, 1984).

❖ **Dosage des ions magnésienne ( $Mg^{2+}$ ) :**

Connaissant la dureté totale d'une part et la dureté calcique d'autre part, Elle se déduit de la relation de la dureté totale qui est égale à la somme des deux duretés calcique

$$\text{TH} = \text{T}_{\text{Ca}^{2+}} + \text{T}_{\text{Mg}^{2+}} \quad \longrightarrow \quad \text{T}_{\text{Mg}^{2+}} = \text{TH} - \text{T}_{\text{Ca}^{2+}} \text{ (en mg/L)}$$

**TH:** Dureté totale ;

**T<sub>Ca<sup>2+</sup></sub>:** Dureté calcique;

**T<sub>Mg<sup>2+</sup></sub>:** Dureté magnésienne (**Rodier et al.,2009**).

#### ❖ Dosage d'ion chlorur :

L'objet de la présente prescrit une méthode titrimétrique pour le dosage des chlorures dissous dans l'eau (méthode de Mohr).

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium, la fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

#### • Réactifs

- Solution de nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ );
- Solution d'indicateur de chromate de potassium ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ).

#### • Mode opératoire

- Dans un erlenmeyer de 250ml, prélève 5ml d'eau à analyser et 45ml de l'eau distillée,
- puis on ajoute 1ml de chromate de potassium ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ )
- à puis on titre avec le nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ) jusqu'au virage au rouge brique.

#### • Expression des résultats

$$[\text{Cl}^-] = (V_{\text{AgNO}_3} \cdot C_{\text{AgNO}_3}) \cdot F \cdot M_{\text{Cl}^-} / \text{PE}$$

Où:

**V<sub>AgNO<sub>3</sub></sub>:** est le volume d'  $\text{AgNO}_3$  nécessaire pour une concentration donnée.

**C<sub>AgNO<sub>3</sub></sub>:** est le facteur de concentration molaire d' $\text{AgNO}_3$ .

**F** : est le facteur de correction du titre d'AgNO<sub>3</sub>.

**M<sub>cl</sub>** : est la masse molaire du chlorure.

**PE**: est la prise d'essai (**ISO, 2003**).

#### ❖ Dosage des nitrites :

Les nitrites dans l'échantillon réagissent avec l'acide sulfanilique pour former un sel de diazonium qui réagit avec l'acide chromotropique pour produire un complexe coloré rose dont la coloration est proportionnelle à la quantité de nitrites présents. ( **Kassim Coulibaly, 2005**).

On prend 50ml d'eau (échantillon), puis on ajoute 01ml de réactif mixité et laisser 20 min. elles forment la couleur rose qui indique la présence de nitrite ; ensuite prendre 10ml d'échantillon et mettre dans le tube spécifique de l'appareil. La longueur d'onde 543 nm. (**Kassim Coulibaly, 2005**). Puis:

- Allumer le spectrophotomètre DR/4000, presser la touche de fonction PROGRAM. HACH. Sélectionner le numéro de programme mémorisé pour les nitrites 2610 et presser ENTER. La longueur d'onde 507 nm est automatiquement sélectionnée.
- Remplir une cuvette avec 10 ml d'échantillon .Ajouter le contenu d'une gélule de nitriver 3 à la cuvette (l'échantillon préparé)
- Boucher et agiter pour dissoudre. NB : En présence de nitrite, une coloration rose se développe.
- Presser la touche de fonction *startminut*. Une période de réaction de 20 minutes commence. Lorsque le minuteur sonne, remplir une autre cuvette (le blanc) avec 10 ml d'échantillon. Placer le blanc dans le compartiment de mesure.
- Presser la touche de fonction ZERO. L'affichage indique : 0,000mg / IN-N02
- Retirer le bouchon. Placer l'échantillon préparé dans le compartiment de mesure et fermer le capot et lire la valeur affichée en mg/l de N-N02. (**Kassim Coulibaly,2005**).

❖ **Dosagenitrate :**

Les nitrates présents dans l'échantillon réagissent avec l'acide chromotropique en milieu fortement acide pour former un produit de couleur jaune avec un maximum d'absorbance à 415 nm.

1. Par un pipette , on prélève 10ml eau d'échantillon dans bicher;
  2. En ajoute 1ml de salicylate de sodium (en préparé 0.05mg de salicylate de sodium +10ml d'eau distillé ce réactive temporellement 24h ) ;
  3. En ajoute trois gouttes de NaOH30%
  4. Puis, incubation à 88°C jusqu'à sèche;
  5. Après presque 5h , ajouté 2ml acide sulfurique (reste 10 minute);
  6. Ensuite, ajoute 15ml d'eau distillé (reste quelque min) +15ml tartrate double  $K^+$  et  $Na^+$
  7. Laisser 10min, elles forment couleur jaune qui indique la présence de nitrate;
- Enfin, ensuite prendre 10ml d'échantillon et mettre dans le tube spécifique de l'appareil pour la lecture de longueur d'onde 410 nm. (**Kassim Coulibaly, 2005.**)



**Figure 5:** Spectrophotomètre ( AMMARI S, 2019)

**b) Analyses bactériologies :**

La qualité microbiologique des eaux présente un facteur important qui doit être vérifiée lors de l'étude de la potabilité de l'eau. Les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire de Direction de la Santé et de la Population wilaya d'El Oued; à savoir la recherche des germes suivants :

- i. Les germes totaux;
- ii. Les staphylocoques
- iii. Les coliformes totaux et fécaux;
- iv. Les streptocoques fécaux;
- v. Les clostridium sulfito-réducteurs.

❖ **Recherche et dénombrement des germes totaux**

La recherche des germe totaux se fait dans le milieu Gélosé *TGEA* ; en suivant la méthodologie suivante :

- ✓ On chauffe la gélose *TGEA* jusqu'à ce qu'il passe du état solide au liquide et refroidie à 45°C
- ✓ Allumer le bec benzène, on prend les boites de Pétri stériles pour échantillon et on note sur chaque boite
- ✓ On fait couler la gélose préalablement fondue 1/3 de boite de pétri;
- ✓ On prélève 1 ml d'eau à analyser et on ensemence dans chaque boite;
- ✓ On incube les boites à 37 °C pendant 24 heures dans l'étuve. (JORA,2013)



**Figure 6:** méthode d'ensemencement ( AMMARI S, 2019).

❖ **Recherche et dénombrement des coliformes:**

- ✓ **Méthode de filtration surmembrane**

L'appareil est un simple système de filtration de marque *Sortis* fonctionnant sous pression réduite (pompe a vide), il contient un support à filtre qui reçoit la membrane de filtration et un flacon pour récupérer l'eau filtrée. Les membranes utilisées sont de marque millipore avec un diamètre de 0,4.µm. (JORA,2013)

Pour le recherche et dénombrement des coliformes on utilise les boites de Petri coulé par un gélose au Tergitol 7 .



**Figure 7:** rampe de filtration sur membrane. ( AMMARI S, 2019).

#### **Mode opératoire:**

Devant un bec-bunsen et sur une paillasse javellisée. Lavage et stérilisation de l'équipement de filtration par flambage et mise en place de la pompe à vide ;

- Prendre une membrane filtrante stérile près du bord à l'aide d'une pince stérilisée par flambage à la flamme et la déposer sur le support du filtre.
- Placer l'entonnoir sur le support et le fixer fermement verser dans chaque entonnoir un volume 100 ml de l'échantillon bien homogénéisé.
- Faire le vide jusqu'à filtration totale de l'échantillon.
- Retirer l'entonnoir et déposer la membrane filtrante à l'aide d'une pince stérile sur un milieu adapté bactéries recherchées.

- Déposer la membrane en la déroulant pour tenir un contact étroit avec la gélose (la présence de bulles d'air est signalée par des taches blanches)
- Incrire sur la boîte de Pétri le numéro de l'échantillon et la date de filtration.
- Placer les boîtes de Petrie en position inverse une dure spécifique pour chaque germe.
- Flambage du dispositif par le bec-benzène après chaque échantillon filtré, afin d'éviter toute contamination possible. (JORA,2013).

### Expression des résultats

- Coliformes : sont considérées comme caractéristiques les colonies qui présentent une coloration jaune orangé.
- Coliformes thermotolérants : sont considérées comme caractéristiques les mêmes colonies que pour les coliformes, mais après incubation à 44°C.
- Compter les colonies en marquant chaque colonie sur le fond de la boîte avec un marqueur indélébile.
- Après avoir une résultats positive il faut réalise des test confirmative
- Test confirmatif de la présence ou l'absence d'*E. Coli*.
- ✓ On repique les colonies par une anse bouclée ou une pipette pasteur dans un tube de bouillon Schubert muni d'une cloche de Durham;
- ✓ On incube à 44 °C pendant 24 heures;
- ✓ On considère comme positifs tous les tubes présentant à la fois;
  - Un trouble avec un dégagement gazeux ;
  - Anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *E. Coli* Après adjonction de 2 à 3 gouttes de réactif de Kovacs. (JORA,2013)
- ❖ Expression des résultats des *Coliformes fécaux*  
Le dénombrement d'*E. Coli* s'effectue sur la table de Mac Credy.

❖ *Recherche et dénombrement des entérocoques:*



**Figure 8:**préparation de gélose Slanetz et Bartley. ( AMMARI S, 2019).

On utilise la même méthode précédente (membrane filtrée), puis on dépose les membranes sur des boîtes Petri coulé par un gélose Slanetz et Bartley. (JORA, 2013)

**LECTURE**

*Les colonies présentant une coloration rouge à marron doivent être considérées comme caractéristiques.*

❖ *Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs :*

**Milieux de culture et réactif :**

- Gélose viande foie (VF);
- Additifs de sulfite de sodium;
- Additifs d'alun de fer.

**Mode opératoire**

La recherche des *Clostridium sulfito-réducteurs* se fait pour les deux formes ; sporulée et végétative.

**a. Forme sporulée**

- ✓ On introduit dans 4 tubes à essai 20 ml d'échantillon d'eau à analyser (5 ml dans chaque tube);
- ✓ On place les tubes au bain marie à 80 °C pendant 10 mn ; dans le but de détruire toutes les formes végétatives.

- ✓ On refroidit à 45 °C puis on ajoute 2 gouttes d'alun de fer et 4 gouttes de sulfites de sodium puis on remplit les 4 tubes par la gélose viande foie;
- ✓ On mélange doucement, en évitant d'introduire les bulles d'air;
- ✓ On incube à 37 °C et on procède à une première lecture après 24 heures, car très souvent les spores des anaérobies sulfito-réducteurs sont envahissantes ce qui rendra la lecture impossible,
- ✓ Sinon on fera une deuxième lecture après 48 heures;
- ✓ Les *Clostridium sulfito-réducteurs* réduisent le sulfite de sodium, en produisant des colonies entourées d'un halo noir dû à la formation de sulfure de sodium. (JORA,2013)

#### ***b. Forme végétative***

La recherche des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs sous forme végétative se fait de la même manière que celle de la forme sporulée à l'exception de l'étape du chauffage . (JORA,2013)

#### **Expression des résultats**

- On compte toute colonie noire de 0,5 mm de diamètre dans chaque tube et on rapporte le nombre total des colonies dans les 4 tubes.
- On exprime les résultats en nombre de germes par 20 ml. (JORA,2013).

# **Chapitre IV**

---

## **Résultats et discussions**

## I. Résultats et Discussion

Dans la présente étude, on a fait des analyses physicochimiques et bactériologiques des échantillons d'eaux, destinées à la consommation, issues de différents site de prélèvement . Pour cela, on a nommée nos échantillons comme suit :

- ✓ échantillon 1 : L'eau filtré de Station ZEGGOUNI DES EAUX DOUCE
- ✓ échantillon 2 : L'eau de source de Sidi Khaled; Wilaya de Biskra
- ✓ échantillon 3 : L'eau des citernes (de Sidi Khaled)

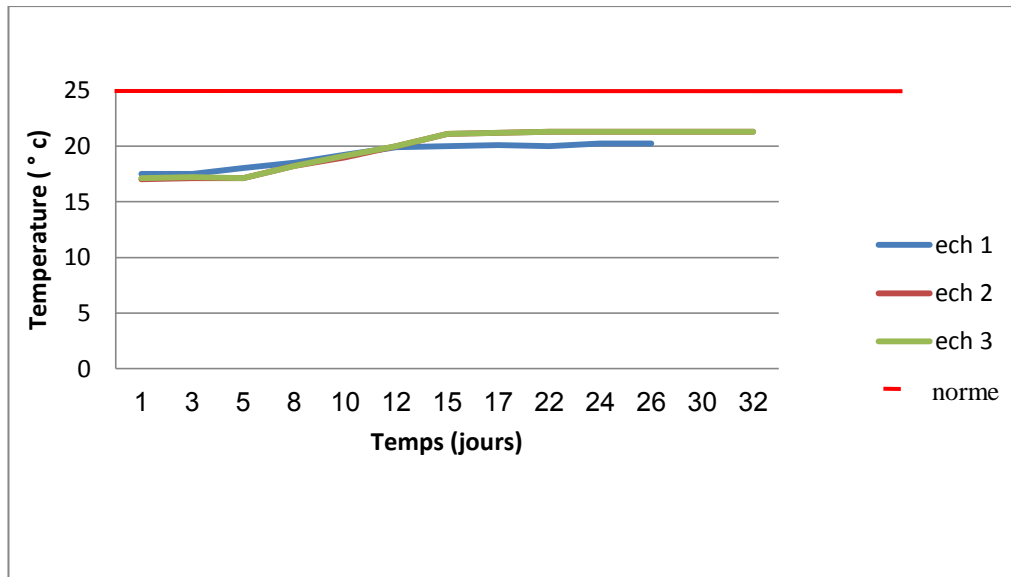
### I.1.Paramètres physico –chimiques :

#### ➤ *La température*

Les résultats relatifs aux mesures de la température des différents échantillons, sont représentés dans la figure 9. La température mesurée dans les échantillons 1 et 2 varient entre 17 et 20°C, et entre 17 à 21,3 °C dans l'échantillonne 3.

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 notamment) (**SARI, 2014**). Pratiquement, l'élévation de température favorise la croissance des microbes et la formation des maladies. Par contre, l'abaissement de la température va diminuer l'efficacité de traitement (**ADE, 2019**).

les valeurs trouvés dans les 3 échantillons sont inférieures à 25°C selon les normes algériennes en 2014, OMS (2005) et les normes françaises fixées en 2007 pour l'eau potable, ceci pourrait signifier comparativement à ces normes, que les eaux analysées ne sont pas excellentes mais plutôt bonnes. Les changement de la température au cour du temps et très faible et léger dans tout les échenillons qui est probablement due a la température externe.



**Figure 9:** Variations de la température des échantillons d'eau étudiés.

Les valeurs obtenues sont presque identiques parce qu'ils sont dans le même endroit et la même température ambiante.

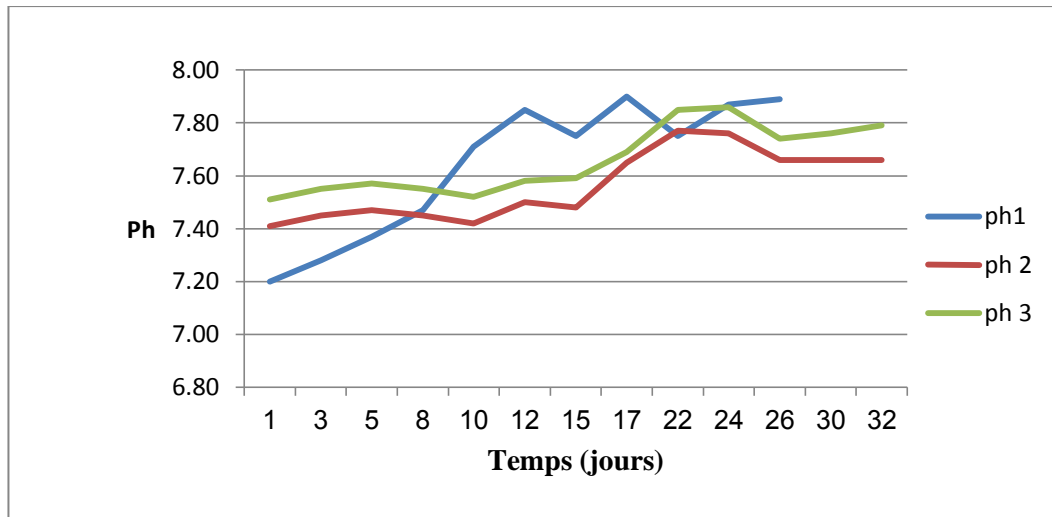
#### ➤ *Potentiel d'hydrogène (pH)*

La figure 13 présente les variations du pH au cours de notre étude. Le **pH** est l'un des paramètres les plus importants pour l'évaluation de la qualité d'eau. Il caractérise un grand nombre d'équilibre physicochimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau (Rodier, 2009). Les normes algériennes ont fixé les valeurs de pH dans un intervalle de 6,5 – 9 pour une bonne qualité d'eau.

Dans l'échantillon 1 on a enregistré une valeur de pH égale à pH min= 7,20, pH max=7,89 et un pH moy = 7,64. Ce signifie une bonne qualité d'eau.

Concernant l'échantillon 2 on a trouvé une valeur de pH égale à pH min= 7,41, pH max=7,66 et un pH moy = 7,56. Ce signifie une bonne qualité d'eau.

Ainsi que l'échantillon 3 : une valeur de pH égale à pH min= 7,51, pH max=7,79 et un pH moy = 7,66. Ce signifie une bonne qualité d'eau.



**Figure 10:** Variations de pH des eaux pendant la dure d'expérience.

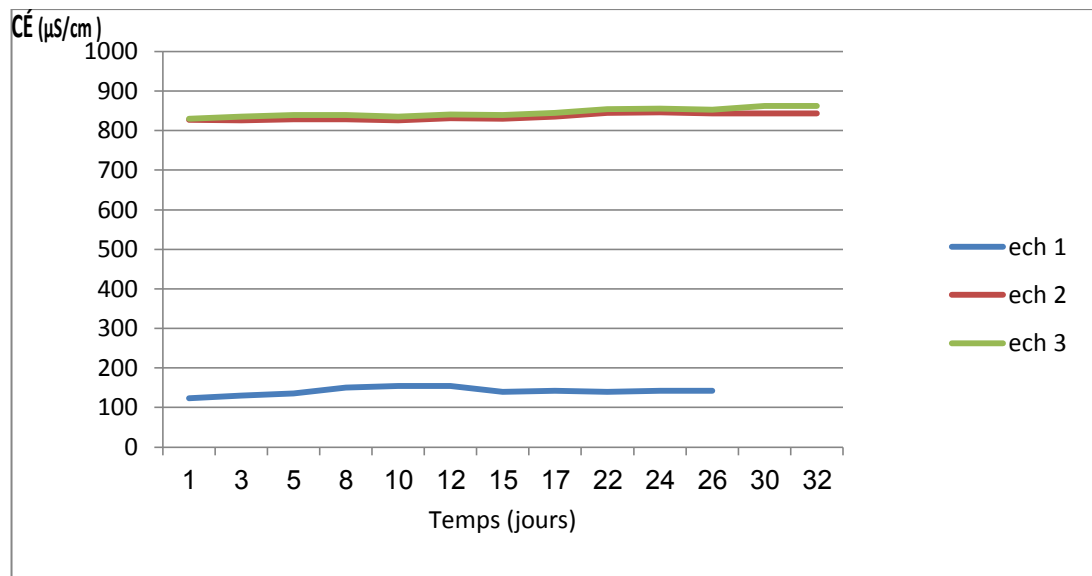
➤ ***La conductivité électrique***

Les mesure de conductivité des trois échantillons on montré que :

Pour l'échantillonne 1 (eau filtré) , nous avons enregistré 123  $\mu\text{S}/\text{cm}$  comme valeur minimal et 143  $\mu\text{S}/\text{cm}$  comme valeur maximal et une moyenne de 141,4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , valeurs qui restent Inferieure à les normes algériennes (2800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) etFrançaises ( $\geq 1000$   $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

Pour l'échantillonne 2 (eau de source), nous avons enregistré 828  $\mu\text{S}/\text{cm}$  comme valeur minimal et 843  $\mu\text{S}/\text{cm}$  comme valeur maximal et une moyenne de 834,9  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , valeurs qui restent Inferieure à les normes algériennes (2800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) etFrançaises ( $\geq 1000$   $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).même résultats pour l'échantillonne 3 (eau des citernes).

donc on constate que les trois échenillons sont acceptables pendant tout la période de conservation.



**Figure 11:** Variations de La conductivité électrique des échantillons d'eau étudiés.

La variation de la conductivité est induite par la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique. Cette mobilité dépend de la nature des ions dissous et de leur concentration, tels que les ions de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et de sodium, ( $\text{Na}^+$ ), de chlorures ( $\text{Cl}^-$ ), des bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ) (RODIER et al. 2009). Généralement, la conductivité électrique augmente avec la concentration des ions en solution et la température (DIB, 2009).

#### ➤ **Turbidité:**

La turbidité est due à la présence de matières en suspension entraînées dans les eaux.

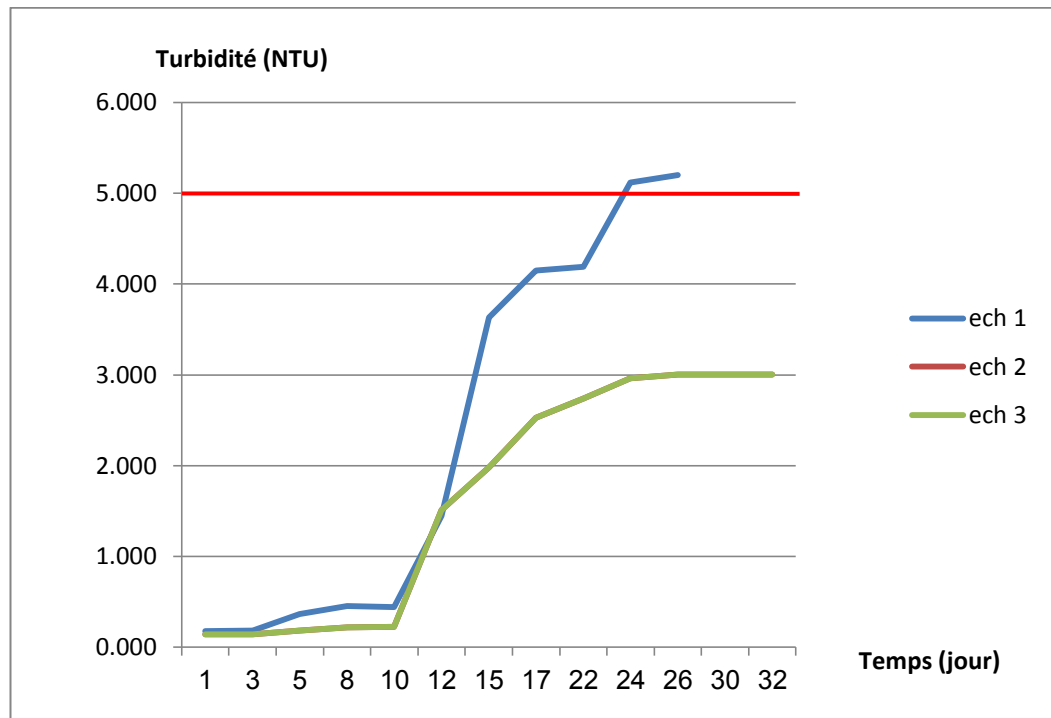
Les normes algériennes (JORA, 2011), recommandent comme valeur limite de turbidité : 5 NTU. (ADE , 2011 ) .

D'après les résultats obtenus, pour l'échantillon 1 ,les valeurs varient entre la 0,18 NTU à 5,203 NTU donc les résultats dépassent les normes Algérienne de 5 NTU après 24 jours de conservation , donc la qualité de l'échantillon 1 est mauvaise .

L'échantillon 2 présente des valeurs comprises entre 0,145 NTU à 3,002 NTU ces résultats sont conformes aux normes Algérienne de 5 NTU, donc la qualité de l'échantillon 2 est bonne.

Aussi même observation pour l'échantillon 3.

La turbidité d'une eau est causée par la présence des matières en suspension ou par des substances en solution comme les substances minérales (sable, argiles ou limons), des matières organiques (matières organiques morts ou des végétaux en décomposition, du plancton suspendu) ou d'autres matières microscopiques qui forment un obstacle au passage de la lumière dans l'eau (RODIER et al., 2005 ; HADE, 2007).



**Figure 12:** Variations de turbidité des échantillons d'eau étudiés.

#### ➤ *Salinité :*

La salinité traduit le caractère salin de l'eau, elle varie considérablement d'une saison à une autre et d'une région à une autre.

Pour l'échantillonne 1 (eau filtré), les tenures varient entre 0,08 à 0,09 % et 0,53 à 0,55% pour l'échantillonne 2 (eau de source) et 3 (eau des citernes).

Les mesures de la salinité de l'ensemble des échantillons sont montrées des valeurs qui sont inférieures à celle exigée par la norme algérienne 1,5% d'où le caractère de la salinité de cette eau est vérifié.

La salinité correspond à la quantité de sels dissous qui sont le chlorure de sodium

(NaCl), chlorure de magnésium (MgCl<sub>2</sub>), etc. L'augmentation de la salinité reflète une augmentation en ions sodium (Na<sup>+</sup>), magnésium (Mg<sup>2+</sup>), chlorure (Cl<sup>-</sup>),... après dissociation des sels. (FIGARELLA et LEYRAL, 2002; RODIER et al., 2005).

Ces résultats sont compatibles avec celle de conductivité parce que les tenures des sels obtenue dans le mesure de salinité sont les même ions mobile qui vont assure la conductivité électrique.

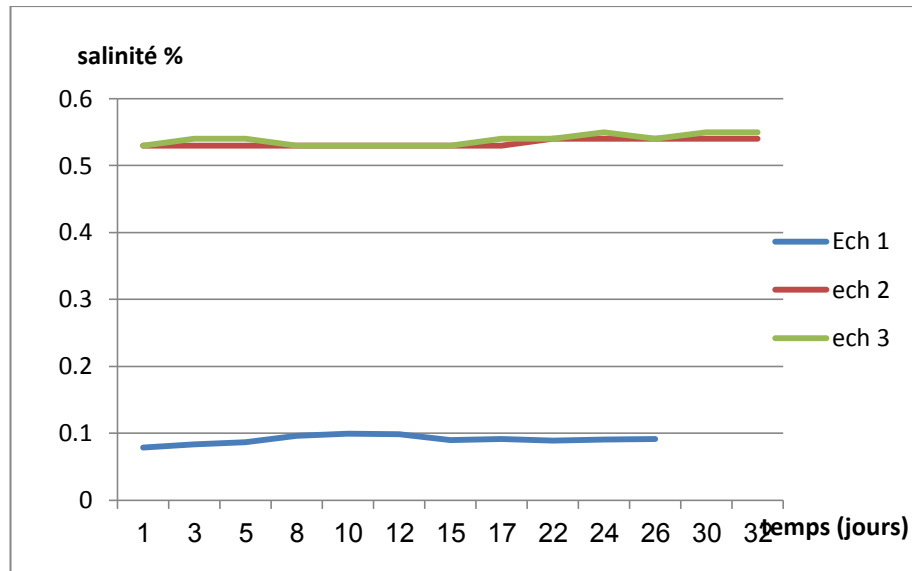


Figure 13: Variations de salinité des eaux pendant la dure d'expérience.

➤ **Autre paramètre physicochimique :**

Le tableau 9. résumant les valeurs moyennes des paramètres physicochimiques pour l'échantillon 1 .

TDS	RS	TAC	TH	CA+2	MG+2	CL-	HCo3-
78,912	320	15	32	3,200	5,833	265,513	18,30
83,264	322	35	34	5,610	4,861	264,143	42,70
86,4	330	33	32	4,809	4,861	284,343	40,26
96,192	342	41	36	4,008	6,319	275,412	43,92
99,2	340	39	38	6,412	3,347	323,419	46,4
98,56	410	42	40	9,619	3,888	320,506	51,2
89,6	430	76	50	9,619	6,319	319,331	92,72
91,52	522	81	72	10,420	11,180	332,687	98,82
88,96	600	79	74	14,428	9,235	356,593	96,4
91,072	602	77	80	14,428	10,694	360,781	93,94
91,52	705	85	84	17,635	9,722	343,855	103,70

**Tableau 9.** autre paramètre physicochimique pour l'échantillonne 1.

Le tableau 10. résumant les valeurs moyennes des paramètres physicochimiques pour l'échantillon 2 .

TDS	RS	TAC	TH	CA+2	MG+2	CL-	HCo3-
529,92	523	122	460	112,2	43,740	320,000	148,84
528,6	520	119	430	108,2	38,880	342,300	145,18
530,56	541	121	470	111,42	48,610	331,456	147,62
530,6	546	118	478	103,4	53,470	336,312	144,80
528,6	548	118	454	101,8	48,610	345,563	144,80
531,84	551	114	458	105,8	43,740	346,321	139,08
531,2	632	122	446	102,6	46,179	348,123	148,84
534,4	664	121	454	101,8	48,610	351,478	147,62
540,8	740	124	470	100,2	53,470	348,794	151,28
540,8	745	123	466	97,79	53,470	353,749	150,06
539,5	764	120	468	96,99	54,929	351,269	146,40
539,5	764	121	480	100,2	55,901	356,321	147,62
539,5	764	122	488	99,39	58,332	455,213	148,84

**Tableau 10** .autre paramètre physicochimique pour l'échantillonne 2.

Le tableau 11. résumant les valeurs moyennes des paramètres physicochimiques pour l'échantillon 2 .

TDS mg/l	RS mg/l	TAC mg/l	TH mg/l	CA+2 mg/l	MG+2 mg/l	CL- mg/l	HCo3- mg/l
531.2	523	131	560	121.04	62.706	375.056	159.82
535.04	520	136	520	118.63	54.443	356.325	165.92
536.96	541	141	544	117.83	60.762	345.456	172.02
536.96	546	142	510	119.43	52.984	337.312	173.24
535.04	548	132	526	111.42	60.276	332.563	161.04
538.24	551	145	492	108.21	53.957	331.321	176.90
537.6	632	136	488	105.81	54.443	329.123	165.92
540.8	664	132	478	102.6	53.957	328.478	161.04
547.2	740	139	476	101.8	53.957	333.794	169.58
547.84	745	137	458	98.59	51.526	331.749	167.14
545.9	764	136	458	96.19	52.984	312.269	165.92
552.32	764	141	446	96.99	49.582	320.321	172.02

**Tableau 11** .autre paramètre physicochimique pour l'échantillonne 3

**Calcium (Ca<sup>2+</sup>) :**

Elément essentiel (99% dans le squelette), le calcium doit être fourni au corps humain à raison de 0.7 à 2 g/jour. Une concentration élevée dans l'eau ne présente aucun danger pour la santé.

La réglementation algérienne indique 75 mg/l de calcium comme une valeur guide et 200 mg/l de concentration maximale.

L'analyse des 3 échantillons indique une valeur comprise dans les normes.

#### **Chlore libre (Cl<sub>2</sub>) :**

Le chlore est l'un des réactifs les plus utilisés pour la désinfection de l'eau. Il est utilisé essentiellement sous forme d'hypochlorite de sodium (eau de javel).

L'eau issue du traitement peut avoir des qualités organoleptiques inférieures à celle de la ressource surtout en cas de chloration insuffisante laissant persister des chloramines.

Les normes algériennes ne fixent aucune valeur pour ce paramètre.

#### **Magnésium (Mg<sup>2+</sup>) :**

Le magnésium est un élément indispensable à la croissance et pour la production de certaines hormones.

*Les normes algériennes ont fixé la valeur du magnésium à 150 mg/l. Les teneurs des 3 échantillons sont dans les normes indiquant une qualité bonne vers moyenne.*

#### **Bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) :**

Les normes algériennes ne fixent aucune valeur pour ce paramètre puisque quelles que soient les teneurs en bicarbonates la potabilité n'est pas affectée.

#### ***1.2. Paramètre de pollution :***

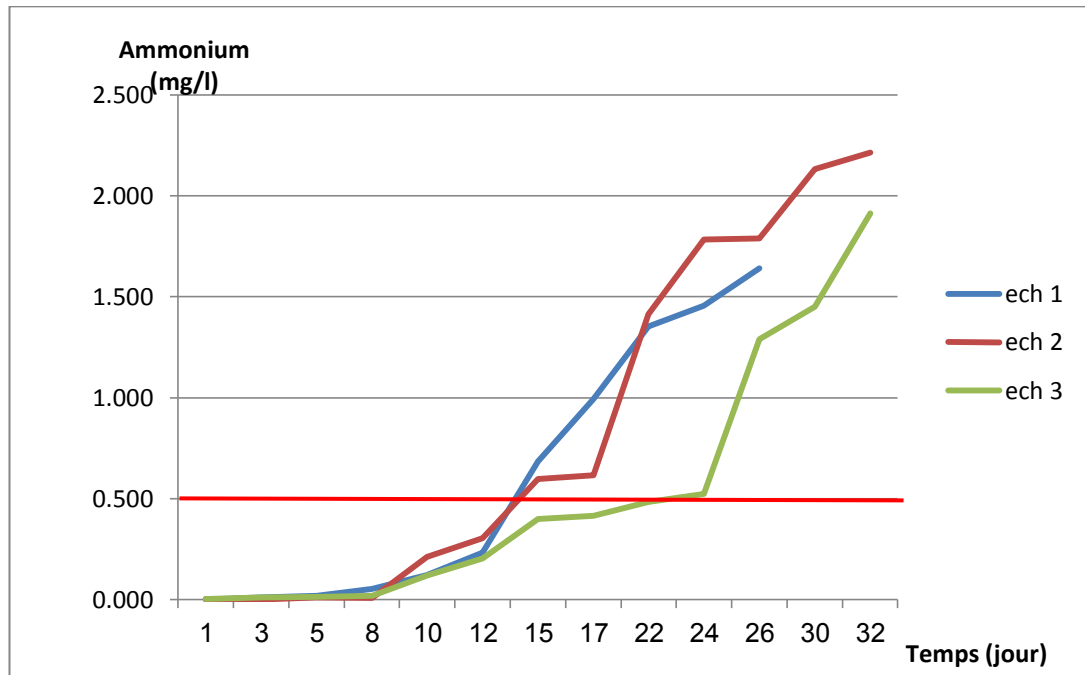
##### **➤ Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) :**

L'ammonium provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel.

La norme Algérienne indique que la concentration maximale d'ammonium est de 0,5 mg/l pour les eaux destinées à la consommation humaine.

Les résultats montrant que les valeurs d'ammonium par rapport à l'échantillon 1 et 2, sont

faible est acceptable jusqu'à le 13<sup>ème</sup> jour, puis on observe une augmentation rapide et important, l'échantillon 3 dépasse les normes après 25 jour de conservation.



**Figure 14** Variations d'ammonium des eaux pendant la dure d'expérience.

L'ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) est la forme réduite de l'azote. Il provient principalement de la décomposition des protéines naturelles contenues dans le phytoplancton et les microorganismes, sécrétion humaine et animale. Il peut être aussi issu de rejets industriels ou agricoles. Il traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique.

#### ➤ Nitrite :

Les nitrites sont les indicateurs de la pollution. Elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrates ( **Bricha et al., 2007 ; mmDégbeyet al., 2010 ; Lagnikaet al., 2014** ).

Les normes algériennes indiquent une valeur de nitrite maximale de 0.1 mg/L. (**ADE, 2019**).

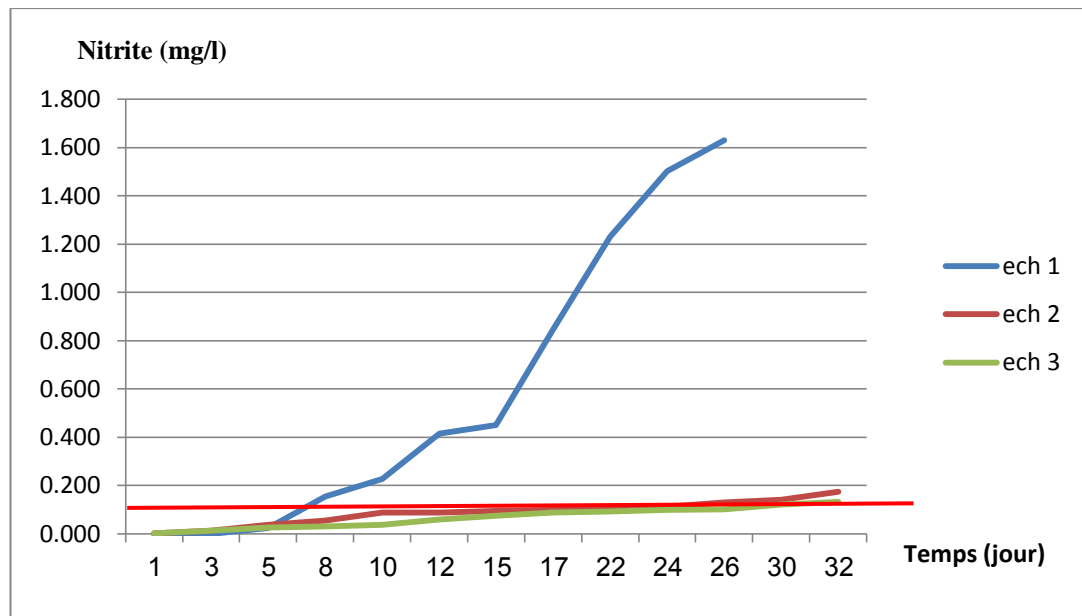
Échantillonne 1 : la tenure de nitrite varie de 0 à 0,095 mg/L jusqu'à le 7<sup>ème</sup> jour, puis il s'augmente de façon rapide avec le temps.

Échantillonne 2 : la tenure de nitrite varie de 0 à 0,099 mg/L jusqu'à le 17<sup>ème</sup> jour, puis il

continue d'augmenter légèrement.

Échantillonne 3 : la teneur de nitrite varie de 0 à 0,098 mg/L jusqu'à le 24<sup>ème</sup> jour, puis il continue d'augmenter légèrement.

La figure(16) montre la variation des teneurs en nitrites dans les 3 échantillons durant l'expérience.



**Figure 15.** Variations du nitrite des échantillons d'eau étudiés durant l'expérience.

D'après les études de (Dégbey et al., 2010 ; Bricha et al., 2007 ; Lagnika et al., 2014), la pollution nitrique des eaux souterraines serait due aux déchets des animaux, au fumier ou aux engrais chimiques utilisés dans la fertilisation des terres agricoles avoisinantes aux puits.

On justifier la teneur élevée de nitrite dans l'échantillonne 1 (eau filtré) par les additifs chimique ajouté avant la filtration d'eau (anti scalant) qui permet d'augmenter la solubilité des sels calcaires (carbonate et sulfate) .

#### ➤ Nitrate

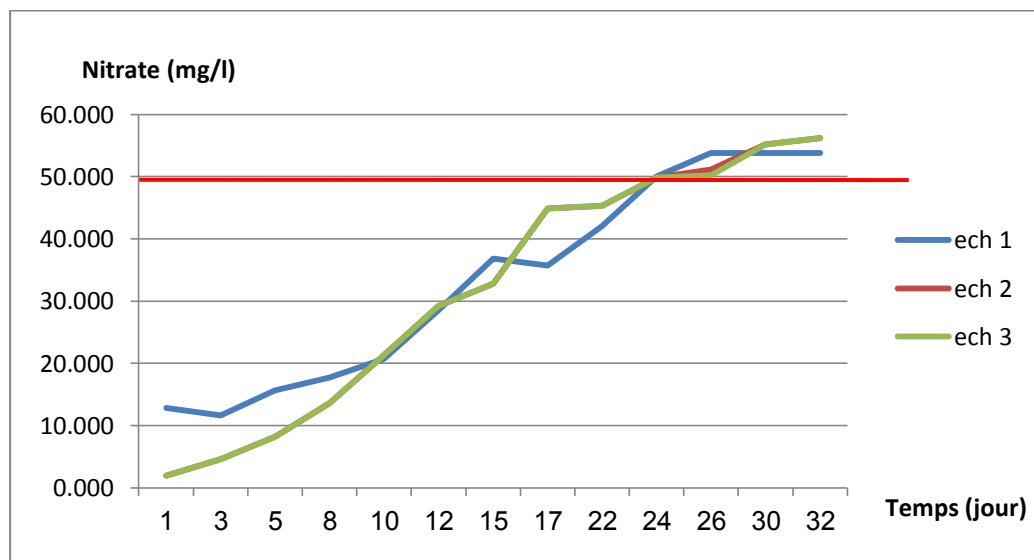
Les normes algériennes indiquent une valeur de nitrite maximale de 0.1 mg/L (ADE, 2011).

Pour les 3 échantillons la teneur de nitrate s'augmente progressivement avec le temps :

L'échantillonne 1 a une valeur initial de 12,786 mg/l , qui signifie un eau de qualité moyenne jusqu'à le 10<sup>ème</sup> jour , ensuite de qualité mauvaise (après 20 jours ) ,puis il dépasse les normes acceptables après 24 jours.

L'échantillonne 2 et 3 ont une valeur initial acceptable de 1,911 mg/l , qui signifie un eau de qualité bonne jusqu'à le 7<sup>ème</sup> jour , ensuite de qualité moyenne (10<sup>ème</sup> jour ) ,une qualité mauvaise durant le

16<sup>ème</sup> jour, puis il dépasse les normes acceptables après 24 jours.



**Figure 16.** Variations du nitrite des échantillons d'eau étudiés durant l'expérience

La concentration en nitrate dans les eaux souterraines est normalement basse, mais peut atteindre des niveaux élevés en raison de l'écoulement agricole, l'écoulement de décharge d'ordures, ou de contamination avec les déchets des animaux ou des humaines. ( **SARI Hassiba , 2014 .** )

Les nitrates pourraient provenir de la minéralisation de la matière organique (origine naturelle), des activités agricoles (engrais azotés) et des eaux usées domestiques (origine anthropique).

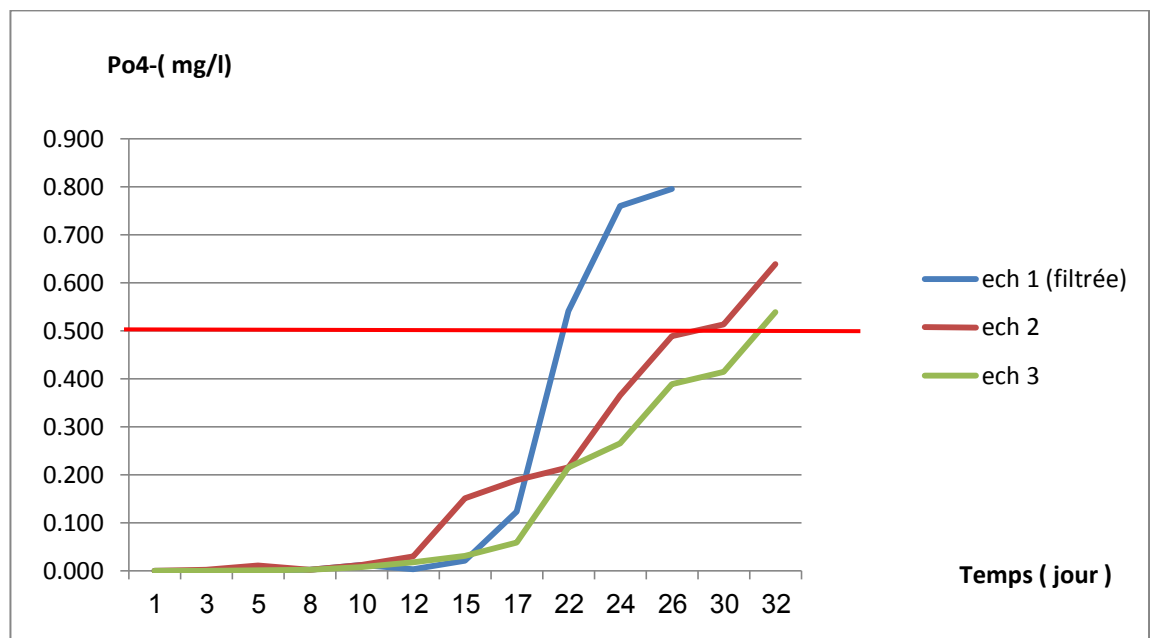
➤ **Phosphate (  $PO_4^{3-}$  ) :**

Les phosphates pourraient avoir une origine naturelle (phosphate calcique) et/ou anthropique (engrais, détergents).

Pour les 3 échantillons la teneur de phosphate s'augmente progressivement avec le temps :

Dès les 12 premiers jours, la teneur en phosphate varie entre 0 mg/l à 0,018 mg/l donc une bonne qualité d'eau pour les 3 échantillons, puis pour l'échantillon 1, on remarque une augmentation importante et très rapide depuis le 15<sup>ème</sup> jour jusqu'à celle atteinte la valeur maximale de 0,5 mg/l pendant des 20<sup>ème</sup> jour.

L'échantillon 2 atteint la valeur maximale après 27 jours, et la 3<sup>ème</sup> échantillon après 31 jours de conservation.



**Figure 17.** Variations du phosphate des échantillons d'eau étudiés durant l'expérience.

### I.3.Paramètres bactériologique:

La qualité microbiologique des eaux présente un facteur important lors de l'étude de sa potabilité, pour cela on a procédé à la recherche de différents groupes bactériens susceptibles de contaminer les eaux de consommation.

les résultats sont présentés dans ce tableau :

		<i>Échantillon 1</i>	<i>Échantillon 2</i>	<i>Echantillonne 3</i>
		<i>Eau filtré</i>	<i>Eau de source</i>	<i>Eau des citernes</i>
<b>Germes Totaux à 37 C°</b>	<i>Absence</i>	<i>(1<sup>er</sup>-22<sup>ème</sup> jour )</i>	<i>(1<sup>er</sup>-16<sup>ème</sup> jour )</i>	<i>(1<sup>er</sup>-30<sup>ème</sup> jour )</i>
	<i>Présence</i>	<i>(après 23<sup>ème</sup> jour ) Non acceptable</i>	<i>(après 17<sup>ème</sup> jour )</i>	<i>(après 31<sup>ème</sup> jour ) Non acceptable</i>
Coliformes Totaux	<i>Absence</i>	<i>(1<sup>er</sup>-22<sup>ème</sup> jour )</i>	<i>Non acceptable (1<sup>er</sup>-28<sup>ème</sup> jour )</i>	<i>Tout la durée de conservation</i>
	<i>Présence</i>	<i>(après 23<sup>ème</sup> jour ) acceptable</i>	<i>(après 29<sup>ème</sup> jour ) acceptable</i>	<i>/</i>
Coliformes fécaux	<i>Absence</i>	<i>(1<sup>er</sup>-22<sup>ème</sup> jour )</i>	<i>Tout la durée de conservation</i>	<i>Tout la durée de conservation</i>
	<i>Présence</i>	<i>(après 23<sup>ème</sup> jour ) acceptable</i>	<i>/</i>	<i>/</i>
streptocoques fécaux	<i>Absence</i>	<i>(1<sup>er</sup>-25<sup>ème</sup> jour )</i>	<i>Tout la durée de conservation</i>	<i>Tout la durée de conservation</i>
	<i>Présence</i>	<i>(après 26<sup>ème</sup> jour ) acceptable</i>	<i>/</i>	<i>/</i>
Spore sulfito- réducteurs	<i>Absence</i>	<i>Tout la durée de conservation</i>	<i>Tout la durée de conservation</i>	<i>Tout la durée de conservation</i>

**Tableau 12:** présence ou absence des germes pendant la durée d'expérience.

#### **Germes Totaux à 37 C°**

D'après les résultats obtenus, nous constatons que le nombre des germes totaux à 37C° pour les échantillons étudiés est inférieur à celui exigé par les normes de l'organisation

mondiale de la santé (OMS) dans l'intervalle de 1<sup>er</sup>-22<sup>ème</sup> jour pour l'échantillon 1, (1<sup>er</sup>-16<sup>ème</sup> jour) pour l'échantillon 2 et (1<sup>er</sup>-30<sup>ème</sup> jour).

Après les périodes mentionnés précédemment, l'eau devient inconsommable et de très mauvaise qualité constitue un danger pour la santé.

### **Coliformes Totaux**

Les Coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale et sont cependant très utiles comme indicateurs de l'efficacité du traitement, de l'intégrité du réseau de distribution ainsi que comme indicateurs de la décroissance bactérienne après traitement. Les coliformes totaux dans les stations sont conformes aux normes OMS. Ceci est en relation de l'absence des rejets industrielles.

Les valeurs trouvées dans les trois échantillons sont acceptables pendant toute la durée de conservation.

### **Streptocoques Fécaux**

Les Streptocoques fécaux sont des aérobies-anaérobies facultatifs faisant partie des indicateurs de contamination fécale mais plus résistants dans le milieu extérieur que les coliformes.

On a enregistré une présence dans l'échantillon 1 (après 26<sup>ème</sup> jour) de valeur acceptable et une absence totale pendant toute la durée de conservation pour les échantillons 2 et 3.

### **Spore sulfito-réducteurs**

Les spores de micro-organismes anaérobies sulfito-réducteurs (clostridia) sont largement répandues dans l'environnement. Elles sont présentes dans les matières fécales humaines et animales, ainsi que dans les eaux usées et le sol. C'est pourquoi on a enregistré une absence totale dans les trois échantillons d'eau potable pendant toute la durée de conservation.

### Discussion

Les changements de température agissent sur l'équilibre d'ionisation de tout acide et bas faibles présent dans l'eau, ils provoquant la dissociation de l'eau ( $H^+$  et  $OH^-$ ) donc un effet direct sur la conductivité électrique.

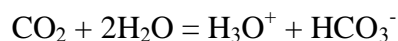
La figure 9 présente que les variations de température sont en augmentation ce qui résulte l'augmentation de la conductivité dans la figure 11.

Le pH se définit par la mesure des ions hydrogène  $H^+$ , c'est pour quoi on observe des variations importantes tout au long de la durée d'expérience. Donc plus la température augmente plus la dissociation d'eau résulte plus le pH varie.

L'échantillon 1 (eau filtré) dans la figure 10, présente des perturbations considérables par rapport aux échantillons 2 (eau de source) et l'échantillon 3 (eau des citernes), à cause de plusieurs facteurs opposés comme :

- système de filtration (filtre à charbon) :

La filtration par le charbon actif est une étape essentielle pour retenir les matières organiques et aussi l'ordure désagréable mais les atomes résiduels de charbon produisent la réaction suivante :



Donc cela produit des ions  $H_3O^+$  supplémentaires et par conséquent le pH diminue.

Le développement des micro-organismes induit la minéralisation de la fraction des matières organiques en ammonium.

L'ammonium présent dans l'eau sera oxydé par ces bactéries en nitrite qui sera oxydé à son tour en nitrate qui est toxique pour l'organisme, ces valeurs rendent l'eau polluée et impropre à la consommation.

# **Conclusion**

### Conclusion

L'eau est une source de vie peut devenir source de maladie lorsque sa qualité se dégrade. En effet, après son utilisation l'eau se charge en divers éléments modifiant ses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. Les volumes d'eaux usées sont essentiellement importants dans les zones urbaines en raison de la croissance démographique. Celle-ci engendre des besoins sans cesse croissants en eau potable.

La présente étude s'inscrit dans le cadre de la protection de la santé humaine, par la détermination de leur durée de conservation, en envisageant le contrôle de la qualité physicochimique et microbiologique des échantillons d'eaux destinées à la consommation humaine. Les trois catégories consommables dans la wilaya d'El-oued sont, l'eau filtrée, de sources et l'eau des citernes.

Dans les résultats obtenus, les paramètres physico-chimique analysés; le pH, température, la conductivité électrique, salinité, le chlorure, la dureté total et le calcium; sont conformes à la réglementation nationale en matière de potabilité pour les eaux analysée pendant tout la durée de conservation (32 jour).

Alors que le paramètre de pollution tell que la turbidité, ammonium, nitrite, nitrate, phosphate, et les analyses bactériologiques, ont limité la durée de conservation par des changements néfaste qui dépassent les normes algériennes et affectent la potabilité d'eau.

Donc on a obtenue une durée de conservation estimé par 7 jours pour l'eau filtrée qui présente des changements néfastes et non acceptables dans les valeurs de nitrite qui est toxique, l'eau de source développe des changement affectent la potabilité après 13 jours due à les tenures d'ammonium, et 24 jours est la durée de conservation de l'eau des citernes avant que la valeurs de nitrate dépasse les normes recommandé.

En conséquence, les conditions environnementale, les maitres des citernes de distribution, les citernes du stocke dans les maisons, les pratique d'hygiène et plusieurs autre facture peuvent affecte la durée de conservation, ce qu'il faut faire attention pour toute ce que peut jouer un rôle dans le changement néfaste de l'eau.

# **Références Bibliographiques**

## Références Bibliographiques

---

- **ADE** , (2011) , Norme de qualité d'une eau de boisson.
- **AFNOR**. (1975). Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO5) : NF T90-103 Décembre.
- **Ahoussi K.E., Koffi Y.B., Kouassi A.M., Soro G., Biemi J., (2013)**. Evolution spatio-temporelle des teneurs en nitrates des eaux souterraines de la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire), International Journal of Pure & Applied Bioscience, Vol 1, N° 3, PP:45-60.
- **Aka N., Bamba S.B., Soro G., Soro N., (2013)**. Etude hydrochimique et microbiologique des nappes d'altérites sous climat tropical humide : Cas du département d'Abengourou (Sud-Est de la Cote d'Ivoire), Larhyss Journal, N°16, P31- 52.
- **ANDI** . ( 2015 ) Agence Nationale d'Intermédiation , wilaya d'El Oued.
- **ANRH**, (2000). Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.
- **Amadou H., Laouali M.S., Manzola A., (2014)**. Analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux de trois aquifères de la région de Tillabery : application des méthodes d'analyses statistiques multi variées, Larhyss Journal, N° 20, PP:25-41.
- **Aminot A., Chaussepiéd M . (1983)** . Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Cnexo : 395p.
- **Anonyme**. (2003). Etudes d'assainissement des eaux résiduaires, Pluviales et d'irrigation. 131p
- **ARMAND L., (1996)** . Mémento technique de l'eau. Edition : Tec et Doc. P37.
- **AROUA, A. (1994)**. L'homme et son milieu. Edition société national. Alger, 73-85p.
- **AYAD , W . (2017)** . Evaluation de la qualité physico-chimique et Bactériologique des eaux souterraines : cas des Puits de la région . Thèse . Ing . Microbiologie Appliquée. Univ. BADJI MOKHTAR –ANNABA.p09.
- **BÉDARD, E., M., ( 2016)**. PRÉVOST et E. DÉZIEL. Pseudomonas aeruginosa in Premise Plumbing of Large Building, Microbiology Open, Doi :10.1002/mbo3.391.
- **BEKKOUCHE W. ,BEY O ., H. ( 2014)**. Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux destinée a l'irrigation: cas de la commune de taghzout- el – Oued . Mém. Ing . Biochimie appliqué . Univ. D'EL-OUED.p7-8.
- **BOEGLIN, J. C. (1991)**. Contrôle des eaux douces et de consommation humaine . Article. Toute reproduction sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie est strictement interdite, « Environnement Industriel », Colmar. P24.
- **BONNIN J., (1982)**. Aide-mémoire d'hydraulique urbaine. Edition. Eyrolles. P : 23- 24- 27-32-33

## Références Bibliographiques

---

- **Bosca C., (2002).** Groundwater law and administration of sustainable development ; Mediterranean Magazine, Science Training and Technology, N° 2, P 13-17.
- **Boubekeur H., (2014).** Qualité physico-chimique de l'eau dessalée et traitée par la station de dessalement de l'eau de mer de souk TLATA Mém. Ing. Alimentation et Nutrition. Uni ABOU BE KR BELKAID TLEMCEN. P43-44 .
- **BOUDEAL., DJOUID, H. (2003).** Pollution de l'Oued boussellem par les eaux usées urbaines et industrielles et impact de leur utilisation dans l'irrigation. Thèse ing, des écosystèmes universitaires, Stif.6-13p
- **BOUDEAL., DJOUID, H. (2003).** Pollution de l'Oued boussellem par les eaux usées urbaines et industrielles et impact de leur utilisation dans l'irrigation. Thèse ing, des écosystèmes universitaires, Stif. 6-13p.
- **BOURGEOIS C.M., MESCLE J.F., (1996).** Microbiologie alimentaire: aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Edition Lavoisier .P : 5-6.
- **BOURGEOIS C.M., MESCLE J. F.et ZUCCA J., (1991).** Microbiologie alimentaire: aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments : Tome 1 .Edition Lavoisier .Tec et Doc .P: 260- 261.
- **Bouziani M., (2000).** L'eau de la pénurie aux maladies, Edition ibn khaldoun,247p.
- **BOUZIANI, M. (2000).** L'eau de la pénurie aux maladies. Edition IBN-Khaldoun Oran. 247p
- **BOUZIANI, M. (2000).** L'eau de la pénurie aux maladies. Edition IBN-Khaldoun Oran. 247p .
- **BRASILIA. (2013).** Manuel Pratique D'analyse De L'eau . Fondation Nationale de la Santé, 4ème édition . FUNASA Brésil . p150.
- **Bricha S., Ounine K., Oulkheir S., El Haloui N., Attarassi B., (2007).** Etude de la qualité physicochimique et bactériologique de la nappe phréatique M'nasra (Maroc) , Afrique Science, vol 3, PP: 391 –404.
- **CARDOT C., (1999).** Les traitements de l'eau: procédés physico-chimiques et biologiques, cours et problèmes résolus: génie de l'environnement. EditionElipses.P71
- **CE. (2011).** Commission Européenne. L'eau, une ressource pour la vie, Comment la directive-cadre sur l'eau contribue à protéger les ressources de l'Europe Luxembourg: Office des publications de l'Union européenne p25
- **Centre d'Information sur l'Eau (CIE)., (2013).** Le cycle naturel de l'eau, le mercredi 7 août 2013, p6.

## Références Bibliographiques

---

- **Centre d'expertise en analyse environnementale (2016)** , Recherche et dénombrement de Staphylococcus aureus : méthode par filtration sur membrane ; MA. 700 – STA 1.0, Rév. 5, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques,p05.
- **CHEVALIER P., (2003)a.** Coliformes totaux. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de santé publique du Québec, p4.
- **CIFFQE. (2011).** Conseil interministériel fédéral de formation sur la qualité de l'eau Qualité de l'eau 101: introduction aux microsystemes d'approvisionnement en eau potable Manuel version1.1.
- **COULAIS J .M., (2002).** Qualité des eaux et normes de potabilité en deux serves. Édition. desateliers.
- **Craaq. (2003)** . Guide de production des annuelles en caissettes 313 11- Peterson, H.G. Water quality and Micro-irrigation for Horticulture, Agriculture et Agroalimentaire Canada [http://www.agr.gc.ca/pfra/water/microirr\\_e.htm4p](http://www.agr.gc.ca/pfra/water/microirr_e.htm4p).
- **DANIEL, R. (2012).** Biologie. Ed. Daho livre, Paris, 741p
- **Degbey C., Makoutode M., Fayomi B., Brouwer C., (2010).** La qualité de l'eau de boisson en milieu professionnel à Godomey au Bénin, J Int Santé Trav, Vol 1, PP : 15- 22 .
- **Dégrémont ., (1984).** 9<sup>ème</sup> Edition . Tome1.
- **Dib I., (2009).** L'impact de l'activité agricole et urbaine sur la qualité des eaux souterraines de la plaine de Gadaine- Ain Yaghout (Est Algérien), Mémoire de magister en hydraulique, construction hydro-technique et environnement, faculté des sciences de l'ingénieur, département d'hydraulique, Université Hadj Lakhdar, Batna, p 127.
- **DUGUET, J. P., BERNAZEAU, F., CLERET, D., GAID, A., LAPLANCHE, A MOLES, J., MONTIEL, A., RIOU, G., SIMON, P. (2006).** Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine. 1<sup>er</sup> édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'environnement).
- **DUPONT A., (1974).** Hydraulique urbaine. « Hydrologie, captage et traitement des eaux ».Tome 1.3<sup>ème</sup> édition: Eyrolles. Paris .P:26-28-34-64
- **EDBERG R., RACZYNSKI M., PROST J.C. et ELMUR T., (2000).** Aide à la fiabilisation de l'eau potable en milieu rural. Aspect techniques etfinanciers .Oleau , France .P : 5
- **EDBERG S. C., RICE E. W., KARLIN R. J., ALLEN M. J., (2000).** Escherichia

## Références Bibliographiques

---

coli: the best biological drinking water indicator for public health protection. Journal of Applied Microbiology, n°88:106-116.

- édition: Masson.P523

- **EL HAISSOUFI H., BERRADA S., MERZOUKI M., AABOUCH M., BENNANI L., BENLEMLIH M., IDIR M., ZANIBOU A., BENNIS Y., EL OUALI LALAMI A., (2011).** Pollution des eaux de puits de certains quartiers de la ville de Fès, Maroc. Rev. Microbiol. Ind. San et Environn. Vol 5, N°1:37-68.

- **Fakihlanjri A., Brigui J., ElCadi A., Khaddor M., Salmoune F., (2014).** Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de Tanger, Journal de Matériel et Science de l'Environnement, Vol 5, N° S1, PP : 2230- 2235 .

- **FIGARELLA J., LEYRAL G., (2002).** Analyse des eaux: Aspects réglementaires et techniques. Ed. Scérén CRDP d'Aquitaine, Paris, p36.

- **GAUJOUS, D. (1995).** La pollution des milieux aquatique. aide-mémoire. Edition technique et Documentation Lavoisier, P220.

- **GAUJOUS, D. (1995).** La pollution des milieux aquatique. aide-mémoire. Edition technique et Documentation Lavoisier, P 220.

- **Hade A., (2007).** Nos lacs : Les connaître pour mieux les protéger, Edition Fides , Bibliothèque national du Québec, Canada, 27p.

- **HAMOUGA K . , MEDILA S . ,(2017).** Contribution à l'étude les caractéristiques physico- chimiques, bactériologiques et microalgales des eaux usées dans une station de traitement des eaux polluées Mém. Ing . Biochimie appliqué . Univ. D'EL-OUED p56.

- **HASLAYC.etLECELERH.,(1993).** Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition : Tec et Doc .Lavoisier . Paris : 101-107.

- **Henri L., (2012).** L'eau Potable, Édition réimprimée, 190p.

**Himmin N., Fekhaoui M., Foutlane A., Bourchic H., El mmaroufy M., Benzout T., Hasnaoui M. (2003).** Relazione plankton-parametrifisicichimici in un bacino di maturazione (laguna di Beni Slimane . Morocco. Rivista Di Idrobiologia. Università degli studi di Perugia, Department di Biology Animal ed Ecology laboratorio Di Idrobiologia "G.B. Grassi", 110–111p.

- **IBMP ,(2012) Institut de biologie moléculaire des plantes**

- **John P., Donald A., (2010).** Microbiologie, 3<sup>ème</sup> Édition, 1216 p.

- **JORA, (2009).** Le décret exécutif n° 09-414. Journal Officiel de la République Algérienne N°75, décembre 2009, Alger : 10-1520.

- **Kassim ; C. (2005).** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des

## Références Bibliographiques

---

puits de certains quartiers du district de Bamako

- **KEMMER F., (1984).** Manuelle de l'eau .Edition : Lavoisier technique et documentation. P: 95- 96-112.
  - **KETTAB A., (1992).** Traitement des eaux. Les eaux potables. Edition: Office des Publications Universitaires. Alger: 4. P 118-111-123.
  - **Kirkpatrick k., Fleming E ., (2008).** La qualité de l'eau, ROSS TECH 07/47, 12p.
  - **LADJEL, F. (2006).** Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02 Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumer des,p80
  - **LADJEL, F. (2006).** Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02 Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA-Boumerdes,p80
  - **Lagnika M., Ibikounle M ., Montcho J.C., Wotto V.D., Sakiti N.G., (2014).** Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des puits dans la commune de Pobè (Bénin, Afrique de l'ouest), Journal of Applied Biosciences, N°79, PP:6887–6897.
  - **LEPELTIER S., (2005).** Un bon état écologique des eaux.
  - **LEVALLOIS P., (2003).** Bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies facultatives. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de santé publique du Québec, 3p.
  - **LOUNNAS, A. (2009).** Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station hamadi-kroma de skikda. Mémoire de Magister en chimie, université du 20 Aout 1955 Skikda.
  - **MARGAT J., (1992).** L'eau dans le bassin méditerranéen. Situation et perspective Edition: Harmattan.
  - **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), HydroécolApplied, P 77–97 .
  - **MUSY, A., HIGY, C. (2004).** Hydrologie: une science de la nature (1ere éd). Presse polytechniques et universitaires romandes. Amazon, France.
  - **MUSY, A., HIGY, C. (2004).** Hydrologie: une science de la nature (1<sup>er</sup> éd). Presse polytechniques et universitaires romandes.Amazon,France. **RODIER, J.(1996).**
- L'analyse de l'eau: Eaux naturelles,Eauxrésiduares, Eau de mer.6<sup>ème</sup> édition: Dunod, Paris. 557-570p et968-1079p.
- **Nouayti N., Khattach D., Hilali M., (2015).** Evaluation de la qualité physico-chimique

## Références Bibliographiques

---

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.

- **OMS, (2004).** Directives de qualité pour l'eau de boisson. 3<sup>ème</sup>, édition, Vol. 1. Directives. Ed. Organisation mondiale de la sante, Genève, 110p.
- **OMS., (2005).** Célébration de la décennie internationale d'action : L'eau source de vie Journal mondial de l'eau 2005, Guide de sensibilisation, Genève, Suisse ,2005-2015, p34.
- **OMS (W.H.O.): WORLD HEALTH ORGANISATION. (2006).** Guidelines for Drinking water Quality, first addendum to third edition, Volume 1 Recommendations.
- **Health Organisation. PAUL, L. (2010).** Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Analyses physico-chimiques, nutriments. L'environnement pratique n°1005. Office fédéral de l'environnement, Berne. 44p
- **PAUL, L. (2010).** Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. Analyses physico-chimiques, nutriments. L'environnement pratique n°1005. Office fédéral de l'environnement, Berne. 44p.
- **PERRY, J. (1984).** Microbiologie: cours et question de révision. Edition Dunod. Paris
- **POMEROL C. et RENARD M., (1997).** Élément de géologie. 11<sup>ème</sup>
- **RADOUX, M. (1989).** Epuration des eaux usées par Hydrosère reconstituée. Tribune de l'eau 42(8): 62-68.
- **REJSEK, F. (2002).** Analyse des eaux. aspect réglementaire et techniques, Tome I .Edition Scrérén CRDPA quitaine, Bordeaux. 71, p144.
- **ROBERT H., (1999).** Qualité microbiologique des eaux brutes distribuées par BRL: exigences et conception d'un suivi adapté. Mémoire d'ingénieur en génie sanitaire, Ecole nationale de la santé publique, Languedoc-Roussillon, Rhône-Catalogne, 80p.
- **Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L., (2005).** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico- chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris, 1384 p.
- **Rodier J., Legube B., Merlet N. (2009).** L'analyse de l'eau, 9<sup>ème</sup>, p.1579 édition, Ed. Dunod
- **RODIER, J. (1996).** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 6<sup>ème</sup> édition: Dunod, Paris. 557-570p et 968-1079p.
- **RODIER, J. (1996).** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 6<sup>ème</sup> édition: Dunod, Paris. 557-570p et 968-1079p .
- **RODIER, J. (1984).** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer 7e

## Références Bibliographiques

---

Édition, DUNOD, Bordas, Paris, 134p

- **RODIER, J., BAZIN, C., BROUTIN, J. P., CHAMBON, P., CHAMPSAUR, H**
- **RODIER, J., BAZIN, C., BROUTIN, J. P., CHAMBON, P., CHAMPSAUR, H.,**
- **ROLIL. (2005).** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8<sup>ème</sup> édition. Dunod, Paris. 1383p .
- **ROLIL. (2005).** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8<sup>ème</sup> édition. Dunod, Paris. 1383p.
- **SARI, H. (2014).** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source «Attar » (Tlemcen). Mém. Ing . sciences des aliments. Univ.ABOU-BEKR BELKAID TLEMCEN .p49.
- **SARI, H. (2014).** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source «Attar » (Tlemcen). Mém. Ing . sciences des aliments. Univ.ABOU-BEKR BELKAID TLEMCEN .p51 .
- **SARI, H. (2014).** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source «Attar »(Tlemcen).
- **SIDIKI, A. M. (2005).** Qualité organoleptique de l'eau dans la ville de Bamako :évaluation saisonnière. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Bamako. Mali. P20
- **SLIMANI, R. (2003).** Contribution à l'étude hygiénique des caractères physico-chimique des eaux usées de la cuvette d'Ouargla et leur impact sur la nappe phréatique Mém. Ing. Eco et Env. Ecosystème steppique et saharien. Uni d'Ouargla. p85.
- **THOMAS, O. (1955).** Météorologie des eaux résiduaires. Tec et Doc, Ed Lavoisier Cedeboc, p 135-192.
- **Travel A., (2006).** Attention à la qualité de l'eau de boisson, Réussir Aviculture, Nov., N° 121, PP :21-23.
- **Valverde A.L., (2008).** Comprendre le cycle de l'eau, bulletin de l'OMM, Vol 57,N°3,p55.
- **VILAGINES, R. (2003).** Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. 2eme Edition : Tec et Doc. Lavoisier. P: 3- 187.
-

## RESUME

Pour apprécier la qualité des eaux destinées à la consommation humaine et leur date limite des conservations dans la vallée du Souf, un contrôle physico-chimique et microbiologique a été réalisé sur des échantillons d'eau prélevés à partir de station de filtration, une source naturelle et des citernes distributeurs de l'eau. L'échantillonnage a été effectué en Février 2019. Les résultats obtenus, montrent que: les paramètres physico-chimique analysés; le pH, température, la conductivité électrique, salinité, le chlorure, la dureté total et le calcium; sont conformes à la réglementation nationale en matière de potabilité pour les eaux analysée pendant tout la durée de conservation (32 jour). Alors que le paramètre de pollution ont limité la durée de conservation par 7 jours pour l'eau filtrée, l'eau de source 13 jours et 24 jours est la durée de l'eau des citernes.

**Mots clés :** Vallée du Souf, Eau de consommation, eau potable, qualité des eaux, eau filtrée.

## Abstract

To assess the quality of the water intended for human consumption and the deadline for conserving it in OuedSouf, a physico-chemical and microbiological control was carried out on water samples taken from a filtration station, a natural source. and cisterns dispensing water. The sampling was carried out in February 2019. The results obtained show that: the physicochemical parameters analyzed; pH, temperature, electrical conductivity, salinity, chloride, total hardness and calcium; comply with the national regulations for water potability analyzed throughout the shelf life (32 days). While the pollution parameter has limited the shelf life by 7 days for filtered water, the 13 day and 24 day spring water is the duration of the tank water .

**Key words :** Ouedsouf , consumption water . potable water . quality of the water . filtered water .