



République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة زيان عاشور-الجلفة  
Université Ziane Achour -Djelfa  
كلية علوم الطبيعة والحياة  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
قسم العلوم الفلاحية والبيطرية

Département des Sciences Agronomiques et vétérinaires

**Projet de fin d'étude**  
En vue de l'obtention du Diplôme de Master  
Spécialité : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Thème

**Evaluation de la qualité physicochimique et  
microbiologique de l'eau consommée au site de  
l'université Ziane Achour de Djelfa.**

Encadreur :

**Dr. REBHI** Abdelghani Elmahdaoui

Présenté par :

**M<sup>elle</sup> AZLAOUI** Saida

**M<sup>elle</sup> ZENATI** Naima

Soutenue devant le jury composé de :

**Président : M. MEBARKI A.**, Maître Assistant A, (UZAD).

**Encadreur : Dr. REBHI A.**, Maître de Conférences B, (UZAD)

**Examineur : Dr. MOSTEFAOUI A.**, Maître de Conférences A, (UZAD)

**Examineur : M. KHALED K.Y.**, Maître Assistant A, (UZAD)

2018/2019

## *Dédicaces*

*À Mes Très Chers Parents qui m'ont offert la plus belle chance de la vie qui est celle d'étudier, en témoignage de mon éternelle reconnaissance et de mon affection.*

*À Ma Très Cher Mère «ZOHRA» qui a toujours veillé sur moi.*

*À Mon Très Cher Père «CHEIKH» qui m'a toujours guidé.*

*À ma grand-mère et mon grand-père.*

*À Mes Frères et sœurs : Saïda, Larbi, Siham, Abdelhamid, Hafsa  
Hadjer*

*À toute la famille ZENATI*

*À tous mes amies surtout les plus chères : Zahira, Fatna, Sara, Houda, Naima,  
Samiha, Houria, Khiera, Imane, Hanane, Hada,*

*À Tous mes collègues de Master Agroalimentaire et contrôle de qualité.*

*À tous ceux celles qui m'aiment et que j'aime.*

**ZENATI NAIMA**

*Dédicaces*

*A mes très chers regrettés parents,*

*Que Dieu tout puissant les accueille dans son vaste  
paradis.*

*Saida AZLAOUI*

## Remerciements

Avant tout, nous commençons par remercier **ALLAH** le tout puissant, de nous avoir donné la santé, la patience, la volonté et le courage pour réaliser ce travail.

Nous voudrions remercier en tout premier lieu notre encadreur **Dr. REBHI Abdelghani Elmahdaoui**, Maitre de Conférences "B", de l'Université Ziane Achour de Djelfa, pour avoir accepté d'encadrer ce travail, pour ses encouragements durant toute notre carrière, ses orientations, sa confiance, sa gentillesse et surtout son ouverture d'esprit.

Nous remercions **M. MEBARKI Abdelwahab** d'avoir accepté de présider le jury de notre soutenance, ainsi que les examinateurs **Dr. MOSTEFAOUI Abdallah** et **M. KHALED K. Y.** d'avoir l'amabilité d'examiner notre travail.

Nos remerciements s'adressent également à **M<sup>elle</sup> BENCHERIK Salma**, **M<sup>elle</sup> BENCHERIK Nassiba** et **M<sup>elle</sup> DAHMANI Zineb**, du laboratoire des analyses bactériologique dépendant de la direction de la santé de Djelfa, de nous avoir accueillies et aidées pour la réalisation de ce travail.

Nous tenons aussi à remercier notre collègue **M. HABCHI Samir** de nous avoir accueillis au niveau de son poste au laboratoire ADE de Djelfa.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin d'avoir achevé ce travail.

# Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale ..... 1

## Chapitre 01 : Etude bibliographique

I. Généralités sur l'eau.....	4
1.1- Définition de l'eau.....	4
1.2- Le cycle de l'eau.....	4
1.3- La molécule de l'eau .....	5
1.4- Valeur de l'eau potable.....	5
1.5- Origine de l'eau.....	6
1.5-1- Les différents types d'eaux destinées à la consommation humaine .....	6
1.5-1-1- Eaux de surfaces .....	6
1.5-1-2- Eaux souterraines .....	6
1.6- Les maladies à transmission hydrique .....	6
1.6-1- Les maladies d'origine bactérienne.....	8
1.6-1-1- Le choléra.....	8
1.6-1-2- La fièvre typhoïde.....	8
1.6-1-3- La gastro-entérite.....	8
1.6-1-4- La dysenterie.....	9
1.6-2- Les maladies d'origine virale.....	9
1.6-2-1- L'hépatite A .....	9
1.6-2-2- La poliomyélite.....	9
1.6-3- Les maladies d'origine parasitaire.....	9
1.7- Les normes des eaux de consommation.....	10
1.7-1- Définition d'une norme .....	10
1.7-1-1- Les paramètres microbiologiques.....	10
1.7-1-2- Les paramètres physicochimiques.....	10
1.8- Propriétés de l'eau.....	11
II- Qualité de l'eau .....	12
2-1- Paramètre de l'eau potable .....	12
2-1-1- paramètres physicochimiques .....	12
2-1-1-1- La température .....	12
2-1-1-2- Le potentiel d'hydrogène (pH).....	12
2-1-1-3- La turbidité .....	12
2-1-1-4- La conductivité électrique .....	13
2-1-1-5- La matière solide dissoute totale (TDS) .....	13
2-1-1-6- Salinité.....	14
2-1-1-7- L'ion de calcium (Ca <sup>2+</sup> ) .....	14
2-1-1-8- L'ion de magnésium (Mg <sup>2+</sup> ) .....	14
2-1-1-9- Les chlorures .....	14
2-1-1-10- Les nitrates .....	14
2-1-1-11- Les nitrites .....	15

2-1-1-12- Les sulfates.....	15
2-1-1-13- Alcalinité.....	15
2-1-1-14-Titre hydrotimétrique ou dureté.....	16
2-1-1-15- Bicarbonates et le Carbonate .....	16
2-1-1-16- L'ammonium.....	16
2-1-1-17- Les Phosphates.....	16
2-1-1-18- Titre alcalimétrique (TA).....	17
2-1-1-19- Titre alcalimétrique complet (TAC).....	17
2-1- 2- paramètres microbiologiques.....	17
2-1- 2- 1- Les coliformes totaux.....	17
2-1- 2- 2- Les coliformes fécaux.....	17
2-1- 2-3- Les streptocoques fécaux.....	18
2-1- 2-4- Salmonelles.....	18

## Chapitre 02 : Matériels et Méthodes

Présentation de la zone.....	20
Echantillonnage .....	21
• Prélèvement des échantillons d'eau .....	21
• Techniques de prélèvement .....	21
• Transport et conservation des échantillons au laboratoire.....	21
• Méthodes d'analyses .....	23
• Partie physicochimique.....	23
1- Mesure électro métrique du PH avec l'électrode de verre.....	23
2- Mesure de la conductivité électrique.....	24
3- Turbidité.....	25
4- Détermination de l'azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	26
5- Dosage des nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	27
6- Dosage des Nitrates NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Méthode au salicylate de sodium.....	28
7- Détermination des phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ).....	29
8- Détermination du calcium (Ca <sup>2+</sup> ) et du magnésium (Mg <sup>2+</sup> ).....	30
9- Détermination des chlorures (Cl <sup>-</sup> ).....	33
10- Détermination des Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) .....	34
11- Détermination de l'alcalinité (HCO <sub>3</sub> <sup>3-</sup> ).....	36
12- La dureté (TH) .....	37
13-Test de chlore .....	38
• partie microbiologique .....	39
1-1-Matériel utilisé.....	39
1-2-Méthode.....	39
2-Analyse bactériologique d'eau potable.....	39
2-1-Méthodes des analyses bactériologiques des eaux potables .....	39
3- Recherche <i>Salmonella</i> .....	40
4- La méthode de milieu solide par la technique de la filtration.....	42
4-1- Recherche et dénombrement les Coliformes totaux et fécaux en milieu Solide de la Gélose TTC.....	42
4-1-1- Recherche de coliformes totaux .....	42
4-1-2- Recherche de coliformes fécaux .....	42
4-2- Recherche et dénombrement dès les Streptocoques fécaux en milieu Solide SLANETZ et BARTLEY .....	44

## Chapitre 03 : Résultats et Discussions

I. Paramètres physicochimiques.....	50
1- Le potentiel d'hydrogène (pH) .....	50
2- Température.....	51
3-Turbidité .....	52
4- La conductivité électrique (CE) .....	53
5- Salinité .....	54
6- Taux des sels dissous TDS.....	54
7- Sulfate .....	55
8- Chlorure .....	56
9- Alcalinité .....	56
10 - Titre alcalimétrique complet (TAC).....	57
11 – L'ammonium.....	58
12 – Les nitrites.....	58
13 – Les phosphates .....	58
14 – Carbonates et TA.....	58
15 – Le magnésium.....	58
16 – Le calcium.....	59
17 - La dureté totale.....	60
18 – le nitrate .....	60
II. Paramètres microbiologique.....	61
1. Les coliformes totaux.....	62
2. Les Coliformes fécaux ( <i>E. coli</i> ).....	62
3. Les streptocoques fécaux.....	62
4. Salmonella.....	62
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>64</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	

## LISTE DES ABREVIATIONS

**AFNOR** : Association Française de la Normalisation

**ADE** : Algérie des eaux.

**C°** : Degré Celsius

**CF** : Coliformes fécaux.

**CT** : Coliformes totaux.

**HCO<sub>3</sub>** : L'alcalinité

**EB** : Eau de boisson.

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

**EDTA** : Acide Ethylène Diamine Tétracétique.

**Eva Litsky** : Bouillon à l'éthyle violet et azide de sodium

**HCO<sub>3</sub>** : L'alcalinité

**mg.l<sup>-1</sup>** : Milligramme par litre.

**N°** : numéro.

**NA** : Normes Algériennes

**NH<sub>4</sub>** : Ammonium.

**NTU** : Unité de Turbidité Néphélométrique.

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

**pH** : Potentiel d'Hydrogène.

**SF** : Streptocoques fécaux.

**TA** : Titre alcalimétrique.

**TAC** : Titre alcalimétrique complète.

**TDS** : Taux des sels dissous.

**TH** : dureté total.

**UFC** : Unité Formant Colonie.

**µs/cm** : Micro-siémens par centimètre.

**%** : Pourcentage

**(+)** : Positive.

**(-)** : Négative

## LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre	Page
1	Principales infections humaines transmissibles par l'eau.	7
2	Les valeurs microbiologiques maximales tolérées dans une eau potable (Journal officiel algérien, 2011).	10
3	Les valeurs chimiques et physicochimiques maximales tolérées dans une eau potables (journal officiel algérien, 2011).	10
4	Classes de turbidités usuelles (NTU, néphélogéométrie turbidity unity).	13
5	Relation entre conductivité électrique, la minéralisation et la qualité de l'eau.	13
6	Classification des eaux selon leur dureté.	16
7	Tableau représente le paramètre microbiologique selon journal officiel algérienne N°75. (JORA 2009)	40
8-1	Résultat d'analyse physicochimique du mois juin.	47
8-2	Résultat d'analyse physicochimique du mois juin.	48
9-1	Résultat d'analyse physicochimique du mois juillet.	49
9-2	Résultat d'analyse physicochimique du mois juillet.	50
10	Résultat d'analyse microbiologique.	61
11	Résultat d'analyse microbiologique.	61

## LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
<b>1</b>	cycle de l'eau	<b>4</b>
<b>2</b>	Molécule d'eau	<b>5</b>
<b>3</b>	Plan de présentation des points de prélèvement de l'eau potable à l'université Djelfa.	<b>21</b>
<b>4</b>	Recherche <i>Salmonella</i>	<b>41</b>
<b>5</b>	Recherche et dénombrement les Coliformes totaux et fécaux	<b>43</b>
<b>6</b>	Recherche et dénombrement les Streptocoques fécaux	<b>45</b>
<b>7</b>	Variation du pH des échantillons d'eau	<b>51</b>
<b>8</b>	Variation de la température des échantillons d'eau	<b>52</b>
<b>9</b>	Variation de turbidité la des échantillons d'eau	<b>53</b>
<b>10</b>	Variation de la conductivité électrique(CE) des échantillons d'eau	<b>53</b>
<b>11</b>	Variation de la salinité des échantillons d'eau	<b>54</b>
<b>12</b>	Variation du taux des sels dissous (TDS) des échantillons d'eau.	<b>55</b>
<b>13</b>	Variation du sulfate des échantillons d'eau	<b>55</b>
<b>14</b>	Variation du chlorure des échantillons d'eau.	<b>56</b>
<b>15</b>	Variation de l'alcalinité des échantillons d'eau.	<b>57</b>
<b>16</b>	Variation de titre alcalimétrique complet des échantillons d'eau.	<b>57</b>
<b>17</b>	Variation de magnésium des échantillons d'eau.	<b>59</b>
<b>18</b>	Variation de calcium des échantillons d'eau.	<b>59</b>
<b>19</b>	Variation de la dureté des échantillons d'eau.	<b>60</b>
<b>20</b>	Variation du nitrate des échantillons d'eau.	<b>60</b>

# Introduction générale

## Introduction générale

## *Introduction générale*

« *L'eau est la vie* » : L'eau est un élément essentiel de la vie biologique et est à l'origine de la vie sur terre. Elle n'est pas seulement un nutriment vital, 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 molécule d'eau (H<sub>2</sub>O) est inodore, incolore et sans saveur. Elle est présente dans la nature sous différentes formes (liquide, gazeuse et vapeur) et elle est indispensable pour la vie de tous les êtres vivants. Pour l'homme, l'eau représente environ 92% du plasma, 80% du tissu musculaire, 60% des globules rouges et aussi, c'est le composant majeur de la plus parts des autres tissus. Elle est le milieu de dispersion pour plusieurs réactions chimiques et biochimiques, et avec une valeur nutritionnel nulle, elle est classée comme un corps chimique complexe dans ces constantes physiques et physico-chimiques. (KOLTZ F. 2010).

Longtemps considérée comme une ressource inépuisable, pure et gratuite, l'eau potable est aujourd'hui de plus en plus rare, polluée et chère. (OLIVAUX Y. 2007). Les besoins en eau de bonne qualité et en quantité suffisante ont augmenté avec la croissance démographique et le développement industriel, particulièrement en Algérie, ce qui a poussé les différents gouvernements à trouver des solutions durables. Dans cette quête de l'eau et la recherche de la satisfaction des besoins en maintien de la qualité de l'eau potable, et pour répondre à cette problématique, cette étude se propose de contrôler les paramètres physicochimiques et microbiologiques des eaux consommées au niveau du site de l'université Ziane Achour de Djelfa.

### **Hypothèses :**

Afin d'atteindre les objectifs formulés, les hypothèses suivantes ont été suggérées :

- Les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques des eaux consommées au site de l'université Ziane Achour de Djelfa sont conformes à la norme algérienne.
- La détérioration de la qualité des eaux du site de l'université Ziane Achour de Djelfa, peut-être dû au type de réalisation des conduites (tuyauteries), à l'entretien et aux pratiques d'hygiène quotidiennes.

Ce mémoire a été structuré de la manière suivante :

- Le premier chapitre est consacré à une recherche bibliographique,

## *Introduction générale*

- Le deuxième chapitre comporte la partie matériel et méthodes décrivant les points d'échantillonnages sélectionnés et les méthodes d'analyses utilisées au terrain et au laboratoire.
- Le troisième chapitre est réservé à la présentation et la discussion des résultats obtenus,
- Nous terminerons notre manuscrit par une conclusion générale.

# Chapitre I

## Etude bibliographique

### I. Généralités sur l'eau

#### 1.1- Définition de l'eau

Selon Hoffman et al. (2014), les eaux potables représentent l'ensemble des eaux dont les propriétés chimiques, bactériologiques, biologiques et organoleptiques les rendent propres à la consommation humaine. La plupart des eaux potables proviennent des eaux souterraines et des eaux de sources (Bliefert et Perraud, 2001).

#### 1.2- Le cycle de l'eau

L'évaporation lente et incessante des fleuves, des lacs et des mers provoque la formation dans la haute atmosphère, de nuages qui par condensation se transforment en pluie. Une fraction des eaux de pluie ruisselle à la surface du sol et va grossir les cours d'eau et les lacs, d'où elle est sujette d'une part à l'évaporation d'autre part à l'infiltration à travers le sol. Une partie des eaux d'infiltration est reprise par la végétation qu'elle alimente avant d'être rejetée dans l'atmosphère, c'est l'évapotranspiration. L'autre partie s'accumule dans le sous-sol pour former des nappes souterraines qui, à leur tour, peuvent former des sources émergentes à la surface du sol (Maïga F., 2002).

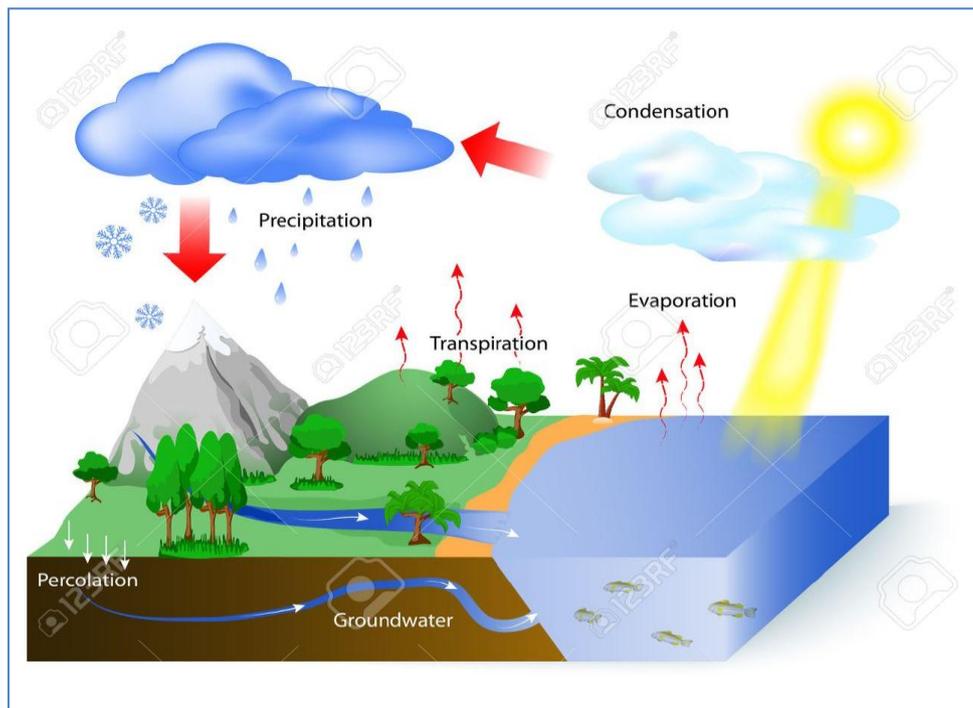
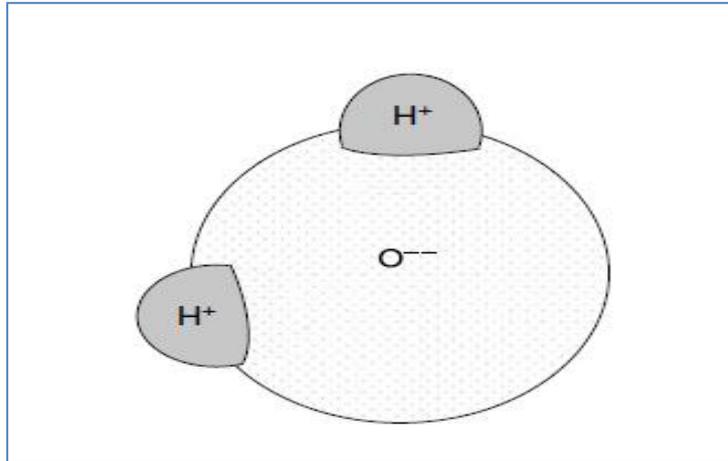


Figure N°1 : cycle de l'eau (site sur internet)

### 1.3- La molécule de l'eau :

L'analyse structurale a permis de connaître la forme de la molécule d'eau, c'est une sorte de compas dont l'axe est occupé par l'atome d'oxygène et dont les bras sont formés par deux atomes d'hydrogène. L'angle H—O—H a une valeur de 104,30 C°.



**Figure N°2** : Molécule d'eau (Spellman et Frank, 2008).

Chaque atome d'hydrogène et celui d'oxygène mettent en commun chacun un électron pour former deux liaisons chimiques de forte énergie : « les liaisons de covalence ». Cet arrangement électronique confère à la molécule d'eau une grande stabilité chimique. La molécule d'eau se comporte comme un dipôle électrique, cette répartition des charges permet de comprendre certaines propriétés physico-chimiques (solvant-soluté), car cette propriété électrique est responsable du grand pouvoir dissolvant de l'eau vis-à-vis des composés ioniques comme certains sels, acides et bases (Olivaux, 2007).

### 1.4- Valeur de l'eau potable

Aucune vie n'est possible sans cette commodité première qu'est l'eau. Aucune communauté humaine n'a pu se développer sans un approvisionnement en eau douce suffisamment au plan quantitatif et qualitatif (Delolme, Boutin, and Andre 1992).

### **1.5- Origine de l'eau :**

#### **1.5-1- Les différents types d'eaux destinées à la consommation humaine :**

Les réserves disponibles des eaux naturelles sont les eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surface stagnantes (lac naturels ou artificielles ou barrages) ou courantes (rivière) (Degremont, 2005).

##### **1.5-1-1- Eaux de surfaces :**

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Ces derniers ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellements (Degremont, 2009).

Elles sont généralement riches en gaz dissous, en matières en suspension et organique. Elles sont très sensibles à la pollution minérale et organique de type nitrates et pesticides (Cadot, 1990).

##### **1.5-1-2- Eaux souterraines :**

Les eaux souterraines sont ceux du sous-sol qui constituent une provision d'eau potable inestimable pour l'humanité. Ils sont traditionnellement les ressources en eau privilégiées pour l'eau potable car plus à l'abri des pollutions que les eaux de surface (Guergazi et Achour, 2005). La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de ressources aquifères appelées nappes (Dégréement, 2005).

### **1.6- Les maladies à transmission hydrique :**

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

Selon le type de micro-organismes, la dose infectieuse, les voies d'exposition aux agents infectieux, nécessaires pour provoquer la maladie, est très variable. En général, la dose nécessaire est plus faible dans le cas des virus et des protozoaires qu'avec les bactéries. Ainsi, l'ingestion de 1 à 10 particules virales ou de quelques kystes de protozoaires peut provoquer la maladie alors qu'une concentration de  $10^3$  à  $10^6$  organismes est nécessaire dans le cas de certaines bactéries (François, 2008). Le tableau N°1 montre les principales pathologies humaines transmissibles par l'eau, les germes responsables et les différentes origines de ces pathologies.

## Chapitre I : Etude bibliographique

**Tableau N° 1** : Principales infections humaines transmissibles par l'eau (Hartemann, 2004).

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

### 1.6-1-Les maladies d'origine bactérienne

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

#### 1.6-1-1-Le choléra

C'est une maladie infectieuse diarrhéique à caractère épidémique, d'origine bactérienne transmise par voie digestive. L'agent pathogène de Choléra est un bacille Gram : *Vibrio cholerae*. Il s'agit d'une bactérie appartenant à la famille des Vibrionaceae et au genre du cholerae. La transmission de ce germe est donc hydrique ou inter-humaine: eaux polluées, produits marins contaminés, fruits et légumes irrigués, mains sales (toilette et transport des cadavres, repas). Le syndrome «cholérique» est caractérisé par l'apparition brutale d'une diarrhée aqueuse, eau de riz, d'odeur fade, sans glaire ni sang, avec des vomissements abondants, entraînant une déshydratation rapide et sévère réalisant la triade «diarrhée aqueuse, vomissements, déshydratation». Le nombre d'émission est de l'ordre de 10 à plus de 50 par jour (4 à 20 litres de liquides) (Piar Roux, 2002; Aubry, 2013).

#### 1.6-1-2-La fièvre typhoïde

La fièvre typhoïde (du grec tymphos, torpeur) ou typhus abdominal est une maladie infectieuse découverte en 1818 par Pierre Bretonneau, causée par une bactérie de la famille Entérobactérie, du genre des salmonelles dont les espèces responsables sont: *Salmonella enterica*, *Salmonella typhi* ou *Salmonella paratyphi* A, B et C. C'est une maladie bactérienne transmissible strictement humaine. Elle est provoquée par des salmonelles que l'on trouve dans le lait, la nourriture ou l'eau contaminée. Elle est parfois grave, en particulier en raison de ses complications et du terrain sur lequel elle survient généralement la malnutrition. Son diagnostic est souvent difficile d'où l'importance d'évoquer une typhoïde devant toute fièvre qui dure, habituellement associée à des troubles digestifs ou neurologiques (Rogeaux, 1991 ; Jamaï et al., 2010).

#### 1.6-1-3-La gastro-entérite

Appelée familièrement « gastro », est une inflammation intestinale faisant suite à une infection touchant les muqueuses présentes dans l'estomac et l'intestin. Cette pathologie est due dans la majorité des cas à un virus ou plus rarement à des bactéries. La gastro-entérite bactérienne est généralement transmise par l'eau ou par les aliments souillés et causée par des salmonelles, des staphylocoques et des shigelles. Elle se manifeste essentiellement par les symptômes suivants : des nausées, des vomissements, des crampes abdominales et de la diarrhée (Masschelein, 1996 ; Hordé, 2014).

### 1.6-1-4- La dysenterie

Terme générique qui caractérise des maladies entraînant une diarrhée douloureuse et sanglante accompagnée de coliques, de nausées et de vomissements. Il existe la dysenterie bacillaire ou shigellose (causée par diverses bactéries), dysenterie amibienne ou amibiase (causée par des amibes). Seule la shigellose peut entraîner la mort, les taux de mortalité peuvent atteindre 20% (Briere, 2000).

### 1.6-2-les maladies d'origine virale

Aux cotés des maladies d'origine bactérienne, nous avons des maladies virales. On peut citer :

**1.6-2-1-L'hépatite A :** C'est l'hépatite virale la plus répandue au monde avec des zones de haute endémicité en Afrique et en Asie du Sud-est. Elle est bénigne dans près de 99% des cas. L'agent causal de cette maladie est le virus de l'hépatite A (VHA) appartenant à la famille de Picornaviridae genre Héparnavirus. Le virus de l'hépatite A (VHA) se transmet en général par voie féco-orale, soit par contact direct d'une personne à l'autre, soit par ingestion d'eau ou d'aliments contaminés. La contamination peut être par l'eau de boisson ou de piscine contaminée. Les eaux usées sont également susceptibles de transmettre le VHA au personnel d'entretien des réseaux d'assainissement. (Belataf et al., 2004 ; OMS, 2012).

**1.6-2-2-La poliomyélite :** C'est une maladie infectieuse aiguë, essentiellement neurotrophe, immunisante, endémo-épidémique, causée par des poliovirus sauvages (3 sérotypes différents 1, 2 et 3). L'infection est inapparente dans l'immense majorité des cas ; une forme clinique patente pour 200 formes inapparentes. Cette maladie est apparue dans les pays à mauvaise hygiène : l'endémie y est permanente avec une recrudescence saisonnière estivo-automnale, elle touche surtout les jeunes enfants entre 3 mois et 5 ans (paralysie infantile) (OMS, 2000 ; Zoungrana, 2009 ; Aubry et Gaüzere, 2012).

### 1.6-3-Les maladies d'origine parasitaire

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

**La bilharziose** aussi, maladie parasitaire transmise par la douve *Schistosoma mansoni* qui vit dans les veines abdominales de l'homme et expulse ses œufs dans l'urine et les fèces. (Masschelein, 1996).

**L'onchocercose** est une maladie parasitaire que l'on trouve particulièrement en Afrique et qui engendre la cécité. Le parasite responsable est un ver véhicule par une mouche c'est la simulie, dont les larves vivent dans les eaux courantes. Pour tuer cette larve et éradiquer la maladie, les eaux des rivières doivent être traitées aux insecticides pendant parfois plusieurs années (Boussinesq, 1997).

## Chapitre I : Etude bibliographique

Le **plasmodium** est l'agent responsable du paludisme, est un protiste qui ne vit pas dans l'eau. Il parasite un moustique qui lui en a besoin et qui se satisfait de la moindre eau stagnante. Cette maladie transmise à l'homme par la simple pique d'un moustique infecté, se traduit par des accès intermittents de fortes fièvres (OMS, 2006 ; ANOFEL, 2014).

### 1.7-Les normes des eaux de consommation :

#### 1.7-1-Définition d'une norme :

Une norme est un critère de référence établi conformément à une réglementation ou une référence minimale, moyenne ou supérieur. Elle permet de comparer une situation par rapport à une valeur seuil et de définir des conditions acceptables par rapport à celle qui ne le serait pas (Hoffamn et *al.*, 2014). En Algérie, il existe des réglementations locales pour la qualité de l'eau de boisson en citant le Journal Officiel de la République Algérienne (JORA, 2011) qui représente les différents paramètres physico-chimiques et bactériologiques de la qualité de l'eau de consommation humaine avec des valeurs limites.

#### 1.7-1-1- Les paramètres microbiologiques :

**Tableau 2** : les valeurs microbiologiques maximales tolérées dans une eau potable (journal officiel algérien, 2011)

Paramètres microbiologiques	Coliformes	n/100 ml	20
	Escherichia Coli	n/100 ml	0
	Streptocoques	n/100 ml	0
	Bactéries sulfitoréductrices y compris les spores	n/20 ml	0

#### 1.7-1-2- Les paramètres physicochimiques :

**Tableau 3** : les valeurs chimiques et physicochimiques maximales tolérées dans une eau potables (journal officiel algérien, 2011)

Paramètres physicochimiques	Unité	Normes O.M.S	Normes Algériennes
Température	°C	/	25
pH	/	7-8.5	6,5 – 9
Conductivité électrique à 20°C (CE)	µS/cm	/	2800
Turbidité	NTU	5	5

<b>Oxygène dissous</b>	mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub>	5	5
<b>Chlorures</b>	mg.L <sup>-1</sup>	/	500
<b>Dureté Totale</b>	mg.L <sup>-1</sup> en CaCO <sub>3</sub>	500	200
<b>Calcium</b>	mg.L <sup>-1</sup>	/	200
<b>Magnésium</b>	mg.L <sup>-1</sup>	/	150
<b>Nitrates</b>	mg.L <sup>-1</sup>	50-100	50
<b>Nitrites</b>	mg.L <sup>-1</sup>	/	0,1
<b>Ammonium</b>	mg/l	/	0,5
<b>Alcalinité</b>	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	/	500
<b>Calcium</b>	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	/	200
<b>Sulfates</b>	mg/l	/	400

### 1.8- Propriétés de l'eau

Parmi les propriétés physico-chimiques de l'eau, certaines concernent, plus spécialement, les changements de l'état et les transferts de chaleur latente de fusion, la chaleur latente de vaporisation, la conductibilité thermique et la viscosité. L'eau pure possède un certain nombre de propriétés rigoureusement invariables qui en font des critères de pureté :

- La température de vaporisation pendant l'ébullition et la solidification est constante (100C° à pression atmosphérique normale),
- Une masse volumique égale à 1g/cm<sup>3</sup> à 4°C,
- La distillation de l'eau pure redonne de l'eau absolument identique,
- C'est un fluide dense à température de congélation de 0°C par définition sachant que son maximum de densité se situe à 4°C par 760 mm de mercure est plus légère que l'eau (densité  $d = 0.917$ ),
- Chaleur spécifique de l'eau est très importante,
- L'eau dissout de nombreux gaz et sels, parmi les gaz l'oxygène et le gaz carbonique,
- Les principales substances dissoutes par l'eau sont : les carbonates, les sulfates, les chlorures, alcalin (Na, K) et Alcalino-terreux (Ca<sup>+</sup>, Mg<sup>+</sup>). (STAUDART, 1996).

### **II- Qualité de l'eau :**

#### **2-1- Paramètre de l'eau potable :**

##### **2-1-1- paramètre physicochimique :**

La qualité physico-chimique de l'eau informe sur la localisation et l'évaluation d'un niveau de pollution, en fonction d'un ensemble de paramètre. Basée sur des valeurs de références, elle s'apprécie à l'aide de plusieurs paramètres (Rodier et al., 2009).

##### **2-1-1-1- La température :**

C'est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet celle-ci joue un rôle important dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels et dans la détermination du pH, pour la compréhension de l'origine de l'eau et les mélanges éventuels. En outre, cette mesure est très utile pour les études limnologiques (Rodier et al., 2009). Une température élevée favorise la croissance des micro-organismes, peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur (OMS, 1994). Par contre une température inférieure à 10°C ralentit les réactions chimiques dans les différents traitements des eaux (Rodier et al., 2009). Son unité est le degré Celsius (°C).

##### **2-1-1-2- Le 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<sup>+</sup> présents dans cette eau (Ayad and kahoul 2017). Dans les eaux naturelles cette activité est due à des différentes causes en particulier l'ionisation de l'acide carbonique et de ses sels (Rodier et al., 2009). Les valeurs limites du pH sont comprises entre 6,5 et 9 (JORA, 2011). Au-dessous de ce seuil l'eau est dite « agressive », elle a un effet corrosif sur les canalisations et peut mener à la dissolution de certains métaux toxiques tels que le plomb des conduites (Savary, 2010 ; Bouziani, 2000).

##### **2-1-1-3- La turbidité :**

C'est le premier paramètre perçu par le consommateur (Andriamiradis, 2005). 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).

Une forte turbidité de l'eau révèle la précipitation de fer, aluminium ou manganèse due à une oxydation dans le réseau (Jean, 2002), et favorise aussi la fixation et la multiplication des micro-organismes, rendant sa qualité bactériologique suspecte (OMS, 2004). Selon Desjardins (1990); Kettab (1992); Boeglin (2000), parmi les caractéristiques générales des eaux souterraines, il faut retenir leur très faible turbidité.

**Tableaux 4 :** Classes de turbidités usuelles (NTU, néphélocimétrie turbidity unity)

NTU<5	Eau claire
5<NTU<30	Eau légèrement trouble
NTU>50	Eau trouble

### 2-1-1-4- La conductivité électrique :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes, elle permet d'apprécier la qualité des sels dissous dans l'eau et nous renseigne également sur les degrés de minéralisation de l'eau (Guentri & Rahmania, 2015). Elle est exprimée en micro Siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) (AFNOR, 2001).

Elle dépend des charges de matière organique endogène et exogène, génératrice de sels après décomposition et minéralisation et également avec le phénomène d'évaporation qui concentre ces sels dans l'eau, elle varie aussi suivant le substrat géologique traversé (Belghiti et al, 2013).

**Tableau 5 :** Relation entre conductivité électrique, la minéralisation et la qualité de l'eau. (Boumedol A, 2000)

Qualité de l'eau	Minéralisation	Conductivité électrique
Eau de qualité excellente.	Faible	50 _ 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Eau bonne.	Moyenne	400 _ 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Eau moyenne.	Importante	750 _ 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Mauvaise	Excessive	> 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$

### 2-1-1-5- La matière solide dissoute totale (TDS) :

Les solides dans l'eau se trouvent soit en solution ou en suspension, et se distinguent par le passage de l'échantillon de l'eau à travers un filtre de fibres de verre. Par définition, les matières en suspension sont retenues sur le dessus du filtre, et les solides dissous passent à travers le filtre avec de l'eau. Lorsque la partie filtrée de l'échantillon d'eau est placée dans une coupelle, puis évaporé, les solides dissous dans l'eau restent comme résidu dans la capsule d'évaporation. Cette matière est appelée matières totales dissoutes ou TDS (SPELLMAN, FRANK, 2008).

### **2-1-1-6- Salinité :**

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

### **2-1-1-7- L'ion de 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. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés. Aussi les eaux potables de bonne qualité renferment de 100 à 140 mg/L de calcium soit 150 à 200 mg en CaO ou 250 à 350 mg en  $\text{CaCO}_3$  (Rodier 2009). 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). Le calcium ne pose pas des problèmes de potabilité, le seul inconvénient domestique lié à une dureté élevée est l'entartrage (Gaujour, 1995).

### **2-1-1-8- L'ion de magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) :**

Il constitue l'élément significatif de la dureté de l'eau avec les ions calcium, c'est l'un des éléments les plus répandus dans la nature (Rodier et al., 2009). La majorité des eaux naturelles contiennent généralement une petite quantité de magnésium, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrées (Nouayti et al. 2015).

### **2-1-1-9- Les chlorures :**

Les chlorures sont très répandus dans la nature généralement sous forme de sels du sodium (NaCl), de potassium (KCl) et de calcium ( $\text{CaCl}_2$ ) (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 Slimani, 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 à partir de  $250 \text{ mg.L}^{-1}$  surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (Rodier et al., 2009). L'odeur dans l'eau liée au chlore disparaît quand on laisse la carafe d'eau 1h au réfrigérateur (OMS 2006).

### **2-1-1-10- Les nitrates :**

Les nitrates constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique. Les nitrates sont très répandus dans la plupart des eaux et dans les plantes où ils sont nécessaires à la synthèse des végétaux. Soluble dans l'eau, ils se retrouvent naturellement en faible concentration dans les eaux

## ***Chapitre I : Etude bibliographique***

souterraines et superficielles. Les nitrates sont employés dans la fabrication des explosifs, dans l'industrie chimique comme oxydant, et comme conservateur dans les denrées alimentaires (Savary, 2010). 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).

### **2-1-1-11- Les nitrites :**

L'azote, élément essentiel de la vie, est présent en abondance dans la nature sous formes gazeuse, organique ou minérale. Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dé nitrifiante (SPELLMAN, FRANK, 2008).

Les nitrites non liées à une pollution, se retrouvent parfois dans les eaux pauvres en oxygène. Leur présence a également été signalée dans les eaux de pluie et dans celles provenant de la fonte des neiges. En effet la pollution atmosphérique favorise l'augmentation de la teneur en nitrites. Toutefois, une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de qualité microbiologique (SPELLMAN, FRANK, 2008).

### **2-1-1-12- Les sulfates**

Les sulfates qui se dissout dans l'eau provient de certains minéraux en particulier du gypse ou apparait à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux (Beriere, 2000). Selon l'intolérance des consommateurs, l'excès de sulfates dans l'eau peut entraîner des troubles intestinaux. Les concentrations admissibles sont de l'ordre de 400 mg.l<sup>-1</sup> (Bouziani, 2000). L'apport quotidien moyen de sulfate de l'eau potable, de l'air et de la nourriture est d'environ 500 mg, la nourriture étant la principale source. Toutefois, dans les zones où l'approvisionnement en eau potable contenant des niveaux élevés de sulfate, l'eau potable peut constituer la principale source de consommation (OMS, 2003).

### **2-1-1-13- Alcalinité :**

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

### 2-1-1-14-Titre hydrotimétrique ou dureté :

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 et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium. La dureté est encore appelée dureté calcique et magnésienne ou consommation de savon. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en CaCO<sub>3</sub> (RODIER et al., 2009).

**Tableau 6** : Classification des eaux selon leur dureté. (Behlouli et al., 2008)

Dénomination	TH en F°
Eau très douce	0.....5
Eau douce	6.....10
Eau moyennement dure	11.....15
Eau dure	15.....35
Eau très dure	>35

### 2-1-1-15- Bicarbonates et le Carbonate :

Les ions bicarbonates présents dans les eaux naturelles à concentration élevée ont pour origine la dissolution du carbonate de calcium par l'intervention de l'anhydride carbonique dissout dans l'eau et aussi proviennent de l'air atmosphérique (Rodier 2009).

### 2-1-1-16- L'ammonium

En général, l'ammonium se forme sous l'effet de la décomposition naturelle des matières organiques. La présence d'ammonium est souvent liée à celle du nitrate et du nitrite. Dans l'eau, il peut apparaître à cause des déchets issus d'activités agricoles, industrielles ou domestiques. Toxique pour l'organisme humain, sa présence en quantité importante dégrade la qualité de l'eau et est un élément indicateur de la pollution (Cheikh, El Kacemi, and Idrissi 2011).

### 2-1-1-17- Les Phosphates :

Le phosphore peut exister dans les eaux à l'état dissout ou en suspension. Le phosphore total dissout comprend le phosphore organique et le phosphore inorganique qui lui-même inclut les ortho phosphates et les poly phosphates. Les composés phosphorés qui, sans hydrolyse ou minéralisation, répondent au test spectrophotométrie sont considérés comme étant des ortho phosphates, dont la teneur peut être exprimée en mg/L de P, de PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (Rodier 2009).

### **2-1-1-18- Titre alcalimétrique (TA)**

La teneur en hydroxyde (OH<sup>-</sup>), est la moitié de la teneur en carbonate CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> et un tiers environs des phosphates présents. (Menad . K., 2012).

### **2-1-1-19- Titre alcalimétrique complet (TAC)**

Il correspond à la teneur en ions OH<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> et HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> pour des pH inférieur à 8.3, la teneur en ions OH<sup>-</sup> et CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> est négligeable (TA=0), dans ce cas la mesure de TAC correspondant au dosage des bicarbonates seuls. (Menad K.,2012)

### **2-1- 1- paramètres microbiologiques :**

L'eau est potable ou salubre quand elle peut être bue sans danger pour la santé (Ofouémé-Berton 2010). C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau potable. Elle se mesure par la présence d'organismes indicateurs de pollution : les Germes totaux et les Coliformes qui vivent normalement dans les intestins humains et animaux. Les bactéries indicatrices de contamination fécale sont les Coliformes connus sous le nom d'Escherichia coli (E.coli),les Streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito-réducteurs. Elles se multiplient très facilement et sont utilisées généralement comme germes tests de contamination fécale (Ahonon, 2011).

### **2-1- 2- 1- Les coliformes totaux :**

Les coliformes totaux sont des bactéries en forme de bacilles, non sporulantes, Gram négatif, aérobies facultatives et qui fermentent le lactose en 48 heures à 35 °C avec production de gaz. Les coliformes totaux ne sont pas nécessairement des bactéries originaires du système intestinal. Plusieurs bactéries qui font partie du groupe des coliformes totaux se retrouvent en fait sur les feuilles des arbres et sur toute autre forme de végétation. Donc, la présence de coliformes totaux ne veut pas dire à coup sûr que l'on se retrouve devant une contamination d'origine fécale (BOUCHARD, 2008).

### **2-1- 2- 2- Les coliformes fécaux**

Les coliformes fécaux sont en fait des coliformes qui poussent à des températures plus élevées, soit à partir de 44,5°C. Ces coliformes fécaux sont des bactéries que l'on retrouve dans la flore intestinale des animaux à sang chaud. La bactérie Escherichia coli (E. coli) fait partie des coliformes fécaux. Comme la présence de ces bactéries dans une source d'eau ne peut pas être considérée comme normale, elle peut donc représenter une menace ou l'indication d'une éventuelle dégradation de la qualité microbiologique de l'eau, due à la présence d'une contamination fécale. Le mécanisme de transport de ces bactéries dans l'eau serait surtout le ruissellement des eaux de pluies sur le bassin versant, entraînant avec lui les microorganismes contenus dans la terre (BOUCHARD, 2008).

### **2-1- 2-3- Les streptocoques fécaux**

Les streptocoques fécaux sont en grande partie d'origine humaine. Cependant, certaines bactéries classées dans ce groupe peuvent être trouvées également dans les fèces animales, ou se rencontrent sur les végétaux. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une pollution fécale, et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants à la dessiccation. Ils apportent donc une information supplémentaire sur une pollution. L'identification de *streptocoques fécaux* donnera une confirmation importante du caractère fécal de pollution (Mehanned et *al.*, 2014).

### **2-1- 2-4- Salmonelles :**

Le genre *Salmonella* appartient à la famille des enterobacteriaceace (Moll M & Moll N, 1995) sont des bacilles à gram négatif de forme bâtonnet, souvent mobiles par leurs ciliature péritriche (rarement immobiles) non sporulés se cultivant sur milieu ordinaire, aéro-anaérobies facultatifs, oxydase négative et catalase positive (Sutra et *al.*, 1998). Les sérotypes adaptés à l'homme sont : *Salmonella typhi* et sérotypes *S. paratyphi* A et *S. Sendai*, responsables de la fièvre typhoïde humaine. Les salmonelles sont en général considérées comme pathogènes bien que leur virulence et leur pouvoir pathogène varient énormément (Rodier, 2009).

# Chapitre II

## Matériel et méthode

### **Présentation de la zone :**

Les points d'échantillonnages de notre étude sont :

**N° 01 :** Faculté des Sciences Humaines et des Sciences Sociales (Site 1)

**N° 02 :** Faculté des lettres et des langues étrangères.

**N° 03 :** Faculté des sciences de la Nature et de la Vie (Nouveau site).

**N° 04 :** Faculté de Technologie.

**N° 05 :** Le Centre des Recherches Scientifiques (CRAPC).

**N° 06 :** Faculté des Sciences Humaines et des Sciences Sociales (Site 2)

**N° 07 :** Parking du rectorat

**N° 08 :** Faculté de Droit et des Sciences politiques

**N° 09 :** Bibliothèque centrale.

**N° 10 :** Faculté des sciences de la Nature et de la Vie (Ancien site).

**N° 11 :** Faculté des Sciences Exactes.

**N° 12 :** Rectorat.

**N° 13 :** Forage A.

**N° 14 :** Forage B.

**N° 15 :** Restaurant centrale.

L'étude a été réalisée sur une période allant du mois d'Avril au mois de juillet 2019. Cette étude a porté sur 15 points de prélèvement d'eau potable répartis comme suit :

- 12 Points de prélèvement à l'intérieur d'université.
- 2 points correspondant aux deux forages.
- 1 point pour le Restaurant central.



Plan de présentation des points de prélèvement de l'eau potable à l'université de Djelfa

### **Echantillonnage :**

- **Prélèvement des échantillons d'eau :**

Le prélèvement d'un échantillon est une opération délicate, à laquelle le plus grand soin doit être apporté. Pour ce faire, il doit satisfaire aux conditions ci-dessous :

- Les échantillons doivent être homogènes et représentatifs ;
- Les échantillons doivent être recueillis, conservés et expédiés dans des flacons stérilisés adéquats s'il s'agit d'analyse bactériologique ;
- Le volume recueilli doit être suffisant pour permettre une analyse précise ;
- Tous les renseignements utiles sur les échantillons doivent être indiqués et le flacon doit être étiqueté correctement pour éviter les erreurs (Rodier et al., 2009).

- **Techniques de prélèvement :**

Dans le cadre de notre étude, nous avons effectué au total 30 échantillons d'eau dont 15 prélèvements pour l'analyse physico-chimique et 15 prélèvements pour l'analyse bactériologique. Tous ces prélèvements ont été réalisés dans 15 point numérotés de 01 à 15.

Les échantillons d'eau nécessaires à l'analyse physico-chimique ont été prélevés selon la méthode décrite par Rodier et al. (2009). dans des flacons jetables en matière plastique et conservés à 4°C, ensuite analysés dans les 24 heures qui suivent.

Pour le prélèvement d'eau nécessaire à l'analyse bactériologique, nous avons utilisé des flacons en verre de 1L. Au moment du prélèvement, les flacons doivent être soigneusement lavés, puis rincés à l'eau distillée. Ensuite, les flacons seront stérilisés.

- **Transport et conservation des échantillons au laboratoire**

Afin d'éviter que la teneur initiale en germes des eaux ne risque de subir des modifications dans le flacon, toutes les analyses sont effectuées le plus rapidement possible. L'évolution est difficile à prévoir et dépend de nombreux facteurs : Température, concurrence bactérienne des espèces présentes, composition chimique de l'eau. A cet effet, la circulaire du 21 janvier 1960, relative aux méthodes d'analyses bactériologiques des eaux d'alimentation spécifie que « si la durée du transport dépasse 1 heure, et si la température extérieure est supérieure à 10°C, les prélèvements seront transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 4 à 6°C ». Même dans de telles conditions, l'analyse bactériologique doit débiter dans un délai maximal de 8 heures, après le recueil de l'échantillon. Si exceptionnellement l'analyse doit être reportée, il faut entreposer les échantillons à 4 °C (Rodier et al., 2009).

- **Méthodes d'analyses :**

Les analyses physico-chimiques ont concerné la température, le pH, la conductivité électrique (CE), la turbidité, salinité, taux de minéralisation total (TDS), la dureté totale, le calcium, le magnésium, les chlorures et les nitrites, nitrates, l'azote ammoniacal, sulfates, alcalinité, phosphate, le titre alcalimétrique complet, le titre alcalimétrique, carbonates.

L'analyse microbiologique a pour but de mettre en évidence la présence des germes, basés sur la recherche et la numération de celles-ci dans les échantillons à analyser. Les germes recherchés sont : Bactéries coliformes (totaux et fécaux), streptocoques et l'identification d'*Escherichia coli*, Salmonelles, la recherche et le dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteurs*.

- **Partie physicochimique :**

Les analyses physico-chimiques des échantillons prélevés sont faites au niveau du laboratoire de l'ADE.

### 1- Mesure électro métrique du PH avec l'électrode de verre.

- Principe :

Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogène  $[H^+]$  présent dans l'eau ou les solutions.

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (Calomel - KCl saturé). Plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du pH de celle-ci. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions  $H^+$ .

#### Appareil : pH Mètre

- Electrode: Electrode de pH en verre

- Réactifs : Tampon pH = 10.01

Tampon pH = 7.07

Tampon pH = 4.01

- Mode opératoire :

Etalonnage de l'appareil :

- ✓ Allumer le pH Mètre.
- ✓ Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- ✓ Prendre dans un petit bêcher, la solution tampon pH = 7

- ✓ Régler l'agitation à faible vitesse.
- ✓ Tremper l'électrode de pH dans la solution tampon pH = 7
- ✓ Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard 2.
- ✓ Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée.
- ✓ Ré étalonner de la même manière avec les solutions tampon pH = 9 ou pH = 4.
- ✓ Puis rincer abondamment l'électrode avec l'eau distillée.

- **Dosage de l'échantillon :**

- ✓ Prendre environ  $\approx 100$  ml d'eau à analyser.
- ✓ Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- ✓ Tremper l'électrode dans le bêcher.
- ✓ Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.
- ✓ Puis noter le pH.

### 2- Mesure de la conductivité électrique

Définition :

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de  $1 \text{ cm}^2$  de surface et séparées l'une de l'autre de  $1 \text{ cm}$ .

Elle est l'inverse de la résistivité électrique.

L'unité de conductivité est le Siemens par mètre (S/m).

La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en micro siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). La relation entre la résistivité et la conductivité est la suivante :

$$\text{Résistivité } (\Omega \text{ cm}) = 1000000 / \text{conductivité } (\mu\text{S}/\text{cm})$$

Principe :

Mesure de la conductance électrique d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platine (Pt) (ou couvertes de noir de platine) maintenues parallèles.

Si  $R$  est la résistance de la colonne d'eau en ohms.

$S$  sa section en  $\text{cm}^2$  et  $l$  sa longueur en  $\text{cm}$ .

La résistivité électrique en ohms-cm est

$$P = R \frac{S}{l}$$

La conductivité électrique en S / cm est :

$$V = \frac{1}{P} = \frac{l}{R} \cdot \frac{1}{S}$$

$\frac{l}{S}$  est appelé constante de l'élément de mesure

Matériel : **Conductimètre**.

Mode opératoire :

D'une façon générale, opérer de la verrerie rigoureusement propre et rincée, avant usage, avec de l'eau distillée.

Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner ; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées.

Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes.

Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

### **3- Turbidité**

Réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute.

Principe :

Comparaison de la lumière diffusée et la lumière transmise par l'échantillon d'eau et par une gamme étalon constituée de solutions de formazine.

La mesure de la lumière diffusée est significative pour les eaux de faible turbidité non visible à l'œil nu

## Chapitre II : Matériel et méthode

La mesure de la lumière transmise est significative pour les eaux de turbidité visible à l'œil nu (par exemple les eaux polluées) et pour les eaux de faible turbidité contenant des substances qui ne diffusent pas.

Pour tout échantillon d'eau, la mesure de la lumière diffusée et de la lumière transmise permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.

Appareillage : **HACH TL 2300**

- Cuvette d'évaluation de la transparence constituée d'une cuvette de verre incolore de 50 mm. de diamètre.

Mode opératoire :

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.

Expression des résultats : La mesure est obtenue directement en NTU.

### 4- Détermination de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )

Principe : Mesure spectrométrique à environ 655nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

Réactifs :

<b>Réactif I</b>	- Acide dichloroisocyanurique ..... 2 g. - Hydroxyde de sodium (NaOH) ..... 32 g. - H <sub>2</sub> O distillée ..... q.s.p 1000 ml.
<b>Réactif II (coloré)</b>	- Trictrate de sodium.....130 g - Salicylate de sodium.....130 g. - Nitropruciata de sodium .....0.97 g. - H <sub>2</sub> O distillée..... q.s.p 1000 ml

Appareillage : **Spectrophotomètre UV-Visible**

Mode opératoire :

- Prendre 40 ml d'eau à analyser
- Ajouter 4 ml du réactif I
- Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec H<sub>2</sub>O distillée et

attendre 1h. 30

\* L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

Effectuer la lecture à 655 nm.

Expression des résultats : Le résultat est donné directement en mg/l.

### **5- Dosage des nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)**

Principe: Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N1 Naphtyléthylènediamine dichlorure donne naissance à une coloration rose mesurée à 543nm.

Réactifs:

<b>Réactif Mixte</b>	- Sulfanilamide .....	40 g.
	- Acide phosphorique .....	100 ml.
	- N-1- Naphtyl éthylène diamine.....	2 g.
	- H <sub>2</sub> O distillée.....	q.s.p 1000 ml.

Appareillage : **Spectrophotomètre UV-Visible**

Mode opératoire :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml du réactif mixte.
- Attendre 10mn.

\* L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO<sub>2</sub><sup>-</sup>.

Effectuer la lecture à 543 nm.

Expression des résultats : Le résultat est donné directement en mg/l.

### **6- Dosage des Nitrates NO<sub>3</sub><sup>-</sup> Méthode au salicylate de sodium.**

Principe :

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosoulylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

Réactifs :

- \* Solution de salicylate de sodium à 0.5 % (renouveler toutes les 24 h.).

0.5 g de salicylate de sodium dans 100 ml d'eau distillée.

- \* Solution d'hydroxyde de sodium 30 %.

30 gr de NaOH dans 100 ml d'eau distillée.

- \* H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré.

- \* Tartrate double de sodium et de potassium.

Hydroxyde de sodium Na OH ..... 400 g.

Tartrate de sodium et de potassium ..... 60 g.

Eau distillée ..... qsp 1000 ml.

Laisser refroidir avant de compléter à 1000 cc.

Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène.

Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg/l.

- \* Nitrate de potassium anhydre ..... 0.722 g.

Eau distillée ..... 1000 ml.

Chloroforme ..... 1 ml.

Solution fille d'azote d'origine nitrique à 5 mg/l.

Appareillage : **Etuve.**

**Spectrophotomètre U.V visible.**

### Mode opératoire

Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.

Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.

Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.

Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C.

( ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps ) laisser refroidir.

Reprendre le résidu avec 2 ml. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> laisser reposer 10 mn.

Ajouter 15 ml d'eau distillée.

Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectro au 415 nm.

### Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm.

### **7- Détermination des phosphates (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)**

#### Principe :

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm.

#### Appareils : **Spectrophotomètre UV. Visible**

#### Réactifs :

#### Réactif Mixte:

Heptamolybdate d'ammonium .....	13 g.	A
Eau distillée .....	100 ml.	
Tartrate d'antimoine .....	0.35 g.	B
Eau distillée .....	100 ml.	

## Chapitre II : Matériel et méthode

Acide sulfurique pur ..... 150 ml © C

Eau distillée ..... 150 ml.

(A + B) + C 500 → ml d'eau distillée.

Acide ascorbique à 10 %:

Acide ascorbique.....10g.

Eau distillée .....100ml.

Solution mère à 50 mg/l  $\text{PO}_4^{3-}$

Solution fille à 2 mg/l  $\text{PO}_4^{3-}$

Mode opératoire :

40 ml d'eau à analyser.

1 ml acide ascorbique

2 ml du réactif mixte.

Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue.

Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm.

Expression des résultats : Le résultat est donné directement en mg/l.

### **8- Détermination du calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et du magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )**

Principe :

Titrage molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide éthylènediaminetétraacétique(EDTA) à pH10. Le noir érichrome T, qui donne une couleur rouge foncé ou violette en présence des ions calcium et magnésium, est utilisé comme indicateur.

Réactifs :

*Solution d'E.D.T.A N/50 (  $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ) : (0,02N ou 0,01M)*

- EDTA ..... 3,725 g. après déshydratation à 80°C pendant 2 h.

-  $\text{H}_2\text{O}$  distillée .....q.s.p 1000 ml.

## Chapitre II : Matériel et méthode

Solution d'hydroxyde de sodium ( NaOH ) 2 N :

- NaOH (pastilles) .....80 g.
- H<sub>2</sub>O distillée .....q.s.p 1000 ml.

Solution d'hydroxyde d'ammonium ( NH<sub>4</sub>OH ) pH = 10,1:

- Chlorure d'ammonium .....67,5 g.
- NH<sub>4</sub>OH (25%)..... 570 ml
- HCl concentré .....PH = 10,1
- H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000 ml.

Noir eriochrome T.

Solution étalon de référence,  $c(\text{CaCO}_3)=0.01\text{mol/l}$

Sécher un échantillon de carbonate de calcium pur pendant 2heures à 150°C.

En introduire 1 g dans une fiole conique de 500ml et humidifier avec de l'eau. Ajouter goutte à goutte de l'acide chlorhydrique à 4mol/l jusqu'à ce que tout le carbonate soit dissous. Eviter un excès d'acide.

Ajouter 200ml d'eau et porter à ébullition quelques minutes afin d'éliminer le dioxyde de carbone. Refroidir et ajouter quelques gouttes de l'indicateur au rouge de méthyle. Ajouter une solution ammoniacale à 3mol/l jusqu'à ce que la solution devienne orange.

Transvaser la solution dans une fiole jaugée de 1000ml et compléter au volume avec de l'eau distillée.

1ml de la solution contient 0.4008mg(0.01 mmol/l) de calcium.

- Mode opératoire :

- (V1) Ca<sup>2+</sup> :
- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
  - Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N.
  - Ajouter du Murexide.
  - Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage ( violet ).

## Chapitre II : Matériel et méthode

- (V2)  $\text{Ca}^{2+}\text{Mg}^{2+}$  :
- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
  - Ajouter 2 ml de  $\text{NH}_4\text{OH}$  ( 10,1 ).
  - Ajouter noir eriochrome.
  - Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage (bleu).

Expression des résultats : La détermination du mg/l de Calcium est donnée par la formule suivante:

$$\text{mg / lCa}^{2+} = \frac{V_1 * C_{\text{EDTA}} * F * M_{\text{Ca}^{2+}}}{P.E} * 1000$$

d'où :

$V_1$  : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

$C$  : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l).

$M_{\text{Ca}^{2+}}$ : Masse molaire du calcium en g.

$F$  : Facteur

$$\text{mg / lCa}^{2+} = \frac{V_1 * 0.01 * F * 40.08}{50} * 1000$$

Donc

$$\text{mg/l Ca}^{2+} = V_1 \times F \times 8.016$$

$$\text{mg/lMg}^{2+} = \frac{(V_2 - V_1) * C_{\text{EDTA}} * F * M_{\text{Mg}^{2+}}}{P.E} * 1000$$

La détermination du mg/l de Magnésium est donnée par la formule suivante:

d'où :

$V_2$ : Volume total d'E.D.T.A

$V_1$  : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

$C$  : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l ).

$M_{\text{Mg}^{2+}}$ : Masse molaire du Magnésium en g.

P.E : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).

$$\text{mg/lMg}^{2+} = \frac{(V_2 - V_1) * 0.01 * F * 24.3}{50} * 1000$$

F : Facteur

Donc

$$\text{mg/l Mg}^{2+} = (V_2 - V_1) * F * 4.86$$

### 9- Détermination des chlorures (Cl<sup>-</sup>)

Principe :

Réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation.



Réactifs :

Solution de nitrate d'argent à 0,01 N : 1,6987 g d'AgNO<sub>3</sub> → 1000 ml d'eau distillée

Indicateur coloré K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> à 10 % : 10 g de K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> → Q.S.P 100 ml d'eau distillée.

Solution de chlorures à 71 mg/l: 0.107g de NH<sub>4</sub>Cl.....1000 ml d'eau distillée.

Mode opératoire :

Prendre 5 ml d'eau à analyser,

Ajouter 2 gouttes de K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (coloration jaunâtre).

Titrer avec Ag NO<sub>3</sub> à 0,01 N jusqu'à coloration brun rougeâtre.

Expression des résultats :

## Chapitre II : Matériel et méthode

$$F.G : \frac{V_{AgNO_3} \times N_{AgNO_3} \times M_{Cl}}{PE} = \frac{V_{AgNO_3} \times 0,01 \times 35,5 \times F \times 1000}{5}$$

$$F.S : \text{mg/l } Cl^- = V_{AgNO_3} \times 71 \times F.$$

$V_{AgNO_3}$  : Volume d'AgNO<sub>3</sub> nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

$N_{AgNO_3}$  : Normalité d'AgNO<sub>3</sub>

$M_{Cl^-}$  : masse des chlorures.

F : facteur de correction du titre d'Ag NO<sub>3</sub>.

PE : prise d'essai.

Pour le F : - Prendre 5 ml de la solution mère à 71 mg/l.

- Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré.

- Doser par AgNO<sub>3</sub> à 0,01 N jusqu'au virage.(couleur brun rougeâtre).

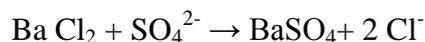
$$F = \frac{1}{V_{AgNO_3}}$$

### 10- Détermination des Sulfates ( SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> )

Principe :

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum

En présence de Ba Cl<sub>2</sub>.



Appareil : **Spectrophotomètre UV Visible**

Réactifs :

\* Solution mère de sulfates à 1 g/l à partir de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Peser 1,479 g de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ..... 1000 ml d'eau distillée.

## *Chapitre II : Matériel et méthode*

Solution stabilisante :

Acide chlorhydrique (c) .....	60 ml.
Ethanol .....	200 ml.
Chlorure de sodium .....	150 g.
Glycérol .....	100 ml.
Eau distillée .....	Q.S.P. 1000 ml.

\* Solution de chlorure de baryum :

Chlorure de baryum .....	150 g.
Acide chlorhydrique .....	5 ml.
Eau distillée .....	Q.S.P. 1000 ml.

Gamme d'étalonnage :

Prendre 8 béchers de 250 ml.

Laver très bien avec du savon et une lavette.

Rincer abondamment avec l'eau du robinet.

Rincer avec une solution acide chlorhydrique

Rincer avec l'eau du robinet puis avec de l'eau distillée.

.Remarque :

- Les échantillons troubles ou colorés doivent être filtrés sur filtre de 0,45 µm.

- Les échantillons qui contiennent plus de 70 mg/l  $\text{SO}_4^{2-}$  doivent être dilués avant détermination.

Enregistrer la gamme dans le spectrophotomètre à la longueur d'onde  $\lambda$  420.

Mode opératoire :

- Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée.
- Ajouter 5 ml de la solution stabilisante.
- Ajouter 2 ml de chlorure de baryum.
- Agiter énergiquement pendant 1 mn.
- Passer au spectrophotomètre  $\lambda = 420 \text{ nm}$ .

Expression des résultats :  $\text{mg/l SO}_4^{2-} = \text{la valeur lue sur le spectrophotomètre} \times \text{facteur de la dilution}$ .

### 11- Détermination de l'alcalinité ( $\text{HCO}_3^-$ )

Avant propos:

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence bicarbonates, carbonates et hydroxydes.

Principe :

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, aux niveaux de  $\text{pH} = 8.3$  et  $4.3$ , le volume d'eau à analyser. La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC).

Réactifs :

\* Solution d'acide Chlorhydrique à 1 N :

\* Solution d'HCl à 0,1 N :

- \$ d'HCl à 1 N ..... 100 ml.

-  $\text{H}_2\text{O}$  distillée ..... q.s.p 1000ml.

Électrode: Électrode de pH

Mode opératoire :

- Prendre 100 ml d'eau à analyser,
- Noter son pH puis titrer avec HCl à 0,1 N jusqu'à obtention d'un pH de 4,3.

## Chapitre II : Matériel et méthode

- Expression des résultats :

$$F.G = \frac{V_A \times N_A \times \text{MHCO}_3^- \times 1000}{\text{PE}} = \frac{V_A \times 0,1 \times 61 \times 1000}{100}$$

F.S :  $V_{A1} \times 61 = \text{mg/l HCO}_3^-$

$V_A$  : Volume d'acide versé.

$N_A$  : normalité d'acide versé.

$\text{MHCO}_3^-$  : masse des bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ).

P.E : prise d'essai.

L'expression des résultats du TAC se fait par la formule :

$$\text{TAC (°F)} = \frac{[\text{HCO}_3^-]}{12.2}$$

### Remarque :

- Pour  $\text{CO}_3^{2-}$

Si le pH de l'échantillon est supérieur à 8,3 ; titrer jusqu'à cette valeur (volume d'HCl obtenu correspond au  $\text{CO}_3^{2-}$ ) puis continuer le dosage jusqu'à pH de 4,3 noter le volume  $V_{A2}$ .

$$\text{mg/l CO}_3^{2-} = V_{A2} \times 60$$

Le pH de l'eau naturelle < 8.3  $\text{CO}_3^{2-} = 0$  TA = 0

### 11- La dureté (TH) :

$$\frac{\text{La masse molaire du Ca}^{+2}}{\text{Nombre de charge du Ca}^{+2}} = \frac{40.08}{2} = 20.04$$

$$\frac{\text{La masse molaire du Mg}^{+2}}{\text{Nombre de charge du Mg}^{+2}} = \frac{24.3}{2} = 12.15$$

Degré français = 5

[Ca<sup>+2</sup>] : Concentration du calcium

[Mg<sup>+2</sup>] : Concentration du magnésium

Donc

$$\text{TH (°F)} = \frac{[\text{Ca}^{+2}] \times 5}{20.04} + \frac{[\text{Mg}^{+2}] \times 5}{12.15}$$

### **12-Test de chlore :**

Avant d'analyser il faut tester le taux de chlore. Pour cela Utilisé une méthode plus rapide et la plus facile est le test DPD (Diehl paraphenylene diamine).

-Matériel utilisé :

Appareille : [comparateur colorimétrique](#).

-Méthode :

- Remplir l'une des cuves du comparateur d'eau jusqu'au repère indiqué sur la cuve ;
- Ajouter une comprimé du réactif(DPD1) dans le tube ;
- Agiter le tube ;
- Placer le tube dans le comparateur ;
- En tenant le comparateur dirigé vers la lumière ;
- Faire tourner le disque est comparée visuellement à la couleur apparue sous l'action du réactif
- Lire la concentration du chlore en mg / L.

### **B/ partie microbiologique**

#### **1-Analyse bactériologique d'eau potable :**

L'analyse bactériologique d'une l'eau n'est pas d'effectuer un inventaire de toutes les espèces présentes, mais de rechercher soit celles qui sont susceptibles d'être pathogènes soit, ce qui est souvent plus aisé, celles qui les accompagnent et qui sont en plus grand nombre souvent présentes dans l'intestin des mammifères et sont par leur présence indicatrices d'une contamination fécale (Rodier et al, 2009).

#### **1-1-Les produit utilisé :**

- Schubert ;
- LITKY EVA ;
- Hektoen S/C ;
- Sélénite – cystine D/C ;
- Tergitol.

#### **1-2-Matériel utilisé :**

- Boites pétri ;
- Pince ;
- Ose bouclée ;
- Bain marée ;
- Etuve réglée a 37°C, Etuve a réglée a 44°C ;
- Réfrigérateur ;
- Rampe de filtration ;
- Membrane 0,45µm ;
- Bec bunsen

#### **2-Méthodes des analyses bactériologiques des eaux potables :**

L'analyse bactériologique n'est pas seulement qualitative mais aussi quantitative.

Selon Journal officiel de la République Algérienne N°75 (JORA 2009)

**Tableau 7 :** Tableau représente le paramètre microbiologique selon journal officiel algérienne N°75. (JORA 2009)

Paramètres	Méthodes d'analyse
Escherichia coli	par filtration sur membrane
Bactéries coliformes	par filtration sur membrane
Entérocoques	par filtration sur membrane
Bactéries sulfitoréductrices $\gamma$ compris les spores	par filtration sur membrane
Salmonelles	recherche isolement/identification et confirmation

### 3- Recherche *Salmonella* :

#### 3-1- Pré Enrichissement :

Pré enrichissement s'effectue sur le milieu de Sélénite – Cystéine D/C réparti à raison de 100 ml par flacon, ce dernier sera doncensemencé à l'aide de 100 ml d'eau à analyser, puis incubé à 37 °C pendant 18 à 24 h.

#### 3-2- Enrichissement et Isolement :

Ce flacon fera l'objet :

- D'une part, d'enrichissement sur milieu Sélénite en tubes à raison de 0,1 ml ;
- D'autre part, d'un isolement sur gélose Hektoen ;

L'incubation se fait donc à 37°C pendant 24 h, comme l'indique le schéma 4.

#### 3-3- Lecture des boîtes et Identification :

- D'une part, le tube de Sélénite fera l'objet d'un isolement ;
- D'autre part, la boîte de gélose Hektoen subira une lecture en tenant compte du fait que les *Salmonellae* présentent le plus souvent sous forme de colonies de couleur gris bleu à centre noir

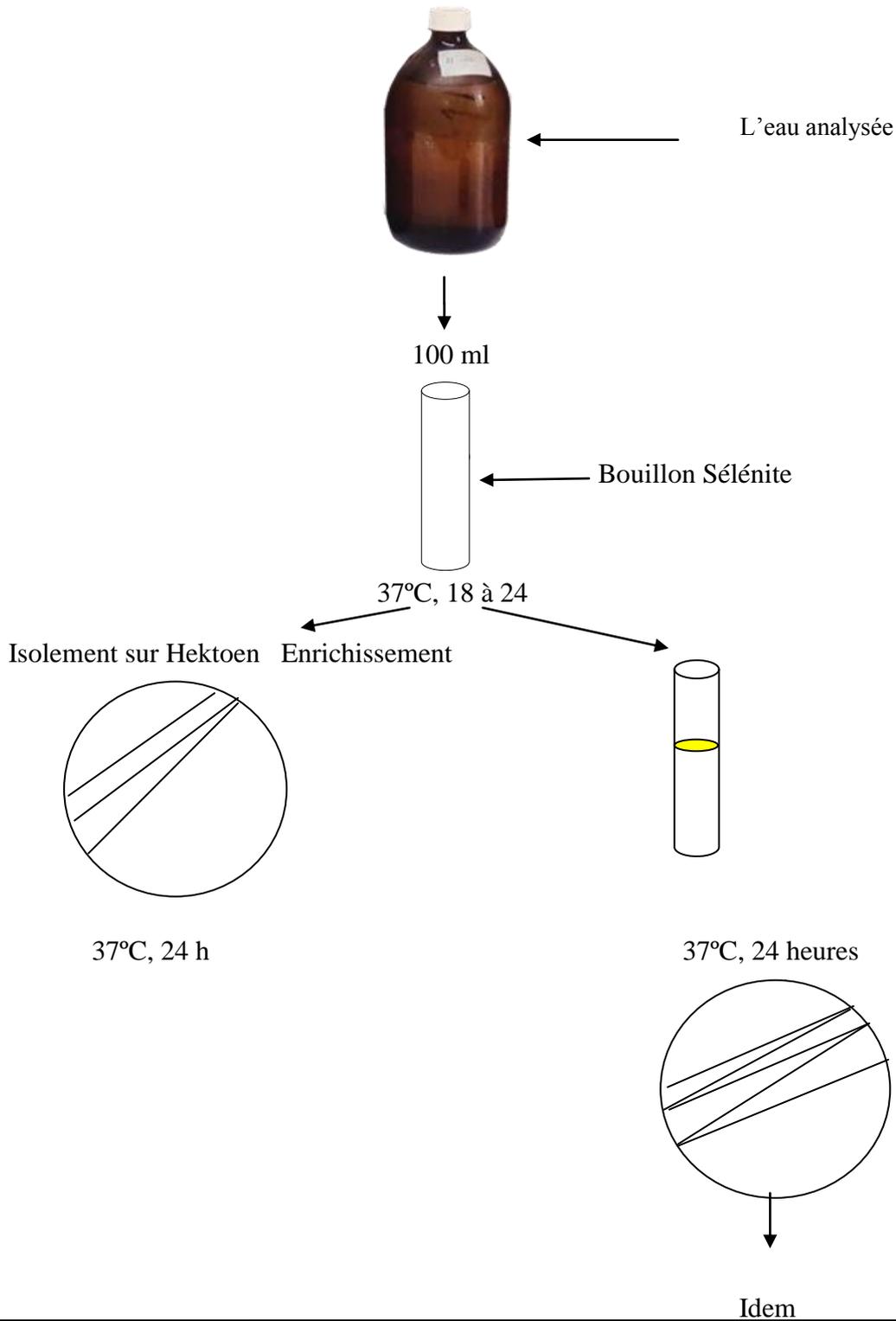


Figure 4 : Recherche Salmonella

### **4- La méthode de milieu solide par la technique de la filtration:**

#### **4-1- Recherche et dénombrement les Coliformes totaux et fécaux en milieu Solide de la Gélose TTC:**

- Tout abord, il faudrait stériliser un entonnoir à l'aide d'un bac bunsen ;
- Le refroidir soit avec l'eau à analyse ou bien avec de l'eau distillée stérile ;
- Mettre en ce place de façon aseptique une membrane de 0,45µm entre la membrane ce dernier avec la pince stérile ;
- Fixer ce dernier avec la pince correspondant ;
- Remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyse ;
- Actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane ;

#### **4-1-1- Recherche de coliformes totaux :**

- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de Pétri de 45 mm de diamètre contenant de la gélose TTC ;

Cette membrane sera incubée à 37°C, pendant 24 h et servira à la recherche des coliformes totaux, comme l'indique le schéma 5.

#### **4-1-2- Recherche de coliformes fécaux :**

- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de Pétri de 45 mm de diamètre contenant de la gélose TTC ;

Cette deuxième membrane sera incubée à 44°C, pendant 24 h et servira à la recherche des coliformes fécaux, comme l'indique le schéma 5.

#### **Lecture et interprétation :**

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

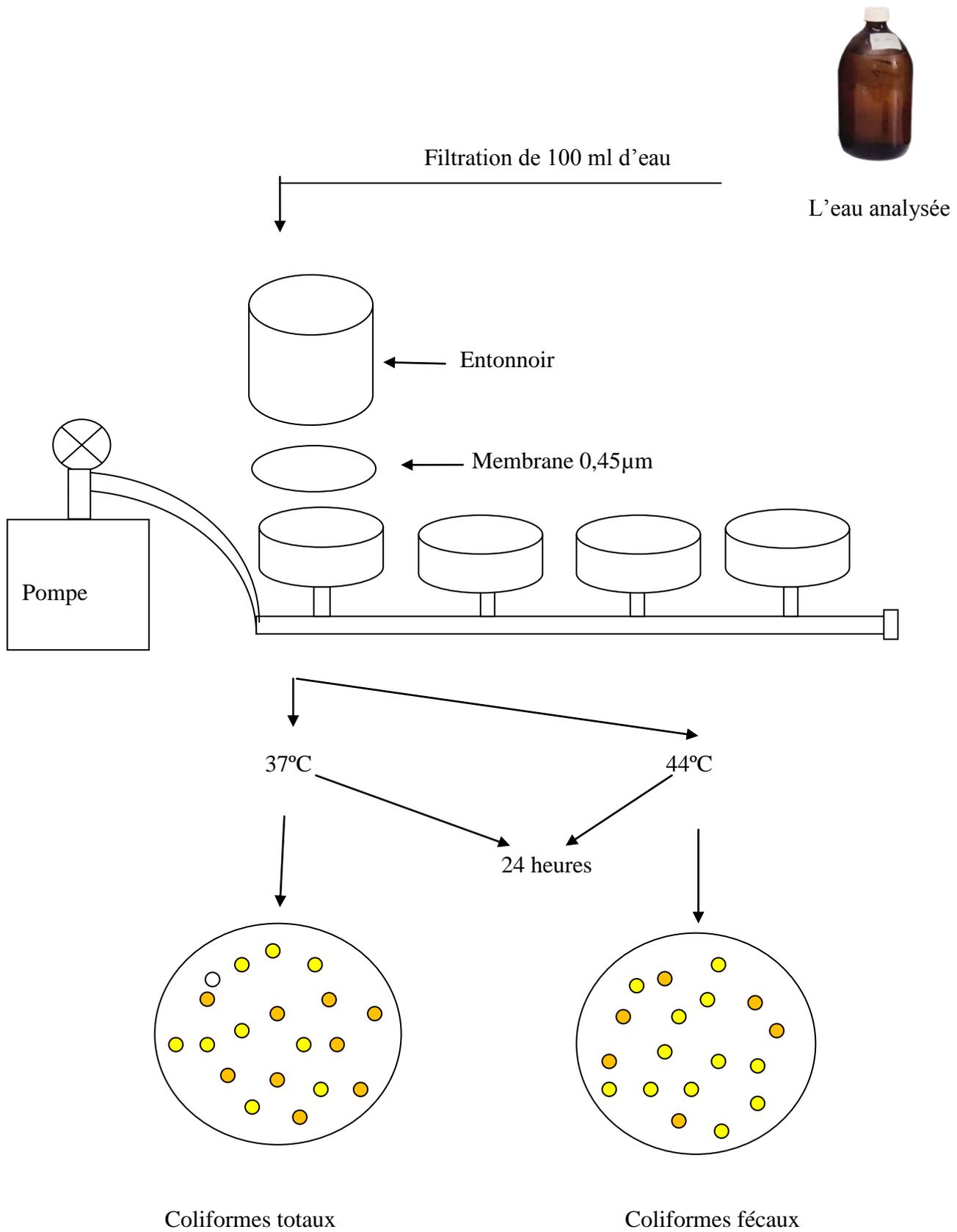


Figure 5 : Recherche et dénombrement les Coliformes totaux et fécaux

### **4-2- Recherche et dénombrement les Streptocoques fécaux en milieu Solide SLANETZ et BARTLEY :**

- Tout d'abord, il faudrait stériliser un entonnoir à l'aide d'un bec bunsen ;
- Le refroidir soit avec l'eau à analyser ou bien avec de l'eau distillée stérile ;
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de 0,45 µm entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile ;
- Fixer ce dernier avec la pince correspondant ;
- Remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser ;
- Actionner la pompe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane ;
- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile et la placer dans une boîte de Pétri de 45 mm de diamètre contenant de la gélose SLANETZ et BARTLEY ;

Cette membrane sera incubée à 37°C, pendant 24 h, comme l'indique le schéma 6.

#### **Lecture et interprétation :**

- \* Après 24 h d'incubation, les streptocoques fécaux apparaissent sous forme de petites colonies rouge, marron ou roses, lisse, légèrement bombées ;
- \* Etant donné le caractère sélectif de la gélose SLANETZ, ne pousseront théoriquement que les streptocoques fécaux ;
- \* Ne dénombrer que les boîtes refermant entre 15 et 300 colonies ;
- \* Le nombre de colonies trouvées sera exprimé dans 100 ml d'eau à analyser.

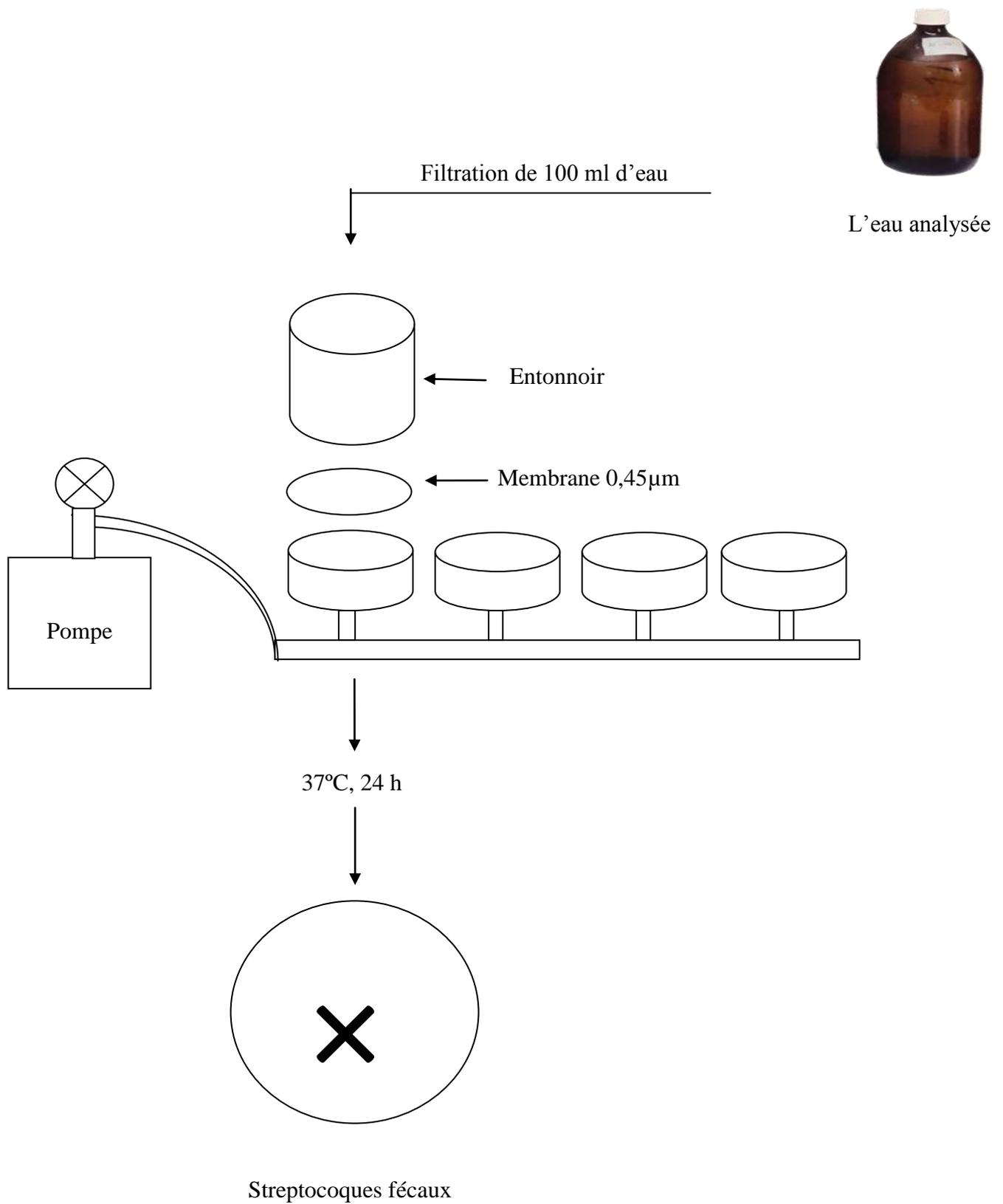


Figure 6 : Recherche et dénombrement les Streptocoques fécaux

# Chapitre III

## Résultats et discussions

## Chapitre III : Résultats et discussion

### Introduction

L'étude expérimentale réalisée sur les différents échantillons prélevés, nous a permis de déterminer les paramètres physicochimiques et microbiologiques de l'eau de différents points du site de l'université Ziane Achour de Djelfa. Ces points ont été choisis en concertation avec notre encadreur, et en se basant sur la carte de situation du site de l'Université. Les échantillons ont été prélevés pour la partie microbiologique du mois d'avril, mai et juin. Tandis que pour la partie physicochimique, l'échantillonnage a été effectué pendant les mois de juin et juillet.

**Tableau 8-1** : Résultat d'analyse microbiologique du mois juin.

LP	PH	Turb NTU	T C°	Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$	Sal %	TDS Mg/l	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> Mg/l	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> Mg/l	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> Mg/l
NA	6,5- 9	5	25	2800	-	-	0,5	0,1	-
N°=01	7,94	0,227	24	851	0,42	417	Des traces	Des traces	Des traces
N°=02	8,01	0,305	24,3	862	0,42	423	Des traces	Des traces	Des traces
N°=03	8,10	0,261	23	855	0,42	419	Des traces	Des traces	Des traces
N°=04	7,73	0,315	24	851	0,42	417	Des traces	Des traces	Des traces
N°=05	8,03	0,218	23,5	847	0,41	415	Des traces	Des traces	Des traces
N°=06	7,96	0,289	23,8	856	0,42	420	Des traces	Des traces	Des traces
N°=07	7,86	0,279	26,4	1279	0,63	631	Des traces	Des traces	Des traces
N°=08	7,74	0,241	23	1136	0,56	561	Des traces	Des traces	Des traces
N°=09	7,75	0,315	23,1	1133	0,56	560	Des traces	Des traces	Des traces
N°=10	7,82	0,237	22,9	1132	0,56	559	Des traces	Des traces	Des traces
N°=11	7,74	0,232	22,8	1132	0,56	559	Des traces	Des traces	Des traces
N°=12	7,75	0,624	23,6	1142	0,57	564	Des traces	Des traces	Des traces
N°=13	7,86	1,64	27,7	893	0,44	439	Des traces	Des traces	Des traces
N°=14	8,01	0,5	27,6	874	0,43	429	0,07	Des traces	Des traces
N°=15	8,12	0,195	23,5	1193	0,59	591	Des traces	Des traces	Des traces

### *Chapitre III : Résultats et discussion*

**Tableau 8-2** : Résultat d'analyse microbiologique du mois juin.

LP	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> Mg/l	Cl <sup>-</sup> Mg/l	Ca <sup>+2</sup> Mg/l	Mg <sup>+2</sup> Mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Mg/l	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Mg/l	TH F°	TAC F°	TA F°
NA	50	400	500	200	150	500	–	200	–	–
N°=01	10,83	170	158,6	96,19	32,07	100,65	0	37,19	16,50	0
N°=02	13,10	150	136,64	109,01	21,38	100,04	0	35,99	16,40	0
N°=03	12,33	140	129,32	96,19	29,16	103,48	0	35,99	16,80	0
N°=04	10,23	120	170,8	96,19	41,79	109,8	0	41,19	18	0
N°=05	13,46	150	151,28	88,17	33,04	105,23	0	35,59	17,25	0
N°=06	13,08	150	158,6	83,36	36,93	108,28	0	35,99	17,75	0
N°=07	28,51	160	341,6	89,6	79,70	103,09	0	56,76	16,9	0
N°=08	27,59	120	344,04	120,24	41,79	115,9	0	47,19	19	0
N°=09	28,04	130	329,4	97,79	57,34	102,78	0	47,99	16,85	0
N°=10	27,90	120	329,4	109,01	48,6	100,65	0	47,19	16,5	0
N°=11	28,70	110	326,96	121,84	42,76	106,75	0	47,99	17,5	0
N°=12	29,48	120	336,72	109,01	48,6	105,53	0	47,19	17,30	0
N°=13	9,64	140	236,68	56,11	77,76	102,48	0	45,99	16,8	0
N°=14	10,61	180	241,56	88,17	29,16	96,38	0	33,99	15,8	0
N°=15	28,23	100	373,32	128,25	48,6	96,68	0	51,99	15,85	0

### *Chapitre III : Résultats et discussion*

**Tableau 9-1** : Résultat d'analyse physicochimique du mois juillet.

LP	PH	Turb NTU	T C°	Cond µS/ cm	Sal %	TDS Mg/l	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> Mg/l	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> Mg/l	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> Mg/l
N°01	7,88	0,199	28,8	839	0,41	411	Des traces	Des traces	Des traces
N°02	7,88	0,217	28,0	826	0,40	405	Des traces	Des traces	Des traces
N°03	7,87	0,174	28,5	852	0,41	414	Des traces	Des traces	Des traces
N°04	7,81	0,287	28,8	818	0,40	401	Des traces	Des traces	Des traces
N°05	7,92	0,209	28,1	849	0,41	411	Des traces	Des traces	Des traces
N°06	7,79	0,256	28,4	826	0,40	405	Des traces	Des traces	Des traces
N°07	7,56	0,224	28,6	1093	0,53	539	Des traces	Des traces	Des traces
N°08	7,54	0,190	28,3	1080	0,53	529	Des traces	Des traces	Des traces
N°09	7,55	0,247	28,5	1093	0,54	540	Des traces	Des traces	Des traces
N°10	7,59	0,202	28,4	1097	0,54	542	Des traces	Des traces	Des traces
N°11	7,57	0,156	28,8	1084	0,54	535	Des traces	Des traces	Des traces
N°12	7,54	0,580	28,2	1098	0,54	542	Des traces	Des traces	Des traces
N°13	7,80	1,66	27,9	895	0,45	450	Des traces	Des traces	Des traces
N°14	7,31	0,178	28,5	1229	0,60	600	Des traces	Des traces	Des traces
N°15	7,86	0,205	28,7	1195	0,59	592	Des traces	Des traces	Des traces

**Tableau 9-2 : Résultat d'analyse physicochimique du mois juillet**

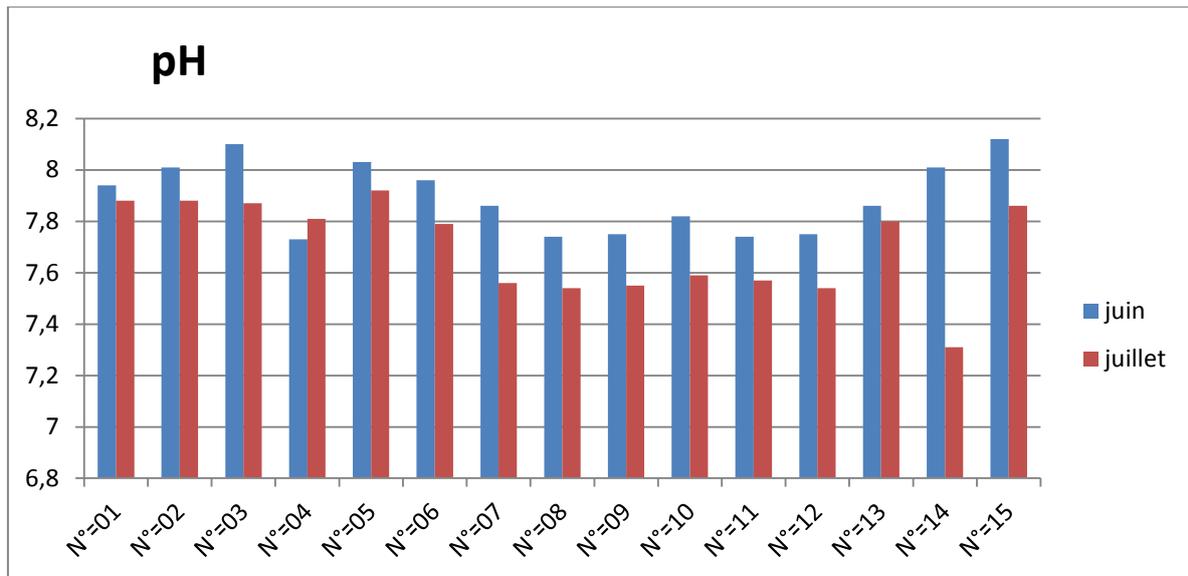
LP	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> Mg/l	Cl <sup>-</sup> Mg/l	Ca <sup>+2</sup> Mg/l	Mg <sup>+2</sup> Mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>3-</sup> Mg/l	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> Mg/l	TH F°	TAC F°	TA F°
N°01	-	290	156,16	67,33	51,52	101,87	0	38	16,7	0
N°02	-	190	244	73,74	52,49	102,48	0	39,99	16,8	0
N°03	-	230	183	70,54	49,57	96,99	0	37,99	15,9	0
N°04	-	220	165,92	89,78	37,91	108,58	0	38	17,8	0
N°05	-	180	158,6	68,94	50,54	104,62	0	37,99	17,15	0
N°06	-	80	161,04	70,54	46,66	109,19	0	36,80	17,9	0
N°07	-	100	358,68	84,97	58,32	103,7	0	45,20	17	0
N°08	-	140	334,28	84,97	57,35	106,75	0	44,80	17,5	0
N°09	-	120	341,6	89,78	55,40	115,29	0	45,19	18,9	0
N°10	-	170	353,8	88,18	57,35	101,87	0	45,60	16,7	0
N°11	-	140	307,44	81,76	62,21	100,04	0	46	16,4	0
N°12	-	110	341,6	78,56	64,15	102,48	0	45,99	16,8	0
N°13	-	140	241,56	54,51	80,68	104,92	0	46,80	17,2	0
N°14	-	150	378,2	97,80	57,35	104,92	0	48	17,2	0
N°15	-	130	368,44	125,05	40,82	96,99	0	47,99	15,90	0

## **I. Paramètres physicochimiques**

### **1-1 Le potentiel d'hydrogène (pH) :**

Le pH d'une eau naturelle dépend de l'origine de celle-ci et de la nature des terrains traversés (Saadali, 2007 ; Gouaidia, 2008). Les législations algériennes et européennes précisent comme niveau guide du pH est de 6,5 à 9 (JORA, 2011; Rodier et al., 2009).

Dans notre étude, les valeurs du pH enregistrées sont situées dans la fourchette des normes de potabilité ( $6,5 < \text{pH} < 9$ ). Elles varient entre 7,31 (N°14) et 7,88 (N°01 et N°02) pour le mois de juin, et de 7,73 (N°04) à 8,12 (N°15) pour le mois de juillet.



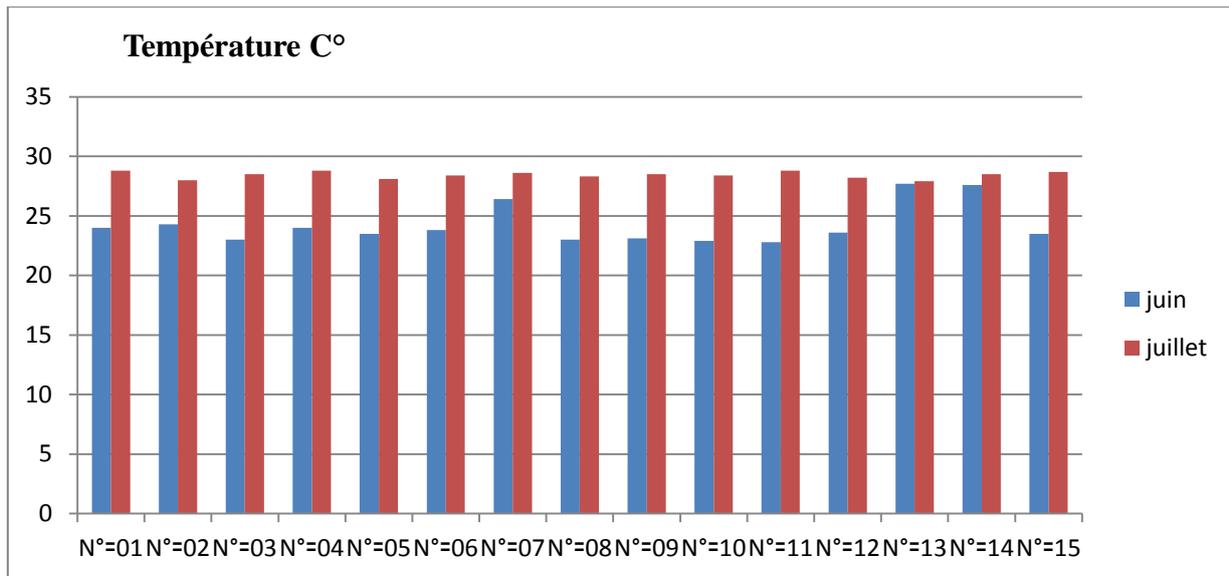
**Figure 7 :** Variation des valeurs du pH des échantillons d'eau.

### 2- Température :

D'une façon générale, la température des eaux est influencée essentiellement par les variations climatiques (Dib, 2009) et par l'origine dont elles proviennent (superficielles ou profondes) (Rodier et al., 2009).

Tous les résultats obtenus au cours du mois de juin sont conformes aux normes de la recommandation algérienne qui est de 25°C, sauf pour l'échantillon N° 7,  $T^{\circ} = 26,4^{\circ}\text{C}$ , et pour le N° 14,  $T^{\circ} = 27,6^{\circ}\text{C}$ . L'échantillon N° 13,  $T^{\circ} = 27,7$  qui est supérieur aux normes indiquées dans le journal officiel (JORA, 2011).

Les résultats obtenus au cours du mois de juillet étaient supérieurs aux normes et se situaient entre  $T^{\circ} = 27,9^{\circ}\text{C}$  pour l'échantillon N°13 et  $T^{\circ} = 28,8^{\circ}\text{C}$  pour le N° 01, N° 04 et le N° 11. Ceci est due essentiellement au changement du climat (Température).



**Figure 8 :** Variation de la température des échantillons d'eau

### 3-Turbidité :

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). Sa mesure permet de donner les informations visuelles sur l'eau.

Les normes algériennes (JORA, 2011), recommandent comme valeur limite de turbidité : 5 NTU. Les résultats des analyses obtenus à l'aide d'un turbidimètre déterminent une variation entre 1,64 et 0,5 NTU, dont la valeur maximale est enregistrée au site N° 13 et la valeur minimale est enregistrée au site N° 14 pendant le mois de juin. et le mois de juillet. Les résultats des analyses obtenus à l'aide d'un turbidimètre déterminent une variation entre 1,66 et 0,156 NTU dont la valeur maximale est enregistrée au site N° 13 et la valeur minimale est enregistrée au site N° 11. Toutes les valeurs ne dépassent pas la norme algérienne (JORA 2011).

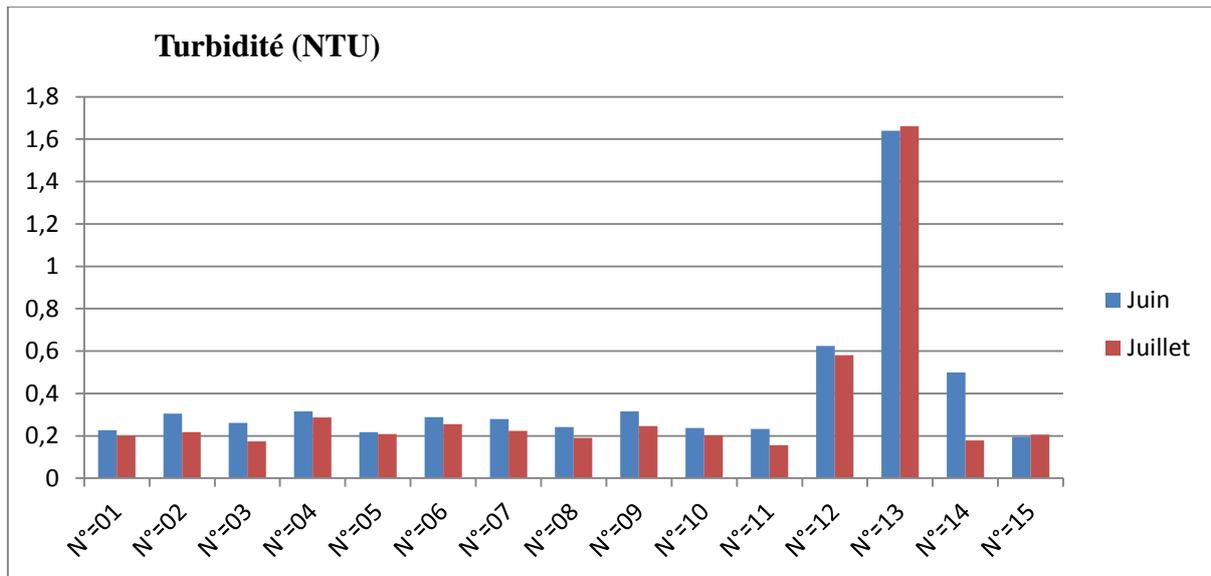


Figure 9 : Variation de turbidité la des échantillons d'eau

#### 4- La conductivité électrique (CE) :

Sa valeur dans les échantillons étudiés variait entre 847  $\mu\text{S/cm}$  (N° 5) et 1279  $\mu\text{S/cm}$  (N° 07) du mois de juin, Les résultats obtenus au cours du mois de juillet variaient entre 818  $\mu\text{S/cm}$  (N° 04) et 1229  $\mu\text{S/cm}$  (N° 14), Toutes les valeurs ne dépassent pas la norme algérienne de potabilité fixée à 2800  $\mu\text{S/cm}$  (JORA, 2011), donc selon ce classement, moyennement minéralisées.

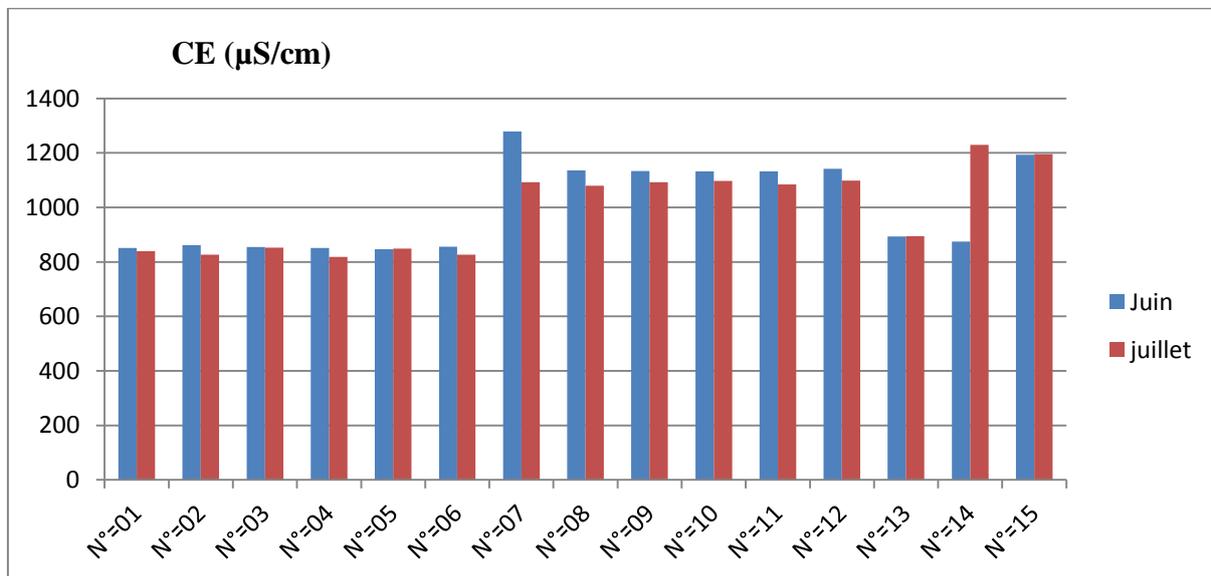


Figure 10 : Variation de la conductivité électrique(CE) des échantillons d'eau

Rodier et al. (2009), signalent que la variation de 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 ( $\text{Ca}^{2+}$ ), de sodium ( $\text{Na}^+$ ), de chlorures

## Chapitre III : Résultats et discussion

(Cl<sup>-</sup>), des bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)...etc. Généralement, la conductivité électrique augmente avec la concentration des ions en solution et la température (Dib, 2009). La classification des eaux en fonction de la conductivité se présente de la manière suivante :

Conductivité égale à 0.05 µS/cm: eau déminéralisée ; Conductivité de 10 à 80 µS/cm: eau de pluie; Conductivité de 80 à 100 µS/cm : eau peu minéralisée ; Conductivité de 300 à 500 µS/cm: eau moyennement minéralisée ; Conductivité de 1000 à 3000 µS/cm : eau saline ; Conductivité supérieure à 3000 µS/cm: eau de mer. (Rodier et al. 2009)

### 5- Salinité :

Les valeurs de la salinité des 15 sites oscillent entre 0,41 % a été enregistrée au site N° 05 et 0,63 % a été enregistrée au site N° 07 pendant le mois de juin. Pour le mois de juillet la valeur minimale 0,40 % a été enregistrée aux sites N° 2, N° 4 et N° 6, et la valeur maximal 0,60% a été enregistrée au site N° 14.

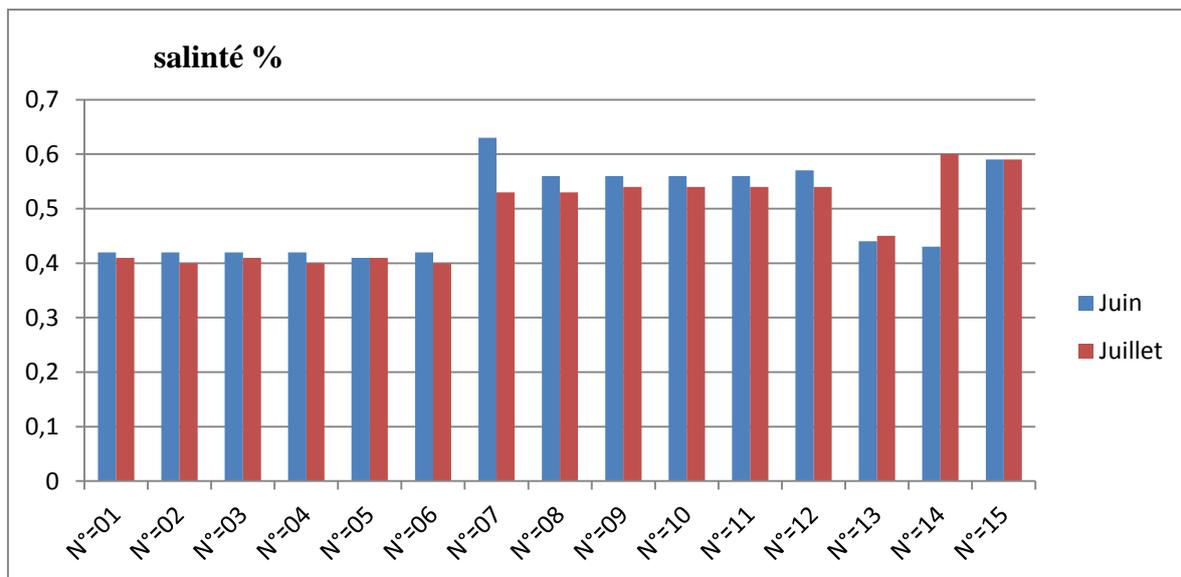


Figure 11 : Variation de la salinité des échantillons d'eau.

### 6- Taux des sels dissous TDS :

Pendant les deux mois d'étude (juin et juillet), la valeur maximale a été enregistrée au mois de juin 591 mg /l au site N° 15 ; le mois de juillet 600 mg /l au site N° 14 ; la valeur minimale a été enregistrée au mois de juin 415 mg /l au site N° 05, le mois de juillet 401 mg /l au site N° 04.

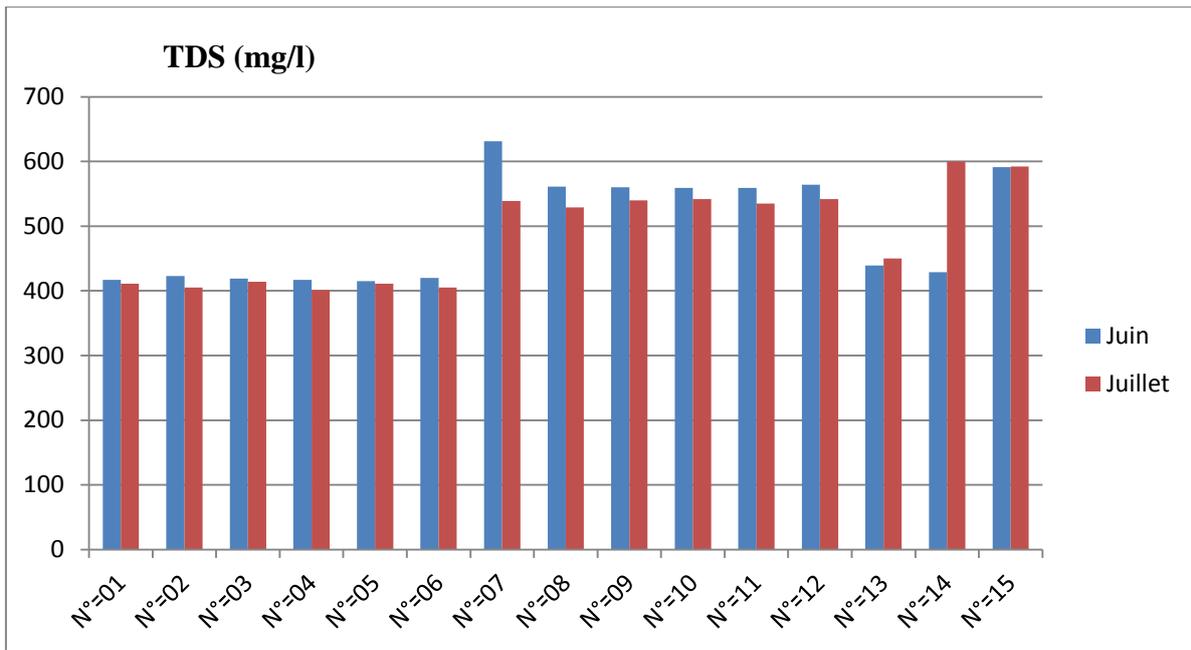


Figure 12 : Variation du taux des sels dissous (TDS) des échantillons d'eau.

### 7- Sulfate :

Les teneurs des sulfates dans nos échantillons oscillent entre 100 mg /l au site N° 15 et 180 mg /l au site N° 14 dans le mois de juin, le mois de juillet la valeur varie entre 80 mg /l au site N° 06 et 290 mg /l au site N° 01, et sont d'une manière générale acceptable pour la consommation humaine puisqu'ils n'accèdent pas la norme algérienne (JORA 2011).

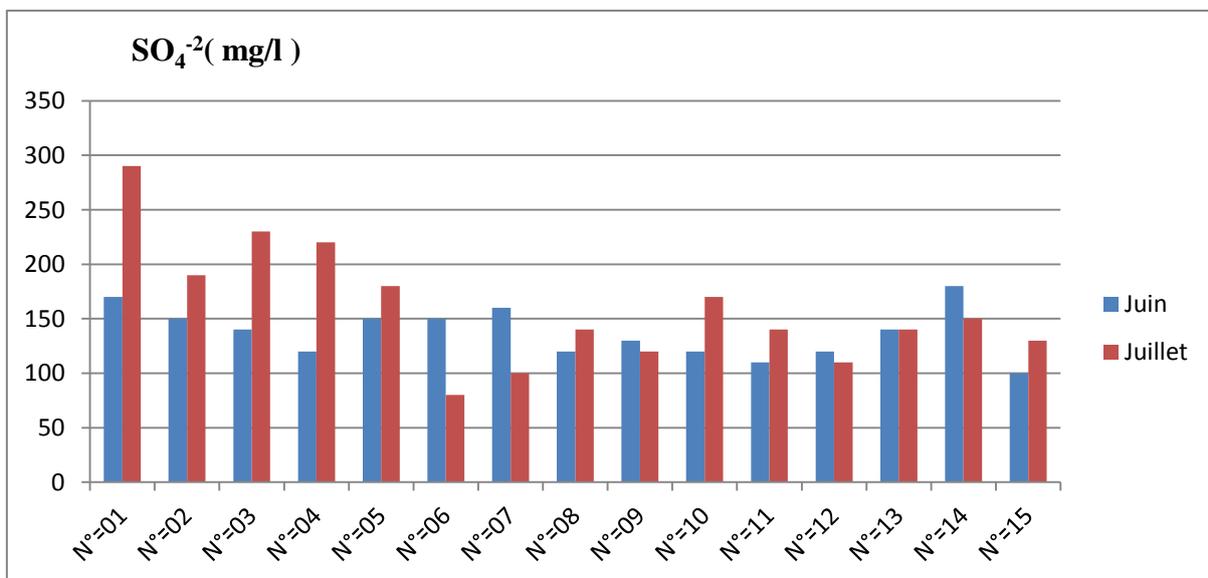
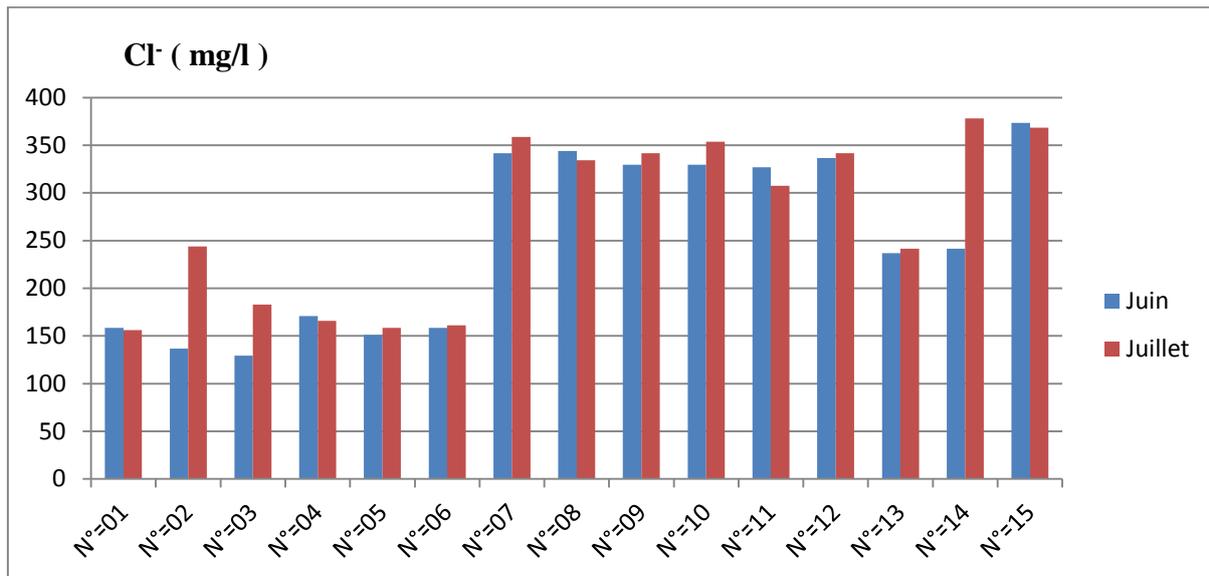


Figure 13 : Variation du sulfate des échantillons d'eau.

### 8- Chlorure :

Les concentrations en chlorures dans les eaux analysées sont généralement importantes ; la valeur de mois de juin entre 129,32 mg /l au site N° 03 et 373,32 mg /l au site N° 15 ; le mois de juillet la valeur enregistre entre 156,16 mg /l au site N° 01 et 378,2 mg /l au site N° 14. Ces valeurs de chlorures sont considérées normales étant donné que les normes algériennes de l'eau potable pour cet élément sont fixées à 500 mg/l (JORA, 2011).



**Figure 14 :** Variation du chlorure des échantillons d'eau.

### 9- Alcalinité :

L'alcalinité des échantillons analysés varie de 115,9 mg /l au site N° 08 et 96,38 mg /l au site N° 14 au mois de juin, et le mois de juillet 115,29 mg/l au site N° 09 et 96,99 mg /l au site N° 03 et N° 15. Ces valeurs restent dans les limites fixées par les valeurs indicatives des normes algériennes.

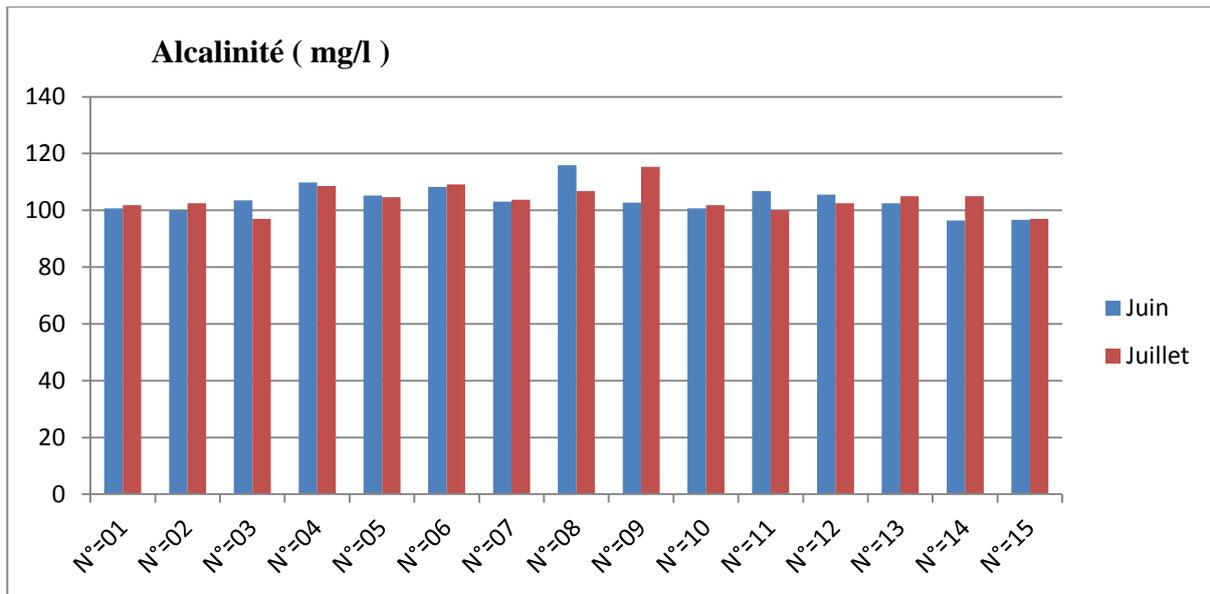


Figure 15 : Variation de l'alcalinité des échantillons d'eau.

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

La valeur du titre alcalimétrique complet dans le mois juin variait entre 15,80 F° au site N° 14 et de 18 F° au site N° 04, le mois de juillet variait entre 15,90 F° au site N° 03 et N° 15, et la valeur supérieur 18,90 F° au site N° 09.

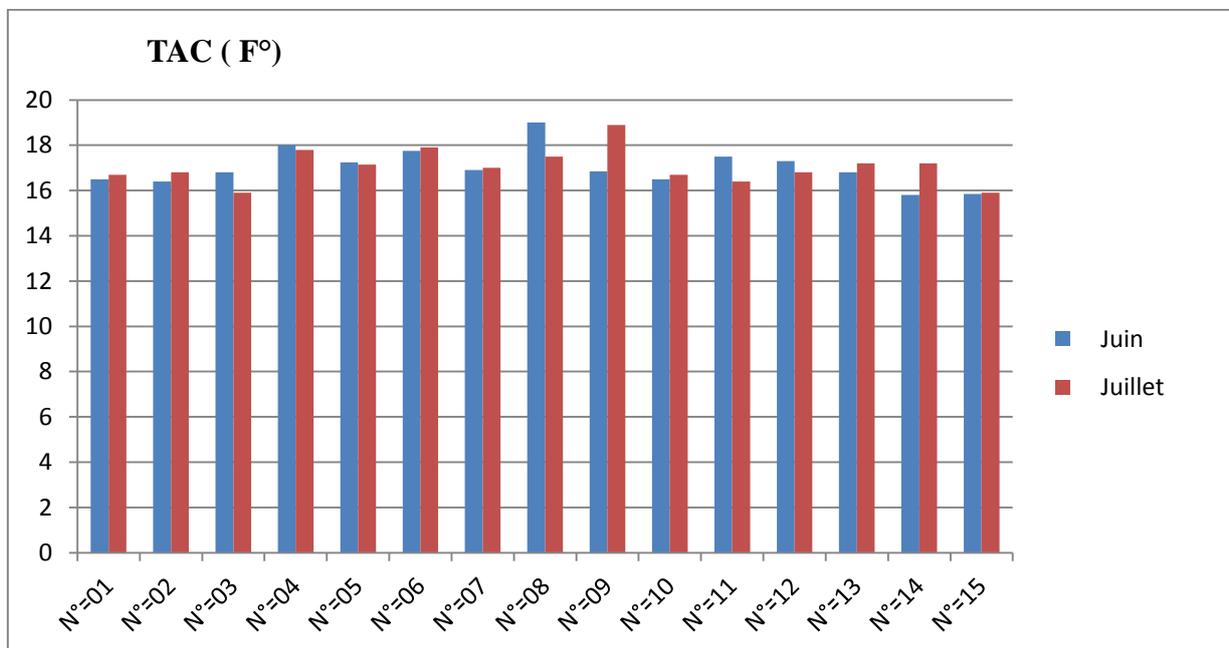


Figure 16 : Variation de titre alcalimétrique complet des échantillons d'eau.

### **11 – L'ammonium**

Toutes les valeurs de la concentration de l'ammonium dans les zones étudiées pendant les deux mois de juin et de juillet étaient de 0 mg/l hormis celle du mois de juin au site N° 14, où la valeur trouvée était de 0,07 mg/l.

### **12 – Les nitrites**

Une teneur d'azote nitreux supérieure à 0,10 mg.l<sup>-1</sup> peut faire soupçonner un apport d'eaux riches en matières organiques en voie de décomposition. Cette teneur ne devrait pas être dépassée dans le cas d'une eau d'origine profonde (Rodier et al., 2009). Dans le cas comme le nôtre la concentration des nitrites est nulle, ne dépasse pas la norme algérienne ( $> 0,1 \text{ mg.l}^{-1}$ ) (JORA, 2011).

### **13 – Les phosphates :**

De façon générale, les valeurs rencontrées dans les eaux de la différente pointe de prélèvements dans deux mois (juin et juillet) sont de 0 mg/l.

### **14 – Carbonates et TA**

Les valeurs des ions carbonates et TA des différents échantillons pendant la période de juin et de juillet sont nulles.

### **15 – Le magnésium**

C'est un des éléments les plus répandus dans la nature, il donne un gout désagréable à l'eau (Rodier et al., 2009). Selon Nouayti et al. (2015), La source du magnésium semble être liée au contact des eaux avec les roches calcaires et dolomitiques. Selon les normes algériennes de l'eau potable pour le magnésium, elle est fixée à 150 mg/l (JORA, 2011). La valeur du mois de juin varie entre 21,38 mg/l au site N°02 et de 79,70 mg/l au site N°07. Celle du mois de juillet varie entre 37,91 mg/l au site N°04 et de 80,68 mg/l au site N°13. Toutes les valeurs n'ont pas dépassée ce qui est prescrit dans la norme algérienne.

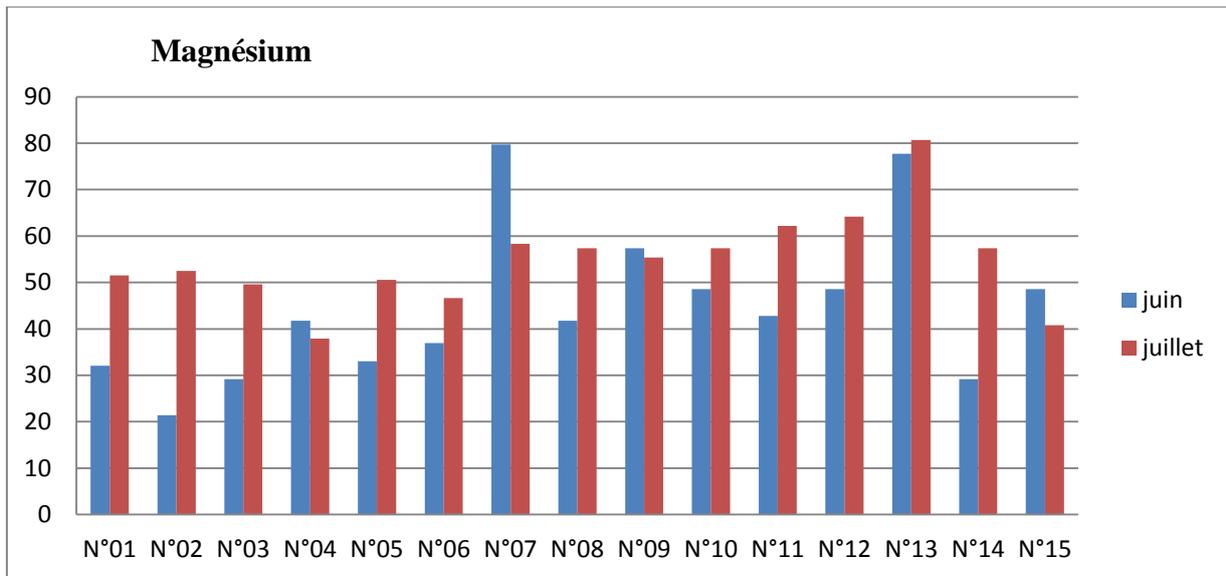


Figure 17 : Variation de magnésium des échantillons d'eau.

### 16 – Le calcium

C'est un composant majeur de la dureté de l'eau. Il est généralement l'élément dominant des eaux potables. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature du terrain traversé (Queneau et Hubert, 2009). D'après les normes algériennes de potabilité en ce qui concerne le calcium, elle est fixée à 200 mg/l (JORA, 2011). La valeur du mois de juin est de 56,11 mg/l au site N°13 et 128,25 mg/l au site N°15, et le mois de juillet au site N°13, 54,51 mg/l et le site N°15 125,05 mg/l.

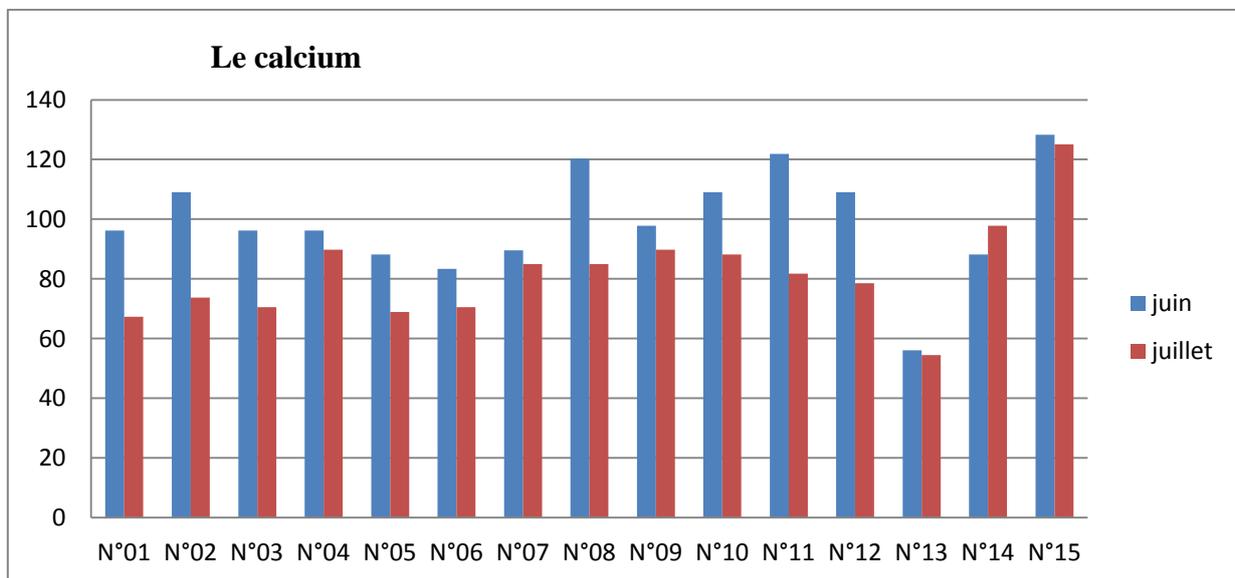


Figure 18 : Variation de calcium des échantillons d'eau.

### 17 - La dureté totale

C'est la qualité particulière de l'eau due à la présence de calcium et de magnésium. On distingue : une dureté carbonatée qui correspond à la teneur en carbonates et bicarbonates de  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  et une dureté non carbonatée produite par les autres sels. La dureté dépend de la structure géologique des sols traversés. Les résultats obtenus montrent que la dureté varie entre 33,99 F° à 56,76 F° pendant le mois de juin et juillet avec une valeur comprise entre 36,80 F° à 48 F° ne dépassant pas les normes Algérienne de 200 F°. Donc la qualité de l'eau dans la région d'étude est acceptable.

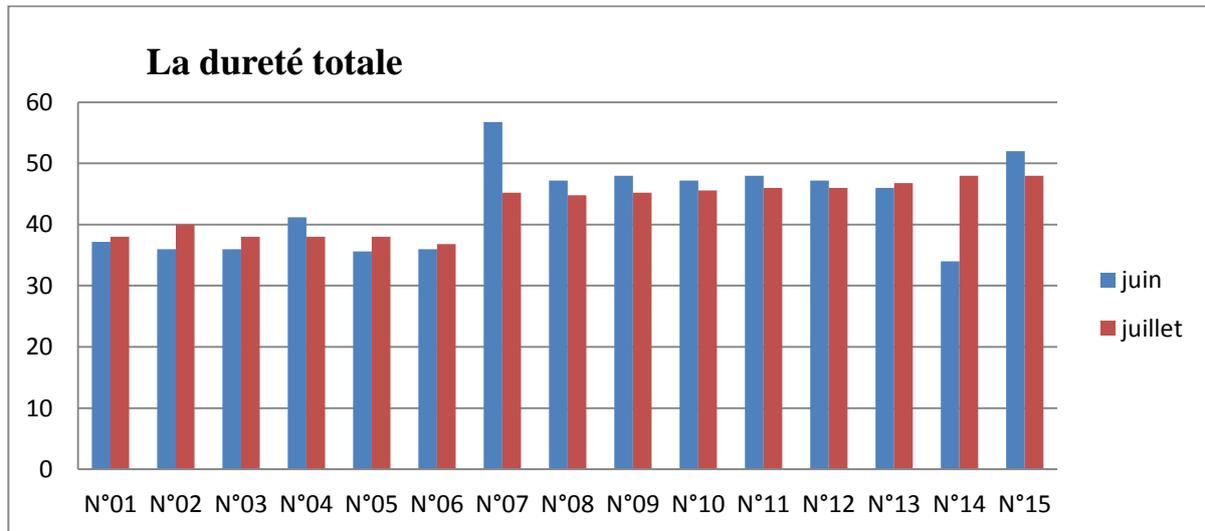


Figure 19 : Variation de la dureté des échantillons d'eau.

### 18 – Le nitrate :

Selon les normes algériennes de l'eau potable pour le nitrate, elle est fixée à 50 mg/l (JORA, 2011). La valeur dans le mois juin variait entre 9,64 mg/l au site N°13 et de 29,48 mg/l au site N° 12, c'est - à- dire la valeur ne pas dépasse la norme algérienne.

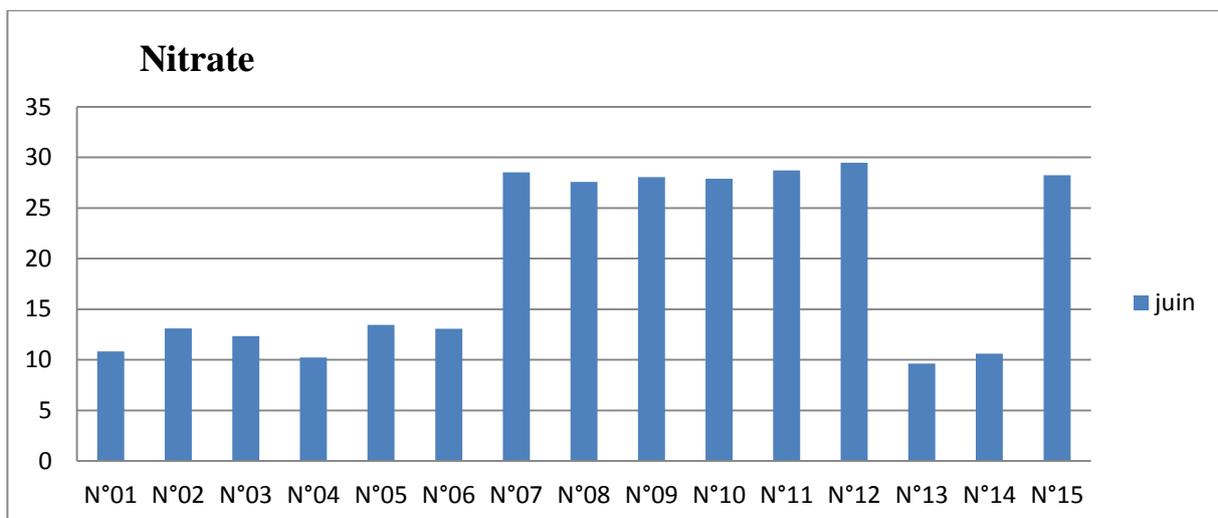


Figure 20 : Variation du nitrate des échantillons d'eau.

## Chapitre III : Résultats et discussion

### Paramètres microbiologique :

**Tableau 10 :** Résultat d'analyse microbiologique du mois d'avril.

Date	N° ordre	Taux du chlore	Coli formes	Coli fécaux	Strepto fécaux	salmonella
22-04-2019	01	00	01	00	00	T / A
	02	0,3	00	00	00	T / A
	03	00	00	00	00	T / A
28-04-2019	04	00	00	00	00	T / A
	05	00	00	00	00	T / A
	06	00	04	00	01	T / A
	07	00	00	00	00	T / A
	08	00	00	00	08	T / A
29-04-2019	09	00	15	00	00	T / A
	10	00	01	00	00	T / A
	11	00	00	00	00	T / A
	12	00	15	00	00	T / A
	13	00	02	00	00	T / A
	14	00	08	00	00	T / A
	15	00	04	00	00	T / A

**Tableau11 :** Résultat d'analyse microbiologique du mois mai et juin.

Date	N° Ordre	Taux du chlore	Coli formes	Coli fécaux	Strepto fécaux	salmonella
13-05-2019	01	00	00	00	00	T / A
	02	00	00	00	00	T / A
	03	00	00	00	00	T / A
	04	00	00	00	00	T / A
	05	00	00	00	00	T / A
19-05-2019	06	00	00	00	00	T / A
	08	00	00	00	00	T / A
	09	00	00	00	00	T / A

## Chapitre III : Résultats et discussion

	10	00	00	00	00	T / A
	11	00	00	00	00	T / A
	12	00	00	00	00	T / A
	13	00	00	00	00	T / A
	14	00	38	00	00	T / A
12-06-2019	07	00	00	00	04	T / A
	15	00	>300	01	00	T / A

T : Trouble

A : Absence

### 1. Les coliformes totaux

Les résultats obtenus pour cette analyse du mois d'Avril varient entre 0 UFC (N° 2, 3, 4, 5, 7, 8, et 11) et au maximum 15 UFC pour les échantillons N° 12 et 9.

Pour ce qui est du mois de Mai, toutes les valeurs obtenues étaient nulles ; sauf pour le N° 14 (38 UFC). Deux échantillons ont été analysés au mois de juin, et nous avons trouvés 0 UFC pour l'échantillon N° 7, et supérieur à 300 UFC pour l'échantillon N°15.

Les coliformes totaux sont d'origine animale et humaine, leur présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales (Chevalier, 2003).

### 2. Les Coliformes fécaux (*E. coli*)

Les échantillons du mois d'Avril et ceux de Mai, donnent un résultat nul. Pour le mois de juin, les deux échantillons donnent des valeurs de 0 UFC pour le N° 7, et 1 UFC pour l'échantillon 15.

La présence des coliformes thermotolérants, signe l'existence quasi certaine de la contamination fécale d'une eau (Richard, 1996; Figarella et Leyral, 2002; Rodier et al., 2009; El Haissoufi et al., 2011). L'OMS (2004) énonce que la présence d'*E.coli*, apporte la preuve incontestable d'une pollution fécale récente.

### 3. Les streptocoques fécaux

Les résultats obtenus pour le mois d'Avril étaient 0 pour tous les échantillons sauf le N°6 (1 UFC) et le N° 8 (8 UFC). Le mois de Mai, 0 UFC pour tous les échantillons. Le mois de Juin, N° 7 (4 UFC) et le N° 15 (0 UFC). Selon Figarella et Leyral (2002) ; Rodier et al. (2009), la présence des streptocoques fécaux doit s'accompagner de la présence de coliformes fécaux pour être certain d'une contamination fécale d'une eau d'alimentation.

### 4. Salmonella

Tous les résultats obtenus de cette analyse montrent l'absence de salmonella.

# Conclusion générale

## *Conclusion générale*

Aux termes de notre étude, nous pouvons dire que l'eau au niveau du site de l'université Ziane Achour de Djelfa est potable et est propre à la contamination. Les résultats des différentes analyses physicochimiques et bactériologiques effectuées à travers les différents points d'échantillonnage choisis afin de balayer tout le site, sont avérés conformes aux normes Algériennes et internationales en matière de qualité.

En effet, pour les propriétés physico-chimiques, la plupart des échantillons d'eau analysée ont des teneurs inférieures à celles prescrites dans le journal officiel, notamment pour les paramètres suivants : le pH, la conductivité électrique, la dureté totale, les ions calcium et magnésium, les nitrites...etc., comme indiqué dans la partie résultat et interprétation du présent manuscrit. Sur le plan bactériologique, la majorité des échantillons prélevés et analysés, nous avons noté une absence presque totale des germes recherchés, et qui peuvent nuire à la qualité de l'eau en question et sa potabilité.

Ce qui a été lancé en hypothèse dans l'introduction générale de cette étude s'est avéré en parfaite concordance avec les résultats obtenus. Tout de même, il est de notre responsabilité de signaler certaines entraves rencontrés lors de la réalisation de ce travail, en citant par exemple, l'indisponibilité des moyens matériels (appareillages et réactifs) pour effectuer la majorité des techniques d'analyses. Ce qui nous a poussé à aller chercher ailleurs dans des laboratoires externes à l'université tels que : Laboratoire des analyses bactériologiques des eaux, l'ADE de Djelfa, ..)

Afin d'éviter tout risque sanitaire lors de la consommation de l'eau au niveau du site de l'université Ziane Achour de Djelfa et pour une meilleure maîtrise de la qualité physicochimique et microbiologique, il est judicieux voire même nécessaire de programmer des analyses de contrôle périodique, afin de bien suivre l'évolution de cette qualité.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

## Références bibliographiques

- A.D.E., 2013** - Algériennes des eaux unité de la ville de DJELFA. Rapport de stage, analyse microbiologiques et physico chimiques de l'eau potable. p 6-9
- AFNOR., 2001** - Qualité de l'eau, analyses organoleptiques- mesures physico-chimiques paramètres globaux-composés organique .6 ème Ed .ISO 7888-1985 (F) ,73P .
- A.N.O.F.E.L., 2014** - *Parasitologie médicale. Généralités et définitions*. Polycopie national, Association Française des enseignants de parasitologie et mycologie (ANOFEL), 411p.
- AHONON A.S., 2011** - *Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface dans les zones montagneuses du sud-ouest du TOGO : cas du Canton de la vie*. Mémoire master international, environnement eau et santé, Univ de Lome. TOGO, 35p.
- ANDRIAMIRADIS L., 2005** - *Mémento technique de l'eau*, 2ème édition, Degremont, 8 p.
- AUBRY P, 2013** – Choléra. *Mise à jour le 03/10/2013, médecine tropicale* : 1-4 p.
- AUBRY P et GAUZERE B.A., 2012** - Les maladies liées à l'eau. *Mise à jour le 20/04/2012, médecine tropicale* : 05p.
- AYAD W and KAHOUL M., 2017** - Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d'el-harrouch (wilaya de skikda) *Journal Mater. Environ. Sci.* 7 (4) (2016) ISSN : 2028-2508 : 1288-1297p.
- BEHLOULI DJ et LAIBIAD S., 2008** - *Etude de la qualité des eaux de quelques sources de la région de Djelfa : Etude comparative des paramètres physico-chimiques*. Mémoire Master., Univ.Djelfa, 11.17 p.
- BELATAF M., BOUKRINE F., ZELLAGUI A., 2004** - *Les maladies à transmission hydrique : Choléra, Fièvre typhoïde, Shigellose, Amibiase, Hépatites virales à transmission fécoorale*, Ed.148-150 p.
- BELGHITI M.L., CHAHLAOUI A., BENGOUMI D., EI MOUSTAINE R., 2013** - Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe Plio-Quaternnaire dans la région de Meknes (Maroc). *Lahryss Journal, ISSN 1112-3680, n° 14, juin 2013* : 21-36p.
- BENAMAR N., MOUADIH N., BENAMAR A., 2011** - Étude de la biodiversité et de la pollution dans les canaux de l'Ouest algérien : le cas de l'oued Cheliff, Colloque international, Usages écologiques, économiques et sociaux de l'eau agricole en méditerranée : quels enjeux pour quels services ?, *Université de Provence, Marseille, 20-21 janvier 2011*, 6 p.
- BERIERE G., 2000** - *Distribution et collecte des eaux*, 2ème édition, Ecole polytechnique de Montréal : 3-19 p.
- BOUCHARD M., 2008** - *Évolution temporelle et modélisation des coliformes dans une source d'eau potable*. Mémoire (M. Sc). Université de Laval. Québec, 98p.
- BOUMEDOL A, 2000** - Etude des caractéristiques physico-chimiques de certaines sources d'eau potable de Tiaret. Thèse d'ingénieur, Ed., Uni, Tiaret, 97p
- BOUSSINESQ M., 1997** - L'onchocercose humaine en Afrique. *Médecine Tropicale 1997, Vol 57, N°4* : 389-400 p.
- BOUZIANI M., 2000** - *L'eau de la pénurie aux maladies*, Edition Ibn khaldoun, 247p.
- BLIEFERT C et PERRAUD R., 2001** - *Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets*. Edition : de boeck, univ Paris, 386 p.
- CADOT C., 1990** - *Les traitements de l'eau*. Edition Ellipes, Paris, 247 p.

## Références bibliographiques

- CHAKER H. K et SLIMANI A., 2014** - *Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux d'abreuvements des ruminants dans la zone semi-aride d'Oum El Bouaghi : Nord-est de l'Algérie.* Int. Sci. Agro, Univ. D'El Tarf, Algérie, 10p
- CHEIKH M.O.K and IDRISSE L., 2011** - "Caractérisation physico-chimique des eaux d'alimentation de la ville de Tidjikdja (Mauritanie) ". *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 5 (5): 2133–2139 p.
- Dégréement, (2005)** - « *Mémento technique de l'eau* ». Lavoisier-Lexique technique de l'eau. Tome 1, Paris.
- DEGREMONT G., 2005** - *Mémento technique de l'eau*. Tome 1, 10<sup>ème</sup> édition : Tec et doc.: 3- 38 p.
- DEMDOUM A., 2010** - *Etude hydrogéochimique et impact de la pollution sur les eaux de la région d'el Eulma*, Doctorat d'état, Faculté des Sciences de la Terre, Université Mentouri
- DELOLME, H., JP Boutin, and L.-J. ANDRE. 1992** - "Eau douce et pathologie." *Médecine d'Afrique noire* 39 (3): 165–170. Constantine, 205p.
- François A., 2008** - *L'eau et ses enjeux*, Edition de Boeck, 134p.
- GAUJOUR D., 1995** - *La pollution des milieux aquatiques : Aide-mémoire*. 2<sup>ème</sup> édition, Lavoisier, 49p.
- GUENTRI S., RAHMANIA F., 2015** - *Contribution à la connaissance de la remontée et la pollution des eaux*. Edition : universitaires européennes. 28p.
- GUERGAZI S. et Achour S., 2005** - Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Biskra. *Pratique de la chloration. Larhyss Journal*, 4 :119-127p.
- HARTEMANN P., 2004** - Contamination des eaux en milieu professionnel, EMC Toxicologie Pathologie, Elsevier, 63–78p.
- HENRI L., 2012** - *L'eau Potable*, Édition réimprimée, 190 p.
- HOFFMANN F., AULY T., MEYER A-M. 2014** - *L'eau*. Edition : Confluence .43p.
- HORDE P., 2014** - *Gastro-entérite aiguë : Symptômes et traitement*, santé médecine, 19p.
- JAMAI N., KOUIDER A. F., HALILEM F., 2010** - *La fièvre typhoïde*, mémoire de fin d'étude, Université Abou Bar Belkaied, Faculté de médecine, Département de Pharmacie, Tlemcen, 23p.
- JEAN L.C, 2002** - *La dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau*, Edition. Ministère de l'agriculture et de la pêche, Direction de l'espace rural et de la forêt, 22p.
- JORA., 2011** - (Journal Officiel de la République Algérienne) Décret exécutif n° 11- 125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif, qualité de l'eau de consommation humaine, *Imprimerie Officielle, Les Vergers : Bir-Mourad Raïs, Alger, Algérie* : 7-25p.
- KIRKPATRICK k ., FLEMING E ., 2008** - *La qualité de l'eau*, Ross Tech 07/47, 12p.
- LEBRES E., AZIZI Dj., BOUDJELLAB B., 2002** – *Microbiologie des eaux, des boissons et des produits de la mer*. Cours nation d'hygiène et de microbiologie des aliments, Alger : 34 p.
- MADIGAN M., MARTINKO J., 2007** - *Biologie des microorganismes, 11<sup>ème</sup> édition*, Pearson. éducation, Paris : 918-932p.
- MASSCHELEIN W.J., 1996** - Processus unitaire du traitement de l'eau potable, *Edition CEBE, DOC spilliège*: 181-345p.

## Références bibliographiques

- MEHANNED S., ZAID A., CHAHLAOUI A., 2014** - Caractérisation bactériologique du la réservoir du barrage Sidi Chahed. *Larhyss Journal*.17 : 215-225p.
- MENAD. K., METADJER., 2012** - *Traitement des eaux saumatre par l'osmose inverce cas de l'eau de Khemis Miliana* .Université Khemis Miliana.
- MOLL M et MOLL N., 1995** - *Sécurité alimentaire du consommateur*. Thèse Doctorat., Lavoisier, Paris.
- MAÏGA F S., 2002** - *Manuel de la cour d'hygiène du milieu*, F.M.P.O.S.
- NOUAYTI., 2015** - "Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines des nappes du jurassique du haut bassin de Ziz (Haut Atlas Central, Maroc) Assessment Of physico-Chemical Quality of Ground water of the Jurassic Aquifers Inhigh Basin of Ziz (*Central High Atlas, Morocco*)" 4 (6) : 1068–81p.
- OLIVAUX Y. 2007** - *La nature de l'eau*. Ed. Marco Pietteur. France. 563 p.
- OMS., 1994** - *Directives de qualité pour l'eau de boisson* ; volume 1, recommandations, Organisation mondiale de la Santé, 2e éd, 202 p.
- OMS., 2000** - *Directives de qualité pour l'eau de boisson* ; volume 2, critères d'hygiène et documentation à l'appui, 2ème éd, 1050 p.
- OMS., 2003** - (W-H-O) : WORLD HEALTH ORGANISATION. *Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality*. Geneva. World Health Organisation
- OMS., 2004** - *Directives de qualité pour l'eau de boisson*. 3ème éd, Vol 1. Directives, Ed. Organisation mondiale de la sante, Genève, 110 p.
- OMS., 2006** - *Paludisme : lutte anti vectorielle et protection individuelle*, Série de Rapports techniques, N°936, 71p.
- OMS., 2012** - *Prévention et lutte contre l'hépatite virale*, Organisation mondiale de la Santé, Genève, 04p.
- PIAR ROUX R., 2002** - Le choléra : épidémiologie et transmission, Expérience tirée de plusieurs interventions humanitaires réalisées en Afrique, dans l'Océan Indien et en Amérique Centrale. *Bull., Soc., Pathol Exot, Vol 95, N°5* : 345-350p.
- RAMADE., 2011** - *Introduction à l'écochimie, les substances chimiques et l'écosphère à l'Homme* Ed. Lavoisire. Paris.
- RODIER J., LEGUBE B., MERLET N., 2009** - *L'analyse de l'eau*, 9ème édition, Ed. Dunod, 1579p.
- ROGEAUX O., 1991** - *Fièvre typhoïde*, Association Tokombéré, Développement et Santé, n°91, 25p.
- SAVARY P., 2010** - *Guide des analyses de la qualité de l'eau, Territorial éd, Voiron* : 10-179p.
- SAVARY P., 2010** - *Guide des analyses de la qualité de l'eau*. Ed. Territorial Voiron. 261 p.
- SEDRATI N., 2011** - *Origines et caractéristiques physico-chimiques des eaux de la wilaya de Biskra-sud est Algérien*. Thèse Doctorat en géologie, Hydrogéologie, faculté des sciences de la terre, département de géologie, Université Badji Mokhtar-Annaba, 252p.
- S.E.V.E.S.C., 2013** - (Service de l'Eau) *Qualité de l'eau potable en sortie de l'usine de traitement d'eau potable de Versailles et Saint Cloud*, 11p.

## ***Références bibliographiques***

**SPELLMAN and FRANK R., 2008** - *The Science of water : concepts and applications*. 2<sup>nd</sup> Ed. CRC Press Taylor & Francis Group. USA. 417 p.

**STAUDART., 1996** - *Methods of the examination of water and waste water*.

**SUTRA L., 1998** - *Manuel de bactériologie alimentaire*. Edition : Polytechnica. Paris

**TRANCART J.L., 1997** - *Teneur en nitrates des eaux destinées à la consommation humaine en 1985-1986-1987*. Paris, Minist. Snté. 150 P.

**ZOUNGRANA E.I., 2009** - *La poliomyélite, 12 Mai 2009, 9p.*

ANNEXE

**Matériel utilisée dans laboratoire :**



Photo 1 : paillasse humide



photo 2 : Rampe de filtration



Photo 3 : Ose bouclée



Photo 4 : Etuve a réglée a 44°C



photo 5 : Etuve réglée a 37°C



photo 6 : Bain marée



Photo7 : comparateur colorimétrique



photo 8 : Compteur de colonie



Photo 9 : Gélose SLANETZ +Aditif



Photo10 : Réfrigérateur



photo 11 : Bec bunsen



Photo 12 : plan de travail

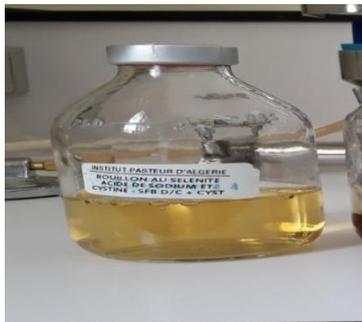


Photo 13 : Sélénite –cystine D/C



photo 14 : Gélose Tergitol+Aditif



Photo 15 : Gélose Héктоen + Aditif



Photo 16 : Titrage de chlorure



photo 17 : Titrage de TAC



photo 18 : Titrage de calcium et magnésium



Photo 19 : Conductimètre



Photo 20 : pH mètre ODYSSEY ODYSSEY



photo 21 : Spectrophotomètre ODYSSEY



Photo 22 : Balance électrique



photo 23 : Turbidimètre

## Résumé

Etant donné l'importance de l'eau pour la vie des êtres vivants en terre, ce travail s'intéresse tout particulièrement à la qualité physicochimiques et microbiologiques des eaux de consommation au niveau du site de l'université Ziane Achour de Djelfa, pour garantir la santé des étudiants et autres en relation avec ce site.

Pour cela, plusieurs paramètres mentionnés dans le journal officiel ont été quantifiés et comparés aux normes. Les résultats obtenus de toute l'expérimentation se sont avérés conformes aux exigences de potabilité nationales et internationales.

## Abstract

Because of the importance of water for the living organism in earth, this work is particularly is interested in the physicochemical and microbiological quality of drinking water which exist at Ziane Achour university of Djelfa, to guarantee the health of students and others who are related to this place.

For that, several parameters was determined in the official journal to compare it with the standards. The results, which was obtained from the entire experiment proved that it is correspond with the national and international drinking water requirements.

## ملخص

نظرًا لأهمية الماء لحياة الكائنات الحية في الأرض، يهتم هذا العمل بشكل خاص بالنوعية الفيزيوكيميائية والميكروبيولوجية لمياه الشرب المتواجدة بجامعة زيان عاشور بالجلفة، لضمان صحة الطلبة والآخرين الذين لهم علاقة بالموقع. لهذا، تم تحديد العديد من العناصر المذكورة في الجريدة الرسمية ومقارنتها بالمعايير. أثبتت النتائج التي تم الحصول عليها من التجربة بأكملها أنها متوافقة مع متطلبات مياه الشرب الوطنية والدولية.