

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

**Université blida1**

**Faculté des sciences de la nature et de la vie**

**Département biologiques et physiologiques**



**Mémoire de fin d'étude pour l'obtention de diplôme de Master**

**Option : Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes aquatiques  
continentaux**

**Thème**

**Etude de la qualité physico-chimique et  
bactériologique de l'eau potable distribuée dans la  
commune de Kolea (W.Tipaza)**

**Présenté par :**

**M<sup>elle</sup> Talhi Imane**

**Soutenue le : 14/06/2015**

**Devant le jury :**

**M<sup>me</sup> khettar S.**

**MAA**

**USDB**

**Présidente**

**M<sup>me</sup> kheddami H.**

**MAA**

**USDB**

**Examinatrice**

**M<sup>er</sup> Grandi M.**

**MAA**

**USDB**

**Promoteur**

**2014/2015**

## **Remerciements**

*Je tiens tout d'abord à remercier « Dieu » de m'avoir accordé la force, le courage, et les moyens pour la réalisation de ce travail.*

*Je tiens particulièrement à témoigner ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à monsieur Grandi. M. MAA à USDB, d'avoir accepté de m'encadrer sur le thème et de m'avoir conseillé, orienté, encouragé tout au long de ce travail.*

*C'est avec un grand plaisir que j'adresse mes remerciements :*

*A madame khattar.S. (MAA) pour l'honneur qu'elle me fait en acceptant de présider le jury.*

*A madame kheddami.H. (MAA) pour l'honneur qu'elle me fait en acceptant d'examiner ce travail.*

*Mes sincères remerciements à mes enseignants du département de pour leurs efforts dans ma formation tout au long de cursus universitaire.*

*A tout le personnel du laboratoire centrale du SEAAL particulièrement madame Lamali.Z.*

*Je profite pour remercier madame Amrouche.W. Pour ses aides et ses encouragements.*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à ma grande mère pour sa tendresse*

*sa douceur, pour m'avoir encouragée dans mes études*

*A la mémoire de mon grand père*

*A mes parents pour leurs sacrifices et encouragements*

*a mon égard que Dieu leur accorde une longue vie*

*A mes deux frères Mourad et Mhamed*

*A ma petite sœur Nour*

*A ma tante Bachira et sa fille Rima*

*A mon oncle Khaled*

*A tout ma famille de prés ou de loin*

*A tous mes amies*

# Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumé

**Introduction**.....1

## **Chapitre I : Etude bibliographique**

I.1. Définition de l'eau de potable .....2

I.2. Cycle de l'eau .....2

I.3. Principales sources de l'eau potable.....2

I.4 Circuit de l'eau potable..... 4

I.5. Pollution de l'eau potable .....5

I.6. Dessalement .....6

I.7. Paramètres physico-chimique et bactériologiques .....7

## **Chapitre II : Matériels et méthode**

II.1. Présentation de la zone d'étude..... 14

II.2. Matériel .....16

II.3. Méthode .....16

II.3.1. Echantillonnage.....	16
II.3.2. Condition de prélèvement.....	16
II.3.3. Matériel de prélèvement.....	16
II.3.4. Transport et conservation.....	17
II.3.5. Analyses physico-chimiques.....	17
II.3.6. Analyses bactériologiques.....	24

### **Chapitre III : Résultat et discussion**

III.1. Résultats et discussions des analyses physico-chimiques.....	27
III.2. Résultat et discussions des analyses biologiques.....	41

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes

**ASR** : Anaérobie sulfito-réducteur

**DPD** : Diéthyle-P-Phénylène

**EDTA** : Ethylène Diamine Tétracétique

° **F**: Degré français

**JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne

**NA** : Norme Algériennes

**NTU** : Nephlo turbidité unité

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**R1** : Réservoir 1

**R2** : Réservoir 2

**SEAAL**: Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger

**S1** : Station de pompage 1

**S2** : Station de pompage 2

**TAC** : titre alcalimétrique complet

**UFC** : Unité Formant Colonie

<b>Tableau I</b> : Etude statistique sur les valeurs de température.....	28
<b>Tableau II</b> : Etude statistique sur les valeurs de pH.....	29
<b>Tableau III</b> : Etude statistique sur les valeurs de conductivité.....	30
<b>Tableau IV</b> : Etude statistique sur les valeurs de turbidité.....	31
<b>Tableau V</b> : Etude statistique sur les valeurs de titre alcalin complet.....	32
<b>Tableau VI</b> : Etude statistique sur les teneurs en bicarbonates.....	33
<b>Tableau VII</b> : Etude statistique sur les teneurs en calcium.....	34
<b>Tableau VIII</b> : Etude statistique sur les teneurs en magnésium.....	35
<b>Tableau IX</b> : Etude statistique sur les teneurs chlorures.....	36
<b>Tableau X</b> : Etude statistique sur les teneurs en sodium.....	37
<b>Tableau XI</b> : Résultats des teneurs en orthophosphates.....	38
<b>Tableau XII</b> : Résultats des teneurs en nitrites.....	39
<b>Tableau XIII</b> : Etude statistique sur les teneurs en nitrate.....	40
<b>Tableau XIV</b> : Etude statistiques sur les teneurs en sulfates.....	41
<b>Tableau XV</b> : Résultats de teneurs en ammonium des échantillons d'eau étudiée.....	42
<b>Tableau XVI</b> : Etude statistiques sur les teneurs en fer.....	43
<b>Tableau XVII</b> : Etude statistiques sur les teneurs en chlore.....	45
<b>Tableau XVIII</b> : Résultats des recherches des coliformes totaux.....	45
<b>Tableau XIX</b> : Résultats des recherches des coliformes fécaux.....	46
<b>Tableau XX</b> : Résultats des recherches des streptocoques.....	47
<b>Tableau XXI</b> : Résultats des recherches des Clostridium Sulfito-Réducteurs.....	48

---

<b>Figure 1</b> : Réseaux de distribution de l'eau potable dans la commune de Kolea.....	15
<b>Figure 2</b> : Carte topographique de la commune de Kolea.....	16
<b>Figure 3</b> : Résultats de température des échantillons d'eau étudiée.....	27
<b>Figure 4</b> : Résultat de pH des échantillons d'eau étudiée.....	28
<b>Figure 5</b> : Résultats de conductivité des échantillons d'eau étudiée.....	29
<b>Figure 6</b> : Résultats de turbidité des échantillons d'eau étudiée.....	30
<b>Figure 7</b> : Résultats de titre alcalin complet des échantillons d'eau étudiée.....	31
<b>Figure 8</b> : Résultats des teneurs en bicarbonates des échantillons d'eau étudiée.....	32
<b>Figure 9</b> : Résultats des teneurs en calcium des échantillons d'eau étudiée.....	34
<b>Figure 10</b> : Résultats des teneurs en magnésium des échantillons d'eau étudiée.....	35
<b>Figure 11</b> : Résultats des teneurs en chlorure des échantillons d'eau étudiée.....	36
<b>Figure 12</b> : Résultats des teneurs en sodium des échantillons d'eau étudiée.....	37
<b>Figure 13</b> : Résultats des teneurs en nitrates des échantillons d'eau étudiée.....	40
<b>Figure 14</b> : Résultats des teneurs en sulfate des échantillons d'eau étudiée.....	41
<b>Figure 15</b> : Résultats des teneurs en fer des échantillons d'eau étudiée.....	43
<b>Figure 16</b> : Résultats du test de chlore dans les échantillons d'eau étudiée.....	44

## Résumé

La qualité de l'eau est de nos jours un paramètre extrêmement important à étudier. Quatre sites, deux stations de pompage et deux réservoirs ont été étudiées. Cette étude a concerné les eaux issues du captage souterrain et les eaux issues de dessalement mélangée avec l'eau souterraine.

Les paramètres étudiés sont, la température, le pH, la conductivité, la turbidité, le TAC, les bicarbonates, le calcium, le magnésium, le chlorure, le sodium, les orthophosphates, les nitrites, les nitrates, le sulfate, l'ammonium, le fer, le chlore, les coliformes fécaux, les coliformes totaux, les streptocoques et les anaérobies sulfito-réducteurs.

Dans les deux stations de pompage le taux de chlore est de 2.44 mg/l, par ailleurs au niveau des deux réservoirs il est de 0.63 mg/l. la température mesurée est comprise entre 16 et 19°C. Le pH moyen mesuré est de 7.51. On signe l'absence totale des coliformes fécaux, des coliformes totaux, des streptocoques et des anaérobies sulfito-réducteurs dans l'eau étudiées.

La qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau distribuée dans la ville de Kolea, ont montré une conformité aux normes de potabilité algériennes.

### Mots clés :

Paramètres physico-chimique et bactériologique, Kolea, eau potable, dessalement.

**Abstract**

The water quality is nowadays an extremely important parameter to study. Four sites, two pumping stations and two reservoirs were studied. This study concerned the water from the capture underground water and from desalination mixed with groundwater.

The studied parameters are the temperature, pH, conductivity, turbidity, TAC, bicarbonates, calcium, magnesium, chloride, sodium, orthophosphate, nitrite, nitrate, sulfate, ammonium, iron, chlorine, fecal coliforms, total coliforms, streptococci and sulphite-reducing anaerobes.

In both pumping stations the chlorine content is 2.44 mg / l, also in the two tanks there is 0.63 mg / l. the measured temperature is between 16 and 19 ° C. The average pH measured was 7.51. We sign the complete absence of faecal coliforms, total coliforms, streptococci and sulphite-reducing anaerobes in the studied water.

The physico-chemical and bacteriological quality of the water distributed in the city of Kolea, showed compliance with standards of Algerian potability.

**Keywords**

Parameters physico-chemical and bacteriological, potable water, desalination, Kolea

## ملخص

نوعية المياه الصالحة للشرب في الوقت الحاضر معيارا هاما للغاية . تم دراسة أربعة مواقع اثنين من محطات الضخ وخرانين تهتم هذه الدراسة بالمياه الجوفية و من تحلية المياه المختلطة مع المياه الجوفية

المعلومات المدروسة هي درجة الحرارة، درجة الحموضة، الموصلية، العكارة، بيكربونات، الكالسيوم، المغنيسيوم، كلوريد، الصوديوم، الفوسفاتية، النتريت، النترات، الكبريتات، الأمونيوم، الحديد، الكلور، بكتيريا القولون البرازية ومجموع القولونيات العقدية واللاهوائي

في كل محطات الضخ محتوى الكلور هو 2.44 ملغم/لتر، وأيضا في دبابتين هناك 63،0 ملغ / لتر. درجة الحرارة ما بين 16 و 19 درجة مئوية. متوسط درجة الحموضة 7.51. ونحن نوقع على الغياب الكامل للبكتيريا القولون البرازية، ومجموع القولونيات، العقدية واللاهوائية.

المقاييس الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية للمياه الموزعة في مدينة القليعة أظهرت امتثال هذه المياه لمعايير الصلاحية للشرب الجزائرية

### الكلمات المفتاحية

المقاييس الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية، التحلية، القليعة

A horizontal red banner with rounded corners and a slight 3D effect, featuring a darker red shadow on its top and bottom edges. The word "Introduction" is centered within the banner in a black serif font.

# Introduction

### Introduction

L'eau est le premier aliment, matière et élément naturel le plus vital de tous, multiple dans ses formes, l'eau est une composante essentielle du climat et un élément physique souvent dominant dans un territoire où sa présence conditionne la vie (Houille, 2010).

L'eau qui recouvre les trois quarts de la surface de la planète est essentiellement de l'eau de mer (97.3%) et des réserves d'eau douce (2.7%). L'eau est abondante à la surface de la terre mais cette ressource est très inégalement répartie. 10 pays se partagent 60% de réserve d'eau douce avec en tête le Brésil, la Russie, la chine, etc.... (Descroix, 2011).

L'eau potable reste un bien inaccessible pour une grande partie de la population mondiale, et les maladies d'origine hydrique sont encore pour des décennies les causes les plus fréquentes de mortalité (Assitab, 1997).

En Algérie, l'alimentation en eau potable est assurée par quatre sources principales qui sont : les eaux de pluie, les eaux de surface, les eaux souterraines, et le dessalement de l'eau de mer. Selon Remini (2005), malgré la construction de nouveaux barrage et le recours au dessalement, l'Algérie enregistrera un déficit en eau de 1 milliard de m<sup>3</sup> l'an 2025.

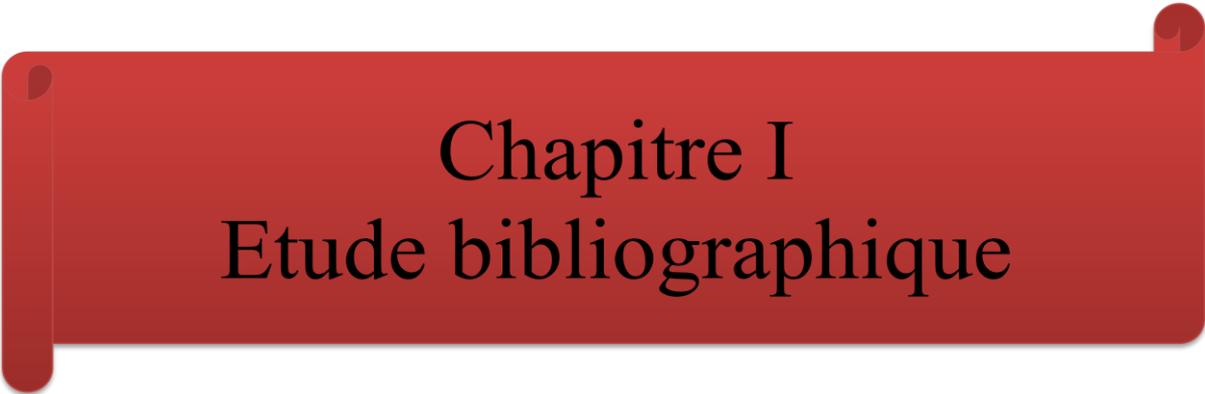
La qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau est un critère très important pour garantir une eau de qualité qui sera distribuée aux consommateurs. Notre travail intéresse particulièrement cette aspect, à cet effet en s'est proposée de faire une étude physico-chimique et bactériologique de l'eau potable distribuée dans la commune de Kolea.

En effet, cette ville est alimentée par deux réseaux d'eau potable, un issu de dessalement de l'eau de mer mélangé avec les eaux issues de captage souterraine, et l'autre issu de captage des eaux souterraine uniquement.

Notre travail comportera les chapitres suivants :

- chapitre I : la recherche bibliographique ;
- chapitre II : l'étude expérimentale des analyses physico-chimiques et bactériologiques;

- Chapitre III : l'interprétation et la discussion des résultats.
- Conclusion générale.

A horizontal red banner with rounded corners and a slight 3D effect, containing the chapter title.

# Chapitre I

## Etude bibliographique

**I.1. Définition de l'eau de potable**

Beaucoup d'auteurs (Rodier et *al.*, Vincent, Maurel...), s'accordent à tirer la définition de l'eau potable que c'est une eau qui ne porte pas atteinte à la santé humaine, et qui est conformes aux normes réglementaires.

**I.2. Cycle de l'eau**

Sous l'effet de l'énergie solaire l'eau s'évapore, forme la vapeur d'eau qui se transforme sous l'effet du refroidissement à l'état liquide (pluie). Cette eau liquide est concentrée dans les nuages puis dans les précipitations. Une fois que l'eau a atteint le sol, une toute petite partie de cette eau est en mouvement, la grande majorité étant stockée dans les nappes souterraines. Une partie de l'eau est utilisée par les plantes, le reste est drainé vers les rivières ou dans les nappes. Les racines des plantes vont capter l'eau, qui s'évapore ensuite par le système de transpiration des feuilles (Maurel, 2006).

**I.3. Principales sources de l'eau potable**

On retrouve quatre sources principales d'eaux brutes: les eaux de pluie, les eaux de surface, les eaux souterraines, les eaux de mers, les caractéristiques générales de chacune de ces sources reflètent l'interaction de l'eau et du milieu environnant (Raymond, 1997).

**I.3.1. Eaux de pluie**

Elles sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissous, elles sont donc douces, la distribution des pluies dans le temps ainsi que les difficultés de captage font que peu de pays utilisent cette source d'eau (Raymond, 1997)

**I.3.2. Eaux de surface**

Les eaux de surface comprennent les eaux des cours d'eau (lac, étang, rivière, fleuves...), elles sont sujettes à la contamination. En effet ce sont des eaux où viennent boire les animaux et où pataugent parfois les enfants, leur bord constituent souvent des lieux de défécation et les feuilles des arbres s'y accumulent et s'y décomposent généralement (FAO, 2007).

**I.3.3. Eaux souterraines**

On trouve les eaux souterraines sous la plupart des terres émergées du globe. Leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varie en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Les eaux souterraines sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique. Elles restent jusqu'à présent les meilleurs sources en eau potable (Cardot, 1999).

**I.3.3.1. Nappe libre**

C'est une nappe qui peut se développer librement vers le haut puisque le terrain perméable, siège d'une nappe aquifère, n'est pas couvert par une couche imperméable (Bonnin, 1982).

**I.3.3.2. Nappe captive**

Lorsque la couche perméable est emprisonnée entre deux couches imperméables, la nappes ne peu se développer vers le haut et est alors appelée nappe captive (Bonin, 1982).

**I.3.4. Eaux de mer**

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Les eaux de mer sont caractérisées par leur concentration en sels dissous (Raymond, 1997).

### I.3.4.1 Composition de l'eau de mer

Calcium	422 mg/l
Magnésium	1318 mg/l
Chlorure	19400 mg/l
Sodium	11094 mg/l
Sulfate	2750 mg/l
Bicarbonates	108 mg/l
Nitrites	0.002 mg/l
Nitrates	0.003 mg/l
Ammonium	0.003 mg/l
Fer	0.001 mg/l
Orthophosphate	0.006 mg/l

(Bougis, 2013)

### I.3.5. Autres procédés non conventionnels d'approvisionnement en eau potable

#### I.3.5.1. Dessalement des eaux de mer

##### a. Définition de dessalement

Le dessalement (désalinisation ou dessalage) consiste à produire de l'eau douce à partir d'une eau salée ou saumâtre, généralement par extraction de l'eau douce et plus rarement par extraction du sel (Bougis, 2013).

##### b. Station de dessalement de Fouka

Fouka est une commune de la wilaya de Tipaza. Elle alimente la wilaya de Tipaza et le grand réservoir de la commune de Kolea. Le procédé utilisé par cette station c'est l'osmose inverse. On appelle osmose le transfert de solvant (eau dans la plupart des cas) à travers une membrane semi-perméable sous l'action d'un gradient de concentration. Soit un système à deux compartiments séparés par une membrane semi-perméable et contenant deux solutions de concentrations différentes. Le phénomène d'osmose va se traduire par un écoulement d'eau

dirigé de la solution diluée vers la solution concentrée. Si l'on essaie d'empêcher ce flux d'eau en appliquant une pression sur la solution concentrée, la quantité d'eau transférée par osmose va diminuer. Il arrivera un moment où la pression appliquée sera telle que le flux d'eau s'annulera. Si la solution diluée est de l'eau pure, cette pression d'équilibre est appelée pression osmotique (Jariri, 2009).

### **I.3.5.2. Recyclage des eaux usées**

Le recyclage des eaux usées est une ressource d'eau complémentaire importante non seulement pour les usages agricoles, industriels et urbains, mais aussi pour la production indirecte ou directe d'eau potable (Maurel, 2006).

### **I.3.5.3. Exploitation de réserves d'eau fossiles**

Les pays bordant le Sahara, dont le Sud de l'Algérie, la Libye, l'Égypte, le Tchad et le Soudan, ont sous leur sol des milliards de m<sup>3</sup> d'eau localisés à plus de 1500 m de profondeur, une eau fossile vieille de plus de 30 000 ans dont seule la Libye a pour l'instant entamé l'extraction (Maurel, 2006).

## **I.4 Circuit de l'eau potable**

### **I.4.1. Captage**

L'eau est captée à partir d'une rivière ou un lac ou un d'une nappe souterraine, est plus ou moins polluée, elle nécessite donc un traitement (Figarella et *al.*, 2001).

### **I.4.2. Traitement de l'eau**

L'objectif fondamental du traitement de l'eau est de protéger les consommateurs des micro-organismes pathogènes et des impuretés désagréables ou dangereuses pour la santé. Qu'elles soient d'origine souterraines ou superficielles, les eaux utilisées pour l'alimentation humaine sont rarement consommables telles quelles. Il est souvent nécessaire de leur appliquer un traitement plus ou moins approprié (Valentin, 2000).

### I.4.2.1. Etapes de traitements

- Prise d'eau : Relier la rivière ou le lac au puits d'eau brute, et acheminer l'eau à l'usine de traitement.
- Grillage : Arrêter les impuretés grossières.
- Pompes à base pression : Refouler l'eau du puits d'eau brute jusqu'à la première unité de traitement.
- Prédésinfection ou préoxydation : Réduire la concentration des microorganismes, oxyder la matière organique.
- Coagulation : Destabiliser les particules en suspension, Amorcer la formation d'un floc.
- Flocculation : Agglutiner les particules d'impuretés. Augmenter le volume des particules de floc.
- Décantation : Eliminer les particules de floc
- Filtration : Arrêter les petites particules de floc contenues dans l'effluent du décanteur.
- Désinfection : Détruire les microorganismes nuisibles à la santé.
- Fluoruration : Ajouter des ions fluorure à l'eau traitée.
- Réservoir : Conserver l'eau traitée jusqu'à son utilisation.
- Pompes à haute pression : Refouler les eaux traitées vers les consommateurs (Raymond, 1997).

### I.4.3. Distribution

L'eau est distribuée dans un réseau de canalisation. Du réservoir de stockage sort une conduite principale de gros diamètre branchée avec des conduites de diamètre moindre pour réaliser le transport de l'eau jusqu'à chaque compteur individuel. On utilise la fonte ductile, le béton armé et l'acier pour les conduites maîtresses et des tuyaux en acier pour les conduites secondaires (Gueddouj et Ouaret, 2002).

### I.4.4. Recyclage de l'eau

L'eau qui sort potable au robinet ne le reste pas long temps. Qu'elle coule dans l'évier, les toilettes ou la baignoire, elle est souillée et doit être épurée pour ne pas polluer les rivières

et les nappes de faible profondeur. L'épuration collective se fait dans une station d'épuration, (Vincent, 2008).

### **I.5. Pollution de l'eau potable**

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, ou biologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie et l'équilibre du milieu aquatique (Brénaud, 2006).

Les eaux souterraines et superficielles sont primordiales à la vie humaine pour satisfaire des usages sanitaires, sociaux et économiques, une dégradation continue de la qualité des eaux brutes par :

#### **I.5.1. Pollutions domestiques et urbaines**

Les usages quotidiens de l'eau à la maison génèrent des eaux usées. Aux eaux domestiques traditionnelles s'ajoutent les eaux de pluie et les eaux collectives de lavage des rues, des marchés, des commerces..., elle peuvent être responsable de l'altération des conditions de transparence et d'oxygénation ainsi que du développement de l'eutrophisation dans les rivières (Brénaud, 2006).

#### **I.5.2. Pollution agricole**

Les pollutions d'origine agricole restent les premières responsables de la dégradation de la qualité d'une grande partie des eaux superficielles et souterraines, ces dernières étant particulièrement vulnérable. Les nitrates et les pesticides sont souvent longs à être détectable (dizaines d'années) puisqu'ils se manifestent généralement après un temps d'accumulation dans le sol, contrairement aux eaux de surface qui sont rapidement touchées par des pollutions ponctuelles et accidentelles (Aurélien, 2013).

#### **I.5.3. Pollution industrielle**

Les rejets industriels sont caractérisés par leur très grande diversité renferment des produits divers sous forme insoluble ou soluble d'origine minérale et/ou organique, parfois toxiques même à très faibles concentrations (Brénaud, 2006).

**I.5.4. Phénomènes naturels**

Divers phénomènes naturels peuvent être aussi sont à l'origine de la pollution des eaux par exemple, une irruption volcanique (Gauyous, 1995).

**I.6. Paramètres physico-chimique et bactériologiques**

La qualité de l'eau est dépendante de ses propriétés physique, chimique et biologique, ces descripteurs sont d'une importance primordiale dans toute étude relative à la qualité de l'eau.

**I.6.1. Propriétés organoleptiques**

Le consommateur est très sensible à toute dégradation organoleptique de l'eau.

**I.6.1. Couleur**

Elle est appréciée visuellement et permet d'estimer la présence de certains éléments. La couleur de l'eau provient en grande partie de la végétation en décomposition ou de la présence de métaux comme le fer et le manganèse dissous dans l'eau. Ce paramètre est lié à la turbidité et à la transparence (Rodier et *al.*,1996).

**I.6.2. Odeur**

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matière organiques en décomposition (Rodier et *al.*,2009). Elle est évaluée de manière directe (Rodier et *al.*,2005).

**I.6.3. Goût**

Le goût est l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçus lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche (Rodier et *al.*, 2009).

## **I.6.2. Paramètres physiques**

### **I.6.2.1. Température**

La température est un descripteur de base pour la connaissance du milieu. La mesure de température est indispensable pour l'interprétation ou le traitement d'autres paramètres (Aminot et Kerouel, 2004). Une température élevée favorise la croissance des microorganismes et en même temps intensifie les odeurs, les saveurs, la couleurs, aggrave les problèmes de corrosion dans les canalisations (Rodier et *al.*, 2005).

### **I.6.2.2. Potentiel d'hydrogène (pH)**

Le pH est une mesure de l'activité des ions  $H^+$  contenus dans une eau (Henry et Beaudry, 1992). C'est un paramètre qui nous permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité, ou basicité d'une eau (Azzoug et Lamani 2005).

### **I.6.2.3. Conductivité**

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se retrouve sous forme d'ion chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau (Rejsek, 2005).

### **I.6.2.4. Turbidité**

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes (argile, les grains de silice, et matière organique) (Rejsek, 2005).

## **I.6.3. Paramètres chimiques**

### **I.6.3.1. Nitrates ( $NO_3^-$ )**

Les nitrates représentent la forme azotée souvent la plus présente dans les eaux naturelles. Les nitrates constituent la composante principale de l'azote inorganique ou minéral (Rodier et *al.*, 2009).

### I.6.3.2. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, la nitrification étant incomplète, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant (Rodier et *al.*, 2005).

### I.6.3.3. Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

Les eaux naturelles contiennent pratiquement toujours de sulfate, en proportion très variable. Leur présence résulte de la légère solubilité du sulfate de calcium des roches gypseuse et de l'oxydation des sulfures répandus dans les roches (Tardat et beaudry, 1992).

### I.6.3.4. Orthophosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Dans les eaux superficielles ayant un pH compris entre 5 et 8, le phosphore se trouve pratiquement sous forme d'orthophosphate. Sa présence naturelle dans les eaux est liée aux caractéristiques des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique phosphatée, il favorise le développement et la multiplication des algues. Dans l'eau potable des teneurs supérieures à 0,5 mg/L constituent des indices de pollution (Rodier et *al.*, 1996).

### I.6.3.5. Chlorures ( $\text{Cl}^-$ )

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 mg/l surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (Rodier et *al.*, 2005).

### I.6.3.6. Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )

Le calcium est généralement l'élément dominant dans les eaux potable, et sa teneur varie suivant la nature des terrains traversés (terrain calcaire ou gypseux) (Rodier et *al.*, 2009).

### I.6.3.7. Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )

Le magnésium est un élément indispensable à la vie, joue un rôle important dans la respiration, le magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau (Kemmer, 1984).

### **I.6.3.8. Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)**

La présence de l'ammonium dans l'eau est un indicateur de pollution, il doit être éliminé des eaux de consommation car il interfère avec la chloration, et c'est un élément qui peut permettre à certaine bactérie de proliférer dans le réseau de distribution (Degremont, 2005).

### **I.6.3.9. Sodium (Na<sup>2+</sup>)**

C'est un métal alcalin. Son origine peut être, naturelle (mer, terrain salé...), humaine (10 à 15 g Na Cl dans les urines /jour), et industrielle (potasse, industrie pétrolière). Les eaux très riches en sodium deviennent saumâtres, prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées (Rodier et *al.*, 2005).

### **I.6.3.10. Fer (Fe<sup>2+</sup>)**

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

## **I.6.5. Paramètres bactériologiques**

### **I.6.5.1. Coliformes**

Les coliformes regroupent un grand nombre d'espèces bactériennes appartenant à la famille des *Entérobactériaceae*, ils sont présents en très grand nombre dans l'intestin et les selles de l'homme, donc ce sont des microorganismes indicateurs d'une contamination fécale (Guiraud, 1998). Certaines bactéries forment le groupe de coliformes ayant des propriétés suivantes : bacilles à Gram négatif, non sporulé, anaérobies facultatifs, oxydase négative. Ils peuvent se développer en présence de sels biliaires, fermentent le lactose avec production de gaz (Haslay et Leclercq, 1993).Ce groupe renferme :

#### **a. Coliformes totaux**

Les coliformes sont des bâtonnets anaérobies facultatifs, Gram négatif, non sporulant. Ils sont capable de fermenter le lactose en produisant de l'acide et de gaz en 48 heures à des températures de 35 à 37° C. La recherche et le dénombrement de l'ensemble des coliformes

est capital pour la vérification de l'efficacité d'un traitement d'un désinfectant et pour déceler une contamination d'origine fécale (Rodier et *al.*, 1996).

### **b. Coliformes fécaux**

Ce sont des bâtonnets aéroanaérobies facultatifs, non sporulant capable de fermenter le lactose avec production de l'acide et de gaz à 36 et 44° C en moins de 24 heures (Rodier et al 1996).

#### **I.6.5.2. Streptocoques fécaux**

Se sont des cocci sphériques, Gram positifs, catalase négatif. Ils se déposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes se développent le mieux à 37° C, et ils produisent l'acide lactique sans gaz (Bourgeois et Mescle, 1996).

#### **I.6.5.3. Anaérobies sulfito-réducteur (ASR)**

Ils peuvent être considérés comme des germes fécaux, ce sont des bacilles Gram positif, anaérobies stricts, isolés ou en chaînettes, mobile, catalase positif. Ils sont excrétés par l'homme et les animaux, on les trouve régulièrement dans les matières fécales humaines. Ils sont employés comme indicateurs de pollution des eaux (Bourgeois et Mescle, 1996).

A horizontal red banner with rounded corners and a slight 3D effect, containing the chapter title.

## Chapitre II

### Matériels et Méthodes

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau potable distribuée dans différentes localités de la commune de Kolea. Cette étude s'est étalée sur une période de trois mois (de février à avril 2015). Les différentes analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire de la Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger (SEAAL).

## II.1. Présentation de la zone d'étude

La commune de Kolea est située au Sud ouest d'Alger, elle fait partie de la wilaya de Tipaza, dont elle est distante de 30 km. Kolea est limitée géographiquement au Nord par la commune de Fouka, à l'Est par l'oued Mazafran, à l'Ouest par la commune de Chaiba, au Sud par la commune d'oued El Alleuig (**figure 2**). La commune de Kolea occupe une superficie de 3.732 ha avec une population estimée à 62.774 habitants (BHCK).

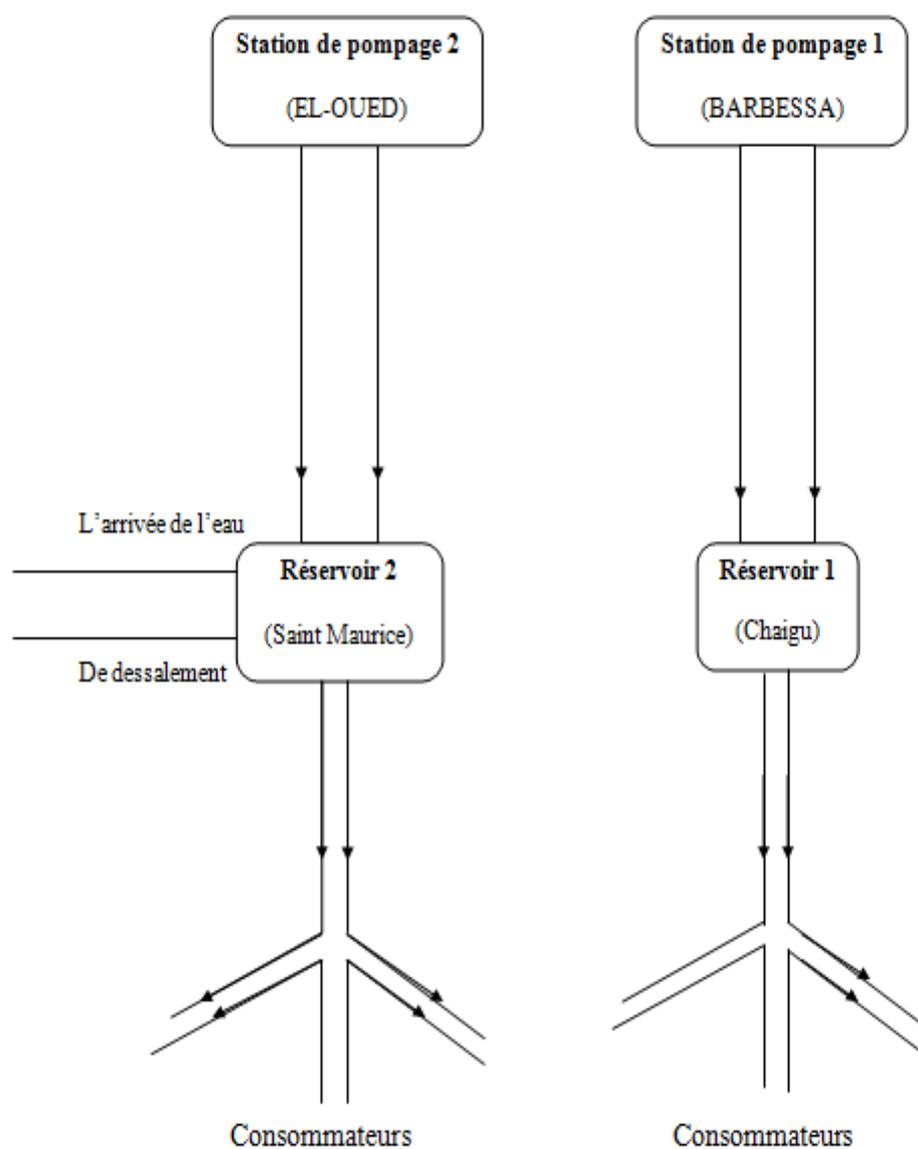
Le climat de la commune de Kolea subit des influences Méditerranéennes, les précipitations dont elle bénéficie est de 700 mm/an, la température moyenne est de 18°C à 20°C, les vents dominants sont de direction Ouest nord-ouest, ils sont faibles à modérés, le sirocco se manifeste avec 6 jours/an en moyenne, en juillet et août (BHCK).

### II.1.1. Système d'alimentation en eau potable

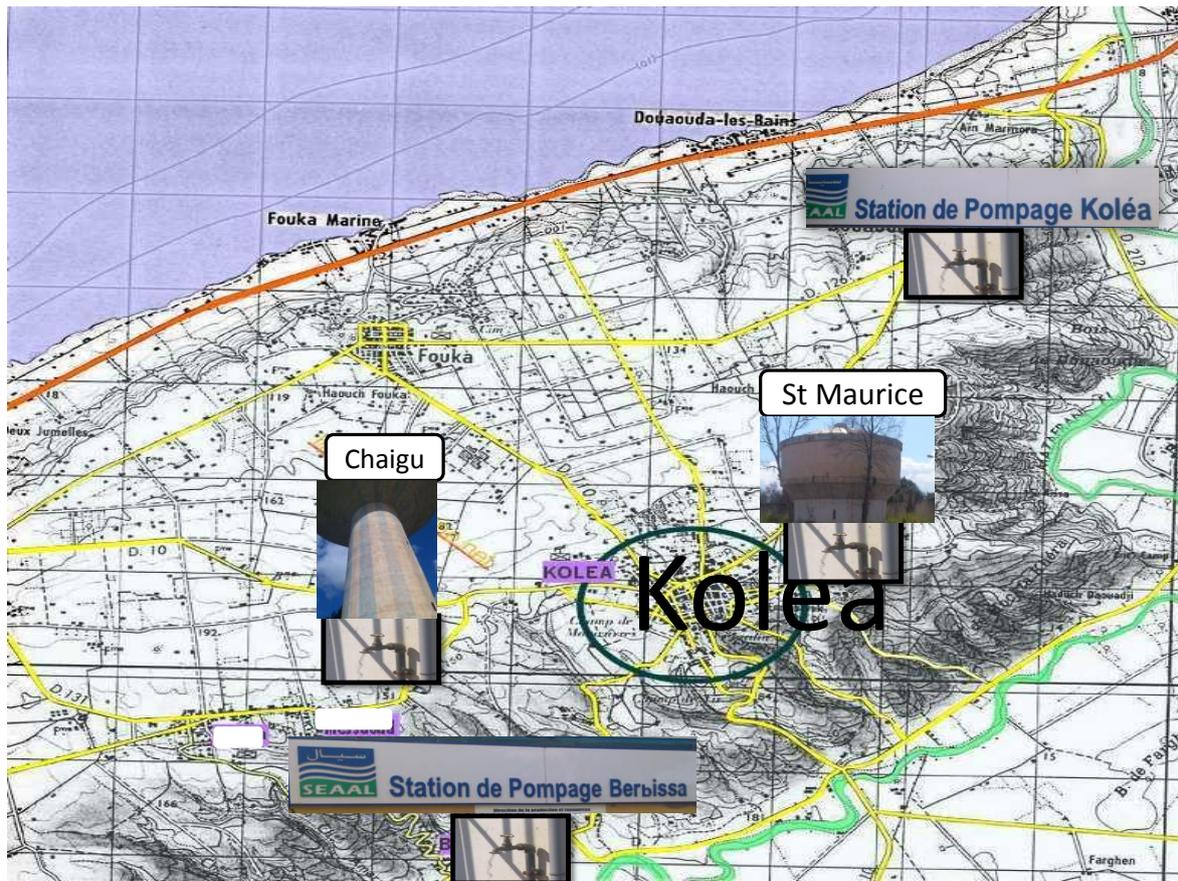
La commune de kolea est alimentée en eau potable par deux stations de pompage l'un est situé au Sud Est du chef lieu au niveau de oued Mazafran, et l'autre se situe à Berbessa (**figure 1**).

La principale source d'eau est la station de pompage de Mazafran, qui est alimenté à partir de 114 forages, l'eau ensuite refoulée vers le réservoir d'une capacité de 7000 m<sup>3</sup> située à Hai Billal, au Nord Est de la commune de Kolea, par l'intermédiaire une conduite en acier enrobé de 500 cm diamètres, ou elle est mélangée avec l'eau de dessalement de la mer de Fouka.

L'autre source d'eau est la station de pompage de Berbessa qui est alimentée par 107 forages, l'eau ensuite refoulée vers un réservoir d'eau d'une capacité de 3000 m<sup>3</sup> située à Chaigu, par une conduite en fonte de 500 cm diamètres.



**Figure 1 : Réseaux de distribution de l'eau potable dans la commune de Kolea**



(Anonyme 1, 2007)

Figure 2 : Carte topographique de la commune de KOLEA

## II.2. Matériel

### I.2.1. Matériel biologique

- ✚ L'eau prélevée à partir des deux stations de pompage.
- ✚ L'eau prélevée des deux réservoirs.

### I.2.2. Matériel non biologique

Appareillage, verreries, solution, réactifs, et milieux de culture, indicateurs colorés (voir annexe).

## II.3. Méthode

### II.3.1. Echantillonnage

Les points d'eau sont choisis de manière à avoir une vue globale sur la qualité de l'eau distribuée dans la ville de Kolea, quatre sites ont été choisis pour effectuer les six prélèvements, avec 24 échantillons, 6 depuis la station de pompage 1, et 6 depuis la station de pompage 2, et 6 depuis le réservoir 1, et 6 depuis le réservoir 2. Un prélèvement par quinzaine pendant une période de trois mois.

### II.3.2. condition de prélèvement

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques et surtout les caractéristiques bactériologiques l'eau (Rodier et *al.*, 2009).

### II.3.3. Méthode de prélèvement

#### II.3.3.1. Les analyses physico-chimiques

- prélever les échantillons après avoir laissé couler quelque minute ;
- rincer les flacons 2 à 3 fois avec l'eau à analyser ;
- l'eau est recueillie dans un flacon propre d'un litre de contenance ;

- inscrire sur les flacons toutes les informations concernant le prélèvement pour permettre l'identification et le suivi au laboratoire.

### **II.3.3.2. Les analyses bactériologiques**

Le prélèvement doit se faire dans des flacons de 500 ml en verre stérilisé, en effectuant les opérations suivantes :

- stériliser le robinet à l'aide d'un coton alcoolisé à 70°C ;
- flamber le robinet pendant 20 secondes ;
- laisser couler l'eau pendant 2 minutes pour permettre le renouvellement de l'eau des canalisations ;
- rincer le flacon trois fois avec l'eau à analyser ;
- remplir le flacon au  $\frac{3}{4}$  (ne sera jamais complètement afin de permettre d'homogénéiser l'ensemble au moment de la mise en culture) ;
- respecter un protocole d'étiquetage des flacons, inscrire sur l'étiquette les indications nécessaire à l'identification des prélèvements (lieu, date et heure de prélèvement).

### **II.3.4. Transport et conservation**

Les flacons étaient maintenus à une température comprise entre 4 et 6 °C à l'obscurité dans une boîte à isolement thermique appropriée menue des poches de glaces, et transportés le plus vite possible au laboratoire (un délai maximum de huit heures), afin de limiter toute croissance des germes éventuellement présents. (Rodier et *al.*, 2005).

### **II.3.5. Analyses physico-chimiques**

Tous les paramètres physico-chimiques ont été réalisés selon les protocoles utilisés au niveau du laboratoire de SEAAL.

#### **II.3.5.1. Mesure de la température**

- **Principe**

La température de l'eau est mesurée sur site avec un thermomètre, et les valeurs obtenues sont exprimées en °C.

- **Mode opératoire**

Immerger le thermomètre dans l'échantillon en laissant l'appareil se stabiliser en suite noter la valeur indiquée.

### II.3.5.2. Mesure de potentiel d'hydrogène (pH) par l'automate Metrohm

- **Principe**

La détermination de la valeur du pH est basée sur la mesure de la différence de potentiel d'une cellule électrochimique à l'aide d'une électrode reliée à une interface pilotée par le logiciel « tiamo ».

- **Mode opératoire**

Remplir un bécher avec l'eau à analyser, plonger l'électrode de multiparamètre après l'avoir rincé très bien avec l'eau distillé, le résultat du pH est lu sur l'écran.

### II.3.5.3. Mesure de conductivité par l'automate Metrohm

- **Principe**

La détermination de la valeur de la conductivité est basée sur la mesure du courant électrique conduit par les ions présent dans l'eau.

- **Mode opératoire**

Remplir un bécher avec l'eau à analyser, plonger l'électrode de multiparamètre après l'avoir rincé très bien avec l'eau distillé, le résultat de conductivité est lu sur l'écran.

### II.3.5.4. Mesure de la turbidité

- **Principe**

L'échantillon doit être remis à une température ambiante et être homogénéisé doucement avant la mesure, la cuve de mesure doit être propre et essuyée à chaque utilisation, elle doit être rincée avec l'échantillon à analyser avant la mesure.

- **Mode opératoire**

- remplir la cuve sans faire des bulles ;
- visser le bouchon et sécher la cuve ;
- insérer la cuve dans le puits de mesure ;
- fermer le capot de l'appareil et appuyer sur (ENTRER) ;

- lire la valeur affichée, le résultat est exprimé en NTU ;
- retirer la cuve de mesure, la vider et la rincer.

### II.3.5.5. Dosage de l'alcalinité par l'automate Metrohm

#### ▪ Principe

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bicarbonates, de carbonates et d'hydroxydes. La détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, aux 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) (Rodier et al., 2005).

#### ▪ Mode opératoire

Remplir un bécher avec l'eau à analyser, plonger l'électrode de multiparamètre après l'avoir rincé très bien avec l'eau distillé, le résultat de conductivité est lu sur l'écran.

### II.3.5.6. Dosage de calcium

#### ▪ Principe

Méthode titrimétrique à l'EDTA. Lors du titrage, L'EDTA réagit d'abord avec les ions calcium libres, ensuite avec les ions calcium combinés à l'indicateur, qui vire la couleur rose vers le violet.

#### ▪ Mode opératoire

- Prendre 50 ml d'eau à analyser, ajouter 2 ml de NaOH, ajouter quelque milligramme de l'indicateur coloré (Murexide) ;
- titrer avec l'EDTA jusqu'au virage de la couleur ;
- la couleur ne doit plus changer avec l'addition d'une goutte supplémentaire de l'EDTA et la teneur en calcium exprimé en mg/l ;

$$[Ca^{2+}] = C^{te} \times V_1 \times F_D \times F_C$$

- $V_1$ : est le volume, en millilitres de la solution d'EDTA utilisé pour le dosage ;
- $F_C$  : facteur de correction du titre ;
- $F_D$ : facteur de dilution ;
- $C^{te}$  : 8.016.

### II.3.5.7. Dosage de magnésium

#### ▪ Principe

Lors du titrage, EDTA réagit d'abord avec les ions magnésium libres, puis au point d'équivalence avec les ions magnésium combinés à l'indicateur, ce qui libère l'indicateur et provoque un changement de couleur.

#### ▪ Mode opératoire

- prélever 50 ml d'eau à analyser, ajouter 4 ml de chlorure d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) et une pincée de l'indicateur noir érichrome T, bien mélangé ;
- titrer avec l'EDTA jusqu'au virage de la couleur du rose vers le bleu. La couleur ne doit plus changer avec l'addition d'une goutte supplémentaire de l'EDTA. La teneur en magnésium exprimé en mg/l.

$$[\text{Mg}^{+2}] = 4.86 (V_2 - V_1) \times F_D \times F_C \times 2$$

- $V_2$  : est le volume de l'EDTA (en ml), après en millilitres de la solution d'EDTA utilisé pour le dosage ;
- $V_1$  : est le volume de l'EDTA (en ml), après dosage de l'échantillon pour la détermination du calcium selon le mode opératoire « Dosage du calcium par la méthode titrimétrique à l'EDTA » ;
- $F_C$  : facteur de correction de l'EDTA ;
- $F_D$  : facteur de dilution.

### II.3.5.8. Dosage de chlorure

#### ▪ Principe

Les ions chlorure réagissent avec les ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble précipitant quantitativement. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9.5.

#### ▪ Mode opératoire

- Prendre 100ml de cette solution, ajouter 1 ml de l'indicateur chromate de potassium ;
- titrer la solution par addition goutte à goutte de solution de nitrate d'argent jusqu'à ce que la solution prenne une couleur brun rougeâtre, la couleur ne doit

plus changer avec l'addition d'une goutte supplémentaire de l'EDTA. La teneur en chlorure exprimé en mg/l.

$$[Cl] = 7.1 [V_{ech} \times F_D - V_{blanche}] \times F_C$$

- $V_{ech}$  : est le volume de l'EDTA (en ml), après en millilitres de la solution d'EDTA utilisé pour le dosage ;
- $F_C$  : facteur de correction de l'EDTA ;
- $F_D$  : facteur de dilution.

### II.3.5.9. Dosage de l'ammonium ( $NH_4$ )

#### ▪ Principe

Mesure spectrométrique à environ 655nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite.

#### ▪ Mode opératoire

Prendre 40ml d'eau à analyser, ajouter 2 ml du réactif I. puis ajouter 2 ml du réactif II et laisser en repos pendant 1h : l'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de l'ammonium. Effectuer la lecture à l'aide d'un spectrophotomètre UV/Visible à une longueur d'onde de 655 nm. Le résultat est donné directement en mg / l.

### II.3.5.10. Dosage des ortho-phosphates par analyse en flux continu

#### ▪ Principe

L'échantillon est mélangé avec une solution d'agent de surface, puis avec une solution acide contenant des ions de molybdate et d'antimoine. Le complexe phospho-antimoine-molybdate obtenu est réduit par l'acide ascorbique en bleu de molybdène.

#### ▪ Mode opératoire

Remplir les cupules avec l'eau à analyser, placer les échantillons dans la palette de l'échantillonneur automatique, puis lancer l'analyse, les résultats affichés sur l'écran exprimés en mg/l.

### II.3.5.11. Dosage des sulfates par analyse en flux continu

- **Principe**

Les sulfates sont précipités par le chlorure de baryum et passent à l'état de sulfate de baryum.

- **Mode opératoire**

Remplir les cupules avec l'eau à analyser, placer les échantillons dans la palette de l'échantillonneur automatique, puis lancer l'analyse, les résultats affichés sur l'écran exprimés en mg/l.

### II.3.5.12. Dosage des nitrates et nitrites par analyse en flux continu

- **Principe**

Le nitrate contenu dans l'échantillon est réduit en nitrite par du cadmium métallique. Le nitrite résultant de la réduction du nitrate produit une réaction de diazotation de la sulfanilamide, en milieu acide.

- **Mode opératoire**

Remplir les cupules avec l'eau à analyser, placer les échantillons dans la palette de l'échantillonneur automatique, puis lancer l'analyse, les résultats affichés sur l'écran exprimés en mg/l.

### II.3.5.13. Dosage de sodium et de fer

- **Principe**

Aspiration directe de l'échantillon dans la flamme d'air/acétylène d'un spectromètre d'absorption atomique. Mesure de l'absorbance à une longueur d'onde de 330.2 nm. Les résultats exprimés en mg/l.

- **Mode opératoire**

- prélever les échantillons dans des flacons en polyéthylène propres. Il n'est généralement pas nécessaire de conserver les échantillons par acidification ;
- allumer les gaz Air/Acétylène, allumer le bouton vert de l'appareil ;
- ouvrir le logiciel WinLab 32 ;

- attendre que la connexion se passe entre le spectromètre et la flamme ;
- attendre que l'énergie de la lampe atteigne son maximum ;
- vérifier les débits de gaz et l'alignement du brûleur de l'appareil, passer le blanc, préparer la gamme d'étalonnage, passer les échantillons un à un ;
- éteindre la lampe de l'élément, cliquez sur EXIT afin de sortir du logiciel WinLab 32, éteindre l'appareil par le bouton vert ;
- La teneur en sodium et en fer exprimé en mg/l.

### **II.3.6. Analyses bactériologiques**

Les analyses bactériologiques qui ont effectuées au niveau de laboratoire de SEEAL.

#### **II.3.6.1. Test de chlore**

Avant de procéder à tout prélèvement en vue des analyses bactériologiques, le test de chlore libre est obligatoire.

- **Principe**

Le principe de cette méthode est basé sur la réaction entre le DPD (N, N-Diethyl-P-Phenylenediamine) et le chlore libre provoquant la formation d'un composé rose.

- **Mode opératoire**

Remplir le tube à essai avec 10 ml d'eau à analyser, et ajouter le comprimé de DPD écrasé, introduire le tube dans le puits de mesure et le résultat exprimé en mg/l est directement lu sur l'écran.

#### **II.3.6.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux (méthode par filtration sur membrane)**

- **Principe**

Cette technique consiste à filtrer une quantité d'eau à analyser à travers des membranes montées dans un appareil à filtration, puis appliquer ces membranes sur des milieux sélectifs, coulés en boîtes de pétri de 55mm de diamètre.

Après incubation, les colonies développées seront dénombrées et éventuellement prélevées pour être confirmées ou étudiées.

**▪ Mode opératoire**

- filtrer 100 ml de l'échantillon dans la rampe de filtration à travers une membrane filtrante d'une porosité de 0,45µm ;
- poser cette membrane sur un milieu de gélose lactosée au tergitol et au T.T.C, l'une pour la recherche des coliformes totaux et l'autre pour la recherche des coliformes fécaux ;
- incuber la première boîte à 37°C pendant 24h, et la deuxième à 44 °C pendant 24h. Après incubation, les coliformes totaux sont des colonies jaune, lisses et légèrement bombées. Pour les coliformes fécaux sont des colonies orange (le dénombrement de colonies se fait à l'aide d'un compteur de colonies) ;
- pour les coliformes totaux, dans le cas de présence de colonies, repiquer 5 à 10 colonies en stries sur toute la surface de gélose T.S.A., incuber à 36 °C pendant 24h, dans le cas de présence de colonies, passer au test à l'oxydase ;
- pour les coliformes fécaux, la confirmation est basée sur la production d'indole et sa mise en évidence. Repiquer en strie sur la surface de bouillon au Tryptophane, incuber à 44 °C pendant 24 h, mise en évidence de la production d'indole en ajoutant quelques gouttes du réactif de Kovacs (apparition d'un anneau rouge brique à la surface) ;
- le résultat est exprimé en nombre de bactéries coliformes et d'*Escherichia coli* dans 100 ml d'eau.

$$A = (B/A) C$$

B : nombre de colonies répondant positivement aux critères du test de confirmation.

A : nombre de colonies repiquées (dix colonies).

C: nombre total de colonies caractéristiques (jaunes) trouvées dans la boîte.

**➤ Pour les streptocoques****▪ Mode opératoire**

Réaliser la filtration et placer la membrane sur une boîte de pétri du milieu sélectif gélose de slanetz. Incuber à 37°C pendant 48heures. Les colonies typiques sont bombées, de couleur rouge, marron ou rose, soit au centre ou sur l'ensemble de la colonie.

Pour confirmer la présence des streptocoques, le filtre est ensuite transféré sur la gélose contenant de la bile et de l'esculine (B.E.A), et incubé à 44° C pendant 15 à 20 minutes, donnant une coloration noire. Le résultat est exprimé en UFC pour 100 ml d'eau.

### **II.3.6.3. Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfite réductrices (méthode par filtration sur membrane)**

#### **▪ Principe**

Cette technique consiste à filtrer une quantité d'eau à analyser à travers une membrane de porosité de 0.22µm montées dans un appareil à filtration, puis à appliquer cette membrane sur boîte de pétri de 55mm de diamètre, ensuite verser une couche épaisse du milieu gélose viande foie avec additifs (Alun de fer+sulfite de sodium). Après incubation, les colonies développées seront dénombrées.

#### **▪ Mode opératoire**

- au début, l'échantillon à analyser doit être chauffé dans un bain marie à 75°C pendant 15 mn ;
- refroidir immédiatement sous l'eau du robinet jusqu'à température ambiante ;
- filtrer 100 ml de l'échantillon sur une membrane de 0.22µm ;
- après filtration, enlever la membrane avec pince stérile et la placer (face supérieur tournée vers le bas) au fond d'une boîte de pétri en s'assurant qu'il ne reste pas de bulles d'air sous la membrane ;
- verser soigneusement le milieu de culture liquéfié avec additifs ;
- incubé à 37 °C pendant 24 h. Les spores des bactéries anaérobies sulfite-réductrices apparaissent sous forme de colonies noires ;
- le résultat est donné en nombre de spores par 100ml.

### **II.3.7. Etude statistique**

Il est utilisé pour la présente étude l'analyse de la variance (ANOVA, Statistica 8). C'est une méthode de comparaison de plusieurs moyennes. Elle permet de dire s'il existe une différence significative entre les résultats où s'il n'existe pas une différence. C'est l'une des méthodes d'analyses multidimensionnelles qui visent à structurer, à résumer et synthétiser les

données en vue de comprendre le phénomène étudié. Les résultats de l'analyse de la variance se présentent essentiellement sous de tableau (Vilain, 1999).

A horizontal red banner with rounded corners and a slight 3D effect, containing the chapter title.

## Chapitre III

### Résultats et discussions

### III. Résultats et discussions

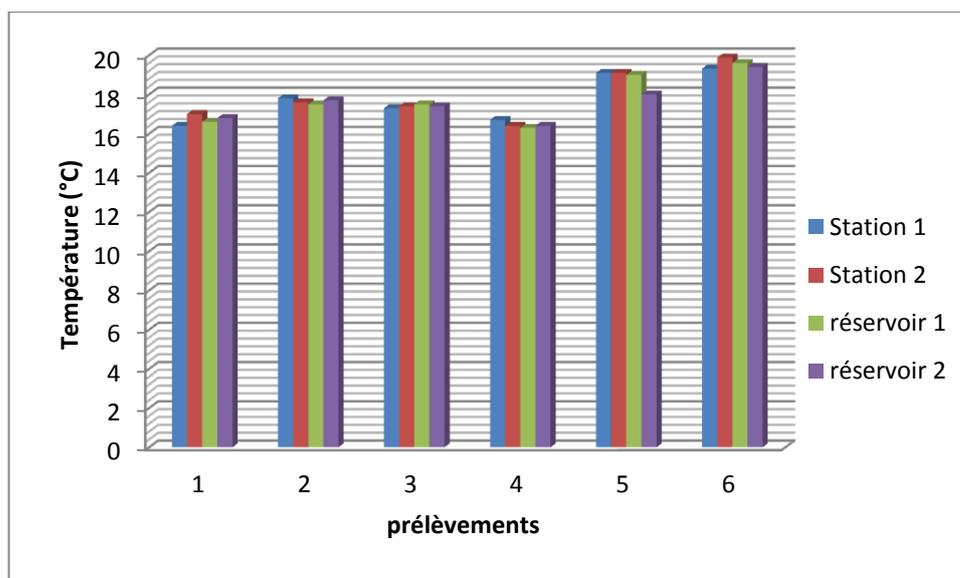
Après avoir procédé aux différentes analyses nous avons obtenues les résultats suivants.

#### III.1. Résultats et discussions des analyses physico-chimiques

##### III.1.1. Résultats et discussions des analyses physiques

###### III.1.1.1. Température

La température de l'eau étudiée varie entre 16.3 et 19.88°C dans les deux stations de pompage et les deux réservoirs (**figure 3**). L'étude statistique montre qu'il n'existe pas une différence significative entre les stations et les réservoirs ( $0.984 > 0.05$ ) (**tableau I**). La température est influencée par les variations climatiques (Dib, 2009). Les résultats sont conformes aux normes algériennes de potabilité (entre 12 à 25°C) (JORA, 2011). Une température élevée peut favoriser des goûts ou des odeurs désagréables. De plus, elle accélère la plupart des réactions physico-chimiques et biologiques dans le réseau de distribution, influençant une croissance bactérienne et dissipant l'effet du désinfectant résiduel (Celerier et *al.*, 2002).



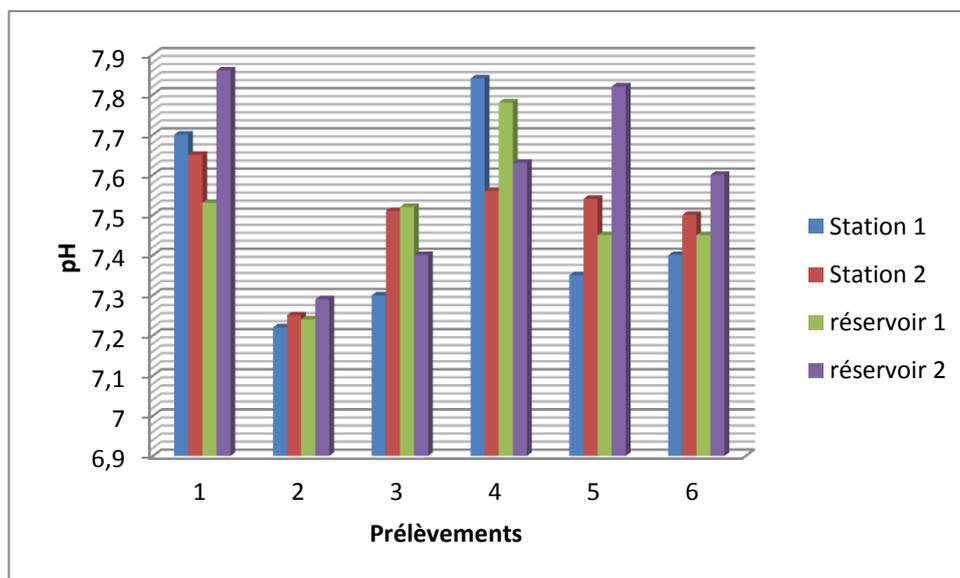
**Figure 3 :** Résultats de température des échantillons d'eau étudiée

**Tableau I :** Etude statistique sur les valeurs de température

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	0,236	3	0,079	0,052	0,984
Intra-groupes	30,239	20	1,512		
Total	30,475	23			

### III.1.1.2. Potentiel d'Hydrogène (pH)

Un pH inférieur à 7 peut provoquer une corrosion des tuyauteries, et un pH supérieur à 8 peut provoquer une diminution progressive de l'efficacité du chlore sur la contamination microbienne (Letterman, 1999). Le pH mesuré au niveau des stations et des réservoirs étudiés varie entre 7.22 et 7.86 (**figure 4**). L'étude statistique montre qu'il n'existe pas une différence significative entre les stations et les réservoirs ( $0.686 > 0.05$ ) (**tableau II**). Les valeurs sont conformes aux normes de potabilité algériennes (JORA, 2011).

**Figure 4 :** Résultat de pH des échantillons d'eau étudiée

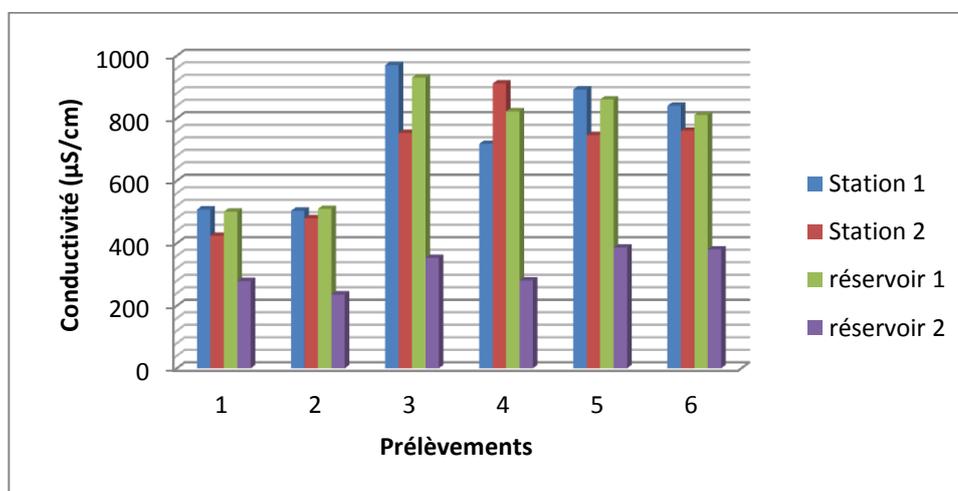
**Tableau II** : Etude statistique sur les valeurs de pH

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	0,060	3	0,020	0,501	0,686
Intra-groupes	0,796	20	0,040		
Total	0,856	23			

### III.1.1.3. Conductivité

Pour Dib (2009), la diminution de la conductivité peut provenir d'une viscosité du milieu (la solubilité des sels et des gaz dissous). Rodier et *al.* (2005), signalent que la variation de la conductivité est induite par la présence dans le milieu des ions dissous et de leur concentration.

La conductivité des deux stations de pompage et le réservoir 1 varie entre 424 et 970  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Dans le réservoir 2 la conductivité varie entre 236 et 386  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (**figure 5**). L'étude statistique montre qu'il existe une différence significative entre les stations et les réservoirs ( $0.001 < 0.05$ ) (**tableau III**). Cette différence existe au niveau de réservoir 2 car il reçoit un mélange d'eau provient d'une station de dessalement. L'eau de dessalement subit une déminéralisation lors du traitement ce qui la rend de faible teneurs en sels dissous. Ces résultats sont conformes aux normes algériennes de potabilité qui indiquent une valeur limite de 2880  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (JORA, 2011). Selon Rodier et *al.*, (2005), Il s'agit d'une eau de moyenne minéralisation.



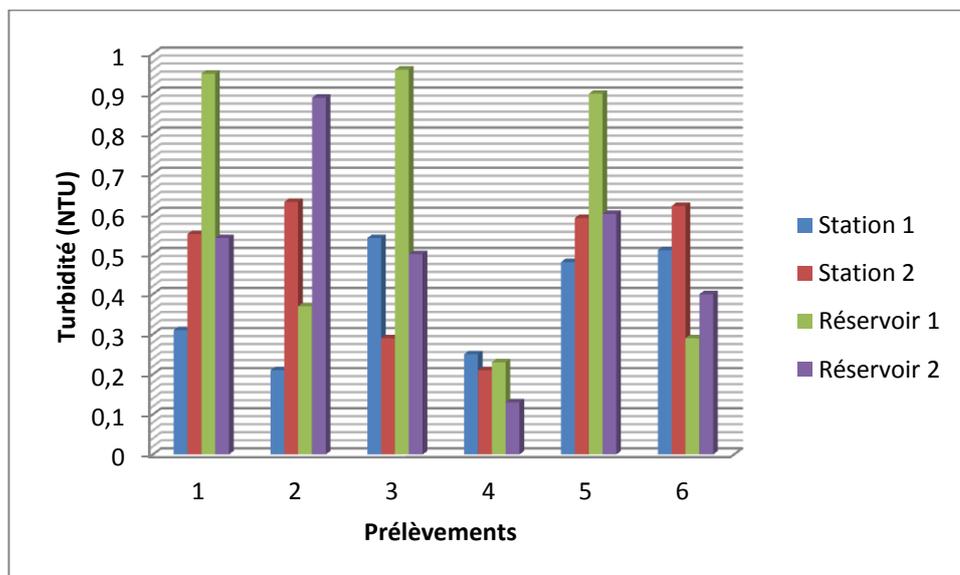
**Figure 5** : Résultats de conductivité des échantillons d'eau étudiée**Tableau III** : Etude statistique sur les valeurs de conductivité

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	733080,833	3	244360,278	8,690	0,001
Intra-groupes	562409,000	20	28120,450		
Total	1295489,833	23			

#### III.1.1.4. Turbidité

L'OMS (1993), précise que dans le cas où l'on pratique la désinfection, il conviendrait que la turbidité soit inférieure à 1 NTU. Une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur les particules en suspension (Rodier *et al.*, 2005).

La turbidité des échantillons prélevés varie entre 0.21 et 0.96 NTU (**figure 6**). L'étude statistique montre qu'il n'existe pas une différence significative entre les stations et les réservoirs ( $0.451 > 0.05$ ) (**tableau IV**). Les résultats sont conformes aux normes algériennes de potabilité qui indiquent une valeur limite à 5 NTU (JORA, 2011). Donc l'eau étudiée est claire.

**Figure 6** : Résultats de turbidité des échantillons d'eau étudiée

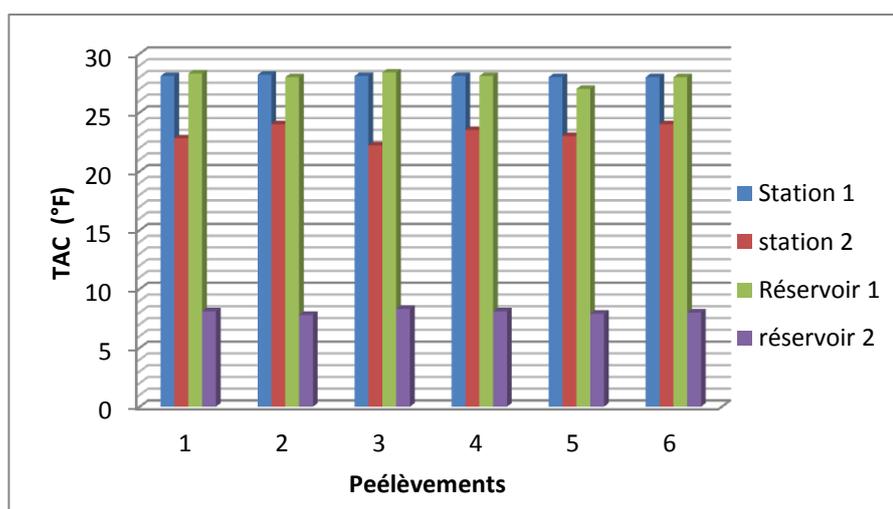
**Tableau IV** : Etude statistique sur les valeurs de turbidité

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	,166	3	0,055	0,916	0,451
Intra-groupes	1,208	20	0,060		
Total	1,373	23			

### III.1.2. Résultats et discussions des analyses chimiques

#### III.1.2.1. Titre alcalin complet

Le titre alcalin complet des échantillons étudiés varie entre 27 et 28.4 °F à la station de pompage 1 et au réservoir 1, il varie entre 22.2 et 24°F à la station de pompage 2, il varie entre 7.8 et 8.3°F pour le réservoir 2 (**figure 7**). L'étude statistique montre qu'il existe une différence significative entre les stations et les réservoirs ( $0.000 < 0.05$ ) (**tableau V**), cette différence au niveau de réservoir 2 peut résulter suite au mélange avec l'eau de dessalement. Le TAC se réduit dans l'eau, au cours de traitement (le passage à travers les membranes d'osmose inverse), l'eau a perdu les éléments qui déterminent le TAC c'est-à-dire que les membranes ont retenu ces ions. Ces résultats sont conformes aux normes de potabilité algériennes indiquant une valeur limite 200°F (JORA, 2011).

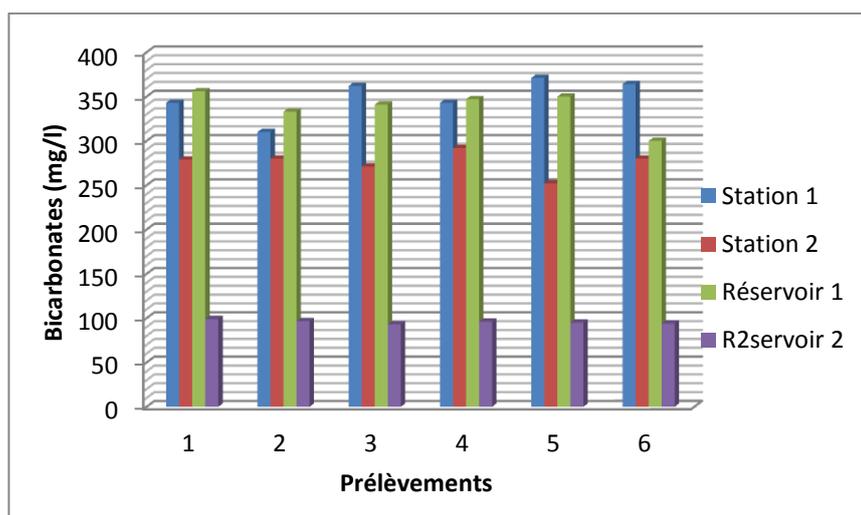
**Figure 7** : Résultats de titre alcalin complet des échantillons d'eau étudiée

**Tableau V** : Etude statistique sur les valeurs de titre alcalin complet

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	1614,763	3	538,254	2698,017	0,000
Intra-groupes	3,990	20	0,199		
Total	1618,753	23			

### III.1.2.2. Bicarbonates

Le taux de bicarbonates dans les échantillons prélevés, ils varient entre 310 et 371 mg/l dans la station de pompage 1, entre 333 et 350 mg/l dans le réservoir 1, entre 252 et 280 mg/l dans la station de pompage 2, entre 93 et 99 mg/l dans le réservoir 2 (**figure 8**). L'étude statistique montre qu'il existe une différence significative entre les stations et les réservoirs ( $0.000 < 0.05$ ) (**tableau VI**), cette différence au niveau de réservoir 2 peut résulter suite au mélange avec l'eau de dessalement qui a subi lors de traitement une élimination de bicarbonates (l'acidification de l'eau brute en provoquant la décomposition de bicarbonates). Les normes algériennes (JORA, 2011) ne fixent aucune valeur pour ce paramètre, puisque, quel que soit les teneurs en bicarbonate dans les eaux de consommation, la potabilité n'est pas affectée. (Rejseck, 2002).

**Figure 8** : Résultats des teneurs en bicarbonates des échantillons d'eau étudiée

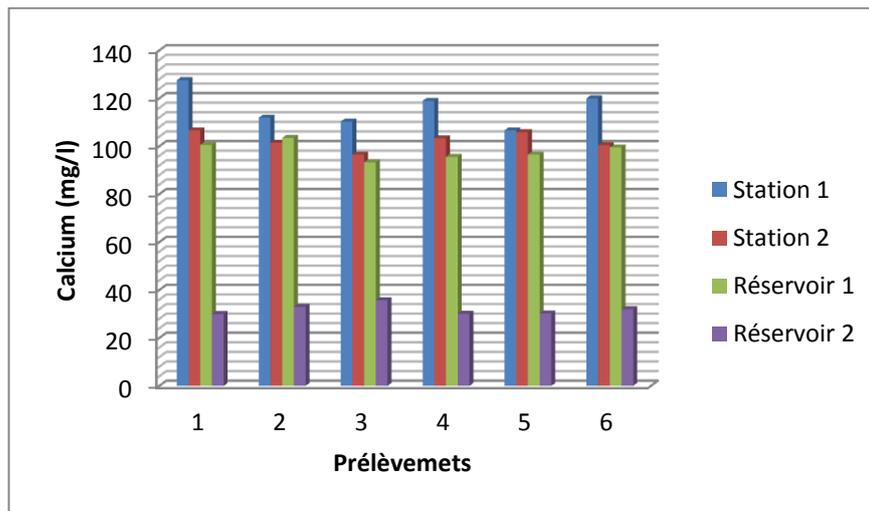
**Tableau VI** : Etude statistique sur les teneurs en bicarbonates

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	245429,948	3	81809,983	318,500	,000
Intra-groupes	5137,208	20	256,860		
Total	250567,156	23			

### III.1.2.3. Calcium

L'influence du calcium de l'eau sur la santé humaine, a été souvent discutée. Des recherches et des études statistiques notent qu'il n'y aurait pas de relation dose-effet avec la teneur de cet élément dans l'eau. Les quantités susceptibles d'être ingérées sous forme de boisson sont inférieures aux quantités nécessaires à l'organisme, estimées approximativement entre 700 et 900 mg/jour. De plus le calcium de l'eau n'est que peu absorbé par l'intestin. Les eaux qui dépassent 200 mg/l de calcium, présentent des inconvénients pour les usages domestiques et pour l'alimentation des chaudières (Rodier et *al.*, 2005).

La teneur en calcium varie entre 106.64 et 127.95 mg/l dans la station de pompage 1, entre 96.52 et 106.64 mg/l dans la station de pompage 2, entre 93.28 et 100.53 mg/l dans le réservoir 1, entre 30 et 35.75 mg/l dans le réservoir 2 (**figure 9**). L'étude statistique montre qu'il existe une différence significative entre les stations et les réservoirs ( $0.000 < 0.05$ ) (**tableau VII**), cette différence existe au niveau de réservoir 2 car il reçoit un mélange d'eau provenant d'une station de dessalement, au cours de son traitement, elle a perdu les ions calcium par les membranes de microfiltration. Ces résultats sont conformes aux normes algériennes de potabilité (JORA, 2011), indiquant une valeur limite de 200 mg/l.



**Figure 9** : Résultats des teneurs en calcium des échantillons d'eau étudiée

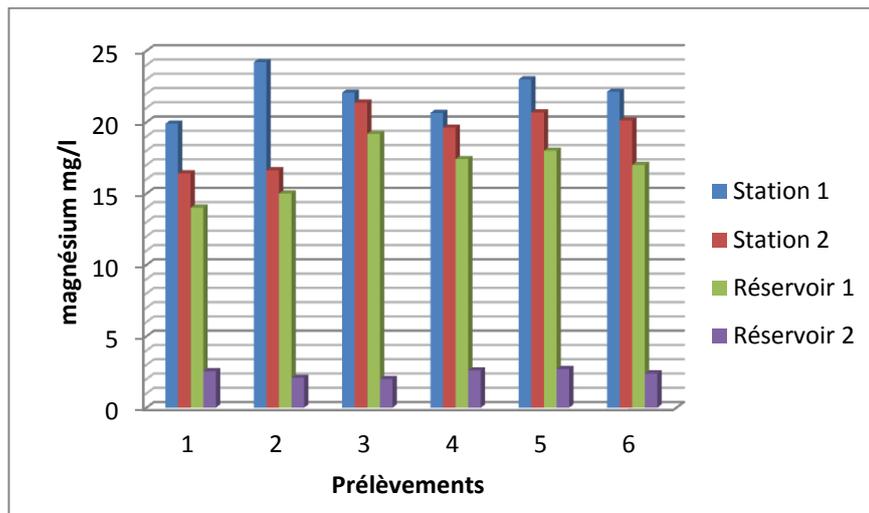
**Tableau VII** : Etude statistique sur les teneurs en calcium

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	25419,021	3	8473,007	367,754	0,000
Intra-groupes	460,798	20	23,040		
Total	25879,819	23			

#### III.1.2.4. Magnésium

Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau. Il est présent sous forme de carbonates et d'hydrogencarbonates. (Rodier et *al.*, 2005).

La teneur en magnésium des échantillons prélevés varie entre 19.9 et 24.2 mg/l dans la station de pompage 1, entre 16.41 et 20.68 mg/l dans la station de pompage 2, entre 14.01 et 19.18 mg/l dans le réservoir 1, entre 2 et 2.61 mg/l dans le réservoir 2 (**figure 10**). L'étude statistique montre qu'il existe une différence significative entre les stations et les réservoirs ( $0.000 < 0.05$ ) (**tableau VIII**), cette différence existe au niveau de réservoir 2 car il reçoit un mélange d'eau qui provient d'une station de dessalement, au cours de traitement, l'eau a perdu les ions magnésium par les membranes de microfiltration. Ces résultats sont conformes aux normes algériennes de potabilité (JORA, 2011) qui fixent une valeur limite 150 mg/l.



**Figure 10** : Résultats des teneurs en magnésium des échantillons d'eau étudiée

**Tableau VIII** : Etude statistique sur les teneurs en magnésium

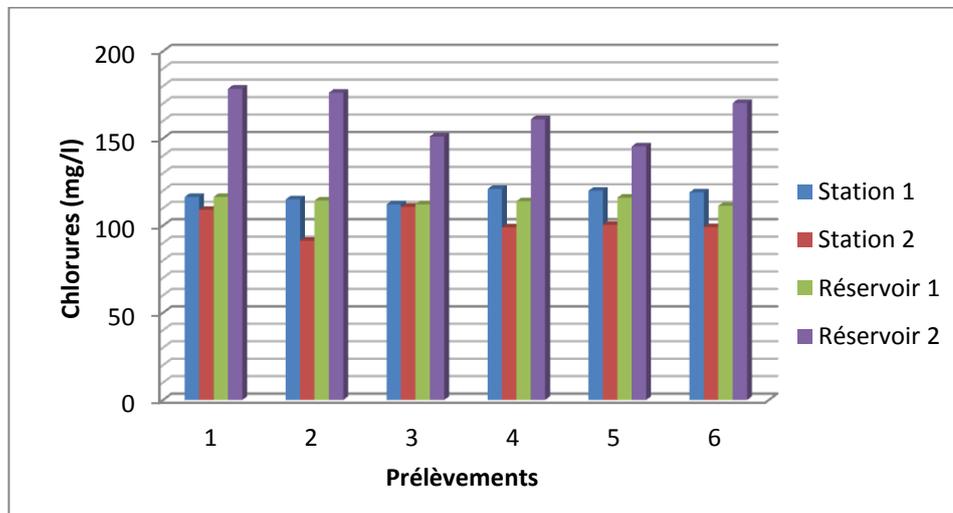
	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	1393,911	3	464,637	202,992	0,000
Intra-groupes	45,779	20	2,289		
Total	1439,690	23			

### III.1.2.5. Chlorures

Selon Rodier et *al.*, (2009), même dans le cas de quantités excessives de chlorure dans l'eau potable qui peuvent atteindre 900 mg/l, les chlorures n'auraient pas d'effets néfastes sur la santé du consommateur. Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau à partir de 250 mg/l.

La teneur en chlorures des échantillons prélevés varie entre 112.18 et 121 mg/l dans la station de pompage 1, entre 91.22 et 110.71 mg/l dans la station de pompage 2, entre 111.6 et 116.4 mg/l dans le réservoir 1, entre 145.43 et 178.45 mg/l dans le réservoir 2 (**figure 11**). L'étude statistique montre qu'il existe une différence significative entre les stations et les réservoirs ( $0.000 < 0.05$ ) (**tableau IX**). Dans le réservoir 2 la concentration de chlorure est un peu élevée par rapport à la station de pompage 2. Cette valeur élevée est due à l'étape de poste chloration qui enrichit cette eau en chlorure lors du traitement par le dessalement des eaux de

mers. Ces valeurs sont inférieures à celle préconisée par les normes algériennes de potabilité (500 mg/l) (JORA, 2011).



**Figure 11** : Résultats des teneurs en chlorures des échantillons d'eau étudiée

**Tableau IX** : Etude statistique sur les teneurs chlorures

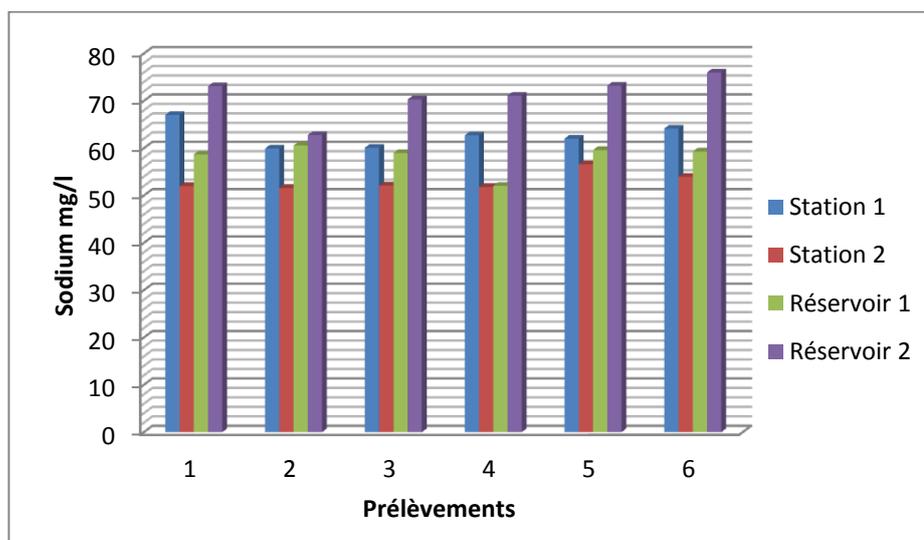
	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	13370,182	3	4456,727	71,091	0,000
Intra-groupes	1253,808	20	62,690		
Total	14623,990	23			

### III.1.2.6. Sodium

Dans l'état actuel des connaissances, il n'existe pas d'argument suffisant pour justifier la fixation d'une valeur indicative pour le sodium dans l'eau, pour la base d'un risque sanitaire (Rodier et *al.*, 2005). Comme le corps possède des mécanismes très efficaces de régulation des teneurs en sodium du milieu interne, ce métal n'est pas fortement toxique aux concentrations où on le trouve normalement dans l'environnement ou dans l'alimentation (Finberg et *al.*, 1963).

Selon les résultats des échantillons étudiés, la teneur en sodium varie entre 59.94 et 67.03 mg/l dans la station de pompage 1, entre 51.6 et 56.6 mg/l dans la station de pompage 2, entre 52.02 et 60.57 mg/l dans le réservoir 1, entre 62.77 et 76 mg/l dans le réservoir 2

(**figure 12**). L'étude statistique montre qu'il existe une différence significative entre les stations et les réservoirs ( $0.000 < 0.05$ ) (**tableau X**). Ces résultats sont conformes aux normes algériennes de potabilité (JORA, 2011) qui indiquent une valeur limite 200 mg/l. La présence de sodium dans le réservoir 2 avec des teneurs un peu élevée par rapport à la station de pompage 2, peut résulter suite au mélange des eaux de ce réservoir avec l'eau de dessalement. Lors de traitement de dessalement, la réduction du chlore se fait par addition de bisulfite de sodium, ce qui augmente la teneur en sodium de ces eaux.



**Figure 12:** Résultats des teneurs en sodium des échantillons d'eau étudiée

**Tableau X :** Etude statistique sur les teneurs en sodium

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	1054,902	3	351,634	34,318	0,000
Intra-groupes	204,929	20	10,246		
Total	1259,831	23			

### III.1.2.7. Orthophosphates

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol. Leurs présences dans les eaux naturelles, sont liées à la nature des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique, il en résulte une véritable dégradation qui peut devenir irréversible (Hakmi, 2006). Les résultats obtenus montrent l'absence des orthophosphates dans tous les

échantillons étudiés (**tableau XI**). Les valeurs sont conformes aux normes algériennes de potabilité (0.5 mg/l) (JORA, 2011).

**Tableau XI** : Résultats des teneurs en orthophosphates

prélèvements	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA (2011)	OMS (2006)
<b>Station 1</b>	00	00	00	00	00	00	0.5 mg/l	0.5 mg/l
<b>Station 2</b>	00	00	00	00	00	00	//	//
<b>Réservoir 1</b>	00	00	00	00	00	00	//	//
<b>Réservoir 2</b>	00	00	00	00	00	00	//	//

### III.1.2.8. Nitrites

Les nitrites sont des indicateurs de pollution proviennent, soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates (Rodier et *al.*, 2005). Les nitrites sont considérés comme un élément toxique, leur présence dans l'eau en quantité importante dégrade la qualité de l'eau et pourrait affecter la santé humaine (Rodier et *al.*, 2005). Les résultats obtenus montrent l'absence des nitrites dans les tous les échantillons étudiés (**tableau XII**). Ces résultats sont conformes aux normes algériennes de potabilité (JORA, 2011) qui indiquent une valeur limite 0.2 mg/l.

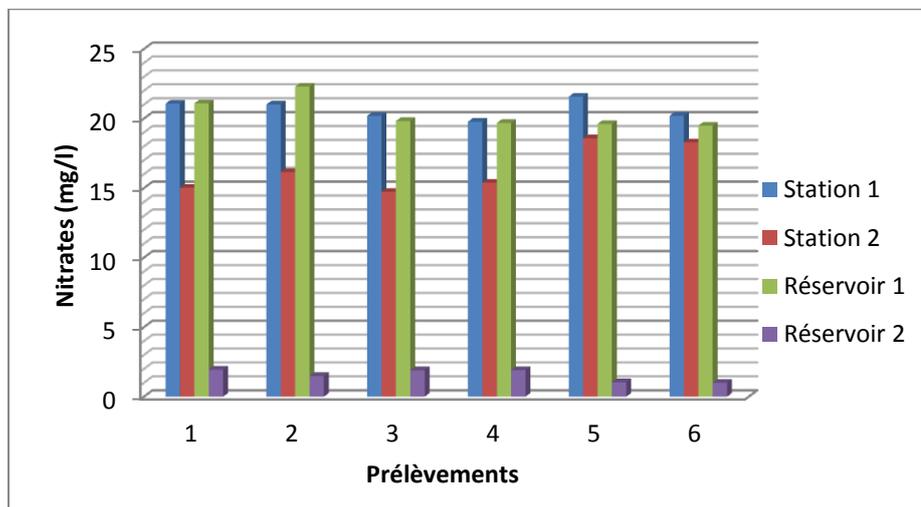
**Tableau XII** : Résultats des teneurs en nitrites

prélèvements	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA (2011)	OMS (2006)
<b>Station 1</b>	00	00	00	00	00	00	0.2 mg/l	0.1 mg/l
<b>Station 2</b>	00	00	00	00	00	00	//	//
<b>Réservoir 1</b>	00	00	00	00	00	00	//	//
<b>Réservoir 2</b>	00	00	00	00	00	00	//	//

### III.1.2.9. Nitrates

La présence excessive de nitrates dans l'eau d'alimentation peut provoquer un problème de santé publique important tel que la méthémoglobinémie (Benamar et *al.*, 2011). L'excès des nitrates dans les eaux de consommation bloque les échanges respiratoires au niveau du sang, à des doses supérieures à 100 mg/l pouvant conduire à la formation in vivo de nitrosamines qui sont des dérivés cancérigènes (Montiel, 1999).

Les teneurs en nitrate des échantillons prélevés pour la station de pompage 1 varient entre 19.77 et 21.07 mg/l, et pour le réservoir 1 entre 19.61 et 22.29 mg/l, pour la station de pompage 2 entre 14.73 et 18.58 mg/l, et pour le réservoir 2 entre 1 et 1.95 mg/l (**figure 13**). L'étude statistique montre qu'il existe une différence significative entre les stations et les réservoirs ( $0.000 < 0.05$ ) (**tableau XIII**), cette différence existe au niveau de réservoir 2 car il reçoit un mélange d'eau de dessalement, qui a subi une élimination des ions nitrates lors du traitement (éliminé par les membranes de microfiltration). Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes de potabilité (JORA, 2011), qui fixent une valeur limite de 50mg/l.



**Figure 13** : Résultats des teneurs en nitrates des échantillons d'eau étudiée

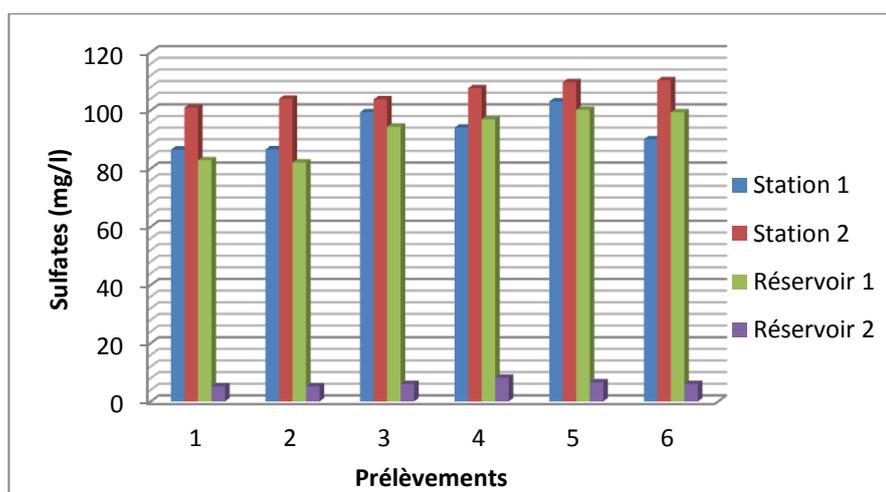
**Tableau XIII** : Etude statistique sur les teneurs en nitrate

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	1455,785	3	485,262	409,238	0,000
Intra-groupes	23,715	20	1,186		
Total	1479,500	23			

### III.1.2.10. Sulfates

L'eau destinée à la consommation humaine, en raison de problèmes particuliers susceptibles d'introduire une gêne pour le consommateur (goût, corrosion). L'OMS recommande comme valeur limite entre 250 et 400 mg/l. Ils provoquent des troubles gastro-intestinaux et peuvent donner un goût désagréable (Rodier *et al.*, 2005).

La teneur en sulfates des échantillons prélevés varie entre 86.52 et 103.03 mg/l dans la station de pompage 1, entre 100.95 et 110.35 mg/l dans la station de pompage 2, entre 82.09 et 100.19 mg/l dans réservoir 1, entre 5.13 et 8.13 mg/l dans le réservoir 2 (**figure 14**). L'étude statistique montre qu'il existe une différence significative entre les stations et les réservoirs ( $0.000 < 0.05$ ) (**tableau XIV**), cette différence au niveau de réservoir 2 peut résulter suite au mélange avec l'eau de dessalement, cette eau a subi une élimination des ions sulfates (éliminer par les membranes de microfiltration). Ces résultats sont conformes aux normes algériennes de potabilité (JORA, 2011), qui exigent une valeur limite 400 mg/l.

**Figure 14** : Résultats des teneurs en sulfate des échantillons d'eau étudiée

**Tableau XIV** : Etude statistiques sur les teneurs en sulfates

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	38089,344	3	12696,448	397,222	0,000
Intra-groupes	639,262	20	31,963		
Total	38728,605	23			

### III.1.2.11. Ammonium

La concentration élevée en ammonium dans l'eau est un indicateur de pollution microbiologique ou une contamination récente par la matière organique en décomposition (Figarella et Leyral, 2002). Selon Dib (2009), La présence d'ammonium dans l'eau peut être liée à la réduction des formes azotées en condition réduite.

Les valeurs obtenues montrent l'absence d'ammonium dans tous les échantillons étudiés (**tableau XV**), les résultats sont conformes aux normes algériennes de potabilité (JORA, 2011), indiquant une valeur limite de 0.5 mg/l.

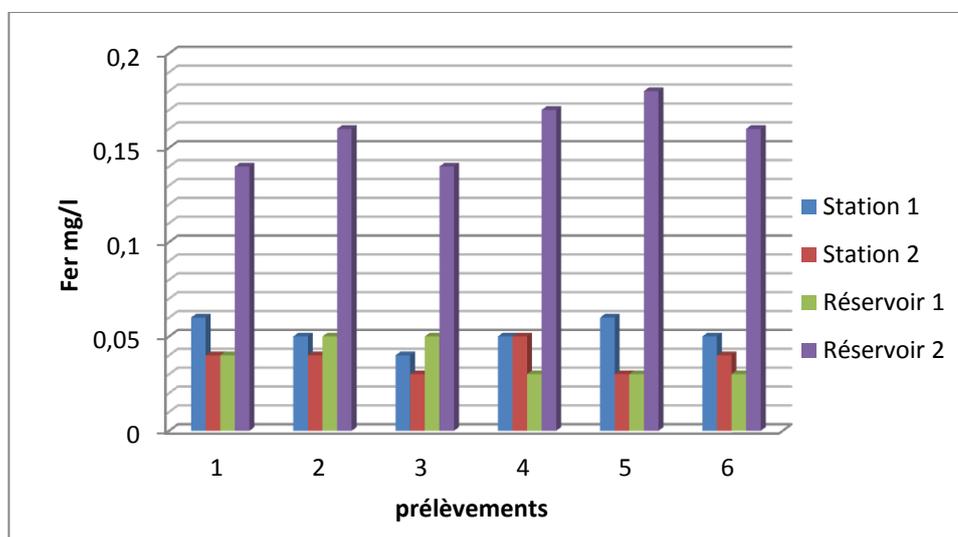
**Tableau XV** : Résultats de teneurs en ammonium des échantillons d'eau étudiée

prélèvements	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA (2011)	OMS (2006)
<b>Station 1</b>	00	00	00	00	00	00	≤ 0.5 mg/l	≤ 0.5 mg/l
<b>Station 2</b>	00	00	00	00	00	00	//	//
<b>Réservoir 1</b>	00	00	00	00	00	00	//	//
<b>Réservoir 2</b>	00	00	00	00	00	00	//	//

### III.1.2.12. Fer

La présence de fer dans l'eau peut favoriser la prolifération de certaines souches de bactéries (Guillemin, Roux ,1992). Le fer peut également être présent dans l'eau de boisson à la suite de l'utilisation de coagulants de fer ou de la corrosion de l'acier et des tuyaux en fonte pendant la distribution de l'eau (OMS, 2004).

La teneur en fer des échantillons prélevés varie entre 0.03 et 0.06 mg/l pour les deux stations de pompage et le réservoir 1, varie entre 0.14 et 0.18 mg/l pour le réservoir 2 (**figure 15**). L'étude statistique montre qu'il existe une différence significative entre les stations et les réservoirs ( $0.000 < 0.05$ ) (**tableau XVI**). L'augmentation de la concentration de fer dans le réservoir 2, peut résulter suite au mélange avec l'eau de dessalement. Au cours du traitement, l'utilisation de chlorure ferrique comme coagulant provoque l'augmentation des teneurs en fer dans l'eau. Les résultats obtenus sont conformes aux normes algériennes de potabilité (JORA, 2011), qui indiquent une valeur limite de 0.3 mg/l.



**Figure 15** : Résultats des teneurs en fer des échantillons d'eau étudiée

**Tableau XVI** : Etude statistiques sur les teneurs en fer

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	0,061	3	0,020	173,714	0,000
Intra-groupes	0,002	20	0,000		
Total	0,063	23			

Dans cette étude les teneurs des anions et des cations montrent une grande variation entre la station de pompage 2 et le réservoir 2. Le réservoir 2 reçoit un mélange d'eau de dessalement. Lors de dessalement l'eau subit une élimination totale des sels par l'utilisation des produits chimiques appelés « échangeurs d'ions », qui sont des substances granulaires insolubles comportant dans leur structure moléculaire des radicaux acides ou basiques

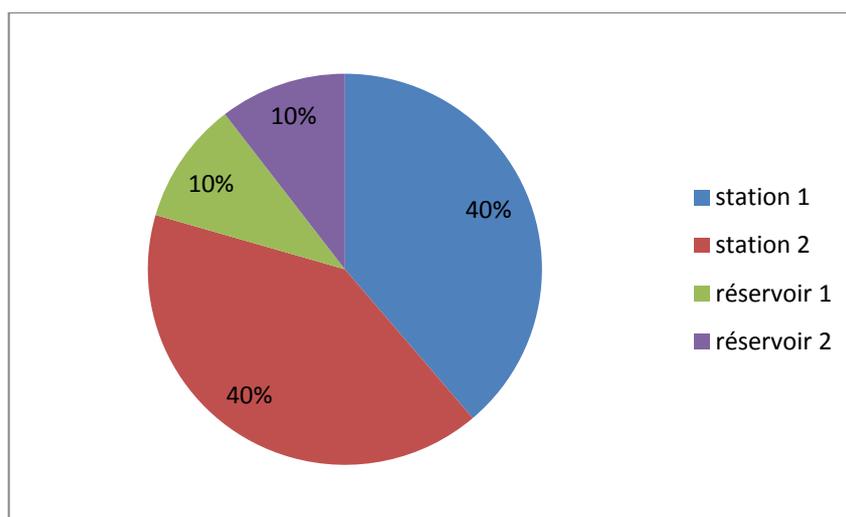
susceptible de permuter les ions positifs ou négatifs fixés sur ces radicaux. Ils utilisent des résines synthétiques les une capable d'absorber les anions et les autres les cations (Polisset et Salles, 2003).

## III.2. Résultat des analyses biologiques

### III.2. 1. Test de chlore

L'ajout de chlore à l'eau inhibe la présence des bactéries dans l'eau. Selon Mathieu (1992), il faudrait appliquer une concentration supérieure de 0.5 mg/l de chlore pour inhiber totalement le développement des micro-organismes dans l'eau potable. Selon Seby (2006), le chlore n'est pas toxique pour l'homme mais il peut générer un goût et une odeur à des concentrations plus ou moins élevés.

D'après les résultats obtenus sur les échantillons prélevés montrent une présence de chlore dans les quatre sites étudiés, les deux stations de pompage contiennent le chlore avec un pourcentage de 40%, et les deux réservoirs avec un pourcentage de 10% (**figure 16**). L'étude statistique montre qu'il existe une différence significative entre les stations et les réservoirs ( $0.000 < 0.05$ ) (**tableau XVII**). On confirme que le chlore diminue rapidement avec le temps de séjours. Les valeurs obtenues sont conformes aux normes algériennes de potabilité (JORA, 2011), qui indiquent une valeur limite à 5 mg/l.



**Figure 16** : Résultats du test de chlore dans les échantillons d'eau étudiée

**Tableau XVII** : Etude statistiques sur les teneurs en chlore

	Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Inter-groupes	19,627	3	6,542	181,561	0,000
Intra-groupes	0,721	20	0,036		
Total	20,347	23			

### II.2.2. Coliformes totaux

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale (Figarella et Leyral, 2002). La recherche et le dénombrement des coliformes à 37°C, est intéressant pour juger l'efficacité de la désinfection d'une eau. Ces bactéries peuvent croître dans un réseau de distribution. Cette croissance se produit habituellement à partir du biofilm microbien qui se forme sur la paroi des canalisations, particulièrement en cas de faible teneur en chlore résiduel (Chevalier, 2003).

Les résultats obtenus montrent une absence totale de coliformes totaux dans les deux stations de pompage et dans les deux réservoirs (**tableau XVIII**). Ce qui est conformes aux normes algériennes de potabilité (JORA, 2011), qui indiquent une absence totale des ces bactéries. Ceci montre l'efficacité de traitement de chloration et le temps de contact satisfaisant pour la destruction des bactéries présent dans l'eau, avec environ 2 mg/l de chlore dans l'eau des deux stations de pompage et 0.6 mg/l dans les deux réservoirs.

**Tableau XVIII** : Résultats des recherches des coliformes totaux

prélèvements	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA (2011)	OMS (2006)
<b>Station 1</b>	00	00	00	00	00	00	00 Germes/100ml	≤ 10 Germes/100ml
<b>Station 2</b>	00	00	00	00	00	00	//	//
<b>Réservoir1</b>	00	00	00	00	00	00	//	//
<b>Réservoir2</b>	00	00	00	00	00	00	//	//

### II.2.3. Coliformes fécaux

Coliformes fécaux ou coliformes thermotolérants, forment un sous-groupe de coliformes totaux. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia coli*. Pour l'OMS (2004), la présence d'*Escherichia coli* apporte la preuve incontestable d'une pollution fécale récente. Ces germes sont sensibles au traitement de désinfection et doivent totalement absents dans l'eau de boisson, puisque les coliformes fécaux ne prolifèrent habituellement pas dans un réseau de distribution, la recherche de coliformes est extrêmement important car elle permet de détecter une contamination fécale dans un réseau de distribution découlant par exemple d'infiltrations d'eau polluée dans les canalisations (Robertson, 1995).

Les coliformes fécaux sont absents dans tous les échantillons d'eau prélevés dans la commune de Kolea (**tableau XIX**). Ces résultats sont conformes aux normes algériennes de potabilité (JORA, 2011).

**Tableau XIX** : Résultats des recherches des coliformes fécaux

Prélèvements	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA (2011) Germes/10 0ml	OMS (2006) Germes/100 ml
<b>Station 1</b>	00	00	00	00	00	00	00	00
<b>Station 2</b>	00	00	00	00	00	00	//	//
<b>Réservoir 1</b>	00	00	00	00	00	00	//	//
<b>Réservoir 2</b>	00	00	00	00	00	00	//	//

### II.2.4. Streptocoques fécaux

Selon Figarella et Leyral, (2002), la présence de Streptocoques fécaux doit s'accompagner de la présence de coliformes fécaux pour être certain d'une contamination fécale d'une eau d'alimentation. Sont des indicateurs de l'efficacité du traitement de l'eau. De plus, leur grande résistance à la dessiccation fait des Streptocoques des indicateurs pour le contrôle lors de l'installation ou la réparation de conduite d'un réseau de distribution nécessitant un assèchement (Chevalier, 2002).

Les résultats des analyses des eaux étudiés dans la commune de Kolea, montrent l'absence de germes du genre Streptocoques fécaux (**tableau XX**). La réglementation algérienne (JORA, 2011) impose l'absence de Streptocoques fécaux dans 100 ml d'eau prélevés.

**Tableau XX** : Résultats des recherches des streptocoques

prélèvements	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA (2011)	OMS (2006)
<b>Station 1</b>	00	00	00	00	00	00	00 Germes/100ml	00 Germes/100ml
<b>Station 2</b>	00	00	00	00	00	00	//	//
<b>Réservoir 1</b>	00	00	00	00	00	00	//	//
<b>Réservoir 2</b>	00	00	00	00	00	00	//	//

## II .2.5. Clostridium Sulfito-Réducteurs

Les bactéries Anaérobies Sulfito-réductrices sont souvent considérées comme des témoins d'une pollution fécale, ces bactéries sont résistants au traitement de chloration (Figarella et Leyral, 2002).

La recherche des spores de bactéries Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR) ou les Clostridium Sulfito-Réducteurs, laisse apparaître que les échantillons d'eaux étudiées de la commune de Kolea ne présentent pas de micro-organismes d'Anaérobies Sulfito-Réducteurs (ASR) (**tableau XXI**). Ils sont totalement absents. Les normes algériennes de potabilité (JORA, 2011), exigent l'absence des spores d'Anaérobies Sulfito-Réducteur (ASR) dans l'eau d'alimentation.

**Tableau XXI** : Résultats des recherches des Clostridium Sulfito-Réducteurs

prélèvements	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA (2011)	OMS (2006)
<b>Station 1</b>	00	00	00	00	00	00	00 germes/20 ml	00 germes/20 ml
<b>Station 2</b>	00	00	00	00	00	00	//	//
<b>Réservoir 1</b>	00	00	00	00	00	00	//	//
<b>Réservoir 2</b>	00	00	00	00	00	00	//	//



Conclusion

## Conclusion générale

A l'issus de notre travail, les résultats à travers l'étude physico-chimique et bactériologique de l'eau distribuée dans la ville de Kolea, nous ont permis de remarquer que :

Dans les deux stations de pompage le taux de chlore est de 2.44 mg/l, par ailleurs au niveau des deux réservoirs il est de 0.63 mg/l. la température mesurée niveau de deux réservoirs et des deux stations de pompage est comprise entre 16 et 19°C. Le pH moyen mesuré est de 7.51 il est proche de la neutralité. La conductivité mesurée est comprise entre 319.16 et 718.83  $\mu\text{S}/\text{cm}$  caractérise une eau d'une minéralisation moyenne, les résultats obtenus montrent l'absence de germes (coliformes fécaux, coliformes totaux, streptocoques fécaux, anaérobie-sulfito-réducteurs).

Tous les paramètres énoncés ci-dessus, sont considérés comme étant les plus importants pour caractériser la qualité physico-chimique et bactériologique d'une eau potable. Toutes Les valeurs trouvées sur 21 paramètres physico-chimiques et bactériologiques sont conformes aux normes algériennes de potabilité (JORA, 2011).

Nous pouvons aussi parler de la qualité de l'eau, issue du dessalement et mélangée avec l'eau du captage souterraine celle-ci présente une moindre qualité, si on le compare avec l'eau de captage souterraine. Ceci réside dans le fait que cette eau présente un certain déséquilibre cationique et anionique (calcium, magnésium, sodium, chlorure, sulfate, nitrate) comparée avec l'eau du captage souterraine qui présente une eau plus équilibrée.

L'eau potable distribuée dans la commune de Kolea est une eau de bonne qualité, et que l'eau dessalement, même si elle présente certaines carences constitue une excellente alternative pour combler le manque d'eau potable dans la région.

En perspective, Pour une caractérisation complète des eaux distribuée dans la commune de Kolea, des études complémentaires sont à entreprendre, certains paramètres hygiéniques tels que les parasites et les virus, doivent être étudiés. Il est à noter aussi que les biofilm qui colonisent les conduites d'alimentation en eau potable, méritent une attention particulière.

# Références bibliographiques

Aminot A., Kerouel R., 2004. Hydrologies des écosystèmes marins. Paramètre et analyse. Edition Ifemer. P 336.

Anonyme, 2007. Situation géographique de Kolea (W.Tipaza).

Assiteb U., 1997. Coprologie parasitaire. 2<sup>ème</sup> Edition. Paris. P 56.

Aurélie R., 2013. De l'eau de robinet, santé, environnement et action public. Paris. P 404.

Azzoug M., Lamanik H., 2005. Contribution et l'évaluation de la contamination bactériologique des eaux littorales : cas de l'émissaire de l'hôpital de bainem. Mémoire d'ingénieur. P 50.

Bureau d'Hygiène de la Commune de Kolea (BHCK), 2006.

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.

Bonin N., 1982. Hydraulique urbaine. Edition: Eyrolles. 228 p.

Bourgeois M., Mescle. F, 1996. Microbiologie alimentaire: aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Edition Lavoisier. P 5- 6.

Bougis. J, 2013. Revue des aspects maritimes du dessalement d'eau de mer. Revue Paralia. P 11-13.

Brénaud C., 2006. Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rural. P 216-229.

Cardot C., 1999. Génie de l'environnement, Les traitements de l'eau. Edition Ellipses. 247 p.

Caudron, A, 2006. Etude par spectroscopies moléculaires de la complication de l'aluminium par l'acide caféique- compétition avec les substances humiques. Thèse de doctorat en structure et dynamique des systèmes réactifs. Université des sciences et technologie de LILLE. France 116 p.

Celerier J., Faby J., Loiseau C., 2002. La dégradation de la qualité de l'eau potable dans les réseaux. Ministère de l'agriculture et de l'alimentation de la pêche des affaires rurales. P 98.

Chevalier P., 2003. Coliformes totaux. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de santé publique du Québec. P 4

Degremont, 2005. Mémento technique de l'eau. Tome II. 10<sup>ème</sup> édition Lavoisier. France 1928 p.

Descroix L., 2011. Eaux et territoires. 3<sup>ème</sup> Edition. 494 p.

Dib I., 2009. L'impact de l'activité agricole et urbaine sur la qualité des eaux souterraines de la plaine de Gadaine- Ain Yaghout (Est Algérien). Mémoire de magister en hydraulique. Construction hydro-technique et environnement. Faculté des sciences de l'ingénieur. Département d'hydraulique. Université Hadj Lakhdar Batna, 127 p.

L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), 2007. Les bonnes pratiques d'hygiène dans la préparation et la vente des aliments de Rue en Afrique. Italie.

Figarella J., Leyral. G et Tarret. M, 2001. Microbiologie appliqué. Edition Laureus. P 385.

Figarella J., Leyral. G, 2002. Analyse des eaux. Aspects réglementaires et techniques. Ed. Scérén CRDP d'Aquitaine. Paris. 360 p.

Finberg L., Kiley. J, Luttrell. N, 1993. Mass accidental poisoning in infancy. Journal of American Medicine Association. P 184-187.

Gauyous D., 1995. La pollution des milieux aquatiques. 2<sup>ème</sup> Edition Lavoisier. Paris. P 16, 17, 167,171.

Guiraud P., 1998. Microbiologie alimentaire. 870 p.

Gueddouj, Ouaret, 2002. Optimisation multicritère pour la gestion d'un réseau d'AEP. Bejaia. P 72.

Hakmi A., 2006. Traitement de l'eau de source Bousfer Oran. Mémoire de magister. Traitement des eaux. Université des Sciences et de la Technologie Oran. 48 p.

Hasley C., Leclerc. H, 1993. Microbiologie des eaux alimentaire. Edition Lavoisier. P 908.

Houille T., 2010. L'eau et la pensée grecque du mythe à la philosophie. Paris. 125 p.

Jariri S., 2009. Expérience de l'onep en matière de dessalement d'eau. Revue HTE. N°142 P 87-91.

JORA, 2000. Les normes de potabilité d'une eau de consommation. Journal officiel de la République algérienne N°51, 20 août 2000. Alger. 4 p.

JORA, 2011. Les normes de potabilité d'une eau de consommation. Journal officiel de la République algérienne. Mars 2011. Alger.

Kemmer F., 1984. Manuelle de l'eau .Edition : Lavoisier technique et documentation.

Ladjel S., 2009. Contrôle des paramètres physico-chimiques et bactériologiques d'une eau de consommation. Les cahiers techniques du stage T 7. Centre de formation en métiers de l'eau. TiziOuzou. 101 p.

Letterman. R, 1999. Water Quality and Treatment. Fifth Edition. M c Graw- Hill. American Water Works Association Water. New York. 1248 p.

Mathieu. L, Pauin. J, Block. C, Randon. G, Maillard. J, Reasoner. D, 1992. Paramètres gouvernant la prolifération bactérienne dans les réseaux de distribution. Science Eau. P 91-112.

Maurel A., 2006. Dessalement des eaux de mers et des eaux saumâtres. 2<sup>ème</sup> Edition Lavoisier. Paris. 285 p.

Montiel A., 1999. Contrôle de la pollution de l'eau. Ed. Techniques de l'ingénieur, 12 p.

OMS, 1993. Directives de l'OMS pour la qualité de l'eau de boisson. Recommandations. Organisation Mondiale de la Santé. Genève. P 49-50.

OMS, 2004. World Heath Organisation. Direction de qualité pour l'eau de boisson. 3<sup>ème</sup> édition. Genève. Suisse. P110.

OMS, 2006. World Health Organization. Guidelines for Drinking gwater Quality. First addendum to third edition. Volume 1. Recommendations. Geneva.

Polisset M., Salles L., 2003. Chimie-chimie général-chimie organique. Eddition ellipse. P 12-58.

Raymond D., 1997. Le traitement des eaux. Canada. P 305.

Rejseck, 2002. Analyse des eaux : aspect réglementaire et technique. Service culture. Ed pour l'éducation nationale. 786 p

Rejsek F., 2005. Analyse des eaux aspects réglementaire et techniques. Service culture éditions pour l'éducation nationale. Aquitaine. P 326.

Remini B., 2005. La problématique de l'eau en Algérie. Ed. Office des publications universitaires. Alger. 162 p.

Robertson. W, 1995. Utilités et limites des indicateurs microbiologiques de la qualité de l'eau potable. Ed. Presses de l'Université Laval. P 179-193.

Rodier J., Bazin.C,Broutin.J, Chambon.P, Chompson.H, Rodi.L, 1996. L'analyse de l'eau : eaux résiduaires, eaux de mers. 5<sup>ème</sup> Edition. P 668.

Rodier J., Bazin C., Broutin J., Champon P., Champsaur H., 2005. L'analyse de l'eau. 8<sup>ème</sup> Edition. P 135, 138,140.

Rodier J., Legube, B., Merlet, N, Coll.H, 2009. L'analyse de l'eau : eau naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. 9<sup>ème</sup> édition. Édition Dunod. Paris. 288 p.

Sadi A., 2000. Le Dessalement Solaire - Considérations Techniques. Rev. Energ Ren. Chemss. P 91-97.

Seby P., 2006. Etude de la chloration sur le réseau d'eau potable du syndicat d'Annonay-Serrières (07). Mémoire de master. Protection de l'environnement. Gestion des eaux urbaines et rurales. Université Louis Pasteur. Strasbourg. 88 p.

Sigg L., Becher P., Stumm W., 2006. Chimie des milieux aquatiques. Chimie des eaux naturelles et des interfaces dans l'environnement. Paris. Edition Dunod. P 44-45.

Tardat et Beaudry, 1992. Chimie des eaux. Sainte-Foy (Québec): Le Griffon d'argile. 537p.

Valentin N., 2007. Infectiologie Pharmacie-Biologie. 3<sup>ème</sup> édition. France. 1036 p.

Vencent P., 2008. Droit de la mer. Edition Larcier. Belgique. 157 p.

Vilain M., 1999. Méthodes expérimentales en agronomie pratique et analyse. Ed. Lavoisier, Paris, 337 p.

A horizontal red ribbon graphic with a slight 3D effect, featuring a shadow and rounded ends. The word "Annexes" is centered on the ribbon in a black serif font.

# Annexes

## **Annexes**

### **I. Partie physico-chimique**

#### **❖ Matériel utilisé pour les analyses physicochimiques**

##### **Appareillage**

- Auto analyseur (SKALER)
- Automate METHROM
- Spectrophotomètre d'absorption atomique
- Turbidimètre
- Thermomètre
- Spectrophotomètre UV-Visible
- Balance analytique de précision
- Agitateur magnétique
- Plaque chauffante

##### **Verrerie et matériel consommable**

- Pissette d'eau distillée
- Pipette de 1 ml, 2 ml, 5 ml, 10 ml, 20 ml, 25 ml.
- Poire
- Fiole de 50 ml, 100 ml
- Glacière
- Becher en verre

##### **Solution et réactif**

##### **Dosage de pH**

- Les solutions tampons : solutions de pH 4, et pH 7

##### **Dosage de conductivité**

- Les solutions étalons : solutions de 1413  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 25°C.

**Dosage de calcium et magnésium**

- Solution EDTA :
  - EDTA (40g)
  - Sel sec (3.725g)
  - L'eau purifiée (51000 ml)
- Solution tampon pH 10
  - Chlorure d'ammonium (NH<sub>4</sub>Cl) (67.5g)
  - Solution ammoniacale (570 ml)
  - L'eau purifiée (1000 ml)
- Hydroxyde de sodium 2N :
  - Hydroxyde de sodium (NaOH) (8g)
  - L'eau purifiée (100 ml)

**Dosage de chlorure**

- Solution de nitrate d'argent à 0.01 N
  - Nitrate d'argent (1.698 g)
  - Eau distillé
- Indicateur coloré chromate de potassium
  - K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (10 g)
  - Eau distillé (1000 ml)

**Dosage de l'ammonium**

- Réactif I
  - Acide dichloroisocyanurique (2 mg)
  - Hydroxyde de sodium (32 g)
  - Eau distillé (1000 ml)
- Réactif II
  - Tricarbonate de sodium (130 g)
  - Salicylate de sodium (130 g)
  - Nitroprussiate de sodium (0.97 g)
  - Eau distillé (1000 ml)

### **Dosage de sulfate**

- Solution de chlorure de baryum
  - Chlorure de baryum (1,526 g)
  - L'eau purifiée (1 000 ml)

### **Dosage d'orthophosphate**

- Solution Molybdate d'ammonium
  - Acide sulfurique (40 ml)
  - L'eau purifiée (500 ml)
  - Molybdate d'ammonium (4,8 g)
  - Lubrifiant FFD6 2 ml
- Solution de stock de tartrate d'antimoine et de potassium
  - Tartrate d'antimoine et de potassium (300 mg)
  - L'eau purifiée (100ml)
- Solution Acide ascorbique
  - Acide ascorbique (18g)
  - La solution stock (20 ml)
  - L'eau purifiée (1500 ml)

### **Dosage de nitrite et nitrate**

- Solution tampon :
  - Chlorures d'ammonium(NH<sub>4</sub>Cl) 50 g
  - Solution d'ammoniac NH<sub>4</sub>OH (1ml)
  - L'eau purifiée (1500 ml)
  - Lubrifiant Brij 35 (3 ml)

### **Dosage de sodium**

- **Réactifs**
  - Acide nitrique
  - Acide chlorhydrique
- **Solutions**
  - Chlorure de césium

- 25 g chlorure de césium
- 50 ml d'acide chlorhydrique
- 450 ml d'eau distillée
- Sodium, solution mère (1000 mg/l)
  - Chlorure de sodium (2.54g)
  - L'eau distillée (1 000 ml)

❖ **Automate Metrohm**

**Figure 17** : l'appareil d'automate Metrohm

C'est un instrument de mesure de la température, le pH, la conductivité, le carbonate, le bicarbonates, le titre complet et le titre alcalin complet, il est doté des électrodes de ces derniers et des agitateurs à hélice.

L'étalonnage de l'appareil se fait une fois par mois et cela détermine les constantes des cellules des électrodes «C », selon une méthode définis dans le logiciel à l'aide de solutions étalons. Dans cette méthode, l'opérateur introduit la position dans laquelle l'étalon a été placé, il introduit les concentrations et les définit avec ses numéros de lot. La vérification se fait selon la méthode « contrôle température, pH, conductivité, carbonate et bicarbonate, titre alcalin complet », indiquant la position de bécher.

Après l'analyse, un rapport détaillé est affiché sur l'écran, échantillon après échantillon puis l'ensemble des résultats est regroupé dans la partie « base de donnée » du logiciel, où ils seront imprimés.

### ❖ **Auto-analyseur**

#### **Figure 18 : l'appareil d'auto-analyseur**

C'est un instrument utilisé pour mesurer la quantité de nitrate, nitrite, orthophosphate, sulfate présent dans l'eau à analyser.

#### **Mode opératoire**

Allumer dans l'ordre suivant : l'ordinateur, l'interface, l'équipement. Après, exécuter le logiciel Flow Access pour contrôler l'équipement (double clic sur l'icône placée dans le bureau d'administrateur).

Plonger les tubes de rinçage dans de l'eau purifiée, installer la tête de pompe et mettre en marche le mode rinçage pendant 15 mn.

Activer le mode réactif et plonger les différents tubes de pompes dans les réactifs de façon à ce que le flux à l'entrée du colorimètre soit constant avec un bullage régulier et choisir le paramètre à analyser. Le réacteur/contrôleur de température démarre automatiquement avec

le mode réactif. Le dispositif est prêt à fonctionner dès que la ligne de base n'indique plus de dérive.

Remplir les cupules avec les standards, les échantillons et les contrôles qualité. Créer une table de travail dans logiciel ou chaque tube et attribué à une position dans la palette de l'échantillonneur automatique. La position des standards est programmé par défaut, en commençant par la grande concentration et au choix pour les autres cupules en indiquant le PSV de chaque échantillon. Placer la gamme d'étalonnage et les échantillons à analyser dans l'échantillonneur, faire correspondre chaque élément (cupules) avec la table de travail. Après 10 à 15 échantillons, on place un Drift et un Wash. Introduire le nombre total des cupules à passer dans le compteur de l'échantillonneur. Vérifier que le temps est de 60 s pour l'aspiration et 60 s pour le rinçage. Lancer l'analyse en cliquant sur START (logiciel) et démarrer manuellement l'échantillonneur depuis son interrupteur. Une fois l'analyse terminée, on arrête dans l'ordre suivant :

Le logiciel

L'échantillonneur

L'interface

L'ordinateur.

▪ **Expression de résultat**

Le logiciel indique des résultats en mg/l. Les résultats d'analyse sont reportés dans le cahier de poste, ils sont aussi enregistrés sous trame informatique.

## II. Partie bactériologique

### ❖ Méthode par filtration sur membrane

#### Déroulement de filtration

- Stériliser la surface supérieure de la rampe de filtration ainsi que la plaque poreuse (en ouvrant le robinet pour aspirer la flamme).
- Laissez refroidir.
- Prélever une membrane de son emballage à l'aide d'une pince stérile.
- Déposer la membrane, face quadrillée au dessus, sur la plaque poreuse de la rampe de filtration.
- Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser.
- Verser stérilement (dans la zone de stérilité du Bec Bunsen) la quantité d'eau désirée (100 ml).
- Ouvrir le robinet de la rampe pour laisser l'eau s'écouler.
- Dès que la quantité d'eau est filtrée, prélever la membrane avec une pince stérile en la saisissant par son bord.
- Déposer la membrane sur le milieu sélectif en prêtant attention à ne pas piéger de bulles d'air.
- Incubation, le couvercle vers le bas.

#### Matériel de filtration

- Rampe de filtration en acier inoxydable stérilisée à la flamme avant chaque analyse
- Membranes de filtration stériles de 0,45 µm de porosité
- Membranes de filtration stériles de 0,22 µm de porosité
- Pinces
- Etuves à  $36 \pm 2^\circ\text{C}$  et  $44 \pm 0,5^\circ\text{C}$
- Boîtes de Petri Ø 55 mm
- Bec Bunsen
- Trompe à vide.
- Pipettes stériles à usage unique (pipettes Pasteur).
- Compteur de colonies

- Bain marie maintenue à 100° C

### **Milieux de culture**

- Gélose lactosée au T.T.C et Tergitol
- Gélose T.S.A.
- Bouillon au Tryptophane
- Gélose de Slanetz et Bartley
- Gélose Bile Esculine Azoture (BEA)
- Gélose base Viande-Foie (ou par défaut Gélose Tryptose-Sulfite)

### **Réactifs et additifs**

- Disques d'oxydase
- Réactif de Kovacs
- Additif Alun de fer
- Additif Sulfite de sodium
- Additif Tergitol 7 (Heptadécylsulfate de sodium).
- Additif T.T.C Tergitol (Chlorure de 2, 3,5-Triphényltétrazolium)
- Additif T.T.C (chlorure 2, 3,5 triphényl-tétrazolium)

### **Préparation du milieu de culture**

- Utiliser un bain marie à une température de 100° C
- Faire fondre le flacon contenant le milieu de culture
- Laisser refroidir à une température de 50° C
- Ajouter les additifs
- Couler dans les boites de Pétri un volume suffisant et laisser solidifier

### **Composition des milieux de culture**

- Gélose lactosée au T.T.C ET Tergitol
  - Peptone (10 g/l)
  - Extrait de viande (5 g/l)
  - Extrait de levure (6 g/l)
  - Lactose (20 g/l)

- Tergitol (0.01 g/l)
- Bleu de bromothumol (50 mg/l)
- Chlorure de 2, 3, 5 triphényltétrazolium (0,25 mg/l)
- Agar (10 g/l)
- Milieu slantez et bartely
  - Peptone de caséine (20 g/l)
  - Peptone de farine de soja (5 g/l)
  - Extrait de levure (5 g/l)
  - Glucose (5 g/l)
  - Azide de sodium (0.4 g/l)
  - Phosphate dipotassique (4 g/l)
  - Agar (10g/l)
  - T.T.C (0.1 g/l)
- Gélose TSA
  - Tryptone (15 g/l)
  - Peptone de soja (5 g/l)
  - Chlorure de sodium (5 g/l)
  - Agar (15 g/l)
- Bouillon au tryptophane
  - Tryptone (10 g/l)
  - L-Tryptophane (1 g/l)
  - Chlorure de sodium (5 g/l)
- Gélose Bile Esculine Azoture (BEA)
  - Peptone (17 g/l)
  - Peptone pepsique de viande (3g/l)
  - Extrait de levure (5 g/l)
  - Esculine (1 g/l)
  - Citrate de sodium (1 g/l)
  - Citrate de fer ammonical (0.5 g/l)
  - Bile de bœuf déshydraté (10 g/l)
  - Azoture de sodium (0.25 g/l)
  - Chlorure de sodium (5 g/l)
  - Agar (13 g/l)

- Gélose base Viande-Foie
  - Base Viande-Foie 30g/l)
  - Glucose (2 g/l)
  - Sulfite de sodium (5 g/l)
  - Alun de fer (5 g/l)



**Figure :** Matériels des analyses physico-chimiques et bactériologiques

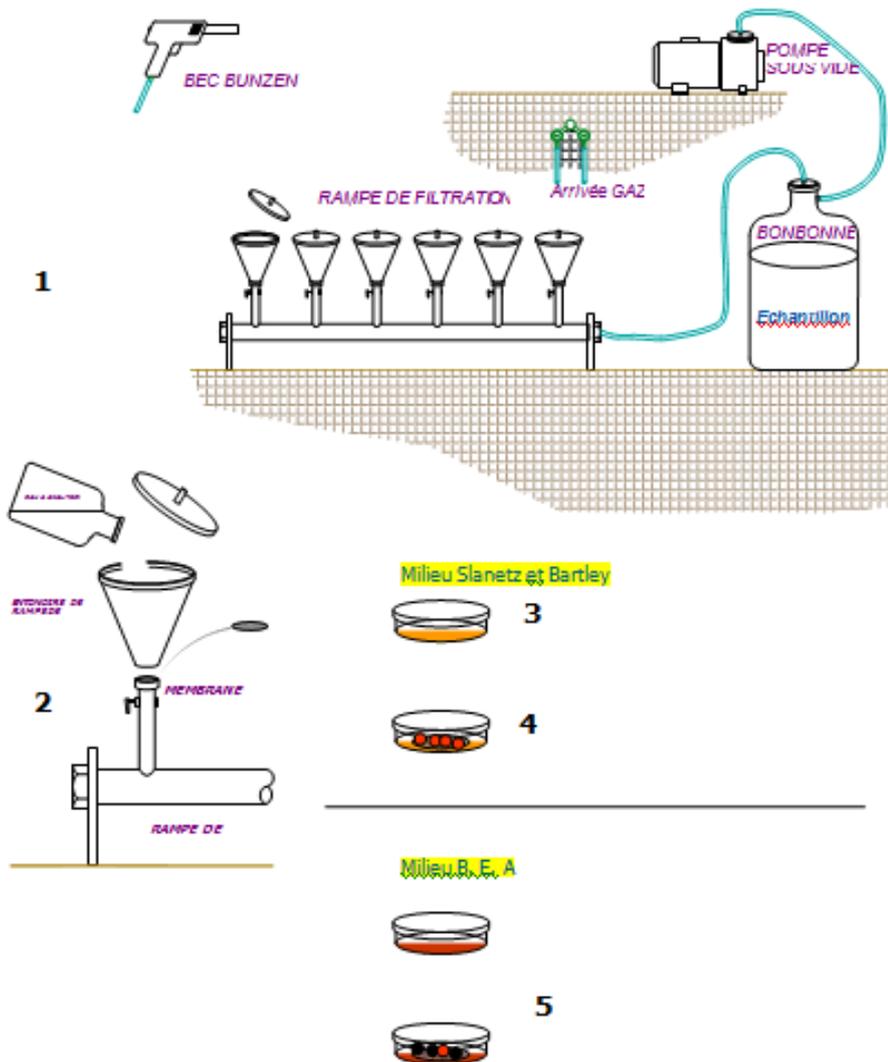
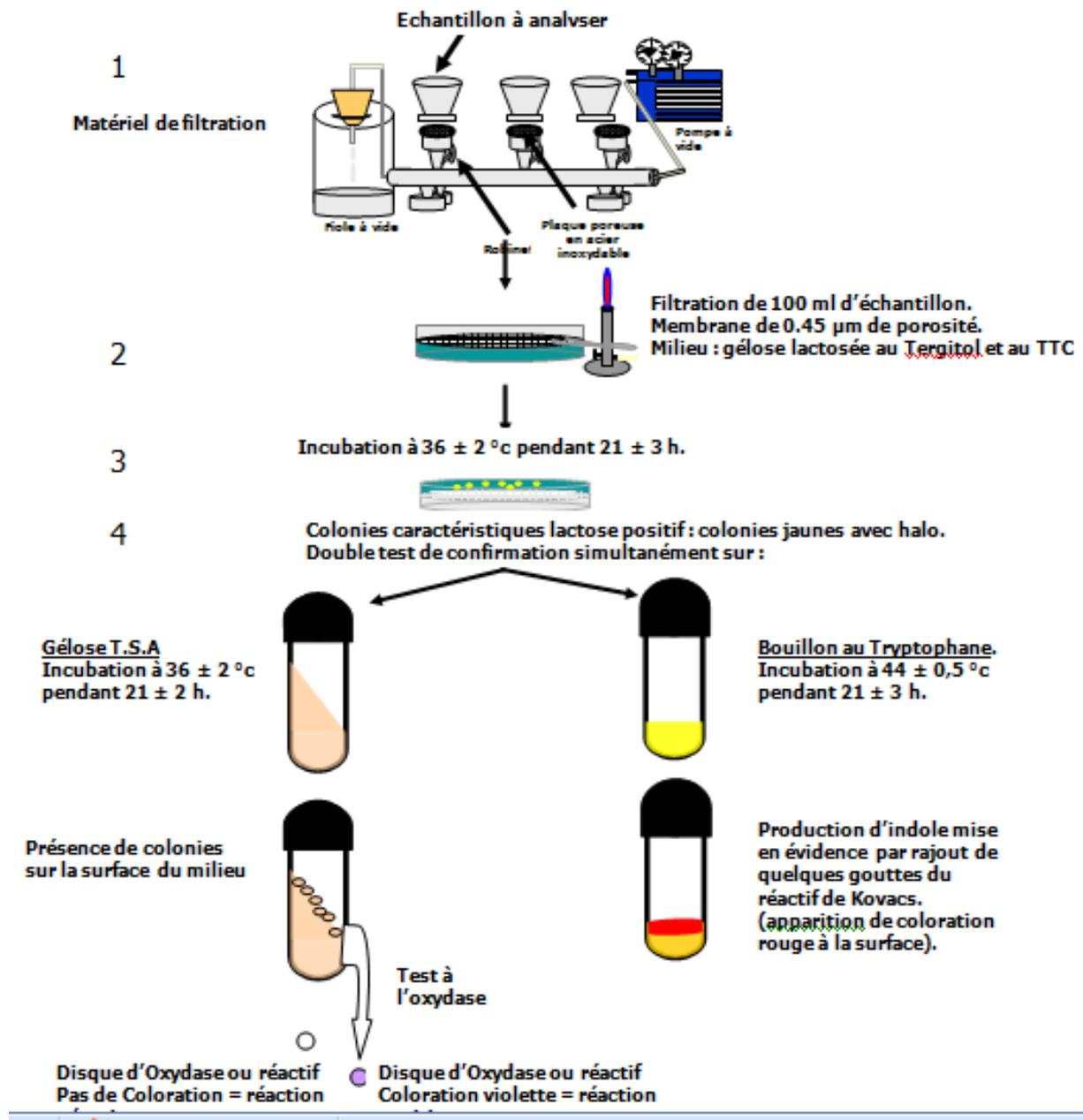
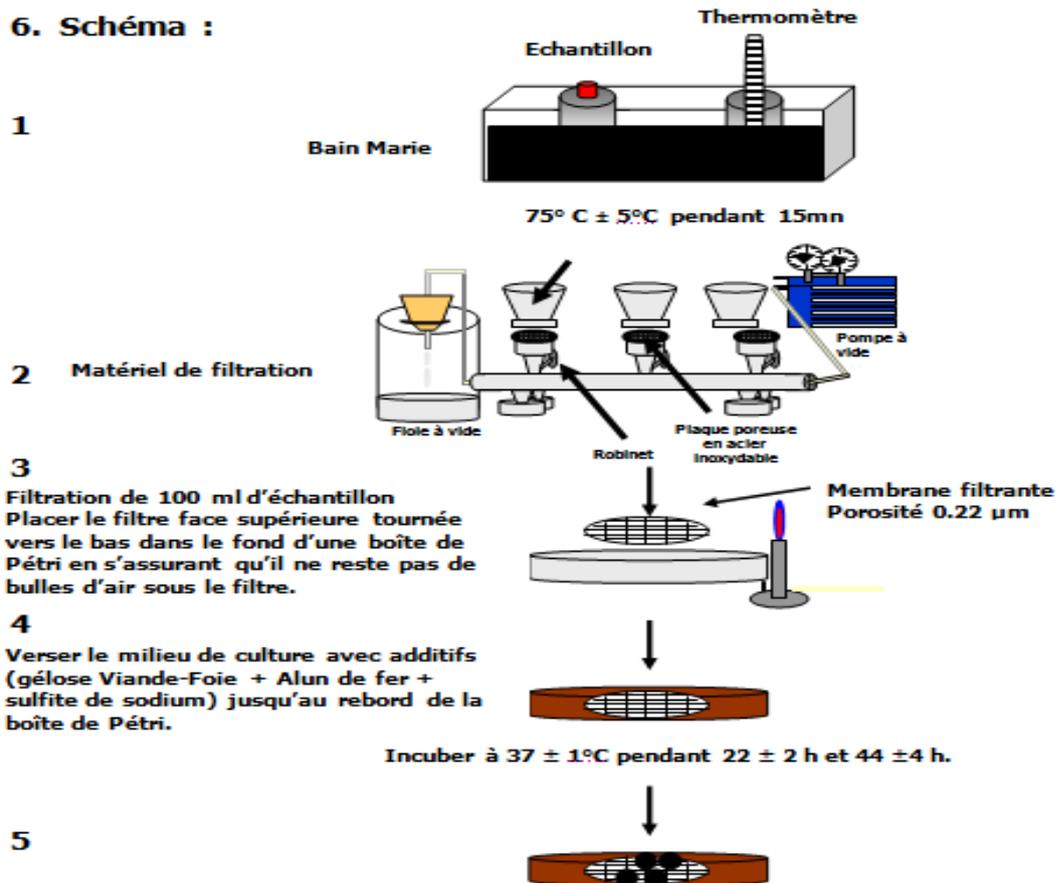


Figure : Recherche et dénombrement des streptocoques



**Figure :** Recherche et dénombrement des coliformes totaux et les coliformes fécaux

## 6. Schéma :



**Figure :** Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfite réductrices

**Tableau:** Résultats des variations de température des échantillons d'eau étudiée

	P 1	P2	P3	P4	P5	P6	NA	OMS
<b>Station 1</b>	16.4	17.8	17.3	16.7	19.1	19.32	$\leq 25^\circ\text{C}$	$\leq 25^\circ\text{C}$
<b>Station 2</b>	17	17.6	17.4	16.4	19.1	19.88	//	//
<b>Réservoir 1</b>	16.6	17.5	17.5	16.3	19	19.6	//	//
<b>Réservoir 2</b>	16.8	17.7	17.4	16.4	18	19.4	//	//

**Tableau : Résultats de pH des échantillons d'eau étudiée**

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA	OMS
<b>Station 1</b>	7.70	7.22	7.30	7.84	7.35	7.4	6.5 -8.5	6.5-9.5
<b>Station 2</b>	7.65	7.25	7.51	7.56	7.54	7.5	//	//
<b>Réservoir 1</b>	7.53	7.24	7.52	7.78	7.45	7.45	//	//
<b>Réservoir 2</b>	7.86	7.29	7.4	7.63	7.82	76	//	//

**Tableau : Résultats de conductivité des échantillons d'eau étudiée**

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA	OMS
<b>Station 1</b>	508	504	970	718	892	840	≤ 2280 μS/cm	≤ 2100 μS/cm
<b>Station 2</b>	424	480	753	911	746	760	//	//
<b>Réservoir 1</b>	501	510	930	822	860	810	//	//
<b>Réservoir 2</b>	279	236	353	281	386	380	//	//

**Tableau : Résultats de turbidité des échantillons d'eau étudiée**

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA	OMS
<b>Station 1</b>	0.31	0.21	0.54	0.25	0.48	0.51	≤ 5 NTU	≤ 5 NTU
<b>Station 2</b>	0.55	0.63	0.29	0.21	0.59	0.62	//	//
<b>Réservoir 1</b>	0.95	0.37	0.96	0.23	0.9	0.29	//	//
<b>Réservoir 2</b>	0.54	0.89	0.5	0.13	0.6	0.4	//	//

**Tableau** : Résultats de titre alcalin complet des échantillons d'eau étudiée

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA	OMS
<b>Station 1</b>	28.1	28.2	28.1	28.1	28	28	≤ 200 °F	≤ 200°F
<b>Station 2</b>	22.8	24	22.2	23.5	23	24	//	//
<b>Réservoir 1</b>	28.3	28	28.4	28.1	27	28	//	//
<b>Réservoir 2</b>	8.1	7.8	8.3	8.1	7.9	8	//	//

**Tableau** : Résultats des teneurs en bicarbonates des échantillons d'eau étudiée

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA	OMS
<b>Station 1</b>	343	310	362	343	371	364	≤ 500 mg/l	≤ 500 mg/l
<b>Station 2</b>	279	280	271	292	252	280	//	//
<b>Réservoir 1</b>	346	333	341	347	350	300	//	//
<b>Réservoir 2</b>	99	96.5	93	96	95	94	//	//

**Tableau** : Résultats des teneurs en calcium des échantillons d'eau étudiée

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA	OMS
<b>Station 1</b>	127.59	111.93	110.26	118.94	106.64	120	≤100 mg/l	≤200 mg/l
<b>Station 2</b>	106.64	101.4	96.52	103.31	105.86	100.4	//	//
<b>Réservoir 1</b>	100.53	103.47	93.28	95.58	96.51	99.5	//	//
<b>Réservoir 2</b>	30	33	35.75	30.1	30.24	32	//	//

**Tableau** : Résultats des teneurs en magnésium des échantillons d'eau étudiée

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA	OMS
<b>Station 1</b>	19.9	24.2	22.07	20.65	23	22.13	≤ 50 mg/l	≤150 mg/l
<b>Station 2</b>	16.41	19.63	21.37	19.61	20.68	20.12	//	//
<b>Réservoir 1</b>	14.01	15	19.18	17.41	18	17	//	//
<b>Réservoir 2</b>	2.55	2.09	2	2.61	2.7	2.4	//	//

**Tableau** : Résultats des teneurs en chlorure des échantillons d'eau étudiée

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA	OMS
<b>Station 1</b>	116.45	115	112.18	121	120	119	≤ 250 mg/l	≤500 mg/l
<b>Station 2</b>	109.01	91.22	110.71	98.99	100.4	99.1	//	//
<b>Réservoir 1</b>	116.4	114.31	112.18	113.93	116.01	111.3	//	//
<b>Réservoir 2</b>	178.45	176.22	151.13	161	145.43	170.31	//	//

**Tableau** : Résultats des teneurs en sodium des échantillons d'eau étudiée

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA	OMS
<b>Station 1</b>	67.03	59.94	60.1	62.7	62.02	64.15	≤ 200 mg/l	≤ 150 mg/l
<b>Station 2</b>	52	51.6	52.10	51.8	56.6	53.95	//	//
<b>Réservoir 1</b>	58.68	60.57	58.95	52.02	59.6	59.3	//	//
<b>Réservoir 2</b>	73.09	62.77	70.3	710.09	73.2	76	//	//

**Tableau** : Résultats des teneurs en nitrate des échantillons d'eau étudiée

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA	OMS
<b>Station 1</b>	21.07	21.01	20.19	19.77	21.57	20.2	≤ 50 mg/l	≤ 50 mg/l
<b>Station 2</b>	15.02	16.15	14.73	15.38	18.58	18.28	//	//
<b>Réservoir 1</b>	21.09	22.29	19.82	19.68	19.61	19.49	//	//
<b>Réservoir 2</b>	1.95	1.49	1.9	1.91	1.04	1.00	//	//

**Tableau** : Résultats des teneurs en sulfate des échantillons d'eau étudiée

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA	OMS
<b>Station 1</b>	86.52	86.62	99.36	94.11	103.03	90.03	≤ 250 mg/l	≤ 250 mg/l
<b>Station 2</b>	100.95	103.98	103.78	107.62	109.68	110.3 5	//	//
<b>Réservoir 1</b>	82.86	82.09	94.38	96.94	100.19	99.33	//	//
<b>Réservoir 2</b>	5.13	5.16	6	8.13	6.52	6	//	//

**Tableau** : Résultats des teneurs en fer des échantillons d'eau étudiée

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	NA	OMS
<b>Station 1</b>	0.06	0.05	0.04	0.05	0.06	0.05	≤ 0.5	≤ 0.2
<b>Station 2</b>	0.04	0.04	0.03	0.05	0.03	0.04	//	//
<b>Réservoir 1</b>	0.04	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	//	//
<b>Réservoir 2</b>	0.14	0.16	0.14	0.17	0.18	0.16	//	//

**Tableau : description des échantillons prélevés**

Numéro de prélèvement	Dates des prélèvements	Heures des prélèvements
1	15 février 2015	A partir du 11 :00
2	2 mars 2015	A partir du 13 :00
3	15 mars 2015	A partir du 13 :00
4	29 mars 2015	A partir du 10 :00
5	12 avril 2015	A partir du 13 :00
6	26 avril 2015	A partir du 11 :00