

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



Université Mohamed Khider Biskra  
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Réf: ... / ...

**Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme  
de Master**

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Biologie**

**Spécialité : Biochimie et Biologie Moléculaire**

## *Thème*

**Analyse de la qualité de l'eau potable  
de la ville d'El-Hadjeb**

**Présenté par : SARA DARDOURA**

**Devant le jury:**

*Président:* BOULEMAIZ SARA

*Promoteur:* BENNOUI FOUJIL

*Examineur :* GAOUAOUI RANDA

**Année Universitaire 2013/ 2014**

## **REMERCIEMENT**

*AU TERME DE CE MODESTE TRAVAIL, JE VOUDRAIS REMERCIER,  
AU PREMIER LIEU NOTRE DIEU TOUT PUISSANT DE M'É AVOIR  
GUIDÉ ET DE M'É AVOIR DONNÉ LA VOLONTÉ ET LA PATIENCE  
POUR ARRIVER À CE STADE.*

*AU DEUXIÈME LIEU MA GRAND REMERCIEMENT EST ADRESSÉ À :  
MON ENSEIGNANT ET PROMOTEUR MR. BENNOUI FOUJIL, QUI  
ACCEPTÉ AVEC GENTILLESSE D'ORIENTER NOTRE TRAVAIL ET DE  
NOUS AVOIR APPORTÉ SA PRÉCIEUSE COLLABORATION TOUT AU  
LONG DE NOTRE ÉTUDE.*

*JE VOUDRAIS REMERCIER TOUS LES TRAVAILLEUR DE (T.I.F.I.B)  
ET SURTOUTS MISSE MARIAM.*

*JE VAUDRAIS REMERCIER TOUS LES GENS DE DÉPARTEMENT DE  
BIOLOGIE ET TOUT CEUX QUI CONTRIBUÉ DE PRÈS OU DE LOIN À  
L'ACCOMPLISSEMENT LES RÉALISATIONS DE CE TRAVAIL.*

**MERCI À TOUT.**

# Sommaire

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction générale	

## Partie bibliographique

### Chapitre 1:Généralités sur l'eau

Introduction .....	2
1. Généralités.....	2
1.1 Définition.....	2
1.2 Cycle de l'eau .....	2
1.3 Les différentes sources de l'eau .....	3
1.3.1 Les eaux souterraines.....	3
1.3.2 Les eaux de surface.....	4
1.4 L'eau en Algérie.....	5
1.5 Caractéristiques de l'eau potable.....	6
1.5.1 Caractéristiques organoleptiques .....	6
1.5.1.1 Couleur .....	6
1.5.1.2 Odeur.....	6
1.5.1.3 Saveur.....	6
1.5.1.4 Turbidité.....	7
1.5.2 Caractéristiques physico-chimiques de l'eau potable .....	7
1.5.2.1 Température.....	7
1.5.2.2 Potentiel hydrogène(PH).....	7
1.5.2.3 Dureté on titre hydrotimétrique.....	8
1.5.2.4 Conductivité électrique.....	8
1.5.2.5 Résidus secs.....	8
1.5.2.6 Acidité.....	8
1.5.2.7 Alcalinité.....	9
1.5.3 Caractéristiques microbiologiques .....	9
1.5.3.1 Germes totaux.....	9

1.5.3.2 Coliformes totaux.....	9
1.5.3.3 Coliformes fécaux ou thermotolérants.....	10
1.5.3.4 Streptocoques fécaux.....	10
Conclusion .....	10

## **Chapitre 2 : Eau et santé publique.**

Introduction.....	11
2.1 Rôles de l'eau dans l'organisme humain.....	11
2.2 Risques sanitaires liés à l'eau.....	11
2.2.1 Risques microbiologiques .....	11
2.2.1.1 Les maladies d'origine hydriques liées à des bactéries.....	12
2.2.1.2 Les maladies d'origine hydriques liées à des virus.....	12
2.2.1.3 Les maladies d'origine hydriques liées à des parasites.....	13
2.2.3 Les risques chimiques .....	13
2.2.3.1 Eléments indésirables .....	13
2.2.3.2 Eléments ambivalents.....	15
2.2.3.3 Métaux lourds et Eléments toxiques.....	15
2.3 Pollution de l'eau.....	17
2.3.1 Pollution naturelle.....	17
2.3.2 Pollution chimique.....	17
2.3.3 Pollution biologique.....	18
2.4 Traitement de l'eau.....	18
Conclusion.....	20

## **Partie expérimentale**

### **Chapitre 3 : matériels et méthodes**

3.1 Présentation de Biskra.....	20
3.2 Matériels.....	21
3.2.1 Sur le terrain.....	21
3.2.2 Au laboratoire.....	21
3.3 Méthodes.....	21
3.3.1 Méthodes d'échantillonnages.....	21

3.3.2 Méthodes Analyse.....	22
3.3.2.1 Analyse organoleptique .....	22
3.3.2.2 Analyse physico-chimique .....	24
3.3.2.3 Analyse microbiologique .....	28

#### **Chapitre 4 : résultats et discussion**

4.1 Présentation des résultats.....	37
4.2 Discussion.....	38
4.2.1 Interprétation des résultats de l'analyse organoleptique .....	38
4.2.2 Interprétation des résultats de l'analyse physico-chimique.....	39
4.2.3 Interprétation des résultats de l'analyse microbiologique .....	44

Conclusion

Référence bibliographique

Annexe

### Liste des tableaux

<b>Tableau 1.1</b> : Les différences principales entre les eaux de surface et les eaux souterraines.	4
<b>Tableau 1.2</b> : Classification des eaux d'après leur pH.	7
<b>Tableau 2.3</b> : Principales maladies bactériennes d'origine hydrique, et leurs agents responsables.	12
<b>Tableau 2.4</b> : Principales maladies virales d'origine hydrique, et leurs agents responsables	12
<b>Tableau 2.5</b> : Principales maladies parasitaires d'origine hydrique, et leurs agents responsables	13
<b>Tableau 2.6</b> : Nombres des substances toxiques dans une eau potable	17
<b>Tableau 3.7</b> : Nombre plus probable (NPP) (Table Mac-Grady) .	31
<b>Tableau 4.8</b> : résultats des analyses organoleptiques.	37
<b>Tableau 4.9</b> : résultats des analyses physico-chimiques (électrochimie).	37
<b>Tableau 4.10</b> : résultats des analyses physico-chimiques(Spectrophotométrie).	37
<b>Tableau 4.11</b> : résultats des analyses physico-chimiques (Volumétrie).	37
<b>Tableau 4.12</b> : résultats des analyses microbiologiques.	37

## Liste des figures

<b>Figure 1.1</b> : Schéma d'une molécule d'eau.	2
<b>Figure 1.2</b> : Géométrie schématique de la molécule d'eau.	2
<b>Figure 1.3</b> : Cycle de l'eau.	3
<b>Figure 2.4</b> : Le schéma de principe du traitement.	18
<b>Figure 3.5</b> : Limites géographiques de biskra.	21
<b>Figure 3.6</b> : Dénombrement des germes totaux.	30
<b>Figure 3.7</b> : Incubation des coliformes totaux.	33
<b>Figure 3.8</b> : Technique de dénombrement des colimétrie en milieux liquides.	34
<b>Figure 3.9</b> : Technique de dénombrement les Streptocoques fécaux en milieux liquides.	36
<b>Figure 4.10</b> : Résultats mesurés de la couleur.	39
<b>Figure 4.11</b> : Résultats mesurés de la température.	40
<b>Figure 4.12</b> : Résultats mesurés du pH.	40
<b>Figure 4.13</b> : Résultats mesurés de la conductivité.	41
<b>Figure 4.14</b> : Résultats mesurés de la dureté totale.	42
<b>Figure 4.15</b> : Résultats mesurés du calcium.	42
<b>41Figure4.16</b> : Résultats mesurés de chlorures.	43
<b>Figure 4.17</b> : Résultats mesurés du sulfate.	43
<b>Figure 4.18</b> : Résultats mesurés du phosphate.	44
<b>Figure 4.19</b> : Résultats mesurés de nitrate.	44
<b>Figure 4.20</b> : Résultats mesurés de fer.	45

### Liste des abréviations

**ADE** : Algérienne des eaux.

**AFNOR** : Association Française de la Normalisation.

**ANDI** : Agence Nationale pour le Développement de l'Investissement

**BCPL** : Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésol.

**CEE** : Communauté Economique Européenne.

**CMA** : Concentration Maximale Admissible.

**CNRS** : Centre National de la Recherche Scientifique

**°F** : degré française

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

**NPP** : Nombre Plus Probable.

**NTU** : Unité de Turbidité Néphélométrique.

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

**ORE** : Observatoire Régional de l'Environnement Poitou-Charentes.

**PDARE** : plans directeurs d'aménagement des ressources en eau

**PNE** : Le plan national de l'eau

**UCV**: unité de couleur vraie.

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

**TGEA**: Tryptone Glucose Extract Agar.

## Introduction

L'eau prélevée dans le milieu naturel n'est généralement pas utilisable directement pour la consommation humaine. Elle doit subir des traitements pour pouvoir être consommée sans danger par la population, ou pour des usages spécifiques, industriels ou pour limiter l'impact de la pollution dans le milieu naturel pouvant causer des maladies d'origine hydriques.

L'eau contient des substances ou des micro-organismes qui par leur nature et leur concentration peuvent être indispensables, acceptables, indésirables, voire toxiques ou dangereuses. Malgré tout cela, il est encore difficile de faire comprendre à certaines populations la nécessité d'une eau saine, c'est à dire, une eau dont la consommation ne provoque pas de maladies (MAIGA, 2005).

### 2.1 Rôles de l'eau dans l'organisme humain

L'eau est, quantitativement, le constituant majoritaire du corps humain même si la teneur des différents tissus est très variable : 10% pour l'ivoire des dents, 22% pour les os, 25% pour les masses grasses, 75% pour les muscles striés et 90% pour le plasma. Elle représente 60% du poids du corps de l'adulte mâle « normal » et 55% de celui de la femme car la proportion de graisse sous-cutanée est plus importante que chez l'homme.

La teneur en eau diminue avec l'âge : peu après la conception le fœtus en contient 95%, après sa naissance le bébé joffre 80%, l'adulte 60 à 55% (selon le sexe) et les vieillards dont les rides se creusent 50% seulement (GERARD, 1999).

### 2.2 Risques sanitaires liés à l'eau

Les micro-organismes pathogènes rencontrés dans les eaux à potabilité peuvent être de natures très différentes (DEGREMENT, 2005). L'eau doit présenter également une potabilité du point de vue bactériologique, en effet celle-ci étant destinée à la consommation humaine, une eau potable doit satisfaire les conditions bactériologiques suivantes :

Ne pas contenir dans le cas d'une eau traitée des coliformes totaux et fécaux ni de *Clostridium sulfito-réducteur*, qui constituent des indicateurs de pollution par les matières fécales (HAMED et al., 2012).

#### 2.2.1 Risques microbiologiques

Dans la nature, l'eau n'est pas toujours source de vie, loin s'en faut. Elle véhicule en particulier nombre de micro-organismes, bactéries et virus en tout genre, qui y vivent et s'y développent, ainsi que nombre de parasites dont les hôtes ont besoin d'eau pour vivre ou se reproduire. Or de tels organismes peuvent engendrer des maladies parfois graves lorsqu'ils

pénètrent dans le corps humain. L'eau est ainsi le vecteur de transmission privilégié de ces maladies que l'on dit hydriques (GORGE, ANONYME).

### 2.2.1.1 Les maladies d'origine hydriques liées à des bactéries

Les bactéries sont les plus petits organismes connus, doués de métabolismes et capable de croître et se diviser aux dépens des substances nutritives, leur diamètre est habituellement d'environ de 1µm (MAKHLOUFI, 2007). L'identification des bactéries s'effectue par culture sur milieux spéciaux permettant de les isoler et les classer, grâce aux modifications spéciales que chaque espèce provoque dans la culture appropriée (DEGREMENT, 1978).

Les bactéries du système intestinal ne surviennent généralement pas dans les milieux aquatiques. Elles sont soumises à un stress physiologique et perdent graduellement la capacité de former des colonies sur des milieux différentiels et sélectifs (GOEL, 2002).

**Tableau 2.3 :** Principales maladies bactériennes d'origine hydrique, et leurs agents responsables (HASLAY et LECLERC, 1993).

Maladies d'origine bactériennes	Agents
Fièvre typhoïde et paratyphoïde	<i>Salmonella typhi</i> , <i>Salmonella paratyphi A et B</i>
Dysenterie bacillaire	<i>Shigella</i>
Cholera	<i>Vibrio cholera</i>
Gastroentérites aiguës et diarrhée	<i>Escherichia coli</i> et entérotoxigènes, <i>Campylobacter jejuni/coli</i> , <i>Yersinia enterocolitica</i> , <i>Salmonella sp</i> <i>Shigella sp</i>

### 2.2.1.2 Les maladies d'origine hydriques liées à des virus

Les virus sont les plus préoccupants en matière de transmission par l'eau des maladies infectieuses. Ce sont essentiellement ceux qui se multiplient dans l'intestin ou entérovirus. Ils pénètrent essentiellement dans l'eau par les effluents des égouts ou la contamination directe par les matières fécales. Les entérovirus peuvent produire un large éventail de syndromes, notamment les éruptions cutanées, la fièvre, les gastro-entérites, la méningite, les affections respiratoires et les hépatites (MOUMOUNI et DJERMAKOYE, 2005).

**Tableau 2.4 :** Principales maladies virales d'origine hydrique, et leurs agents responsables (HASLAY et LECLERC, 1993).

Maladies d'origine virales	Agents
Hépatite A et E	Virus de l'hépatite A et E
Poliomyélite	Virus poliomyélique
Gastro-entérites aiguës et diarrhée	Virus à Norwalk, Rota virus, Astrovirus, Calicivirus, Coronavirus, Entérovirus, Adénovirus.

### 2.2.1.3 Les maladies d'origine hydriques liées à des parasites

De nombreuses maladies peuvent avoir une origine hydrique, la plupart sont des gastro-entérites, ou toxi-infections intestinales. Elles sont généralement liées à la présence des parasites (certaines de la schistosomiose, Kystes de la cysticerase, Douve du foie, *Fasciola hepatica* *Echinococcus*, *Spirometra*, *Dracunculus*...etc.) (GUIRAUD, 2003).

**Tableau 2.5:** Principales maladies parasitaires d'origine hydrique, et leurs agents responsable (HASLAY et LECLERC, 1993).

Maladies d'origine parasitaires	Agents
Dysenterie amibienne	<i>Entameoba histolytica</i>
Gastro-entérite	<i>Giardia lamblia</i> , <i>Cryptosporidium</i> .

### 2.2.2 Les risques chimiques

Les risques chimiques à moyen ou long terme certaines substances telles que les nitrates, nitrites, etc. sont dites « indésirables », alors que d'autres (cadmium, mercure, plomb, pesticides, etc.) sont classées parmi les substances toxiques. Certaines substances chimiques ne présentent pas nécessairement de risque immédiat, mais peuvent provoquer de graves pathologies à long terme (cancer, atteintes du système nerveux, du système endocrinien ou des fonctions de reproduction) (DAVEZAC et al, 2008).

#### 2.2.2.1 Eléments indésirables

##### Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

Les nitrites sont assez rapidement oxydés en nitrates et sont par conséquent rarement observés dans les eaux de surface à une concentration notable. Les nitrites peuvent être présents dans les eaux souterraines, mais ils sont habituellement oxydés en nitrates lorsque l'eau brute subit un traitement au chlore (ANONYME, 2003). Les valeurs limitent recommandées pour les nitrites dans l'eau de boisson, sont de 0,1mg/l pour les pays de l'union européenne et Algérie et des doses inférieures à 1 mg/l pour l'OMS (HAMED et al., 2012).

##### Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

La présence de nitrates dans les eaux (particulièrement les eaux souterraines) est due à la décomposition de matières végétales ou animales, à l'utilisation d'engrais, à des formations géologiques contenant des composés d'azote solubles ou à la pollution par des eaux ménagères ou des eaux usées qui ont subi un traitement. Une ingestion excessive de nitrates risque de causer, chez les bébés et les jeunes enfants, une maladie liée au sang (méthémoglobinémie).

L'ion nitrate n'en est pas une cause directe, car il faut d'abord qu'il soit réduit en ion nitrite par les bactéries intestinales. Les nitrites se fixent au fer présent dans l'hémoglobine des cellules rouges et empêchent celles-ci de transporter l'oxygène vers les tissus (ANONYME, 2003). Les valeurs limites des nitrates dans l'eau, varient de 25 mg/l (CEE) à 50 mg/l (OMS) (HAMED et *al.*, 2012).

### **Phosphore**

Les ions phosphates contenus dans les eaux de surface ou dans les nappes peuvent être d'origine naturelle : décomposition de la matière organique ; lessivage des minéraux, ou due aussi aux rejets industriels (agroalimentaire...etc.), domestiques (poly-phosphate des détergents), engrais (pesticides...etc.) (HAMED et *al.*, 2012).

Dans les eaux naturelles de pH compris entre 5 et 8 , seules les formes ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) et ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) existent en quantités appréciables dans les eaux de surface, la teneur naturelle en phosphate ou orthophosphate est de l'ordre de 0,1 à 0,3 mg/l. La présence de phosphore dans les eaux souterraines est généralement un indice de pollution (POTELON et ZYSMEN, 1998).

### **Fer**

La présence de fer dans une eau souterraine peut être causée par des dépôts minéraux ou un milieu souterrain favorisant une réduction chimique. Dans une eau de surface, elle peut être due à une décomposition anaérobie dans des sédiments et à des agents complexant. L'objectif organoleptique pour le fer est établi d'après l'aspect visuel de l'eau (ANONYME, 2003).

Les eaux de surface peuvent contenir jusqu'à 0.5 mg/l de fer qui peut avoir pour origine des terrains traversés ou les pollutions industrielles, dans les eaux de distribution, il provient plus souvent de la corrosion des conduites d'aménés. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. Il précipite à la suite du départ de l'anhydride carbonique et par oxydation à l'air (RODIER, 2005).

### **L'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )**

L'ammonium est souvent rencontré dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique, il constitue un des maillons du cycle de l'azote. L'ammonium est un gaz soluble dans l'eau, mais suivant les conditions de pH, il se transforme soit en composé non combiné, soit sous forme ionisée.

Les eaux souterraines sont pauvres en azote ammoniacale. Mais des eaux issues de sols riches en substances humiques ou riche en fer peuvent présenter des teneurs de l'ordre de 1 à 3 mg /l. La présence d'azote ammoniacale en quantités relativement importantes peut être

l'indice d'une pollution par des rejets d'origine humaine ou industrielle (POTELON et ZYSMAN, 1998).

### **2.2.2.2 Eléments ambivalents**

Deux exemples de ce type sont significatifs d'une activité biologique bénéfique ou nocive selon les concentrations en jeu : les fluorures et le sélénium (VILAGINES, 2003)

#### **Fluorures**

Les fluorures sont favorables et même indispensable à la faible concentration, ils constituent un élément essentiel de l'alimentation et de l'eau de boisson car ils jouent un rôle particulièrement important dans la prévention de la carie dentaire chez l'enfant. Lorsque la concentration en fluorure de l'eau d'alimentation est largement inférieure à 0,5 mg/l une augmentation de l'incidence des caries dentaires est prévisible. Inversement, si leur concentration est largement supérieure à 1 mg/l, elle peut être à l'origine de fluorose. La directive européenne 98/83 retient une seule valeur de 0,5 mg/l (RELAND, 2003).

#### **Sélénium**

Il est habituellement trouvé dans les eaux naturelles à des teneurs de l'ordre de quelques microgrammes par litre. Cependant, il peut atteindre des concentrations de 50 à 300 µg/l dans des eaux provenant de zones cédérifères. A faible concentration, le sélénium est un élément indispensable, en particulier hépatoprotecteur, et sa carence provoque des myopathies chez l'animal, inversement, à la déformation des sabots, cécité, paralysies (VILAGINES, 2003).

### **2.2.2.3 Métaux lourds et Eléments toxiques**

L'utilisation de diverses substances pour besoins industriels a entraîné une dissémination dans le milieu naturel des différents types de résidus toxiques et de sels des métaux lourds, la présence de ces substances chimiques dans l'eau a une incidence directe sur la santé de l'homme et peut également mettre en danger la vie des individus, certains sont particulièrement inquiétants en raison de leur toxicité cumulative (BAZIZ N, 2008).

#### **Cadmium**

La concentration maximale admissible (CMA) du cadmium dans l'eau potable est fixée à 0,005 mg/l. Le cadmium étant un élément relativement rare dans la nature, il est extrêmement improbable qu'il puisse être présent dans l'eau potable d'une source naturelle. Toutefois, les composés du cadmium que l'on trouve dans des objets plaqués par galvanoplastie et les déchets galvanoplastiques peuvent être une source notable de pollution

de l'eau. À part l'exposition professionnelle et l'inhalation de fumée de cigarette, la nourriture est la principale source d'absorption du cadmium (ANONYME, 2003).

### **Arsenic**

La plupart des eaux d'alimentation contiennent de l'arsenic en faible quantité, moins de 10 µg/l. L'arsenic est également présent dans presque tous les produits alimentaires (légumes, fruits et surtout poissons) (POTELON et ZYSMAN, 1998). Dans les eaux de surface, on retrouvera l'arsenic principalement sous forme d'arséniates, tandis que dans les eaux souterraines, les arsénites sont généralement plus abondants. La concentration maximale d'arsenic permise en vertu du Règlement sur la qualité de l'eau potable est de 25 µg/l (PIERRE et al., 2006).

### **Plomb**

Le plomb est l'un des premiers produits dont on a la toxicité, il y a environ 2200 ans. Le principal effet du plomb sur le système sanguin est le blocage de certaines réactions chimiques nécessaires à la formation des globules rouges. Malheureusement, on le retrouve aujourd'hui un peu partout dans notre environnement (VERBANCK, 2002). Des contaminations peuvent néanmoins intervenir à partir de canalisations en matière plastique utilisant comme stabilisant du stéarate de plomb. Ordinairement, les eaux naturelles en contiennent de l'ordre de 4 à 5 µg/l, la quantité ingérée par l'intermédiaire de l'eau d'alimentation est donc faible par rapport à la dose totale absorbée. Les maladies provoquées par cet élément sont : des maladies cardio-vasculaires, sida, cancer, etc. (VILAGINES, 2003).

### **Pesticides**

Le terme pesticide est le terme le plus couramment employé pour désigner les produits utilisés pour la protection des cultures et les denrées stockées. Ils peuvent être à l'origine de dommage pour l'environnement en raison de leur toxicité aiguë, mais surtout leur persistance dans l'environnement et l'eau notamment. L'accumulation de certains d'entre eux (dans la chaîne alimentaire), constitue le risque principale pour l'homme : des effets mutagènes, voire cancérigènes sont possible à long terme (VERBANCK, 2002).

### **Hydrocarbures**

Le problème posé est le fait des hydrocarbures polycycliques aromatiques dont certains sont cancérigènes. Les quatre plus classiques sont le fluoranthène, les benzofluranthènes, le benzopérylène, l'indénopyrènes. Leur origine est soit anthropique et ce sont alors des dérivés, soit naturelle dans la mesure où des bactéries des sols et des végétaux sont capables d'élaborer ces molécules et d'induire ainsi une sorte dans la contamination par

les hydrocarbures polycycliques aromatiques. Il est indiscutable que certaines de ces molécules sont cancérigènes (VERBANCK, 2002).

**Tableau 2.6:** Nombres des substances toxiques dans une eau potable (ADE, 2005).

Substances toxiques	Unité	Normes OMS	Normes CEE
Arsenic	µg/l	50	10
Plomb	µg/l	50	50
Cadmium	µg/l	5	5
Mercure	µg/l	1	1
Chrome total	µg/l	50	50
Nickel	µg/l	50	50

## 2.3 Pollution de l'eau

La pollution des eaux est définie comme toute modification physique ou chimique de la qualité des eaux, qui a une influence négative sur les organismes vivants ou qui rend l'eau inadéquate aux usages souhaités. Donc on dit que l'eau est polluée, lorsque sa composition ou son état est directement ou indirectement modifié par l'action de l'homme (HAMED et *al.*, 2012).

### 2.3.1 Pollution naturelle

La Pollution naturelle de l'eau provient d'abord et avant tout des produits de l'érosion des sols qu'elles traversent. Les eaux de surfaces contiennent des impuretés qui ont pour origine :

- La dissolution des encaissantes (roche, terrains traverse..) ces encaissantes sont responsable de la variation du pH et de la conductivité.
- Les colloïdes minéraux (argile, gel de silice...) qui sont responsables de la turbidité.
- Les matières organiques : qui peuvent avoir deux origines :
  - Origine naturelle : produits de dégradation des végétaux métabolites des algues et des micro-organismes.
  - Origine artificielle : due à la pollution urbaine, industrielle et agricole (KETTAB, 1992).

### 2.3.2 Pollution chimique

La pollution chimique des eaux résulte de la libération de certaines substances minérales toxique dans les cours d'eau, par exemple : les nitrates, le phosphate, l'ammoniac et autres sels ainsi que des ions métalliques. Ces substances exercent un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plus dangereuses. La dissociation des roches, suite à leur

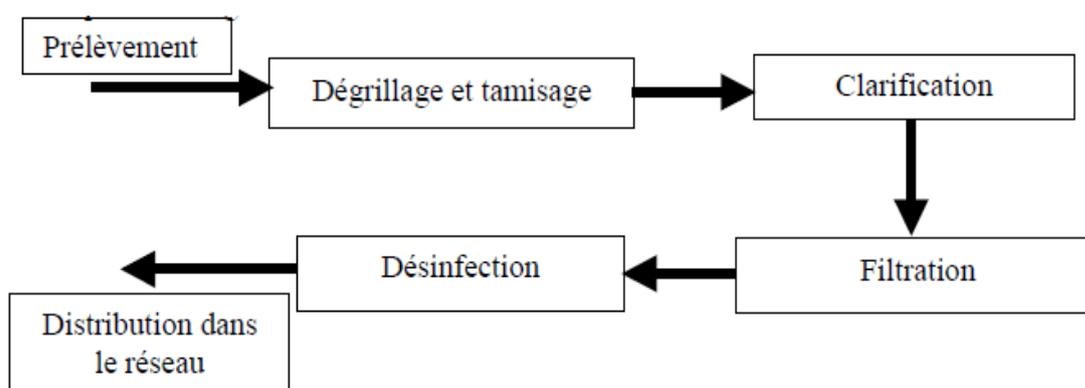
attaque par les eaux, peut aussi perturber et modifier la qualité de l'eau, mais ceci ne peut être considéré comme polluant (BAZIZ N, 2008).

### 2.3.3 Pollution biologique

Un grand nombre de micro-organisme peut proliférer dans l'eau, qui sert d'habitat naturel ou comme un simple moyen de transport pour ces micro-organismes. L'importance de la pollution de l'eau dépend également des conditions d'hygiène, des populations mais aussi des caractéristiques écologiques et épidémiologiques. Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient dans l'eau sont : les bactéries, les virus, les parasites et les champignons, on parle ainsi de la pollution bactérienne, virale ou parasitaire (BAZIZ N, 2008).

## 2.4 Traitement de l'eau

Les eaux prélevées contiennent des matières en suspension, des produits organiques ou minéraux, des micro-polluants qu'il faut éliminer.



**Figure 2.3:** Le schéma de principe du traitement (Moletta, Anonyme).

**Dégrillage et le tamisage :** consiste à faire passer l'eau à travers des grilles ou tamis afin de retenir les plus grosses particules.

**La clarification :** s'effectue en ajoutant à l'eau un réactif chimique (un sel d'aluminium par exemple) qui va provoquer la coagulation de petites particules qui vont se regrouper pour former des floccs qui vont décanter et former des boues qui seront retirées.

**La filtration :** sur sable consiste à faire passer l'eau à travers une couche de 80 à 150 cm de sable et permet de retenir les particules qui n'ont pas décanté précédemment. Il est lavé de temps à autre à contre courant pour le régénérer.

**La désinfection :** est la dernière étape et elle permet d'éliminer les micro-organismes résiduels. Il existe plusieurs techniques :

- **La chloration.** C'est une stérilisation par le chlore qui consiste à injecter dans l'eau des quantités précises d'eau de Javel ou de chlore gazeux. On utilise parfois du bioxyde de chlore pour obtenir une eau de meilleure qualité gustative.

L'avantage de cette méthode est d'avoir une action rémanente dans les canalisations.

- **L'ozonation.** C'est une stérilisation par l'ozone ( $O_3$ ). L'ozone réalisé par un ozoneur est mis en contact avec l'eau dans laquelle il se dissout. C'est un oxydant puissant et une dissolution de 1 à 4 mg/litre d'eau garantie la destruction de tous les micro-organismes pathogènes de l'eau. Il a l'avantage de ne pas donner de goût rémanent mais il s'auto-détruit rapidement, n'exerce plus d'action dans les canalisations.

Certaines eaux ont des micro-polluants à l'état de traces (pesticides, matières organiques...) ce qui nécessite un «affinage ». On utilise pour cela des lits de charbon actif disposé sur environ 1 mètre d'épaisseur. Ils vont adsorber ces molécules indésirables et permettre ainsi d'éliminer le mauvais goût et les odeurs de l'eau (Moletta, Anonyme).

### **Conclusion**

Les organismes pathogènes qui peuvent être présents dans l'eau sont très nombreux et très variés. Leur présence est toujours liée à une pollution fécale de l'eau. Celui qui consomme l'eau naturelle ou qui entre en contact physique avec elle doit toujours douter de la qualité de cette eau. L'eau peut à tout moment être contaminée par une source de pollution qui la rend impropre à certains usages, on ne peut ainsi consommer l'eau source de vie, que si ses qualités ont été parfaitement contrôlé et, surtout, si elle a été désinfectée.

## Introduction

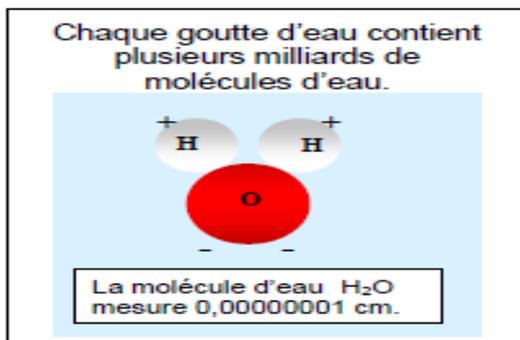
L'eau est un élément naturel d'une importance primordiale, indispensable à toute forme de vie, l'eau est une richesse nécessaire à toutes activités humaines, (BAZIZ N, 2008). Chez les humains, chaque individu consomme environ 1,5 litre d'eau par jour dont les qualités physico- chimiques et microbiologiques peuvent affecter la santé ou nuire à ses caractéristiques organoleptiques. Ces dernières sont d'autant plus importantes, que le consommateur juge une eau d'après son apparence ainsi que d'après ce qu'elle goûte et sent (LESSARD, 1993).

## 1. Généralités

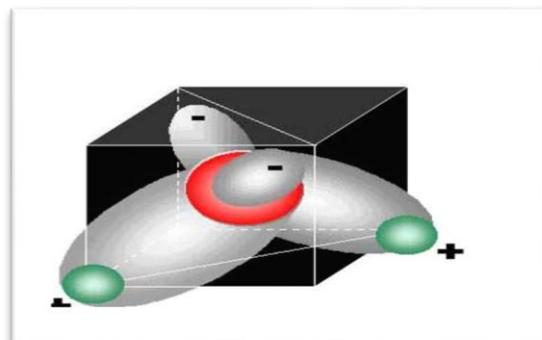
### 1.1 Définition de l'eau

L'eau est un composé chimique simple, liquide à température et pression ambiantes. À pression ambiante, l'eau est gazeuse au-dessus de 100°C et solide en dessous de 0°C. Sa formule chimique est  $H_2O$ , c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène (HAMED M et al., 2012).

La plupart des propriétés physiques originales de l'eau sont dues à l'établissement de liaisons hydrogènes entre les molécules d'eau (DEGREMENT, 1989), ces deux atomes d'hydrogènes sont situés sous un angle de 105°, chacun se liant à l'atome d'oxygène de telle sorte que la molécule soit dissymétrique, chargée positivement du côté de l'hydrogène et chargée négativement du côté de l'oxygène, la structure moléculaire de l'eau est donc bipolaire (KERMMER, 1984).



**Figure1.1 :** Schéma d'une molécule d'eau (ORE, 2013).



**Figure1.2:** Géométrie schématique de la molécule d'eau (COPIN G, ANONYME).

### 1.2 Cycle d'eau

L'eau, élément sous trois formes (liquide à l'état normal, gazeuse en vapeur, solide en glace), parcourt un cycle éternel. L'eau en évaporation lente et incessante des fleuves, des lacs et des mers par condensation, se transforme en pluie. Une fraction des eaux de pluie ruisselle à la surface de la terre et va grossir les cours d'eau et les lacs, d'où elle est sujette d'une part à

l'évaporation, d'autre part à l'infiltration à travers le sol. Les eaux d'infiltration sont reprises en partie par la végétation, qu'elles alimentent avant d'être rejetées dans l'atmosphère, et en partie s'accumulent dans le sous sol pour former des nappes souterraines qui, à leur tour, en s'écoulant, donnent naissance aux sources qui émergent à la surface du sol et le cycle continue (SAMAKE,2002).

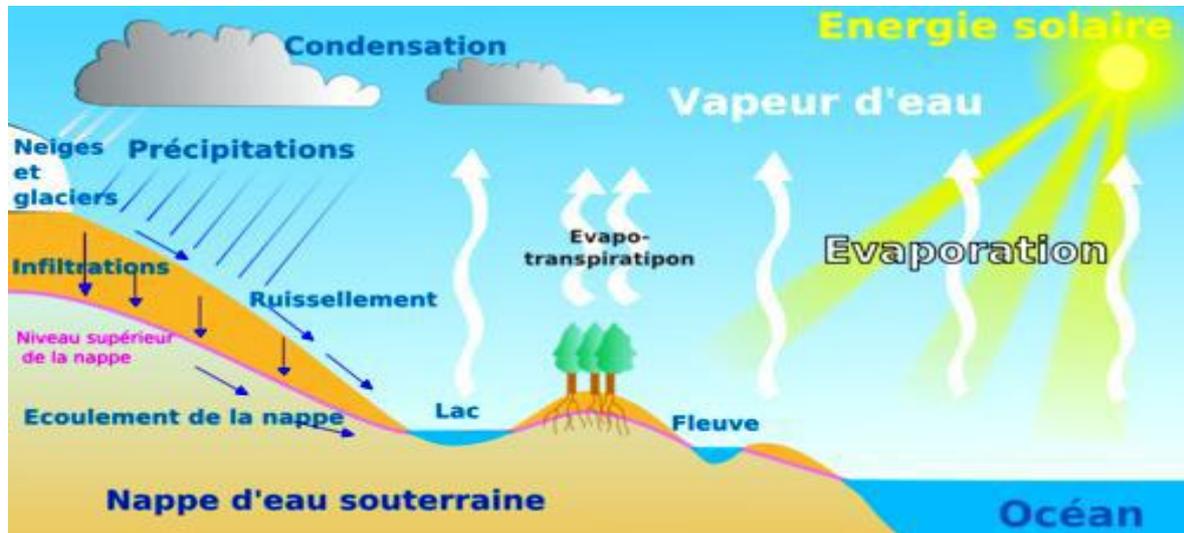


Figure 1.3 : Cycle de l'eau (CNRS, ANONYME)

### 1.3 Les différents types d'eau dans la nature

#### 1.3.1 Les eaux souterraines

Les eaux souterraines ; enfouies dans le sol; sont habituellement à l'abri des sources de pollution puisque les caractéristiques de ces eaux varient très peu dans le temps ; les usines de purification n'ont pas à résoudre les problèmes dus aux variations brusques et importantes de la qualité de l'eau brute.

Les principales caractéristiques des eaux souterraines sont :

- les eaux souterraines sont souvent d'une grande pureté bactériologique (RICHARD et al, 1989).
- Indice de couleur faible.

Les eaux souterraines ne sont pas en contact avec les substances végétales, sources de couleur (DESJARDINS, 1997).

Les sources souterraines ont, pendant longtemps, été synonymes « d'eaux propres » et répondant naturellement aux normes de potabilité (RICHARD, 1989).

### 1.3.2 Les eaux de surface

Ce terme englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface du continent. Elles ont pour origine, soit des nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseau, de rivière, soit les eaux de ruissellement. Ces eaux se rassemblent en cours d'eau, caractérisés par une surface de contact eau atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable (MAIGA, 2005).

**Tableau 1.1:** Les différences principales entre les eaux de surface et les eaux souterraines (DEGREMONT, 1989).

Caractéristiques	Eaux de surface	Eaux souterraines
Température	V	C relativement
Turbidité	V, parfois +++	--- ou 0
Couleur	Liée aux MES (agriles, algues...etc.)	Liée aux matière ou solution (acides humiques)
Minéralisation	V en fonction des terrains, des précipitations...etc.	C sensiblement
Globale Fe et Mn divalents (à l'état dissous)	A généralement	P généralement
CO <sub>2</sub> agressif	A généralement	P souvent en grande quantité A
O <sub>2</sub>	A dans le cas d'eaux très polluées	P fréquemment
H <sub>2</sub> S	A généralement	P fréquemment
NH <sub>4</sub>	P seulement dans les eaux polluées	+++
Nitrates	Peu Ab en général	+++
Silice	M en général	A généralement
Micropolluants minéraux et organiques	P	Ferrobactéries fréquentes
Eléments vivants	Bactéries, virus, plancton	Souvent P
Solvants chlorés	Rarement P	non
Caractère eutrophe	Fréquent	

**V** : variable, **C** : constante, **P** : présent, **A** : absent, **Ab** : abondant, **M** : modérée, **+++** : élevée, **---** : faible, **0** : nulle.

La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants :

-Présence de matières organiques d'origines naturelle provenant de la décomposition des organismes végétaux ou animaux ou dans les rivières et qui se décomposent après leur mort (végétaux, animaux).

-Présence de plancton : les eaux de surface sont le siège d'un développement important de phytoplancton (algues...) et de zooplancton.

-Les eaux de surface sont rarement potables sans aucun traitement (RICHARD, 1989).

#### 1.4 L'eau en Algérie

Les potentialités en eau sont estimées globalement à  $19 \text{ km}^3$  par an, correspondant à environ  $530 \text{ m}^3$  par habitant et par an (situation de 2010). Sans le recours à de nouvelles ressources, ce taux passera à moins de  $500 \text{ m}^3/\text{habitant}$  en 2025. De ce fait, l'Algérie se situe dans la catégorie des pays pauvres en ressources en eau, au regard du seuil de rareté fixé par la Banque Mondiale à  $1000 \text{ m}^3/\text{habitant/an}$ .

Les ressources en eau se répartissent comme suit :

- $14 \text{ km}^3$  dans les régions Nord :  $12 \text{ km}^3$  (écoulements superficiels),  $2 \text{ km}^3$  (ressources souterraines) ;
- $5,2 \text{ km}^3$  dans les régions sahariennes :  $0,2 \text{ km}^3$  (écoulements superficiels),  $5 \text{ km}^3$  (ressources souterraines) (MEBARKI, 2010).

La rareté grandissante des ressources en eau qui résulte de la diminution des quantités disponibles par habitant, la dégradation de la quantité et les objectifs de développement économique et social imposent donc l'élaboration et la définition d'une stratégie de gestion de l'eau à moyen et à long terme. Le problème de l'eau est aggravé ces dernières années de sécheresse qui ont touché l'ensemble du territoire, ont montré combien il était nécessaire d'accorder la plus grande attention à l'eau (REMINI, 2010).

En se donnant de nouveaux instruments (code de l'eau, plans directeurs d'aménagement des ressources en eau ou PDARE et plan national de l'eau ou PNE) cette politique de l'eau vise une gestion intégrée, durable et d'envergure régionale :

- ❖ Le code de l'eau pour fixer les principes et les règles applicables pour l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau en tant que bien de la collectivité nationale.
- ❖ Le plan national de l'eau (PNE) et les plans directeurs d'aménagement des ressources en eau (PDARE): définit les objectifs et priorités nationales en matière de mobilisation, de gestion intégrée, de transfert et d'affectation des ressources en eau (MEBARKI, 2010).

## **1.5 Caractéristiques de l'eau potable**

### **1.5.1 Caractéristiques organoleptiques**

La qualité organoleptique de l'eau potable est importante, car les goûts, les odeurs, la couleur et la turbidité sont directement évalués par le consommateur qui accepte ou refuse le produit (LESSARD, 1993). En effet les variations du goût et de l'odeur d'une eau sont dues aux produits dissous comme les sels de  $MgSO_4$ ,  $NaCl$ ...etc. qui dépasse certaines normes. Les principaux corps pouvant donné à l'eau une saveur désagréable sont : le fer et le manganèse, le chlore actif, les phénols et les chlorophénols (DUPONT, 1981).

#### **1.5.1.1 Couleur**

C'est le premier paramètre comme la turbidité qui est constaté par le consommateur. Cette couleur varie selon la nature et la concentration des matières colorantes, dont elles proviennent de la dégradation des matières végétales et animales, les matières en suspensions et certains ions métalliques comme le fer et le manganèse. La couleur vraie après filtration est souvent due à la présence de matières organiques dissoutes ou colloïdales. Il est nécessaire de dire qu'il y'a une relation entre la couleur de l'eau et la concentration en matières organiques (DEGREMENT, 1989).

#### **1.5.1.2 Odeur**

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore. En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme : " l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles" ; la qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune des ces substances (RODIER, 2005).

Les odeurs sont causées par la présence dans l'eau de substances relativement volatiles. Ces substances peuvent être inorganiques comme le chlore, les hypochlorites, le bioxyde de soufre  $SO_2$  ou le sulfure d'hydrogène  $H_2S$ ; ou organiques comme les esters, les alcools, les nitrites (MAIGA ,2005).

#### **1.5.1.3 Saveur**

Sa saveur dépend essentiellement de la qualité et la nature des corps dissous. À l'état naturel une eau à concentration normale de minéralisation offre plus ou moins accentuée. S'il y a absence ou une faible concentration des sels habituels et anhydride carbonique sa saveur sera fade, c'est le cas des eaux à longue durée de stockage (eau de citerne).

- Si une eau renferme trop de chlorures, elle aura un goût saumâtre.
- Si elle contient beaucoup de sel de magnésium, elle aura un goût amer (RODIER, 2005).

#### 1.5.1.4 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 matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes (REJESCK, 2002). La turbidité ne présente pas de risque sanitaire direct mais lorsqu'elle est élevée, elle peut diminuer l'efficacité du traitement de désinfection et générer des risques microbiologiques (MAKHLOUFI, 2007).

### 1.5.2 Caractéristiques physico –chimiques de l'eau potable

#### 1.5.2.1 Température

La température de l'eau potable doit être inférieure à 25 °C (GROSCLAND, 1999). Les eaux souterraines ; qui circulent à des profondeurs moyennes ; présentent des températures sensiblement constantes de 10 à 12 °C. Les eaux très profondes présentent des températures variables. Les eaux de rivières sont sujettes à des variations de température selon les saisons ; de 0 à 25°C (DUPONT, 1981).

#### 1.5.2.2 Potentiel Hydrogène (pH)

Le PH est en relation avec la concentration en ions hydrogène H<sup>+</sup> présent dans une eau (REJESCK, 2002). Le PH des eaux destinées à la consommation publique est un paramètre très important car il agit sur le goût et l'efficacité des procédés de traitement (coloration, coagulation...etc.) (GEUJONS, 1995).

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité; à pH 7 une eau est dite neutre, à un pH inférieur à 7 une eau dite acide et à un pH supérieur à 7, elle est dite basique. C'est cependant l'un des paramètres parmi les plus importants de la qualité de l'eau. Le PH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH –mètre ou par colorimétrie (RODIER, 2005).

**Tableau 1.2 :** Classification des eaux d'après leur pH (JELLAT, 1999).

pH < 5	Acidité forte = présence d'acide minéraux ou organiques dans les eaux naturelles.
pH = 7	pH neutre.
7 > pH < 8	Neutralité approchée = majorité des eaux de surface.
5,5 > pH < 8	Majorité des eaux souterraines.
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense.

### 1.5.2.3 Dureté ou titre hydrotimétrique

La dureté ou titre hydrotimétrique (TH) correspond à la somme des concentrations en cations de  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  à l'exception des alcalins. Une eau est dite douce, lorsqu'elle est pauvre en ces cations et elle dite dure lorsqu'elle en est riche (LEDERRER, 1986). Selon RODIER(1984), dans l'eau sont déterminées : La dureté totale (THT) correspondant à la concentration totale en  $\text{Ca}^{++}$  et en  $\text{Mg}^{++}$  :  $\text{THT} = [\text{Ca}^{++}] + [\text{Mg}^{++}]$  :

- La dureté calcique qui correspond à la teneur globale en  $\text{Ca}^{++}$
- La dureté magnésienne qui correspond à la teneur globale en  $\text{Mg}^{++}$
- La dureté permanente (THP) ou dureté non carbonatée qui exprime la teneur en  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  restant soluble après ébullition prolongée de l'eau ; elle correspond aux sulfate de  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$ .

$$\text{THP} = \text{TH} - \text{THC}.$$

### 1.5.2.4 Conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de  $1\text{-}2\text{cm}^2$  de surface et distantes de 1cm. La détermination de la conductivité électrique peut évaluer approximativement la teneur en sels dissous (DUPONT, 1981). Selon la réglementation française, si la conductivité est comprise entre 666 et 1000 us/cm, la minéralisation est importante, et si elle est supérieure à 1000us/cm, la minéralisation est excessive (RODIER, 1984).

### 1.5.2.5 Résidus secs

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matière dissoutes et en suspension d'une eau .Pour des valeurs inférieures à 60 mg/l, l'acceptabilité par le consommateur est bonne ; au dessus de 1200mg/l, l'eau devient désagréable (OMS, 2000). Le résidu sec obtenu par évaporation est plus faible du fait de la décomposition des hydrogénocarbonates en carbonates et  $\text{CO}_2$  (DEGREMENT, 2005).

### 1.5.2.6 Acidité

L'acidité d'une eau est due à la présence d'acide faible comme le gaz carbonique, ou des acides forts provenant de certaines pollutions industrielles tels que  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$  surtout dans les rivières qui reçoivent ce dernier type de rejets (TARDAT et Beaudry, 1984). L'acidité totale d'une eau se mesure par neutralisation avec la soude  $\text{NaOH}$  suivant l'équilibre (DESJARDINS, 1997).

### 1.5.2.7 Alcalinité

Alcalinité d'une eau correspond à la présence hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes par successivement ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3$ ,  $\text{OH}^-$ ). On a deux titres alcalimétriques qui utilise dans la chimie des eaux :

\*Titre alcalimétrique (TA).

\*Titre alcalimétrique complet (TAC) (DEGREMENT, 2005).

### 1.5.3 Caractéristiques microbiologiques

Une eau d'alimentation ne doit renfermer aucun germe pathogène (DUPONT, 1981). Les micro-organismes recherchés lors de la surveillance de routines, des eaux destinées à la consommation publique, sont :

- Germe totaux.
- les coliformes totaux et fécaux.
- Les Streptocoques fécaux.

#### 1.5.3.1 Germes totaux

Les eaux sous toutes sortes contiennent invariablement des microorganismes provenant de différentes origines, la recherche des micro-organismes bactériens aérobies dits « revivifiables » permet de dénombrer les bactéries se développant dans des conditions habituelles de culture et représente la teneur moyenne en bactéries d'une ressource naturelle.

Ce paramètre permet de mesurer les conditions de la sanitaire de la distribution et du résiduel de désinfection, une concentration en germes totaux peut entraîner des problèmes d'ordre organoleptique, par contre une faible valeur est le témoin de l'efficacité du traitement et l'intégrité du système de distribution (POTELON et ZYSMAN, 1998).

#### 1.5.3.2 Les coliformes totaux

Les bactéries coliformes existent dans les matières fécales mais se développent également dans les milieux naturels, les eaux traitées ne doivent pas contenir de coliformes, cependant l'absence de ces derniers ne signifie pas nécessairement que l'eau ne présente pas un risque pathogène car les kystes de certains parasites, sont plus résistants à la désinfection que les coliformes.

La présence d'un petit nombre de coliforme (1-10/100ml) dans les eaux souterraines non traitée n'a qu'une signification réduite sur le plan sanitaire, lorsqu'elle s'accompagne pas de coliforme fécaux (POTELON et ZYSMAN, 1998).

### 1.5.3.3 Les coliformes thermorésistants ou fécaux

Ces coliformes sont capables de se développer à 44 °C, et permettent d'estimer le risque épidémiologique dans l'eau et devrait en toute logique tenir compte de la présence plus au moins importante de germes pathogènes. La principale bactérie fécale est *Escherichia coli* qui ne se trouve qu'exceptionnellement dans les eaux qui n'ont pas été l'objet d'une pollution fécale (POTELON et ZYSMAN, 1998).

### 1.5.3.4 Les *Streptocoques* :

Ce sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Ce groupe n'est généralement pas considéré comme pathogène. Les streptocoques fécaux appartiennent à un groupe de streptocoques qui ne sont tous d'origine fécale (groupe D), toutefois leur recherche associée à celle des coliformes fécaux constitue un bon indice de contamination fécale. Certaines études ont même montré que les streptocoques étaient un meilleur témoin que les coliformes fécaux pour des pathologies infectieuses d'origine hydrique (POTELON et ZYSMAN, 1998).

### Conclusion :

Pour que l'eau considéré comme potable, elle doit répondre à un certains nombre de critères:

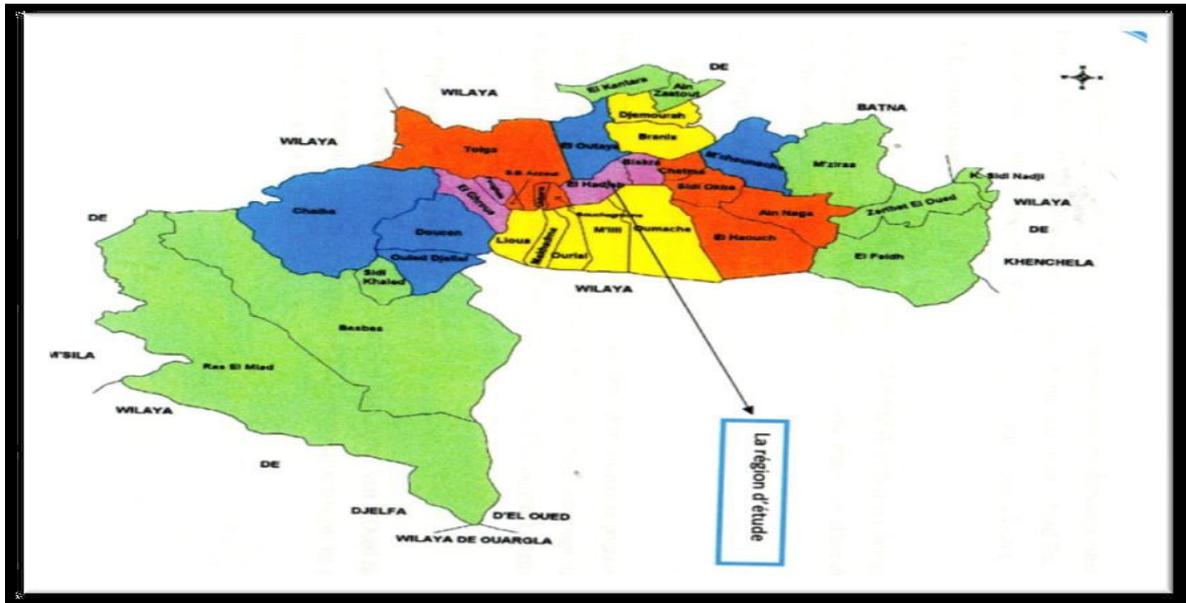
- Qualité microbiologique suffisante, avec en particulier absence de bactéries pathogènes.
- Qualité chimique suffisante : les ions minéraux doivent être à des concentrations comprises entre certaines valeurs fixées réglementairement.
- Il ne doit pas y avoir de substances toxiques comme des ions de métaux lourds (plomb, arsenic...), les cyanures, les détergents, les hydrocarbures ou phénols (CHRISTIANE et al, 1978).

### 3.1 Présentation de la Wilaya de Biskra

La somptueuse wilaya de Biskra constitue un trait d'union phare entre le nord, le sud, et l'ouest du fait de sa situation de cote sud-est de l'Algérie. La wilaya est située au sud - est de l'Algérie aux portes du Sahara. Avec une altitude de 112 m au niveau de la mer. Ce qui fait d'elle une des villes les plus basses d'Algérie. Le Chef lieu de la wilaya est située à 400 km au Sud-est de la capitale, Alger. La wilaya s'étend sur une superficie de 21671 km<sup>2</sup>.

La wilaya de Biskra est limitée :

- au nord par la wilaya de BATNA,
- au nord-est par la wilaya de KHENCHELA,
- au nord-ouest par la wilaya de M'SILA,
- au sud-ouest par la wilaya de DJELFA,
- au sud par EL OUED (ANDI, 2013).



**Figure 3.5:** Limites géographiques de Biskra (ANDI, 2013).

#### Les sources de l'eau

La wilaya de Biskra totalise 11,121 points d'eau dont 7655 en service, 1846 à l'arrêt et 1576 abandonnée. Le volume d'eau soutiré est de 577 Hm<sup>3</sup>/an destiné pour l'alimentation en eau potable (ANAT, 2002). Son eau de surface atteint les 22 millions de mètres cubes et qui proviennent des barrages de fontaine des gazelles et Foum El Gharza, Ses Eaux souterraines avoisinent les 798 millions de mètres cubes (ANDI, 2013).

## 3.2 Matériels

### 3.2.1 Sur le terrain

1-Flacons : pour l'échenillage (polyéthylène et verre).

2-Glacière : assure le transport des échantillons à température basse.

### 3.2.2 Au laboratoire

**a-Au laboratoire physicochimique** : Spectrophotomètre, turbidimètre, balance analytique.

Multi paramètres : pour mesurer : le pH, la Température, la Conductivité et l'oxygène dissous.

5-Verreries : Pipettes. Des béchers. Burettes.

### b. Au laboratoire de microbiologie :

1. Étuve : pour l'incubation.

2. Autoclave : pour l'autoclavage (verreries...).

3. Bain marie : pour dissolution des milieux de culture.

4. Bec benzène : stérilisation lors de l'analyse microbiologique.

5. Boîtes de pétrie.

6. Tubes à essais.

## 3.3 Méthodes

### 3.3.1 Méthodes d'échantillonnages

Le prélèvement de l'échantillon d'eau est une opération délicate, l'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau. Dans le cas de prélèvement à un robinet, si le but est le contrôle de l'eau distribuée, il est indispensable d'attendre que l'eau en stagnation dans les canalisations soit éliminée (**Rodier, 2005**). Les prélèvements sont manuels, les échantillons sont prélevés dans des flacons en verre ou en polyéthylène, selon l'élément à analyser.

- Pour une analyse physico-chimique on a utilisé : 02 flacons d'un litre en polyéthylène, ces flacons ont été traités à l'acide chlorhydrique (50%), rincés avec de l'eau du robinet puis avec de l'eau distillée, égouttés, fermés sans être séchés.

-Au moment du prélèvement de l'échantillon, les flacons doivent être rincés avec de l'eau du robinet ou du citerne, puis remplis jusqu'au bord.

- Pour les analyses bactériologiques, on a utilisé des flacons en verre blanc de 100 ml, stérilisés dans l'autoclave à 120°C pendant 30 min. Au moment du prélèvement de l'échantillon, il est nécessaire de :

- Flamber le robinet avec un pistolet à flamme avant de l'ouvrir avec un maximum de débit pour éliminer l'eau stagnante.

- Ensuite les flacons sont remplis rapidement mais pas jusqu'au bord, et cela pour permettre une meilleure homogénéisation de l'échantillon

### **Transport et conservation de l'échantillon**

La teneur initiale en germe des eaux risque de subir des modifications dans le flacon, après le prélèvement. C'est pour ce la que toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible .L'évolution est dépend de nombreux facteurs : température, concurrence bactérienne des espèces présentes, composition chimique de l'eau. C'est pour cela que les échantillons prélevés sont conservés à des températures inférieures à plus 4°C, il ne doit pas être exposés à la lumière solaire pendant le transport. L'analyse bactériologique doit débiter dans un délai maximal de 8 heures, après le recueil l'échantillon. Les prélèvements doivent être munis d'une étiquette : le lieu, la date et l'heure (REJESCK, 2002).

### **Les points de prélèvement**

- L'eau de camions-citernes dans la région de El-Hadjeb.
- L'eau de robinet dans la région de El-Hadjeb.

<b>Lieu de prélèvement</b>	<b>Nature de l'échantillon</b>	<b>Date de prélèvement</b>	<b>Temps de prélèvement</b>
<b>El-Hadjeb</b>	<b>Eau de robinet</b>	18-4-2014	8 :00
	<b>Eau de citerne</b>	18-4-2014	9 :30

### **3.3.2 Méthodes d'analyse**

#### **Lieux de réalisation des analyses**

Les paramètres physico-chimiques au niveau de Laboratoire de T I F I B, et les paramètres bactériologiques dans laboratoire de l'université de El-Hadjeb.

#### **3.3.2.1 Analyse Organoleptiques**

##### **Méthodes d'évaluation des goûts et des odeurs de l'eau**

##### **➤ Méthode de FPA**

La méthode communément utilisée est celle du "flavor profile analysis" (FPA). Cette technique a été développée dans l'industrie de l'alimentation. La FPA donne une description complète des saveurs et des arômes présents dans les échantillons. Cette méthode est basée sur le jugement de membres entraînés qui discutent des arômes, des goûts et de leur intensité. Un échantillon est présenté simultanément à tous les membres du jury. La description et

l'intensité des goûts et des odeurs sont notées individuellement par les membres. Par la suite, on discute des résultats et on tente d'atteindre un consensus :

- Si 50% ou plus des membres ont la même description, l'intensité est calculée comme une moyenne des notes individuelles.
- Si moins de 50% donne une description particulière, cette description est ajoutée au résultat comme une note. Cette méthode procure une meilleure compréhension de la relation entre les composés organiques traces et les goûts et les odeurs dans l'eau (LESSARD, 1993).

### **Détermination de la turbidité(T.I.F.I.B)**

#### **Principe**

La détermination de la turbidité mesure une propriété optique de l'eau qui résulte de la dispersion et de l'absorption de la lumière par les particules de matières en suspension présentes. La quantité de turbidité mesurée dépend de variables telles que la taille, la forme et les propriétés de réfraction des particules.

#### **Mode opératoire**

- Mettre l'appareil sous tension
- Entrer le numéro "750" du programme mémorisé pour la turbidité.
- Ajuster la longueur d'onde à 860 nm.
- Placer le blanc (25 ml d'eau distillée).
- Ajuster le zéro de l'appareil en appuyant sur la touche "zéro".
- Retirer le blanc et placer 25 ml de l'échantillon.
- Appuyer "READ" et le résultat en NTU s'affiche.

### **Mesure de coloration d'une eau (T.I.F.I.B)**

#### **Principe :**

La couleur est exprimée en couleur "apparente" ou en couleur "vraie". La couleur apparente inclut celle due aux substances dissoutes et aux matières en suspension. En filtrant ou en centrifugeant l'échantillon on détermine la couleur vraie.

#### **Mode opératoire :**

- Entrer le numéro de programme mémorisé pour la couleur vraie. Presser 120 :  
READ/ENTRER, l'affichage indique : régler à 455nm.
- Tourner le bouton de réglage de longueur d'onde jusqu'à ce que l'affichage indique : 455nm.
  - Presser READ/ENTRER, l'affichage indique : UNITE COULEUR.
  - Placer le blanc dans le puit de mesure. Fermer le capot.

- Presser : zéro, l'affichage indique : attendre puis : 0, unités de couleur.
- Remplir un flacon avec un 25ml d'échantillon.
- Placer le flacon dans le puit de mesure. Fermer le capot. Presser READ/ENTRER, l'affichage indique : Attendre puis le résultat en unités platine-cobalt s'affiche.

### 3.3.2.2 Analyse physico-chimique

#### ➤ Analyses électrochimiques

##### ❖ Détermination de Température

**Principe :** La mesure de la température est effectuée sur le terrain. Cette mesure doit s'accompagner par des précautions en évitant le rayonnement du soleil et l'influence de la chaleur dégagée par l'opérateur (RODIER, 2005).

**Mode opératoire :** La température a été mesurée au même moment et au même endroit que pour les prélèvements d'eau à l'aide d'un thermomètre en respectant les précautions décrites (RODIER, 2005).

##### ❖ Détermination du potentiel hydrogène (pH)

**Principe :** Le pH est déterminé par la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (calomel-KCl saturé) plongeant dans une même solution (RODIER, 2005).

**Mode opératoire :** Le pH est mesuré au laboratoire à l'aide d'un pH-mètre (HACH) muni d'une électrode (calomel-verre). L'eau à examiner est mis en contact avec l'électrode par circulation, la lecture faite après stabilisation du pH.

##### ❖ Détermination de la Conductivité électrique (CE)

**Principe :** La mesure est basée sur le principe du pont de Wheatstone, en utilisant un conductimètre électrique. L'appareil est du type GLM 200 A DIGITAL-LEITWERT-MESSGERT.

**Mode opératoire :** La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de  $1\text{cm}^2$  de surface et séparée l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique, l'unité de la conductivité est le siemens par mètre (s/m), on l'exprime généralement en micro siemens par centimètre ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ). La conductivité électrique est en fonction d'un certains nombre de facteurs comme la température, le pH, et la quantité d'ions en solution (RODIER, 2005).

### ❖ Détermination de l'oxygène dissous

#### Principe

La réduction de l'oxygène, au niveau d'une cathode convenable engendre un courant proportionnel à la pression partielle d'oxygène dans la solution (RODIER, 1996).

#### Mode opératoire

Le même mode que le conductimètre, mais à une électrode à oxygène de l'appareil portable multiparamètres (HACH). Les résultats ont été exprimés en «mg/l».

#### ➤ Analyses volumétriques

### ❖ Dosage volumétrique de chlorure (Cl<sup>-</sup>)

#### Principe :

La méthode utilisée est celle de MOHR. Les ions chlorures réagissent quantitativement avec le nitrate d'argent avec formation de chlorure d'argent, qui est très peu soluble. On utilise le chromate de potassium K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> comme indicateur coloré (TRADAT et BEAUDRY, 1984).

**Mode opératoire :** On titre l'échantillon (5ml) additionné de chromate de potassium K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> (2 gouttes) avec le nitrate d'argent à 0.01N jusqu'à obtenir une coloration brune rougeâtre.

#### Expression des résultats :

$$[\text{Cl}] = V_{\text{AgNO}_3} \times C_{\text{AgNO}_3} \times F \times M_{\text{Cl}} / \text{PE}$$

$$= V_{\text{AgNO}_3} \times F \times 71 \text{ (mg/l)}$$

V<sub>AgNO<sub>3</sub></sub> : Volume d'Ag NO<sub>3</sub> nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

C<sub>AgNO<sub>3</sub></sub> : Concentration molaire d'Ag NO<sub>3</sub>.

M<sub>Cl<sup>-</sup></sub> : Masse molaire de chlorures.

F : Facteur de concentration du titre d'Ag NO<sub>3</sub>.

PE : Prisse d'essai.

### ❖ Détermination de la dureté totale

#### Principe :

Procéder au titrage molaire des ions calcium et magnésium avec l'EDTA à pH= 10 (à cette valeur le complexe EDTA-Mg est plus stable). L'utilisation aussi du noir eriochrome T (NET) qui donne une couleur rouge foncée ou violette en présence des ions Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup>.

**Mode opératoire:** La somme des concentrations en Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup> a été dosée par complexométrie dans un échantillon d'eau de (50ml) en présence de (2ml) de NH<sub>4</sub>OH et de deux gouttes de NET puis titrage avec l'EDTA jusqu'au virage de la couleur vers le bleu.

**Expression des résultats :**

$$Ca^+ = V_{EDTA1} \times 40.08$$

$$TH = V_{EDTA2} \times 100$$

$$Mg^+ = (V_{EDTA2} - V_{EDTA1}) \times 24.32$$

❖ **Dosage volumétrique du calcium ( $Ca^{+2}$ ) :****Principe :**

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T.A à pH compris entre 12 et 13.

Ce dosage se fait en présence de murexide. L'E.D.T.A réagit tout d'abord avec les ions des calciums libres, puis avec les ions calciums combiné avec d'indicateur qui vire alors de la couleur rouge à la couleur violet (RODIER, 2005).

**Mode opératoire:** A 50 ml d'eau à analyser, sont ajouté 2 ml de NaOH à 2 N, puis du murexide et titrer avec l'E.D.T.A. jusqu'au virage «Violet», puis notée « $V_1$ ».

**Expression des résultats :**

Pour une prise d'essai de 50 ml la teneur en calcium est égale à :

$$Ca^{++} \text{ (mg/l)} = V_1 \times 0.4008 \times 1000 / 50.$$

❖ **Dosage volumétrique du magnésium ( $Mg^{+2}$ )**

**Principe :** Le magnésium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T.A., ce dosage se fait en présence de noir eriochrome (NET : voir annexe n°2). L'E.D.T.A. réagit tout d'abord avec les ions du magnésium libre, puis avec les ions magnésium combiné avec d'indicateur qui vire alors de la couleur violet à la couleur bleue (RODIER, 2005).

**Mode opératoire :** A 50 ml d'eau à analyser, sont ajouté du 2 ml de  $NH_4 OH$  à (10.1), puis noir eriochrome (voir annexe n°2) et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage «Bleu» puis notée « $V_2$ ».

**Expression des résultats :** Pour une prise d'essai de 50 ml la teneur en magnésium est égale à :  $Mg \text{ (mg/l)} = V_2 \times 0.243 \times 1000 / 50.$

La dureté totale exprimée en  $CaCO_3 \text{ (mg/l)}$ , est égale à :  $(V_1 + V_2) \times 1000 / 50.$

$V_1$ : Volume du dosage du calcium.  $V_2$ : Volume du dosage du magnésium.

➤ **Analyses spectrophotométrique**❖ **Dosage colorimétrique du nitrate ( $NO_3^-$ )**

**Principe :** En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent des paranitrosalicylate de sodium coloré en jaune susceptible d'un dosage spectrophotométrique (RODIER, 1996).

**Mode opératoire :** Prendre 10 ml d'eau à analyser, et ajouté 1 ml de salicylate de sodium, le mélange est amené dans un évaporateur à 75°C jusqu'à la vaporisation total du liquide. Après refroidissement, sont ajouté 2 ml d'acide sulfurique, la solution est alors laisser repos pendant 10 min pour assurer le déroulement total des réactions, puis 15 ml d'eau distillée et 15 ml de la solution de tartrate de sodium, et après 10 mn de repos finalement obtenue est passée au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 415 nm.

#### ❖ Dosage colorimétrique du phosphate ( $\text{PO}_4^{-3}$ )

##### **Principe :**

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium, les orthophosphates donnent un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue susceptible d'un dosage spectrophotométrique ( RODIER, 1996)

##### **Mode opératoire :**

-Prendre 10 ml d'eau à analyser.

-Ajouter 1ml indicateurs de phosphate :

- Solution N 1 : 150 ml acide sulfurique 97% dans 250 ml eau distillé.
- Solution N 2 : 25 g ammonium molybdate et 1 g ammonium métavanadate dans 400 ml eau distillé.
- Après refroidissement addition les 2 solutions dans 1000 ml eau distillé.

-Mesurer l'absorbance a la longueur d'onde 950 nm.

#### ❖ Dosage colorimétrique du fer ( $\text{Fe}^{+2}$ )

##### **Principe :**

Après oxydation en milieu acide, le fer est réduit à l'état ferreux et dosé par spectrophotométrie en utilisant la coloration rouge donnée par les sels ferreux avec la phénanthroline 1,10 (RODIER, 1996).

##### **Mode opératoire :**

##### **Réactif :**

- Solution A : résoudre 40 g d'acétate d'ammonium et 50 ml d'acide acétique et 50 ml eau distillé.
- Solution B : 20 g hydroxyle ammonium chloride dans 100 ml eau distillé.

- Solution C : 0.5 mg phenanthroline (1/10) chloride monohydrate dans 100 ml eau distillé.

**Mode opératoire :**

-Blanc : [10 ml d'eau distillé + 2 ml Solution A + 1 ml Solution B + 2 ml Solution C dans tube a essai].

-L'échantillon : [10 ml d'eau analyser + 2 ml Solution A + 1 ml Solution B + 2 ml Solution C dans tube a essai].

- **Analyses gravimétrique**

- ❖ **Dosage gravimétrie de sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$**

**Principe**

Les ions  $\text{SO}_4^{2-}$  sont précipités à l'état de sulfate de baryum et évalués gravimétriquement en présence de chlorure de baryum (RODIER, 2005).

**Mode opératoire :**

Peser les filtres avant filtration, noter  $P_1$  poids initiale .Prendre 100ml d'échantillon ajouter 1ml HCl 25% puis ébullition, ajouter 1ml  $\text{BaCl}_2$  et laisser refroidir. Filtration par les filtre préalablement pesée, séchage des filtres à l'étuve et la pesée des filtres noter  $P_2$  poids final.

**Expression des résultats :**

$$P(\text{BaCl}_2) = P_2 - P_1$$

$$\text{Calcule: } [\text{SO}_4^{2-}] = P \text{ BaCl}_2 \times 4115.$$

**3.3.2.3 Analyse microbiologique**

L'analyse microbiologique est un outil complémentaire de l'enquête sanitaire, elle permet de mettre en évidence la pollution de l'eau et favorise également de contrôler l'efficacité des mesures de protection ou de traitement.

- ❖ **Germes totaux**

**Préparation des dilutions :** On prélève dans un flacon 10 ml de l'eau à analysé que l'on place dans un tube à essai à l'aide d'une pipette stérile. On prélève du tube contenant l'eau à analysé 1ml que l'on place dans un des tubes contenant les 09 ml de l'eau distillée, on homogénéise la solution, puis on prélève 1ml de ce tube pour le mettre dans un troisième tube.

**Mode Opératoire :** A partir de l'eau à analyser, en utilisant des dilutions décimales de  $10^{-1}$  à  $10^{-3}$  dans des tubes d'eau distillée, puis porter 1 ml dans des boites de Pétri vides stériles. Compléter ensuite chacune des boites avec environ 14 ml de gélose TGEA (Tryptone Glucose

Extrait Agar : voir annexe n°1) fondue puis refroidie à  $45 \pm 1$  °C. Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de «8» pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose.

**Incubation** : Les boîtes sont incubées à 37 °C pendant 72 heures.

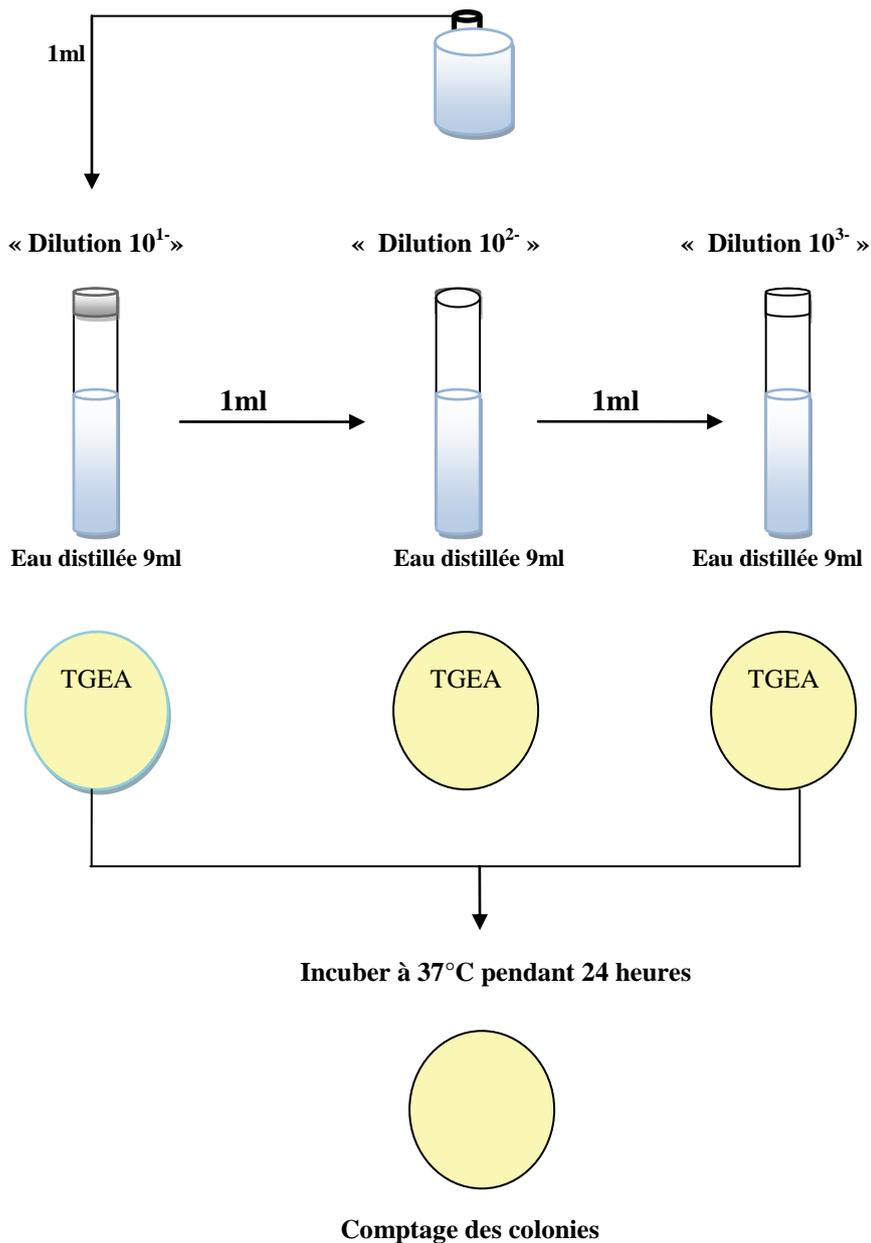
**Lecture** : Les germes se présentent sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse.

- Première lecture à 24 heures.
- Deuxième lecture à 48 heures.
- Troisième lecture à 72 heures.

**- Dénombrement**

Il s'agit de dénombrer toutes les colonies, en tenant compte la remarque suivante :

-Ne dénombrer que les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies.



**Figure 3.6 :** Dénombrement des germes totaux.

#### ❖ Les coliformes (Recherche et dénombrement en milieux liquides)

Les coliformes se présentent sous forme de Bacilles Gram négatifs (BGN), oxydase négative, aéro-anaérobies facultatifs, capable de croître en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acides et de gaz, en 24 à 48 heures à 37°C. Les coliformes sont considérés comme indices de contamination fécale. La recherche et le dénombrement des coliformes peuvent se faire par la technique du NPP (nombre le plus probable) en milieu liquide sur BCPL.

### Méthode de détermination du nombre le plus probable (NPP)

**Le Principe :** La technique du NPP fait appel à la méthode de fermentation en tubes multiples, au cours de laquelle au moins trois dilutions décimales de l'échantillon sont ensemencées dans des éprouvettes de bouillon et incubées à une température précise, pendant une période donnée, ensuite les résultats sont expliqués selon le tableau de NPP sachant qu'un tube considéré comme positive prenant la valeur (1) et le tube négative a une valeur de (0).

**Tableau 3.7:** Nombre plus probable (NPP) (Table Mac-Grady) .

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur			NPP dans 100 ml
3 tubes de 10 ml	3 tubes de 1ml	3 tubes de 0,1 ml	
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	1	11
1	2	0	11
2	0	0	9
2	0	1	14
2	1	0	15
2	1	1	20
2	2	0	21
2	2	1	28
3	0	0	23
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	1	150
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100

La technique en milieu liquide de bouillon pourpre de bromocresol à double concentration (BCPL D/C : voir annexe n°1) et simple concentration (BCPL S/C : voir annexe n°1) fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

-le test de présomption: réservé à la recherche des Coliformes totaux.

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

#### **-Test de présomption :**

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

- 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham - 3 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.

-3 fois 0.1ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.

Chasser le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

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

**Lecture :** Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

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

-un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu). Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de tableau NPP.



**Figure 3.7:** Incubation des coliformes totaux(Originale).

#### **-Test de confirmation ou test de Mac Kenzie.**

Le test de confirmation ou test de Mac Kenzie est basé sur la recherche de Coliformes thermotolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*. Les coliformes thermotolérants ont les mêmes propriétés de fermentation que les coliformes mais à 44°C.

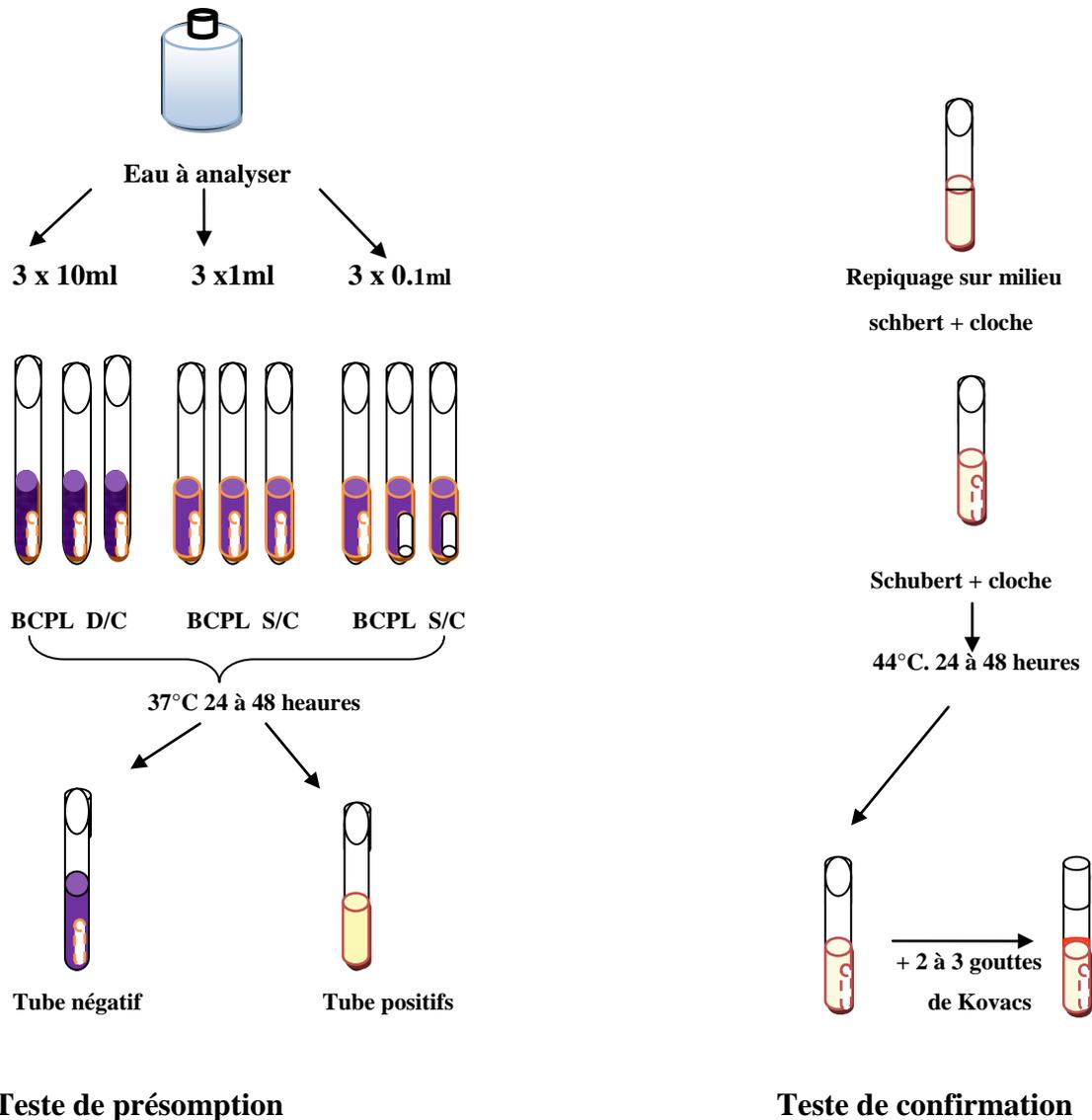
Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des Coliformes totaux feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'un ose bouclé dans un tube contenant le milieu Schubert (voir Annexe n°1) muni d'une cloche de Durham. Chasser le gaz présent éventuellement dans les Cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

**Incubation :** L'incubation se fait à 44°C pendant 24 heures.

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

- un dégagement gazeux.
- un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia Coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs (voir Annexe n°1).

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP en tenant compte du fait que *l'Escherichia Coli* est à la fois productrice de gaz et d'indole à 44°.



**Figure 3.8 :** Technique de dénombrement des colimétrie en milieux liquides.

❖ **Les Streptocoques fécaux :** (Recherche et dénombrement en milieux liquides)

Tout comme la méthode de recherche des coliformes en milieu liquide, celle de la recherche et le dénombrement des *Streptocoques fécaux* en milieu de bouillon glucosé à l'azide de sodium double concentration (ROTHE D/C : voir annexe n°1) et simple concentration (ROTHE S/C voir annexe n°1) : fait appel à deux tests consécutifs à savoir :

-le test de présomption.

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

#### **-Test de présomption.**

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

- 3 fois 10ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C,
- 3 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C,
- 3 fois 0,1ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C,

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

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

**Lecture** : Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien, seulement ces derniers :

-Ne doivent en aucun cas faire l'objet de dénombrement

-Doivent par contre, absolument faire l'objet d'un repiquage sur milieu LITSKY EVA (Azide éthyl violet-bouillon) dans le but d'être confirmés.

#### **-Test de confirmation.**

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des *Streptocoques fécaux* éventuellement présents dans le test de présomption.

Les tubes de ROTHE trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'un ose bouclé dans tube contenant le milieu LITSKY EVA (voir l'annexe n°1).

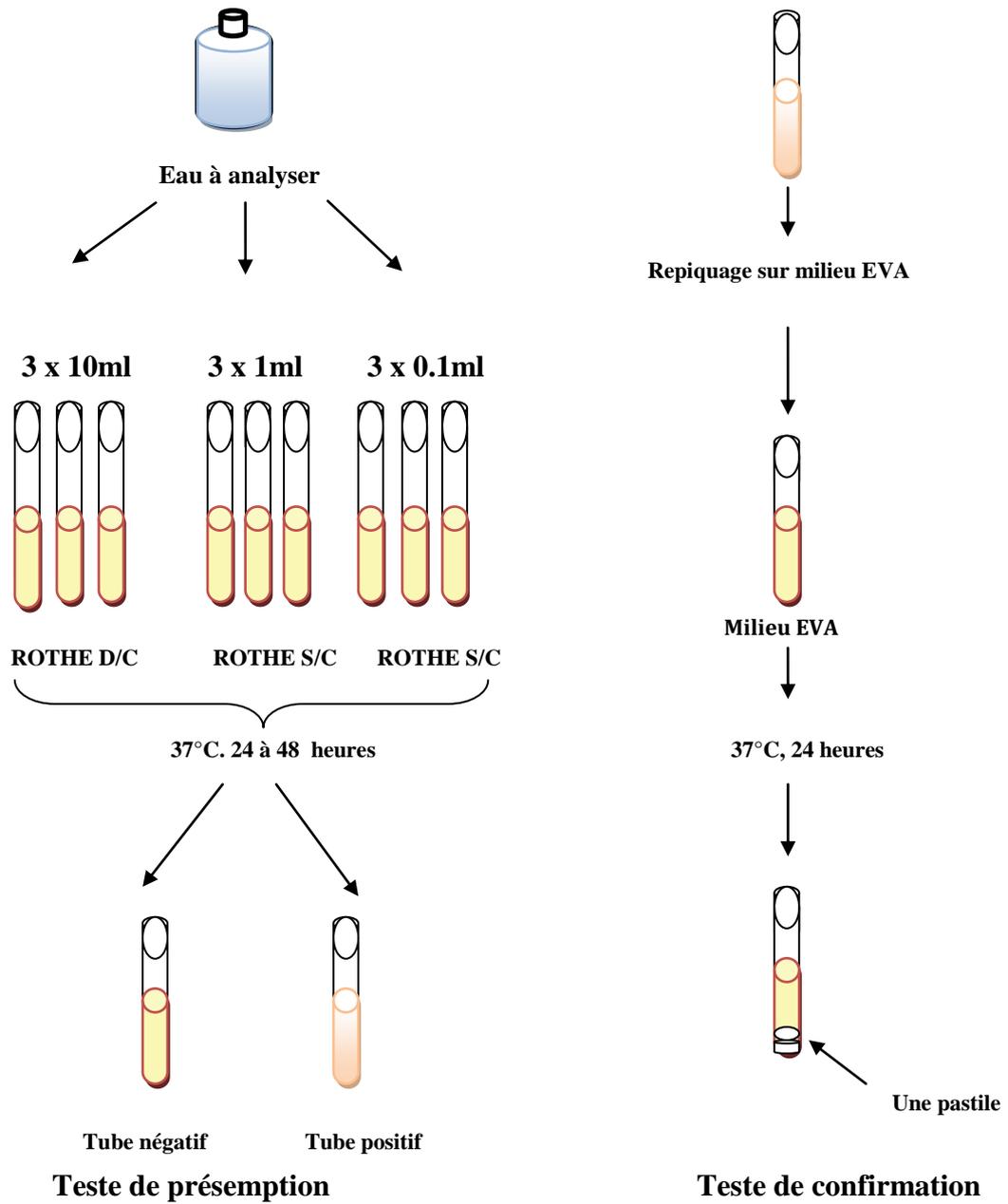
Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

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

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

-un trouble microbien, une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP.



**Figure 3.9:** Technique de dénombrement les Streptocoques fécaux en milieux liquides.

**4.1 Présentation des résultats :** Nos résultats sont représentés dans les tableaux suivants :

**Tableau 4.8 :** résultats des analyses organoleptiques.

Nature de l'échantillon	Odeur et Saveur	
	+	-
L'eau de robinet	20%	80 %
L'eau de citerne	4 %	96%

**Tableau 4.9 :** résultats des analyses physico-chimiques (électrochimie).

Nature d'échantillon	Date de l'analyse	Electrochimie			
		T° °C	pH	COND µS/cm	O <sub>2</sub> D mg/l
Eau de robinet	18-4-1014	24,1	7.5	1584	0,1
Eau de citerne	18-4-1014	23,6	8	499	0.1

**Tableau 4.10 :** résultats des analyses physico-chimiques (Spectrophotométrie).

Nature d'échantillon	Date de l'analyse	Spectrophotométrie				
		Fer mg/l	Couleur Pt/CO	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	Turbidité mg/l	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/l
Eau de robinet	18-4-1014	0,44	2	2.75	0	0.85
Eau de citerne	18-4-1014	0.05	0	3.17	0	0.72

**Tableau 4.11 :** résultats des analyses physico-chimiques (Volumétrie).

Nature d'échantillon	Date de l'analyse	Volumétrie				
		TH °F	Ca <sup>++</sup> °F	Mg <sup>++</sup> °F	TA mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l
Eau de robinet	18-4-1014	35.80	6.27	22,02	183	210
Eau de citerne	18-4-1014	33.12	13.78	26,85	183	45

**Tableau 4.12:** résultats des analyses microbiologiques.

Nature d'échantillon	Date de l'analyse	G.T	C.T	C.F	E. coli	ST
		G/100ml	G/100ml	G/100ml	G/100ml	G/100ml
Eau de robinet	25-4-2014	120	4	0	0	0
Eau de citerne	25-4-2014	50	7	0	0	0

**G.T :** Germe totaux

**E. coli :** Escherichia coli.

**C.F:** coliformes fécaux

**C.T :** coliformes totaux

**ST :** Streptocoques

## 4.2 Discussion :

Nous nous sommes basé dans notre discussion sur les résultats des analyses organoleptiques, physico-chimiques et bactériologiques de l'eau, on respectant la nature de l'eau.

### 4.2.1 Paramètres organoleptiques :

#### Odeur et Saveur

La flaveur est le terme utilisé pour décrire la sensation ressentie dans la bouche lors de l'absorption de nourriture ou d'un liquide. La flaveur peut être décrite comme l'addition des composantes de l'odeur, du goût d'une eau et du facteur d'impression (KHIARI, 1996). Les consommateurs attacheraient plus d'importance aux goûts, aux odeurs, à la turbidité et à la couleur de l'eau, qu'à la présence de composés chimiques non-odorants, mais nuisibles pour la santé (LESSARD, 1993).

D'après les résultats obtenus pour l'eau de robinet les jugements évaluer la saveur et l'odeur comme:

- 80% (personnes), l'eau ne contient ni odeur ni saveur.
- 20% (personnes), disent que l'eau contient de saveur et odeur.

Les résultats obtenus pour l'eau de citernes sont évalués la saveur et l'odeur comme:

- 96% (personnes), l'eau ne contient ni saveur ni odeur.
- 4% (personnes), disent que l'eau contient de saveur et odeur.

#### Couleur

La couleur apparente due aux matières en suspension et en solution, est en fonction des composés chimiques solubles colorés (MOUMOUNI ET DJERMAKOY, 2005). D'après les résultats, la coloration de l'eau potable de l'eau de robinet et citerne (2,0 UCV) ne dépasse pas la norme de 15 UCV.

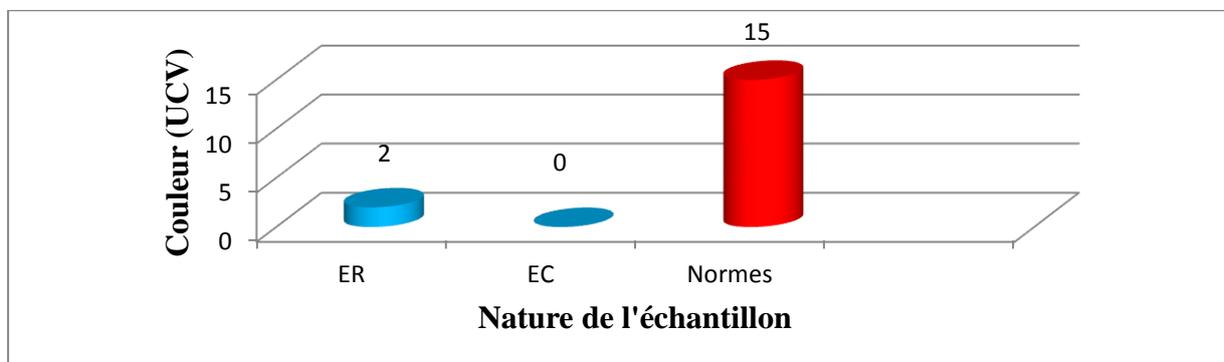


Figure 4.10: Résultats mesurés de la couleur.

## Turbidité

Elle est causée par la présence de matières en suspension ou par des substances en solution comme les substances minérales (sable, argiles ou limons), des matières organiques (matières organiques morts ou des végétaux en décomposition, du plancton suspendu ) ou d'autres matières microscopiques qui forment un obstacles au passage de la lumière dans l'eau (RODIER, 1996). Les valeurs nulles de la turbidité pour l'eau de robinet et citerne (0,0 N.T.U) Selon les normes Algériennes de l'eau potable fixée à 5,00 N.T.U (JORA, 2011).

### 4.2.2 Paramètres physico-chimiques :

#### Température

D'après les résultats obtenus, nous avons remarqués que la température pour les deux échantillons (l'eau de robinet 24,1°C et de citerne 23,6°C). Ne dépassent pas les normes algériennes estimées de 25°C (JORA, 2011). Il faut noter que la température est considérablement affectée par les saisons de l'année ainsi que l'heur de prélèvement.

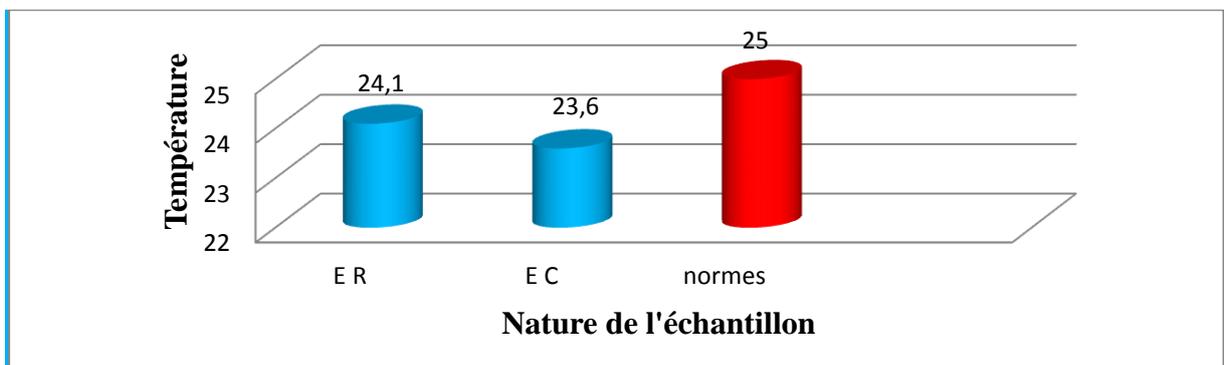


Figure 4.11: Résultats mesurés de la température.

#### PH

C'est un paramètre chimique caractérisant l'acidité ou la basicité d'un milieu. Il résulte de la composition ionique de l'eau (AMINOT ET KEROUL, 2004). Selon les normes Algériennes de l'eau potable, le pH est fixé entre 6,5 et 9,00, (JORA, 2011).

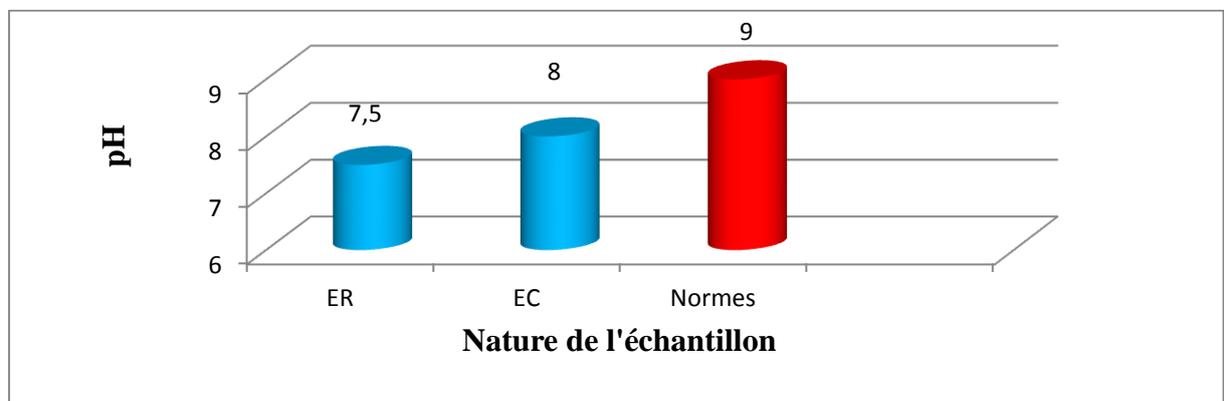


Figure 4.12: Résultats mesurés du pH.

Les résultats obtenus montrent que le pH de l'eau de robinet 7.5 et citerne 8 de la région d'El-Hadjeb ne dépasse pas cette norme.

### Conductivité électrique

La conductivité électrique traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique ; elle détermine la teneur globale des minéraux présent dans une solution : une eau douce accusera généralement une conductivité basse et bien au contraire une eau dite dure affichera une conductivité élevée (BREMAUD et al., 2006).

Les valeurs de la conductivité pour l'eau de robinet et de citerne sont 1584, 499  $\mu\text{S/cm}$ . Toutes ses valeurs ne dépassent pas la norme algérienne de potabilité fixée à 2800,00  $\mu\text{S/cm}$ . Concernant la minéralisation de l'eau de camion-citerne est présente une minéralisation moyenne ( $> 600$  et  $\leq 400$   $\mu\text{S/cm}$ ). Pour l'eau de robinet présente une minéralisation excessive ( $\geq 1000$   $\mu\text{S/cm}$ ) (VIERLING, 2008).

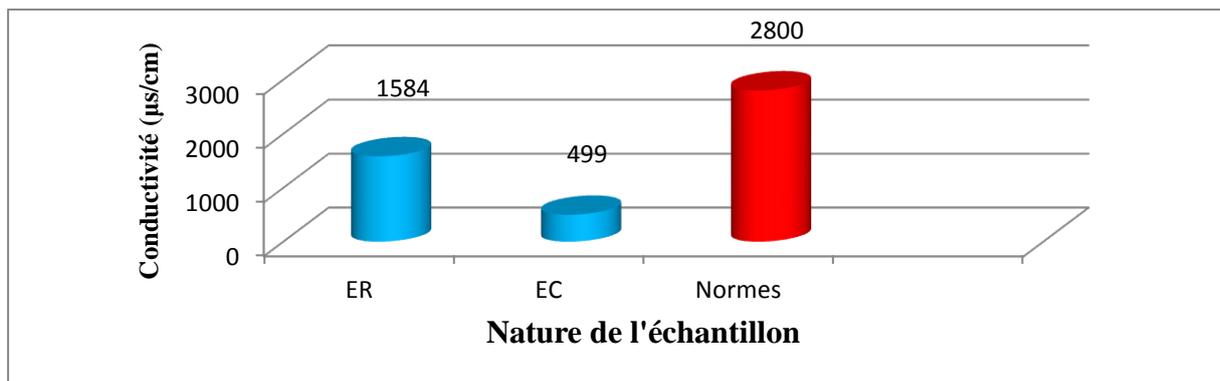
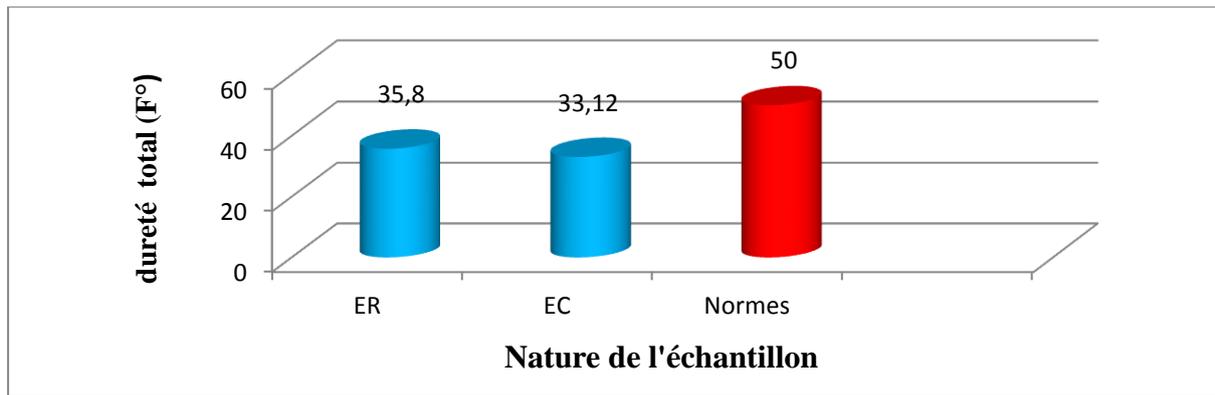


Figure 4.13 : Résultats mesurés de la conductivité.

### Dureté totale (TH)

Les taux moyens de TH pour les deux eaux robinet et citerne sont successivement 35.80 et 33.12°F. Selon les normes algériennes de l'eau potable pour le TH, fixée à 50,00 °F (ADE, 2006), La dureté représente le calcium et le magnésium présents naturellement dans l'eau. On peut considérer qu'une eau douce ayant une inférieure à 75mg/l de  $\text{CaCO}_3$  ou à 30 mg/l de calcium, et qu'au dessus, il s'agit d'une eau dure (RODIER, 2005).

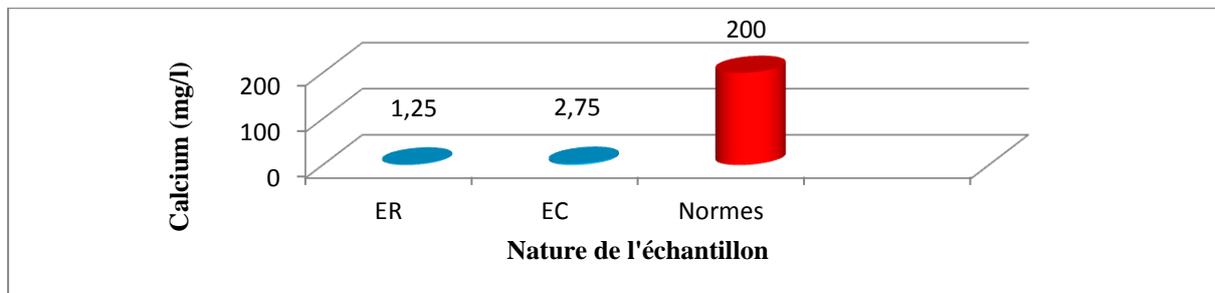


**Figure 4.14 : Résultats mesurés de la dureté totale.**

### Le calcium

C'est un métal alcalin terreux ; composant majeur de la dureté de l'eau (TH). Sa teneur varie essentiellement selon la nature des terrains traversés (RODIER, 1984). Le calcium est trouvé dans les eaux qui ont traversé des roches calcaires. Avec le magnésium, il est responsable de la dureté de l'eau. Cette dureté de l'eau est exprimée par le titre hydrotimétrique en degrés français ( $20^{\circ}\text{F} = 4 \text{ mg/L}$  de calcium) (QUENEAU et HABERT, 2009).

Les valeurs moyennes de calcium pour les deux eaux robinet et citerne sont successivement 1.25, 2.75mg/l. D'après les normes Algériennes de potabilité pour le calcium, fixée à 200,00 mg/l (VIERLING, 2008), ces valeurs ne dépassent pas cette norme.



**Figure 4.15 : Résultats mesurés du calcium.**

### Chlorure

Une concentration élevée de chlorures affecte le goût de l'eau et, accélère la corrosion des métaux dans le réseau en fonction de l'alcalinité de l'eau. Cela peut entraîner une augmentation de la concentration de certains métaux dans l'eau (MAIGA, 2005). Sachant que les normes Algériennes de l'eau potable pour les chlorures sont fixées à 500,00 mg/l (JORA,

2011) et les valeurs moyennes pour ce paramètre dans les eaux robinet et citerne sont successivement : 210, 45 mg/l. Toutes ses valeurs ne dépassent pas cette norme.

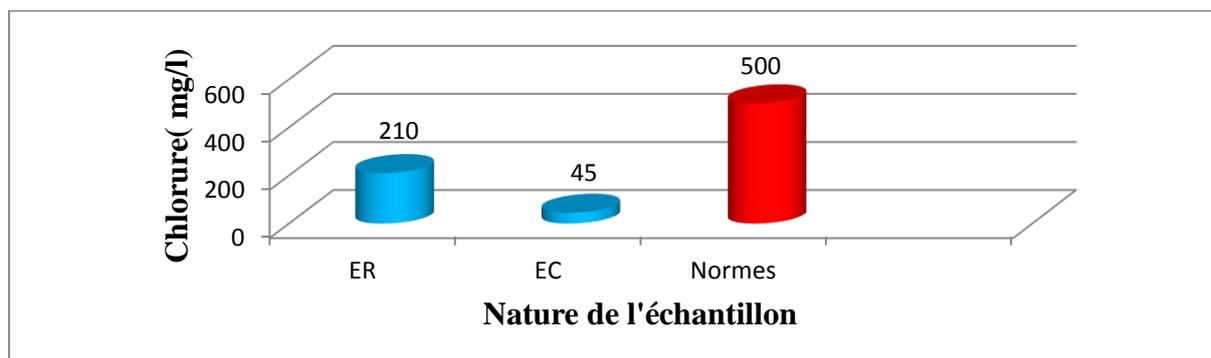


Figure 4.16: Résultats mesurés de chlorures.

### Sulfate

Naturellement présents dans les eaux, en concentration très variable ils sont parfois le témoin d'une pollution industrielle (QUENEAU et HABERT, 2009). Les valeurs moyennes des sulfates pour l'eau de robinet et citerne sont successivement : 1234,50, 1028,67 mg/l toutes ses valeurs dépassent les normes Algériennes de l'eau potable fixée à 400,00mg/l (JORA, 2011). Un taux élevé de sulfate cause des diarrhées à l'être humaine et aussi il peut causer une agression de la flore intestinale.

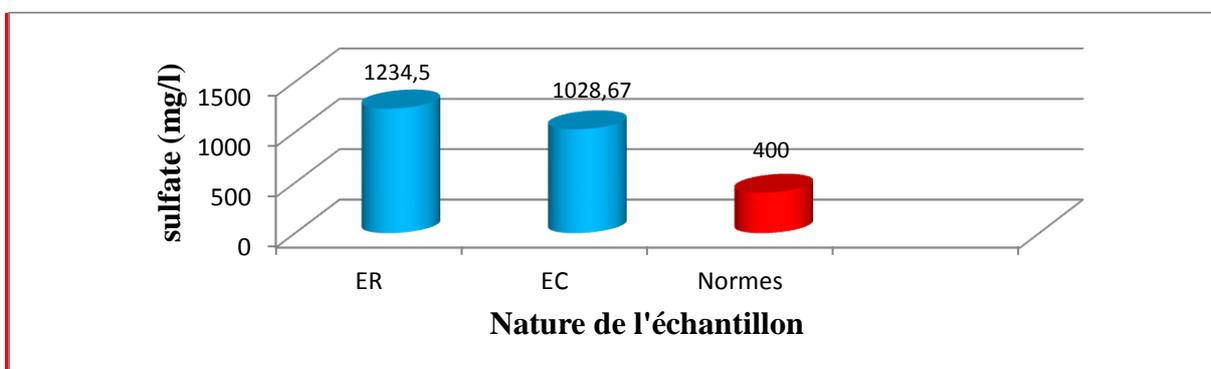
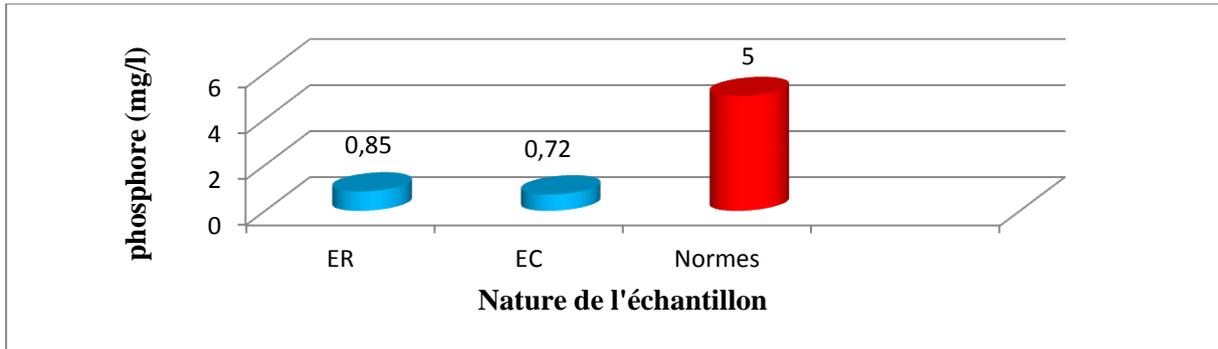


Figure 4.17: Résultats mesurés du sulfate.

### Phosphates

Les taux moyens des phosphates qui se trouvent dans les eaux de robinet et citerne sont 0.85 et 0.72 mg/l. Toutes ses valeurs ne dépassent la norme algérienne de potabilité, fixée à 5,00 mg/l pour ce paramètre (JORA, 2011). Les phosphates dégradent les qualités organoleptiques de l'eau (odeur, saveur, turbidité, couleur) (MAIGA, 2005).



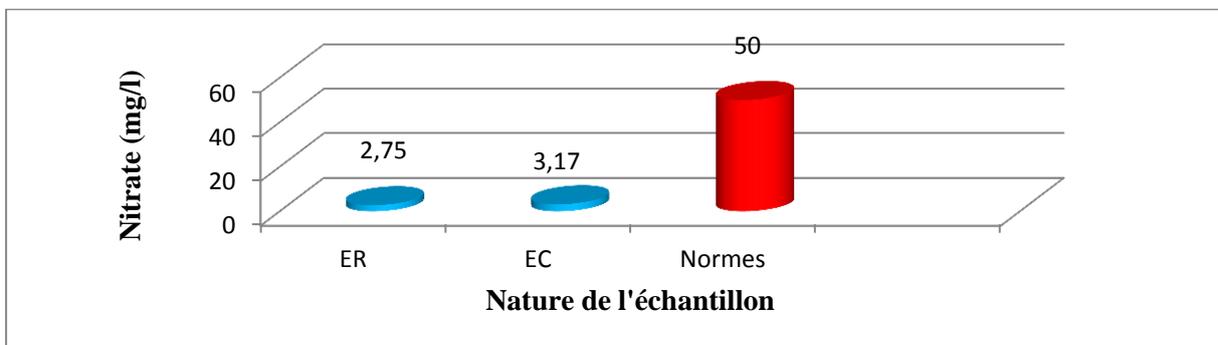
**Figure 4.18: Résultats mesurés du phosphate.**

### Nitrates

Les nitrates, composés oxygénés de l'azote, sont présents dans les rejets d'eaux usées et dans les engrais. Ils sont le témoin de la dégradation de la qualité de l'eau (QUENEAU et HABERT, 2009). Les valeurs moyennes des nitrates pour l'eau de robinet et citerne sont successivement 2.75, 3.17mg/l. ne dépassent pas les normes algériennes de l'eau potable pour les nitrates, fixée à 50 mg/l (JORA, 2011).

### Remarque :

Les nitrates sont des substances cancérigènes et peuvent causer ainsi le cancer gastrique, la cyanose, l'infertilité et l'hypertension.



**Figure 4.19: Résultats mesurés de nitrate.**

### Fer

Les valeurs moyennes du fer pour l'eau de robinet et citerne sont 0.44 ,0.05 mg/l, selon les normes Algériennes de l'eau potable pour le fer, fixée à 0,30 mg/l (JORA, 2011). La valeur de l'eau citerne ne dépasse pas cette norme mais l'eau de robinet dépasse la norme. Le fer influe sur la qualité organoleptique de l'eau mauvais goût, couleur et saveur (RODIER, 1996).

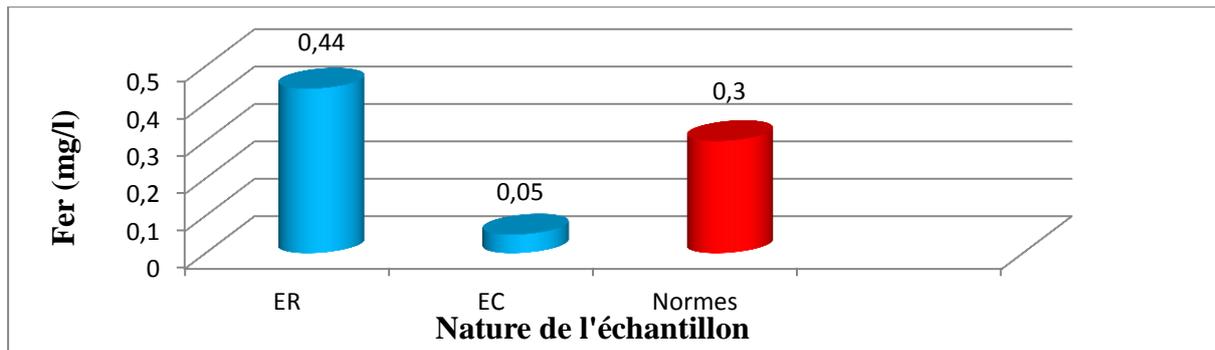


Figure 4.20 : Résultats mesurés de fer.

#### 4.1.3 Paramètres bactériologiques :

##### Les germes totaux

Ces germes regroupent tous les micro-organismes aérobies facultatifs qui apparaissent sous formes des colonies de taille et de forme différencié (JOHN et DONALD, 2010).

D'après les résultats obtenus, de l'eau analysée (l'eau de robinet et citerne) on a constaté que le taux des germes totaux à 37°C est 120 et 50 Germe/100ml successivement.

##### Les coliformes totaux

Les coliformes totaux sont considérés comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale (LEYRAL, et al, 2002). Les résultats obtenus pour les eaux analysées (l'eau de robinet et citerne) de la région de El-Hadjeb montrent que le nombre des coliformes totaux est égale à 4 Germe/100ml pour l'eau de robinet et 7 Germe/100ml pour l'eau de citerne.

##### Les coliformes fécaux

Les coliformes thermotolérants sont des bactéries habituelles du tube digestif de l'homme et des animaux. Sa détection dans l'eau doit faire sérieusement soupçonner une contamination d'origine fécale (JOHN, DONALD, 2010). D'après les résultats obtenus, de l'eau analysée (l'eau de robinet et citerne) on a constaté que les coliformes totaux absentent.

##### *Streptocoques fécaux*

Ces germes sont associés aux coliformes fécaux, ils sont considérés comme un bons indicateurs de pollution, aussi utilisés comme indicateurs d'efficacité de traitement, car ils sont nettement plus résistants que les coliformes et autres entérobactéries pathogènes (LEYRAL, et al., 2002). Les résultats des eaux analysées montrent que l'absence des streptocoques fécaux,

***Escherichia coli***

Est une bactérie qui fait partie du groupe des coliformes totaux et constitue le seul membre de ce groupe que l'on trouve exclusivement dans les matières fécales des humains et des animaux. Sa présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales (JOHN, DONALD, 2010). Les résultats des eaux analysées montrent que l'absence des matières fécales.

➤ L'importance que les résultats des analyses bactériologiques ont révélées sont : L'absence totale d'*Escherichia coli*, de *streptocoques fécaux*, ce qui nous amène à conclure que ces eaux ne contiennent pas des germes pathogènes, le nombre de germes totaux et celui des coliformes totaux ne dépasse pas les normes, en conséquence ces eaux possèdent les conditions bactériologiques de la potabilité.

## Conclusion

La présente étude a permis de rassembler certaines informations bibliographiques relatives aux généralités sur l'eau, leurs caractéristiques organoleptiques, physico-chimiques, et microbiologiques ainsi que les risques sanitaires liés à l'eau tels que les risques microbiologiques et chimiques bien évidemment.

La partie expérimentale a permis l'analyse de ces qualités et ce pour l'eau de robinet c'est-à-dire celle des réseaux AEP, et même l'eau distribuée par les camions citernes au niveau de la ville d'El-Hadjeb. D'après l'interprétation des analyses physico-chimiques nous pouvons conclure que l'eau de robinet de cette localité est chargée en ion de fer ( $Fe^{++}$ ), alors que la présence des cations de sulfates pour les deux types d'eau a dépassé les normes de potabilité et est par conséquent non conforme, ce qui provoque la sensation de mauvaise qualité organoleptique.

Concernant les autres paramètres (chlorures, nitrates, la dureté, la conductivité), leurs teneurs ne dépassent plus les normes de potabilité. Les analyses bactériologiques de ces mêmes échantillons ont permis de révéler la présence des germes totaux et de coliformes présumés aux niveaux des eaux : l'eau de robinet et l'eau des camions-citernes mais qui demeurent toujours conformes aux normes de potabilité en terme de bactériologie.

La qualité d'une eau potable est fonction de plusieurs variables entre autre : les caractéristiques de la région (sol, température,...), la source (superficielle, souterraine), le traitement, le stockage, la distribution, et les valeurs des paramètres physico-chimiques et microbiologiques. Leur interaction peut avoir des conséquences sur la santé publique.

Au terme de ce travail nous rappelons que l'eau est la source de toute vie, c'est pourquoi nous ne devons ménager aucun effort intellectuel, physique et matériel pour assurer sa disponibilité et veiller à améliorer sa qualité pour le bien-être des futures générations.

**Références bibliographiques**

- ADE. 2005.** Maintien de la qualité de l'eau dans les réseaux de distribution et lutte contre les pollutions accidentelles, formation continue en entreprise. Les cahiers techniques du stage T2. Centre de formation aux métiers de l'eau de Tizi-Ouzou, Algérie.
- ADE. 2006.** Méthodes d'analyses de l'eau potables .Alger. Algérie. P.48
- AFNOR NF T90-420, Février 2001.** Examens bactériologiques des eaux destinées à la consommation humaine.
- AMINOT A., KEROUL R. 2004.** Hydrologie des écosystèmes marins : paramètres et analyses. Edition, Ifremer, France, 336 P.
- ANAT. 2002.** Schéma directeur des ressources en eau de la wilaya de Biskra. Rapport préliminaire.
- ANDI. 2013. Invest in Algeria.** Agence Nationale de Développement de l'Investissement : wilaya de Biskra.
- ANONYME. 2003.** Document d'aide technique pour les normes : directives et objectifs associés à la qualité de l'eau potable en Ontario. Protéger notre environnement PIBS 4449f01, Ontario, PP.25- 28.
- BAZIZ N. 2008.** Etude sur la qualité de l'eau potable et risques potentiels sur la santé cas de la ville de Batna. Mémoire de magister, elhadj lakhdar Batna, 144P.
- BREMAUDE C., CLAISSE JR., LEULIER F., THIBAUT J ., ULRICH E. 2006.** Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rurale. Edition, Educagri. Dijon, France, 220-221 P.
- CHRISTIANE B., JEAN B., FRANCOI B., DANEIL B., JEAN D., RENEE F. 1978.** Mémento technique de l'eau. Edition, Degrement , Paris, 1200P.
- CHRISTIANE . 2005.** Mémento technique de l'eau. Edition, degrement, Paris.
- CNRS. ANONYME.** Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) webmaster@eau-direct.f.
- COLLET. 2013.** Capacité à satisfaire la demande en eau sous contraintes climatique et anthropique sur un bassin méditerranéen. Thèse de doctorat, l'école doctorale Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géosciences, Hydro sciences, Environnement (SIBAGHE), 2 P.
- COPIN G. ANONYME.** L'eau dans tous ses états. Physique et chimie marines, P.1.
- DAVEZAC., GRANDGUILLOT., ROBIN. 2008.** L'eau potable en France. Ministère de la santé, de la Jeunesse, des Sports et de la Vie associative, Paris, P.30.

- DEGREMENT. 1978.** Mémento technique d'eau. Edition , Degrement Technique et documentation, France, 1200P.
- DEGREMENT. 1989.** Mémento technique d'eau. Edition, Cinquantenaire, France, 1200P.
- DEGREMENT .2005.** Mémento technique d'eau. Tome I, Cinquantaine édition, France, 1215 P.
- DESJARDINS R. 1997.** Le traitement des eaux. Edition, l'école polytechnique de Montriel, Paris ,304P.
- DUPONT. 1981.** Hydraulique urbaine (Hydrologie-captage et traitement des eaux). Tome I, Edition, EYRLLES, Paris, P.262.
- GERARD G. 1999.** L'eau usage et polluant. Ed, I.N.R.A, Paris, 210.P.
- GEUJONS A. 1995.** La pollution des milieux aquatique. Aide mémoire. Lavoisier, Paris, P .45.
- GOEL. 2002.** Water pollution (causes, affects and control).Edition, S.C.E.R.E.M, France ,358.P.
- GORGE. ANONYME.** Traitement et distribution de l'eau. UTLO Groupe Intergénération,, p19
- GROSCLAND .1999.** L'eau : usage et polluants. Tome II. Edition, INRA, Paris.
- GUIRAUD. 2003.** Microbiologie alimentaire. Edition, DUNOD, Paris, P.354.
- HAMED M., GUETTACHE A., BOUAMER L. 2012.** Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage djorf-torba Bechar. Mémoire d'ingénieur d'état en biologie, université de Bechar, P.3.
- HASLAY., LECLERC. 1993.** Microbiologie des eaux d'alimentation. Ed technique et documentation, Lavoisier, Paris.
- JELLAT F. 1999.** Qualités physico-chimiques et bactériologiques des eaux de consommation de la ville de Batna. Mémoire d'ingénieur, Département d'agronomie, université de Batna.
- JOHN P., DONALDA. 2010.** Microbiologie, 3<sup>ème</sup> Édition, 2010, 1216 p.
- JORA.2011.** Décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif la qualité de l'eau de consommation humaine. Imprimerie Officielle. Les Vergers: Bir-Mourad Raïs. Alger, Algérie, PP. 7-9.
- KERMER. 1984.** Manuel de l'eau. Ed, Naléo, France, P.19.
- KHIARI D., BARRETT S., CHINN R. 2002.** Distribution generated taste-and-odor phenomena. A WW A Research Foundation, Denver, CO, USA, P.264.
- KETTAB. 1992.** Traitement des eaux : les eaux potables. Edition, office des publications universitaires, Alger, P. 151.

- LEDERRER J. 1986.** Encyclopédie moderne de l'hygiène. Ed, Nauwelaerts, Bruxelles.
- LESSARD S. 1993.** Identification des causes des nuisances organoleptiques d'une eau lacustre à potabiliser et proposition d'un procédé de traitement. Mémoire présenté l'institut National de la Recherche scientifique, université du Québec, P.1.
- LEYRAL G., RONNEFOY C., GUILLET F. 2002 .**Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris, 245p.
- MAIGA.2005.** Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM. Sa dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière. Thèse de doctorat, faculté de médecine, de pharmacie et d'odonto stomatologie Bamako, PP.17-21.
- MAKHLOUFI. 2007.** Analyse microbiologique et physiologique de l'eau potable dans la ville de Béchar. Thèse de magistère, université de Béchar.
- MEBARKI. 2010.** La région du Maghreb face à la rareté de l'eau .L'exemple du défi algérien : mobilisation et gestion durable des ressources. Université mentouri de Constantine faculté des sciences de la terre, de géographie et d'aménagement du territoire, route d'Ain El Bey – 25000 Constantine (ALGERIE), PP.7-15.
- MOKHNACHE., MESSAIDI. 1992.** Etude et application de quelques électrodes tonique spécifiques au contrôle de la pollution des eaux. Edition, office de la publication universitaire, Alger, P.1
- MOUMOUNI., DJARMAKOYE. 2005.** Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines. Thèse de doctorat, faculté de médecine de pharmacie et d'Odonto stomatologie Bamako, P.40.
- OMS. 2000.** Directive de la qualité pour l'eau de boisson. Volume 1 Critères d'hygiène et documentation à l'appui. Organisation mondiale de la santé, 2<sup>ème</sup> édition, P.1050.
- ORE.2013 .**Observatoire Régional de l'Environnement Poitou-Charentes.
- PIERRE C., BARTHE ., Belleville D., Benedetti J. 2006 :** Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Institut national de santé publique du Québec, Québec, PP.1-4.
- POTELON., ZYSMAN.1998.** Le guide des analyses de l'eau potable. Edition, S.E.P.T, France, PP79-213.
- QUENEAU P ., HUBERT J., 2009.** Place des eaux minérales dans l'alimentation. Rapport de l'académie national de médecine. Société française de l'hydrologie et climatologie médicale. France, PP. 175-220
- REJESCK F.2002.** Analyse des eaux (aspect réglementaires et technique). Edition, SCéREN, Collection biologie technique, Paris, PP. 53-110-139.

**REMINI B. 2010.** La problématique de l'eau en Algérie du nord. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 08, Juin 2010, P.31.

**RELAND. 2003.** Eau, environnement et santé publique. Londres, Paris, New york.

**MOLETTA R. ANONYME.** L'eau, sa pollution, et son traitement. France.

**RICHARD Y ., Berne F.1989.** Mémento technique d'eau. Tome I, II. Edition, Degrémont, Paris, 1459 P.

**RODIER.1984.** L'analyse de l'eau : « eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer ». 7<sup>ème</sup> Ed, Edition Dunod, Paris.

**RODIER. 1996.** L'analyse de l'eau « eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer ». (8e édition) Dunod, Paris,1434 P.

**RODIER J ., COLL. 2005.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physicochimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats.8<sup>ème</sup> Ed, Edition, Dunod, Paris, 1383 P.

**SAMAKE H. 2002.** Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 et2001. Thèse de doctorat, faculté de médecine, de pharmacie Et d'odonto stomatologie Bamako, P.11.

**TARDAT H ., BEAUDRY. 1984.** Chimie des eaux. Ed, le Griffon d'argile, Québec.

**VERBANCK. 2002.** Elimination et récupération des métaux lourds dans les eaux usées des ateliers de galvanoplastie et de finition métallique de la région de Hânoi. Ed, Elsevier, P.315.

**VIERLING E. 2008.** Aliment et boissons : filière et produit. 3<sup>ème</sup> édition, Doin éditeur, Centre régional de documentation pédagogique d'aquitaine , France, P.230.

**VILAGINES. 2003.** Eau, environnement et santé. Ed, TEC § DOC, France, P.167.

**Annexe n°1 :**

**1-Recherche et dénombrement des germes totaux :**

**\*TGEA (Gélose tryptone glucose agar) :**

- Tryptone : 5g
- Extrait de viande : 3g
- Glucose : 1g
- Gélose : 15g

**2-Recherche et dénombrement des coliformes fécaux et totaux:**

**\*BCPL (Bouillon lactosé au bromocrésol-pourpre)**

**A double concentration :**

- Peptone : 10g
- Extrait de Viande de bœuf : 6g
- Lactose : 10g
- Pourpre de bromocrésol : 0,06g
- Eau distillée : 1000ml

**-Simple concentration :**

- Peptone : 5g
- Extrait de Viande de bœuf : 3g
- Lactose : 5g
- Pourpre de bromocrésol : 0,03g
- Eau distillée : 1000ml

**\* Schubert (milieu indole manitol pour *Escherichia coli*) :**

- Tryptophane : 0,2g
- Acide glutamique : 0,2g
- Sulfate de magnésium : 0,7g
- Citrate de sodium : 0,5g
- Sulfate d'ammonium : 0,4g
- Chlorure de Sodium : 2g
- Tryptone oxyde : 10g
- Mannitol : 7,5g
- Eau distillée : 500ml

- Tampon Phosphate : 500ml

**\* Kovacs (Réactif pour indole de) :**

- P. diméthylaminobenzaldehyde : 10 g
- Alcool isoamylique : 150 ml
- Acide chlorhydrique concentré: 50ml

**3- Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux :**

**\*Bouillon glucosé à l'azide de sodium (milieu de Rothe) :**

**A double concentrations :**

- Tryptone : 40g
- Glucose : 10g
- Chlorure de sodium : 10g
- Phosphate bipotassique : 5,4g
- Phosphate mon potassique : 5,4g
- Azide de sodium : 0,4g
- Eau distillée : 1000ml

**A Simple concentrations :**

- Tryptone : 20g
- Glucose : 5g
- Chlorure de sodium : 5g
- Phosphate bipotassique : 2,7g
- Phosphate mon potassique : 2,7g
- Azide de sodium : 0,2g
- Eau distillée : 1000ml

**\* EVA ( Bouillon glucosé à l'éthyle violet et l'azide de sodium) :**

- Tryptone : 20g
- Glucose : 5g
- Chlorure de sodium : 5g
- Phosphate bipotassique : 2,7g
- Phosphate mono potassique : 2,7g

- Azide de sodium : 0,3g
- Ethyle : 0,0005g
- Eau distillée : 1000ml

**Annexe n°2 :****JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 18****18 Rabie Ethani 1432 correspondant à 23 mars 2011****Tableau n°1:** Paramètres de qualité de l'eau de consommation humaine.

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres chimiques	Fer total	mg/l	0,3
	Nitrates	mg/l	50
	Phosphore	mg/l	5
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/l Platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur à 12°C	Taux dilution	4
	Saveur à 25°C	Taux dilution	4
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Alcalinité	mg/l	500
	Calcium	mg/l	200
	Chlorures	mg/l	500
	Concentration en ions Hydrogen	Unité pH	$\geq 6,5$ et $\leq 9$
	Conductivité à 20°C	$\mu\text{S}/\text{cm}$	2800
	Dureté	mg/l	200
	Résidu sec	mg/l	1500
	Sulfates	mg/l	400
Température	°C	25	

**Tableau n°2:** les critères microbiologiques des eaux de disruption (Bacha et Cherroum, 2008).

Paramètres	Limite de la qualité
Germes aérobies à 37°C/ml	20
Germes aérobies à 22°C/ml	$<10^2$
Coliformes aérobies à 37°C/ml	$<10$

---

---

Coliformes fécaux/100	Absence
<i>Streptocoques D</i> /50ml	Absence
<i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs à46°C/ml	Absence
<i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs à46°C/20ml	Absence

## ملخص :

تعتبر النوعية الجيدة لمياه الشرب الموزعة للمستهلك عنصرا بالغ الأهمية لحماية الصحة العامة. الغرض من عملنا يتمثل في تحليل نوعية مياه الحنفية والمياه الموزعة عن طريق الشاحنات ذات الصهاريج في مدينة الحاجب وذلك بالقيام بتحليل حسية، فيزيائية، كيميائية وبكتيرية.

أظهرت النتائج التجريبية أن نوعية مياه الحنفية رديئة وغير صالحة للشرب لتجاوزها بعض معايير الصحة الوطنية بسبب تجاوز عتبة المعايير المعمول بها فيما يخص الكبريتات بالنسبة لمياه الحنفية والصهاريج على السواء والحديد بالنسبة لمياه الحنفيات، أما فيما يخص مياه الصهاريج فهي ذات نوعية متوسطة على العموم.

إن توزيع المياه بالصهاريج المتنقلة يعتبر حلا غير مضمون ومن أجل الحفاظ على سلامة وصحة المستهلك نوجه دعوتنا للسلطات المحلية للاستثمار في مجال توزيع ومعالجة المياه في سبيل تحقيق تنمية محلية منسجمة.

**الكلمات المفتاحية :** مياه الشرب، مياه الصهاريج، تحليل حسية، النوعية، المعايير.

## Résumé :

La qualité de l'eau potable distribuée pour la consommation est un élément essentiel pour la préservation de la santé publique. L'objectif de notre travail est d'analyser la qualité de l'eau du robinet et celle distribuée par camion-citerne dans la ville d'El-Hajeb. Pour se faire, nous avons effectué des analyses sensorielles, physico-chimiques et bactériologiques.

Les résultats expérimentaux ont montré que l'eau du robinet est de mauvaise qualité est donc impropre à la consommation du fait du taux élevé du fer et des sulfates, alors que l'eau des camions citernes enregistre un taux élevé en sulfates, ce qui la rend sa qualité moyenne.

L'eau de citernes d'eau ne constitue jamais une solution durable, mais plutôt une réponse provisoire pour répondre aux besoins incessants des consommateurs. Nous recommandons aux autorités d'investir dans le domaine de la distribution et du traitement de l'eau potable afin de permettre un développement local harmonieux.

**Les mots clés :** l'eau potable, l'eau de citernes, analyses organoleptiques, qualité, normes.

## Summary:

Is the quality of drinking water distributed to the consumer a critical element for the protection of public health. The purpose of our work is to analyze the quality of Tap water and water distributed by tanker truck in the city of eyebrow by doing analyzes of sensory, physical, chemical and bacterial.

The experimental results showed that the quality of tap water is poor and not suitable for drinking to overcome some of the national health standards due to the threshold exceeded Applicable standards regarding sulfates for tap water tanks on both iron for tap water, either with respect to water tanks are of average quality on the whole.

The distribution of water tankers mobile solution is not guaranteed and in order to maintain the safety and health of the consumer we draw our call for local authorities Investment in the field of water treatment and distribution in order to achieve a harmonious local development.

**Key words:** Drinking water, tanker truck water, sensory analyzes , quality, Standards