



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des sciences exactes et sciences de la nature  
et de la vie  
Département des sciences de la nature et de la vie

## MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Microbiologie appliquée

Réf. : .....

---

Présenté et soutenu par :  
**Nour El-Houda RIGUET**

Le : samedi 6 juillet 2019

**Contribution à l'étude de qualité physico-chimique et  
microbiologique des eaux de sources (Guedila, Manbaa  
et**

**El-Kantara); cas d'étude la région de Biskra**

---

### Jury :

Dr	SIMOZRAG Ahmed	MCB	Université de Biskra	Président
Dr.	BENAMEUR Nassima	MCB	Université de Biskra	Rapporteur
Dr.	BENAMEUR Tarek	Prof	Université King Faisal KFU	Rapporteur
Dr	GHITI Hassina	MCB	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2018/2019

## Remerciements

Avant tout, je glorifie ALLAH le tout puissant, de  
M'avoir accordé la force, le courage et les moyens  
Pour la réalisation de ce travail.

Je tiens à remercier madame **BENAMEUR Nassima** d'avoir  
Accepté de me encadrer sur ce thème, de me avoir  
Conseillé judicieusement, orienté, encouragé et de  
M'apporter son attention tout au long de ce travail.  
Professeur **BENAMEUR Tarek** d'avoir accepté de  
Co-encadrer ce Travail et pour ses conseils judicieux.

Je tiens également à remercier membre de jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.  
Les analyses microbiologiques ont été réalisées au niveau de laboratoire bactériologie Alimentaire et Eaux (BISKRA), sous la direction de Madame Habiba , et les analyses physico-chimique ont été réalisé au niveau de laboratoire de l'ADE, et en particulier SALEM D et le chef de service Monsieur DJOUMAA N, et laboratoire de la faculté d'agronomie, Nous tenons à la remercier très vivement d'avoir accepté de nous aider et pour nous ont facilité l'avancement de la partie analyse et pour ses conseils durant la durée de stage  
A la fin nous tenons à remercier également tous les enseignants et le personnel techniques et Administratif de l'HADJEB et en particulier ZOUZOU O et tous les étudiants de la promotion 2018/2019.

## Dédicace

*Avec l'aide et la protection d'ALLAH*

*Ce travail est réalisé.*

*Je dédiais ce travail à :*

*Ma chère grande mère*

*Mes trop chers parents qui nous ont toujours apportés*

*L'amour et leur soutien moral*

*A mes chers frères: Zein Eddine et Baha Eddine*

*A ma sœur : Khouloud*

*Toutes la famille RIGUET et THABET*

*Oncles : Kamel, Khaled ,Karim, Yazid, Sami, Ammar, Mohammed,*

*Abd El-Azize, Abd El-Rahmenne, Riad, Ahmed, Hicham, Salah Eddine*

*Tantes : Naima, Faten, Yasmina*

*Et tous leurs enfants surtout Aicha*

*Mes collègues de promo de Biologie*

*B. Ikram Aya, H. Haizia*

*Et toutes les amies*

*(B .Sara, L .Asma, L .Donia, G .Khouloud, S. Houda, B.Dalél , Z .Loubna )*

# Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Liste des tableaux .....	I
Liste des figures .....	II
Liste des abréviations .....	III
Introduction .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

## Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

1.1. Définition.....	3
1.2. Ressources de l'eau.....	3
1.2.1. Eau de la surface.....	3
1.2.2. Eau souterraine.....	3
1.3. Catégories de l'eau.....	4
1.3.1. Eau potable .....	4
1.3.2. Eau minérale naturelle.....	4
1.3.3. Eau de source .....	4
1.4 Qualité de l'eau.....	4
1.4.1. Facteur toxique .....	4
1.4.2. Facteur physico-chimique.....	5
1.4.3. Facteur microbiologique.....	6
1.4.3.1. Bactéries indicateurs spécifiques de pollution fécale .....	6
a. Coliformes totaux.....	6
b. Coliformes fécaux.....	6
c. <i>Stréptocoques fécaux</i> .....	7
1.4.3.2. Bactéries non réellement spécifiques de pollution fécale .....	7
a. <i>Les Clostridium sulfito-réducteurs</i> .....	7
b. Les bactéries <i>Aérobies revivifiables</i> (germes totaux) .....	7
1.4.3.3. Bactéries pathogènes.....	7
1.5. Maladies d'origine hydrique liée aux bactéries .....	7
1.5.1. Cholera .....	8
1.5.2. Typhoïde.....	8
1.5.3. Shigellose.....	8
1.6. Normes de qualité de l'eau .....	8

## Chapitre 2 : Matériel et méthodes

2.1	Présentation générale sur la région de Biskra .....	10
2.2.	Présentation des régions d'étude .....	10
2.2.1.	Guedila .....	10
2.2. 2.	Manbaa.....	11
2.2. 3.	El-Kantara .....	12
2.3.	Conduite d'essai .....	13
2.4	.Prélèvement des échantillons d'eau .....	13
2.5.	Transport des échantillons .....	14
2.6.	Méthodes d'analyses.....	14
2.6.1.	Analyses physico-chimiques .....	14
2.6.1 .1.	Mesure de la température .....	14
2.6.1.2.	Mesure du potentiel d'hydrogène .....	14
2.6.1.3.	Mesure de la conductivité électrique.....	15
2.6.1.4.	Détermination des matières en suspension .....	15
2.6.1.5.	Dureté ou titre hydrotimétrique .....	16
2.6.1.6.	Dosage de sodium .....	17
2.6.1.7.	Dosage de Potassium.....	17
2.6.1.8.	Dosage d'ammonium .....	17
2.6.1.9.	Dosage de sulfate.....	18
2.6.1.10.	Dosage d'ortho phosphate.....	19
2.6.1.11.	Dosage de chlorure .....	19
2.6.1.12.	Dosage de nitrate.....	20
2.6.1.13.	Dosage de nitrite .....	20
2.6.1.14.	Dosage de fer.....	21
2.6.1.15.	Dosage de l'alcalinité (bicarbonate).....	21
2.6.2.	Analyses bactériologiques .....	22
2.6.2.1	.Dénombrement des germes totaux (Les germes revivifiables) .....	22
2.6.2.2.	Dénombrement des Coliformes totaux et des <i>Coliformes fécaux</i> ( <i>thermotolérants</i> )Test de présomption.....	23
2.6.2.3.	Dénombrement des <i>Streptocoques fécaux</i> .....	25
2.6.2.4.	Dénombrement des <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i> .....	26

## Chapitre 3 : Résultat et discussion

3.1	Paramètres physico-chimiques des eaux de sources .....	29
3.1 .1.	Température (T).....	29

3.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH) .....	29
3.1.3. Conductivité électrique (CE).....	30
3.1.4. Matières en suspension (MES) .....	30
3.1.5. Calcium (Ca <sup>2+</sup> ) .....	31
3.1.6. Magnésium (Mg <sup>2+</sup> ).....	32
3.1.7. Sodium (Na <sup>+</sup> ) .....	32
3.1.8. Potassium (K <sup>+</sup> ).....	33
3.1.9. Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) .....	33
3.1.10. Sulfate (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ).....	34
3.1.11. Ortho-phosphate (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ).....	34
3.1.12. Chlorure (Cl <sup>-</sup> ) .....	35
3.1.13. Nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	36
3.1.14. Nitrite (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	36
3.1.15. Fer (Fe <sup>+2</sup> ) .....	37
3.1.16. Bicarbonate (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	38
3.2. Paramètres bactériologique.....	39
3.2.1. Germes totaux .....	39
3.2.2. Coliformes totaux et fécaux .....	40
3.2.3. Streptocoques fécaux.....	40
3.2.4. <i>Clostridium sulfito-réducteurs</i> .....	41
Conclusion.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Bibliographie.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Annexes	
Résumé	

## Liste des tableaux

Tableau 1.1 :Facteurs toxiques selon le journal officiel Algérien.....	4
Tableau 1.2 : Paramètres physico-chimiques selon le journal officiel algérien.....	5
Tableau1. 3 : Normes bactériologiques des eaux souterraines.....	9
Tableau 3.1 : Variation des paramètres bactériologiques du sources étudiées .....	39

## Liste des figures

Figure 2.1 : Carte géographique présente les sites du travaille.....	10
Figure 2.2 : Situation géographique et la zone de l'entreprise.....	11
Figure 2.3 : Situation géographique d' usine de Guedila - Commune de Djemourah - Wilaya de Biskra.....	11
Figure 2.4 : Situation géographique du uzine de Manbaa - Commune de Djemourah - Wilaya de Biskra.....	12
Figure 2.5 : Situation géographique d'usine d'El-kantara - Commune d'El-kantara - Wilaya de Biskra.....	12
Figure 2.6 : Protocole expérimental de recherche et de dénombrement des <i>Germes totaux</i> . ..	22
Figure 2.7 : Protocole expérimental de recherche et de dénombrement des Coliformes totaux avec identification d' <i>E. coli</i> . ..	24
Figure 2.8 : Protocole expérimental de recherche et de dénombrement des <i>Streptocoques fécaux</i> . ..	26
Figure 2.9 : Protocole expérimental de recherche et dénombrement des <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs. ....	27
Figure 3.1 : Variation moyenne de la température dans les sources étudiées .....	29
Figure 3.2 : Variation moyenne du ph dans les sources étudiées.....	30
Figure 3.3: Variation moyenne de la conductivité électrique dans les sources étudiées .....	30
Figure 3.4: Variation moyenne de la matière en suspenssion dans les sources étudiées.....	31
Figure3.5 : Variation moyenne de la teneur en calcium dans les sources étudiées.....	32
Figure3.6 : Variation moyenne de la teneur en magnésium dans les sources étudiées.....	32
Figure3.7 : Variation moyenne de la teneur en sodium dans les sources étudiées .....	33
Figure3.8 : Variation moyenne de la teneur en potassium dans les sources étudiés.....	33
Figure3.9 : Variation moyenne de la teneur en ammonium dans les sources étudiées .....	34
Figure3.10 : Variation moyenne de la teneur en sulfate dans les sources étudiées.....	34
Figure3.11 : Variation moyenne de la teneur en ortho-phosphate dans les sources étudiées ..	35
Figure3.12 : Variation moyenne de la teneur en chlorure dans les sources étudiées.....	36
Figure3.13: Variation moyenne de la teneur en nitrate dans les sources étudiées .....	36
Figure3.14 : Variation moyenne de la teneur en nitrite dans les sources étudiées.....	37
Figure3.15 : Variation moyenne de la teneur en fer dans les sources étudiées.....	38
Figure3.16: Variation moyenne de la teneur en bicarbonate dans les sources étudiés .....	38
Figure3.17:Germe totaux dans le milieu TGEA après incubation .....	40

Figure 3.18 : *streptocoques fécaux* dans le milieu après incubation ..... 41

## Liste des abréviations

- ADE** : Algérienne Des Eaux
- ASR** : Anaérobies Sulfito-Réducteur
- BCPL** : Bouillon Lactosé au Pourpre de Bromocrésol
- CE** : Conductivité électrique
- CF** : Coliforme fécaux
- CT** : Coliforme totaux
- D/C** : Double Concentration
- E Coli** : Escherichia Coli
- EDTA** : Acide Ethylène-Diamine-Tetraacétique
- EVA** : Azide Éthyle Violet
- ISO** : International Standardisation Organisation
- JORA** : Journal Officiel de la République Algérienne
- NET** : Noir d'Erichrome
- OMS** : Organisation mondial de la santé
- PCI** : Pouvoir calorifique inférieur
- RN** : Route nationale
- S/C** : Simple Concentration
- ST** : Streptocoque
- VF** : Viande de foie

---

# Introduction

---

Les eaux minérales naturelle et l'eau de source proviennent de nappes d'eau souterraine profonde et protégée de toute pollution d'origine humaine, et qui sont apte d'être consommé par les être humain.

Les eaux souterraines représentent environ 97 % du total des eaux douces continentales liquides. Selon Merzoug et *al.* (2010), 75 à 90 % de la population mondiale utilisent une eau d'origine souterraine (Bosca, 2002).

L'eau est essentielle pour la vie, cependant elle peut être aussi une source de maladie. D'après un rapport de l'Organisation mondiale de la Santé cinq millions de nourrissons et d'enfants meurent chaque année de maladies diarrhéiques dues à la contamination des aliments ou de l'eau de boisson déclare Pulim (1991); selon Fakhri et *al.* (2014), l'eau captée peut contenir des éléments pouvant avoir des effets indésirables sur la santé, comme des microorganismes pathogènes, des substances indésirables ou même des substances toxiques.

Certains travaux de recherches ont été réalisés sur la qualité des eaux souterraines concluent que les pollutions de ces eaux souterraines proviendraient d'une origine géologique et anthropique, notamment d'infiltration des eaux usées et l'utilisation des engrais chimiques en agriculture constatent Nouayti et *al.*, (2015) ; Aka et *al.*, (2013) ; Ahoussi et *al.*,(2013) ; Amadou et *al.*, (2014). D'autres études ont révélées que la pollution des eaux souterraines est liée à la présence des fosses septiques, à l'absence du traitement, au manque du réseau d'assainissement et au non-respect des conditions d'hygiène publique (Fakhri et *al.*, 2014 ).

En Algérie, les eaux de surface sont les principales sources pour notre approvisionnement en eau potable, mais de plus en plus l'individu et la municipalité se tournent vers les nappes phréatiques qui renferment un volume énorme d'eau exploitable (Chekroud, 2007).

C'est dans ce contexte que notre étude a été révélée. Alors que dans le but d'assurer une alimentation d'eau potable, il est impératif d'effectuer une étude physico-chimique et bactériologique des eaux de sources utilisées comme eau de boisson au niveau des régions (Guédila, Manbaa el et El-Kantara) durant les mois du Février, Mars, Avril.

C'est pourquoi, ce travail s'articule autour de deux grands fascicules:

- Analyser les paramètres physico-chimiques et bactériologiques.
- Déterminer les éléments présentant un risque pour la santé.

Nous avons adopté la démarche suivante : la première partie est réservée une synthèse bibliographique qui met l'accent sur la définition, les ressources, la qualité ainsi que les maladies à transmission hydriques. Une autre partie est réservé pour investiguer le matériel et

méthodes préconisées pour la réalisation de notre étude pratique, pour qu'on arrive finalement à illustré, interprété et discuté nos résultats, pour tirer des conclusions correspondants.

---

# **Chapitre 1**

## **Synthèse bibliographique**

---

## **1.1. Définition**

D'après Zouag et Belhadj (2017), l'eau est partout présente dans la nature. C'est un liquide incolore, inodore, sans saveur, de pH neutre et c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants

## **1.2. Ressources de l'eau**

L'homme à recours généralement, pour satisfaire ses propres besoins en eau et permettre son usage dans ses diverses activités industrielles et agricoles.

### **1.2.1. Eau de la surface**

Zouag et Belhadj (2017) affirme que les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles proviennent soit par des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit par les eaux de ruissellement (fleuves, rivières, barrages, mares, marigots). Elles sont caractérisées par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable.

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

### **1.2.2. Eau souterraine**

Selon Zouag et Belhadj (2017) les eaux, qui ne se sont ni évaporées ni retournées à la mer par ruissellement, s'infiltrent dans le sol et le sous-sol et s'y accumulent pour constituer les eaux souterraines. La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de réservoirs aquifères appelés nappes.

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

Le niveau de l'eau souterraine, au-dessous duquel les roches ou sédiments sont saturés, est appelé nappe phréatique. On trouve aussi de l'eau au-dessus de la nappe phréatique, dans la zone non saturée, par exemple sous forme d'eau du sol, mais cette eau

n'est normalement pas exploitée par l'homme et on ne pas la considérée comme une eau souterraine (Myrand, 2008).

Guergazi et Achour (2005) affirme que les eaux souterraines sont les eaux du sous-sol qui constituent une provision d'eau potable inestimable pour l'humanité. Ils sont traditionnelle les ressources en eau privilégiées pour l'eau potable car plus à l'abri des pollutions que les eaux de surface.

### **1.3. Catégories de l'eau**

#### **1.3.1. Eau potable**

Rejseck (2002) montre qu'on entend Par eau potable, l'eau naturelle ou traitée qui convient à la consommation, à la cuisson d'aliments, à la préparation de mets et au nettoyage d'objets entrant en contact avec les denrées alimentaires.

#### **1.3.2. Eau minérale naturelle**

Selon Rejseck (2002), c'est une eau souterraine microbiologiquement irréprochable, provenant d'une ou de plusieurs sources naturelles ou de captages Souterrains artificiels.

#### **1.3.3. Eau de source**

D'après Rejseck (2002), l'eau de source est une eau potable conditionnée directement à la source, non traitée ou uniquement traitée au moyen des procédés admis pour l'eau minérale naturelle.

### **1.4 Qualité de l'eau**

#### **1.4.1. Facteur toxique**

Parmi ces paramètres on distingue les suivants :

**Tableau 1.1:** Facteurs toxiques selon le journal officiel Algérien (JORA, 2011)

Paramètre	Unités	Concentration selon le journal officielle de la république algérienne, N° 18 de 23 mars 2011
Argent	mg/l	0.05
Arsenic	mg/l	0.05
Baryum	mg/l	1
Cadmium	mg/l	0.01
Cyanures	mg/l	0.05
Chromes	mg/l	0.05

Cuivre	mg/l	1.5
Fer	mg/l	0.3
Fluore	mg/l	2
Manganèse	mg/l	0.5
Mercure	mg/l	0.001
Plombe	mg/l	0.05
Sulfate	mg/l	0.02
Sélénium	mg/l	0.01
Zinc	mg/l	5

#### 1.4.2. Facteur physico-chimique

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

**Tableau 1.2 :** Paramètres physico-chimiques selon le journal officiel algérien. (JORA, 2011)

Paramètre	Unités	Concentration selon le journal officielle de la république algérienne, N°18 de 23 mars 2011
Température	C°	25
Ph	/	6,5-8,5
CE à 20°	µs/cm	2280
MES	mg/l après séchage a 150°C	1000
Dureté total	mg/l en Caco3	200
Calcium	mg/l	200
Magnésium	mg/l	150
Potassium	mg/l	12
Sodium	mg/l	200
Sulfate	mg/l	400
Chlorure	mg/l	500
Nitrate	mg/l	50
Nitrite	mg/l	0,2

Ammonium	mg/l	0,5
Phosphate	mg/l	0,5

### 1.4.3. Facteur microbiologique

D'après Dbabez (2005), c'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau potable. Elle se mesure par la présence d'organismes indicateurs de pollution. Généralement, tous les ressources d'eaux soit des lacs, des rivières, des fleuves, aussi bien des nappes phréatiques un peu profondes, contient 3 type des germes : typiquement aquatique, tellurique (due par ruissellement) et des germes de contamination humaine ou animale (contamination fécal) ; que ce soit le type du germe il peut engendre des maladies infectieuses chez l'homme.

#### 1.4.3.1. Bactéries indicateurs spécifiques de contamination fécale

Dahel (2009) montre que ces bactéries ont été choisies parce qu'elles sont présentes en grand nombre dans les selles des animaux à sang chaud qui sont des sources fréquentes de contamination assez grave, qu'elles sont détectables facilement

Trois indicateurs sont à noter: les Coliformes totaux, Coliformes fécaux, et Les streptocoques fécaux.

##### a. Coliformes totaux

Selon Desjardins (1997) le groupe des coliformes totaux comprend toutes les bactéries aérobies et anaérobies facultatives gram négatives, non sporulées, cytochrome oxydase négative en forme de bâtonnets qui font fermenter le lactose avec dégagement de gaz en moins 48 h à 35 °C.

Selon Potelom et Zysman (1998) la présence d'un petit nombre de coliforme (1-10/100 ml) dans les eaux souterraines non traitées n'a qu'une signification réduite sur le plan sanitaire, lorsqu'elle s'accompagne pas de coliformes fécaux. La méthode de référence pour l'analyse est la méthode générale par l'ensemencement en milieu liquide (NPP) ou par filtration sur membrane.

##### b. Coliformes fécaux

Potelom et Zysman (1998) montre que ces coliformes sont capables de se développer à 44° C alors qu'aucune croissance n'est observée à cette température pour les souches non fécales. La principale bactérie coliforme spécifiquement d'origine fécale est *Escherichia coli* (*E.coli*). Cette bactérie apparait toujours en grandes quantités dans les déjections animales et humaines et ne se trouve qu'exceptionnellement dans les sols et les eaux qui n'ont pas été

l'objet d'une pollution fécale. Les coliformes fécaux ou thermotolérants constituent un bon test de contamination des eaux par les matières fécales.

### **c. Stréptocoques fécaux**

D'après Dembélé (2005), les *Streptocoques fécaux* sont des *Streptocoques* du groupe D présumés: Cocci Gram positif en chainettes. Catalase négative et possédant l'antigène de groupe D. Dans les eaux, ils sont témoins de contamination fécale, car ils ont tous un habitat fécal, mais leur spécificité n'est pas identique pour toutes les espèces.

#### **1.4.3.2. Bactéries non réellement spécifiques de contamination fécale**

##### **a. Les Clostridium sulfite-réducteurs**

Dembélé (2005) montre que ce sont des bactéries à Gram positif mesurant 4 à 6µm de long et 1 à 2 µm de large produisant des spores dont le plus caractéristique est *Clostridium perfringens*. Elles font partie de la flore tellurique naturelle, aussi bien que dans les matières fécales humaines et animales. C'est pourquoi, leur utilisation en tant qu'indicateurs de contamination fécale d'une eau n'est pas très spécifique.

L'intérêt de la recherche de tels indicateurs réside dans la propriété de sporuler, ce qui les rend particulièrement résistant aux traitements de désinfection. (Robert, 1999)

##### **b. Les bactéries Aérobie revivifiables (germes totaux)**

D'après Ayad et Kahoul (2017), sa recherche vise à dénombrer non spécifiquement le plus grand nombre de microorganismes, le dénombrement des bactéries Aérobie revivifiables à 22°C et 37°C s'effectue dans La gélose glucosée à l'extrait de levure ou PCA.

#### **1.4.3.3. Bactéries pathogènes**

Les bactéries pathogènes jouent le rôle de signal d'alarme. En fait, seules les *Salmonella* et les *Shigella* sont des bactéries fréquemment recherchées, en dehors de cas d'épidémies. Ces dernières années cependant, une certaine importance a été attribuée aux *Yersinia*, *Campylobacter*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Legionella pneumophila*, *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio cholerae* (Debabza, 2005)

### **1.5. Maladies d'origine hydrique liée aux bactéries**

Le bleu (2007) affirme que le risque microbiologique d'origine hydrique (ou risque infectieux) correspond à la présence dans l'eau de microorganismes pathogènes, ou potentiellement pathogènes (opportunistes) et ce en quantité supérieure au seuil d'infection fixé par l'OMS. Parmi ces microorganismes, on distingue les virus, les bactéries et les protozoaires. Le risque microbiologique provient donc du pouvoir pathogène de ces germes qui est conditionné non seulement par les propriétés de l'agent infectieux, mais aussi par la réceptivité de l'hôte. Il convient de préciser que la mise en œuvre de procédés élémentaires de

désinfection telle que la chloration de l'eau, permet d'éradiquer totalement les fléaux tels que le choléra.

### **1.5.1. Cholera**

Le *Vibrio cholerae* est une bactérie gram-négatif à l'origine du choléra qui peut toucher toutes les classes d'âges plus de 200 sérogroupes sont décrits mais seuls deux d'entre eux, les sérogroupes O1 et O139, peuvent causer le cholera car associés à la production de la toxine cholérique et sont essentiellement responsables des flambées épidémiques (Jacquinet *et al.*, 2018)

Selon Tourab (2013), c'est une maladie à transmission orofécale due par *Vibrio cholerae* qui libère une exotoxine thermolabile et entraîne une hypersécrétion d'eau. Le volume d'eau éliminé peut atteindre 15 à 20 L par jour. La dose infectante est importante, de l'ordre de 10<sup>8</sup> bactéries.

### **1.5.2. Typhoïde**

Baziz (2008) montre que la fièvre typhoïde et paratyphoïde dues à des *salmonelles* (*salmonella typhus* et *paratyphus*), peuvent à partir de l'intestin envahir les tissus de l'hôte et provoquer une septicémie accompagnées avec fièvre élevée, une céphalée, diarrhée, douleurs abdominales abattement extérieur (le typhus).

### **1.5.3. Shigellose**

La shigellose est provoquée par des bactéries du genre *Shigella*, des bactéries immobiles à gram négatif, capables de produire des toxines. (Jacquinet *et al.*, 2018)

Selon Ntembue (2013), les *shigelles* sont responsables de toute une variété de signes cliniques allant de la diarrhée aqueuse légère, jusqu'à la dysenterie sévère. Elles sont résistantes aux effets destructeurs des acides facilite la propagation digestive infraliminale de la bactérie.

## **1.6. Normes de qualité de l'eau**

D'après Alouane (2012), afin de définir régulièrement une eau potable, des normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nuisibles et susceptibles d'être présentes dans l'eau. Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, c'est-à-dire potable, ne désigne donc pas qu'elle soit exempte de matières polluantes, mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur.

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

des valeurs limites. Ainsi pour notre étude, nous nous référons aux normes Algérienne présentés dans les tableaux qui suivent. (JORA, 2011)

**Tableau 1.3 :** Normes bactériologiques des eaux souterraines (JORA, 2011).

Paramètre	Unités	Concentration selon le journal officielle de la République Algérienne, N°18 de 23 mars 2011
Germes totaux	Nombre / 1ml	20
Coliformes totaux	Nombre / 100 ml	0
Coliformes fécaux	Nombre / 100 ml	0
<i>Clostridium</i> sulfito-Réducteur	Nombre / 20 ml	0
<i>Stréptocoques fécaux</i>	Nombre / 100 ml	0

---

# **Chapitre 2**

## **Matériel et méthodes**

---

## 2.1 Présentation générale sur la région de Biskra

D'après Andi (2013) 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.



**Figure 2.1** : Carte géographique présente les sites du travail (Google Earth, 2019)

## 2.2. Présentation des régions d'étude

### 2.2.1. Guedila

#### Localisation

La zone d'étude est située au Nord de la ville BISKRA à une trentaine de kilomètre. Située dans la localité de Guedila entre: Latitudes  $35^{\circ} 13'$  et  $35^{\circ} 18'$  ; Longitudes  $5^{\circ} 80'$  et  $5^{\circ} 60'$ . Appartenant administrativement à la commune de DJEMOURAH daïra de DJEMOURAH, wilaya de BISKRA Limité au Nord par les communes d'AIN ZAATOUT et EL-OUTAYA, au sud par la commune de BRANIS. L'unité est implantée au Sud-Ouest de la commune de DJEMOURAH. Et au Nord de la commune de BRANIS. Elle est entouré des petites talwegs et oued et non loin du village GUEDILA et relire directement avec la R.N n°87. Elle est située à 300m de la route R.N n°87 de DJEMOURAH-BISKRA. L'accessibilité qui constitue une nécessité, puisque l'unité est situé près d'un axe de circulation important la R.N n°87; afin d'assurer un bon acheminement des transactions (Adaïka et Belaid , 2009).



**Figure 2.2 :** Situation géographique et la zone de l'entreprise (Encarta, 2005)



**Figure2.3 :** Situation géographique d'usine de Guedila - Commune de Djemourah - Wilaya de Biskra (Capture écran Google Earth, 2019)

### 2.2.2. Manbaa

La zone d'étude est située au Nord de la ville BISKRA à une distance de 40 kilomètre. Située dans la localité de Fontaine de gazelle entre: Latitudes  $35^{\circ} 7^{\circ}$  et  $35^{\circ} 20^{\circ}$  ; Longitudes  $5^{\circ} 2^{\circ}$  et  $5^{\circ} 37^{\circ}$ .

Limité au Nord par les communes TILATOU, AIN TOUTA au Sud par la commune de DJEMOURAH. L'unité est implantée à l'Est de la commune d'AIN ZAATOUT. Et à l'Ouest de la commune de BITAM.

La source est traversée par la route R.N. n° 3 (Google Earth, 2019)



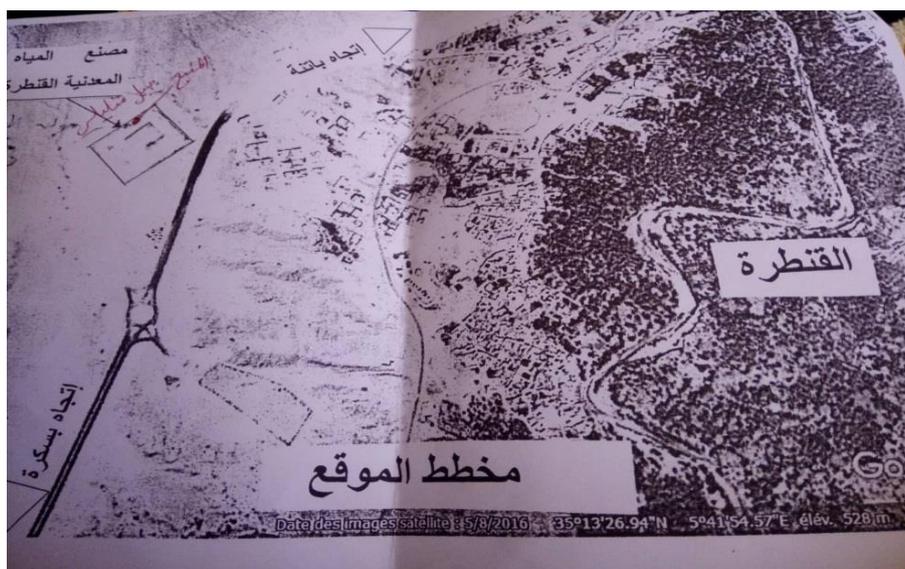
**Figure2.1 :** Situation géographique du usine de Manbaa - Commune de Djemourah - Wilaya de Biskra (Capture écran Google Earth, 2019)

### 2.2. 3. El-Kantara

La zone d'étude est située au Nord de la ville BISKRA à une distance de 52 kilomètre. Située dans la localité de El-Kantara entre: Latitudes  $35^{\circ} 13'$  et  $35^{\circ} 00'$  ; Longitudes  $5^{\circ} 42'$  et  $5^{\circ} 37'$ .

Limité au Nord par les communes TILATOU, AIN TOUTA au sud par la commune de DJEMOURAH. L'unité est implantée à l'Est de la commune d'AIN ZAATOUT. Et à l'Ouest de la commune de BITAM.

La source se trouve au pied de la montagne du METLILI. Elle est traversée par la route R.N. n° 3 (Google Earth, 2019)



**Figure2.4 :** Situation géographique d'usine d'El-Kantara - Commune d'El-Kantara - Wilaya de Biskra (Capture écran Google Earth, 2019)

### 2.3. Conduite d'essai

Notre démarche prospective analytique est basée sur l'analyse physico-chimique et bactériologique des eaux des sources de la région de Biskra; Guedila, Manbaa et El-Kantara respectivement. Des prélèvements des eaux de ces sources ont été réalisés sur une période allant du mois de Février 2019 jusqu'au mois d'Avril 2019.

### 2.4 .Prélèvement des échantillons d'eau

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

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

Dans le cadre de notre étude, nous avons effectué au total 18 échantillons d'eau dont 9 prélèvements pour l'analyse physico-chimique et 9 prélèvements pour l'analyse bactériologique. Tous ces prélèvements ont été réalisés pour les 3 sources d'eau naturelle ; Manbaa, Guedila et El-Kantara de la wilaya de Biskra. Chacun de ces sources a fait l'objet de 3 prélèvements physico-chimiques et 3 prélèvements bactériologiques pendant toute la durée de notre travail.

Les échantillons d'eau nécessaires à l'analyse physico-chimique ont été prélevés selon la méthode décrite par Rodier *et al.* (2009), dans des flacons jetables en matière plastique. Pour le prélèvement d'eau nécessaire à l'analyse bactériologique, nous avons utilisé des flacons en verre de 250 ml. Au moment du prélèvement, on ouvre le flacon et on l'introduit dans La source, en prenant soin de ne pas contaminer l'échantillon. Ensuite on retire le flacon rempli d'eau. On détache le cordon et le flacon est refermé dans les conditions aseptiques requises jusqu'au moment de l'analyse 6 à 12h. Avant l'usage, les flacons doivent être soigneusement lavés, puis rincés à l'eau distillée. Ensuite, les flacons seront stérilisés. Technique adopté d'après Larpent, (1997).

## 2.5. Transport des échantillons

Afin d'éviter que la teneur initiale en germes des eaux ne risque de subir des modifications dans le flacon, toutes les analyses sont effectuées le plus rapidement possible. L'évolution est difficile à prévoir et dépend de nombreux facteurs: Température, concurrence bactérienne des espèces présentes, composition chimique de l'eau.

A cet effet, le circulaire du 21 janvier 1960, relative aux méthodes d'analyses bactériologiques des eaux d'alimentation spécifie que «si la durée du transport dépasse 1 à 2 heures, et si la température extérieure est supérieure à 10°C, les prélèvements seront transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 4 à 6°C». Même dans de telles conditions, l'analyse bactériologique doit débuter dans un délai maximal de 8 heures, après le recueil de l'échantillon. Si exceptionnellement l'analyse doit être reportée, il faut entreposer les échantillons à 4 °C. (Rodier *et al.*, 2009)

## 2.6. Méthodes d'analyses

Les paramètres d'analyses physico-chimiques mesurés sont la température, le pH, la conductivité électrique, les matières en suspension, le calcium, le magnésium, les chlorures, les nitrites, les nitrates, les sulfates, les ortho-phosphate, ammonium, sodium, potassium, fer, carbonate et bicarbonate.

L'analyse bactériologique a pour but de mettre en évidence la présence des germes, basés sur la recherche et la numération de celles-ci dans les échantillons à analyser. Les germes recherchés sont : les Germes totaux, les Coliformes totaux, les coliformes fécaux, la recherche et le dénombrement des *Streptocoques fécaux*, la recherche et le dénombrement des *Clostridium* sulfito-réducteurs.

### 2.6.1. Analyses physico-chimiques

#### 2.6.1 .1. Mesure de la température

La température de l'eau, joue un rôle non négligeable dans l'intensité de la sensation de l'eau. Elle est le facteur le plus apprécié pour une eau destinée à la consommation humaine (Gregorio et Pierre-Marie, 2007).

La température est mesurée par une méthode électrochimique à l'aide d'un appareil multi- paramètre de type Consort C5020, elle est exprimée en degré Celsius (°C) (NF EN 27888).

#### 2.6.1.2. Mesure du potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH mesure la concentration en ions H<sup>+</sup> de l'eau à analyser par la méthode électrochimique à l'aide d'un appareil multi paramètres de type Consort C5020 (NFT 90-008).

**Mode opératoire**

- Brancher le pH-mètre, le laisser se stabiliser pendant quelques minutes, installer les électrodes aux entrées correspondantes sur l'appareil ;
- Etalonner l'appareil à l'aide d'une solution tampon. Ensuite rincer l'électrode avec de l'eau distillée et avec l'échantillon à analyser ;
- Amener l'échantillon d'eau à analyser à la température désirée ;
- Plonger l'électrode dans l'échantillon à analyser et lire la valeur de pH directement ;
- Après chaque détermination du pH, on retire l'électrode, on la rince et à la fin de l'expérience, on la laisse tremper dans l'eau distillée (Rodier *et al.*, 2009).

**2.6.1.3. Mesure de la conductivité électrique (CE)**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 à 2 cm<sup>2</sup> de surface et de distance 1cm. La détermination de la conductivité électrique peut évaluer approximativement la teneur en sels dissous (Dupont, 1981).

Nous avons mesuré la conductivité par méthode électrochimique à l'aide d'un appareil multi-paramètres de type Consort (C5020), le résultat est donné directement en micro-siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

**Mode opératoire**

- Rincer l'électrode avec l'eau distillée et l'essuyer avec un mouchoir Jetable ;
- Plonger l'électrode dans la solution à mesurer à une profondeur minimum de 4 cm, Attendre que la valeur soit stable avant la lecture (NF EN 27888).

**2.6.1.4. Détermination des matières en suspension(MES)****Principe**

La détermination des matières en suspension dans l'eau s'effectue par filtration ; l'eau est filtrée et le poids de matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle selon Rodier *et al.* (2009).

**Mode opératoire**

- Mettre le papier filtre wattman dans l'étuve pendant quelques minutes ;
- Sortir le filtre, puis le mettre dans dessiccateur pour le refroidissement ;
- Puis peser le filtre sur la balance jusqu'à obtention d'un poids stable ;
- Prendre une fiole de 100 ml,
- laver abondamment avec de l'eau du robinet, puis avec de l'eau distillée ;
- Prendre une prise d'essai de 100ml, placer le filtre dans la rampe de filtration ;
- Verser le volume d'eau (100 ml) jusqu'à filtration complète ;

- Récupéré le filtre et le mettre à l'étuve a 150°C pendant 2 heures ;
- Mettre le filtre dans le dessiccateur pendant 15 minutes jusqu'à refroidissement total
- Peser le filtre.

### Expression des résultats

La teneur de l'eau en matières en suspension (mg. L-1), est donné par l'expression:

$$\text{MES (mg/l)} = (\text{Pp-Pv}) \times 1000$$

Pp: Poids plein du filtre

Pv: Poids vide du filtre

V: volume de la prise d'essai

### 2.6.1.5. La dureté ou titre hydrotimétrique

La dureté ou titre hydrotimétrique (TH) correspond à la somme des concentrations en cations de Calcium et Magnésium à l'exception des alcalins (Rodier *et al.*, 2009).

#### Pour le calcium

##### Principe

Titration des ions calcium avec une solution aqueuse de l'EDTA à un pH compris entre 12 et 13. L'indicateur utilisé est le calcon carboxylique, qui forme un complexe rose avec le calcium. Lors du titrage, l'EDTA réagit avec les ions calcium, l'indicateur vire alors de la couleur rose à la couleur violet.

- Introduire 5 ml d'eau à analyser avec 45ml d'eau distillée dans une fiole de 100 ml ;
- Ajouter 2-3 ml NaOH (2N) et 0.2 g de calcon carboxylique et 100g NaCl ;
- En maintenant une agitation, verser la solution d'EDTA rapidement au début puis goutte à goutte lorsque la solution commence à virer au rose.

#### Pour le magnésium

- Introduire 5 ml d'eau à analyser avec 45ml d'eau distillée dans une fiole de 100 ml ;
- Ajouter 4ml de solution tampon ;
- Ajouter 4 goutte de NET ;
- En maintenant une agitation, verser la solution d'EDTA rapidement au début puis goutte à goutte lorsque la solution commence à virer au violet ;
- Vérifier le changement de couleur vers le violet bleu et que la coloration ne change plus par l'addition d'une goutte supplémentaire d'EDTA.

### Expression des résultats

$$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{(V-B) \times 1000 \times N}{A} \times D$$

$$[\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}] = x = \frac{(V-B) \times 1000 \times N}{A} \times D$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = [\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}] - [\text{Ca}^{2+}]$$

D'où :

V : Volume d'EDTA utilisé pour la titration d'échantillon

B : volume d'EDTA utilisé pour la titration de témoin

N : Normalité d'EDTA (0.01N)

A : prise d'essai (50ml)

D : Dilution ( $\times 10$ )

#### **2.6.1.6. Dosage de sodium**

Le sodium a été dosé selon la méthode Aubert (1978)

##### **La solution mère**

Chlorure de sodium (1000 ppm) : dans une fiole jaugée de 1000 ml dissoudre 2.54g de chlorure de sodium (NaCl) dans 500ml d'eau distillée et ajuster le volume avec l'eau distillée et homogénéiser

##### **Les solutions filles**

Dans une fiole jaugée de 100 ml diluer respectivement 1, 2, 4, 6, 8 et 10 ml de la solution mère (NaCl) avec l'eau distillée, ces solution contiennent respectivement 10, 20, 40, 60 et 100 ppm voir annexe 2 ;

Ajuster le volume avec l'eau distillée et homogénéiser ;

Passer les échantillons au spectrophotomètre à flamme.

#### **2.6.1.7. Dosage de Potassium**

Le Potassium a été dosé selon la méthode Aubert (1978)

##### **La solution mère**

Chlorure de potassium (1000 ppm) : dans une fiole jaugée de 1000 ml dissoudre 1.90g de chlorure de potassium (kcl) dans 500ml d'eau distillée et ajuster le volume avec l'eau distillée et homogénéiser

##### **Les solutions filles**

Dans une fiole jaugée de 100 ml diluer respectivement 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3 et 3.5ml de la solution mère (kcl) avec l'eau distillée, ces solution contiennent respectivement 5, 10, 15, 20, 25, 30 et 35ppm voir annexe 2 ;

Ajuster le volume avec l'eau distillée et homogénéiser ;

Passer les échantillons au spectrophotomètre à flamme.

#### **2.6.1.8. Dosage d'ammonium**

##### **Principe**

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

### **Appareillage**

Spectrophotomètre UV visible.

### **Mode opératoire**

- Prendre 40 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 4 ml du réactif I ;
- Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec l'eau distillée et attendre 1h.30.

D'où :

✓Réactif I :

- Acide dichloroisocyanurique (2g).
- Hydroxyde de sodium (NaOH) (32g).
- Eau distillée (1000 ml).

✓Réactif II (coloré) :

- Tricitrate de sodium (130g).
- Salicylate de sodium (130g).
- Nitroprussiate de sodium (0.97g).
- Eau distillée (1000 ml).
- L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de  $\text{NH}_4^+$  ;
- Effectuer la lecture à 655 nm, (voir annexe 2) ;(ISO 7150/1).

### **2.6.1.9. Dosage de sulfate**

Selon la méthode de Rodier (2006)

#### **Principe**

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum en présence de  $\text{BaCl}_2$ .

#### **Appareil**

Spectrophotomètre UV visible

#### **Mode opératoire**

- Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée ;
- Ajouter 2 ml de chlorure de baryum ;
- Ajouter 5 ml de la solution stabilisante ;
- Agiter énergiquement pendant 1 mn ;
- Passer au spectrophotomètre à 420 nm (voir annexe 2) ;

### 2.6.1.10. Dosage d'ortho phosphate

Le phosphate est mesuré selon la méthode spectrophotométrique au réactif mixte à l'aide d'un spectrophotomètre UV visible. La mesure se fait comme suit:

- Dans une fiole prendre 40 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 1 ml d'acide ascorbique et 2 ml du réactif mixte, attendre 10 minutes ;

Le réactif mixte :

A :- Heptamolybdate d'ammonium (13g).

-Eau distillée (100 ml).

B :- Tartrate d'antimoine (0.35g).

-Eau distillée (100 ml).

C : -Acide sulfurique pur (150 ml).

-Eau distillée (150 ml).

- L'apparition de la coloration bleue indique la présence de phosphate ( $\text{PO}_4^{+3}$ ).

4) Effectuer la lecture à 880 nm (nanomètre), (voir annexe 2) (ISO 6878/1:1998 (F)).

### 2.6.1.11. Dosage de chlorure

#### Principe

Réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement.

Addition d'un petit excès d'ion argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage

#### Préparation des solutions

Chromate de potassium (5%): diluer 5g de  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  dans 100 ml d'eau distillée; Ajouter des gouttes d' $\text{AgNO}_3$  (0.1N) puis agiter pendant 10 min.

Nitrate d'argent (0.01N): diluer 17g d' $\text{AgNO}_3$  dans 1 L d'eau distillée, agité pendant 5 à 10 min, puis couvrirai avec un papier aluminium ou sachet noir contre la lumière.

#### Mode opératoire

-Prendre 10ml d'eau à analyser (1ml échantillon + 9ml eau distillée) ;

-Ajouter 2gouttes de Chromates de potassium (10%) ;

-Titrer avec Nitrate d'argent (0.01N) jusqu'au virage la couleur brin ;

-Essai à blanc ;

-Titrer une solution à blanc en utilisant 100 ml d'eau distillée à la place de l'échantillon pour essai. La valeur de l'essai à blanc ne devrait pas dépasser 0.2 ml de Nitrate d'Argent, dans le cas contraire, vérifier la pureté de l'eau.

-Expression des résultats :

$$N_{AgNO_3} = \frac{(10 \times N \times Na (cl))}{V (AgNO_3)}$$

$$[Cl^-] = \frac{V (AgNO_3) \times N \times 1000}{A} \times D$$

D'où :

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

N: Normalité de la solution d'AgNO<sub>3</sub><sup>-</sup>

A : volume de prise d'essai

D : Dilution (×10) (ISO 9297 –NA 6917).

### 2.6.1.12. Dosage de nitrate

#### Principe

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

#### Mode opératoire

- Prendre 10 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 % ;
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium ;
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75-88°C ;
- Laisser refroidir ;
- Reprendre le résidu avec 2 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, laisser reposer 10 min ;
- Ajouter 15 ml d'eau distillée ;
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre au 420 nm (voir annexe 2).

-Expression des résultats : Le résultat est donné directement en mg d'azote nitrique/l. (Rodier, 1978)

### 2.6.1.13. Dosage de nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

Le nitrite est mesuré selon la méthode spectrophotométrique au réactif mixte à l'aide d'un spectrophotomètre UV visible de type Perkin Elmer La mesure se fait comme suit (voir annexe 2) ;

- 1) Dans une fiole prendre 50 ml d'échantillon à analyser ;
- 2) Ajouter 1 ml de réactif mixte et attendre 10 minutes ;
- 3) L'apparition de la coloration rose indique la présence de nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) en milligramme par litre (mg/l) ;

4) Effectuer la lecture à 543nm (nanomètre) (ISO 5667 F)

#### **2.6.1.14. Dosage de fer**

##### **Principe**

Addition d'une solution de phénantroline à 1.10 à une prise d'essai et mesurage photométrique du complexe rouge-orange à une longueur d'onde de 510 nm.

Pour le dosage du fer total et du fer total dissous, du chlorhydrate d'hydroxylamine est ajouté pour réduire le  $Fe^{3+}$  en  $Fe^{2+}$ .

##### **Mode opératoire**

-Prendre 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 100 ml, ajouter 1 ml de la solution de chlorhydrate d'hydroxylamine ;

- Mélanger soigneusement ;

-Ajouter 2 ml de tampon acétate, ajouter 2 ml de la solution phénantroline et conserver à l'obscurité pendant 15 minutes ;

Enfin, passer au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 510 nm (ISO 6332)

#### **2.6.1.15. Dosage de l'alcalinité (bicarbonate)**

L'analyse de l'alcalinité est basée sur le principe de la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué en présence d'un indicateur coloré. Puisque tous nos échantillons ont un  $pH < 8,3$ , ce qui correspond à un  $TA=0$  (cas des eaux naturelles), nous n'avons mesuré que le TAC

##### **Principe**

Selon Cheval (1972) et Gamrasni (1986) dans une eau naturelle, les ions responsables de l'alcalinité sont : l'ion hydroxyde ( $OH^-$ ), l'ion carbonate ( $CO_3^{2-}$ ) et l'ion hydrogénocarbonate ( $HCO_3^-$ ).

##### **Réactif**

Phénolphtaline (1%) : dissoudre 1g de Phénolphtaline dans 100ml d'éthanol Méthyle orange (0.01%) : dissoudre 0.01g dans 100ml d'eau distillée

Acide sulfurique 0.05N : diluer 1.39ml d'acide sulfurique dans 1000ml d'eau distillée

##### **Mode opératoire**

-Prendre 20ml d'eau à analyser. Ajouter 3 gouttes de phénolphtaléine, S'il y a une coloration rose, il y a les carbonates ;

-S'il n'y a pas une coloration de la solution ; il y a les bicarbonates ;

-Ajouter des gouttes (3 à 4 gouttes) de l'indicateur coloré méthyle et titrer avec l'acide sulfurique jusqu'à l'apparition de la coloration orange (changement de la coloration de jaune vers l'orange)

-Expression des résultats :  $[\text{HCO}_3^-] = (X \times 0.05 \times 1000) / Y$

D'où

**X** : Volume d'  $\text{H}_2\text{SO}_4$  utilisé pour la titration

**Y** : Volume de la prise d'essai (NF T90-036)

## 2.6.2. Analyses bactériologiques

### 2.6.2.1 .Dénombrement des germes totaux (Les germes revivifiants)

1). A partir de l'échantillon à analyser et de série des dilutions, porter des gouttes dans des boîtes de pétrie vides préparées à cet usage et numérotées ;

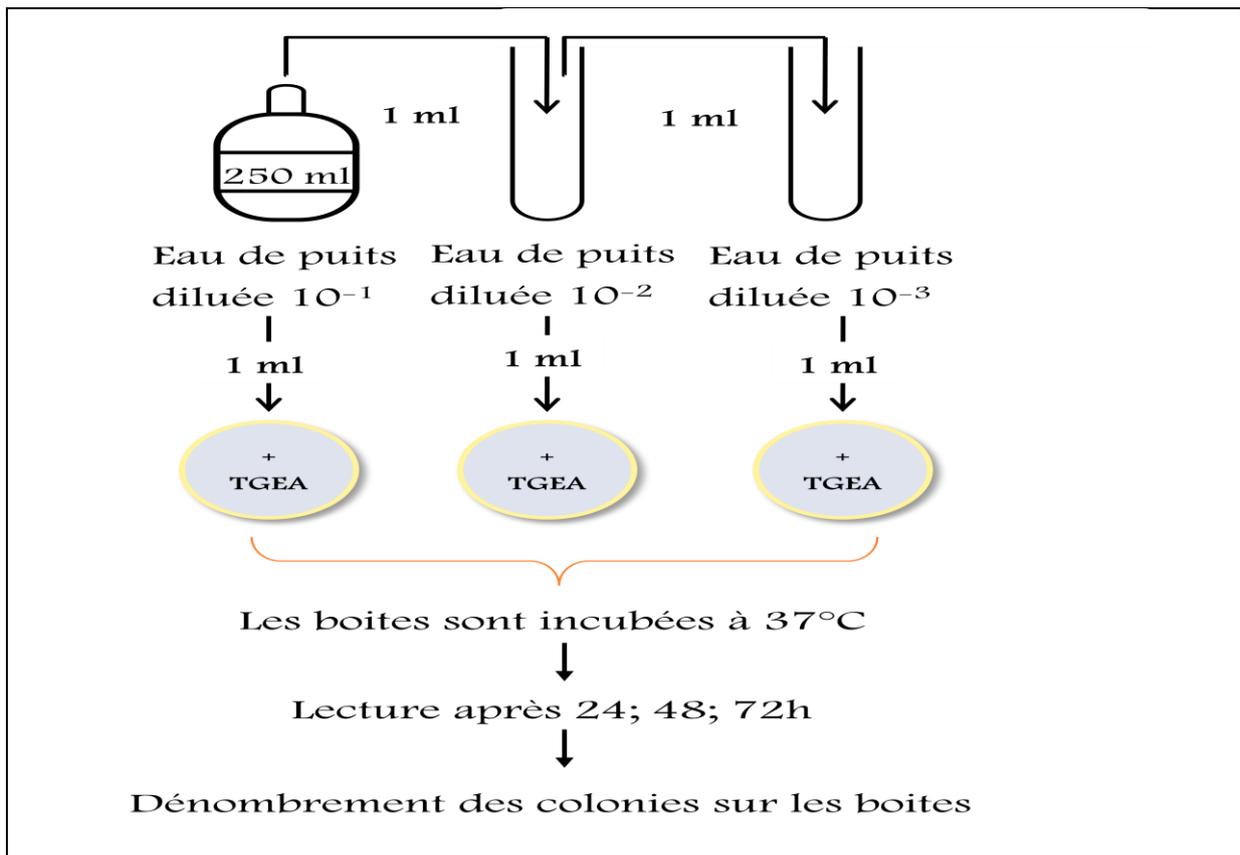
2). Compléter ensuite chacune des boîtes avec environ 15 ml de gélose TGEA et mélanger avec précaution en mouvement rotatoire puis laisser solidifier ;

3). Retourner les boîtes et incuber à  $37^\circ\text{C}$  pendant 24h à 72 h ;

4). La lecture se fait après chaque 24heures Pendant 3 jours;

5). On calcule le nombre de colonies formées présentes dans 1 millilitre d'échantillon.

\*les résultats sont exprimés en nombre de germes par millilitre (germes/ml) (Rodier, 2009).



**Figure 2.6** : Protocole expérimental de recherche et de dénombrement des Germes totaux.

### **2.6.2.2. Dénombrement des Coliformes totaux et des Coliformes fécaux (thermotolérants)**

#### **Test de présomption**

Le test de présomption est réservé à la recherche des coliformes totaux

À partir de l'échantillon d'eau analysé, 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 0.1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL (S/C) muni d'une cloche de Durham.2) ;

-Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches et bien mélanger le milieu, l'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

#### **Lecture**

Seront considérés comme positif(+); les tubes présentant à la fois:

→Un dégagement du gaz (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) ;

→La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP (annexe3).

#### **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.

1) Les tubes de BCPL positifs, après l'agitation prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu schubert muni d'une cloche ;

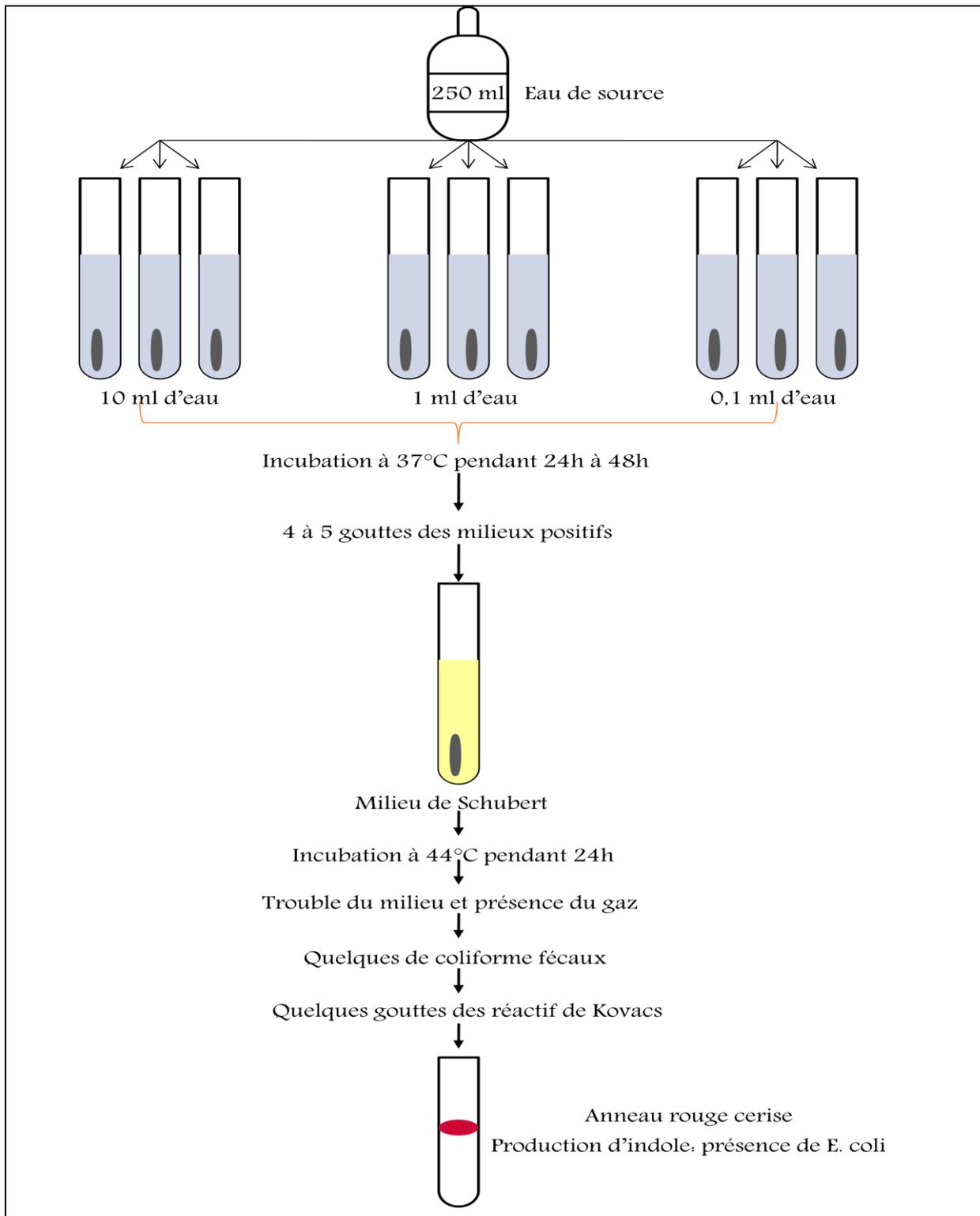
2) Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches et bien mélanger le milieu.3) L'incubation se fait à 44°C pendant 24heures.

#### **Lecture**

Seront considérés comme positifs(+) les tubes présentant à la fois:

→ Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).

La lecture finale s'effectue également selon les prescriptions de la table du NPP (Rejsek, 2002)



**Figure 2.7 :** Protocole expérimental de recherche et de dénombrement des Coliformes totaux avec identification d'*E. coli*.

### 2.6.2.3. Dénombrement des *Streptocoques fécaux*

- 1) A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement:
  - 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE (D/C) ;
  - 3 fois 1ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE (S/C) ;
  - 3 fois 0.1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE (S/C) ;
- 2) Bien mélanger le milieu et l'inoculum ;
- 3) L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

#### **Lecture**

Sont considérés comme positifs (+) les tubes présentant un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu pendant cette période est présumé contenir un streptocoque fécal.

\*La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP

#### **Test de confirmation**

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

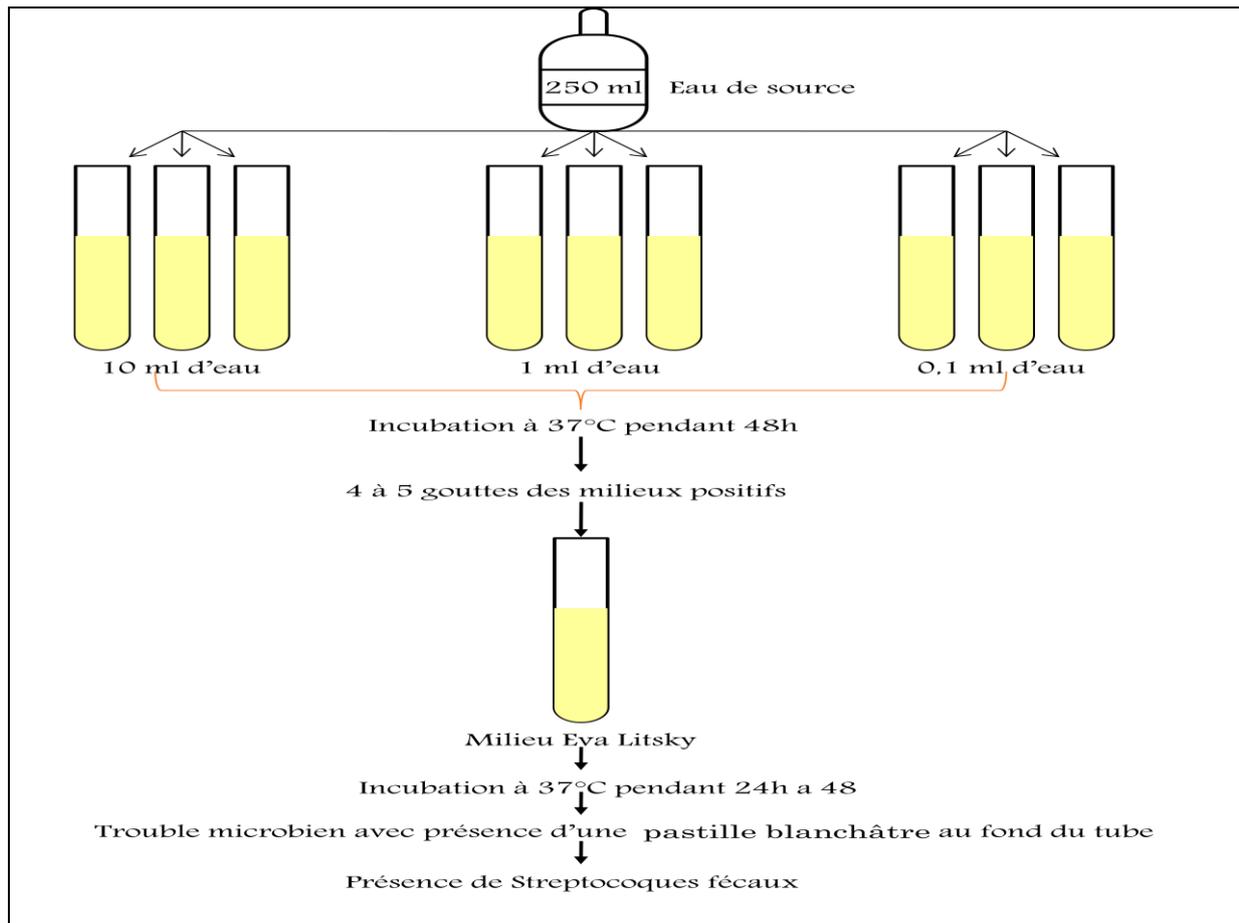
- 1) Les tubes de Rhote positifs, après l'agitation, prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette pasteur donc faire l'objet d'un repiquage dans des tubes contenant le milieu Eva Litsky
- 2) Bien mélanger le milieu et l'inoculum.
- 3) L'incubation se fait cette fois-ci à 37°C, pendant 24 à 48 heures.

#### **Lecture**

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois

- Un trouble microbien.
- Une pastille blanchâtre (un dépôt) au fond des tubes.

\*la lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP, le nombre de streptocoques fécaux sont par 100 ml de l'échantillon analysé (Rejsek, 2002)



**Figure 2.8 :** Protocole expérimental de recherche et de dénombrement des *Streptocoques fécaux*.

#### 2.6.2.4. Dénombrement des *Clostridium sulfito-réducteurs*

1) A partir de l'eau à analyser prendre environ 20 ml dans un flacon stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80°C pendant 8 à 10 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes et reste seulement la forme sporulée des bactéries sulfito-réducteurs ;

2) Après chauffage, refroidir immédiatement le flacon en question, sous l'eau de robinet (choc thermique) ;

3) Répartir ensuite le contenu de ce flacon, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube ;

4) Ajouter environ 20 ml de gélose viande foie, fondue puis refroidie, additionnée d'un 1 ml d'Alun de fer et 4 goutte de Sulfite de sodium ;

5) Mélanger avec précaution et doucement le milieu et l'inoculum en évitant les bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène ;

6) Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ ;

7) Ajouter 2 gouttes de vaseline pour assurer l'anaérobiose ;

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

### Lecture

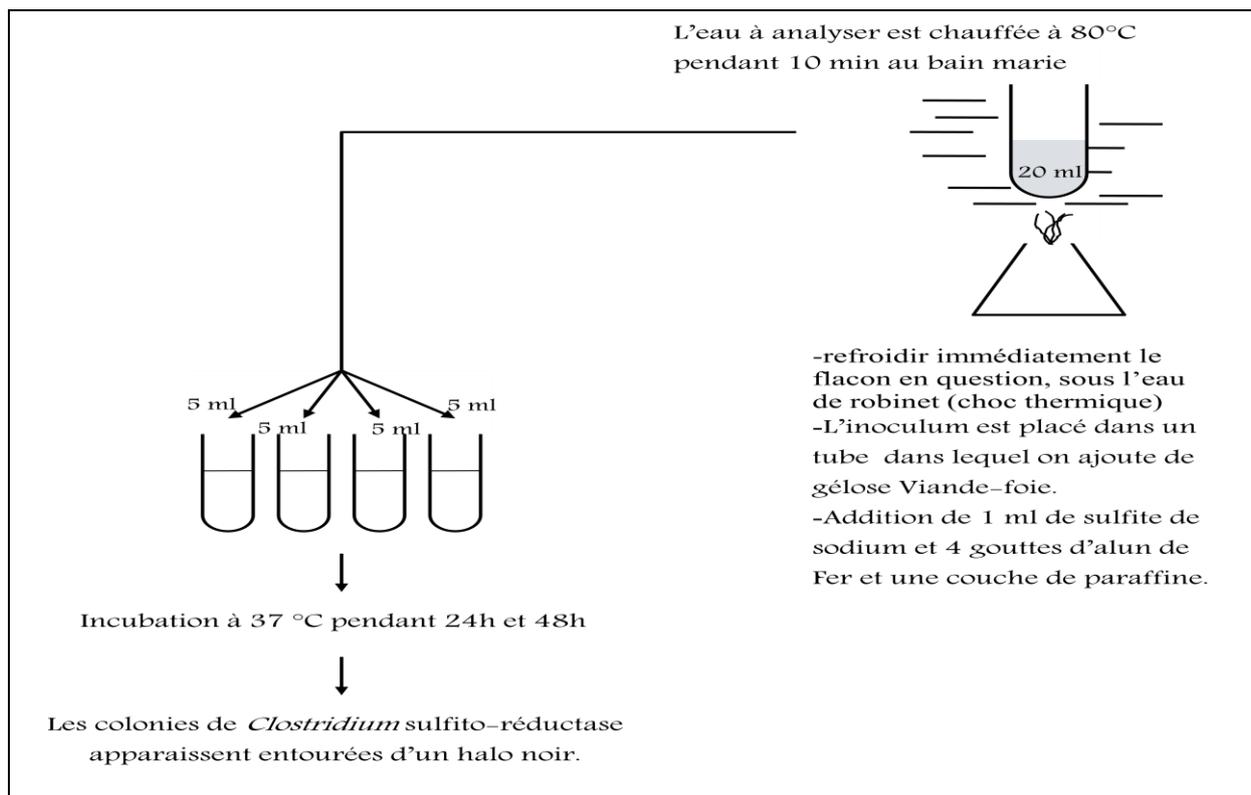
Incubation à 37°C pendant 24h à 48h, après la période d'incubation sera considérée comme positif, les tubes contenant des grosses colonies noires entourées de halos noirs, qui correspondent au *Clostridium* sulfito-réducteur.

→La première lecture doit absolument être faite à 16 heures car très souvent les colonies des ASR sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant ainsi l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse sera à refaire en utilisant des dilutions décimales de 10<sup>-1</sup> voire 10<sup>-3</sup>.

→La deuxième lecture se fera à 24 heures.

→La troisième et dernière lecture à 48 heures.

\*Le résultat est exprimé par le nombre des *Clostridium* sulfito-réducteurs par 20 ml de l'échantillon à analyser (Rerjsek, 2002)



**Figure 2.9 :** Protocole expérimental de recherche et dénombrement des *Clostridium* sulfito-réducteurs.

---

# **Chapitre 3**

## **Résultats et discussion**

---

### 3.1. Paramètres physico-chimiques des eaux de sources

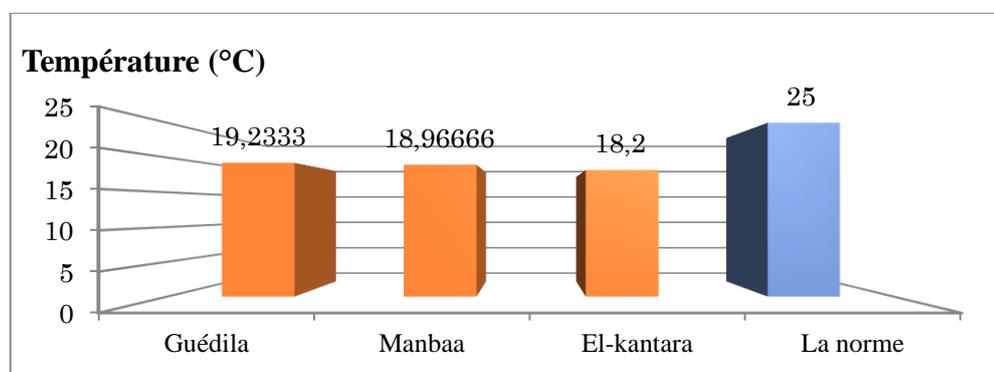
L'évaluation de la qualité des eau de source études sur (Guedila ; Manbaa ; El-Kantara) à travers les paramètres physico-chimique suivante : La température(T), le pH, la conductivité électrique (CE), le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), le magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), les chlorures ( $\text{Cl}^-$ ), les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ), les nitrate( $\text{NO}_3^-$ ) ; l'ammoniums ( $\text{NH}_4^+$ ) ; les sodiums ( $\text{Na}^+$ ) ; les potassiums ( $\text{K}^+$ ) ;les sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) ; l'ortho phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) ; Le fer ( $\text{Fe}^{+2}$ ) ; le bicarbonate ( $\text{HCO}_3$ ) ;les matières en suspension (MES).

Les résultats des paramètres physico-chimiques présentes en dessous sont des moyens des 3 répétitions dans chaque source (Guedila; Manbaa; El-Kantara) et sont les suivants :

#### 3.1.1. Température (T)

Dans la région d'étude La température des eaux des différentes sources étudiées varie en moyennes entre  $19,2^\circ\text{C}$ ; et  $18,2^\circ\text{C}$  (voir figure 3.1). Les résultats de la température de l'eau varie selon les mois confirme Dib (2009), Les valeurs maximales qui atteignent  $19,2^\circ\text{C}$ , enregistrées au niveau de Guedila, restent donc inférieures à  $25^\circ\text{C}$ . Ces valeurs obtenues durant la période des mois Février, Mars, Avril d'observations sont conformes à la norme algérienne recommandée qu'est de  $25^\circ\text{C}$  (JORA, 2011).

Ce qui nous permet de dire que notre eau est dans les normes. Avec une conformité avec les autres résultats obtenus par Belghiti (2013).

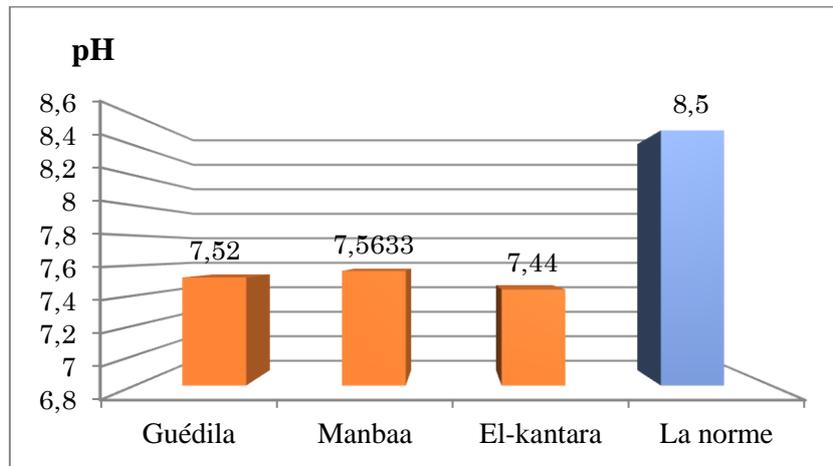


**Figure 3.1 : Variation moyenne de la température dans les sources étudiées**

#### 3.1.2. Potentiel d'hydrogène (pH)

La figure (3.2) montre que le pH varie entre 7,5 et 7,4. Ces valeurs révèlent que le pH est légèrement neutre à alcalin dans toutes les sources d'eaux analysées, ce qui est corroboré avec ceux trouvés par Saadali, (2007); Gouaidia, (2008) ; aussi selon Rodier *et al.*, (1996), le pH est très sensible à divers facteurs environnementaux, il dépend à des variations de la température, de la salinité, du taux de  $\text{CO}_2$  dissous.

Ces résultats sont conformes avec les législations algériennes et européennes précises comme le niveau guide du pH est de 6,5 à 8,5 (JORA, 2011; Rodier *et al.*, 2009; Belghiti, 2013).



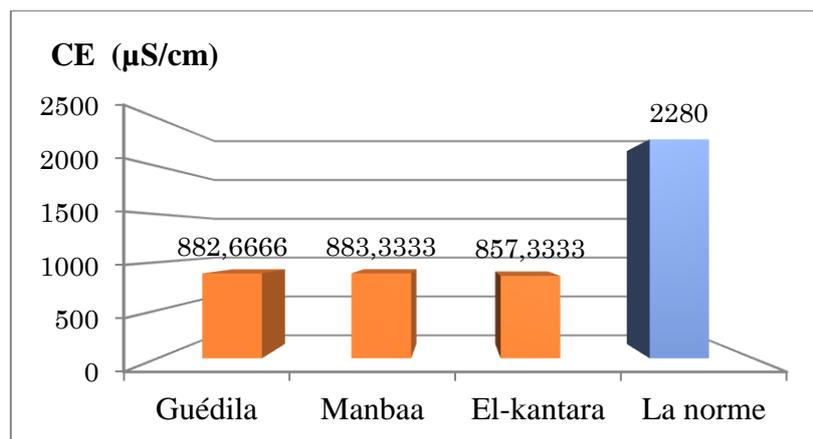
**Figure 3.2 : Variation moyenne du pH dans les sources étudiées**

### 3.1.3. Conductivité électrique (CE)

Selon Rodier *et al.* (1996) la conductivité électrique mesure la capacité d'une solution à conduire un courant électrique. Elle s'exprime en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Les eaux analysées présentent une conductivité électrique qui varie de  $883 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  à  $857 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  comme indiqué la Figure (3.3). D'après Rodier *et al.* (1996) cette composante renseigne sur le taux de minéralisation des eaux. Selon Belghiti (2013), elle varie suivant le substrat géologique traversé.

Selon JORA (2011), toutes les valeurs ne dépassent pas la norme algérienne de potabilité fixée à  $2280 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .



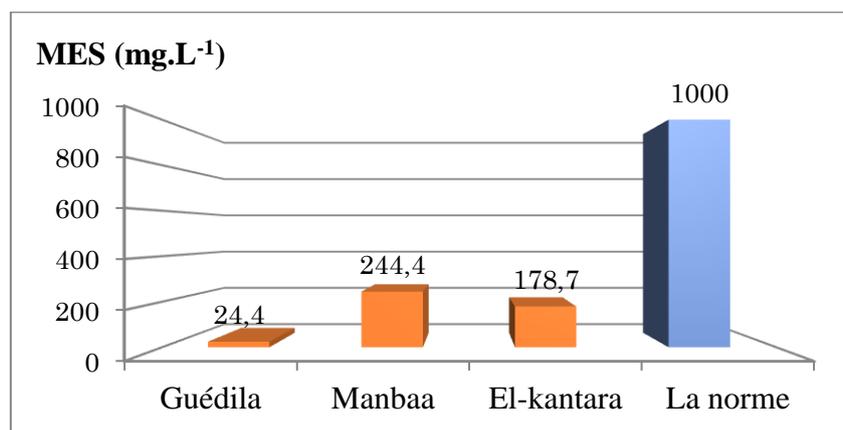
**Figure 3.3 : Variation moyenne de la conductivité électrique dans les sources étudiées**

### 3.1.4. Matières en suspension (MES)

La comparaison des teneurs en matières en suspension dans les 3 sources varie entre  $24 \text{ mg}/\text{l}$ ,  $244 \text{ mg}/\text{l}$  et  $178,7 \text{ mg}/\text{l}$  pour les sources Guedila, Manbaa et El-Kantara

respectivement, (voir figure 3.4). Nos résultats de MES dépendent de la Norme Algérienne fixée à 1000 mg/l, (JORA, 2011).

Selon Rodier (1984), Les matières en suspension, représentent l'ensemble des particules minérales et organiques contenues dans les eaux. Elles sont en fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, de la pluviométrie, de régime d'écoulement des eaux et de la nature des rejets, etc.



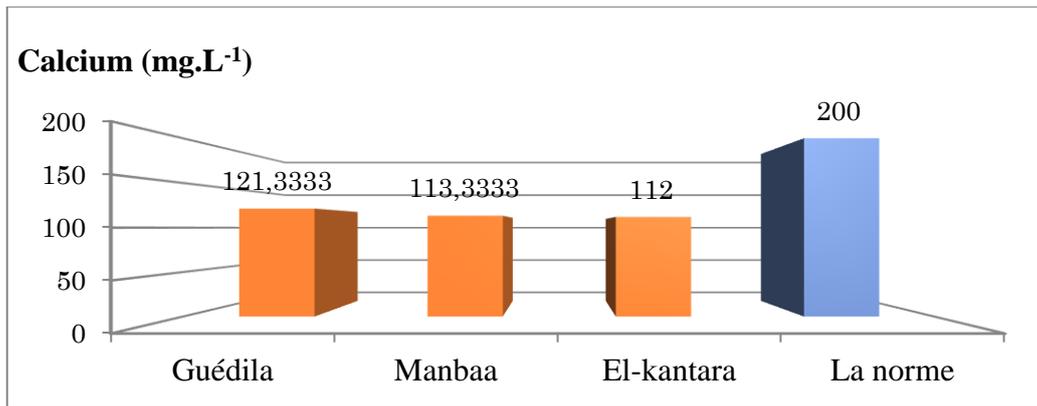
**Figure 3.4 :** Variation moyenne de la matière en suspension dans les sources d'eau étudiées

### 3.1.5. Calcium (Ca<sup>2+</sup>)

L'histogramme de la teneur en calcium (figure 3.5) montre que le taux de calcium enregistré durant la période d'étude pour les trois sources d'eaux étudiées varie de 121,33 mg/l, 113,33mg/l et 112 mg/l pour les sources Guedila, Manbaa et El-Kantara respectivement.

Les teneurs moyennes de Calcium pour les sources d'eaux dépendent de la norme Algérienne de 200 mg/l (JORA., 2011).

Cette teneur en calcium enregistrés se réfère à l'origine industrielle et urbaine selon le rapport technique (2005) ; ainsi qu'autant ce paramètre métal alcalin terreux, cependant il est un composant majeur de la dureté de l'eau. Sa teneur varie essentiellement selon la nature des terrains traversés. Le calcium est retrouvé dans les eaux qui ont traversé des roches calcaires confirme Raymon (2007).

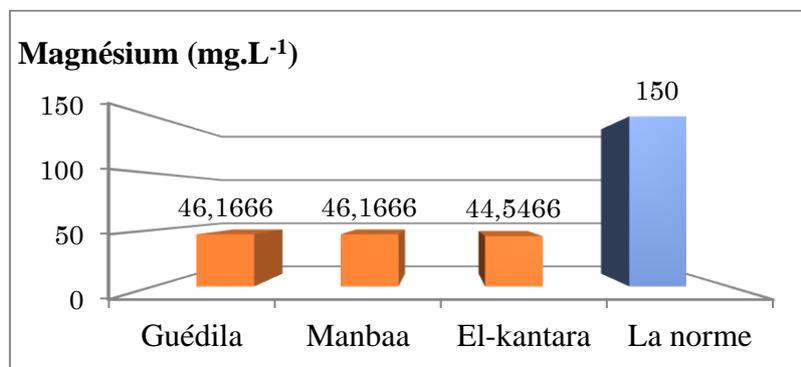


**Figure 3.5 :** Variation spatiotemporelle de la teneur en calcium dans les 3sources étudiées

### 3.1.6. Magnésium (Mg<sup>2+</sup>)

Le magnésium est l'un des éléments les plus répandus dans la nature, il donne un goût désagréable à l'eau (Rodier *et al.*, 2009).

Selon les normes algériennes d'eau potable, le magnésium ne dépasse pas (150 mg.L<sup>-1</sup>) (JORA, 2011), les valeurs enregistrées du magnésium pour les trois sources sont de l'ordre de 46,16 mg/l pour Guedila et Manbaa et de l'ordre de 44,54 mg/l pour la source de El-Kantara ce qui ne dépassent pas la norme Algérienne de 150 mg/l (voir la figure 3.6). Selon Nouayti *et al.*(2016) La source du magnésium semble être liée au contact des eaux avec les roches calcaires et dolomitiques.

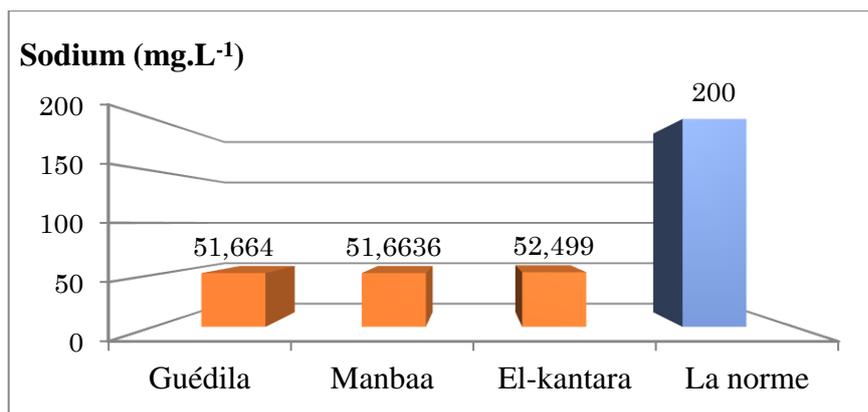


**Figure 3.6 :** Variation spatiotemporelle de la teneur en magnésium dans les sources d'eaux

### 3.1.7. Sodium (Na<sup>+</sup>)

Selon les résultats des analyses effectuées durant la période d'étude, les teneurs en sodium sont globalement peu concentrées et d'après la représentation graphique obtenue aucun valeur dépassant la norme Algérienne de 200 mg/l (la figure 3.7). Les teneurs en sodium varient de 51 mg/l à 52 mg/l.

D'après Rodier *et al.* (2009) le sodium est un élément constant de l'eau, toutefois les concentrations peuvent être extrêmement variables. Le sodium est un élément vital qui participe à des fonctions essentielles dans l'organisme.

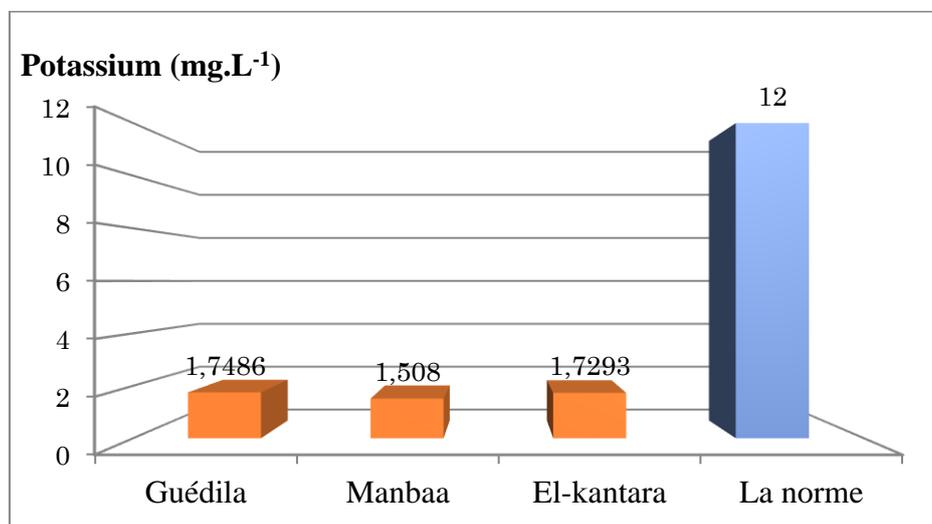


**Figure 3.7 :** Variation moyenne de la teneur en sodium dans les sources étudiées

### 3.1.8. Potassium (K<sup>+</sup>)

D'après Coulibaly (2005), le potassium joue un rôle essentiel chez l'homme pour lequel les besoins de l'organisme sont de l'ordre de 1.5 à 4 g/jour. Une carence en potassium provoque des dysfonctionnements cardiaques.

Les valeurs de l'eau analysées sont respectivement 1,50 mg/l comme valeur minimale et du 1,74 mg/l comme valeur maximale pour les sources comme en voit dans la Figure3.8, conformes aux normes algériennes qui recommandent une concentration maximale de 12 mg/l (JORA2011).

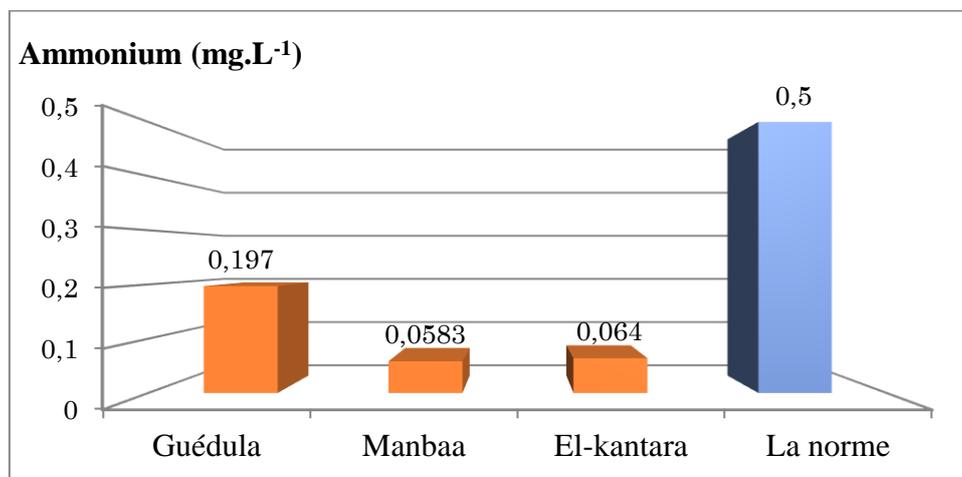


**Figure 3.8 :** Variation moyenne de la teneur en potassium dans les sources étudiées

### 3.1.9. Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

Les teneurs en ammonium du 3 sources d'eaux analysés durant notre étude enregistrent des valeurs de l'ordre de 0,197mg/l, 0,058 mg/l et 0 ,064 mg/l pour Guedila, Manbaa et El-kantara respectivement, ces valeurs sont inférieures à la norme Algérienne de 0,5 mg/l

(JORA ,2011)(voir figure 3.9).Selon Maraza (2015),l' Ammonium n'a pas un effet appréciable sur la santé des consommateurs mais sa présence dans les eaux est un indicateur de pollution.

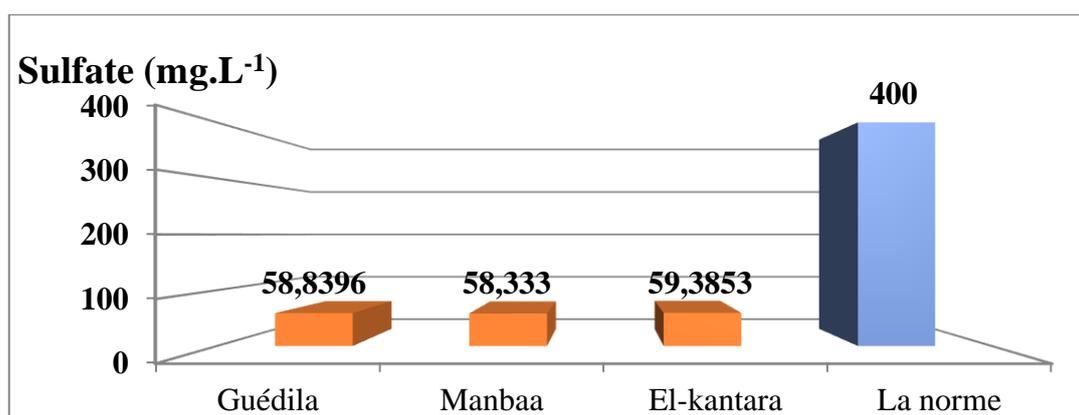


**Figure 3.9 :** Variation moyenne de la teneur en ammonium dans les sources étudiées

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

Les trois sources d'eaux de Guedila, Manbaa et El-Kantara enregistrent des valeurs moyennes de sulfate de l'ordre de 58,83 mg/l, 58,33 mg/l et 59,38 mg/l respectivement (voir figure 3.10), les valeurs enregistrées restent inférieures à la valeur limitée par la norme Algérienne de 400mg/l relative à la qualité des eaux destinées à la production de l'eau potable (JORA ,2011).

Selon Choteau (2014) les ions sulfates sont par eux-mêmes peu toxiques. Cependant des concentrations inférieures peuvent affecter les enfants et les nouveaux consommateurs d'eau qui n'y sont pas habitués (troubles gastro-intestinaux et diarrhéiques).



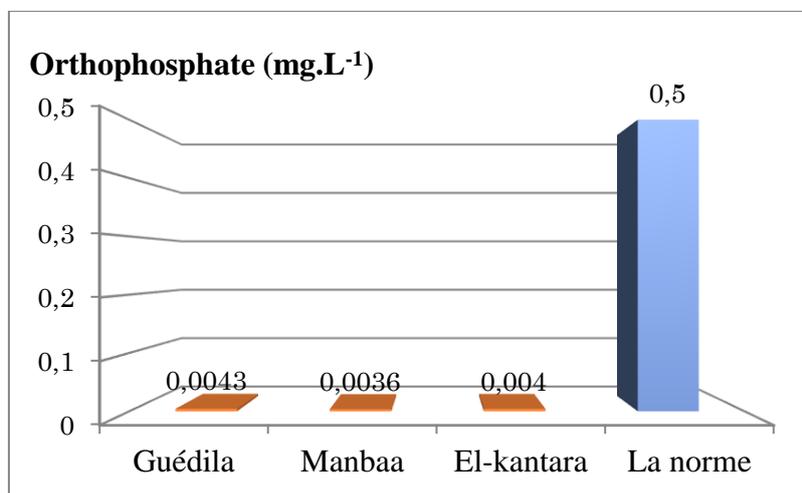
**Figure 3.10 :** Variation moyenne de la teneur en sulfate dans les sources étudiées

### 3.1.11. Ortho phosphate (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)

Selon Vilain (1989), le phosphore, est l'un des nutriments importants, peut se trouver sous différentes formes oxydées; ils ont un effet bénéfique en jouant un rôle régulateur: ils

favorisent tous les phénomènes de fécondation, la mise à fruit et la maturité des organes végétatifs

La concentration des ortho-phosphates dans les sources d'eaux analysées varie entre 0,003 et 0,004mg/l. Toutes les valeurs enregistrées ne dépassent pas la norme Algérienne (0,5 mg/l) (voir la Figure3.11).

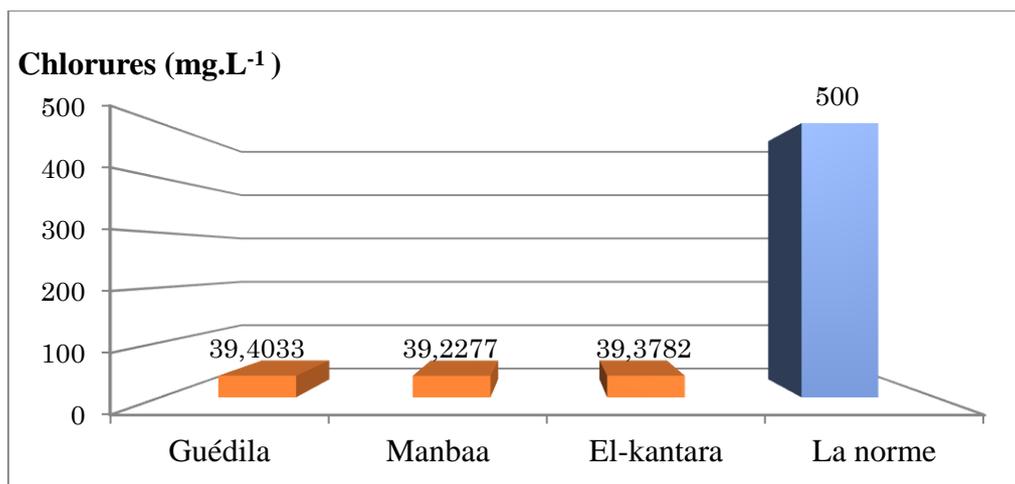


**Figure 3.11** : Variation moyenne de la teneur en ortho-phosphate dans les sources étudiées

### 3.1.12. Chlorure (Cl<sup>-</sup>)

L'ion chlorure n'est pas adsorbé par les formations géologiques, ne se combine pas facilement avec les éléments chimiques et reste très mobile. Il constitue un bon indicateur de la pollution affirmé par Chaker *et al.* (2014). Les concentrations en chlorures dans les eaux analysées oscillent à 39 mg.L<sup>-1</sup> (voir Figure 3.12). Ces valeurs de chlorures sont considérées normales étant donné que la norme algérienne fixée à 500 mg.L<sup>-1</sup> (JORA, 2011).

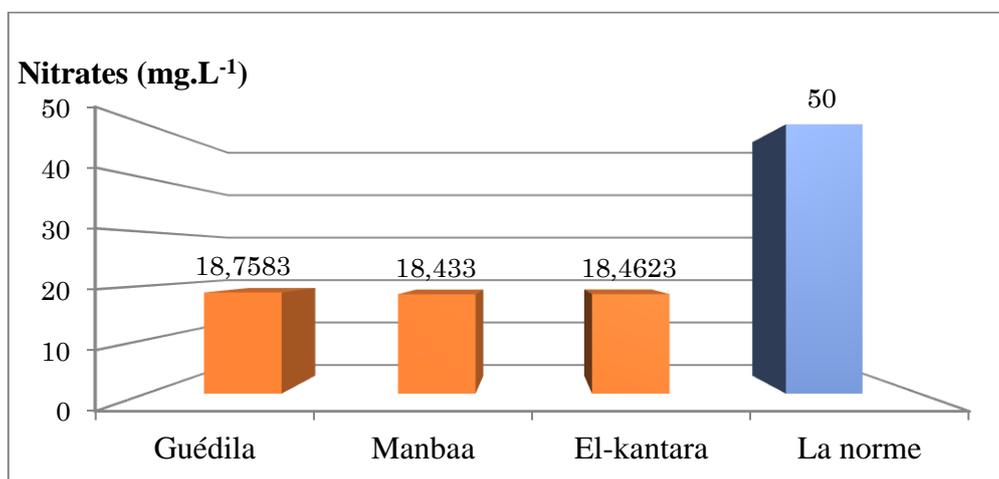
D'autre part, Andrews *et al.* (2009), ont mentionné que les ions chlorures, à une concentration supérieure à 250 mg.L<sup>-1</sup>, altère la saveur de l'eau, ce qui peut entraîner une dégradation de la qualité de l'eau.



**Figure 3.12 :** Variation moyenne de la teneur en chlorure dans les sources étudiées

### 3.1.13. Nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

L'histogramme des teneurs en nitrates (voir figure3.13) montre qu'il n'ya pas une légère variation de ces teneurs qui oscillent de 18mg/l pour les trois sources d'eaux et qui restent inférieures à la valeur admissible par les normes Algériennes (50mg/l) (JORA, 2011). De ce fait, les eaux étudiées ne sont pas sujette à un risque de pollution par les nitrates. Ces nitrates sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques ou des engrais de synthèse ou naturels d'après Samak (2002).

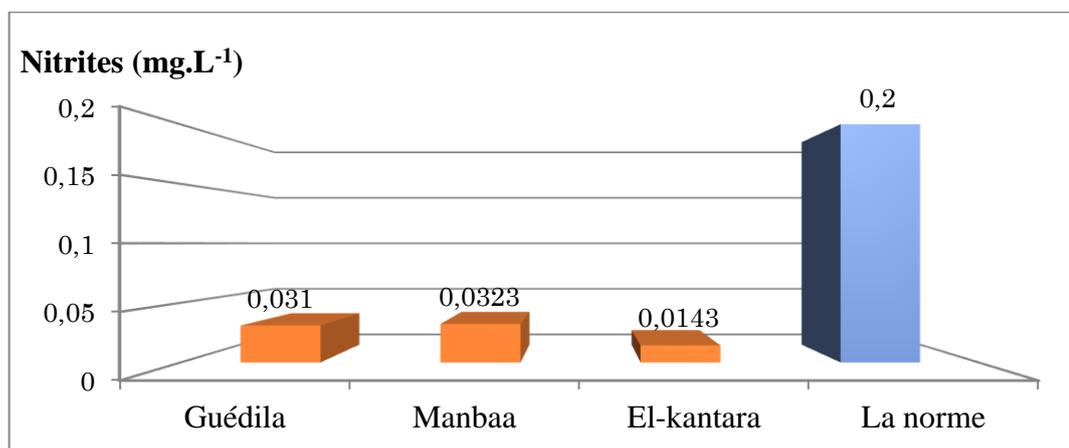


**Figure 3.13:** Variation moyenne de la teneur en nitrate dans les sources étudiées

### 3.1.14. Nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

Selon Rodier *et al.* (2009) les nitrites sont également assez largement présents, mais à des niveaux bien moindres que les Nitrates. Les nitrites proviennent d'une oxydation incomplète des matières organiques. Une teneur d'azote nitreux supérieure à 0,20 mg.L<sup>-1</sup> peut faire soupçonner un apport d'eaux riches en matières organiques en voie de

décomposition (Cette teneur ne devrait pas être dépassée dans le cas d'une eau d'origine profonde). Dans notre étude, les nitrites enregistrés dans les eaux des trois sources présentent des teneurs autour de 0,031 mg/l, et qui ne dépassent pas la norme Algérienne de (0,2 mg.L<sup>-1</sup>) (voir figure3.14) (JORA, 2011).d'après Belghiti *et al.* (2014), La présence des nitrites dans l'eau en quantité importante dégrade la qualité de l'eau et pourrait affecter la santé humaine. La toxicité liée au nitrite est très significative en raison de leur pouvoir oxydant.

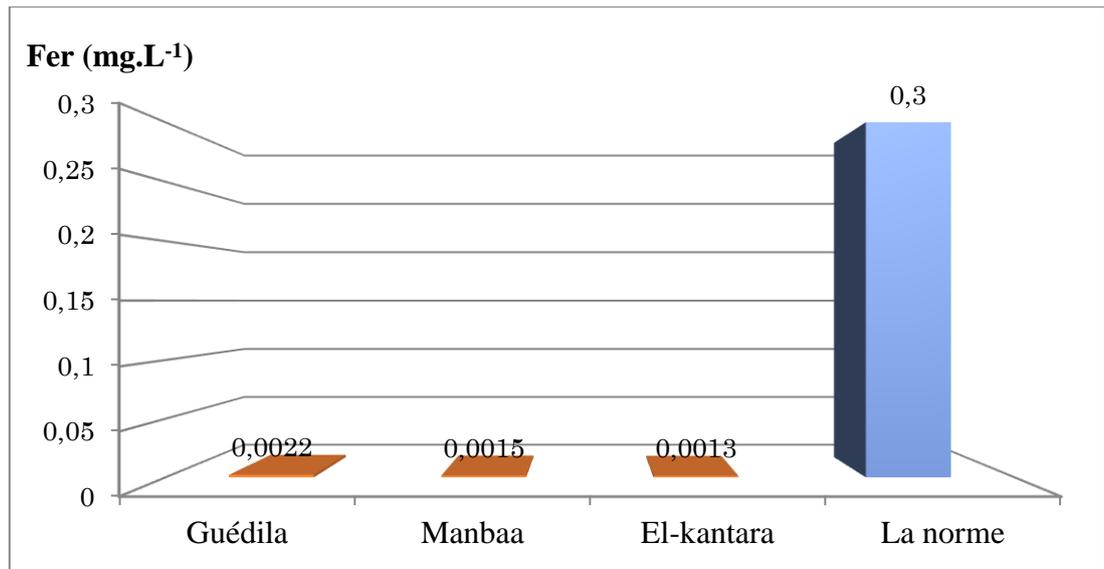


**Figure 3.14 :** Variation moyenne de la teneur en nitrite dans les sources étudiées

### 3.1.15. Fer (Fe<sup>+2</sup>)

D'après Potelon et zysman (1998), Le fer est un élément indispensable au fonctionnement du corps humain (synthèse d'hémoglobines du sang)

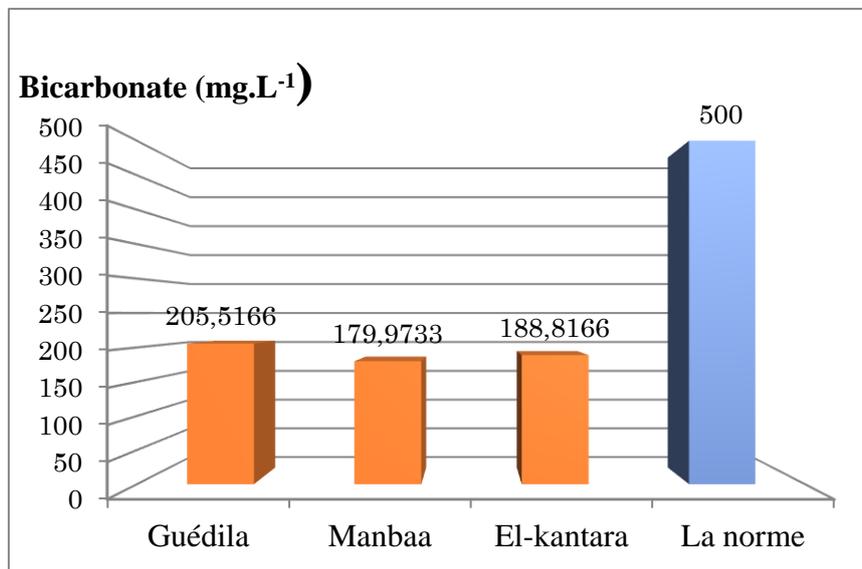
Les teneurs en fer total dans les sources d'études varient de 0,0022mg/l (Guedila) à 0,0013 mg/l (El-Kantara), (voir figure3.15), la concentration en fer de ces 3 sources est inférieure à la norme Algérienne de 0,3 mg/l (JORA ,2011). Aussi les études faites en 2013 par Belghiti présentent respectivement des valeurs minimales de 0,028 mg/l et des valeurs maximales de 0,32 mg/l qui sont supérieurs à nos résultats mais restant dans les normes.



**Figure 3.15 :** Variation moyenne de la teneur en fer dans les sources étudiées

### 3.1.16. Bicarbonate (HCO<sub>3</sub>)

Les normes algériennes ne fixent aucune valeur pour ce paramètre quelles que soit les teneurs en bicarbonates, la potabilité n'est pas affectée, mais dans notre étude, les bicarbonates ont été détectés dans les eaux des sources avec des teneurs autour de 205 mg/l pour Guedila, 179 mg/l pour Manbaa et de 188 mg/l pour la source d'El-kantara, présentent des teneurs rependant à la norme Européenne(OMS, 2002) avec une concentration de 500 mg.L-1(voir figure 3.16).



**Figure 3.16 :** Variation moyenne de la teneur en bicarbonate dans les sources étudiées

### 3.2. Paramètres bactériologique

L'appréciation de la qualité bactériologique des sources dans les régions de Guedila, Manbaa et El-Kantara ont été résumé dans le tableau ci-après rapporte les concentrations moyennes des indicateurs de pollution.

**Tableau3.1** : Variation des paramètres bactériologiques des trois sources d'eaux étudiées

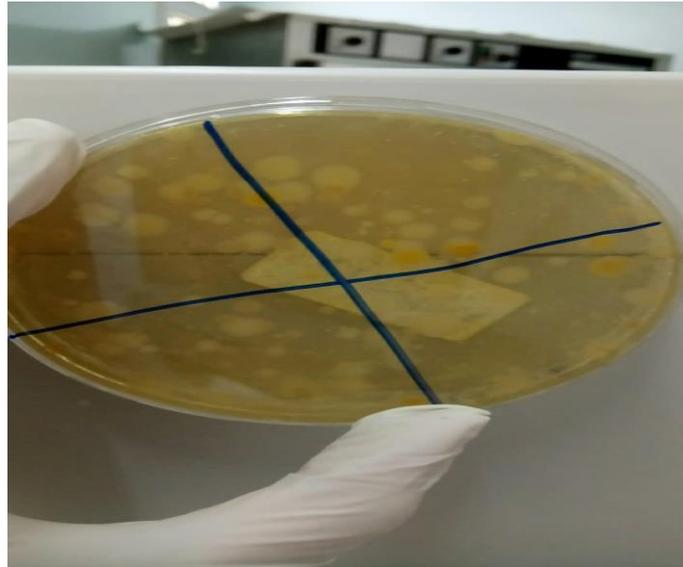
Paramètre	Résultat			Norme
	Guedila	Manbaa	El-Kantara	
Germe totaux (UFC/100ml)	+	+	+	20 UFC /100 ml
Coliforme totaux (UFC /100ml)	+	-	-	0 UFC /100 ml
Coliforme fécaux (UFC /100ml)	-	-	-	0 UFC /100 ml
<i>Streptocoque fécaux</i> (UFC /100ml)	-	-	+	0 UFC /100 ml
<i>Clostridium S R</i> (UFC /100ml)	-	-	-	0 UFC /100 ml

#### 3.2.1. Germes totaux

Le dénombrement des germes totaux est considéré comme un type d'indicateur beaucoup plus général vis à vis de toute pollution microbienne : c'est le dénombrement total des bactéries.

Les résultats obtenus dans (Tab 3.1) montrent que tous les sources contrôlées contient dans leurs eaux des germes totaux voir figure 3.17. La concentration de cette flore varie entre 2073germe /mL (source de Guedila) et 472 germe/mL (source de El-Kantara) et de 1600 germe/mL (source de Manbaa) durant la période d'étude. La réglementation algérienne indique une valeur de 20 germes/ml à 37°C pendant 48h dans 100 millilitre à ne pas dépasser (JORA, 2011).

La contamination de ces eaux par les germes totaux pourrait être due à la mauvaise protection des sources, la méconnaissance des règles élémentaires d'hygiène, la pollution avoisinante. Selon Figarella et Leyral (2002), si le nombre des germes totaux augmente de manière importante, en particulier après une forte pluie, cela montre que la ressource est mal protégée, se contamine par des eaux d'infiltration confirment aussi Rodier *et al.* (2009).



**Figure 3.17 :** Germe totaux dans le milieu TGEA après incubation pour la source de Guedila

### **3.2.2. Coliformes totaux et fécaux**

La présence des coliformes thermo-tolérants, signe l'existence quasi certaine de la contamination fécale d'eau d'après Rodier *et al*(2009); El Haissoufi *et al*(2011).

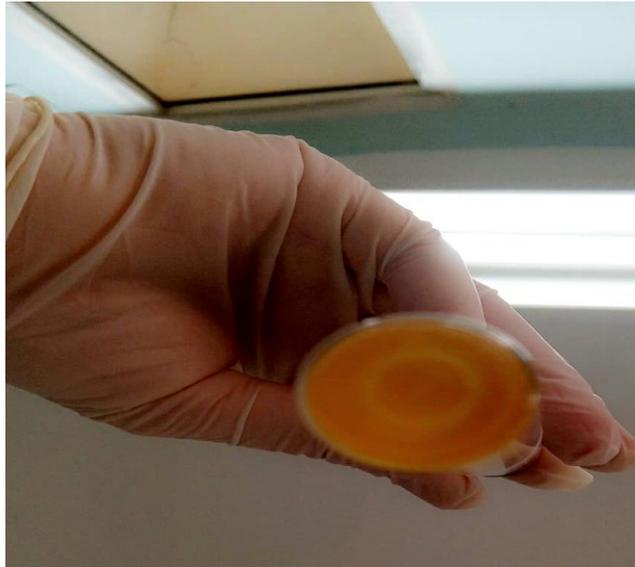
Les résultats des analyses d'eau de source montre la présence de coliforme totaux seulement au niveau de Guedila estimé a 28 NPP, et le NPP sera 121 si on se réfère à la table adopté. D'après Chevalier (2003), les coliformes totaux sont d'origine animale et humaine, leur présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales.

Mais dans le test confirmatif les résultats sont négatifs pour les coliformes fécaux, confirment une absence totale des coliformes totaux et fécaux (Tab 3.1), qui conformes au normes Algérienne (l'eau destinée à la consommation humaine ne doit pas renfermer des coliformes totaux et fécaux dans 100 ml ) (JORA,2011).

### **3.2.3. Streptocoques fécaux**

La détection d'entérocoques dans une nappe d'eau souterraine ou dans des sources doit faire sérieusement soupçonner une contamination d'origine fécale et la présence de micro-organismes entéropathogènes confirme Simmons *et al.* (2001).

La réglementation de notre pays exclue impérativement la présence des streptocoques fécaux dans 100 ml (JORA, 2011). C'est aussi le cas de notre eau où on a constaté l'absence totale des streptocoques fécaux dans les eaux étudiées (Guédila et Manbaa) et la présence au niveau de la source d'El-Kantara voir la figure 3.18; D'après les travaux de Youmbi *et al.* (2013), la présence de streptocoques fécaux dans les eaux de source montre qui 'il y'a une contamination des eaux par les matières fécales stockées dans les latrines.



**Figure 3.18 :** *Streptocoques fécaux* dans le milieu après incubation pour la source El-kantara

#### **3.2.4. *Clostridium* sulfito-réducteurs**

Il faut signaler que les bactéries anaérobies sulfite réductrices sont souvent considérées comme des témoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux, permettrait ainsi de déceler une pollution fécale ancienne au intermittente déclare Hamed *et al.*,(2012).

Selon la réglementation algérienne, une eau potable ne doit pas contenir des *Clostridium* sulfite-réducteurs dans 20 ml qui sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale.

Et l'absence de colonies entourées d'un halo noire dans l'eau de sources analysées montre que notre eau répond aux normes (tab 3.1).

---

# Conclusion

---

L'eau est essentielle pour la vie, cependant elle peut être aussi une source de maladie, il est impératif de bénéficier d'une attention particulière. En effet, l'eau destinée à la consommation humaine ne doit contenir ni substances chimiques dangereuses, ni germes nocifs pour la santé.

C'est dans ce contexte que notre contribution est limitée. En effet, Cette étude est axée sur la pollution des eaux des sources de la région de Biskra notamment les trois sources reconnue et très souvent popularisés les sources de Guédila, Manbaa et El-Kantara.

Deux axes d'étude ont été ciblés pour étudier la qualité des eaux de ces trois sources, une évaluation physico-chimique et une évaluation de qualité microbiologiques ; dont la première nous avons tirés comme conclusion que les trois sources d'eaux ne possédant pas une altération chimique, cela se réfère à la norme Algérienne 2011 et une norme OMS 2002.

Nous a permis de conclure qu'il n'ya pas une contamination dans les sources étudiées selon se manifeste par des teneurs qui ne dépassant pas les normes Algériennes et Européennes de potabilité.

D'une autre part ,a la lumière des résultats obtenus au niveau des paramètres bactériologique mesurés au niveau des eaux de sources de Guedila, Manbaa et El-kantara, on constate une dégradation de la qualité de l'eau particulièrement au niveau de la zone soumise aux rejets d'eaux usées provenant des régions de Guedila, Manbaa et El-kantara respectivement. La comparaison de la contamination bactériologique de ces sources avec les normes Algérienne (2011), montre que celle-ci reste dans les limites au niveau des Coliformes totaux ,Coliformes fécaux, streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito-réducteur, alors que les germes totaux sont présent avec une concentration qui dépassent la norme Algérienne.

Quant à la qualité bactériologique, les sources sont naturellement protégés donc les risques de contamination ne concernent que les aquifères libres. En outre, une contamination est possible au cours d'échantillonnage, transport ou du stockage de l'eau.

Afin d'éviter tout risque sanitaire lors de la consommation de ces eaux et pour une meilleure maîtrise de cette pollution, il faut :

- √ Faire un suivi périodique des sources.
- √ Protéger les sources.
- √ Fermer tous les points d'eau abandonnés et qui présentent des anomalies d'équipement,
- √ Bien gérer les ordures ménagères et l'utilisation des fertilisants agricoles,
- √ Mettre en place un réseau d'assainissement pour l'évacuation des eaux usées.

---

# **Bibliographie**

---

**A**

Adaika k .Belaid A. 2009 .La maitrise de la qualité de l'eau embouteille au cours du stockage ' Guedila' : Science Naturelle et de la Vie. Thèse d'Ingénieur d'Etat, Université Mohamed Khider, Biskra, 95 p.

Alouane H. 2012. Evaluation des teneurs en nitrates dans les sols et dans les eaux captées et émergentes en zones à vocation agricole ; Impact des nitrates sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Mémoire de Magister, Université Mentouri, Constantine, p.49

Ayad W et Kahoul M. 2016. Evaluation de la qualité physico chimique et bactériologique des eaux de puits dans la région d'El Harrouch (NE Algérie). Environ. Sci 7(4):pp.1288-1298.

**B**

Baziz N. 2008. Etude sur la qualité de l'eau potable et risques potentiels sur la santé: cas de la ville de Batna. Thèse de doctorat, Université El Hadj Lakhdar, Batna, 128p.

Belala z. 2006. Mémoire de Magister, Etude et traitement de l'eau du barrage Djorf-Eltorba de la wilaya de Bechare par filtration sur sable, Université Hassiba Benbouali des sciences et sciences de l'Ingénieur, Bechare, 128 p.

Belghiti M. L., CHAHLAOUI A., Bengoumi, D., ET El Moustaine, R. 2013. Etude de la qualité physico- chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de Meknès (Maroc), (14), pp. 1112-3680.

Belhadj, S., Yahiya-Dahmana, S., et Dahmana, A. E. 2018. Analyse de la qualité de l'eau suivant les normes de potabilité de quelques sources naturelle dans la commune de Feraoun (Wilaya Bejaia),thèse de Doctorat, 140p.

Bosca C.2002. Ground water law and administration of sustainable development, Mediterranean Magazine. Science Training and Technology (2), pp .13-17.

**C**

Chekroud H. 2007. Etude de la pollution des eaux de la plaine Telezza due aux activités agricoles et commerciales, Mémoire de Magister, Université du 22 Aout 1955, Skikda, Algérie, p.56

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

Choteau B. 2014. La souffrance globale en fin de vie. Manuel de soins palliatifs-4e édition: Clinique, psychologie, éthique, p.15

Coulibaly K. 2005. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako. Thèse de doctorat d'état, université de Médecine de Pharmacie et D'Odonto Stomatologie, Bamako, 196 p.

## D

Dahel Zanat. 2009. Analyse de la qualité bactériologique des eaux du littoral Nord-Est algérien à travers un bio-indicateur la moule *Perna perna*. Mémoire de Magistère, Université Badji-Mokhtar, Annaba, 69p.

Dembele, M. (2005). Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM. Sa dans la ville de BAMAKO: Médecine de pharmacie et d'odontostomatologie. Thèse de doctorat, Université de Bamako, 77p.

Desjardins R. 1997. Le traitement des eaux. Edition, l'école polytechnique de Montrieu, Canada, 304p.

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

Dupont A. 1981, Hydraulique urbaine (Hydrologie, captage et traitement des eaux). Ed., France, pp.62-75

## E

El Haissoufi H., Berrada S., Merzouki M., Aabouch M., Bennani L., Benlemlih M., Idir M., Zanibou A., Bennis Y., El Ouali lalami A. 2011. Pollution des eaux de puits de certains quartiers de la ville de Fès, Maroc, Rev. Microbiol. Ind. San et Environn (5): pp. 37-68.

## F

Fakih lanjri A., Brigui J., El Cadi A., Khaddor M., Salmoune F. 2014. Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de Tanger (5):pp. 2230- 2235.

## G

Gregorio C et Pierre-Marie B. 2007. Traitement et épuration des eaux industrielles polluées: Procédés, Presses Univ. Franche-Comté, 356 p.

Guerd A et Mesghouni H. 2007. Mémoire de fin d'étude, Performance de la station de dessalement des eaux dans la région d'El-Oued, Université Kasdi Merbah, Ouagla, p.67

Guergazi S. et Achour S. 2005. Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Biskra. Pratique de la chloration, hydraulique (4):pp.119-127.

**H**

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

**I**

**Izah S. C et Ineyougha E. R.** 2015. A review of the microbial quality of potable water sources in Nigeria.1 (1): pp .12-19.

**J**

**Journal Officiel de la République Algérienne (JORA).**, (2011). Décret exécutif n° 11125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif, qualité de l'eau de consommation humaine, Imprimerie Officielle, Les Vergers: Bir-Mourad Raïs, Alger, Algérie, pp. 7-25.

**K**

**Kirkpatrick K et Fleming E.**2008. La qualité de l'eau, Ross tech, p.12

**L**

**Larpent J. P.**, 1997. Microbiologie alimentaire: Technique de laboratoire. Ed. Technique et documentation-Lavoisier, Paris, 1073 p.

**Lebleu N.** 2007. Désinfection des eaux par procédés membranaires, étude des mécanismes de transfert des bactéries: génie des procédés et de l'environnement thèse de doctorat, Université de Toulouse, p.259

**M**

**Maiga A.** 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 université de Bamako, Mali, 77p.

**Molinie L.**2009. Dispositifs rustiques d'alimentation et de Traitement de l'eau potable pour des services de petites tailles en régions défavorisées, Agro Paris Tech, Montpellier, Cedex, pp.4-7.

**N**

**Nouayti N., Khattach D., Hilali M., J.** 2016. Mater. Environ. Sci. 6 (4):pp.1068-1081.

**O**

**OMS.** 1994. Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 1, recommandations, Organisation mondiale de la Santé, 2e édition, 202 p.

**P**

**Potelom J.L et Zysman K.** 1998. Le guide des analyses de l'eau potable. Edition de la Lettre du cadre territorial, Paris : pp . 89-119.

**R**

**Rejsek F.** 2002. Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques. Ed CRDP, Aquitaine. France, 358 p.

**Remini B.** 2010. La problématique de l'eau en Algérie. (08):pp. 27-46.

**Robert H.** 1999. Qualité microbiologique des eaux brutes distribuées par BRL— Exigences et conception d'un suivi adapté. Mémoire de l'école Nationale de la Santé Publique, p.28

**Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L.** 2005. L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris, 1384 p.

**Rodier J., Legube B., Merlet N.** 2009. L'analyse de l'eau, 9ème édition, Ed. Dunod, 1579 p.

### S

**Simmons G., V., Hope, G., Lewis, J., Whitmore et W., Gao,** (2001). Contamination of potable roof-collected rainwater in unckland, New Zealand. *Water Research* (35):PP1518-1524.

### T

**Touahria K.** 2013. evaluation de la qualite des eaux de forages par comparaison de leurs caracteristiques physico-chimiques (region de tebessa). Thèse de doctorat, University of Souk Ahras, 218p.

**Tourab H.** 2013. Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Haouz, Université des Sciences et Techniques Cadi Ayyad. Thèse de doctorat , Maroc, 82p.

### Y

**Youmbi J.G.T., Feumba R., Njitat V.T., Marsily G., Ekodeck G.E.** 2013. Pollution de l'eau souterraine et risques sanitaires à Yaoundé au Cameroun, Colloque panafricain, *Comptes Rendus Biologies*, Elsevier Masson SAS, pp .310–316.

### Z

**Zouag B et ETBelhadj Y.** Analyse physico-chimique et bactériologique et parasitologique de l'eau de mer traitée par la station de dessalement de Souk. Thèse de Doctorat, Tlemcen, 121p.

---

# **Annexes**

---

# Annexes

## Annexe I: Composition des milieux de culture bactériologique et réactifs :

### 1. Bouillonlactose au bromocrésol (B.C.P.L.)

➤ Double concentration:

- ❖ Extrait de viande de bœuf ..... 6g
- ❖ Peptone..... 10g
- ❖ Lactose ..... 10g
- ❖ Pourpre de bromocrésol.....0.6g
- ❖ Eau distillé.....1000 ml
- ❖ PH: 6,7 Autoclavage : 20mn à 120°C

➤ Simple concentration:

- ❖ Extrait de viande de bœuf.....3 g
- ❖ Peptone.....5 g
- ❖ Lactose.....5 g
- ❖ Pourpre de bromocrésol.....0,3g
- ❖ Eau distillée.....1000ml
- ❖ PH: 6,7 Autoclavage : 20mn à 120°C

### 2. milieu indole - mannitol (SCHUBERT) :

- ❖ Tryptophane.....0,2 g
  - ❖ Acide glutamique.....0,2 g
  - ❖ Sulfate de magnésium.....0,7 g
  - ❖ Sulfate d'ammonium..... 0,4 g
  - ❖ Citrate de sodium.....0, 5 g
  - ❖ Chlorure de sodium.....2 g
  - ❖ Tryptone oxoid.....10 g
  - ❖ Mannitol.....7,5g
  - ❖ Eau distillée.....500 ml
  - ❖ Tampon phosphate ..... 500ml
- pH 7,6 Autoclavage : 115°C pendant 10 mn

### 3. Bouillon glucosé à l'acide de sodium (milieu de ROTHE) :

➤ A double concentration :

- ❖ Tryptone.....40 g
- ❖ Glucose.....10g
- ❖ Chlorure de sodium..... 10 g
- ❖ Phosphate bipotassique.....5, 4 g
- ❖ Phosphate mono potassique.....5,4 g
- ❖ Azide de sodium.....0,4 g
- ❖ Eau distillée.....1000 ml
- ❖ PH: 6,8-7 Autoclavage: 15 mn à 121°C

➤ A simple concentration :

- ❖ Tryptonée.....20 g
- ❖ Glucose.....5 g
- ❖ Chlorure de sodium.....5 g
- ❖ Phosphate bipotassique.....2, 7 g
- ❖ Phosphate mono potassique.....2,7 g
- ❖ Azide de sodium.....0,2 g
- ❖ Eau distillée.....1000 ml
- ❖ PH: 6,8-7 Autoclavage : 15 mn à 121°C

### 4. Bouillon glucosé à l'éthyle violet et azide de sodium (EVA) :

- ❖ Tryptonée..... 20 g
- ❖ Glucose..... 5 g
- ❖ Chlorure de sodium..... 5 g
- ❖ Phosphate bi potassique..... 2,7 g
- ❖ Azide de sodium..... 0,3 g
- ❖ Ethyle violet..... 0,0005 g
- ❖ Eau distillée..... 1000ml
- ❖ PH:6,8-7

Remarque : Les milieux pour colimétrie (BCPL, milieu indole-mannitol) reçoivent des cloches de Durham lors de la répartition.

**5. Gélose Tryptone -glucose -extrait de levure (TGEA) :**

- ❖ Tryptone..... 5 g
- ❖ Glucose..... 1 g
- ❖ Extrait de levure.....25 g
- ❖ Gélose .....15 g
- ❖ Eau distillée .....10000 ml
- ❖ PH : 7 Autoclavage 20 mn à 121°C

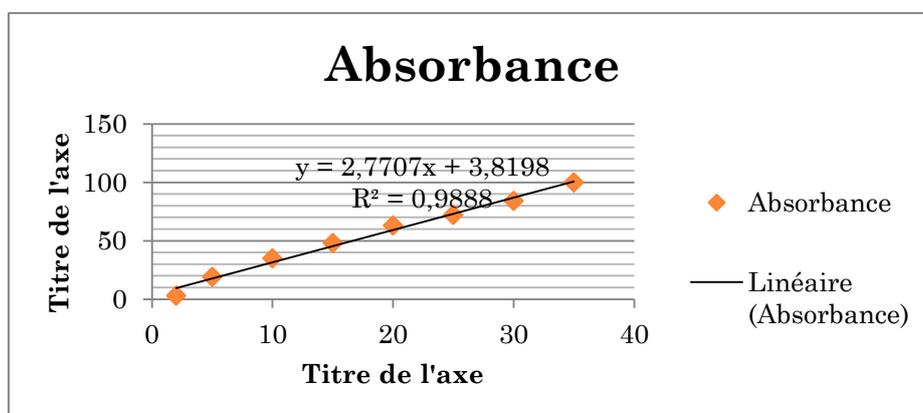
**6. Gélose viande - foie (VF) :**

- ❖ Base Viande - foie .....20 g
- ❖ Glucose..... 0,75 g
- ❖ Amidon..... 0,75 g
- ❖ Sodium Sulfite.....2 g
- ❖ Fer citevet ammonical..... 0,5 g
- ❖ Sodium carbonate .....0,67 g
- ❖ Agar – agar..... 11 g
- ❖ Eau distillée .....1000 ml

Autoclavage 15 min à 120°C

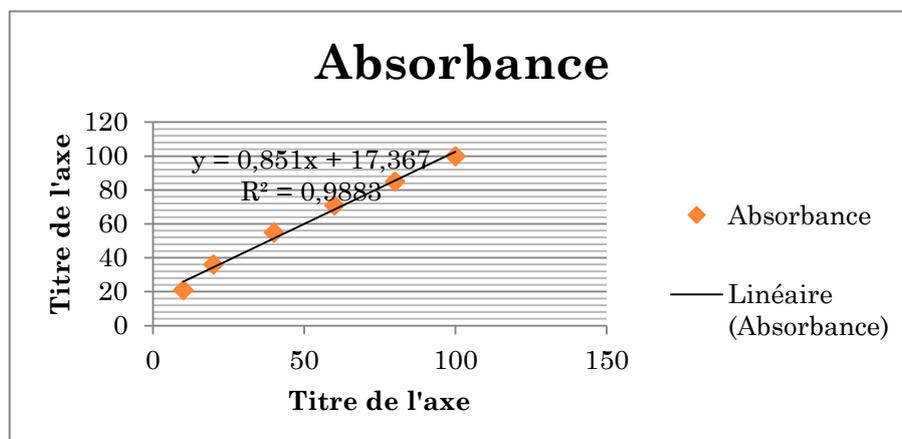
**Annexe II****Courbe d'étalonnage de potassium**

<b>Ppm</b>	2	5	10	15	20	25	30	35
<b>Absorbance</b>	3	19	35	48	63	72	84	100

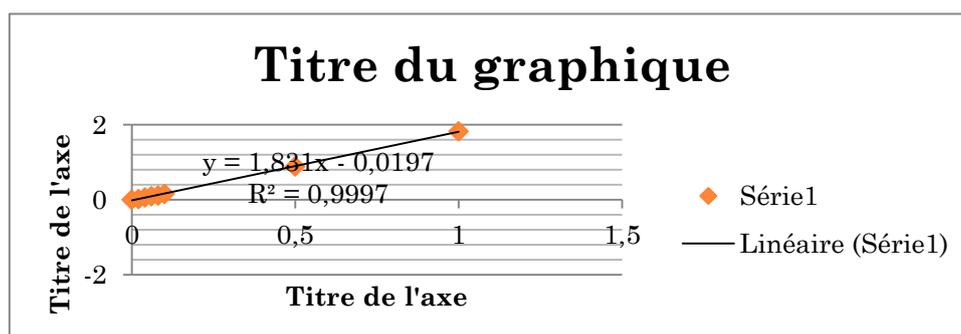


**Courbe d'étalonnage de sodium**

<b>Ppm</b>	10	20	40	60	80	100
<b>Absorbance</b>	21	36	55	71	85	100

**Courbe d'étalonnage d'ammonium**

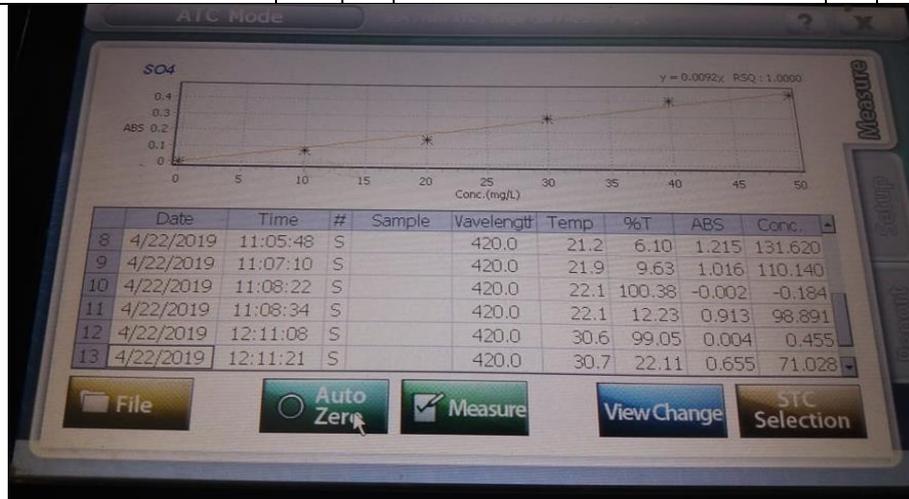
Solution fille 1 mg/l	0	1	2	3	4	5	25	50
Eau distillée (ml)	50	49	48	47	46	45	25	0
Réactif coloré (ml)	4	4	4	4	4	4	4	4
Réactif de dichloroisocyanurate (ml)	4	4	4	4	4	4	4	4
Attendre au moins 60 mn								
[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ] en mg/l	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,5	1
Absorbance	0	0,015	0,06	0,09	0,115	0,157	0,881	1,82

**Courbe d'étalonnage de nitrate**

N° des capsules	0	1	2	3	4	5	6
Solution fille de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> à 10mg/l (ml)	0	1	2	4	6	8	10
Eau distillée (ml)	10	9	8	6	4	2	0
Correspondance en mg/l de nitrates	0	1	2	4	6	8	10
Na OH 0 30%	3 goutte						
Solution de Salicylate de Na (ml)	1	1	1	1	1	1	1

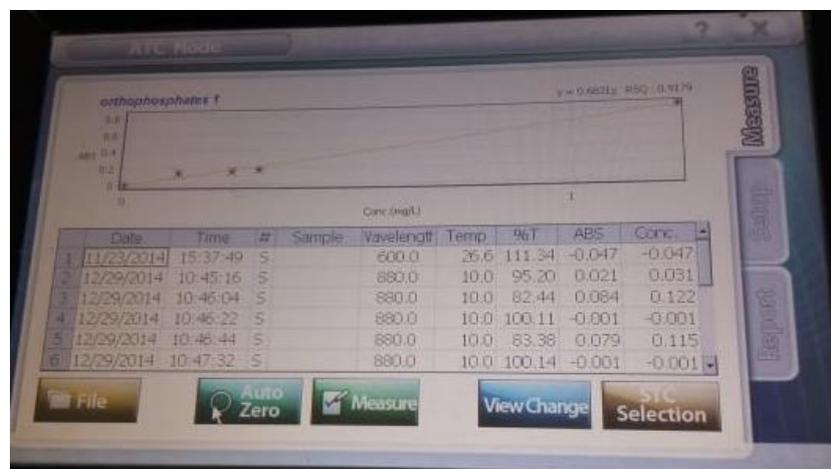


Agiter énergiquement pendant 1 mn.									
Solution BaCl 2 (mL)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Agiter énergiquement pendant 1 mn									
Conc. Finale en SO42- en mg/L	0	10	20	30	40	50	60	70	



### Courbe d'étalonnage d'ortho-phosphate

N° Fiole	0	1	2	3	4	5	6
S.fille à 2.0 mg/l P (mL)	0	0,8	1,6	2	4	6	8
40 ml eau distillée (mL)	40	39,2	38,4	38	36	34	32
Conc. mg/l en P	0	0,04	0,08	0,1	0,2	0,3	0,4
Conc. mg/l en PO43-	0	0,1224	0,2448	0,306	0,612	0,918	1,224
Acide ascorbique (mL)	1	1	1	1	1	1	1
Réactif –mélange (mL)	2	2	2	2	2	2	2
50 ml eau distillée en mL	7	7	7	7	7	7	7



## Annexe III

**La table de Mac Grady NPP Extrait de la norme NFT 90-400**

Nombre de tubes donnant un résultat positif			Indice NPP
	3 tubes de 10 ml	3 tubes de 1 ml	
0	0	1	3
0	1	0	3
1	0	0	4
1	0	1	7
1	1	0	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	29
3	0	1	39
3	0	2	64
3	1	0	43
3	1	1	75
3	1	2	120
3	2	0	93
3	2	1	190
3	2	2	210
3	3	0	240
3	3	1	460
3	3	2	1100
3	3	3	1400

## الملخص

الماء هو مورد طبيعي قيم وأساسي لإستخدامات متعددة، إستخدامه في الطعام أو النظافة يتطلب نوعية فيزيو-كيميائية و ميكروبيولوجية ممتازة. يقتضي هذا البحث دراسة نوعية من الناحية الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية للمياه الجوفية بقديلة، المنبع و القنطرة. أجريت التحاليل على هذه العينات عن طريق قياس المعايير الفيزيو-كيميائية التالية: درجة الحرارة، درجة الحموضة، التوصيل الكهربائي، الكالسيوم والمغنسيوم، كلوريد، النتريت، النترات، الامنيوم، الصوديوم، البوتاسيوم، السيلفات، الفوسفات، الحديد، الكربونات، المواد الصلبة العالقة، والبحث عن الجراثيم غير المرغوب فيها: مجموع البكتيريا، ومجموع القولونيات، بكتيريا القولون البرازية، العقديات البرازية، كلوستريديوم وقد أظهرت نتائج التحاليل أن مياه المنابع لها جودة فيزيو-كيميائية وبكتريولوجية متوسطة. وأظهرت نتائج المعايير الفيزيو-كيميائية التي تم الحصول عليها أن المياه التي تم تحليلها بها زيادة في الكالسيوم، وانخفاض في الكلوريد، الحديد والفوسفات من الناحية البكتريولوجية، يظهر التحليل تلوثاً جرثومياً متوسطاً في جميع المصادر التي تمت دراستها دون استثناء. هذا التلوث هو بلا شك خطر كبير على صحة السكان الذين يستهلكون هذه المياه.

**الكلمات المفتاحية:** الماء، المنبع، الجودة، الفيزيو- كيميائية، البكتريولوجية، قديلة، المنبع، القنطرة

## Résumé

L'eau est une ressource naturelle précieuse et essentielle pour de multiples usages. Son utilisation à des fins alimentaires ou d'hygiène nécessite une excellente qualité physico- chimique et microbiologique. Le présent travail consiste à étudier la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des sources de Guedila, Manbaa, El-Kantara. Les analyses ont été effectuées sur ces échantillons en mesurant les paramètres physico- chimiques suivants : La température, le pH, la conductivité électrique (CE), le calcium ( $Ca^{2+}$ ), le magnésium ( $Mg^{2+}$ ), les chlorures ( $Cl^-$ ), les nitrites ( $NO_2^-$ ), les nitrate ; l'ammoniums ; les sodiums ; les potassiums ; les sulfates ; l'ortho-phosphates ; le fer ; le bicarbonate et les matières en suspension (MES), et en recherchant éventuellement les germes indésirables : Germes totaux, Coliformes totaux, Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux et Clostridium sulfite-réducteurs. Les résultats des analyses effectuées ont fait ressortir que les eaux des sources sont de moyenne qualité physico-chimique et bactériologique. Les résultats des paramètres physico-chimiques obtenus ont montré que les eaux analysées ont une augmentation de teneur de calcium, et une diminution de chlorure, fer et orthophosphate particulièrement. Sur le plan bactériologique, l'analyse montre une moyenne pollution bactériologique dans toutes les sources étudiées sans exception. Cette pollution constitue sans doute un danger non négligeable à la santé des populations consommatrices de ces eaux

**Mots clés:** Eau, Source, qualité, physico-chimique, bactériologique, Guedila, Manbaa, El-kantara.

## Abstract

Water is a precious and essential natural resource for multiple uses. Its use for food or hygiene requires excellent physico-chemical and microbiological quality. Therefore, making use of the collected data, the present study will try to study the physicochemical and bacteriological quality of the water of sources of Guedila, Manbaa, El-Kantara. The analyzes were performed on these samples by measuring the following physicochemical parameters: Temperature, pH, electric conductivity (EC), calcium ( $Ca^{2+}$ ), magnesium ( $Mg^{2+}$ ), chloride ( $Cl^-$ ), nitrite ( $NO_2^-$ ), nitrate ; ammonium ; sodiums ; potassiums ; sulfate ; ortho-phosphate ; the iron ; the bicarbonate and the suspended solids (SS), and possibly seeking unwanted bacteria : Total bacteria, total coliforms, fecal coliforms, fecal streptococci, Clostridium sulfite-reducing. The results of analyzes have been shown that the waters of sources have a medium physico-chemical and bacteriological quality. The results of the physico-chemical parameters obtained showed that the analyzed waters are very hard with an increase in calcium, and a decrease in chloride, iron and orthophosphate. Bacteriologically, the study shows that there is a medium bacterial pollution in all sources studied without exception. This pollution constitutes undoubtedly a significant harm to the health of population consuming these waters.

**Key words:** water, source, quality, physico-chemical, bacteriological, Guédula, Manbaa, El-kantara.