

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA**

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE  
& BIOCHIMIE

N°:



DOMAINE: SCINCES DE  
LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE: SCIENCE  
ALIMENTAIRE

OPTION: NUTRITION ET  
SCIENES DES ALIMENTS

**Mémoire présenté pour l'obtention**  
**Du diplôme de Master Académique**

Par: **KROUMI Nour Elhouda**

**DOUCENE Mansora**

**BAGHDADI Widad**

**BELOUADAH Narimane**

**Intitulé**

**Évaluation de la qualité physicochimique et  
bactériologique de trois source d'eaux potable à  
Hamam Dalaa (M'Sila).**

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. SELLOUM Mounir	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Président
Dr. MEDJEKAL Samir	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Rapporteur
Dr. GUETOUACHE Mourad	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Examinateur

*Année universitaire: 2022/2023*

## ***DEDICACE***

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

Mes chers parents : **Saad et Fatima.**

Mon grand-père et ma grand-mère : **Ben yamina et Rahma.** Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

Mes frères : **Walid et Amine et Bouchra et Hiba.**

à mon mari **Rabhi anis** qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études.

A tous les amis que j'ai connu jusqu'à maintenant.

Merci pour leurs amours et leurs encouragements.

Sans oublier mon binôme **Doucene mansora** pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet.

**KROUMI** nour elhouda

## ***DEDICACE***

Avec l'aide et la protection d'ALLAH et, D'un cœur plein d'amour et de fierté, Je dédie ce modeste travail A mes plus chers êtres au monde :

Mon père mohamed et Ma mère tawas et Pour leur Encouragement, leur tendresse, et pour leur soutien moral et matériel durant toutes les étapes de ma vie

A mes chers frères : Abd eljabar, sofyane

A mes sœurs: Siham, Suhaila, Amel

Les petits-enfant: Amani, Abdullah, rooya, Jinan, Adam

Les familles: doucene

En particulier, mon binôme avec. Kroumi nour elhouda , elle j'ai partagé la réalisation de ce travail.

A mes chers enseignants que ce soit du primaire, du moyen, du Secondaire et de l'enseignement Supérieur

A tous ceux qui m'ont aidée à réaliser ce modeste travail. A toutes les personnes qui j'aime.

Merci.

***-DOUCENE MANSORA -***

*DEDICACE*

Un grand merci à tous ceux qui m'ont soutenu et encouragé tout au long de ce  
parcours académique,

- À ma famille, qui m'a apporté un amour inconditionnel
- À mes amis, qui ont été là pour moi,
- À mes professeurs, qui ont partagé leur savoir et leur expertise .
- À tous ceux qui m'aiment et que j'aime

*Widad*

## ***DEDICACE***

*Je dédie ce modeste travail à : A mes chers parents, que nulle  
dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments,  
Pour leur patience illimitée, leur encouragement continu, leur aide, en  
témoignage de mon profond amour et respect pour leurs grand sacrifices  
À mes chères sœurs « Liela et chaima et lamia et fatima ».  
À mes frères « Faride et messoud et hamada ».  
À mon chère binôme «Widade »  
Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail soit  
possible, je vous dis  
merci.*

***Belouadah narimane***

## REMERCIEMENTS

*Nous tenons à remercier en premier lieu Dieu le tout puissant de nous avoir donné le souffle et l'aptitude pour mener à terme ce travail. Nous exprimons notre plus profonde gratitude à Monsieur MEDJEKAL samir qui nous encadrés et orientée, nous le remercions pour tous ses conseils, et son aide à progresser dans nos recherches grâce à son esprit critique et son soutien tout le long de la réalisation de ce modeste travail. Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury qui ont accepté d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions. Grand merci aux membres du laboratoire pour leurs soutiens et leurs encouragements. Je n'oublie pas de remercier l'ensemble des enseignants de L'université MOHAMMED BOUDIAF (M'SILA) pour toutes les connaissances acquises auprès d'eux et qui ont beaucoup contribué pour la réalisation de ce travail. Enfin, nous tenons également à remercier toutes personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

## Sommaire

Résumé .....	i
Liste des abréviations .....	ii
Liste des figures .....	iii
Listes des tableaux .....	v
Introduction .....	1
Chapitre I. Généralité sur l'eau.....	2
I.1. Définition de l'eau .....	2
I.2. Cycle de l'eau .....	2
I.3. Origine et différents types d'eau.....	3
I.3.1. Eaux naturelles .....	4
I.3.2. Eaux souterraines .....	4
I.3.3. Eaux de surfaces.....	4
I.3.4. Eaux potables .....	4
I.3.5. Eaux douces.....	5
I.3.6. Eaux dures .....	5
I.3.7. Eaux de marais .....	5
I.3.8. Eaux de mers et eaux saumâtres.....	5
I.4. Eau potable.....	5
I.4.1. Définition d'une eau potable .....	5
I.5. Normes de la qualité de l'eau.....	6
I.5.1. Normes Algérienne .....	6
I.5.2. Normes selon l'OMS.....	6
I.6. Paramètres physico-chimiques.....	6
I.6.1. Qualité physique :.....	6
I.6.2. Qualité chimique : .....	7
I.7. Les paramètres microbiologiques .....	9

I.7.1.	Les germes totaux.....	9
I.7.2.	Coliformes totaux.....	9
I.7.3.	Coliformes fécaux .....	10
I.7.4.	Streptocoques fécaux.....	10
I.7.5.	Clostridium sulfito-réducteurs.....	10
Chapitre II. Etude de la région de Hammam Dalaa .....		14
II.1.	Situation géographique de la région d'étude .....	14
II.2.	Climat de la région d'étude .....	14
II.3.	Présentation de l'ADE de wilaya de M'sila: .....	14
II.3.1.	Les principales tâches du detective .....	15
II.4.	Travail du terrain .....	15
II.4.1.	Choix des sites de prélèvement .....	15
II.4.2.	Les sources d'où proviennent les échantillons : .....	15
II.4.3.	Mode de Prélèvement.....	17
II.5.	Travail au laboratoire.....	18
II.5.1.	Matériel et Méthodes.....	18
II.5.2.	Paramètres bactériologiques.....	24
Chapitre III. Résultats et discussion.....		20
III.1.	Résultats des paramètres physico-chimiques :.....	20
III.1.1.	Paramètres physiques .....	21
III.1.2.	Paramètres chimiques .....	24
III.1.3.	Résultats d'analyses bactériologiques : .....	32
Conclusion.....		30
Références bibliographiques .....		31

## ملخص

الماء عنصر حيوي للحياة، لهذا تعتبر جودة مياه الشرب ضرورية للصحة العامة. تتناول هذه المذكرة دراسة أجريت على ثلاث مصادر لمياه الشرب بولاية المسيلة في الجزائر وهي منطقة بئر حمام الضلعة 01 ، بئر حمام الضلعة 02 و بئر حوران 03 (ديبل). الهدف من الدراسة هو تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لمياه الشرب من هذه المصادر. كانت نتائج الدراسة إيجابية ، مما يشير إلى أن مياه الشرب من هذه المصادر تفي بالمعايير التنظيمية الوطنية والدولية لجودة المياه. أظهرت التحليلات درجة حموضة محايدة ومحتوى مواد صلبة مذابة أقل من الحد المسموح به. فيما يتعلق بالجودة الميكروبيولوجية للمياه ، كانت النتائج مرضية أيضا. بحيث مؤشرات تلوث البراز غائبة عن مياه الشرب، مما يشير إلى أن المياه نظيفة وأمنة للشرب.

**الكلمات المفتاحية:** المياه، المصدر، النتائج، الجودة

## **Abstract**

Water is a vital element for life, which is quality of drinking water is crucial for public health. This thesis deals with a study carried out in three drinking water sources in the wilaya of M'sila in Algeria, namely the Forage Hamam Dalaa 01, Forage Hamam Dalaa 02 and the Forage Haourane 3 (D'bil). The aim of the study was to assess the physico-chemical and microbiological quality of drinking water from these three sources. The results of the study were positive, indicating that drinking water from these sources met national and international regulatory standards for water quality. Analyses showed a neutral pH and dissolved solids content below the permitted limit. The microbiological quality of the water was also satisfactory. Indicators of faecal contamination were absent from the drinking water, indicating that the water was clean and safe for consumption.

**Key words:** Water, source, the results, quality.

## Résumé

L'eau est un élément vital pour la vie, c'est pourquoi la qualité de l'eau potable est cruciale pour la santé publique. Le présent mémoire traite une étude menée dans trois sources d'eau potable de la wilaya de M'sila en Algérie à savoir ; Forage Hamam Dalaa 01, Forage Hamam Dalaa 02 et Forage Haourane 03 (D'bil). L'objectif de l'étude était d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau potable de ces trois sources d'eaux. Les résultats de l'étude ont été positifs, indiquant que l'eau potable provenant des trois sources répondait aux normes réglementaires nationales et internationales en matière de qualité de l'eau. Les analyses ont montré un pH neutre et une teneur en matières solides dissoutes inférieure à la limite autorisée. Concernant la qualité microbiologique de l'eau, les résultats ont également été satisfaisants. Les indicateurs de contamination fécale étaient absents de l'eau potable, ce qui indique que l'eau était propre et sûre pour la consommation.

**Les mots clés :** l'eau, source, les résultats, la qualité

## Liste des abréviations

**°C:** Degré Celsius

**ADE:** Algérienne Des Eaux

**CE:** La conductivité électrique

**CF:** Coliformes Fécaux

**CT:** Coliformes Totaux

**M:** matières oxydables

**MES:** Les matières en suspension

**NTU:** Unité néphélométries de turbidité

**OMS:** Organisation mondiale de la santé

**pH:** Le potentiel d'Hydrogène

**T°C:** La température

**TAC:** titre alcalimétrique complet

**TH:** Dureté totale

## Liste des figures

**Figure 01:** Cycle générale de l'eau.

**Figure 02:** cellule d'Escherichia colis (souche O157: H7). La longueur est d'environ 3  $\mu\text{m}$  pour un diamètre d'environ 1  $\mu\text{m}$ .

**Figure 03:** Situation géographique de la commune de Hamma Dalaa

**Figure 04:** laboratoire de l'ADE de la Wilaya de M'sila

**Figure 05:** La source de HAOURANE 3

**Figure 06:** La source de Hammam Dalaa2

**Figure 07:** La source de Hammam dalaa 01 (bouira)

**Figure 08:** Appareil de mesure du pH et de la température.

**Figure 09:** Le turbidimètre.

**Figure 10:** Appareil spectrophotomètre utilisé.

**Figure 11:** Appareil Rampe de filtration.

**Figure12:** type de gélose utilisé.

**Figure13:** Appareil Incubateurs.

**Figure 14:** Variation de la température des eaux de source étudiées.

**Figure 15:** Variation de pH dans les sources étudiées.

**Figure 16:**Variation de la conductivité électrique dans les sources étudiées.

**Figure 17:** Variation de turbidité dans les sources étudiées.

**Figure 18:** Variation de l'ammonium dans les sources étudiées.

**Figure 19:** Variation des nitrites dans les sources étudiées.

**Figure 20:** Variation des nitrates dans les sources étudiées.

**Figure 21:** Variation de MO dans les sources étudiées.

**Figure 22:** Variation de magnésium dans les sources étudiées.

**Figure 23:** Variation de calcium dans les sources étudiées.

Figure 24: Variation de Dureté (TH) dans les sources étudiées.

Figure 25: Variation de bicarbonates dans les sources étudiées.

**Figure 26:** Variation des chlorures dans les sources étudiées.

**Figure 27:** Variation de Résidu sec dans les sources étudiées.

**Figure 28:** Variation de Potassium dans les sources étudiées.

**Figure 29:** Variation de Sodium dans les sources étudiées.

## **Listes des tableaux**

Tableau 01: Périodes de prélèvement.

Tableau 02: Paramètres physico-chimiques des trois sources d'eau

Tableau 03: Valeurs mesurées des différents paramètres bactériologiques des sites étudiés.

# **INTRODUCTION**

## **Introduction**

L'eau est l'un des éléments les plus essentiels de notre environnement et de notre vie quotidienne. Elle est vitale pour l'agriculture, l'industrie, la santé publique et la survie de tous les êtres vivants. L'eau est également une ressource naturelle limitée, ce qui rend sa gestion efficace et durable essentielle pour les générations actuelles et futures (**UNESCO, 2021**). En ce qui concerne la qualité de l'eau, elle peut être affectée par diverses sources de pollution, telles que les activités industrielles, les pratiques agricoles, les déchets humains et animaux, et les conditions environnementales. La pollution de l'eau peut avoir des effets négatifs sur la santé humaine et animale, la qualité de l'eau potable, la biodiversité et les écosystèmes aquatiques (**OMS, 2017**).

L'évaluation de la qualité de l'eau est donc un processus important pour garantir l'accès à une eau potable propre et saine, ainsi que pour protéger les écosystèmes aquatiques. Cette évaluation peut être effectuée en mesurant plusieurs paramètres physico-chimiques et microbiologiques de l'eau, tels que la température, le pH, les niveaux d'oxygène dissous, les niveaux de nitrates, les coliformes fécaux et les bactéries pathogènes (**EPA, 2021**).

Dans le cas de la wilaya de M'sila en Algérie, l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau potable est d'une importance cruciale pour la santé et le bien-être des habitants de la région. La wilaya de M'sila dispose de sources d'eau variées, notamment les rivières, les lacs et les puits, et la qualité de l'eau peut être affectée par divers facteurs, tels que les pratiques agricoles, les déchets humains et animaux, et les conditions environnementales.

En fin de compte, l'évaluation de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau potable de la wilaya de M'sila est essentielle pour garantir un approvisionnement en eau potable sûr et fiable pour tous les habitants de la région. Cette évaluation peut aider les autorités à identifier les sources de pollution et à élaborer des politiques et des plans d'action pour améliorer la qualité de l'eau potable et protéger la santé publique à long terme (**Bouderbala et al., 2020**).

PARTIE  
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I

Généralité sur l'eau

.

## Chapitre I. Généralité sur l'eau

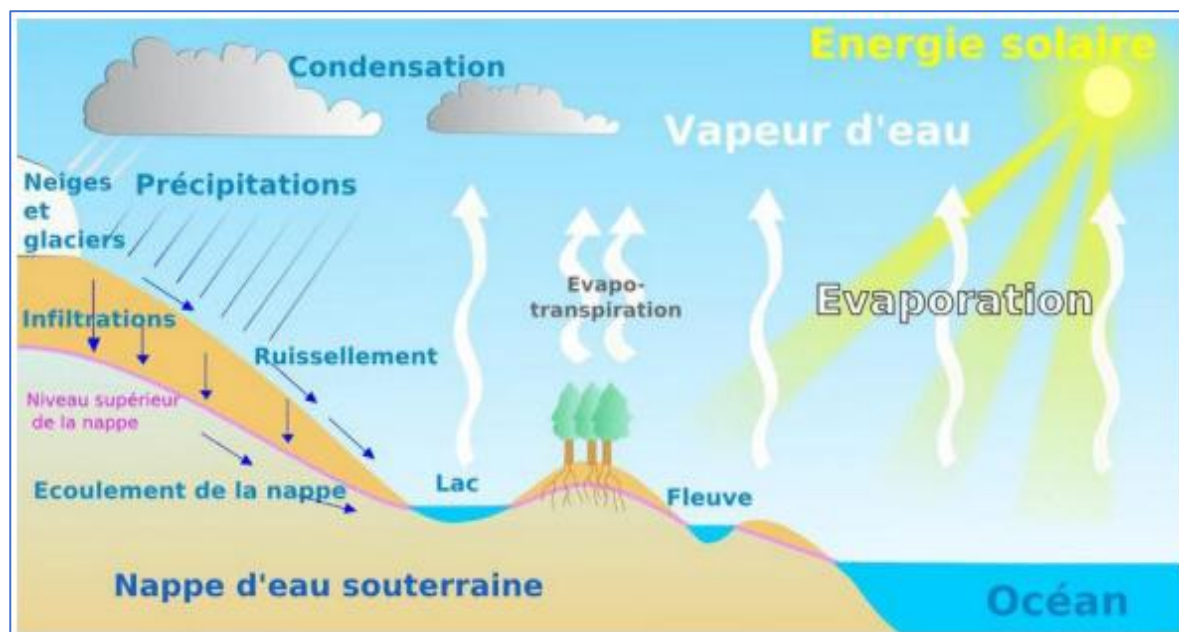
### I.1. Définition de l'eau

C'est une Substance naturelle, souvent liquide et inodore, incolore, et sans saveur à l'état pur, de formule chimique H<sub>2</sub>O, et peut se trouver dans les trois états de la matière (solide, liquide, ou gazeux), l'eau est l'un des agents ionisants les plus connus, on l'appelle fréquemment le solvant universel (Ayad, 2017).

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

La connaissance de l'origine de l'eau, de son cycle, de sa dynamique dans la nature et sa répartition dans l'espace et dans le temps est une donnée fondamentale. L'eau fait partie d'un cycle naturel en perpétuel mouvement entre la terre et l'atmosphère (Ayad, 2017). Le soleil réchauffe l'eau des océans ; celle-ci s'évapore dans l'air. Les courants d'air ascendants entraînent la vapeur dans l'atmosphère, où les températures plus basses provoquent la condensation de la vapeur en nuages. Dans le ciel, les nuages se condensent sous forme de gouttelettes d'eau autour des particules de poussières, puis tombent en précipitations sous forme de pluie ou de neige, sous l'action de phénomènes météorologiques complexes où interviennent surtout les vents et les différences de températures (Ayad, 2017).

L'eau de pluie ruisselle en partie à la surface du sol, s'infiltré en partie dans le sol. L'eau de ruissellement corrode les montagnes et creuse les vallées ; l'eau d'infiltration favorise le développement de la végétation et forme des nappes souterraines qui circulent elles aussi, une partie se jetant directement dans la mer et le reste venant alimenter les rivières à leur source ou par le biais d'un affluent (**Figure.1**). La durée des diverses phases de ce cycle sont souvent méconnues, elles atteignent quelques jours entre l'océan et la pluie, quelques heures à quelques mois entre la pluie et la nappe (recharge), plusieurs années ou millénaires entre la nappe et la source ou le puits (écoulement-souterrain) (Collin, 2004).



**Figure 1** : Cycle générale de l'eau.

### I.3. Origine et différents types d'eau

Sans rentrer dans les détails de l'origine des eaux et les relations entre leur composition, nous pouvons envisager selon le mode de gisement, deux sources principales d'eau :

- **Les eaux superficielles** : les eaux des oueds, des lacs, des océans et des mers.
- **Les eaux souterraines** : accumulées dans les nappes.

Et sans empiéter encore sur les études particulières portant sur les types d'eau, lesquelles établissent précisément une certaine corrélation entre composition et origine, nous pouvons distinguer :

- Les eaux naturelles.
- Les eaux potables.
- Les eaux douces.
- Les eaux dures.
- Les eaux de marais.
- Les eaux saumâtres.

- Les eaux salées.

### **I.3.1. Eaux naturelles**

Les réserves disponibles d'eau naturelle comprennent les eaux souterraines (infiltration, eaux souterraines), des eaux de surface stagnantes (lacs, barrages) ou de ruissellement (rivières) et des eaux de mer (Ayad, 2017).

### **I.3.2. Eaux souterraines**

L'eau souterraine est toute eau sous-jacente au sol, dans la zone de saturation et en contact direct avec le sol ou le sous-sol et sont caractérisés par une faible turbidité ou leurs eaux profitent d'une filtration naturelle significative. Comme elle se caractérise par une contamination bactérienne faible, parce qu'elle est généralement protégé contre les sources de pollution. C'est pourquoi la dureté est souvent élevée. Les eaux souterraines peuvent être en contact avec des formations rocheuses contenant des métaux bivalents comme le calcium ou magnésium. En plus, dans les eaux souterraines, le fer et le magnésium présentent une concentration élevée (DEGREMONT 2005).

### **I.3.3. Eaux de surfaces**

Contrairement aux eaux souterraines, l'eau de surface est une eau qui se trouve à la surface ou près de la surface du sol. Dans un secteur donné, il s'agit surtout de ruisseaux, d'océans, de lacs et de ruissellement. Sa température varie selon les conditions climatiques et les saisons. Ces matières en suspension varient en fonction des précipitations, de la nature et du terrain dans les environs. Sa composition en sels minéraux varie en fonction du terrain, de la pluviométrie et des rejets. L'eau de surface est ordinairement riche en oxygène et pauvre en dioxyde de carbone (DEGREMONT 2005).

### **I.3.4. Eaux potables**

La notion de potabilité est liée directement à l'alimentation humaine. Une eau naturelle est dite potable si elle présente les qualités suivantes (DEGREMONT 2005).

- Fraîcheur et limpidité ;
- Absence d'odeur et de couleur ;
- Goût agréable ;
- Suffisamment douce, aérée ;

- Minéralisation raisonnable ;
- Absence de matières organiques et de germes pathogènes.

### **I.3.5. Eaux douces**

On parle d'eau douce par opposition aux eaux salées et aux eaux dures (DEGREMONT 2005).

### **I.3.6. Eaux dures**

L'eau dure incruste les récipients froids ou chauds qui la contiennent. La dureté est générée par la présence d'ions calcium ; magnésium, et un à degré moindre le fer et l'aluminium (DEGREMONT 2005).

### **I.3.7. Eaux de marais**

Les eaux des marais et des tourbières sont des eaux d'eau douce à faible pH, en raison de la présence d'acides organiques, ce qui les rend hautement corrosifs. On les appelle parfois « eaux rouges » en raison de la présence de particules à base d'oxyde de fer en suspension (DEGREMONT 2005).

### **I.3.8. Eaux de mers et eaux saumâtres**

La salinité constatée dans les divers océans ou mers du monde résulte d'un équilibre entre évaporation, pluies et afflux de fleuves (faible salinité) d'une part et échantent d'eau avec d'autres mers ou océans auxquels ils sont reliés d'autre part. Une eau saumâtre est une eau dont la teneur en sel est sensiblement inférieure à celle de l'eau de mer. La concentration totale de sel dissous y est généralement comprise entre 1 et 10 g/l alors qu'elle est (en moyenne) de 35 g/l pour l'eau de mer. Dans les estuaires maritimes, la conjonction des courants d'eau douce avec l'eau de mer donne naissance à des poches d'eau saumâtre (DEGREMONT 2005).

## **I.4. Eau potable**

### **I.4.1. Définition d'une eau potable**

L'eau potable est une eau qui doit être exempte de microorganismes pathogènes et de substances toxiques afin de la conserver, renferment certaines quantités de sels minéraux et de microorganismes saprophytes. Il doit également être clair, incolore et dépourvu de goût ou d'odeur désagréable (O.M.S, 1986).

## **I.5. Normes de la qualité de l'eau**

Afin de définir l'eau potable sur une base régulière, des normes ont été établies qui fixent en particulier les niveaux maximums à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocif et susceptible d'être présent dans l'eau. Globalement, la qualité de l'eau potable doit respecter les normes définies par les réglementations nationales. Cela peut entraîner, pour un pays ou une région, des dispositions réglementaires différentes en matière de qualité de l'eau par rapport aux normes internationales (OMS, 1994).

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 (Maiga, 2005).

### **I.5.1. Normes Algérienne**

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 (JORA, 2011). Elles ont été adoptées par des différentes directions de l'hydraulique des wilayas du nord et qui concernent 41 paramètres de qualité classés en 04 catégories : paramètres organiques, physico-chimiques, substances indésirables et substances toxiques (Alouane, 2012).

### **I.5.2. Normes selon l'OMS**

L'OMS établit, pour chaque paramètre, des recommandations qui peuvent être adaptées dans chaque pays, en fonction de l'état sanitaire et des conditions économiques, pour aboutir aux normes réglementaires nationales (OMS, 1994).

## **I.6. Paramètres physico-chimiques**

### **I.6.1. Qualité physique :**

#### **I.6.1.1. Température :**

La température de l'eau est un paramètre confortable pour les utilisateurs. Elle corrige aussi les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). En outre, en mettant en évidence les contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur la

provenance et le débit de l'eau. La température doit être mesurée *In situ*. Les conductimètres ou les pH mètres ont généralement un thermomètre intégré (Traore E. D., 1996).

#### **I.6.1.2. Potentiel d'Hydrogène (pH)**

Il s'agit d'une mesure de l'activité des ions H présents dans une eau. Dans la chimie, par convention, le pH de l'eau pure est réputé correspondre à la neutralité d'une solution. En d'autres mots, toute solution dont le pH est inférieur à 7 (à 25 °C) est considérée comme acide et inversement (BENKHELIFA, et al).

#### **I.6.1.3. La conductivité :**

Est une mesure de la capacité de l'eau à conduire le courant électrique, qui en retour est une mesure indirecte de la teneur ionique de l'eau. Ce paramètre doit être mesuré dans le champ. L'unité de conductivité électrique est le siemens/cm. La conductivité augmente en cas de pH anormal ou de salinité élevée. Elle varie en fonction de la température (BENKADDOUR N., 2015).

#### **I.6.1.4. La turbidité**

Cela permet de spécifier l'information visuelle de la couleur de l'eau. La turbidité est causée par des particules en suspension dans l'eau. (Débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Il est mesuré au sol avec un tuyau en plastique transparent. Unités : 1NTU (Nephelométrique Turbidity Unit) = 1JTU (Jackson TU) = 1FTU (Formazin TU).

### **I.6.2. Qualité chimique :**

#### **I.6.2.1. Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)**

Cette forme d'azote se retrouve assez souvent dans les eaux et traduit généralement une dégradation incomplète de la matière organique. Quelques eaux profondes peuvent être riches en azote ammoniacal mais pas nécessairement polluées. Dans ce cas, l'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) peut provenir d'une dénitrification biochimique due au micro-organisme réducteurs. D'autre part, si l'ammonium est présent dans les eaux de surface (rivière ou lac) ou dans les eaux souterraines peu profondes, il faut rechercher son origine pour les déjections animales. En général l'ammoniac se transforme assez rapidement en nitrate par oxydation. La présence des teneurs importantes d'azote ammoniacal dans l'eau, implique généralement une contamination récente par les

matières organiques en décomposition. A ce stade une contamination est à craindre (DEGREMONT., 1989).

#### **I.6.2.2. Nitrites (NO<sub>2</sub>)**

Ils sont également assez largement présents, mais dans un bien moindre mesure que les nitrates. Les nitrites sont dus à une oxydation incomplète des matières organique.

#### **I.6.2.3. Nitrates**

Ils sont rarement présents dans l'eau potable. On les trouve dans les eaux naturelles car ils résultent normalement de l'oxydation de l'azote organique (TARDAT-HENRY., 1984).

#### **I.6.2.4. Calcium (Ca<sup>+2</sup>) :**

Le calcium est l'un des métaux alcalino-terreux, un groupe qui comprend couramment le béryllium, le magnésium, le strontium, le baryum et le radium. Le calcium est plus abondant en eau naturelle que n'importe quel autre élément et est également abondant en roches. Le calcium se trouve couramment dans les eaux naturelles sous forme dissociée sous forme d'ion divalent (Hem J. D. 1985).

#### **I.6.2.5. . Magnésium (Mg+2) :**

Le magnésium est très commun dans la nature, on le trouve dans plusieurs minéraux et dans le calcaire. Il participe à la dureté de l'eau mais n'est pas indispensable. Le magnésium est un facteur important dans le développement et la production de certaines hormones (Hem J. D. 1985).

#### **I.6.2.6. Sodium (Na<sup>+</sup>)**

Le sodium est un métal alcalin en abondance et constant dans l'eau, ainsi que d'autres éléments chimiques. On le retrouve dans la plupart des eaux souterraines et des eaux de surface. Eau très riche en sodium devient légèrement salé, de mauvais goût, ne peut pas être consommé (Makhoukh M, 2011).

#### **I.6.2.7. Potassium (K<sup>+</sup>)**

Le potassium est un peu plus bas que le sodium dans les roches ignées, mais supérieur au magnésium. Le potassium est facilement recombinaison avec d'autres produits

d'altération, notamment les minéraux argileux des sédiments hydrolysés (FELFOUL R., HADJYAHYA S., 1999).

#### **I.6.2.8. Chlorure (Cl<sup>-</sup>)**

Les chlorures sont d'importants anions inorganiques présents en diverses concentrations dans les eaux naturelles, habituellement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme index des polluants. Ils influencent la faune et la flore aquatiques ainsi que la croissance des plantes (RODIER J., LEGUBE B., MERLET N. et BRUNET R., 2009)

### **I.7. Les paramètres microbiologiques**

Selon Rejesck, les bactéries de recherche seront utilisées comme indicateur de la pollution ou de l'efficacité du traitement de l'eau destinée à l'alimentation humaine (Rejsek F. 2002).

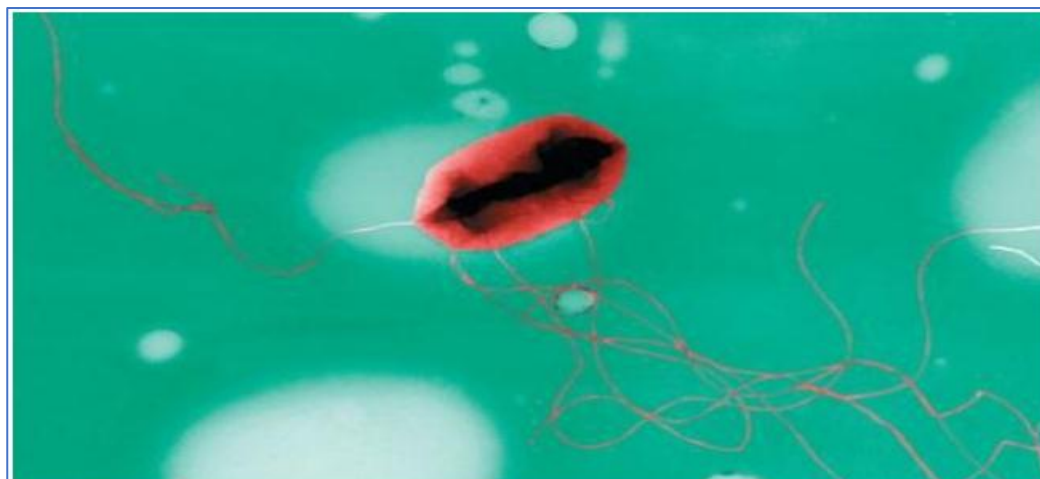
#### **I.7.1. Les germes totaux**

Microorganismes fiables, toute bactérie aérobie, levure ou moisissure, capable de former des colonies dans le milieu spécifié (Rejsek F. 2002).

Il permet donc une évaluation globale de la santé générale d'une eau, sans pour autant déterminer les sources de contamination (Ayad W., et Kahoul M 2017).

#### **I.7.2. Coliformes totaux**

Le groupe coliforme total comprend toutes les bactéries aérobies et anaérobies optionnelles, Gram négatif, non sporulées, cytochrome oxydase négative en forme de bâtonnet, qui fermente le lactose avec dégagement gazeux en moins de 48 heures à 35 °C. La majorité des bactéries coliformes appartiennent au genre *Escherichia* (**Figure 2**), *Citrobacter*, *Klebsiella* et *Entérobactérie* (Rejsek F. 2002).



**Figure 2:** cellule d'*Escherichia coli* (souche O157: H7). La longueur est d'environ 3  $\mu\text{m}$  pour un diamètre d'environ 1  $\mu\text{m}$ . (CARR, Erwan.2017)

### I.7.3. Coliformes fécaux

Ce sont des Gram négatif, bacilles anaérobies, oxydase négative optionnelle.

-Coliformes fécaux, ou coliformes thermo tolérants, sont un sous-total.

-Groupe de coliformes totaux ont la capacité de fermenter le lactose à une température de 44,5 °C.

-L'espèce la plus souvent associée à ce groupe de bactéries est *Escherichia coli* (Ayad W., et Kahoul M. 2017).

L'OMS (2011) a recommandé que les bactéries coliformes fécales ne soient pas détectables dans un échantillon de 100 ml d'eau (Oyelude E. O. et Ahenkorah S. 2012).

### I.7.4. Streptocoques fécaux

Bactérie Gram-positif, sphérique à ovoïde, formant une chaîne, non sporulée, catalase-négative avec antigène du groupe D, anaérobie 44 °C et pH 9,6 (Rejsek F. 2002).

### I.7.5. Clostridium sulfito-réducteurs

Les *Clostridium* sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des antipollution fécale. La forme sporulée, beaucoup plus résistante que les formes végétatives de coliformes fécaux et streptocoques fécaux (Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Chambon P., Champsaur H., Rodi L., 2005).

**PARTIE**  
**EXPERIMENTALE**  
**Chapitre II**  
**MATERIEL ET METHODE**

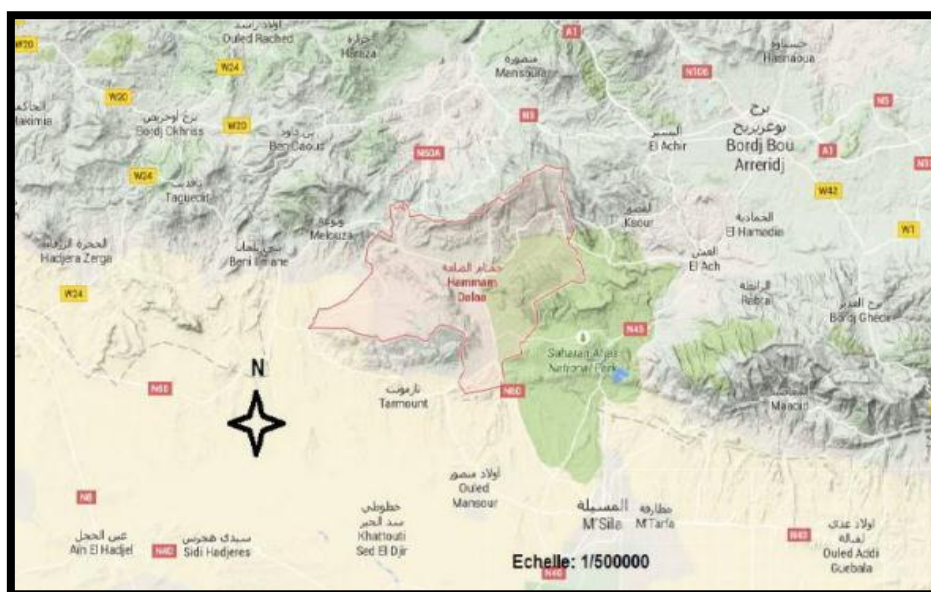
## Chapitre II. Etude de la région de Hammam Dalaa

### II.1. Situation géographique de la région d'étude

Hammam Dalaa est situé géographiquement entre la série d'atlas tellien à côté du Nord et la chaîne des montagnes du Hodna à l'Est, et entre les lignes longitudinales ( $4^{\circ} 56'$  -  $5^{\circ} 33'$ ) et latitude ( $22^{\circ}$  -  $34^{\circ}$ ).

Elle est située au Nord-Ouest de la wilaya de M'sila à 30Km. Elle occupe une superficie de **115800 hectares** et limitée par :

- Au Nord : la wilaya de Bordj Bou Arreridj ;
- Au Sud-Est : la région de M'sila ;
- Au Sud : la région d'Ouled Madhi ; et
- à l'Ouest : la région d'Ouanougha



**Figure 03** : Situation géographique de la commune de Hamma Dalaa (Bensaïssa et Boukhane, 2015).

### II.2. Climat de la région d'étude

Hammam Dalaa se caractérise par un climat aride ; qui distingué par un forts froid en hiver, une chaleur élevé et sécheresse en été.

### II.3. Présentation de l'ADE de wilaya de M'sila:

Le laboratoire unitaire a été créé le 23/11/1998, dans lequel la première analyse bactériologique a été effectuée le 25/08/1998, en plus des mesures du chlore dans l'eau.

- En 2003, l'activité de laboratoire a élargi 30 analyses physiques (transporteur, acidité, pH)

### II.3.1. Les principales tâches du détective

L'informateur est soutenu par une équipe de travailleurs hautement qualifiés et expérimentés dans le domaine. Cette équipe intégrée a pour mission d'effectuer des analyses bactériologiques, physico-chimiques, partielles et totales, et ce par des prélèvements dans chacun des puits, réservoirs, et chez les citoyens, avec des mesures pour détecter le chlore dans l'eau. Une de ses tâches est également de superviser le processus de nettoyage et de désinfection des coffres-forts [laboratoires de l'ADE].



**Figure 04:** laboratoire de l'ADE de la Wilaya de M'sila

## II.4. Travail du terrain

### II.4.1. Choix des sites de prélèvement

Dans cette étude, nous nous sommes appuyés sur 3 zones différentes à Hammam Dalaa caractérisées par la présence de sources dans la région de haourane 3 , la region De Hammam Dalaa2 la région de Hammam dalaa 01 (bouira) .

### II.4.2. Les sources d'où proviennent les échantillons :

- Photos des sources étudiées :



**Figure 05: La source de HAOURANE 3**



**Figure 06 : La source de Hammam Dalaa2**



**Figure 07: La source de Hammam Dalaa 01 (bouira)**

### **II.4.3. Mode de Prélèvement**

#### **II.4.3.1. Prélèvement destiné à l'analyse physico-chimique**

- L'échantillonnage destiné à l'analyse physico-chimique ne pose pas de problèmes particuliers.
- Des flacons plastiques sont suffisants un volume de capacité de 1L peut suffire.
- Il est préférable d'effectuer le dosage des éléments chimiques le plus tôt possible, certains éléments tels les nitrates peuvent subir des modifications.
- L'eau de source jaillissante doit être prélevée le plus près possibles de l'émergence de l'eau à un endroit où l'eau n'a pas encore coulé de manière turbulente.
- A chaque prélèvement, les flacons sont rincés d'abord avec l'eau à analyser puis ils sont remplis jusqu'au bord, ré bouchonnés, étiquetés et conservés immédiatement dans une glacière à 4°C.

#### **II.4.3.2. Prélèvement destiné à l'analyse bactériologique**

Les prélèvements destinés à l'analyse bactériologique nécessitent de nombreuses précautions de façon à ne pas contaminer l'échantillon lors de sa prise. Il faut utiliser des flacons en verre pyrex munis stérile d'un large col et d'un bouchon à vis métallique. L'eau par la suite recueillie directement dans les flacons stériles. Suivant le calendrier présenté par le tableau 01

**Tableau 01** : Périodes de prélèvement.

N°	Nom de source	Période de prélèvement	Heure prélèvement
1	Hammam dalaa 01 (bouira)	19/02/2023	10:40
2	Hammam Dalaa2	19/02/2023	10:55
3	haourane 3	19/02/2023	11:04

## II.5. Travail au laboratoire

### II.5.1. Matériel et Méthodes

#### II.5.1.1. Paramètres physico - chimiques

##### 1. Mesure électro métrique du PH

###### Principes :

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

###### Mode opératoire :

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

##### 2. Mesure de température :

Mesure la température de l'eau à l'aide du pH Mètre (Figeur N°07) gras son double travail, Par l'introduisant votre thermomètre orthodontique dans lequel l'échantillon d'eau est lisible la valeur.



**Figure 08:** Appareil de mesure du pH et de la température.

### 3. Mesure de la conductivité électrique :

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de  $1 \text{ cm}^2$  de surface et séparées l'une de l'autre de  $1 \text{ cm}$ . Elle est l'inverse de la résistivité électrique. L'unité de conductivité est le Siemens par mètre (S/m). La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en microsiemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

- **Principe :**

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

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

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

La résistivité électrique en ohms.

- **Mode opératoire :**

D'une façon générale, opérer de la verrerie rigoureusement propre et rincée, avant usage, avec de l'eau distillée. Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées. Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes. Introduire alors le thermomètre aussi près que possible de la cellule. La température du liquide ne devra en aucun cas varier pendant la mesure.

### 4. Mesure de la turbidité :

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

**• Principe :**

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

**•Mode opératoire :**

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



Figure 09 : Le turbidimètre

**5. Mesure de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )****•Principe :**

Mesure spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

**•Réactifs :** Voir Annexe 01

. Réactif I avec Réactif II (coloré) :

**•Mode opératoire :**

- A prendre 40 ml d'eau à analyser ; - Ajouter 4 ml du réactif I ; - Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec H<sub>2</sub>O distillée et attendre 1h et 30 minutes.

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

**6. Détermination des nitrites (NO<sub>2</sub>-)****•Réactif Mixte :** (Annexe 01)**•Mode de fonctionnement:**

- Prendre 50 ml d'eau pour analyse et y ajouter 1 ml du réactif mélangé.

\* L'apparition de la couleur rose indique la présence de  $\text{NO}_2^-$ .

### 7. Dosage Des Nitrates $\text{NO}_3$ (Méthode au salicylate de sodium)

#### •Principe :

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

#### •Réactifs : (Annexe 01)

#### •Mode opératoire

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
  - Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.
  - Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.
  - Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C.( ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps ) laisser refroidir.
  - Reprendre le résidu avec 2 ml.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  laisser reposer 10 mn.
  - Ajouter 15 ml d'eau distillée.
  - Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectro au 420 nm.
- Le résultat est donné en mg/l.



Figure 10 : Appareil spectrophotomètre utilisé

### 8. Détermination des matières oxydables en milieu acide (MO)

#### •Réactifs : (Annexe 01)

#### • Mode de fonctionnement

Prendre 100 ml d'eau pour l'analyser et ajouter 5 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dilué et faire bouillir pendant 1 minute. Ensuite, 15 ml de  $\text{KMnO}_4$  à 0,01 N ont été ajoutés avec 10 minutes d'ébullition normale

et douce. Et 15 ml d'acide oxalique 0,01 N sont ajoutés. Titrer à chaud avec  $\text{KMnO}_4$  à 0,01 N jusqu'à ce que la couleur rose clair dure 15 à 20 secondes

### 9. Détermination des chlorures ( $\text{Cl}^-$ )

• **Principe :**

On fait agir en milieu neutre,  $\text{pH} = 6.7$  ou  $7$ , une solution à titrer de nitrate d'argent sur une prise d'essai connue de solution titrée de chlorure de sodium. La réaction se fait en présence de chromate de potassium.



• **Réactifs : (Annexe 01)**

• **Mode de fonctionnement:**

- Prendre 5 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 2 gouttes de  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (coloration jaunâtre) ;
- Titrer avec  $\text{AgNO}_3$  à 0,01 N jusqu'à coloration brunâtre

### 10. Détermination de Bicarbonates

**Principe**

Les carbonates n'existent qu'à  $\text{pH} > 8.3$  et les bicarbonates si le  $\text{pH}$  est compris entre  $4,4$  et  $8,3$ . Au cours d'un dosage asymétrique doublé d'une mesure de  $\text{pH}$ , à quel moment ces ions sont encore présents ou non dans l'échantillon.

**Mode opératoire**

On mesure le  $\text{pH}$  de 100 ml d'eau à analyse, ensuite on titre par l'acide jusqu'au  $\text{pH}$  égal  $4,4$ .

### 11. Détermination du calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et du magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) TH

• **Principe :**

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T.A à  $\text{pH}$  compris entre  $12 - 13$ . Ce dosage se fait en présence de MUREXIDE. L'E.D.T.A réagit tout d'abord avec les ions de calciums libres, puis avec les ions calcium combiné avec l'indicateur qui vire alors de la couleur rouge à la couleur violet.

• **Réactifs (Annexe 01)**

• **Mode opératoire :**

• **(V1)  $\text{Ca}^{2+}$  :**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de  $\text{NaOH}$  à 2 N.
- Ajouter du Murexide.
- Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage (violet)

**• (V2) Ca<sup>2+</sup>+Mg<sup>2+</sup> :**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NH<sub>4</sub>OH (10,1).
- Ajouter noir eriochrome.
- Et titrer avec l'E.D.T.A jusqu'au virage (bleu).

**12. Dosage de sodium et de potassium par photométrie de la flamme.**

La photométrie de la flamme est un des procédés les plus rapides et sensibles connus aujourd'hui pour le dosage des éléments alcalins et alcalino - terreux. Les éléments à analyser (sodium, potassium lithium, calcium etc ...) sont généralement sous forme de sels. L'analyse se fait en partant de leurs solutions.

**Mode opératoire :**

Il faut le suivre étape par étape :

- \* Allumer l'appareil à l'aide du bouton vert (Power).
- \* Ouvrir le robinet de la bouteille du gaz.
- \* Allumer la flamme à l'aide du bouton noir "IGNITION" sans lâcher le doigt jusqu'à l'affichage "FLM" en rouge sur l'écran.
- \* Pipeter de l'eau distillée remplie dans une cuvette.
- \* Optimiser la flamme si elle est jaune à l'aide du bouton " fuel " jusqu'à que la couleur devienne bleu violacée.
- \* Optimiser à zéro à l'aide du bouton "Blank".
- \* Laisser se stabiliser 5 à 10 minutes.
- \* Une fois qu'elle se stabilise à zéro, activer la cuvette d'eau distillée et la remplacer par une autre cuvette remplie par une solution étalon de Na<sup>+</sup> ou du K<sup>+</sup> à 10 mg/l.
- \* Optimiser à 10 mg/l à l'aide du bouton "FINE"
- \* Retirer la cuvette remplie par une solution étalon de "Na<sup>+</sup>" ou de "K<sup>+</sup>" à 10 mg/l et la remplacer par une cuvette remplie d'eau distillée et vérifier si l'écran affiche zéro (0.000).
- \* Retirer la cuvette remplie par l'eau distillée et la remplacer par une cuvette remplie par une solution étalon de "Na<sup>+</sup>" ou de "K<sup>+</sup>" à 10 mg/l et vérifier si l'écran affiche (10).
- \* Retirer la cuvette et la remplacer par une autre cuvette remplie d'eau distillée.

A la fin, passer aux échantillons inconnus jusqu'à ce que la valeur affichée sur l'écran est stable (3 essais pour chaque échantillon).

**13. Détermination du résidu sec**

**Principe :**

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau, c'est le résidu total. Si l'eau est filtrée préalablement à la mesure, le résidu correspond alors aux matières dissoutes.

Une certaine quantité d'eau est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé.

**Mode opératoire :**

- Tarer une capsule préalablement lavée, rincée à l'eau distillée et desséchée.
- Prélever 100 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée et déverser la dans la capsule.
- Porter cette dernière à l'étuve à 105° C pendant 24 heures.
- Laisser refroidir pendant ¼ d'heure au dessiccateur.

Peser immédiatement et rapidement.

**II.5.2. Paramètres bactériologiques****II.5.2.1. Recherche et dénombrement des coliformes (coliformes fécaux et totaux)**

La colimétrie consiste à dénombrer les germes coliformes et parmi eux *Escherichia coli* dont seule l'origine fécale est certaine. Pour le dénombrement des coliformes totaux et fécaux, la méthode utilisée est la technique sur membrane filtrante

**Technique sur membrane filtrante :**

**Figure 11:** Appareil Rampe de filtration

**•Méthode :**

- Mettre en route la trompe à eau.
  - Flamber la surface supérieure de la rampe de filtration ainsi que la plaque poreuse (en ouvrant le robinet pour aspirer la flamme) et le réservoir.
  - Laissez refroidir.
  - Prélever une membrane de son emballage à l'aide de pince stérile (flambée et refroidie).
- Chapitre II Matériel et méthodes 25
- La poser sur la plaque poreuse de la rampe de filtration.
  - Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser
  - Verser stérilement la quantité d'eau désirée (100 ml pour une eau désinfectée).
  - Ouvrir le robinet pour laisser l'eau s'écouler.
  - Dès que la membrane parait sèche enlever le réservoir et prélever la membrane avec une pince stérile en la saisissant par son extrême bord.
  - Déposer la membrane sur le milieu (gélose) en prêtant attention à ne pas piéger de bulles d'air.
- ♣ GELOSE TTC TERGITOL + ADDITIF (coliformes)



**Figure12:** type de gélose utilisé

**•Incubation**

Incuber à 37°C les boîtes de pétri, pour coliformes totaux et 44°C pour coliformes fécaux

•La lecture se fait après 24h.

**•Expression des résultats :**

Le résultat est donné en nombre de germes par 100 ml.

**II.5.2.2. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux**

**•Technique sur membrane filtrante**

**•Méthode**

On filtrera les mêmes quantités d'eau que pour la colimétrie selon la même technique. Le milieu utilisé dans ce cas est le milieu de slanetz.

**• Incubation**

Après filtration, les membranes sont disposées sur le milieu puis incubé à 37° C pendant 48 h. Les colonies roses à marrons avec un diamètre de 0.5 à 2 mm seraient celles des streptocoques fécaux. Toutes ces colonies sont comptées puis consigner sur un registre.

**II.5.2.3. Recherche et dénombrement des germes totaux.**

**•Méthode**

Les mêmes quantités d'eau seront filtrées et utilisant la même technique. Le médiateur utilisé dans ce cas est un médiateur. GÉLOSE NUTRITIVE. Après filtration, les membranes sont placées sur le milieu.

**•Incubation**

Puis incubées à 37°C et 22°C pendant 48 heures. Toutes ces colonies sont comptées puis enregistrées dans un journal



**Figure13** : Appareil Incubateurs.

# Chapitre III

## RESULTATS ET DISCUSSION

## Chapitre III. Résultats et discussion

### III.1. Résultats des paramètres physico-chimiques :

**Tableau 02** : Paramètres physico-chimiques des trios sources d'eau :

Paramètres physico-chimiques	Les forages			Normes Algériennes (2011)
	Hamмам Dalaa 01 (bouira)	Hamмам Dalaa2	Haourane 3	
pH	<b>7.2</b>	<b>7.4</b>	<b>7.5</b>	$\geq 6.5$ et $\leq 9.5$
Température	<b>17,6</b>	<b>17.5</b>	<b>18</b>	25°C
Conductivité	<b>1934</b>	<b>817</b>	<b>765</b>	2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C
Turbidité	<b>0.32</b>	<b>0.33</b>	<b>1.5</b>	5 NTU
Potassium K <sup>+</sup>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>3.7</b>	12 mg/l
Sodium Na <sup>2+</sup>	<b>81</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	200 mg/l
Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>	<b>0.02</b>	0.2 mg/l
Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	50 mg/l
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	0.5 mg/l
Bicarbonate HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	<b>366</b>	<b>305</b>	<b>305</b>	–
Chlorures (Cl <sup>-</sup> )	<b>107</b>	<b>36</b>	<b>28</b>	500 mg/l
Dureté totale (TH)	<b>760</b>	<b>400</b>	<b>380</b>	500 mg/l
Matières oxydables (MO)	<b>0,9</b>	<b>0,03</b>	<b>0,05</b>	pas de norme

Magnésium (Mg +2)	<b>97</b>	<b>39</b>	<b>34</b>	500 mg/l
Calcium (Ca+)	<b>114</b>	<b>96</b>	<b>96</b>	g/l
Résidu sec	<b>1466</b>	<b>619</b>	<b>580</b>	1500 mg/

### III.1.1. Paramètres physiques

#### III.1.1.1. Température (°C)

La température de l'eau dépend de l'échange de chaleur avec l'air ambiant ainsi que du rayonnement solaire. La température influe sur des paramètres comme (oxygénation, conductibilité, solubilité de diverses substances...). Elle joue un grand rôle dans l'augmentation de l'activité chimique des bactéries et dans l'évaporation de l'eau. Elle varie selon la température externe (air), les saisons, de la nature géologique et de la profondeur du niveau d'eau par rapport à la surface du sol.

Les résultats obtenus montrent que la température ne varie pas beaucoup d'un forage à l'autre (Figure.14), les valeurs de température mesurées sont en accord avec les normes algériennes.

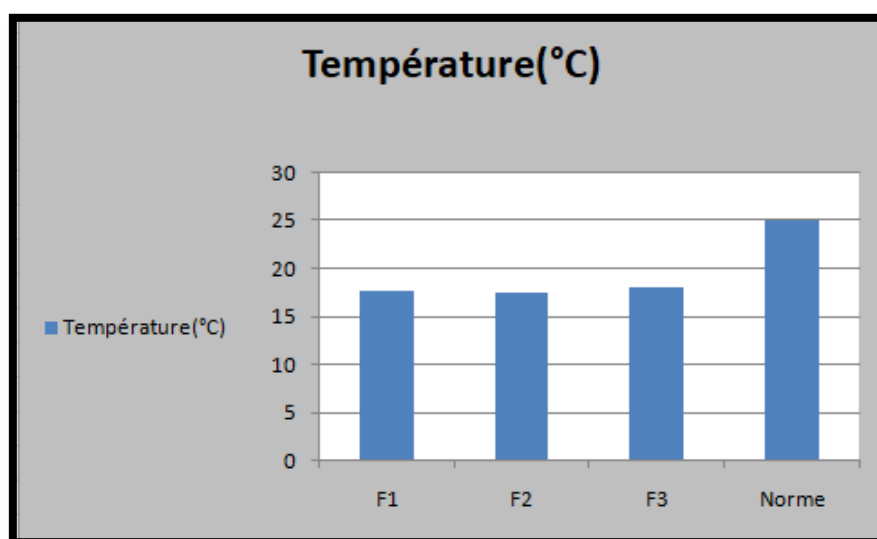


Figure 14: Variation de la température des eaux de source étudiées.

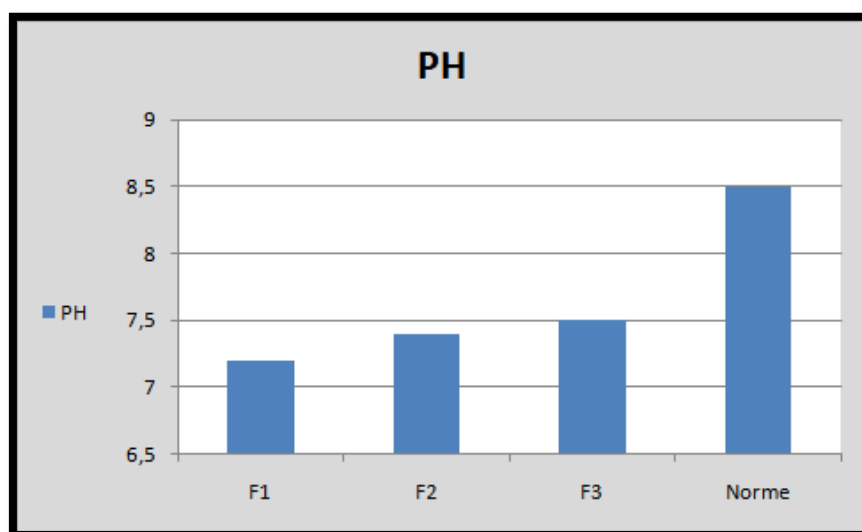
F1 : Hamam Dalaa 01

F2 : Hamam Dalaa 02

F3 : Forage Haourane 03 (D'bil)

### III.1.1.2. Potentiel hydrogène (pH)

Le pH est un caractère fondamental et important pour la qualité de l'eau, lié à la nature des terrains traversés. Il donne une indication sur l'acidité ou l'alcalinité d'une eau, du point de vue sanitaire, un pH élevé peut causer de la corrosion et un pH faible peut modifier le goût de l'eau. Les valeurs observées révèlent que le pH est légèrement neutre à alcalin dans les 3 forages. Le pH varié entre (7.2 à 7.5) donc ne dépasse pas la norme Algérienne, donc la qualité de l'eau dans les trois sources d'eaux étudiées est acceptable.

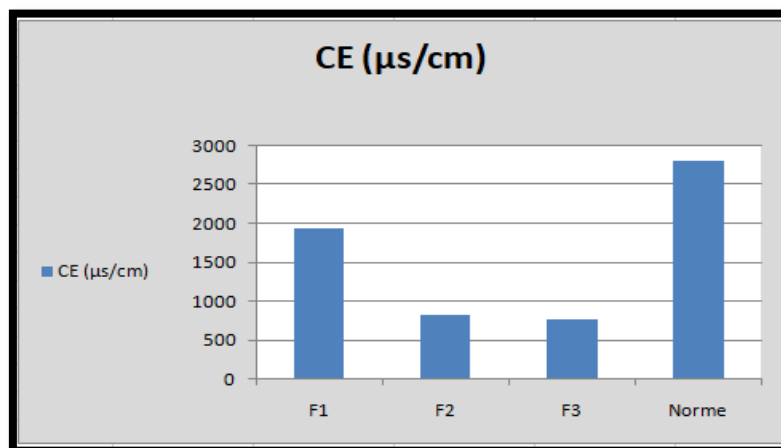


**Figure 15** : Variation du pH dans les sources étudiées.

### III.1.1.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique dépend des charges de matière organique endogène et exogène, génératrice de sels après décomposition et minéralisation et également avec le phénomène d'évaporation qui concentre ces sels dans l'eau, elle varie aussi suivant le substrat géologique traversé. La (figure 16) donne une idée sur les valeurs de la conductivité de l'eau potable des trois forages étudiés. Les valeurs enregistrées sont comprises entre 765 à 1934 us/cm. Les valeurs obtenues sont conforme aux normes

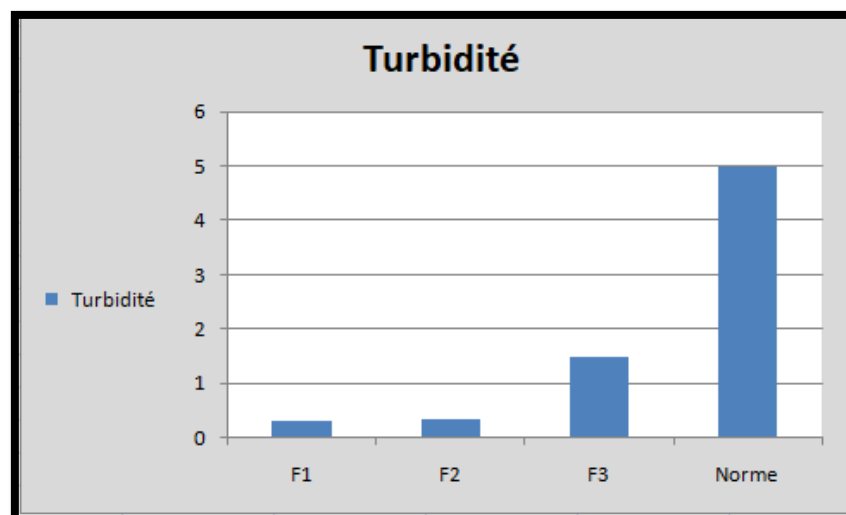
algériennes 2800 $\mu\text{s}/\text{cm}$ . D'après la figure ci-dessous nous constatons que le forage 1 a une conductivité supérieure au deux autre forage. Ce qui pourrait s'expliquer par la richesse de ce forage en sels minéraux.



**Figure 16 :** Variation de la conductivité électrique dans les sources étudiées.

#### III.1.1.4. Turbidité

La turbidité est une mesure visuelle de la luminosité de l'eau. Une eau trouble paraîtra trouble, trouble ou colorée d'une autre façon, affectant l'apparence physique de l'eau. Les matières en suspension et les matières colorées dissoutes réduisent la clarté de l'eau en créant une apparence opaque, nébuleuse ou boueuse. Les mesures de turbidité sont souvent utilisées en tant qu'indicateur de la qualité de l'eau. Les valeurs enregistrées sur (la figure 17) sont tous conformes aux normes algériennes, à l'exception du forage 3, qui enregistre des valeurs maximales mais qui restent toujours dans les normes de la qualité algérienne des eaux.

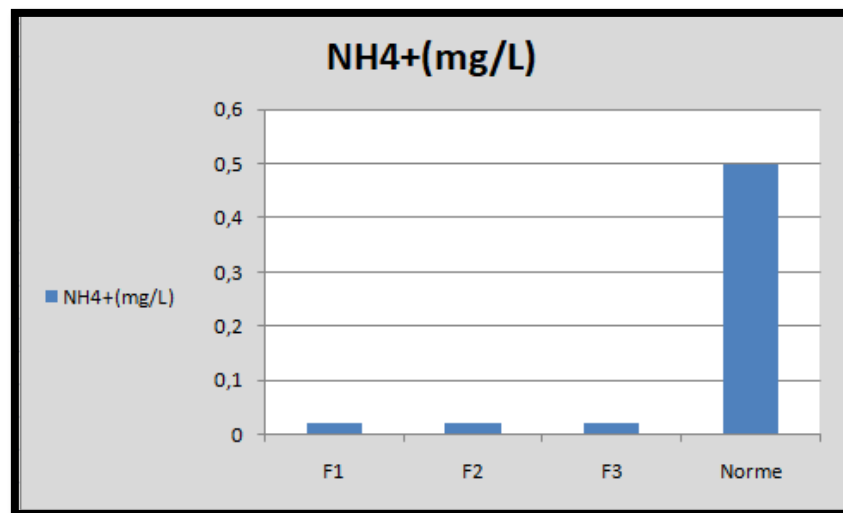


**Figure 17** : Variation de la turbidité dans les sources étudiées.

### III.1.2. Paramètres chimiques

#### III.1.2.1. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

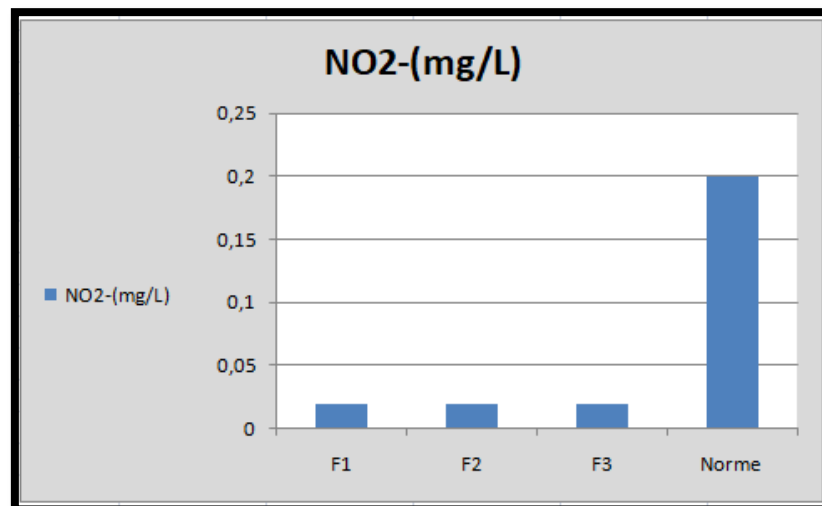
L'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) est un composé chimique. Sa présence dans les eaux de surface est considérée comme indicateur de pollution, il ne présente pas de danger sur la santé des consommateurs. Mais sa présence dans les eaux potables ne doit pas excéder 0.5 mg/L. Il est considéré comme un élément gênant car il peut interférer avec le chlore pour former les chlora mine qui modifient l'odeur et le gout de l'eau traité. Il peut également servir à la source d'azote pour certaines bactéries qui peuvent proliférer dans les réseaux de distribution. Les résultats de la (Figure 19) font apparaître une faible concentration d'ammonium. Il est ainsi possible de constater que les sources d'eau étudiées ont des valeurs qui restent loin au-dessous des seuils fixés par la norme Algérienne (0,5 mg/l).



**Figure 18:** Variation de l'ammonium dans les sources étudiées.

### III.1.2.2. Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

Les nitrites sont des indicateurs de pollution et ils sont jugés toxiques. Ils résultent soit d'une oxydation partielle de l'ammonium, soit d'une réduction des nitrates. D'après les résultats des analyses de Nitrite (Figure 20) ; les concentrations ne dépassent pas la valeur de 0,02 mg/l au niveau des trois forages étudiés, ce qui restent toujours dans la norme Algérienne des eaux potable.

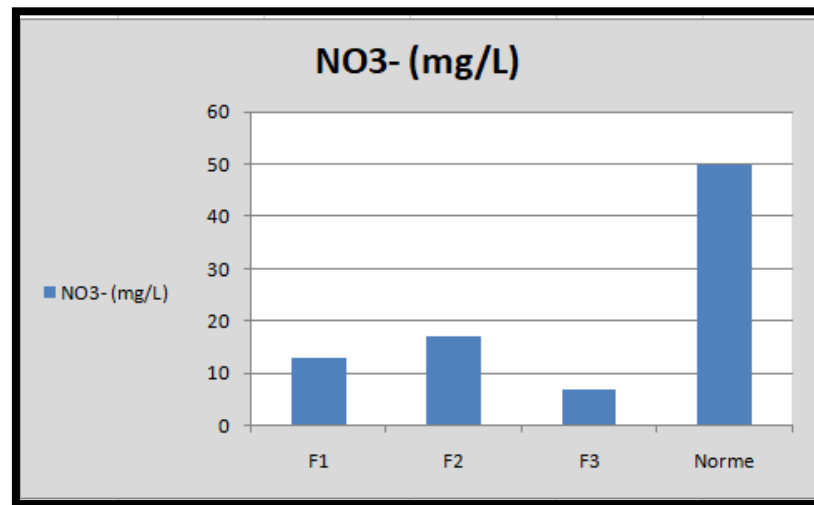


**Figure 19 :** Variation des nitrites dans les sources étudiées.

### III.1.2.3. Nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Selon les résultats de notre étude, toutes les concentrations de nitrate dans les échantillons d'eau analysés sont conformes aux normes algériennes (50 mg L). Des valeurs obtenues à partir de trois forages sont consignées (13 mg/L), (17mg/L) et (07

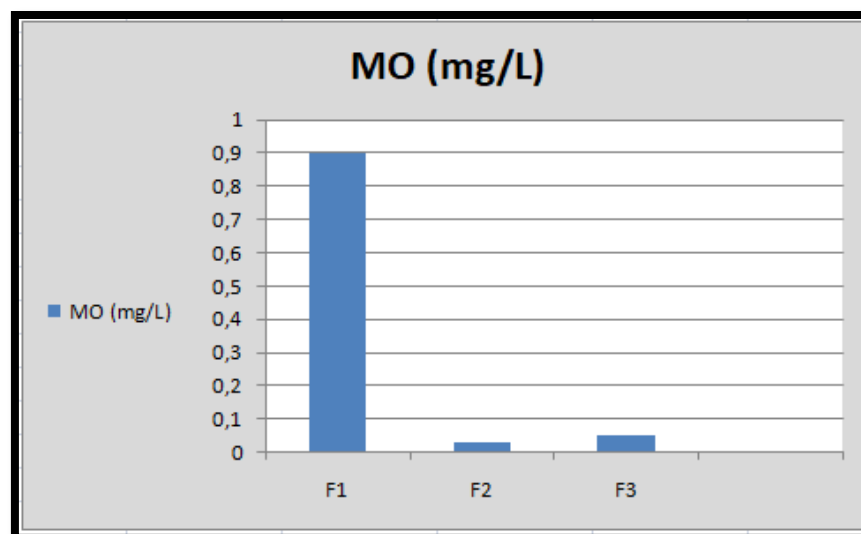
mg/L) respectivement pour le F1, F2 et F3. La présence de nitrate dans l'eau potable est attribuable à la présence de terres agricoles à proximité de la source.



**Figure 20:** Variation des nitrates dans les sources étudiées.

#### - Matières organiques (MO) :

La matière organique susceptible d'être rencontrée dans l'eau est constituée de produits de décomposition d'origine animale ou végétale produits sous l'action de microorganismes. La représentation graphique suivante (Figure.22) montre une fluctuation dans la teneur en MO entre les forages échantillonnés. La valeur maximale est enregistrée dans le forage 1 (0,9 mg/L), bien que les standards algériens de 2011 ne spécifient pas de valeurs limites pour cet indicateur. Nos résultats sont toujours en dessous de la norme de l'OMS (5 mg/L).



**Figure 21 :** Variation de MO dans les sources étudiées.

#### III.1.2.4. Magnésium :

La concentration de  $Mg^{2+}$  dans les trois forages est respectivement de 97 mg/L, 39 mg/L et 34 mg/L. La norme algérienne pour la concentration de  $Mg^{2+}$  dans l'eau potable est de 500 mg/L. En comparant ces résultats avec la norme algérienne, il est clair que les concentrations de  $Mg^{2+}$  dans les trois zones sont bien inférieures à la limite maximale permise de 500 mg/L. Cela indique que la teneur en magnésium dans l'eau potable des trois sources d'eau étudiées est conforme aux normes algériennes. Une concentration de  $Mg^{2+}$  inférieure à la norme n'est généralement pas préoccupant du point de vue santé, car le magnésium est un minéral essentiel pour le corps humain et est même considéré comme bénéfique pour la santé à des concentrations appropriées.

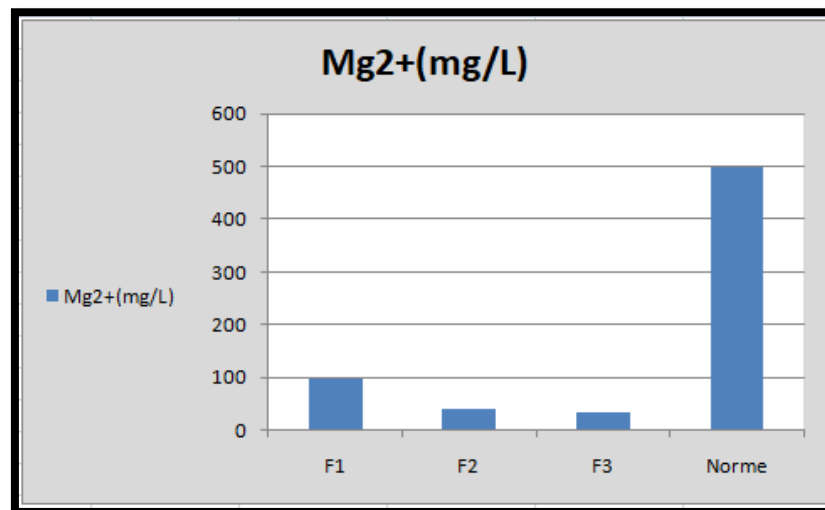
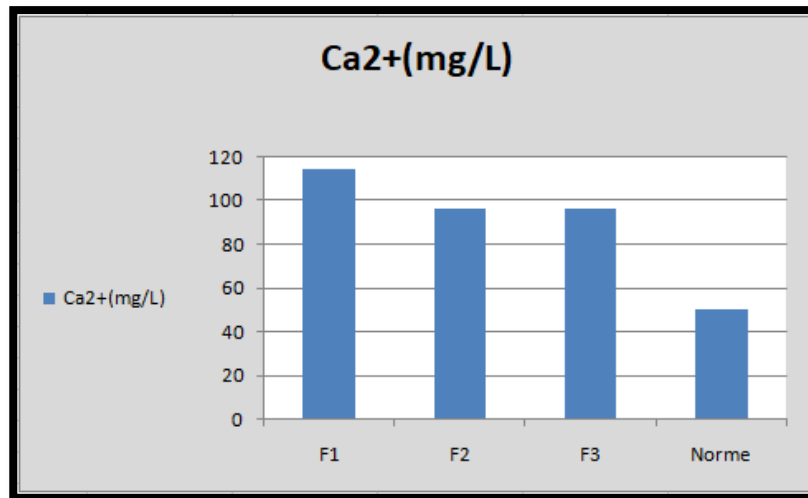


Figure 22: Variation de magnésium dans les sources étudiées.

#### III.1.2.5. Calcium :

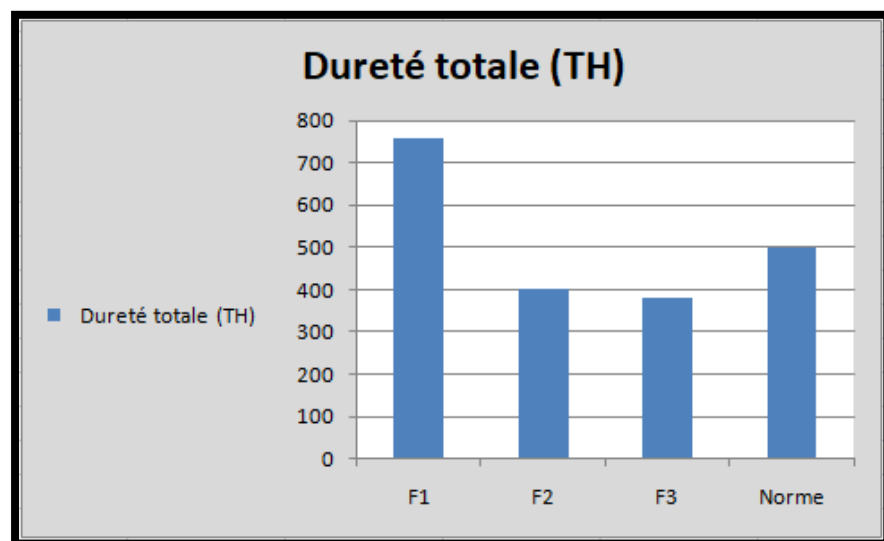
La concentration du Calcium ( $Ca^{2+}$ ) dans les trois zones est respectivement de 144 mg/L, 96 mg/L et 96 mg/L. La norme algérienne pour la concentration du  $Ca^{2+}$  dans l'eau potable est de 50 mg/L. Les concentrations de  $Ca^{2+}$  dans les trois régions dépassent la norme algérienne pour l'eau potable, indiquant une eau plus dure. Des mesures de traitement de l'eau peuvent être nécessaires pour réduire la concentration de calcium et atténuer les effets négatifs de la dureté de l'eau.



**Figure 23:** Variation de calcium dans les sources étudiées.

### III.1.2.6. Dureté (TH)

La dureté totale de l'eau (TH) est un paramètre directement lié à la teneur en calcium et en magnésium de l'eau (Rodier et al., 1984). L'eau est dite douce en dessous de 15 °f et dite dure au-delà de 35 °f. Les résultats montrent que les valeurs de TH+ dans le forage 01 restent supérieures à la concentration maximale décrétée par les normes Algériennes (500mg/l). L'eau de du forage 02 et 03 considérée douce TH= (380, 400) mg/l, L'eau de forage 01 étudiée est de l'eau dur



**Figure 24:** Variation de Dureté (TH) dans les sources étudiées.

### III.1.2.7. Bicarbonate $\text{HCO}_3^-$ :

Les concentrations de bicarbonates dans les eaux naturelles sont directement liées au pH et à la température de l'eau. la concentration en  $\text{CO}_2$  dissous et la nature lithologique du sol.

Lors des analyses effectuées la teneur de Bicarbonates  $\text{HCO}_3^-$  - trouvé dans l'eau de source est de 305 à 366 mg/L.

La présence des bicarbonates dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées (cipolin, calcaire) par des eaux chargées en gaz carbonique Les normes algériennes ne fixent aucune valeur pour ce paramètre, puisque, quel que soit les teneurs en bicarbonate dans les eaux de consommation, la potabilité n'est pas affectée.

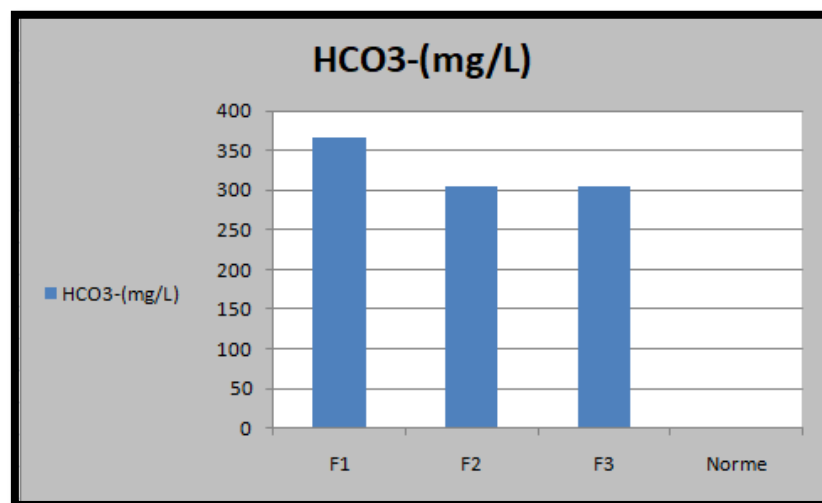
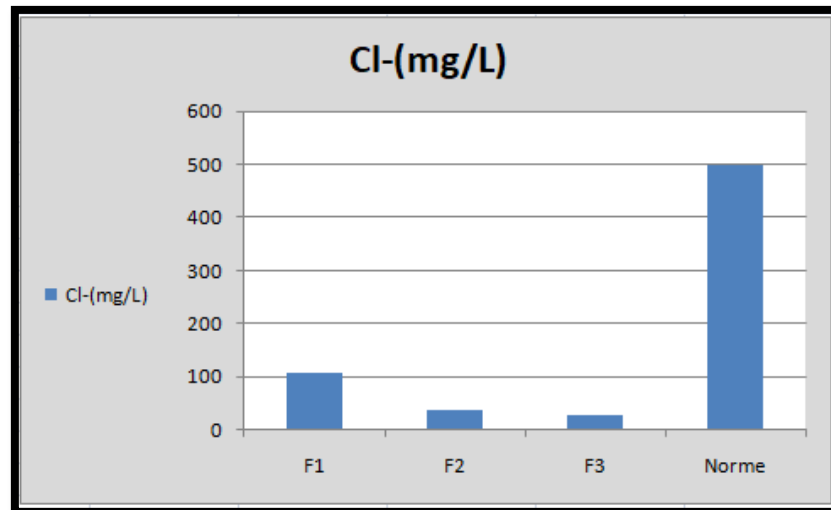


Figure 25 : Variation de bicarbonates dans les sources étudiées.

### III.1.2.8. Chlorure :

Les concentrations de  $\text{Cl}^-$  dans les trois zones est respectivement de 107 mg/L, 36 mg/L et 28 mg/L. La norme algérienne pour la concentration de  $\text{Cl}^-$  dans l'eau potable est de 500 mg/L.

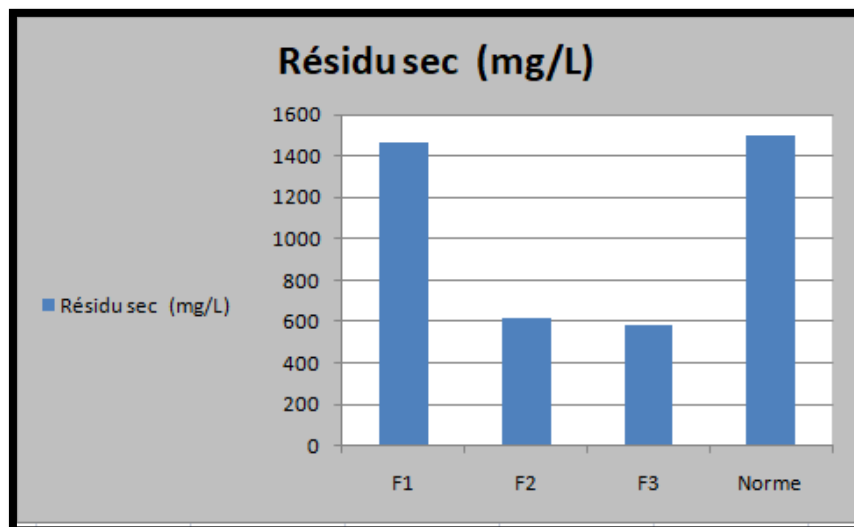


**Figure 26** : Variation de Chlorure dans les sources étudiées.

Les résultats indiquent que les concentrations de chlorure dans toutes les régions sont bien en dessous de la limite autorisée par la norme algérienne. Cela signifie que la qualité de l'eau potable en ce qui concerne le chlorure est conforme aux critères de potabilité et ne présente pas de risques pour la santé humaine.

### III.1.2.9. Résidu sec :

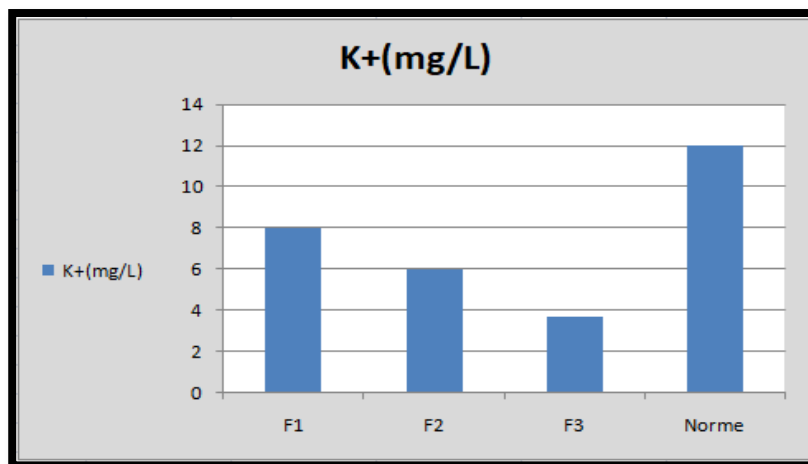
Les valeurs de résidu sec (RS) dans les trois zones sont respectivement de 580 mg/L, 619 mg/L et 1466 mg/L. La norme algérienne pour le résidu sec dans l'eau potable est de 1500 mg/L.



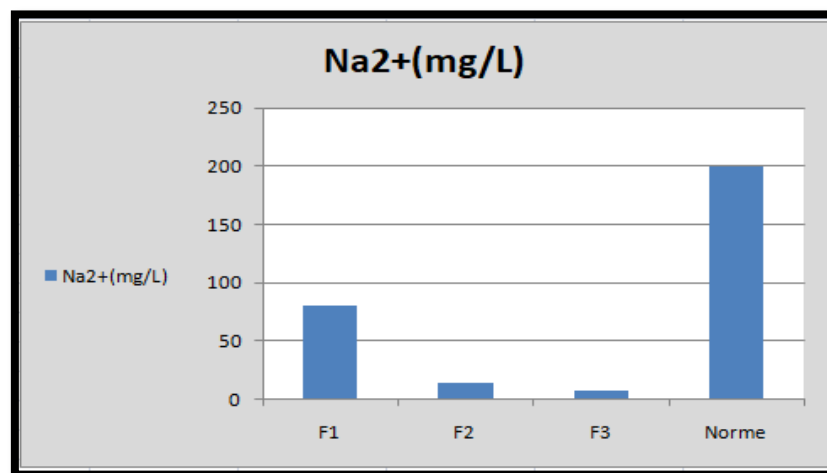
**Figure 27** : Variation de Résidu sec dans les sources étudiées.

En comparant ces résultats avec la norme algérienne, toutes les régions se situent en dessous de la limite maximale permise de 1500 mg/L. Cela indique que la concentration totale des solides dissous dans l'eau potable des trois régions est conforme aux normes algériennes.

### III.1.2.10. Sodium et Potassium :



**Figure 28:** Variation de Potassium dans les sources étudiées.



**Figure 29 :** Variation de Sodium dans les sources étudiées

Pour interpréter les résultats des dosages de Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> par photométrie de flamme en référence aux normes algériennes, nous devons comparer les concentrations

mesurées avec les limites maximales permises selon ces normes. Selon les normes algériennes, la concentration maximale permise de Na<sup>+</sup> dans l'eau potable est de 200 mg/L, et la concentration maximale permise de K<sup>+</sup> est de 12 mg/L. D'après les résultats les concentrations de Na<sup>+</sup> dans les trois régions sont en dessous de la limite maximale permise de 200 mg/L, ce qui est conforme aux normes. Les concentrations de K<sup>+</sup> dans les trois zones sont également en dessous de la limite maximale permise de 12 mg/L, respectant ainsi les normes algériennes.

### III.1.3. Résultats d'analyses bactériologiques :

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Les organismes pathogènes sont très nombreux et très variés et ne peuvent donc pas faire l'objet d'une recherche spécifique. De plus leur identification est très difficile voire impossible dans le cas des virus car leur durée de vie peut être très courte. Pour ces différentes raisons, il est préalable de rechercher des germes qui sont toujours présents en grand nombre dans la matière fécale des hommes et des animaux à sang chaud, qui se maintiennent plus facilement dans le milieu extérieur qui sont : les Germes totaux, les Coliformes totaux, les Coliformes fécaux, les Streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito-réducteurs.

**Tableau 03 :** Valeurs mesurées des différents paramètres bactériologiques des sites étudiés.

Les sites	Haourane 01	Haourane 02	Bouira
Coliformes totaux (CT/100ml)	Absence	Absence	Absence
Coliformes fécaux (UFC/100ml)	Absence	Absence	Absence
Streptocoques fécaux (UFC/100ml)	Absence	Absence	Absence
Anaérobie sulfite réductrice = ASR/20ml	Absence	Absence	Absence
Taux de chlore	0.4	0.5	0.3

### **III.1.3.1. Les coliformes totaux**

Les coliformes totaux sont d'origine animale et humaine, leur présence dans l'eau indique une contamination récente par des matières fécales. Les Coliformes totaux parmi lesquels, présentent approximativement 10% des micro-organismes. Germe totaux intestinaux humaines et animaux, sont considérés comme étant un organisme indicateur d'une contamination récente par des matières fécales. (AZONNAKPO, Olivier2020)

La réglementation algérienne exclue impérativement la présence des coliformes totaux et des coliformes fécaux dans 100 ml. Dans le cas de notre étude on a trouvé (00 UFC/100 ml) coliformes totaux ce qui répond à la réglementation algérienne. Elles sont donc conformes à la norme de potabilité.

### **III.1.3.1. Les coliformes fécaux**

L'absence complète de coliformes fécaux dans une analyse microbiologique de l'eau potable porte à croire que l'eau est sans danger et constitue un exemple de contamination fécale.

Les coliformes fécaux sont généralement utilisés comme indicateurs de la qualité microbiologique de l'eau et de la présence de ces bactéries. peut-être préoccupante à cause de leur association avec des maladies d'origine hydrique.

### **III.1.3.2. Les Streptocoques fécaux**

Selon Rodier (2009), la présence des streptocoques fécaux doit s'accompagner de la présence de coliformes fécaux pour être certain d'une contamination fécale d'une eau d'alimentation. Les analyses bactériologiques effectuées sur les échantillons d'eaux montrent l'absence totale (00 UFC/100 ml) des streptocoques fécaux dans tous les échantillons. Ce qui confirme l'absence de la contamination fécale. L'absence des coliformes fécaux dans les échantillons d'eau peut être expliquée par l'absence de contamination bactérienne d'origine fécale, qui est due à l'utilisation du chlore qui inhibe les bactéries pathogènes.

### **III.1.3.3. Recherche et dénombrement des anaérobies Sulfito-réductrices (ASR)**

Les anaérobies Sulfito- réductrices sont des germes capables de sporuler et de se maintenir longtemps dans l'eau. Ils sont donc les témoins d'une pollution ancienne. Plus difficilement tués que les coliformes par les désinfectants, ils constituent donc Un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection. (**BENDAOU, Khaoula et LASSOUED, Fariha.2019**)

Les résultats obtenus sont de valeur nulles (00 UFC/100 ml) dans tous les échantillons analysés, ce qui confirme l'absence totale des ASR.

# CONCLUSION

## Conclusion

L'objectif de la présente étude était de contrôler la qualité physicochimique et bactériologique de trois sources d'eau potable situées dans la ville de Hammam Dalaa à savoir: Hammam Dalaa 01 (bouira), Hammam Dalaa 2 et Haourane 3.

Du point de vue physicochimique, aucune différence dans le contenu mesuré de chaque paramètre n'a été constatée dans les trois sources étudiées. Dans la plupart des cas, l'eau des trois sources est considérée comme une eau équilibrée et répond aux normes Algériennes. Cependant, seules les valeurs de la dureté totales dépassent les normes algériennes de 2011 au niveau du forage 1 (Hammam Dalaa 01 bouira).

Du point de vue bactériologique, les résultats obtenus sont de 0 (00 UFC/100 ml) (absence totale des germes) pour tous les échantillons analysés, ce qui peut s'expliquer par l'absence de contamination bactérienne. Ces paramètres sont conformes aux normes de potabilité de l'eau.

Enfin, nous pouvons faire quelques recommandations jugées utiles pour la préservation de l'eau de source :

- La suggestion au pouvoir public de veiller à la préservation de ces sources contre toutes formes de pollution.
- La conception et la mise en œuvre d'un programme de surveillance de la qualité et de l'assurance de la conformité.
- Le droit des consommateurs à disposer d'informations relatives à la salubrité de l'eau qu'ils consomment.

REFERENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES

## Références bibliographiques

### A

**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, p49.

**Ayad W., et Kahoul M.(2017) :** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de puits dans la région d'El-Harrouch: Microbiologie appliquée. Thèse de doctorat, université Badji Mokhtar, Annaba, 156 p.

**(Ayad, 2017) :** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des Puits de la Région d'EL-Harrouch (Wilaya de Skikda). Thèse de doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba. 156p.

**AZONNAKPO, Olivier V.,** AGBOSSOU, Euloge K., et AMINOU, Taofiki. Qualité Physico-Chimique et Bactériologique de l'Eau dans le Delta de l'Oueme. International Journal of Progressive Sciences and Technologies, 2020, vol. 20, no 2, p. 391-411.

### B

**BENDAOU, Khaoula et LASSOUED, Fariha.** Contrôle de la qualité physicochimique et microbiologique de l'eau potable dans la région souf. Station Nord d'Afrique, Tiksebt El Oued. 2019.

**BENKADDOUR N., (2015) :** Contribution à l'étude de l'efficacité de la graine de Moringa oleifera dans la dépollution des eaux d'oued Safsaf. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agroforesterie. Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, pp 18-20.

**BENKHELIFA, et al :** LE JURY, Devant, SAÏD, Président Pr NEMMICHE, MOHAMMED, Encadreur Pr BENKHELIFA, et al. Les ressources en eau à Mostaganem, état actuel et contraintes de distribution.

**Bouderbala et al., 2020**

### C

**CARR , Erwan.2017 :** Qualité biologique des eaux usées traitées en vue de la réutilisation. 2017. Thèse de doctorat. Université de Lyon.

**(Collin, 2004) :** Les eaux souterraines : Connaissance et gestion, HERMANN, Editeurs des sciences et des arts, paris, 49p.

### D

**DEGREMONT., 1989)** : « Mémento technique de l'eau », Deuxième édition Tom1, (2005). 39-50.

**DEGREMONT ., (1989)** « Mémento technique de l'eau », 8 ème Edition.

## **E**

**Encyclopédie. (2006)** : L'eau. Edition. Encarta.

**EPA, 2021**

## **F**

**FELFOUL R., HADJYAHYA S., 1999** : Contribution au traitement des eaux d'oued boutane (Khemis Miliana) Choix d'un procédé d'épuration. Mémoire de fin d'étude. Centre université de Khemis Miliana, 94p.

## **H**

**Hem J. D. (1985)** : Study and interpretation of chemical characteristic of natural water. P89.

**Hem J. D. (1985)** : Study and interpretation of chemical characteristic of natural water. P70.

## **J**

**JORA, (2011)** : Décret exécutif n° 11-125, qualité de l'eau de consommation humaine, Imprimerie Officielle, Les Vergers : Bir -Mourad Raïs, Alger, Algérie, p25.

## **M**

**Makhoukh M, (2011)** : Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya. Maroc.8eme édition, p156.

**(Maiga, 2005)** : Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako évaluation saisonnière, Thèse de Doctora. Bamako (Mali), p77.

**M.TARDAT-HENRY ., (1984).** «Chimie des eaux», 1ere édition griffon d'argile INC, paris,

## **O**

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

**(O.M.S, 1986).** : Directives de qualité pour l'eau de boisson. Volume 2 : 1ère Edition, Genève ,134p.

**OMS, 2017**

**Oyelude E. O. et Ahenkorah S. (2012) :** Quality of sachet water and bottled water in Bolgatanga municipality of Ghana. *Applied Sciences, Engineering and Technology*4(9): 1094-1098.

## **R**

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

**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. et BRUNET R., (2009) :** POTELOON J. et ZYSMAN K., (1998), mémoire Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de la source Thabout « Ouadhias, Wilaya de Tizi-Ouzou » p35.

## **U**

**UNESCO, 2021**

# ANNEXES

**Annexes****a) Réactifs : Détermination de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) :****Réactif I:**

- Acide dichloroisocyanurique ..... 2 g
- Hydroxyde de sodium (NaOH) ..... 32 g.
- H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000 ml.

**Réactif II (coloré) :**

- Tricarbonate de sodium ..... 130 g.
- Salicylate de sodium ..... 130 g.
- Nitroprussiate de sodium ..... 0.97 g.
- H<sub>2</sub>O distillé ..... q.s.p 1000 ml

**b) Réactif mixte : Détermination des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )**

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

**c) Réactif : Dosage des Nitrates  $\text{NO}_3^-$  - : Méthode au Salicylate de Sodium**

\*Solution de salicylate de sodium à 0.5 % (renouveler toutes les 24 h) 0.5 gr de salicylate de sodium dans 100 ml d'eau distillée.

\*Solution d'hydroxyde de sodium 30 %. 30 gr de NaOH dans 100 ml d'eau distillée.

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

\*Tartrate double de sodium et de potassium.

\*Hydroxyde de sodium NaOH ..... 400g.

\*Tartrate de Sodium et de Potassium ..... 60 g.

\*Eau distillée ..... q.s.p 1000ml.

Laisser refroidir avant de compléter à 1000 cc. Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène. Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg/l.

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

\*Eau distillée .....1000 ml.

\*Chloroforme .....1 ml.

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

**d) Réactif : Détermination des matières oxydables en milieu acide (M.O)**

\* Solution d'acide Oxalique à 0,1 N :

- C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O ..... 6.3033 g.

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (d=1.84)..... 50 ml.

-H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000 ml.

\* Solution d'acide oxalique à 0.01 N :

- H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> à 0.1 N ..... 100 ml.

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré ..... 50 ml.

- H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000 ml.

\* Solution d'acide sulfurique diluée : (d=1.27).

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (d =1.84) ..... 1 volume

- H<sub>2</sub>O distillée ..... 3 volumes.

\* Solution de permanganate de potassium à 0,1 N.

- KMnO<sub>4</sub> ..... 3.1608 g.

- H<sub>2</sub>O distillée bouillante ..... q.s.p 1000 ml.

\* Solution de KMnO<sub>4</sub> à 0.01N.

- Solution de KMnO<sub>4</sub> à 0.1 N ..... 100 ml.

- H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000 ml.

**e) Réactifs : chlorures (Cl<sup>-</sup>)**

\* Solution de nitrate d'argent à 0.01 N.

1.6987 d'AgNO<sub>3</sub> → 1000 (10 g de K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> → Q.S.P 100 ml d'H<sub>2</sub>O).

\* Solution de chlorures à 71 mg/l

\* Indicateur coloré K<sub>2</sub>CO<sub>4</sub> à 10 %.

**f) Réactifs : TH Détermination du calcium (Ca<sup>2+</sup>) et du magnésium (Mg<sup>2+</sup>)**

\* Solution d'E.D.T.A N/50 (C<sub>10</sub>H<sub>14</sub>N<sub>2</sub>Na<sub>2</sub>O<sub>8</sub>. 2H<sub>2</sub>O): (0.02N ou 0.01M)

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

- H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000 ml.

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

- NaOH (pastilles) ..... 80 g

- H<sub>2</sub>O distillée..... q.s.p 1000 ml.

• Solution d'hydroxyde d'ammonium (NH<sub>4</sub>OH) pH = 10.1

- Chlorure d'ammonium ..... 67.5 g.

- NH<sub>4</sub>OH (25%)..... 570 ml.

- HCl concentré ..... PH = 10.1.

- H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000 ml. : Noir eriochrome T.

\* Solution mère de Ca<sup>2+</sup> à 100 mg/l. 729.6 ml → 32%.