

## Mémoire de Master

Présenté par :

-Ait Sellamat Lydia

*En vue de l'obtention du diplôme de Master en Chimie*

*Spécialité : Chimie analytique*

*Thème :*

***Analyses physico-chimiques et  
microbiologiques des eaux minérales  
Ayris***

Soutenu le : 28/09/2022

Devant le jury composé de :

Nom & Prénom	Département d'affiliation	Qualité
Bounouri Yacine	Chimie	Président
Ait- Braham Laila	Chimie	Examineur
Boukerroui Abdelhamid	Chimie	Encadreur





## *Remerciements*



Au terme de ce modeste travail, je tiens à remercier DIEU tout puissant de m'avoir donné courage, volonté et surtout santé pour réaliser ce travail.

Dans un premier temps, je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance pour mon promoteur Mr Abdelhamid BOUKERROUI pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils. Aux membres du jury qui ont daigné laisser leurs multiples occupations pour se donner la peine d'examiner ce travail, je leur suis infiniment reconnaissante. Leurs critiques et suggestions contribueront certainement à rehausser la valeur scientifique de ce travail.

*Je remercie, Mme TENSOUT et Mme DABOUZ, de m'avoir accueillies dans leur service, ainsi qu'à l'ensemble du personnel du laboratoire de AYRIS pour leur aide, leurs conseils et leurs complicités.*





## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail :*

*Aux deux être les plus chères au monde ; mes parents qui n'ont pas cessé de m'encourager en me prodiguant de précieux conseil, sensible à leur amour et leur gentillesse, c'est avec émotion que je leurs exprime toute mon affection, mon admiration et mon profond respect*

*A mes très chères sœurs : NAJMA, NABILA ET NASSIMA*

*A mes amis : Tiha, Habiba, Mélissa, Narimane, Kahina, Salma, Samy.*



## **LISTE DES ABRÉVIATIONS**

- **EDTA** : Acide Ethylène Diamine Tétra Acétique.
- **nm** : Nanomètre.
- **NET** : Noir Eriochrome Toluène.
- **TA**: Titre Alcalimétrique Simple.
- **TAC** : Titre Alcalimétrique Complète.
- **TH** : Titre Hydrotimétrique.
- **TH<sub>Ca2+</sub>** : Titre calcique.
- **TH<sub>Mg+2</sub>** : Titre magnésienne
- **UCF** : Unité de colonies formées.
- **pH** : Potentiel Hydrogène.
- **BEA**: Bile Esculin Agar.
- **PCA**: Plate Count Agar
  
- **VF** : Viande de foie

# SOMMAIRE

## Liste des figures

## Liste des tableaux

## Liste des abréviations

Introduction ..... 1

## Chapitre • : Généralité sur l'eau.

•.1. Définition de l'eau .....	2
•.2. Cycle de l'eau .....	2
•.3. Les différentes sources d'eau .....	3
•.3.1. Les eaux de pluies .....	3
•.3.2. Les eaux de surfaces .....	3
•.3.2.1. Les eaux de rivière (partie amont).....	4
•.3.2.2. Les eaux de rivière (partie aval) .....	4
•.3.2.3. Les eaux de lac.....	4
•.3.3. Les eaux souterraines.....	4
•.3.4. Les eaux de mer .....	6
•.4. La différence entre les eaux minérales et les eaux de source.....	6
•.5. Les différents états de l'eau .....	6
•.6. La composition minérale de l'eau .....	7
•.7. L'importance de l'eau.....	7
•.8. Maladies d'origines hydrique .....	8
•.9. Maladies d'origines bactériennes .....	8
•.9.1. Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes.....	8
•.9.2. Choléra.....	8

•.10. Présentation global de l'unité Sarl Nomade Ayris .....	8
•.11.Présentation du laboratoire .....	9

## **Chapitre • • : Matériels et Méthodes**

• •.1. Echantillonnage et prélèvement en vue de l'analyse .....	12
• •.1.1. Prélèvement de produit fini .....	12
• •.2. Analyse physico-chimiques .....	13
• •.2.1. Méthodes électrochimiques.....	13
• •.2.1.1. Mesure de potentiel d'hydrogène (pH).....	13
• •.2.1.2. Mesure de conductivité .....	14
• •.2.2. Méthode volumétrique .....	15
• •.2.2.1. Mesure de la dureté totale (TH) .....	15
• •.2.2.2. Mesure de la dureté calcique ( $\text{Ca}^{2+}$ ).....	16
• •.2.2.3. Mesure de la dureté magnésienne .....	18
• •.2.2.4.Dosage des chlorures (Méthode de Mohr).....	18
• •.2.2.5. Mesure de titre alcalimétrique complet (TAC).....	20
• •.2.2.6. Détermination de titre alcalimétrique (TA) .....	21
• •.2.2.7. Déterminations des bicarbonates .....	21
• •.2.3. Méthodes spectrophotométrique .....	22
• •.2.3.1. Dosage de nitrates $\text{NO}_3^-$ .....	22
• •.2.3.2. Dosage de sulfates.....	24
• •.2.3.3. Dosage de fer(II) ( $\text{Fe}^{2+}$ ).....	25
• •.2.3.4. Dosage des ortho phosphates ( $\text{PO}_4^-$ ) .....	26
• •.2.4. Mesure de résidu sec .....	27

• •3. Analyse microbiologique .....	30
• •3.1. Le principe de l'analyse microbiologique des eaux.....	30
• •3.2. Les germes recherchés .....	30
• •3.3. Stérilisations des matériels.....	30
• •3.4.Méthode de filtrations sur membrane .....	31
• •3.5. Méthode d'analyse .....	31
• •3.5.1. Dénombrement des micro-organismes révivifiabiles (germes aérobies) .....	31
• •3.5.2. Recherche et dénombrement de <i>coliformes (totaux et fécaux)</i> par filtration sur membrane .....	32
• •3.5.3. Les <i>streptocoques fécaux</i> .....	33
• •3.5.4.Recherche et dénombrement de <i>Pseudomonas Aerugénosa</i> .....	35
• •3.5.5. Recherche de <i>Clostridium Sulfito-Réducteur</i> .....	36

## **Chapitre . . . : Résultats et discussion**

. . .1. Résultats et interprétation des paramètres physico-chimiques .....	38
. . .1.1. Potentiel d'hydrogène (pH).....	38
. . .1.2. La conductivité.....	39
. . .1.3. La dureté totale (ou TH).....	40
. . .1.4. Le Calcium ( $Ca^{2+}$ ) .....	41
. . .1.5. Le Magnésium ( $Mg^{2+}$ ).....	41
. . .1.6. Le titre alcalimétrique complet (TAC).....	42
. . .1.7. Le titre alcalimétrique (TA) .....	43
. . .1.8.Les chlorures ( $Cl^{-}$ ) .....	44
. . .1.9. Les bicarbonates .....	44
. . .1.10. Le Résidu sec .....	45

1.11. Les sulfates .....	46
1.12. Les nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	47
1.13. Le fer (Fe <sup>2+</sup> ).....	48
1.14. Les ortho-phosphates (PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) .....	49
2. Résultats et interprétation des paramètres microbiologiques .....	50
<b>Conclusion</b> .....	52

## **Références bibliographique**

## **Annexes**

## **LISTE DES FIGURES**

<b>Figure 1.1</b> : La molécule d'eau .....	2
<b>Figure 1.2</b> : Le cycle général de l'eau .....	3
<b>Figure 1.3</b> : Les états de la molécule d'eau.....	7
<b>Figure 1.4</b> : Situation géographique SARL Nomade Ayris .....	9
<b>Figure 2.1</b> : Avant le titrage .....	17
<b>Figure 2.2</b> : Après le titrage .....	17
<b>Figure 2.3</b> : Avant le titrage .....	19
<b>Figure 2.4</b> : Après le titrage .....	19
<b>Figure 2.5</b> : Spectrophotomètre UV-visible .....	22
<b>Figure 2.6</b> : les solutions lors de mesure de sulfates .....	24
<b>Figure 2.7</b> : Etuve .....	29
<b>Figure 3.1</b> : Histogramme comparatif des résultats obtenus de pH de l'eau Ayris et sa norme.....	39
<b>Figure 3.2</b> : Histogramme comparatif des résultats obtenus de conductivité de l'eau Ayris et sa norme.....	39
<b>Figure 3.3</b> : Histogramme comparatif des résultats obtenus de la dureté totale de l'eau Ayris et sa norme.....	40
<b>Figure 3.4</b> : Histogramme comparatif des résultats obtenus de calcium de l'eau Ayris et sa norme .....	41
<b>Figure 3.5</b> : Histogramme comparatif des résultats obtenus de magnésium de l'eau Ayris et sa norme.....	42
<b>Figure 3.6</b> : Histogramme comparatif des résultats obtenus de titre alcalimétrique complet de l'eau Ayris et sa norme .....	43
<b>Figure 3.7</b> : Histogramme comparatif des résultats obtenus des chlorures de l'eau Ayris et sa norme .....	44
<b>Figure 3.8</b> : Histogramme comparatif des résultats obtenus de bicarbonates de l'eau Ayris et sa norme.....	45
<b>Figure 3.9</b> : Histogramme comparatif des résultats obtenus des résidus sec de l'eau Ayris et sa norme.....	46

<b>Figure 2.2.10</b> : Histogramme comparatif des résultats obtenus des sulfate de l'eau Ayriss et sa norme .....	47
<b>Figure 2.2.11</b> : Histogramme comparatif des résultats obtenus des nitrates de l'eau Ayriss et sa norme .....	48
<b>Figure 2.2.12</b> : Histogramme comparatif des résultats obtenus de fer de l'eau Ayriss et sa norme.....	48
<b>Figure 2.2.13</b> : Histogramme comparatif des résultats obtenus des ortho phosphates de l'eau Ayriss et sa norme.....	49

## **LISTE DES TABLEAUX**

<b>Tableau 2.1</b> : Composition minérale de l'eau (Berne ,1991).....	7
<b>Tableau 2.2.1</b> : Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau Ayris .....	38
<b>Tableau 2.2.2</b> : Classification des eaux selon la dureté.....	40
<b>Tableau 2.2.3</b> : Résultat des analyses de TA de l'eau minérale Ayris .....	43
<b>Tableau 2.2.4</b> : Résultats des analyses microbiologiques obtenus sur l'eau Ayris .....	50

# Introduction

## Introduction

Il est admis que l'apparition de la vie sur terre est liée à la présence d'une importante molécule. C'est la substance la plus répandue à la surface du globe. Il s'agit de la molécule de l'eau, c'est une composante majeure des mondes minéraux et organique.

L'eau est un élément essentiel de la vie biologique et dans l'activité humaine. Elle participe à toutes les activités quotidiennes et est impliquée aussi dans de nombreuses fonctions physiologiques essentielles telles que la digestion, l'absorption, la thermorégulation et l'élimination des déchets. [1].

L'eau minérale naturelle est une substance possédant des propriétés thérapeutiques reconnue par la loi et l'appellation n'implique pas obligatoirement une forte teneur en minéraux. D'origines souterraines elle est d'autant mieux protégée puisqu'elle provient des nappes très profondes et sa composition ainsi dite est due au milieu d'où elle provient ou avec lequel elle a été en contact.

L'eau donne la vie mais elle donne aussi parfois la mort car la plupart des rejets issue des activités humaines sont évacués vers les cours d'eaux qui avec une absence d'un traitement par manque de station d'épuration aboutit à une pollution qui prend les dimensions de plus en plus importantes [2].

Cette étude a pour objectif d'évaluer la composition physicochimique et microbiologique de l'eau minérale naturelle embouteillée Ayris. Pour réaliser cette étude, ce travail est divisé en trois chapitres :

- ✓ Le premier chapitre est consacré aux généralités sur l'eau.
- ✓ Le deuxième chapitre présente le matériel et les méthodes utilisées.
- ✓ Le troisième chapitre est consacré aux résultats obtenus et leurs interprétations.
- ✓ Enfin, nous terminons notre mémoire par une conclusion.

# **Chapitre •**

## **Généralité sur l'eau**

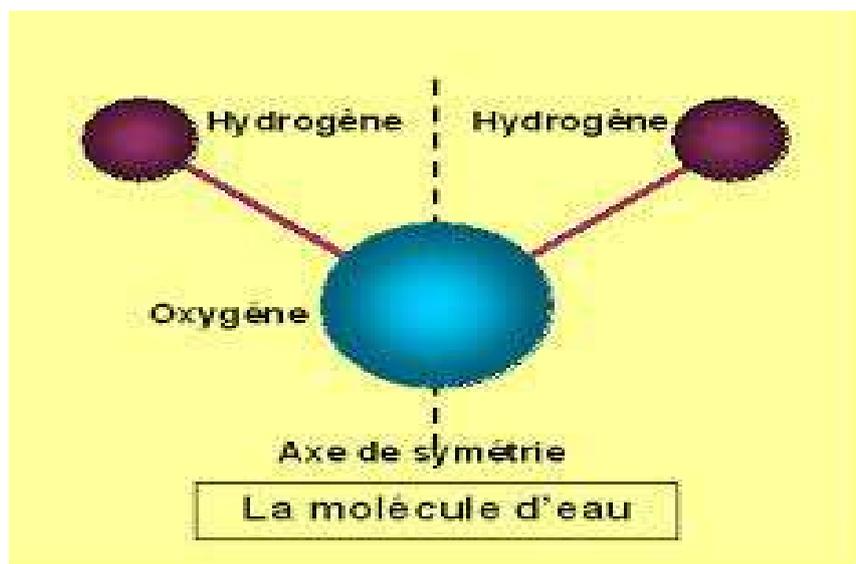
### •1.Définition de l'eau :

L'eau est un corps liquide à la température et à la pression ordinaire, incolore, inodore, insipide et composé de deux atome d'hydrogène et un atome d'oxygéné ( $H_2O$ ). [3]

C'est une molécule polaire c'est à-dire qu'une extrémité de la molécule est chargée positivement et l'autre négativement. Les liaisons hydrogènes formant entre le pole négative (oxygène) d'une molécule d'eau et le pole positive (hydrogéné) d'une autre molécule d'eau donne des propriétés physique à l'eau ; par exemple son point de congélation ( $0^\circ$ ,  $32^\circ F$ ) et son point d'ébullition élevé ( $100^\circ C$ ,  $212^\circ F$ ). [4]

C'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants, et près de 70 % de la surface de la terre est recouverte d'eau [5].

La figure suivante représente la structure de la molécule d'eau.



**Figure ·1 : Structure de la molécule d'eau.**

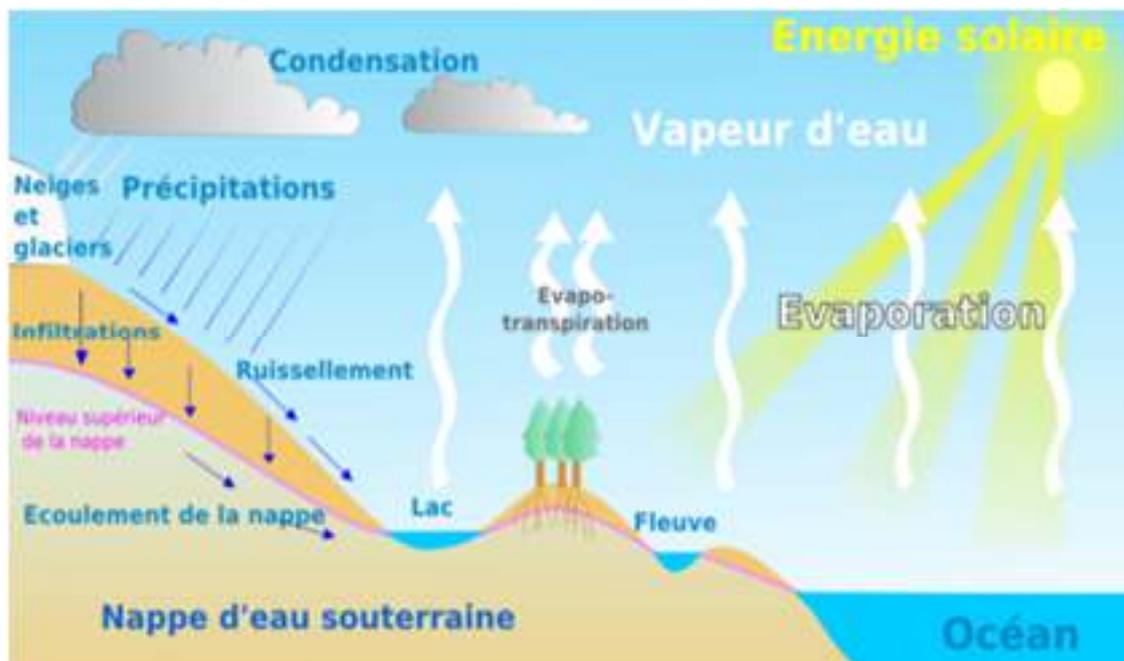
### •2.Cycle de l'eau :

On peut définir les mouvements de l'eau sur la terre comme des flux dans un système à circuit fermé, ou les pertes dans l'espace et les apports depuis le noyau de la terre sont négligeables à l'échelle de la civilisation humaine. Une représentation simple de ce circuit implique des mouvements d'eau des masses océaniques vers l'atmosphère, de l'atmosphère vers les masses continentales, puis des masses continentales vers les océans. Cette nature cyclique est à l'origine du terme général attribué à ces mouvements d'eau : *cycle de l'eau*.

L'eau est stockée principalement dans les océans et l'évaporation à partir de ceux-ci demeure souvent identifiée comme le point de départ du cycle de l'eau. L'évaporation est causée par le réchauffement de la couche de surface des océans par le rayonnement solaire, ce qui entraîne

ainsi de la vapeur d'eau vers l'atmosphère. Cette vapeur se déplace ensuite au gré des mouvements des masses d'air par des phénomènes de convection soumise à des conditions favorables. Enfin, la vapeur d'eau se condense pour former les nuages et engendrer des précipitations sous forme de neige ou de pluie. [6]

La figure ( •.2) montre le cycle général de l'eau.



**Figure •.2 : Le Cycle général de l'eau.**

### •.3. Les différentes sources d'eau

Il existe plusieurs types de sources d'eau dont les caractéristiques sont différentes :

#### •.3.1. Les eaux de pluies :

Les eaux de pluies sont des eaux de bonne qualité pour une alimentation humaine [7]. Elles sont pures sur le plan microbiologique, mais sur le plan chimique il manque souvent certains éléments indispensables à la santé comme le sodium, le magnésium, le manganèse, le fer et l'iode. Elles sont saturées d'azote et d'oxygène [8].

#### •.3.2. Les eaux de surface :

Les eaux de surface ou les eaux superficielles sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents [9]. Elles sont constituées par opposition aux eaux souterraines de l'ensemble de la masse d'eau courante ou stagnante, douce, saumâtre ou salée qui sont en contact direct avec l'atmosphère [10]. Sa composition chimique dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Elles sont riches en gaz dissous [11]. On peut répartir les eaux de surface en trois catégories : eaux de rivière

(parti amont), eaux de rivière (parti aval) et les eaux de lac. La dureté de toutes les eaux de surface est modérée.

### •3.2.1.Les eaux de rivière (parti amont) :

L'amont d'une rivière est en général situé dans une région montagneuse où la densité de population est faible et l'industrie pratiquement inexistante. Les principales caractéristiques de ces eaux sont présentées comme suite:

- a) Turbidité élevée : les régimes des rivières étant torrentiel, les eaux transportent de grande quantité de matières en suspension.
- b) Contamination bactérienne faible : la pollution causée par l'homme ou l'industrialisation y est pratiquement inexistante.
- c) Température froide : ces eaux proviennent soit de sources, soit de la fonte des neiges et des glaciers [7].

### •3.2.2.Les eaux de rivière (parti aval) :

L'aval d'une rivière est en général situé dans une région où la population est dense, l'activité agricole développée et les industries plus nombreuses. Les eaux y sont habituellement de moins bonne qualité et plus difficiles à traiter qu'en amont. Les principales qualités de ces eaux sont :

- a) Contamination bactérienne élevée
- b) Contamination organique et inorganique élevée
- c) L'indice de couleur peut être élevé. [7].

### •3.2.3.Les eaux de lac :

On peut considérer un lac comme un bassin naturel de la décantation dont la période de rétention est longue. La turbidité de l'eau y est donc faible et la contamination bactérienne est habituellement peu importante. Les caractéristiques des eaux de lac varient très lentement au cours de l'année à l'exception de deux courtes périodes au printemps et à l'automne [7].

### •3.3.Les eaux souterraines

Elles proviennent de nappes souterraines plus ou moins profondes et sont captées par forage ou par des puits [12]. Comme elle se caractérise par une contamination faible, car elle est habituellement à l'abri des sources de pollution, par conséquent la dureté est élevée. Et les eaux souterraines peuvent être en contact avec la formation rocheuse contenant des métaux bivalents comme le calcium ou le magnésium [9].

#### ❖ les eaux minérales :

Elles sont définies comme étant des eaux microbiologiquement saines. Ce sont des eaux profondes reconnues comme des eaux stables chimiquement. Elles peuvent contenir certain

élément en concentration supérieur à la concentration autorisée pour les eaux potables. Elles sont distribuées en bouteille avec parfois certains traitements bien définis comme la décantation naturelle ou la filtration sur sable [9]. Toutes ces eaux sont minérales, seule l'eau distillée est déminéralisée.

Une eau est dite « Minérale naturelle », si elle est d'origine souterraine naturellement pure (sans Polluant) n'ayant subi aucun traitement, si sa composition physico-chimique est constante ainsi que l'ensemble des critères de qualité telle que la température, l'aspect visuel, le goût, le débit, ainsi que ses qualités thérapeutiques qui ont été reconnues par une entité scientifique de contrôle. Elle se démarque de l'eau dite "de source" par ses composés minéraux constants. Les eaux minérales peuvent être définies également par leurs propriétés bénéfiques à la santé. Elles sont parfois utilisées en thérapeutique ou en cures thermales. Elles sont plates (Sans gaz) ou gazeuses (chargées de gaz carbonique CO<sub>2</sub>). En fonction de leurs concentrations plus ou moins fortes en minéraux, elles sont dites faiblement minéralisées, moyennement minéralisées ou fortement minéralisées. Les eaux minérales doivent parfois être utilisées avec parcimonie, en particulier celles contenant une grande quantité de sodium lors de certains régimes dépourvus de sel. Les eaux minérales contiennent des éléments essentiels à l'organisme, tels que : les bicarbonates, les sulfates, les chlorures, le calcium, le phosphore, le magnésium, le Potassium, le sodium, le fer. Grâce à sa richesse en minéraux et en oligo-éléments, l'eau minérale complète notre alimentation.

- **Les caractéristiques générales :**

Les eaux minérales forment une catégorie d'eau qui se caractérise :

- ✓ Par une origine souterraine (être également constituée à l'abri de tout risque de pollution en plus du caractère souterraine).
- ✓ Microbiologiquement saine dès l'origine, elle n'est perturbée par aucune contamination d'origine humaine car elle est protégée par les couches géologiques environnantes.
- ✓ La principale caractéristique de l'eau minérale naturelle réside dans sa pureté originelle qui est une exigence de la réglementation, par une stabilité de leur composition minérale, les eaux minérales naturelles ont une composition physico-chimique stable qui peut leur permettre de se voir reconnaître des propriétés bénéfiques à la santé humaine.
- ✓ Par leur pureté originelle : elles ne peuvent pas contenir de composés d'origine Anthropique (liées aux activités de l'homme).
- ✓ Par le fait qu'elles ne subissent aucun traitement chimique de désinfection, d'addition de produits chimiques : les seuls traitements qu'il est permis de leur appliquer afin d'éliminer les éléments instables que sont les gaz, le fer et le manganèse sont l'aération, la décantation et la filtration.
- ✓ Par leurs qualités thérapeutiques.
- ✓ Par le fait que leur exploitation et leur conditionnement nécessitent des autorisations administratives spécifiques. [13].

- ❖ **Les eaux de source :**

L'eau de source d'origine exclusivement naturelle souterraine apte à la consommation humaine est des eaux, contrairement aux eaux minérales, qui doivent en principe répondre, à l'émergence

de nouveaux critères de potabilité et ne subir aucun traitement pour éliminer certains éléments instables comme le fer dissous [9].

A ces deux types d'eaux, on peut opposer le terme «eaux rendues potables par le traitement», dont le seul critère est de répondre aux normes de potabilité, tout traitement préalable étant autorisé [9].

Il existe différentes marques de l'eau de source en Algérie et qui sont : Alma, Ayris, Dhaya, Ifren, Vie Pure, Sidi Rached, Toudja, Djurdjura, ...

### •3.4. Les eaux de mer

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsque'il n'y a pas de moyen de s'approvisionner en eau douce.

Ces eaux sont caractérisées par leur salinité, c'est-à-dire leur teneur globale en sels.

La salinité de la plupart des eaux de mer varie 33000 à 37000 mg/l, cette valeur varie fortement selon les saisons et les régions des eaux de mer. [14]

### •4. La différence entre les eaux minérales et les eaux de source :

Les eaux minérales naturelles et les eaux de source sont des eaux qui répondent à des exigences différentes. Les eaux minérales naturelles proviennent de sources souterraines uniques préservées de toute pollution humaine. Elles ne subissent aucun traitement de désinfection, elles sont microbiologiquement saines, elles se caractérisent par leur pureté originelle. La qualité des eaux minérales naturelles et leur composition est garantie par leur stabilité dans le temps et elles sont également les seules à bénéficier de vertus favorables à la santé. Les eaux de source sont également des eaux d'origine souterraine. Elles sont potables à l'état naturel et embouteillées à la source, en revanche à la différence des eaux de source ne sont pas tenues à une stabilité de leur composition minérale.

### •5. Les différents états de l'eau

L'eau dans la nature change d'état, on peut la trouver sous trois formes :

- ❖ **Etat solide** : à basse température, l'eau est appelée glace et possède des structures cristallines régulières.
- ❖ **Etat gazeuse** : caractérisé par une absence de forme et de limite physique, il n'y a pas de liaisons entre les molécules et sont indépendantes les unes des autres.
- ❖ **Etat liquide** : caractérisé par une forme non définie, les molécules peuvent se déplacer les unes par rapport aux autres, mais elles restent proches car elles sont liées par des forces intermoléculaires [15].

La figure ( •.3) représente les états de l'eau



Solide



Liquide



Gazeux

Figure •.3 : les états de l'eau

•.6. La composition minérale de l'eau :

Les eaux minérales ne contiennent ni matières en suspension ou colloïdes ni matières organique dissoute. Cette eau ne renferme que des sels minéraux dissous. Et, les ions tels que  $PO_4^{3-}$ ,  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$  ne sont pas souvent présent et peuvent être un indice d'une pollution [16].

Tableau •.1 : Composition minérale de l'eau [16]

Le tableau suivant représente la composition minérale de l'eau et ça masse atomique en gramme.

Cations		Anions	
	Masse atomique		Masse atomique
Calcium $Ca^{2+}$	40	Hydrogencarbonate $HCO_3^-$	61
Magnésium $Mg^{2+}$	24	Chlorure $Cl^-$	35,5
Sodium $Na^+$	23	Sulfate $SO_4^{2-}$	96
Ammonium $NH_4^+$	18	Bicarbonate $HCO_3^-$	61
Potassium $K^+$	39	Fluorure $F^-$	19
Fer $Fe^{2+}$	56	Phosphate $PO_4^{3-}$	95

## 2.7. Importance de l'eau

L'eau est un élément essentiel et indispensable à tous les êtres vivants végétaux et animaux, ainsi qu'aux différents organismes humains. Si l'homme est, en effet, capable de supporter un jeûne prolongé ; la privation complète d'eau signifie pour lui une mort certaine à brève échéance [17].

## 2.8. Maladies d'origine hydrique :

Ce sont des maladies liées à l'eau soit par ingestion, par le contact ou par le fait que les vecteurs ou l'hôte intermédiaire vivent ou le développe dans l'eau [8]

## 2.9. Maladies d'origines bactériennes

### 2.9.1. Fièvre typhoïde et paratyphoïde

Ce sont de véritables septicémies dues à des salmonella :

- Salmonella typhi (S. typhi) est une bactérie qui infecte l'appareil intestinal et le sang.
- Salmonella paratyphi (S. paratyphi) est une bactérie qui cause des maladies semblable, mais plus légère.

Elles sont caractérisées par une présence de fièvre, de céphalées, de diarrhée et de douleurs abdominales accompagnées d'un abattement extrême et peuvent avoir des complications graves parfois mortelle : hémorragies intestinales, collapsus cardiovasculaires, atteinte hépatiques, respiratoires et neurologiques [18].

### 2.9.2. Choléra :

Le choléra est une maladie à incubation courte allant de quelques heures à 5 jours. Son évolution est mortelle en l'absence de réhydratation et d'antibiothérapie. Le mécanisme d'action est dû à une toxine de 103 acides aminés qui se fixe sur les cellules du duodénum responsables de l'absorption de l'eau. Ce qui conduit à une perte d'eau de 8 à 10 L/jour. Les selles riziformes ne contiennent pratiquement pas de germes fécaux ce qui traduit un intense lavage de l'intestin. Pour sa transmission hydrique, la chloration des eaux de distribution publique s'avère être une nécessité [18].

## 2.10. Présentation globale de l'unité Sarl Nomade Ayris :

Fondée en 1998, la SARL NOMADE a débuté dans le secteur des boissons avec la production de limonades, puis de l'eau gazeuse, mais s'est aussitôt spécialisée dans la production d'eau de source. L'entreprise profite de son emplacement géographique dans la vallée de la Soummam connu pour l'excellente qualité de son eau. À partir de ses sources, le producteur de boissons algérien embouteille depuis 2004 jusqu'à aujourd'hui son eau sous la marque Ayris. Elle est

originaires des versants sud des montagnes du Djurdjura. La neige pure, scintillante nous offre une eau fraîche, légère et riche en minéraux.

La SARL NOMADE AYRIS possède une usine de conditionnement d'eau en bouteille qui date de 2006, situé à Bouzeroula à la sortie de la commune d'Akbou. Elle s'étend sur une superficie de 1200 m<sup>2</sup>, équipé de trois grandes citernes d'une capacité de 25000 litres chacune dotée de filtre d'un forage de 103 m de profondeur pour l'eau de process. La puissance de pompage est de 7 L/S. En allant de l'extérieure vers l'intérieure, on croisera deux pompes puissantes pour pomper l'eau des citernes vers l'intérieure, puis une souffleuse d'une cadence de 9900 B/h qui souffle dans des préformes. A l'aide d'un moule la préforme prend la dimension d'une bouteille prête à être remplie. Chaque bouteille est moulée sous une puissance de 4.5 WH/b à l'aide d'un ventilateur puis propulsées vers la remplisseuse qui les remplit d'eau et leur met des bouchons. Ensuite, les bouteilles traversent une chaîne pour passer à l'étiqueteuse. Les bouteilles sont mises sous forme de fardeau prêt à être stockés pour une durée de trois jours, le temps de faire les analyses nécessaire sur l'eau et contrôler leur aptitude à être consommé. Pour réaliser ces analyses l'unité dispose de deux laboratoires : le laboratoire physico-chimique et celui d'analyse microbiologique.



**Figure 2.4 :** Situation géographique de la SARL Nomade Ayris

(Source ; Google Maps).

### 2.11. Présentation du laboratoire :

Le laboratoire a pour objectif de mettre en mains le matériel ainsi que les composants nécessaires et d'offrir un milieu sophistiqué afin de réaliser les différentes analyses physico-

chimiques et microbiologiques dans le cadre du contrôle de la qualité des produits. Dans notre cas, on distingue deux laboratoires qui sont associés en un seul.

### ➤ **Le laboratoire d'analyse physico-chimique**

Le laboratoire d'analyses physico-chimiques a pour but d'étudier les divers paramètres physico-chimiques qui ont une influence sur la qualité organoleptique ou hygiénique du produit (dans notre cas il s'agit de l'eau destinée à la consommation). Ce laboratoire est équipé de :

- Une balance électronique de précision, pour faciliter l'obtention de petites pesées lors de la préparation des différentes solutions.
- Un pH-mètre qui permet la mesure du pH de l'eau.
- Un conductimètre : qui permet la mesure de la conductivité de l'eau.
- Un spectrophotomètre : pour avoir l'absorbance des différents dosages.
- Un dessiccateur munis des billes de silice qui élimine l'humidité.
- Une plaque chauffante avec un agitateur.
- Un four Pasteur pour le séchage de la verrerie.
- Une armoire de stockage des différents produits et de la verrerie.
- Une étuve et de la verrerie telles que des erlenmeyers, des fioles jaugées, des flacons, des béchers, des pipettes, des éprouvettes graduées ainsi que des burettes utilisées pour les titrages.

### ➤ **Le laboratoire de bactériologie**

Le laboratoire de microbiologie est composé d'une salle de manipulation, bien éclairée, à l'abri des courants d'air et une salle des préparations et de stockage des milieux de culture et l'appareillage.

# Partie pratique

Chapitre • • :

Matériels et méthodes

## Chapitre · · : Matériels et méthodes

### · ·1. Echantillonnage et prélèvement en vue de l'analyse :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractères physico-chimiques et microbiologiques de l'eau.

#### · ·1.1.Prélèvement des échantillons

Le prélèvement des échantillons est l'une des étapes les plus importantes pour l'évaluation de la qualité de l'eau. Il est donc essentiel que l'échantillonnage soit effectué avec prudence et en suivant les techniques préconisées afin d'éviter toute sources possibles de contamination. Le mode de prélèvement variera suivant l'origine de l'eau. Les laborantins de l'unité de Ayris prélèvent un échantillon pour les analyse physico-chimique deux fois par semaine. Pour chaque lot, il est prélevé 5 échantillon à des heures différentes ( 8 h ; 10h ; 12 h ; 13 h et 15 h 30 min). Ensuite le personnel du laboratoire effectue des analyses microbiologiques de l'eau prélevée afin de contrôler sa qualité pour garantir sa consommation.

## • •.2. Analyse physico-chimiques :

Les analyses physico-chimiques d'une eau s'effectuent par la mesure d'un ensemble de paramètres constituant l'eau en utilisant trois méthodes essentielles à savoir la méthode électrochimique pour la mesure de pH et de la conductivité, la méthode volumétrique pour la mesure de TAC et de TA, de bicarbonate, de magnésium, de dureté totale, de calcium et des chlorures et enfin la méthode spectrophotométrique ; utilisée pour la mesure de sulfate, de fer, de nitrate et des ortho phosphates.

On peut dégager des résultats de mesure de ces paramètres une conclusion importante, celle de la minéralisation de l'eau.

### • •.2.1. Méthodes électrochimiques

Ces méthodes sont utilisées pour la mesure de pH à l'aide d'un pH-mètre et celle de conductivité avec un conductimètre.

#### • •.2.1.1. Mesure de potentiel d'hydrogène (pH) :

La détermination de potentiel d'hydrogène représente chimiquement, l'acidité ou l'alcalinité d'une solution ou d'un liquide. L'échelle de pH s'étend de 0 (milieu très acide) à 14 (milieu très basique), on passant par 7 (milieu neutre).

##### a. Principe :

Une mesure de pH fait intervenir une électrode en verre combinée (entre une électrode de référence et une électrode de mesure), la différence de potentiel entre ces deux se convertit automatiquement en une valeur de pH.

##### b. Matériel :

-pH-mètre.

-Bécher de 50 ml.

##### c. Mode opératoire :

- Etalonner le pH-mètre avec des solutions tampon à pH=7 et pH=4 à T=20 C°

- Rincer l'électrode avec l'eau distillée.

- Plonger l'électrode combinée dans l'échantillon à analyser. Laisser l'électrode se stabiliser pendant quelque seconde, noter la valeur affichée.

**· ·2.1.2. Mesure de conductivité :**

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur en ions dans cette eau.

**a. Principe :**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre 2 électrodes métalliques (platine) de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparée l'une de l'autre de 1 cm. Son inverse est appelé résistivité électrique. Cet ensemble est appelé cellule conductimétrique [19].

$$Y = \frac{1}{R} * (L/s)$$

Y : conductivité (en  $\Omega^{-1} \cdot m^{-1}$  ou S. m<sup>-1</sup>).

R : résistance (en  $\Omega$ ).

L : distance entre les deux électrodes (en m).

S : surface de chaque électrode (en m<sup>2</sup>).

**b. Matériel :**

-Conductimètre.

-Bécher de 50ml.

**c. Mode opératoire :**

-Etalonner le conductimètre avec deux solutions ayant une conductivité de 1413  $\mu\text{s}/\text{cm}$  et de 12.9  $\text{ms}/\text{cm}$  à T=20 C°.

-Remplir le bécher avec l'eau à analyser.

-Placer la cellule au centre du bécher et noter la valeur affichée sur le conductimètre en  $\mu\text{s}/\text{cm}$ .

**· ·2.2. Méthodes volumétrique :**

La méthode volumétrique est une méthode analytique quantitative permettant de déterminer la quantité de substance contenue dans une solution d'échantillon en ajoutant progressivement une solution standard de concentration connue et en mesurant le volume au moment de la réaction.

**• •.2.2.1 Mesure de la dureté totale (TH) :**

La dureté totale d'une eau est définie par la quantité d'ions calcium et magnésium présents dans cette eau ; elle s'exprime en valeur de TH.

**a. Principe :**

Les alcalinoterreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe du type chélate par l'EDTA à 0.02 N en présence de tampon ammoniacal à pH 10. La disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelée par le virage d'un indicateur spécifique, le Noir Eriochrome T ou NET. En milieu convenablement tamponné pour empêcher la précipitation du magnésium, la méthode permet de doser la somme des ions calcium et magnésium [19].

**b. Matériels :**

- Burette de 25 ml.
- Erlenmeyer de 100 ml.
- Pipette de 5 ml.
- Fiole de 50 ml.

**c. Réactifs :**

- L'indicateur coloré N.E.T
- La solution tampon ammoniacal de pH 10.
- Solution d'Éthylène diamine tétra acétique, EDTA (0.02 N).

**d. Mode opératoire :**

- Remplir la burette avec l'EDTA (0.02 N).
- Introduire 50 ml d'échantillon dans un erlenmeyer.
- Ajouter 4 ml de tampon ammoniacal de pH 10.
- Ajouter 2 à 3 pincers de N.E.T ; la solution se colore en rose.
- Titrer avec la solution d'EDTA en versant goutte à goutte jusqu'à ce que la solution vire au bleu.
- Noter le volume titré.

**e. Expression des résultats :**

Les résultats sont exprimés en Degré français F° par l'équation :

$$TH = \frac{Vs * N * f * M(CaCO_3) * 1000}{PE} * 1/10$$

Vs : la chute de la burette (ml)

N : la normalité de EDTA =0.02 mol/l.

f : le facteur de correction de l'EDTA.

PE : la prise d'essai 50 ml

M (CaCO<sub>3</sub>) :50meq/l.

**• •.2.2.2.Mesure de la dureté calcique (Ca<sup>2+</sup>) :****a. Principe :**

Titration des ions avec une solution aqueuse d'EDTA 0.02 N.

Le murexide utilisé comme indicateur coloré forme un complexe rose clair avec le calcium. Lors de titrage avec l'EDTA il réagit d'abord avec les combinés de l'indicateur qui vire alors de couleur rose clair à la couleur violette mauve.

**b. Matériels :**

- Burette graduée de 25 ml.
- Fiole de 50 ml.
- Pipette de 5 ml.
- Erlenmeyer de 100ml

**c. Réactifs :**

- EDTA (0.02 N ; f=0.99)
- Hydroxyde de sodium NaOH (2N).
- Indicateur coloré murexide.

**d. Mode opératoire :**

- On remplit la burette avec l'EDTA à 0.02 N.
- Introduire 50 ml d'échantillon à analyser dans un erlenmeyer de 100ml.
- Ajouter 2 ml d'hydroxyde de sodium NaOH 2N.
- Titrer avec la solution de l'EDTA goutte à goutte jusqu'à ce que la solution vire au violet.
- Noter le volume.



**Figure • •.1:** Avant titrage  
Après titrage



**Figure • •.2 :**

**e. Expression des résultats :**

La dureté calcique est exprimée en mg/l.

$$\text{La dureté calcique} = \frac{V_s * N * f * M * 1000}{PE}$$

$V_s$  : la chute de la burette en ml

$N$  : la normalité de la solution EDTA 0.02N.

$f$  : le facteur de correction de la solution EDTA= 0.99.

M : la masse équivalente (meq) de calcium =20 meq

PE : la prise d'essai 50 ml.

### • •2.2.3. Mesure de la dureté magnésienne :

#### a. Principe :

On détermine le volume de magnésium V3 par la déduction de la dureté totale et la dureté calcique, on soustrait V1 qui est le volume de la chute de la burette trouvé lors de la détermination de la dureté totale, et V2 qui représente le volume de la chute de la burette de la dureté calcique.

$$V_3 = V_1 - V_2$$

#### b. Expression des résultats :

$$Mg^{2+} = \frac{V_3 * N * f * M * 1000}{PE}$$

V3 : le volume calculé de Mg<sup>2+</sup> en ml.

N : la normalité d'EDTA 0.02 N

F : le facteur de correction d'EDTA.

M : la masse équivalente de magnésium 12.15 meq

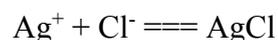
PE : prise d'essai 50 ml.

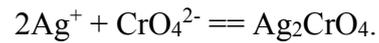
### • •2.2.4. Dosage des chlorures (Méthode de Mohr)

#### a. Principe:

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent AgNO<sub>3</sub> 0.02 N pour former un précipité blanc de chlorure d'argent. L'indicateur coloré de chromate de potassium K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> en présence d'un excès d'ions argent forme un précipité brun-rouge.

#### b. Réaction chimique :



**c. Matériels :**

- Burette de 25 ml
- Erlenmeyer de 250 ml.
- Fiole jaugée de 100 ml.



**Figure ••.3 :** avant titrage.



**Figure ••.4:** après titrage.

**d. Réactifs :**

- Nitrate d'argent  $\text{AgNO}_3$  à 0.02 N
- Chromate de potassium  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (10%).

**e. Mode opératoire :**

- Remplir la burette avec le nitrate d'argent  $\text{AgNO}_3$  0.02 N.
- Introduire 100 ml d'échantillon à analyser dans un erlenmeyer de 250 ml.
- Ajouter 1 ml de chromate de potassium  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  10 % comme indicateur coloré.
- Titrer avec le nitrate d'argent  $\text{AgNO}_3$  (0.02 N) goutte à goutte jusqu'à l'apparition d'un précipité rouge brique.
- Noter le volume versé de la burette

**f. Expression des résultats :**

Les chlorures sont exprimés en mg/l.

$$Cl = \frac{V(\text{AgNO}_3) * N * f * M(\text{Cl}) * 1000}{PE}$$

V(AgNO<sub>3</sub>) : volume de la chute de la burette en ml

N : normalité de AgNO<sub>3</sub> = 0.02 N.

f : le facteur de correction

M (Cl<sup>-</sup>) : masse équivalente (meq) de chlorures = 35.5 g/mol

PE : la prise d'essai 100 ml

**• • 2.2.5. Mesure du titre alcalimétrique complet (TAC) :****a. Principe :**

La détermination du titre alcalimétrique complet est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minérale dilué (HCl) à 0.02 N en présence du méthyle orange [19]. Il nous renseigne sur la concentration des hydroxydes alcalins, des carbonates et des bicarbonates.

$$\text{TAC} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-]$$

**b. Matériels :**

-Burette de 25 ml.

-Erlenmeyer de 250 ml.

-Fiole de 100 ml.

**c. Réactifs :**

-Acide chlorhydrique HCl (0.02 N).

-Méthyle orange 0.5%.

**d. Mode opératoire :**

- Remplir la burette avec HCl (0.02 N).
- Introduire dans un bécher 50 ml l'échantillon à analyser ajusté à 100ml.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de méthyle orange 0.5 %.
- Titrer avec le HCl goutte à goutte jusqu'au changement de couleur et avoir un pH =4.5.
- Noter le volume titré.

**e. Expression de résultats :**

Le résultat est exprimé en méq /l.

$$TAC = \frac{(Vs - Vb) * N * f * 1000}{PE}$$

Vs : la chute de la burette en ml

Vb : le volume de blanc de HCl

N : la normalité de HCl 0.02 N.

f : facteur de correction de HCl.

PE :la prise d'essai 50 ml.

**• •2.2.6. Détermination de titre alcalimétrique (TA) :**

Le titre alcalimétrique (TA) est la grandeur utilisée pour déterminer la concentration totale en ion carbonate  $CO_3^{2-}$  et en base forte ( $OH^-$ ) d'une eau.

Il correspond au volume d'acide chlorhydrique 0.02 N nécessaire pour doser 100 ml d'eau en présence comme indicateur coloré la phénolphthaléine .Si l'ajoute de l'indicateur coloré à la solution à analyser ne conduit pas à une coloration violette de la solution alors TA est nul.

Dans notre cas si le pH de l'eau Ayris étant inférieure à 8.33 ; alors le TA=0.

**• •2.2.7. Détermination des bicarbonates :**

La détermination des bicarbonates se fait à partir de titre alcalimétrique complet TAC.

Le PH est inférieur à 8.33 le TA=0 donc TAC mesure la concentration en ions bicarbonate  $HCO_3^-$ .

**Expression des résultats :**

Le résultat est exprimé en mg/l.

$$[HCO_3^-] = TAC * M (HCO_3^-).$$

**• •2.3. Méthodes spectrophotométriques**

La spectrophotométrie est une méthode qui consiste à mesurer l'absorbance généralement en solution afin de déterminer la concentration de l'espèce coloré à des longueurs d'onde donné. Plus l'échantillon est concentré, plus il absorbe de la lumière dans la limites de proportionnalités énoncées par la loi de Beer-Lambert (domaine de linéarité de la courbe) :

$$A = l * c * \epsilon$$

A : Absorbance (ou densité optique) à une longueur d'onde  $\lambda$  (A est sans unité)

l : longueur du trajet optique (en cm), qui correspond à l'épaisseur de la cuve de mesure

C : concentration molaire de l'entité absorbante dans la solution (en mol. L<sup>-1</sup>)

$\epsilon$  : coefficient d'absorption molaire de la substance en L. mol<sup>-1</sup>.cm<sup>-1</sup> à la longueur d'onde  $\lambda$  considérée



**Figure • •.5 : Spectrophotomètre UV-Visible utilisé****• •.2.3.1. Dosage des nitrates  $\text{NO}_3^-$** 

Toutes les formes d'azote (azote organique, ammoniacque, nitrites, etc.) sont susceptibles d'être à l'origine des nitrates par un processus d'oxydation biologique. Dans les eaux naturelles non polluées, le taux de nitrates est très variable suivant la saison et l'origine des eaux [20].

**a. Principe :**

On présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage par spectrophotométrie d'absorption moléculaire.

**b. Matériels :**

- Cuves carrée.
- Pipette de 10 ml.
- spectrophotomètre
- Becher de 50 ml.

**c. Réactifs :**

- Solution de salicylate de sodium ( $\text{C}_7\text{H}_5\text{NaO}_3$ ) 10% (0.1 g de salicylate de sodium +10 ml d'eau distillée).
- Azide de sodium ( $\text{NaN}_3$ ) 0.05%.
- Acide acétique concentré  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré.
- Solution alcaline (EDTA+NaOH).

**d. Mode opératoire :**

- Prendre 5 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 0.5 ml d'azide de sodium (0.05%) + 0.2ml d'acide acétique. Laisser pendant 5 min puis le mettre sur une plaque chauffante jusqu'à séchage total de la solution.
- Ajouter 1 ml de solution de salicylate de sodium, laisser sécher une deuxième fois.

- Ajouter 1 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (pour dissoudre le résidu) et laisser reposer 10 min.
- Ajouter 10 ml de solution alcaline (EDTA+NaOH) on obtient une coloration jaune (présence de nitrates )
- Laisser la solution se reposer 10 min puis ajuster à 25 ml avec l'eau distillée.
- Effectuer la lecture sur un spectrophotomètre à une longueur d'onde maximal de 415 nm.

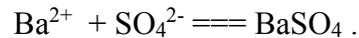
### e. Expression des résultats :

Les nitrates sont exprimés en mg/l à une longueur d'onde maximale de 415 nm.

### • •2.3.2.Dosage de sulfates :

#### a. Principe :

Les sulfates sont précipités en milieu chlorhydrique à l'état de sulfates de baryum [19]



**Figure • •6 :** Nature des solutions lors du dosage des sulfates

#### b. Matériels :

- Cuves carrée
- Becher de 250 ml.
- Pipette de 10 ml.
- Spectrophotométrie.

### c. Réactifs :

- Chlorure de baryum  $\text{BaCl}_2$  40%.
- Solution stabilisante acide.

### d. Mode opératoire :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser et ajuster à 100 ml.
- Ajouter 5 ml de solution stabilisante acide.
- ajouter 0.4 g de chlorure de baryum.
- effectuer la lecture à une longueur d'onde maximale de 420nm.

### e. Expression des résultats :

Les sulfates sont exprimés en mg/l et sont obtenues à une longueur d'onde maximale de 420 nm.

## • •2.3.3. Dosage de fer (II) ou $\text{Fe}^{2+}$

### a. Principe :

Après oxydation en milieu acide, le fer s'oxyde à l'état ferreux est dosé par spectrophotométrie en utilisant la coloration rouge brique donnée par les ions ferreux avec la 1.10 phénalthroline.

### b. Matériels :

- cuve carrée.
- Becher de 100 ml.

- Pipette de 10 ml.
- spectrophotométrie.

### c. Réactifs :

- Chlorhydrate d'hydroxylamine ( $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ ) (1g chlorhydrate d'hydroxylamine +10ml d'eau distillée).
- Phénalthroline ( $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2$ ) (1g Phénalthroline + 10 ml d'eau distillée).
- Tampon acétate.
- $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré.

### d. Mode opératoire :

- Rincer tous les flacons avec HCl à 3N.
- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de tampon acétate
- Ajouter 1 ml de hydroxylamine + 2ml de phénalthroline.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- Incubation pendant 15 min à l'abri de la lumière.
- Effectuer la lecture à une longueur d'onde maximale de 510 nm.

**Remarque :** s'il n'y a pas de présence de couleur rouge brique, il y a absence de fer (II) dans la solution.

### e.Expression des résultats :

Le fer (II) est exprimé en mg/l à une longueur d'onde maximale de 510 nm.

## • •2.3.4. Dosage des ortho phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) :

### a. Principe :

On présence de molybdate d'acide ( $H_2MOO_4$ ) (solution 1), les ortho phosphates donnent un complexe de phosphomolybdique ( $H_2PMO_{12}O_{40}$ ) coloré en bleu susceptible d'un dosage colorimétrique.

### **b. Matériels :**

- Cuve carrée.
- Pipette de 10 ml.
- Becher de 100 ml.
- spectrophotométrie.

### **c. Réactifs :**

- Acide ascorbique 100g/l ( $C_6H_8O_6$ )
- Molybdate acide (solution 1).

### **d. Mode opératoire :**

- Rincer les matériels 3 fois avec HCl et 3 fois avec l'eau distillée.
- Prendre 40 ml d'eau à analyser et ajuster à 50 ml.
- Ajouter 1 ml acide ascorbique (100g/l).
- Ajouter 2 ml de molybdate acide solution 1.
- Après 10 min ; on effectue la lecture à une longueur d'onde maximal de 700 nm.

### **e. Expression des résultats :**

Les ortho phosphates sont exprimés en mg/l à une longueur d'onde maximale de 700 nm.

## **• •2.4.Mesure de résidu sec :**

### **a. Principe :**

Le résidu sec (RS) mesuré après évaporation de l'eau est étuvé (séchage) à 180 C°. Cela permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes. Il permet donc d'approcher la valeur de la minéralisation.

### b. Matériels :

- Bécher de 50 ml
- Etuve
- dessiccateur

### c. Mode opératoire :

- Rincer le bécher avec la solution de HCl 3 N.
- Sécher le bécher vide à l'intérieur de l'étuve pendant 30 min à 180 C°.
- Mettre le bécher dans le dessiccateur pendant 15 min pour refroidir et éliminer l'humidité.
- Peser le bécher et noter P<sub>0</sub>.
- Verser 50 ml d'eau à analyser dans le bécher et le placer dans l'étuve à 180 C° jusqu'à séchage complet.
- Poser le bécher dans le dessiccateur pendant 15 min.
- Peser le bécher et noter P<sub>1</sub>.
- Continuer jusqu'à l'obtention d'un poids constant de résidu sec P<sub>x</sub> (P finale).

### d. Expression des résultats :

Le résidu sec est exprimé en mg/l.

$$R.S = \frac{(P_{min} - P_0) * 1000}{PE}$$

P<sub>0</sub> : la pesée du bécher vide.

P<sub>min</sub> : la pesée minimum de l'échantillon après séchage.

PE : la prise d'essai des 50 ml d'échantillon.



Figure ••.7 : étuve utilisée.

### • •3. Analyse microbiologique :

Les produits alimentaires contiennent généralement des microorganismes. Certains sont indispensables car ils participent à l'élaboration ou à la transformation des aliments, d'autres sont dangereux du point de vue sanitaire et peuvent causer des troubles graves chez le consommateur. Il s'agit de germes pathogènes. Le contrôle microbiologique est donc mis en place pour protéger le consommateur et s'est développé depuis la fin du XIX siècle avec la découverte du rôle des bactéries dans les infections hydriques [12].

#### • •3.1. Le principe de l'analyse microbiologique des eaux :

Le principe consiste à ensemer une quantité d'eau à analyser sur un milieu culture adapté, solide ou liquide. On suppose que pendant l'incubation, un développement de chaque microorganisme présent dans l'échantillon d'eau à analyser, manifeste soit une colonie visible sur milieu solide, soit des changements d'apparence dans un milieu liquide, essentiellement par un trouble de ce dernier [12].

#### • •3.2. Les germes recherchés :

Les analyses bactériologiques qui ont été effectuées au niveau du laboratoire AYRIS, consistent à rechercher :

- Les germes *revivifiables*.
- Les *coliformes totaux* et *fécaux*.
- Les *streptocoques fécaux*.
- Les *clostridium sulfite-réducteurs*.
- Les *Pseudomonas aeruginosa*.

#### • •3.3. Stérilisation des matériels :

Le but de la stérilisation d'un matériel est la destruction ou l'inactivation irréversible de tout le microorganisme qui se trouve dans ou sur ce dernier.

Tous les matériels doivent être lavés avant le prélèvement puis rincés car il ne doit rester aucune trace d'un détergent et séchés puis enveloppés séparément dans des papiers à filtre et stérilisés dans l'autoclave à 120 °C pendant 20 min.

#### ❖ Préparation des milieux de culture :

En fonction des besoins et des germes à rechercher, les milieux de culture sont préparés suivant le mode opératoire indiqué sur l'étiquette de la boîte de chaque milieu de culture. Pour préparer

un milieu, on pèse la quantité voulue qu'on mélange avec de l'eau distillée dans les proportions indiquées sur le protocole de préparations de chaque milieu de culture. Ce mélange est chauffé et bien homogénéisé dans un erlenmeyer. Le tout fait sur un agitateur magnétique. La stérilisation du produit se fait dans l'autoclave à 120 C° pendant 15 min et le milieu est conservé dans à 4 C°.

#### • •3.4. Méthode de filtration sur membrane :

L'échantillon d'eau à analyser est filtré à travers une membrane qui retient les micro-organismes. La membrane est ensuite placée sur un milieu gélosé durant l'incubation. Des colonies se forment à la surface de la membrane.

#### • •3.5. Méthode d'analyse :

##### • •3.5.1. Dénombrement des micro-organismes révivifiables (germes aérobies) :

Les germes aérobies appelés aussi les germes totaux, n'ont pas d'effets directs sur la santé mais sous certaines conditions, ils peuvent générer des problèmes dans le système de dialyse.

##### a. Principe :

On utilise la méthode classique qui es basée sur les germes aérobies présents dans l'eau par comptage des colonies formant dans un milieu de culture gélosé (**PCA : Plate count agar**) après l'incubation à 37 C° et 22 C°.

##### b. Matériels :

- Bec benzène.
- Boite de Pétri de 90 mm
- Etuve capable de maintenir une température à 37 C°
- Etuve capable de maintenir une température à 22 C°

##### c. Milieu de culture :

- Plate court agar (PCA).

##### d. Mode opératoire :

- Agiter vigoureusement les bouteilles d'eau
- Prélever 1 ml de l'échantillon d'eau à l'aide d'une pipette stérile et la placer dans le fond de la boîte de Pétri, couler 10 ml de milieu de culture PCA puis refermer et faire des mouvements en 8 afin de répartir d'une manière homogène l'inoculum à la surface de la boîte.
- Déposer les boîtes coulées sur une surface plane devant le bec benzène afin de permettre une solidification parfaite et laisser les boîtes entre-ouvertes pour éviter la formation de bulles d'eau sur le couvercle de la boîte.
- Après solidification complète, retourner les boîtes et incuber deux boîtes à 37 C° pendant 24h et des boîtes à 22 C° pendant 72h.

### e. Expression des résultats :

Exprimer les résultats sous la forme des colonies par millilitre (UFC/ml) d'échantillon pour chaque incubation.

### · ·3.5.2. Recherche et dénombrement des coliformes (totaux et fécaux) par filtration sur membrane :

#### ➤ Les coliformes totaux :

Les coliformes totaux sont des entérobactéries qui incluent des espèces bactériennes qui vivent dans l'intestin des animaux homéothermes, mais aussi dans l'environnement en général (sols, végétation et eau). Ce groupe bactérien est utilisé comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau parce qu'il contient notamment des bactéries d'origine fécale comme *Escherichia coli* « *E. coli* ». [21]. Ce sont des bactéries en forme de bâtonnets, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme B-galactosidase qui permet de libérer un agent chromogène utilisé dans des milieux de culture servant à les identifier [22-23].

#### ➤ Les coliformes fécaux :

Les coliformes fécaux ou coliformes thermo tolérants correspondent à des coliformes qui présentent les propriétés (caractéristiques des coliformes) après l'incubation à la température de 44 C° [23]. *Escherichia coli* est sans doute la plus spécifique de tous les germes de contamination fécale.

Le terme « *Escherichiacoli* présumé » correspond à des coliformes thermo-tolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane à 44 C°, et ont des caractères biochimiques propres à cette espèce [24].

Elle peut provoquer des troubles intestinaux ressemblant à une gastro-entérite, au choléra.

### a. Principe :

La méthode est fondée sur la filtration sur membrane, il s'agit de filtrer à travers la membrane d'une porosité 0.45  $\mu\text{m}$ , un volume de 250 ml d'échantillon d'eau. La membrane est déposée sur un milieu culture Chapman (TTC-Tergitol) et une incubation à 37 C° pendant 24 à 48 heures.

#### **b. Matériels :**

- La rampe à filtration.
- Bec benzène.
- Membranes filtrantes à 0.45 $\mu\text{m}$ .
- Boîtes Pétris.
- Etuve capable de maintenir une température de 37 C°.

#### **c. Milieu de culture :**

- TTC-Tergitol (Chapman)

#### **d. Mode opératoire :**

- L'ensemble de l'appareillage doit être placé près d'un bec benzène.
- Flamber la rampe à filtration après avoir mis de l'alcool, rincer 3 fois à l'eau distillée
- Déposer le filtre de 0.45  $\mu\text{m}$  sur les filtres des réservoirs
- Filtrer 250 ml d'eau à analyser.
- Après la filtration ; placer la membrane dans les boîtes Pétri contenant le milieu TTC-Tergitol.
- Incuber à 37 C° pendant 48 heures.

#### **❖ Remarque :**

Un test de confirmation est réalisé dans le cas où il y a présence des coliformes, c'est-à-dire un résultat positif.

#### **• •3.5.3. Les streptocoques fécaux :**

Les streptocoques sont des ensembles qui possèdent une substance antigénique caractéristique du groupe D de Landefeld [20]. Ils sont de Gram positifs, sphérique à ovoïde, formant des chainettes, non sporulées catalase négative [12].

**a. Principe :**

Il s'agit de filtrer à travers la membrane de porosité 0.45  $\mu\text{m}$ , un volume de l'échantillon puis le placer sur une gélose « Slanetz et Bartely » et ensuite l'incuber à 37 C° pendant 24 à 48 heures.

**b. Matériels :**

- La rampe à filtration.
- bec benzène
- la membrane filtrante de 0.45  $\mu\text{m}$ .
- Etuve capable de maintenir une température à 37 C°.
- Boîtes de Pétri
- Pince pour la manipulation.

**c. Milieu de culture :**

- Slantez et Bartley.

**d. Mode opératoire :**

- Flamber l'ensemble du système de filtration à l'aide de l'alcool puis rincer avec l'eau distillée
- homogénéiser les bouteilles d'eau.
- Déposer les filtres de 0.45  $\mu\text{m}$  sur les filtres des réservoirs.
- Filtrer 250 ml d'eau à analyser.
- Après la filtration on dépose la membrane sur la boîte de Pétri contenant le milieu Slantezet Bartley.
- Incuber à 37 C° pendant 48 heures.

**e. Expression des résultats :**

Les colonies apparaissant sous une couleur de gouttes de sang signifient la présence des streptocoques fécaux. Les boîtes qui présentent une réaction positive seront retenues pour un test de confirmation.

**❖ Test de confirmation :**

-Prélever une colonie sur l'une des boîtes contaminée à l'aide d'une anse de platine stérilisée et faire des repiquages dans des boîtes contenant de la gélose **BEA**.

-Incubation à 45 C° pendant 2 heures

**• Expression des résultats :**

Les colonies apparaissent noires.

**• 3.4. Recherche et dénombrement des *Pseudomonas aeruginosa* :**

C'est une bactérie Gram négative, non sporulée, oxydase positive et catalase positive ou négative. C'est une bactérie ubiquiste, saprophyte dans les sols humides ou sur les végétaux. Elle est commensale des téguments et muqueuses de l'homme et des animaux, mais aussi pathogène pour eux. [25].

**a. Principe :**

Le dénombrement de *Pseudomonas aeruginosa* est basé sur la filtration de 250 ml d'échantillon d'eau sur une membrane filtrante 0.45 µm. Les membranes sont placées sur des boîtes de Pétri contenant le milieu Cétrimide et incubation à 37 C° pendant 24 à 48 heures.

**b. Matériels :**

-Bec benzène

-Membranes filtrantes de 0.45 µm

-La rampe à filtration

-boîtes de Pétri

-Etuve capable de maintenir une température de 37 C°.

**c. Milieu de culture:**

-Gélose cétrimide

**d. Mode opératoire :**

- Flamber l'ensemble de système de filtration à l'aide de l'alcool puis rincer avec de l'eau distillée.
- Homogénéiser les bouteilles d'eau.
- Déposer le filtre de 0.45 µm sur les filtres de réservoirs
- Filtrer 250 ml de l'échantillon d'eau.
- Après la filtration placer la membrane sur la gélose de Cétrimide en veillant à ne pas emprisonner l'air sous la membrane.
- Incuber à 37 C° pendant 48 heures.

**e. Expression des résultats :**

Les colonies apparaissent sur les membranes de couleur verdâtre en présence de *Pseudomonas aeruginosa*. Dans ce cas un test de confirmation doit être effectué.

**❖ Test de confirmation :**

- A Partir des boîte contaminé réaliser un repiquage, en prélevant avec une anse de platine stérilisée une colonie et la mettre dans une boîte de Pétri contenant de la gélose **King A et King B**.
- Incubation à 37 C° pendant 72 heures.

**• Expression des résultats :**

Compter toutes les colonies produisant une pigmentation bleu-vert comme *Pseudomonas aeruginosa*.

**• •3.5.5. Recherche de clostridiiums sulfito -réducteurs :**

Les *clostridiiums sulfito-réducteurs* sont des bactéries commensales de l'intestin ou saprophytes du sol. Ils réduisent les sulfites en sulfures et leur croissance dans un milieu de la gélose de viande de foie est rendu sélective par le sulfite de sodium et l'alun de fer [26].

**a. Mode opératoire :**

- Répartir stérilement dans quatre flacons de 50 ml de l'échantillon d'eau à analyser.
- Chauffer les flacons dans un bain marie à 90 C° pendant 10 min.
- les refroidir immédiatement dans un bain d'eau froide, pour détruire les formes végétatives et ne laisser que les formes sporulées.
- Incorporer 50 ml du milieu de viande de foie prêt à l'emploi dans quatre flacons.
- Homogénéiser et laisser solidifier sur paillasse, puis incubé à 45 C° pendant 24 à 48 heures.

### **b. Expression des résultats :**

Les colonies apparaissent de couleur noire entourée d'un halo noire.

# **Chapitre III :**

## **Résultats et discussion**

## Chapitre . . . : Résultats et discussion

Au niveau de ce chapitre, nous présentons et discutons les principaux résultats obtenus lors des analyses obtenues sur l'eau minérale « Ayris », tout en effectuant des comparaisons avec les normes requises dans le journal officiel de la république algérienne.

### . . .1. Résultats et interprétation des paramètres physico-chimiques :

Les résultats des analyses des différents paramètres physico-chimiques de cette eau sont illustrés dans le tableau ci-dessous. Elles sont effectuées durant 3 semaines réparties selon le calendrier suivant :

La 1<sup>ère</sup> semaine : du 15/03/2022 au 20/03/2022.

La 2<sup>ème</sup> semaine : du 20/03/2022 au 03/04/2022.

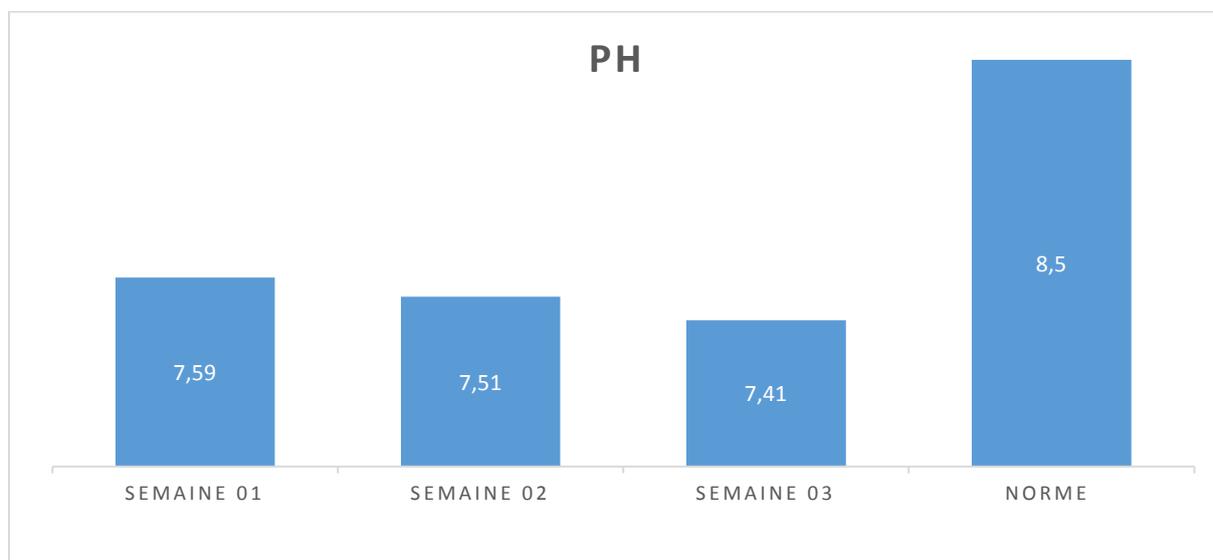
La 3<sup>ème</sup> semaine : du 03/04/2022 au 15/04/2022.

**Tableau . . .1 : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau Ayris.**

Paramètre	semaine 01	Semaine 02	Semaine 03	Normes
pH	7,59	7,51	7.41	6,5-8,5
Conductivité (µs/cm)	592	596	582	2800
TH (dureté totale F°)	23,2	22,9	23,1	50
TA	0	0	0	/
TAC ( meq/l)	3,52	3,38	3,4	/
Ca <sup>2+</sup> ( mg/l)	68	67,2	68	200
Mg <sup>2+</sup> (mg/l)	15,06	14,82	14,82	150
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	46,32	45.97	47,72	500
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	214	206	207	/
Fe <sup>2+</sup> (mg/l)	≤0.05	≤0.05	≤0.05	0.3
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)	46,58	51.06	52.99	400
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	4.29	3.56	4.99	50
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/l)	≤0.01	≤0.01	≤0.01	0.5
Résidu Sec	298	/	306	2000

### . . .1.1. Etudes du potentiel Hydrogéné (pH) :

La figure ci-dessus représente les résultats de pH de l'eau minérale Ayris obtenus durant les 03 semaines d'analyses.

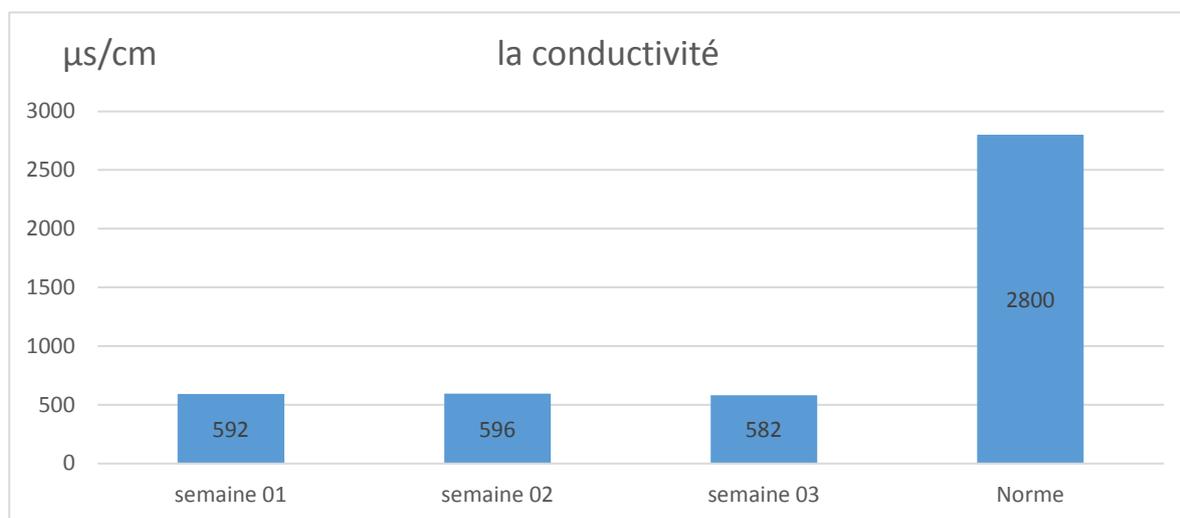


**Figure . . .1 :** Histogramme comparatif des résultats obtenus de pH de l'eau minérale Ayris

D'après la figure . . .1, les valeurs obtenues lors des analyses d'eau minérale Ayris varient dans l'intervalle 7.40-7.60. On constate que ces valeurs sont conformes à la norme qui recommande des valeurs entre 6.5 à 8.5. Par conséquent ces valeurs indiquent que l'eau possède un pH neutre et est bonne pour une consommation.

### . . .1.2. Etudes de la conductivité

La figure ci-dessus représente les résultats de la conductivité de l'eau minérale « Ayris »

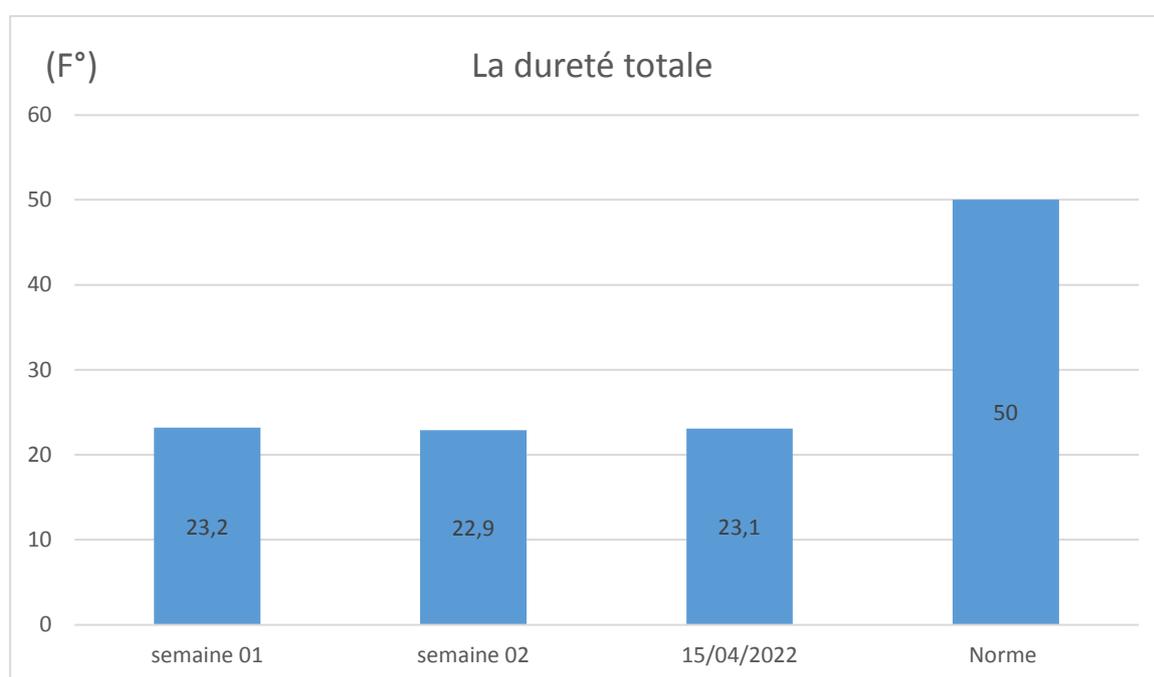


**Figure . . .2 :** Histogramme comparatif des résultats obtenus de la conductivité de l'eau minérale Ayris

- D'après la figure . . .2, les résultats de la conductivité obtenus lors des analyses effectuées sur les eaux minérales Ayris, celles-ci varient entre 582 et 596  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . On constate que ces valeurs sont conformes à la norme algérienne qui elle recommande des valeurs inférieures à 2800  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . L'eau Ayris n'est pas excessivement minéralisée.

### . . .1.3. Etudes de la dureté totale (TH) :

La figure ci-dessus représente les résultats de la dureté totale de l'eau minérale Ayris et sa comparaison à la norme.



**Figure . . .3 :** Histogramme comparatif des résultats obtenus de la dureté totale de l'eau minérale Ayris.

Selon DEGUMENT (2005), la nature de la dureté de l'eau varie selon les valeurs du TH indiquée dans le tableau suivant :

**Tableau . . .2 :** classification des eaux selon leur dureté

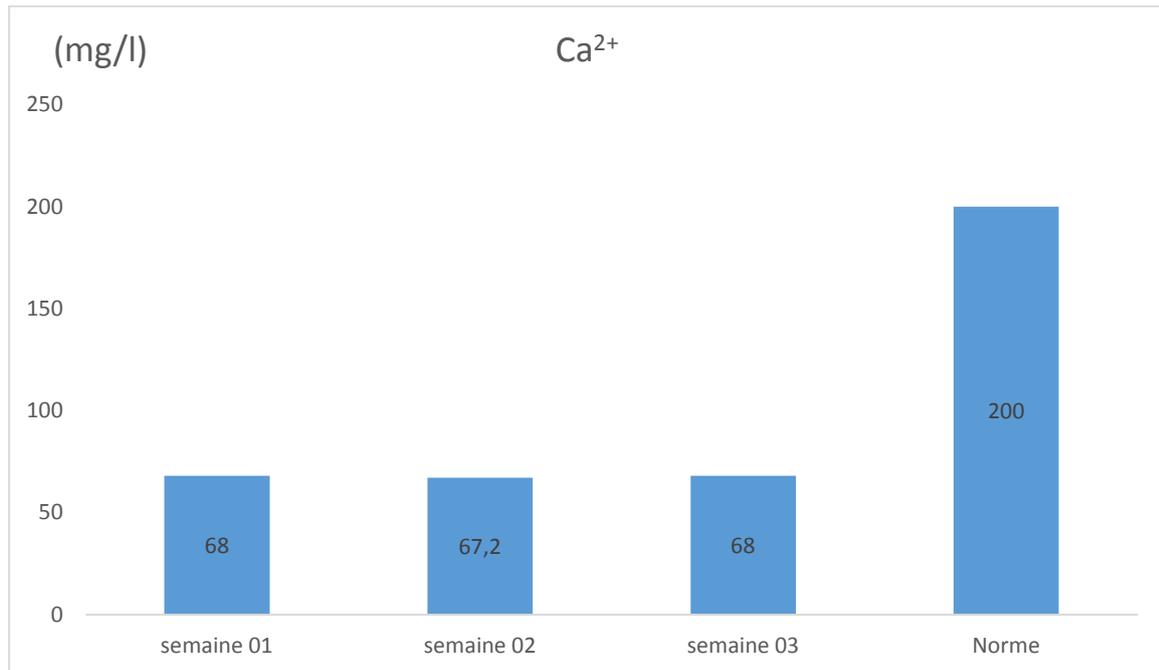
Type d'eau	TH
Eau douce	Entre 5 F° et 20 F°
Eau dure	Entre 20 F° et 35 F°
Eau très dure	Supérieur 35 F°

- La figure (. . .3) représente les valeurs de la dureté totale obtenue lors des analyses d'eau minérale Ayris. L'étude de ce paramètre montre que les concentration de TH (F°)

obtenus sont stables et se situent dans l'intervalle (22.9-23.2), par conséquent, les valeurs de TH obtenus sont conformes à la norme algérienne, qui est fixée dans l'intervalle (5 – 50). EN plus et comparativement aux valeurs indiquées dans le Tableau III-2 on peut déduire que l'eau minérale Ayris est une eau légèrement dure.

#### • • •1.4. Etudes du Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) :

La figure ci-dessus représente les résultats d'analyse de calcium effectuée sur l'eau minérale Ayris et leur comparaison à la norme.



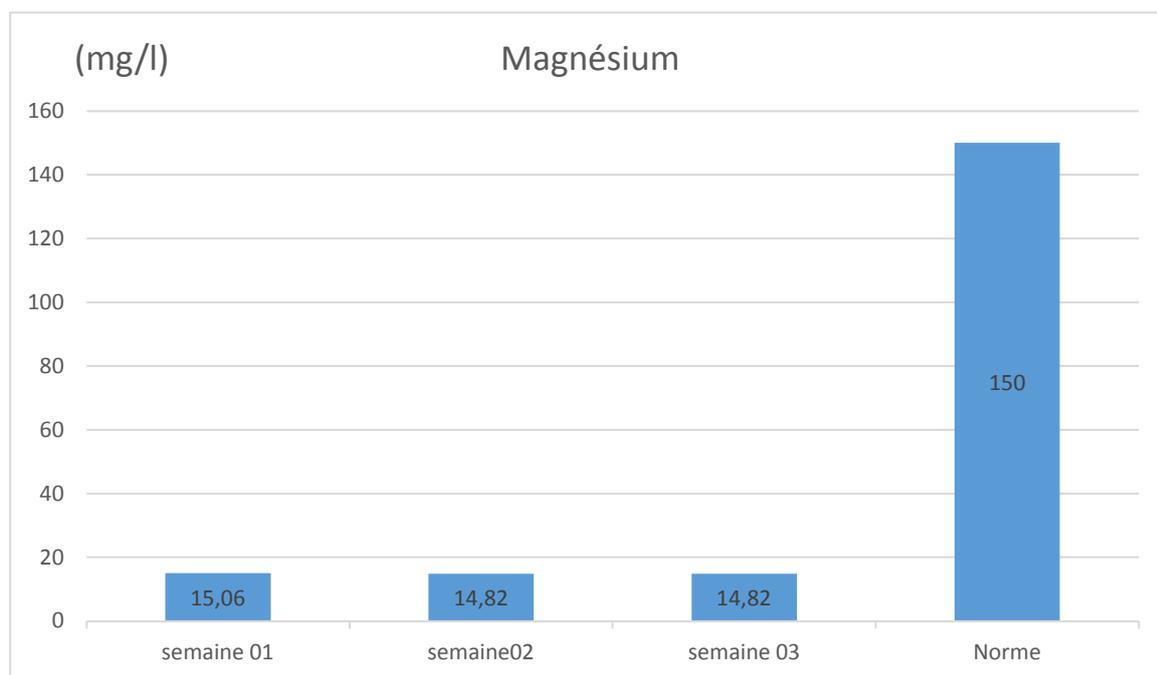
**Figure • • •4 :** Histogramme comparatif des résultats des obtenus de calcium de l'eau minérale

- D'après la figure • • •4, les valeurs des teneurs en calcium de l'eau minérale Ayris en fonction des jours d'analyse sont presque stables. Elles varient dans l'intervalle 67.2 – 68. Ainsi, on constate que ces valeurs sont conformes à la norme algérienne qui est limitée à 200 mg/l.
- Aussi, on constate que le calcium est le minéral le plus abondant du corps humain , 99% de ce calcium contribue à la formation et à la solidité des os et des dents , il intervient dans de multiple fonction indispensables à l'organisme coagulation sanguine , contraction musculaire , conduction nerveux ,libération d'hormone . C'est un minéral indispensable pour tous les âges.

On peut dire que l'eau Ayris est riche en calcium, donc elle peut être recommandée comme boisson pour tous types d'individus.

#### • • •1.5. Etude du Magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ):

La figure ci-dessus représente les résultats d'analyse de magnésium de l'eau minérale Ayris et sa norme à titre de comparaison.

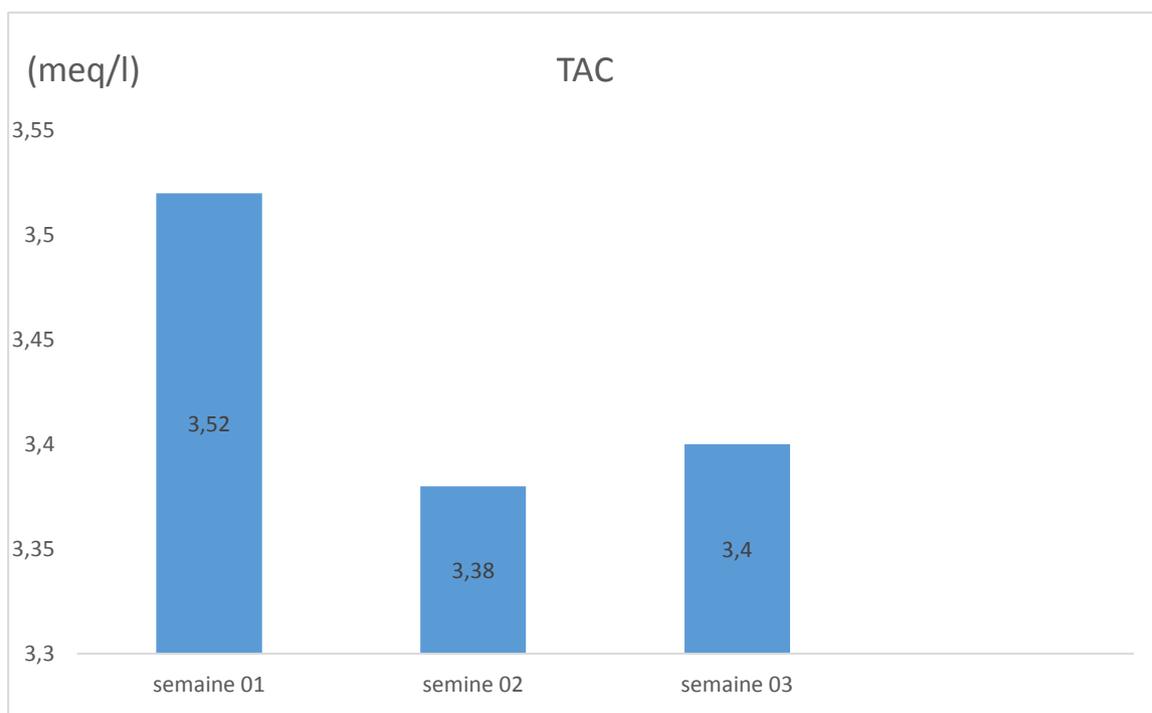


**Figure . . . :5 :** Histogramme comparatif des résultats de magnésium de l'eau minérale.

- D'après la figure . . . .5 les teneurs en magnésium de l'eau minérale Ayris en fonction des jours d'analyse, varient entre 14.82 et 15.06. Ainsi on constate que ces valeurs sont conformes à la norme algérienne qui limite sa valeur à 150 mg/l.
- Le magnésium est essentiels au bon fonctionnement de l'organisme.il entre dans 300 processus, allant du fonctionnement normal du système nerveux et des muscles à la croissance osseuse à l'équilibre émotionnel et à la réduction de la fatigue. Enfin ; le magnésium est particulièrement connu pour son action contre le stress.

### . . .1.6. Etude sur le titre alcalimétrique complet (TAC) :

La figure ci-dessus représente les résultats d'analyse de titre alcalimétrique complet ou TAC de l'eau minérale Ayris et sa comparaison à la norme.



**Figure . . . .6 :** Histogramme comparatif des résultats de titre alcalimétrique complet des eaux minérales Ayris.

- D'après la figure (. . . .6) les valeurs de TAC d'eau minérale Ayris sont dans l'intervalle (3.38-3.52 meq/l), cependant la connaissance de cette valeur est importante pour l'étude de l'agressivité d'eau. Au vue de ces résultats on constate que l'eau analysée représenterait des cas de dépôt de tartres et par conséquent des phénomènes d'agressivités vis-à-vis de son environnement.

### . . .1.7. Etudes du titre alcalimétrique (TA) :

Le tableau ci-dessus représente la concentration de TA de l'eau minérale Ayris.

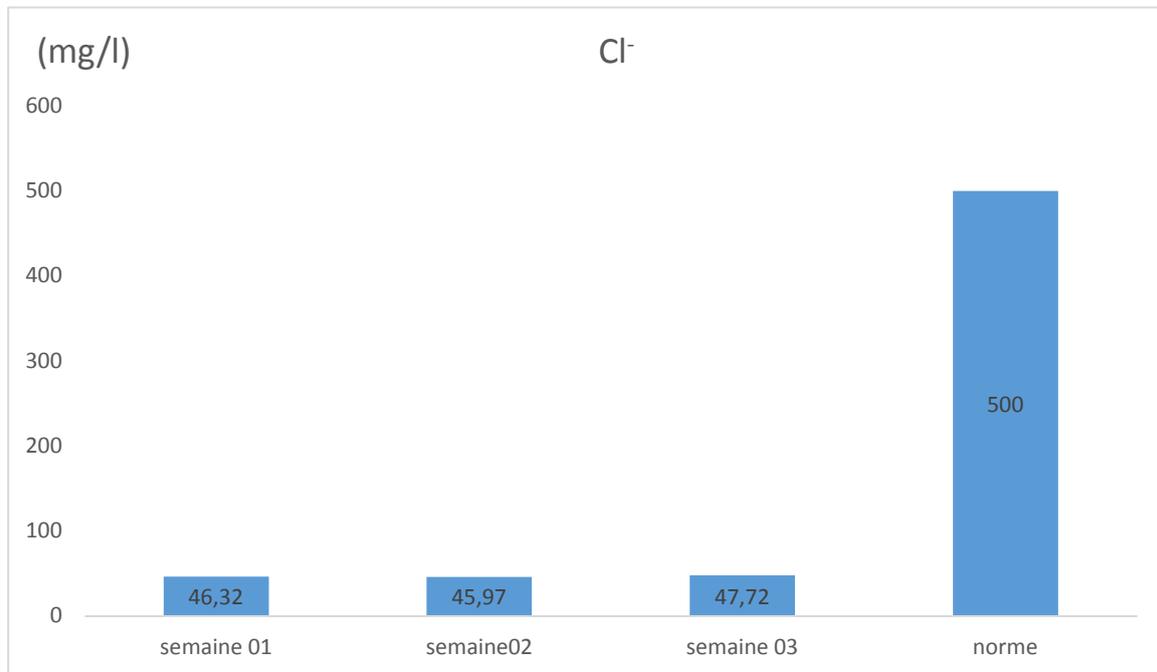
**Tableau . . . .3:** Résultat de la concentration de TA de l'eau minérale Ayris

Jour d'analyse	Semaine 01	Semaine 02	Semaine 03
TA	00	00	00

A travers les résultats obtenus durant les trois semaines de notre stage, on constate que l'eau Ayris ne possède aucune alcalinité.

**. . .1.8. Etudes des chlorures (Cl<sup>-</sup>) :**

La figure ci-dessus résume les résultats d'analyse des chlorures d'eau minérale d'eau Ayris et sa comparaison à la norme.

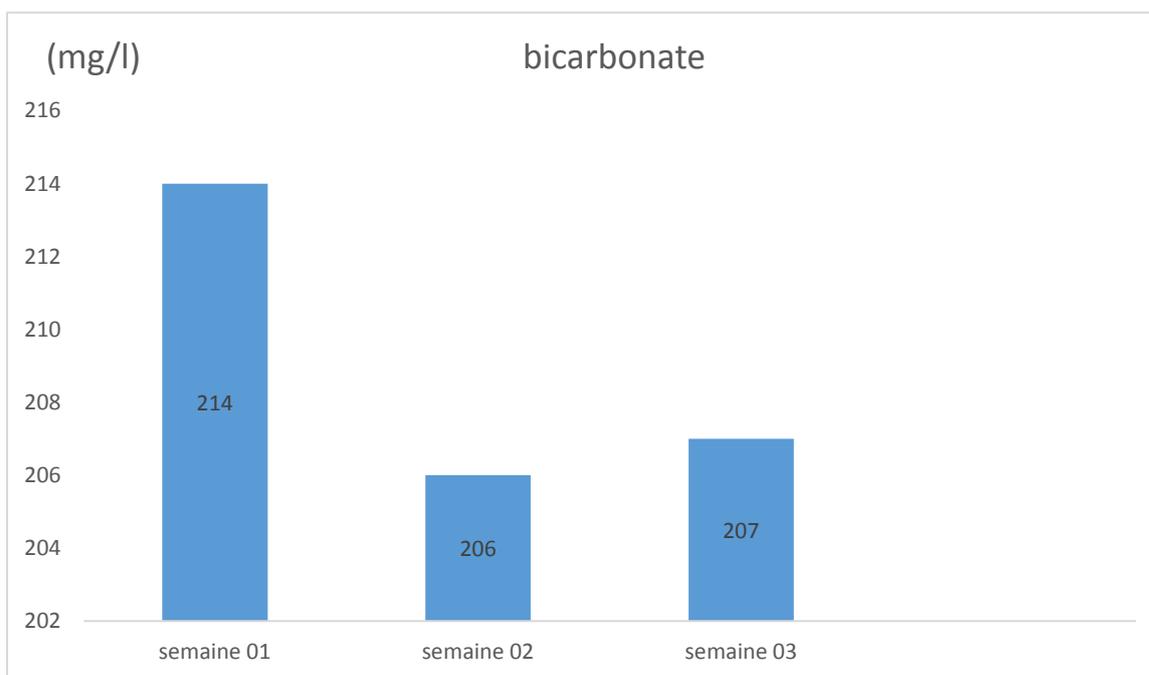


**Figure . . .7 :** Histogramme comparatif des résultats des teneurs en chlorures de l'eau minérale Ayris.

- D'après la figure . . .7, les teneurs en chlorures de l'eau minérale Ayris sont entre 46.32 à 47.72 mg/l .On constate que ces valeurs sont inférieures à la norme algérienne qui est fixée à 500 mg/l.
- Les chlorures sont liés principalement à l'écoulement des eaux d'irrigation et aux eaux de lixiviation des terrains environnants plus ou moins salés.
- Les chlorures présents dans l'organisme sont constitués de chlorure de sodium plus connu sous le nom de sel de table. Au-delà de ses vertus gustatives, il permet surtout aux muscles de se contracter et favoriser ainsi les battements de cœur et une meilleure digestion .Il constitue un facteur important pour équilibrer les quantités d'eau à l'intérieur et à l'extérieur des cellules.

**. . .1.9. Etudes des Bicarbonates :**

La figure ci-dessus résume les résultats d'analyse de la concentration bicarbonates de l'eau minérale Ayris.

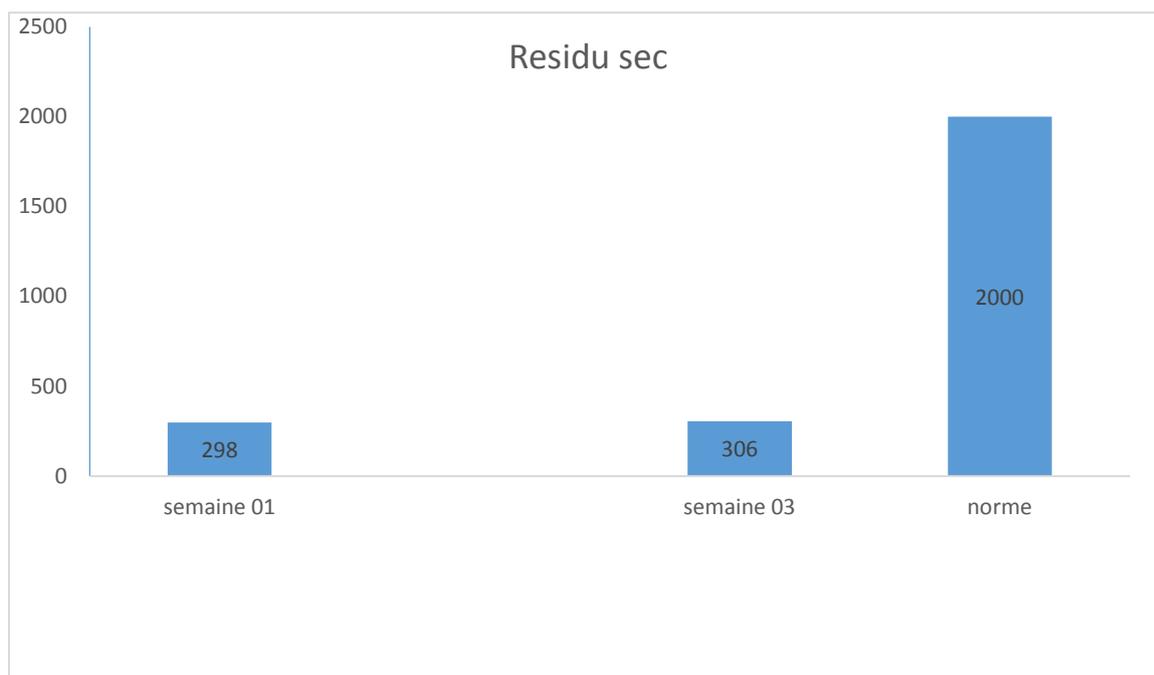


**Figure . . .8:** Histogramme comparatif des résultats de la concentration bicarbonates de l'eau minérale Ayris.

- D'après la figure ( . . .8) les valeurs de la concentration bicarbonates de l'eau minérale Ayris sont entre (206 – 214 mg/l) .On déduit que l'eau d'Ayris est riche en bicarbonates. Et, la source de bicarbonates est due à la dissolution des minéraux carbonatés contenus dans les sols que charrie les eaux avant d'arriver à la source.
- Les bicarbonates sont utilisés pour ses propriétés antiacides qui permettent de soulager les pyroses (aigreurs d'estomac).

#### . . .1.10. Etudes du résidu sec :

La figure ci-dessus résume les résultats d'analyse des résidus secs de l'eau minérale Ayris et sa comparaison à la norme.

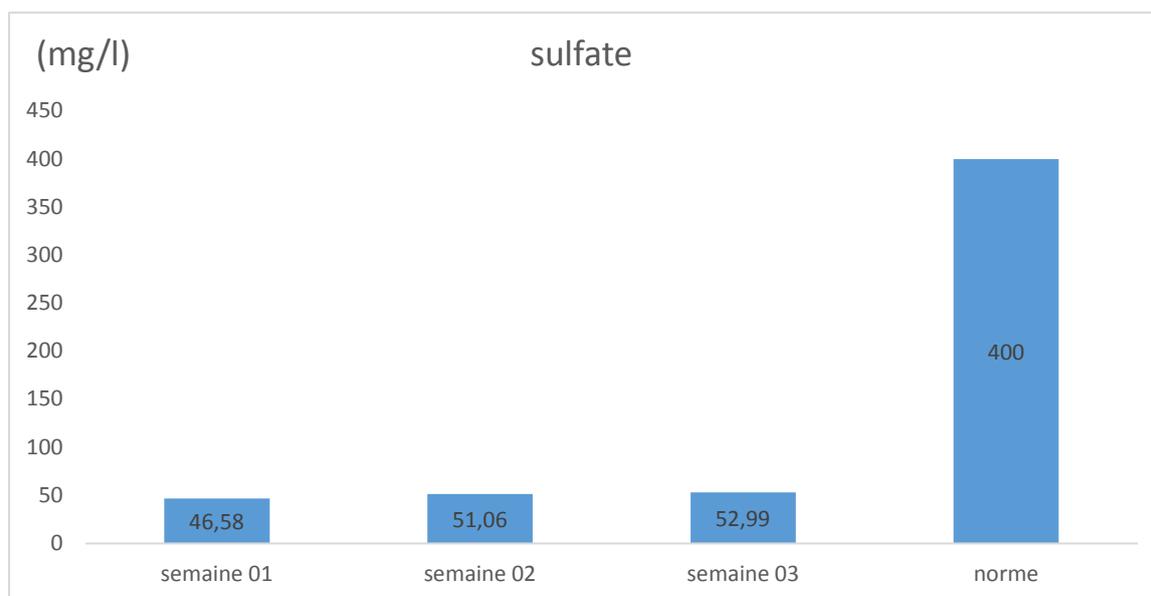


**Figure . . .9 :** Histogramme comparatif des résultats de résidu sec de l'eau minérale Ayris.

- D'après la figure . . .9, les valeurs de la concentration en résidu sec d'eau minérale Ayris sont comprises dans l'intervalle (298 – 306 mg/l). On conclue que ces valeurs sont inférieures à la norme algérienne fixée à 2000mg/l.
- On déduit que l'eau d'Ayris est faiblement minéralisée

### . . .1.11. Etudes des sulfates :

La figure ci-dessus représente les résultats d'analyse de la concentration en sulfate dans l'eau minérale Ayris et sa comparaison à la norme.

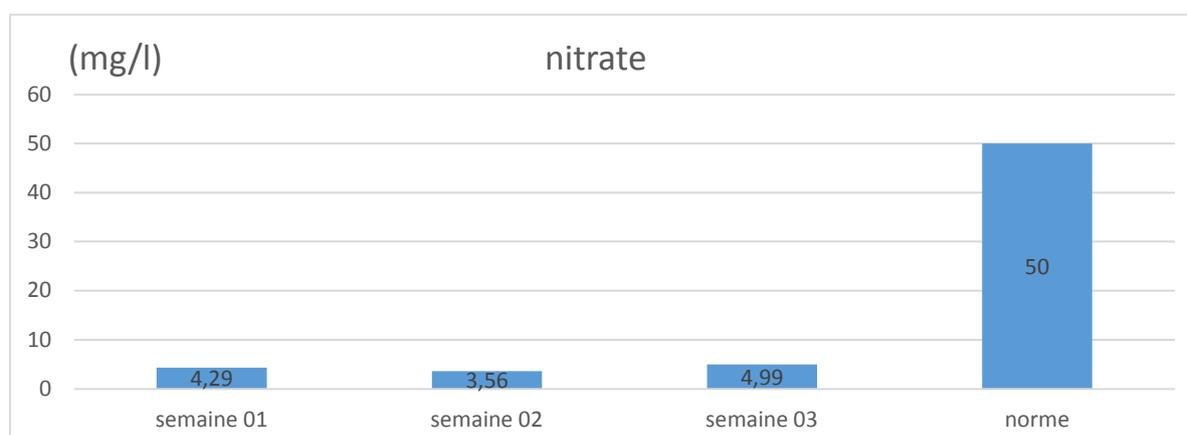


**Figure . . .10 :** Histogramme comparatif des résultats de la concentration de sulfate de l'eau minérale Ayris.

- D'après la figure . . .10 ; les valeurs de la concentration en sulfate dans l'eau minérale Ayris sont comprises entre 46.58- 52.99 mg/l. On conclue que ces valeurs sont conformes à la norme algérienne fixée à 400 mg/l.
- Les sulfates permettent de fabriquer les protéines. Ces molécules qui sont des constituants essentiels de l'organisme. Toutefois, l'excès de sulfate dans l'eau peut provoquer des diarrhées entraînant à la longue une grave déshydrations de l'organisme.

### . . .1.12. Etudes des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) :

La figure suivante représente les résultats d'analyse de la concentration nitrate d'eau minérale Ayris et sa comparaison à la norme.

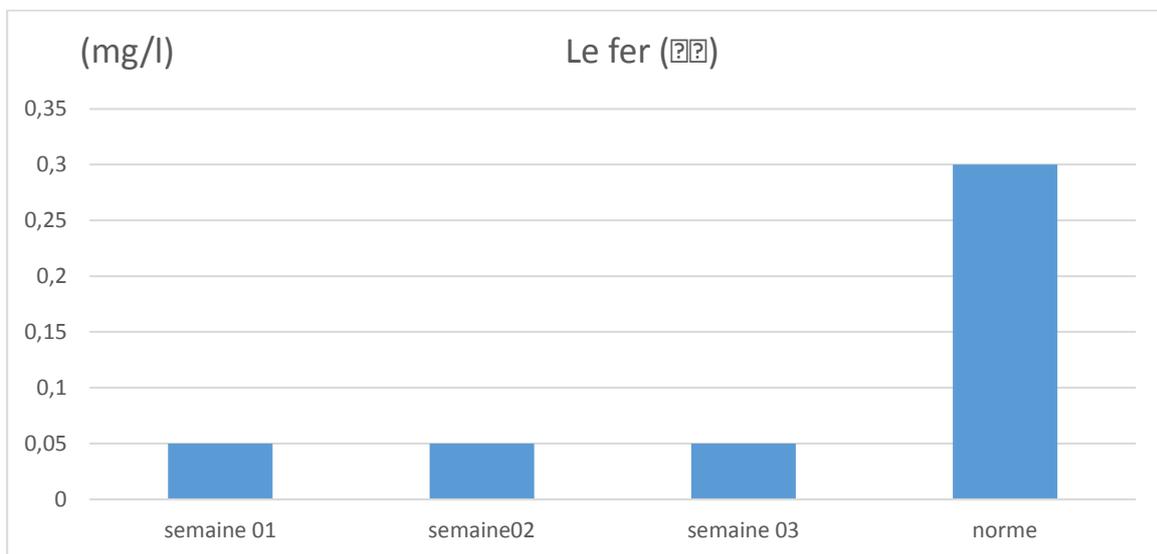


**Figure . . .11 : Histogramme comparatif des résultats de la concentration en nitrates de l'eau minérale Ayris.**

- Les valeurs de concentration en nitrates de l'eau minérale Ayris regroupés dans la figure . . .11 sont comprise entre (4.29 -4.99mg/l) .On déduits que ces valeur sont inférieures à la norme algérienne.
- Les nitrates sont solubles dans l'eau et sont responsable d'une pollution des eaux.
- Le nitrate alimentaire est précurseur d'oxyde nitrique synthétisé par le corps humain. Il est utile à la vasodilatation et évite l'hypoxie musculaire.

### . . .1.13. Analyse du fer (II) ou ( $Fe^{2+}$ ) :

La figure suivante présente les résultats d'analyse de concentration de fer de l'eau minérale Ayris et sa comparaison à la norme.

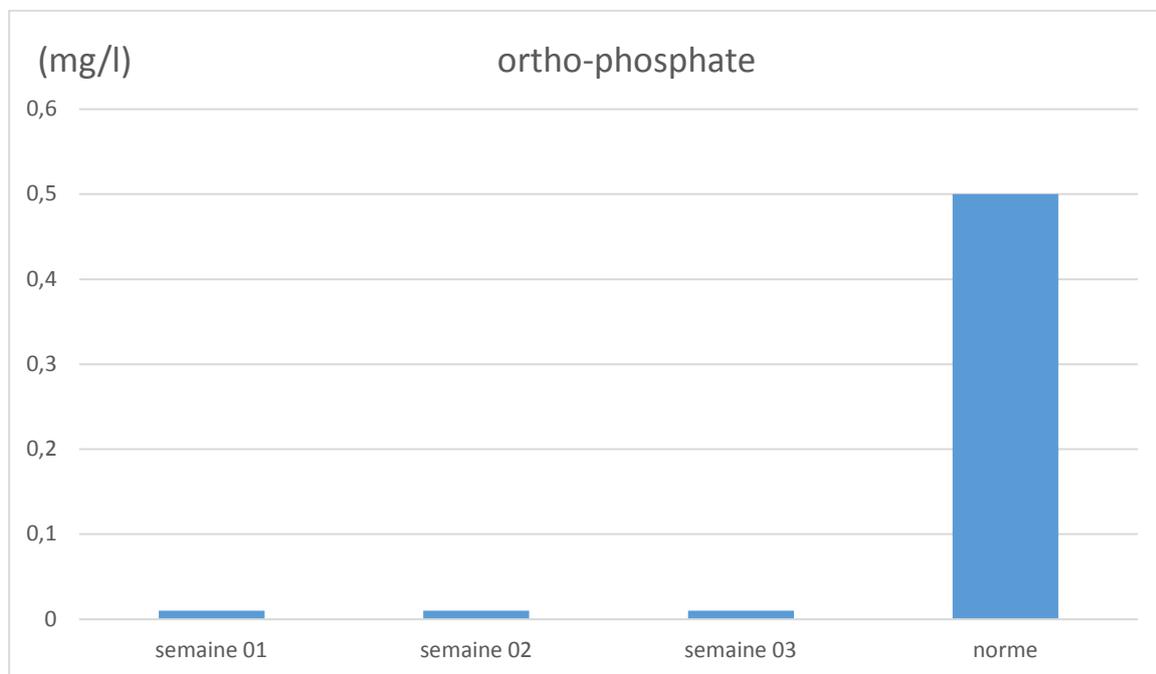


**Figure . . .12 : Histogramme comparatif des résultats de la concentration en fer(II) dans l'eau minérale Ayris**

- La teneur de fer de l'eau minérale Ayris d'après la figure . . .12 sont inférieur à 0.05 mg/l. Ainsi ces valeurs sont conformes à la norme algérienne fixée à 0.3 mg/l.
- Le fer est un élément naturellement présent dans le sol ; il peut se dissoudre dans les eaux souterraines, ses concentrations dans l'eau sont généralement sans danger pour la santé.
- Le fer favorise l'oxygénation du sang des cellules et des muscles en entrant dans la composition de l'hémoglobine, il contribue au transport de l'oxygène vers tous les organes de corps. Il est indispensable au bon fonctionnement du système immunitaire et il aide également à réduire la fatigue.

**. . .1.14. Analyse des ortho-phosphates ( $\text{Po}_4^{3-}$ ) :**

La figure suivante représente les résultats d'analyse de la concentration en ortho-phosphates de l'eau minérale Ayris et sa comparaison à la norme.



**Figure . . .13 :** Histogramme comparatif des résultats de la concentration en ortho-phosphate de l'eau minérale Ayris.

- La teneur en ortho phosphate de l'eau minérale Ayris d'après la figure . . .13 sont inférieure à  $\leq 0.01$ . On conclue que ces valeurs sont conformes à la norme algérienne fixées à 0.5 mg/l.

## • • •2. Résultats et interprétation des paramètres microbiologiques :

Les résultats de l'analyse sont exprimés en unité colonie (UFC/ml) et sont consignés dans le tableau suivant :

**Tableau . . .4 :** Les résultats microbiologique obtenus de l'eau Ayris.

Les bactéries	Semaine 01	Semaine 02	Semaine 03	Normes
<i>Germes révivifiable à 22 C°</i>	ABS	ABS	ABS	<100
<i>Germes révivifiable à 37 C°.</i>	ABS	ABS	ABS	<20
<i>Coliformes totaux et fécaux ; E. coli.</i>	ABS	ABS	ABS	00
<i>Clostridium sulfito-reducteurs</i>	ABS	ABS	ABS	00
<i>Pseudomonas aeruginosa.</i>	ABS	ABS	ABS	00

### ❖ Analyse des germes révivifiable 37 C° et 22 C° :

Le dénombrement des germes totaux est considéré comme un type d'indicateur beaucoup plus général, vis-à-vis de toute pollution microbiologique, celui-ci détermine la totalité de la charge bactérienne.

D'après les résultats obtenus on remarque l'absence totale des germes totaux à 22 C° et à 37 C° ; on conclue que ces résultats sont conformes à la norme algérienne.

### ❖ Analyse des coliformes totaux et fécaux et E. coli :

D'après les résultats obtenus on observe l'absence des coliformes totaux et fécaux et E. coli, cela est conforme à la norme algérienne. Cette absence peut être en relation avec l'absence des rejets industriels dans le milieu environnant de la source Ayris.

L'absence d'*Escherichia coli* dans les eaux Ayris peut confirmer qu'il n'y a pas de pollution fécale.

### ❖ Analyse des clostridium sulfito-reductrices :

Selon les résultats obtenus, aucun signe de présence de *clostridium sulfito-reductrice* n'a été détectée. Ce qui permet de dire que l'eau Ayris présente une conformité vis-à-vis de la valeur indicative de la norme algérienne.

Par ailleurs les *clostridium sulfito-reductrices* sont largement présente dans l'environnement. Elles sont présentes dans les matières fécales humaines et les eaux usées.

#### ❖ Analyse des streptocoques fécaux :

La présence des streptocoques s'accompagne de la présence de coliformes fécaux pour être certain d'une contamination fécale d'une eau d'alimentation.

D'après les résultats de tableau II.4 montrent l'absence totale des streptocoques fécaux ce qui confirme l'absence de contamination fécale.

#### ❖ Analyse des pseudomonas aéruginosa :

*Pseudomonas aeruginosa* est une bactérie ubiquiste ; saprophyte dans des eaux douces et marines, dans l'air, dans les sols humides ou sur les végétaux.

D'après les résultats de tableau II.4 on remarque une absence totale de ce type de bactérie. On conclue que les eaux d'Ayris sont conformes à la norme algérienne.

# Conclusion

## Conclusion

Le stage effectué au sein de l'unité les **NOMADES AYRIS** nous a permis d'acquérir des connaissances pratiques à propos de l'industrie de production de l'eau de source ainsi que les conditions à maintenir pour la production d'une telle ressource et la nécessité du respect des conditions d'hygiène à respecter pour garantir le bien être du consommateur.

L'étude menée au cours de ce travail a pour but d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de source Ayris destiné à la consommation humaine.

De point de vue physico-chimiques l'ensemble des résultats obtenus ont révélé que :

- L'eau d'Ayris est riche en calcium et faible en magnésium
- La conductivité moyenne de 590  $\mu\text{s}/\text{cm}$  montre que c'est une eau fortement minéralisée.
- Une dureté moyenne de 23  $\text{F}^\circ$  ; prouve que l'eau d'Ayris est de nature dure.

Dans l'ensemble, les caractéristiques physicochimiques de l'eau Ayris sont dans l'intervalle des normes nationales requises. De point de vue bactériologique les résultats obtenus montrent l'absence de tous germes indicateurs de pollution telle que les *coliformes totaux* et *fécaux* et *E. coli*, les *streptocoques fécaux* ; *Pseudomonas aeruginosa*, les *germe totaux* et les *clostridium sulfito-reducteurs*.

L'eau minérale Ayris est une eau de très bonne qualité et aptes à la consommation humaines.

# Références bibliographiques

## Références bibliographiques

[1] : Kirki Patrick, K et Fleming, E (2008), La qualité de l'eau, Ross TECH 07/47 , 12 P.

[2] : Remini, B (2005), La problématique de l'eau en Algérie, collection hydraulique et transport, Blida, 182 p.

[3] : Michard, G (2002), Chimie des eaux naturelles ; Principe de géochimie des eaux . Edition Publics, 565 p.

[4] : Berg .L, R. Raven P, H, Hassenzahl .D.M,(2009) Environnement De Boeck supérieur .

[5] : BERNARD, (2007), Droit de l'eau Mémentos LMD1 Re-édition ,330p.

[6] : F, Anctil, J, Rausselle, N, Lauzon, (2012) L'hydrologie cheminements de l'eau 2 ème édition.

[7] : Desjardins, (1997), Le traitement des eaux, Presses inter Polytechniques.

[8] : Coulibaly K, (2005), Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako, Thèse d'université de Bamako, 55p.

[9] : Dégerment, (2005), Memento techniques de l'eau 2ème édition Tom 1.

[10] : NGO, C et Régent, A (2004), Déchets et pollutions, impact sur l'environnement et la santé, Dunod Paris, 134 p.

[11] : Cardot, C (1999), Les traitements des eaux (procèdes physicochimiques) Cours et problèmes résolus Ellipse, 174p.

- [12] : Rejesek F., (2002), Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques Ed. Canopé - CRDP de Bordeaux, Aquitaine. France. 358 p

[13] : Jean-Pierre wainsten, (2012)., Le Larousse médicale.

[14] : BOEGLIN, J,(2001) Propriétés des eaux naturelles, Technique de l'ingénieur traité environnement, p110.

[15] : Marsily Christain, (1995), L'eau ; Edition Flammarion, PARIS.

[16] : BERNE, (1991), Traitement des eaux édition TECHNIP, Paris ,306p.

[17] : KROUSE, M.V, HUNSHER, M.A, (1987), Nutrition et biothérapie, édition HRW, P 52.

[18] : R, Vilagines, (2010), Eau, environnement et santé publique TEC et DOC, France.

[19] : Rodier J, (2009), L'analyse de l'eau : Eau naturelles, Eau résiduelles, Eau de mer ; 9eme édition, Dunod France

[20] : Rodier J, (2005), L'analyse de l'eau ; Eau naturelles, Eau résiduelles, Eau de mer 8eme édition, Dunod France 1383p.

[21] : CEAEQ, (2015), Recherche des coliformes totaux et de Escherichia coli avec le milieu de culture ; méthode présence/absence. Centre expertise en analyse environmental du Québec Canada.

[22] : Archibald , F (2000) ,The presence pf coliform bacteria in Canadian pulp and paper mill water systems a cause for concerns , water Quality Researcher Journal , Canada 35 , 1-22 p.

[23]: EDBERG et al. (2000), Escherichia coli, the best biological drinking water indicator for public health protection. Journal of Applied Microbiology, 88 p.

[24] : Bourgeois C. et Mescle J. (1996), Microbiologie Alimentaire Tome 1 Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments.

[25] : DELERRAS, C (1986), microbiologie pratique pour laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire LAVOISIER, France.

[26] : Guiraud et Galzy (1998), Analyse microbiologique dans l'industrie alimentaire.

# **Annexe**

## 1. Préparation de la solution stabilisante acide : ( pour 500 ml)

- 150 ml d'eau distillé.
- 15 ml de HCl.
- 37,5 g de NaOH.
- 50 ml d'éthanol à 95 %.
- 25 ml de glycérine
- Ajuster à 500 ml.

## 2. Préparation de $H_2SO_4$ :

- 100 ml d'eau distillée
- 50 ml de  $H_2SO_4$  + 50 ml d' eau distillée +  $K_2CrO_4$  .

## 3. Préparation d'une solution alcaline : (pour 250 ml)

- 50 g NaOH
- 12,5 g d'EDTA.

## 4. Préparation de tampon acétate :( pour 50 ml)

- 20 g d'acetate d'aluminium
- 5 ml d'eaudistillée.
- 25 ml d'acide acétique



## **Résumé**

Le but de mon travail sur les eaux Ayriss appartenant à la SARL Nomade AYRIS consiste en une étude des qualités physico-chimiques et microbiologiques de l'eau de source Ayriss.

Pour réaliser notre travail, on a mesuré les différents paramètres physico-chimiques et microbiologiques qui, pour ces derniers, consiste essentiellement en une utilisation de la méthode de filtration pour le dénombrement des germes totaux et fécaux (coliforme, streptocoques clostridium, et les sulfite-réducteur

Les résultats obtenus, montrent qu'ils sont conformes aux normes requises. Ce qui nous laisse dire que l'eau de source « Ayriss » est de qualité acceptable pour sa commercialisation et son alimentation humaine ne présente aucun danger pour le consommateur.

## **Mots –clés :**

Eau de source, normes, paramètres microbiologique, paramètres physico-chimiques.

## **Abstract:**

The purpose of my work on Ayriss waters belonging to the SARL Nomade AYRIS consists of a study of the physico-chemical and microbiological qualities of Ayriss spring water.

To carry out our work, we determined the different physico-chemical parameters as well as the microbiological parameters which essentially consists of the filtration method for the count of total and fecal germs (coliform, clostridium streptococci, and sulfite-reducers)

The results obtained show that they comply with the required standards, which leaves us to believe that the "Ayriss" spring water is of acceptable quality for its marketing and its human food does not present any danger to the consumer.

## **Key words:**

Spring water, standards, microbiological parameters, physico-chemical parameters.