

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique  
Université BLIDA 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Biologie et Physiologie Cellulaire

**Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du  
Diplôme de Master II en Biologie  
Option : Eau, Environnement, et santé publique  
Thème**

**Etude comparative de la teneur en ions « Calcium » et « Magnésium » de deux types d'eaux de source originaire de la ville de Blida « Taberkachent » et «Laâouina » à Chréa.**

Présenté par :

Mme AISSA EL BEY Radhia      Mlle BOUMEDOUS Lilia

Soutenu le : 18.09.2017

Devant le jury composé de :

Mme khattar. S	MAA	U.S.D. Blida I	Présidente
Mme Mohamed Mahmoud .F	MCB	U.S.D. Blida I	Examinatrice
Mme Hamzi .W	MAA	U.S.D. Blida I	Promotrice
Mme Boukara .F	Responsable de laboratoire de Nestlé Waters		Co-promotrice

Année universitaire 2016/2017

## Remerciement

En guise de reconnaissance, on tient à témoigner nos sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribués de près ou de loin au bon déroulement de notre stage de fin d'étude et à l'élaboration de ce modeste travail.

On tient à remercier tout d'abord le **Bon Dieu** le tout puissant de nous avoir donné la volonté, la santé, le courage, et la patience pour mener à bien réaliser ce travail.

On tient à exprimer nos sincères gratitudes à :

**Mme HAMZI.W**, notre promotrice et enseignante au même temps, d'avoir accepté notre encadrement et pour sa patience, et surtout pour sa confiance et sa modestie, ses remarques et ses conseils, sa disponibilité et sa bienveillance durant toute la période de notre préparation à ce mémoire.

L'ensemble du personnel travaillant à **Nestlé Waters Blida** notamment **Mme BOUKARA.F**, **Mme BOUZERTINI.A**, aux techniciens **REDA, IMAD, WATIK, BILEL, ABD EL AZIZ** pour leur patience, leurs conseils pleins de sens et pour le suivi et l'intérêt qu'ils ont portaient à nos travaux.

On voudrait également remercier les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail et pour toutes leurs remarques et critiques, ainsi qu'à tous les responsables de l'université, les enseignants et administrateurs de la faculté des sciences de la nature et de la vie surtout le département de Biologie et Physiologie Cellulaire.

## *Dédicace*

*En premier lieu je remercie « Dieu » le tout puissant de m'avoir permis de mener à terme ce travail.*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; **maman** que j'adore.*

*A celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi mon **père**.*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur mon mari **MANSOURI MOHAMED ISLEM***

*A mon frère **KARIM***

*A mes sœurs **YASMINE** et **NIHAD***

*A mes beaux-parents et ma belle-sœur **soussou***

*A notre promotrice pour tous ces aides, à mes **grands-mères**, mes **cousins**, mes **cousines**, mes **tantes** et mes **oncles** et à toute ma famille*

*A la mémoire de mes **grands-pères** puisse dieu les accueillir dans son infinie miséricorde*

*Aux personnes qui m'ont toujours aidé et m'encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagné durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, collègues d'étude, et frères de cœur de **l'UNIVERSITE de SAAD DAHLEB**, surtout mes amis de l'option **EESP**.*

*A mon binôme **BOUMEDOUS LILIA** qui a partagé avec moi les moments difficiles et les beaux souvenirs de ce travail.*

*Et à tous ceux qui ont contribué*

*De près ou de loin pour que ce projet*

*Soit possible, je vous dis merci.*

***Radia***





## *Dédicace*

*Je dédie cette thèse à...*

*A ma très chère mère*

*Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.*

*Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.*

*Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.*

*Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.*

*A mon très cher père*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous.*

*Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.*

*Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et  
ma formation.*

*A mon cher binôme " RADIA "*

*Qui m'a soutenu et m'encouragé tout au long de ce travail.*

*A mes chers grands parents*

*A mon cher frère " ABD EL GHANI "*

*A mes chères cousines " IBTISSEM et IMENE " pour leurs encouragements*

*A notre promotrice pour tous ces aides*

*A toutes mes tantes maternelles et paternelles*

*A tous mes oncles maternels et paternels et à toute ma famille*

*A tous qui me connaisse et m'aime*

**Lilia**



## Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Résumé

Abstract

**Introduction générale.....01**

### Chapitre I : Etude bibliographique

**I.1. Généralité sur l'eau.....03**

I.1.1. Définition de l'eau.....03

I.1.2. Propriétés et états de l'eau sur terre.....03

I.1.3. Cycle de l'eau.....04

**I.2. Les eaux d'approvisionnement.....04**

I.2.1. Les eaux de surface.....05

I.2.2. Les eaux souterraines.....05

I.2.3. L'état qualitatif des eaux souterraines.....05

I.2.4. Caractéristiques comparées des eaux de surfaces et eaux souterraines.....06

**I.3. La source.....07**

I.3.1. Différents types des sources.....07

**I.4. L'eau de source .....08**

**I.5. Les nappes d'eau.....08**

I.5.1. Les différents types de nappes.....08

**I.6. Importance de Calcium et Magnésium.....09**

I.6.1. Définition de l'ostéoporose.....11

<b>I.7. Critères de qualité des eaux de source.....</b>	<b>10</b>
I.7.1. Les critères organoleptiques.....	10
I.7.2. Critères physico-chimiques.....	11
I.7.3. Critères microbiologiques.....	17
<b>I.8. Pollution de l'eau.....</b>	<b>20</b>
I.8.1. Les paramètres responsables de la dégradation de la qualité des eaux.....	20
I.8.2. Principales origines de la pollution des eaux souterraines.....	22

## **Chapitre II : Matériel et méthodes**

<b>Description de la zone d'étude.....</b>	<b>23</b>
II.1 Matériel.....	24
II.2 Méthodes.....	24
<b>II.3. Méthode d'analyses physico-chimiques.....</b>	<b>25</b>
II.3.1. Paramètre physiques.....	25
II.3.2. Méthode d'analyses Chimiques.....	27
II.3.3. Méthode d'analyses microbiologiques.....	30

## **III. Résultats et discussion**

III.1. Résultats et discussion des analyses sensorielles.....	35
III.2. Résultats et discussion des analyses physico-chimiques.....	35
III.3. Résultats et discussion des analyses microbiologique.....	42
<b>IV. Conclusion.....</b>	<b>47</b>
<b>V. Références Bibliographiques.....</b>	<b>48</b>
<b>VI. Annexes</b>	

## Liste des tableaux

N° tableau	Titre	page
<b>Tableau 01</b>	Caractéristiques comparées des eaux de surfaces et eaux souterraines.....	06
<b>Tableau 02</b>	Classification des eaux selon la conductivité.....	13
<b>Tableau 03</b>	Classification de l'eau selon la dureté totale.....	15
<b>Tableau 04</b>	Dates et heures des prélèvements effectuées sur les deux sources.....	25
<b>Tableau 05</b>	Résultats des analyses sensorielles.....	35
<b>Tableau 06</b>	Température pour les deux sources .....	35
<b>Tableau 07</b>	Statistique descriptives de la moyenne, la variance de la température des deux sources .....	36
<b>Tableau 08</b>	Résultats d'analyses physico-chimiques pour les deux sources.....	37
<b>Tableau 09</b>	statistiques descriptives de la moyenne, la variance d'analyses physico-chimiques pour les deux sources.....	37
<b>Tableau 10</b>	Résultats d'analyses microbiologiques pour les deux sources .....	42
<b>Tableau 11</b>	statistiques descriptives de la moyenne, la variance d'analyses microbiologiques pour les deux sources. (Logiciel XLSTAT).....	43



## Liste des figures

N° Figure	Titre	Page
Figure 01	: Le cycle général de l'eau .....	04
Figure 02	: Situation géographique de deux sources.....	(Annexe I)
Figure 03	: Photo de source Beni Ali Laaouina (Chrea).....	(Annexe I)
Figure 04	: Rampe de filtration a flux laminaire.....	(Annexe I)
Figure 05	: Etuve 22C° et 36C° .....	(Annexe I)
Figure 06	: pH mètre et conductimètre.....	(Annexe I)
Figure 07	: Turbidimètre.....	(Annexe I)
Figure 08	: Variation de température dans les deux sources.....	(Annexe III)
Figure 09	: variation de pH dans les deux sources.....	(Annexe III)
Figure 10	: Variation de conductivité dans les deux sources.....	(Annexe III)
Figure 11	: variation de turbidité dans les deux sources.....	(Annexe III)
Figure 12	: variation de TH dans les deux sources.....	(Annexe III)
Figure 13	: Variation de TA dans les deux sources.....	(Annexe III)
Figure 14	: Variation de TAC dans les deux sources.....	(Annexe III)
Figure 15	: Variation de chlorures dans les deux sources.....	(Annexe III)
Figure 16	: Variation de calcium dans les deux sources.....	(Annexe III)
Figure 17	: Variation de Magnésium dans les deux sources.....	(Annexe III)
Figure 18	: Paramètre microbiologique de la source Taberkachent.....	(Annexe III)
Figure 19	: paramètre microbiologique de la source Laâouina.....	(Annexe III)

## Liste des abréviations

**ASR** : Anaérobies Sulfito- Réducteurs.

**Ce** : La Conductivité électrique

**EDTA** : Sel Dis Sodique D'acide éthylène Diamine Tétra-Acétique

**°F** : Degré Français

**J.O.R.A.D.P** : Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique populaire.

**Hcl** : Acide Chlorhydrique

**MES** : Matière en Suspension

**N**: Normalité

**NW-SE**: North West-South East

**OMS** : Organisation Mondiale de Santé

**Pa** : *Pseudomonas aeruginosa*

**Ph**: Potentiel D'hydrogène

**SSW**: South South West

**T** : Température

**TA** : Titre Alcalimétrique.

**TAC** : Titre Alcalimétrique Complet.

**TH** : Titre Hydrométrique.

**UFC** : Unité Formant une Colonie

**UV** : Ultra-Violet

**μS** : Micro Siemens

## Résumé

L'eau est nécessaire à toute forme de vie, mais aussi un élément de promotion de la santé des individus et du développement socio-économique des collectivités humaines.

Le calcium est un composant majeur de la dureté de l'eau, c'est le sel minéral le plus abondant dans l'organisme. 99% du calcium se trouve dans les os du squelette, il assure la rigidité et la solidité de ce dernier et participe à la prévention de l'ostéoporose.

Le magnésium est l'un des éléments les plus répandus dans la nature, il constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, il assure la régulation du métabolisme osseux, la croissance du squelette et le maintien du capital osseux à l'âge adulte ou au cours du vieillissement.

En effet, on a réalisé 03 prélèvements durant la période allant du mois de février au mois d'Avril au sein du laboratoire physicochimique et microbiologique de Nestlé Waters Blida.

L'analyse physico-chimique basée sur la mesure de différents paramètres à savoir : les paramètres physiques (température, pH, conductivité, turbidité), les paramètres chimiques (dureté totale, les chlorures, le titre alcalimétrique, calcium et magnésium).

L'analyse bactériologique basée sur la recherche et le dénombrement des germes de contamination (germes totaux, Coliformes totaux et Coliformes fécaux), des germes pathogènes (*Pseudomonas aeruginosa*, entérocoques intestinaux) et les germes de résistances (Anaérobies sulfito-réductrices), les levures et moisissures.

Les résultats obtenus pendant cette étude ont montrés que les eaux de sources de la région de sidi el Kebir "Taberkachent", sont conformes à la norme algérienne (JORADP 2015, 2011,2006) sur le plan bactériologique ainsi que physico-chimique à l'exception de la source "Beni Ali" d'où nous avons constatées une présence d'une contamination par les levures, les moisissures, les coliformes totaux et fécaux.

### **Mots clés :**

Eau de source, analyse bactériologique, analyse physico-chimique, Sidi el kebir " Taberkachent", Beni Ali " Laâouina", calcium et magnésium, ostéoporose.

## Abstract

Water is necessary for all forms of life, but also for the promotion of the health of individuals and the socio-economic development of human communities.

Calcium is a major component of water hardness; it is the most abundant mineral salt in the body. 99% of the calcium is found in the bones of the skeleton; it ensures the rigidity and the solidity of the latter and participates in the prevention of the osteoporosis.

Magnesium is one of the most widespread elements in nature, a significant component of water hardness, regulating bone metabolism, skeletal growth and bone maintenance at age adult or during aging.

Indeed, 03 samples were taken during the period from February to April in the physicochemical and microbiological laboratory of Nestlé Waters Blida

Physicochemical analysis based to the measure of various parameters namely: physical parameters: (Temperature, pH, conductivity, turbidity)

Chemical parameters: Total hardness, chlorides, alkalimetry, calcium and magnesium.

Bacteriological analysis based on the research and the enumeration of the germs of contamination (Coliforms fecal totals and Coliforms) and of the pathogenic germs (*Pseudomonas aeruginosa*, intestinal Enterococci) and resistance germs (sulfito-reducing anaerobes), yeasts and molds.

The results obtained during this study showed that the source waters of the sidi el Kebir "Taberkachent" are in conformity with the Algerian standard (JORADP 2015, 2011, Bacteriological as well as physicochemical with the exception of the source " Beni Ali " from where we found a presence of contamination by yeasts, molds, total and fecal coliforms.

### **Keywords:**

Water source, bacteriological analysis, physicochemical analysis, Sidi el kebir " Taberkachent ", Beni Ali " Laâouina ", and Calcium and magnesium, osteoporosis.

## ملخص

المياه ضرورية لجميع أشكال الحياة، ولكن أيضا لتعزيز صحة الأفراد والتنمية الاجتماعية والاقتصادية للمجتمعات البشرية الكالسيوم هو عنصر رئيسي من صلابة المياه، هو الملح المعدني الأكثر وفرة في الجسم. تم العثور على 99٪ من الكالسيوم في عظام الهيكل العظمي، فإنه يضمن صلابة وصلابة هذا الأخير، ويشارك في الوقاية من هشاشة العظام المغنيسيوم هو واحد من العناصر الأكثر انتشارا في الطبيعة، عنصرها هاما من صلابة المياه، وتنظيم عملية التمثيل الغذائي للعظام، والهيكل العظمي وصيانة العظام في سن الكبار أو أثناء الشيخوخة.

في الواقع، تم أخذ 03 عينة خلال الفترة من فبراير إلى أبريل في مختبر الفيزيوكيميائية والميكروبيولوجية من نستله مياه البلدية تعتمد التحاليل الفيزيوكيميائية على قياس مختلف المعايير من بينها: المعايير الفيزيولوجية (درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، والناقلية والعمارة)، المعايير الكيميائية (معيار هيدرومتر، صلابة، كلورور والكالسيوم والمغنيسيوم) .

تركزت التحاليل البكتريولوجية على البحث والتأكد من عدم وجود البكتيريا (مجموع الجراثيم، ومجموع القولونيات والقولونيات البرازية)، مسببات الأمراض (الزائفة الزنجارية، المكورات المعوية) والجراثيم المقاومة (اللاهوائية الحد من كبريتيت)، والخميرة والعفن.

في فترة الدراسة، النتائج المتحصل عليها تبين أن مياه المنابع لمنطقة سيدي الكبير تكون موافقة لمعايير الجزائرية" (2015، 2006، 2011) طبقا لمستوى البكتريولوجي والفيزيوكيميائي. ما عدا منبع " بني علي حيث لاحظنا وجود تلوث بالقولونيات " والبرازيات والخميرة والعفن.

## الكلمات الرئيسية:

مياه الينابيع، التحليل البكتريولوجي، التحليل الفيزيائي والكيميائي، سيدي الكبير " تبرقشنت" بني علي 'لعوينة' الكالسيوم والمغنيسيوم، هشاشة العظام.

## Introduction

L'eau est la plus importante source vitale à commencer par l'unité fondamentale de l'être vivant, la cellule baigne toujours dans l'eau. Cette dernière joue un rôle dans la régulation de la concentration intracellulaire et extracellulaire donc dans les échanges cellulaires qui permettent à leur tour à l'organisme de croître et de se développer (**HUBERT P et MARIN M., 2001**).

La Terre, vue de l'espace, apparaît comme une planète recouverte en grande partie d'eau, ce qui explique son surnom de « planète bleue ». Il s'avère que le volume d'eau sur Terre est très important et que cette ressource est loin d'être négligeable (**PHILIPPE B., 2013**).

L'eau est nécessaire à toute forme de vie, mais aussi un élément de promotion de la santé des individus et du développement socio-économique des collectivités humaines (**AMIN et al., 2008**).

Parmi les sources en eaux exploitées, les eaux souterraines sont traditionnellement les ressources en eau privilégiées pour l'eau potable car sont plus à l'abri des polluants que les eaux de surface (**GUERGAZI et al., 2005**).

Une eau saine est nécessaire à la vie, à l'hygiène et à la prévention des maladies d'origine hydrique. Elle constitue aussi le patrimoine d'une nation. L'eau est une préoccupation constante de toutes les époques et de tous les lieux. Jadis on s'interrogeait sur la pureté microbiologique des eaux, de nos jours on s'inquiète non seulement de sa qualité microbiologique mais aussi de ses caractéristiques physico-chimiques. Au cours des dernières décennies, les problèmes relatifs à la protection et l'utilisation des ressources en eau se sont accentués dans le monde. Les problèmes d'eau affectent aussi bien les pays en voies de développement, aux ressources économiques limitées, que les développés. (**GARTET A. et al., 2001**).

Donc les dernières années le contrôle des pollutions de la qualité des eaux dévient obligatoire à particulièrement explose. Afin de protéger l'environnement et la santé des êtres vivant ou l'exploiter pour la consommation humaine ou l'utilisation industrielle (**LAZHAR G., 2011**).

Le Calcium et phosphore représentent 70% de la masse minérale corporelle, et sont les minéraux les plus abondants dans le corps humain avec 1 à 2% pour le calcium. (99) La quantité relative de ces deux éléments tend à rester plus ou moins constante 2:1 même lors d'un régime déficient en l'un des deux. En effet, l'excès ou le défaut en l'un de ces éléments principaux va influencer sur l'utilisation de l'autre. Chez les jeunes, une carence en vitamine D, en calcium ou en

phosphore évolue vers le rachitisme, chez les adultes vers l'ostéomalacie (**RUSSEL L et MAC D., 1992**)

Le calcium est responsable des contractions musculaires, cardiaques, de la transmission de l'influx nerveux, pour les fonctions les plus connues (**RUSSEL L et MAC D., 1992**)

Le capital osseux est essentiellement déterminé génétiquement. 99% du calcium corporel se trouve dans le squelette, le reste se répartit entre les dents, les tissus mous et les milieux extracellulaires. (**AVIOLI LV., 1984**)

Le magnésium, Sa présence dans le corps avoisine les 0.05%, ce qui correspond à une concentration résiduelle dans les cendres de 0.7% chez les jeunes à 0.5% chez les personnes âgées. Le capital en magnésium de l'organisme est essentiellement intracellulaire. On le rencontre majoritairement dans le squelette (60- 70%), pour un quart environ dans les muscles squelettiques, et le dernier quart se répartit dans l'ensemble de l'organisme entre le système nerveux et les organes à haute activité métabolique (foie, tube digestif, rein, glandes endocrines, système hémolympatique). (**AVIOLI LV., 1984**)

Il faut noter son importance dans le maintien de l'intégrité du squelette et des dents, car il participe activement au cycle de remaniement de l'os (**KENNEY MA et al., 1994**)

A cette raison dans ce travail nous allons étudier des qualités physico-chimique et bactériologique des eaux de sources Taberkachent (Sidi El Kbir), et Beni Ali Laouina (Chrea). Cette étude est répartie comme suit :

- Une partie théorique consacrée aux généralités sur les eaux de sources, Les paramètres influençant sur la qualité de l'eau, les Critères de qualité des eaux de source et l'importance de Calcium et Magnésium.
- L'étude bactériologique et physico-chimique de deux types d'eaux de source de la région Sidi El Kebir (Tabrekachent) et Chrea (Beni Ali) de la wilaya de Blida.
- Une partie réservée à l'interprétation et la discussion des résultats



# Chapitre I : étude bibliographique



## 1. Généralité sur l'eau :

### 1.1. Définition de l'eau :

L'eau est une molécule chimique composée de deux molécules d'hydrogène liées à un atome d'oxygène par une liaison covalente (GIENGER., 2006).

L'eau est un liquide incolore, transparent, inodore et insipide. On l'appelle parfois le solvant universel car, il dissout plus de substances que tout autre fluide connu (RIBONI., 2003). Et de pH neutre (PERRY J., 1984).

C'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (BERNARD C., 2007).

### 1.2. Propriétés et états de l'eau sur terre :

#### 1.2.1. Propriétés physiques :

L'eau possède un certain nombre de propriétés physiques, ce sont essentiellement sa mobilité, son aptitude à s'écouler, à s'étaler dans l'espace et remplir aisément les récipients. (MUSY et al., 2004).

#### 1.2.2. Propriétés chimiques :

L'eau, un excellent solvant, est en effet un liquide qui dissout un grand nombre de substances, ceci explique le fait que l'eau soit un milieu favorable au développement de la vie puisque l'on y trouve un grand nombre d'éléments primaires qui en dépend. (MUSY et al., 2004).

Dans la nature, sous l'action du soleil, de la pression atmosphérique et de la température, l'eau change d'état. On peut la trouver sous trois formes :

- **État solide** : à basse température, l'eau est appelée glace et possède des structures cristallines régulières. (MARSILY G., 1995).
- **État gazeux** : 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. (MARSILY G., 1995)

- **État 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 (MARSILY G., 1995).

### 1.3. Cycle de l'eau :

L'eau se trouve sous trois états dans l'environnement : l'état solide (sous forme de glace), l'état liquide et l'état gazeux (sous forme de vapeur d'eau). Elle possède cette capacité de changer d'états selon la température et la pression auxquelles elle est soumise. C'est le "cycle de l'eau". (Site internet 01)

La terre recevant l'énergie solaire, l'hydrosphère, chauffée par celle-ci, s'évapore conduisant à la présence d'eau dans l'atmosphère. Cette eau, à la suite d'un refroidissement de l'air, se condense en gouttes ou cristaux de glace et se trouve précipitée sous forme de pluie, neige ou grêle sur la lithosphère à la surface de laquelle approximativement 1/4 pénètre, 1/4 ruisselle ; quant aux 2/4 restants, ils s'évaporent à leur tour (VILAGINES R., 2010).

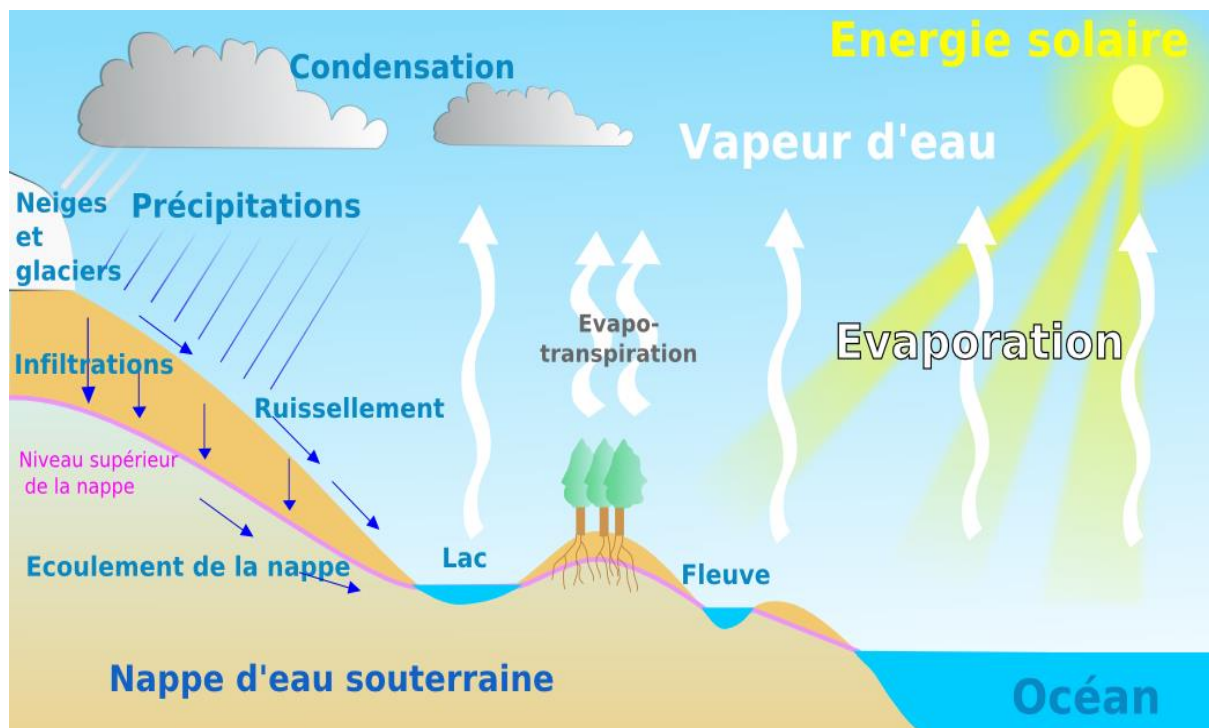


Figure 01 : Le cycle général de l'eau (site internet 01)

## 2. Les eaux d'approvisionnement :

Les réserves disponibles des eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surface stagnantes (lacs, retenues de barrages) ou en écoulement (rivières) (**DEGREMONT G., 2005**).

### **2.1. Les eaux de surface :**

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement (**DEGREMONT G., 2005**).

Elles sont constituées par les eaux de des ruisseaux, rivières, fleuves, étangs, lacs, barrages-réservoirs, glaciers (**VILAGINES R., 2010**).

Bien qu'il semble s'agir de masses d'eau bien individualisées solides ou liquides, immobiles ou en mouvement, on ne doit pas oublier qu'elles se trouvent en contact étroit avec le sol d'un côté et avec l'atmosphère de l'autre côté (**VILAGINES R., 2010**).

### **2.2. Les eaux souterraines :**

On trouve les eaux souterraines sous la plupart des terres émergées du globe. Leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varie en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Les eaux souterraines sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique (**CARDOT C., 1999**). Elles restent jusqu'à présent les meilleurs ressources en eau potable (**MARGAT J., 1992**).

Les eaux qui ne sont ni rééaporées, ni retournées à la mer par ruissellement s'infiltrent dans le sol et le sous-sol et s'accumulent pour constituer les eaux souterraines. La pénétration et la rétention des eaux dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment leurs structures qui peuvent permettre la formation des réservoirs aquifères appelés : nappes phréatiques (**VILAGINES R., 2003**).

### **2.3. L'état qualitatif des eaux souterraines :**

La qualité d'une eau se définit le plus souvent par rapport à l'usage qu'on en fait. Les exigences de qualité sont ainsi différentes si l'eau est destinée à la production d'eau potable ou à un usage industriel. On peut de même évaluer la qualité de l'eau par rapport à son état d'origine (état patrimonial). Il n'existe donc non pas une qualité mais des qualités de l'eau, selon l'usage et les normes qui lui correspondent. (**ARIANE B., 2004**).

Cependant, dès lors que 62% des volumes prélevés pour la production d'eau potable sont issus des eaux souterraines, il est courant d'évaluer la qualité d'une nappe par rapport à son aptitude à la production d'eau potable. (Ariane B., 2004).

#### 2.4. Caractéristiques comparées des eaux de surfaces et eaux souterraines :

**Tableau 01** : Caractéristiques comparées des eaux de surfaces et eaux souterraines

Caractéristiques	Eaux de surface	Eaux souterraines
<b>Température</b>	Variable (saisons)	<b>Plutôt constante</b>
<b>Turbidité / MES vraies ou colloïdales</b>	Variable (parfois élevée / crues, rejets de carrières, fortes pluies)	<b>Faible ou nulle sauf en pays karstique et en pays crayeux</b>
<b>Couleur</b>	Dépend essentiellement de MES, des acides humiques, tannins, etc. et des algues	<b>Dépend des acides humiques ou des précipitations Fe – Mn</b>
<b>Goûts et odeurs</b>	Fréquents	<b>Rares sauf H<sub>2</sub>S</b>
<b>Minéralisation globale / Salinité</b>	Variable (précipitations rejets, nature des terrains traversés, etc.)	<b>Généralement plus élevée que celle mesurée dans les eaux de surface sur le même territoire</b>
<b>Fe et Mn divalent dissous</b>	Normalement absents sauf dystrophisation des eaux profondes	<b>Présents</b>
<b>CO<sub>2</sub> agressif</b>	Généralement absent	<b>Présent souvent en quantité</b>
<b>O<sub>2</sub> dissous</b>	Variable (proche de la saturation dans les eaux propres / absent dans les eaux polluées)	<b>Absent</b>
<b>H<sub>2</sub>S</b>	Absent	<b>Présent</b>

<b>NH<sub>4</sub></b>	Seulement dans les eaux polluées	<b>Présence souvent sans rapport avec une pollution bactérienne</b>
<b>Nitrates</b>	Variable (normalement absent, parfois en quantité dans les zones d'excédent azoté)	<b>Teneur parfois élevée</b>
<b>Silice</b>	Teneur normalement modérée	<b>Teneur élevée</b>
<b>Micropolluants minéraux et organiques</b>	Surtout présents dans les eaux des régions industrialisées	<b>Absents sauf suite d'une pollution accidentelle</b>
<b>Solvants chlorés</b>	Normalement absents	<b>Présents en cas de pollution de la nappe</b>
<b>Éléments vivants</b>	Virus, bactéries, algues, protistes, etc. / Présence d'organismes pathogènes toujours possible	<b>bactéries sulfato-réductrices et ferrobactéries surtout</b>
<b>Eutrophie</b>	<b>Possible, davantage si les eaux sont chaudes</b>	<b>Jamais</b>

Source : (D'après Mémento technique de l'eau Degrémont / 2005)

### 3. La source :

#### 3.1. Définition :

Une source peut être définie comme l'apparition à la surface du sol de l'eau d'une nappe aquifère souterraine. Toute source est alimentée par une portion de la nappe aquifère qui lui a donnée naissance (**GOMELLA G et al., 1974**).

#### 3.2. Différentes types des sources :

Les principaux types de sources sont les suivants :

##### 3.2.1. Les sources d'affleurement :

Lorsque la couche imperméable inférieure d'une nappe aquifère affleure le sol d'une vallée, l'eau de cette nappe apparaît à la surface sous forme d'un chapelet de sources. Elles apparaissent surtout dans des terrains calcaires ou cristallins, les sources thermo minérales appartiennent à cette catégorie (**VILAGINES R., 2000**).

### **3.2.2. Les sources de déversement :**

Elles se définissent comme des sources issues d'un aquifère recoupé par la surface topographique et dont le substratum affleure (**VILAGINES R., 2003**).

### **3.2.3. Les sources d'émergence :**

Elles se définissent comme des sources issues de l'intersection de fractures du sous-sol (failles, diaclases) avec la surface topographique. Elles apparaissent surtout dans des terrains calcaires ou cristallins. Les sources thermo minérales appartiennent à cette catégorie. (**VILAGINES R., 2003**).

## **4. L'eau de source :**

### **4.1. Définition :**

Une eau de source est une eau d'origine souterraine microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution (**VILAGINES R., 2010**), apte à la consommation humaine. (**JORADP., 2004**).

Elle doit être apte à la consommation sans autre traitement que la sédimentation des matières en suspension et la séparation des éléments instables à l'aide de procédés physiques. Toute adjonction est interdite sauf celle de gaz carbonique (**BRETZEL., 1997**).

Elle doit être introduite au lieu de son émergence, t'elle qu'elle sort du sol, dans les récipients de livraison au consommateur, ou dans des canalisations l'amenant directement dans des récipients. (**VILAGINES R., 2003**).

## **5. Les différents types de nappes :**

### **5.1. Définition :**

« L'aquifère », ou encore la nappe d'eau souterraine est un gisement d'eau souterraine utilisable comme source d'eau (**KETTAB A., 1992**).

Une nappe est constituée par l'ensemble de l'eau qui occupe les interstices de roches poreuses dans un domaine défini par son épaisseur et son étendue (**POMEROL C et RENARD M., 1997**).

## **5.2. Les différents types de nappes :**

### **5.2.1. Les nappes libres :**

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

Pour former une nappe libre, l'eau s'accumule schématiquement, au-dessus de la base imperméable comme elle le ferait dans un récipient plein de sable (**VILAGINES R., 2010**).

### **5.2.2. Les nappes captives :**

Les nappes captives peuvent se définir comme << des nappes recouvertes par une couche de terrain imperméable ou peu perméable (**VILAGINES R., 2010**).

Lorsque la couche perméable est emprisonnée entre deux couches imperméables, la nappe ne peut se développer vers le haut et est alors appelée nappe captive (**BONNIN J., 1982**).

### **5.2.3. Les nappes phréatiques :**

C'est la première nappe rencontrée lors du creusement d'un puits et à laquelle comme nous le verrons plus tard, on fait souvent appel. La nappe phréatique, proche du sol, a tendance à suivre les variations de pluviosité (les puits tarissent en cas de sécheresse prolongée) (**VILAGINES R., 2010**).

### **5.2.4. Les nappes profondes :**

Les nappes profondes dites subordonnées reposent sur une couche perméable plus profonde et peuvent être libres ou captives (**DUPONT A., 1974**).

## **6. Importance des éléments calcium et magnésium :**

### **6.1. Calcium :**

#### **6.1.1. Le rôle :**

Le calcium est essentiel pour les os tout au long de la vie. (**GRIO., 2003**)

Le calcium est le sel minéral le plus abondant dans l'organisme. 99 % du calcium se trouve dans les os du squelette. Il constitue, avec le phosphore et les protéines, la trame des os. **(GRIO.,2003).**

Il assure la rigidité et la solidité du squelette et participe à la prévention de l'ostéoporose. **(GRIO., 2003)**

Lorsque l'apport de calcium alimentaire est insuffisant... Le calcium est alors prélevé du stock présent dans l'os, ce qui a pour conséquence de fragiliser votre squelette Par exemple, chez les femmes ménopausées de plus de 50 ans, des apports en calcium de l'ordre de 1,2 g sont nécessaires chaque jour :

A la suite du diagnostic d'ostéoporose, il est important que votre médecin évalue votre apport journalier en calcium. Si cet apport est inférieur aux doses recommandées, votre médecin pourra vous conseiller des aliments riches en calcium ou vous prescrire une supplémentation médicamenteuse. Dans une alimentation équilibrée, plus de 60 % des apports en calcium sont assurés par les produits laitiers, mais d'autres sources de calcium existent, comme certaines eaux riches en calcium **(GRIO., 2005) (BRIOT K et al., 2012) .**

Le calcium ralentit en effet la perte osseuse, en Particulier chez les femmes âgées et celles qui ont des apports limités. **(SHEA B et al., 2002)**

## **6.2. Magnésium :**

### **6.2.1. Le Rôle :**

Le rôle de mg dans la régulation du métabolisme osseux .ce nutriment semble être impliqué tant au niveau de la croissance du squelette que du maintien du capital osseux a l'âge adulte ou au cours du vieillissement .ainsi une carence est considérée comme un facteur de risque pour l'ostéoporose. **(VERONIQUE C., 2004)**

## **6.3. Carence en Calcium et Magnésium :**

Une carence en calcium et magnésium peut, à terme, entraîner l'ostéoporose **(Des conseils pour bien s'alimenter ., 2016)**

### **6.3.1. Définition de l'ostéoporose :**



L'ostéoporose est une maladie métabolique osseuse fréquente caractérisée par une faible masse osseuse et par des détériorations micro architecturales du tissu osseux conduisant à une augmentation de la fragilité osseuse et à un risque de fracture, en particulier à la hanche, au rachis et au poignet. **(BLACK DM et al., 2003)**

L'espérance de vie progressant, on peut penser que l'ostéoporose post-ménopausique qui est la forme la plus commune d'ostéoporose va être de plus en plus répandue dans le futur. On estime que plus de 40 millions de citoyens des Etats-Unis ont une ostéoporose ou une ostéopénie, la majorité étant des femmes de plus de 50 ans. **(BLACK DM et al., 2003)**

L'ostéoporose correspond à une affection chronique invalidante asymptomatique (jusqu'à apparition d'une fracture) du sujet âgé. **(VERONIQUE C., 2004)**

## **7. Critères de qualité des eaux de source :**

### **7.1. Les critères organoleptiques :**

Les facteurs organoleptiques (couleur, saveur, turbidité et odeur) constituent souvent les facteurs d'alerte pour une pollution sans présenter à coup sûr un risque pour la santé **(GENOUDET., 2001).**

#### **7.1.1. Couleur :**

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité **(RODIER J., 2005).**

#### **7.1.2. Odeur :**

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. **(RODIER J., 2005).**

L'odeur peut être définie comme :

L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. **(RODIER J., 2005).**

La qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances

**(RODIER J., 2005).**

### **7.1.3 Goût et saveur :**

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque la boisson est dans la bouche. **(RODIER J., 2005)**

La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs **(RODIER J., 2005).**

Une eau de bonne qualité doit avoir une saveur faible et agréable qui est due aux sels et aux gaz dissous **(DEGREMONT., 1978).**

## **7.2. Analyses physico-chimique :**

### **7.2.1. Analyses physiques :**

#### **➤ Turbidité :**

C'est la réduction de la transparence de l'eau due à la présence de matière non dissoute **(LANTEIGNE J., 2003)**, elle est définie comme l'inverse de la limpidité ou de la transparence (une eau turbide est donc plus ou moins trouble) **(MONIQUE et BEAUDRY., 1992)**. La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argile, limon, grains de silice, matière organique. **(RODIER., 2009).**

État d'une eau trouble ou altération de la limpidité de l'eau, lié à la présence ou la charge de particules fines en suspension **(HOFFMANN et al., 2014)**

#### **➤ La température :**

On admet que l'optimum de température se situe entre 9 et 12C° avec un maximum de 15C°. **(APFELBAUM et al., 2004).**

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En Effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels est impliquée dans la conductivité électrique ainsi la détermination du pH **(RODIER J., 2005)**. Une température élevée favorise la croissance des micro-organismes, peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur **(OMS., 1994).**

Par contre une température inférieure à 10 °C ralentit les réactions chimiques dans les différents traitements des eaux. **(RODIER J., 2005).**

La température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé humaine. **(RODIER., 2005).**

➤ **La Conductivité électrique :**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm elle est l'inverse de la résistivité **(RODIER J., 2009).**

**Tableau 02 : Classification des eaux selon la conductivité**

<b>Types d'eaux</b>	<b>Conductivité (µS/Cm)</b>	<b>Résistivité</b>
<b>Eau pure</b>	< 23	> 30000
<b>Eau douce peu minéralisée</b>	100 à 200	5000 à 10000
<b>Eau de minéralisation moyenne</b>	250 à 500	2000 à 40000
<b>Eau très minéralisée</b>	1000 à 2500	400 à 1000

**Source : RODIER J., 2005.**

➤ **Potentiel d'hydrogène « pH » :**

L'eau naturelle pure est neutre. Le pH d'une eau représente son acidité ou alcalinité. **(RODIER J., 2005).**

C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau, il doit être surveillé au cours de toute opération de traitement. Un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion du ciment ou des métaux des canalisations, avec entrainement des éléments indésirables comme le plomb et le cuivre. **(RODIER J., 2005).**

C'est la valeur de la concentration en ions hydrogène H<sup>+</sup> d'une solution .Elle permet aussi de mesurer l'acidité ou l'alcalinité de l'eau **(HOFFMANN et al., 2014)**

Un pH élevé conduit à des dépôts de tartre dans les circuits de distributions. Au-dessus de pH 8, il y a une diminution progressive de l'efficacité de la décontamination bactérienne par le chlore. Par ailleurs la chloration diminue le pH. **(RODIER J., 1996).**

Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés **(RODIER., 2009).**

### **7.2.2. Analyses chimiques :**

#### **➤ La dureté de l'eau :**

La dureté d'une l'eau est principalement due à la présence de sels de calcium et magnésium **(DUPONT., 1981).**

Propriété chimique des eaux en rapport avec leur minéralisation. La dureté de l'eau s'exprime en degré français **(HOFFMANN et al ., 2014)**

#### **✓ La dureté totale (TH) ou titre hydrotimétrique :**

C'est une qualité particulière de l'eau due à la présence des bicarbonates, des chlorures et des sulfates de calcium et de magnésium, détectée principalement par le fait qu'elle empêche plus ou moins l'eau savonneuse de mousser **(MARCEL F.R., 1986).**

Elle est mesurée par la somme des concentrations en degré de calcium et de Magnésium et s'exprime par le titre hydrométrique (TH). L'unité du titre hydrométrique est le milliéquivalent par litre (ou le degré français °F). **(WHO., 1994).**

Le TH peut subdiviser en TCa (titre calcique) et TMg (titre magnésien) :  $TCa + TMg = TH$   
**(BERNE F et CORDONNIER J., 1991).**

En fonction de leur dureté totale, les eaux peuvent être classées suivant les indicateurs du tableau suivant :

**Tableau 03 : Classification de l'eau selon la dureté totale**

TH en degrés français (°F)	Spécificité de l'eau
0 à 6	Eau très douce
6 à 15	Eau douce
15 à 30	Eau moyennement dure
30 à plus	Eau très dure

Source : **BERNE F. et CORDONNIER J., 1991.**

✓ **La dureté carbonatée ou titre alcalimétrique complète (TAC) :**

Correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres, carbonates et anions hydrogénocarbonates, hydroxydes alcalins (Na<sup>+</sup>) ou alcalinoterreux (Ca<sup>2+</sup>-Mg<sup>2+</sup>) et est exprimée par le titre alcalimétrique complet (TAC) (**BERNE F et CORDONNIER J., 1991**).

✓ **La dureté alcalimétrique ou titre alcalimétrique (TA) :**

Correspond à la totalité des hydroxydes et la moitié des carbonates transformés en bicarbonates à pH=8.2 (**PERRAUD., 2003**).

**Sels Minéraux Dissous :**

**Cations :**

➤ **Le calcium Ca<sup>2+</sup> :**

Le corps humain comprend une moyenne 1,2 kilogramme de calcium essentiellement dans le squelette (**MERCIER J., 2000**).

Le calcium est métal alcalinoterreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaire sous forme de carbonates. C'est un composant majeur de la dureté de l'eau. L'eau potable de bonne qualité renferme de 100 à 140 mg/L de calcium (**RODIER J., 2005**).

➤ **Le magnésium Mg<sup>2+</sup> :**

Le magnésium est l'un des éléments les plus répons dans la nature, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires. Il constitue un élément significatif de la dureté de l'eau (**RODIER et al .,2002**). Élément indispensable à la vie, jouant un rôle important dans la respiration, leur origine est naturel (dissolution des roches magnésites basaltes, argiles) ou industrielle (industrie de la potasse de cellulose, brasserie). La dureté manganésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale. Le magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau (**KEMMER F., 1984**).

➤ **Le Sodium  $\text{Na}^{2+}$  :**

C'est un métal alcalin. Son origine peut être :

- Naturelle (mer, terrain salé....) ;
- Humaine (10 à 15 g Na Cl dans les urines /jour) ;
- Industrielle (potasse, industrie pétrolière).

Les eaux très riches en sodium deviennent saumâtres, prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées (**RODIER J., 2005**).

➤ **Potassium  $\text{K}^+$  :**

Le potassium règle la teneur en eau à l'intérieur des cellules (**MERCIER J., 2000**). Il est un métal alcalin, étroitement rattaché au sodium à tel point, qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses de l'eau. Sa présence est moins répandue dans la nature (**KEMMER F., 1984**).

➤ **L'Ammonium  $\text{NH}_4^+$  :**

Dans l'eau, L'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes ; l'ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) et la seconde non dissociée communément appelée ammoniaque ( $\text{NH}_3$ ) (**GAUJOUR D., 1995**).

En ce qui concerne la toxicité de l'ammoniaque, il est reconnu que ce n'est pas la forme ammoniaque ionisée qui est toxique, mais celle non ionisée dont la proportion dépend du PH et de la température (**RODIER J., 1996**).

➤ **Le Fer  $\text{Fe}^{2+}$  :**

Le fer est très répons, il se classe au 4<sup>ème</sup> rang des éléments de la croûte terrestre, sa teneur dans les eaux souterraines est supérieure à celle des eaux superficielles. Ce métal à l'état ferreux

est assez soluble dans l'eau. Les besoins pour l'organisme humain se situent entre 2 et 3 mg/j mais 60 À 70% seulement de la quantité intégrée sont métabolisés. (**RODIER., 2005**).

**Anions :**

➤ **Le bicarbonate :**

L'ion bicarbonate est le principale constituant alcalin de la plus part des eaux (**KEMMER et al ., 1984**). Sa présence dans l'eau est due à l'action des bactéries qui fournissent du

CO<sub>2</sub> à partir des minéraux contenant des carbonates (**RODIER J., 2005**).

➤ **Les Chlorures CL- :**

Les teneurs en chlorures des eaux extrêmement variées sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau à partir de 250 mg/l surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (**RODIER J., 2005**).

➤ **Nitrites : NO<sub>2</sub>- :**

Les nitrites sont formés par dégradation de la matière azotée mais ils sont rapidement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable (**LEPELTIE S., 2005**).

Dans les eaux, la quantité des nitrates maximale admissible est fixée de 50 mg/L (**COULAIS J.M., 2002**).

Chez les nourrissons, la réduction du nitrate en nitrite peut provoquer une Méthémoglobinémie (inaptitude du sang à transporter l'oxygène) (**GANJOUR D., 1995**).

➤ **Nitrates NO<sub>3</sub>- :**

Le nitrate est la forme la plus oxygénée de l'azote, à de fortes concentrations, sa présence indique une pollution d'origine industrielle due à un lessivage de terrain (**LE PIMPEC., 2002**).

➤ **Manganèse Mn :**

C'est un métal qui peut provoquer une coloration et il est à l'origine de dépôts dans les réseaux. Par ailleurs il affecte les paramètres organoleptiques de l'eau comme d'autres métaux cuivre, aluminium, zinc. Dans les eaux de surface, le manganèse se trouve en général à l'état oxydé et précipité ; il est donc éliminé par traitements classiques de clarification

**(DEGREMONT D., 2005).**

### **7.3. Les Analyses microbiologiques :**

L'analyse bactériologique de l'eau a pour but de mettre en évidence la présence des bactéries qui modifient l'aptitude d'une eau à une utilisation donnée, ces organismes possèdent plusieurs caractéristiques telles que :

- La provenance exclusive des matières fécales des animaux à sang chaud.
- La résistance aux antiseptiques voisins de ceux des bactéries pathogènes.
- Leur non-prolifération anarchique dans la nature.
- La production des réactions simples et spécifiques au cours de leur étude.
- Leur apparition en très grand nombre dans le milieu par rapport aux germes pathogènes.

En général, les germes utilisés sont les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux **(MBEUKAM K. E., 2013).**

#### **7.3.1. Les germes revivifiables :**

Les germes revivifiables désigne l'ensemble des bactéries mésophiles (Bony et al, 2002) qui se développent en milieu nutritif gélosé standard et qui sont capable de se multiplier en aérobiose, à des températures optimales de croissances entre +20C° et +45C° **(BONNEFOY et al., 2002).**

#### **7.3.2. Les coliformes totaux :**

Les coliformes appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae. **(RODIER J., 2005).**

Le terme « coliforme » correspond à organismes en bâtonnets, non sporogène, Gram-négatifs, oxydase négatif, aéro-anaérobies facultatif, capable de fermenter le lactose (et mannitol) avec production d'acide et gaz en 48 heures à des températures de 35 et 37 °C. . **(RODIER J., 2005).**

Les coliformes comprennent les genres : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia*. **(RODIER J., 2005).**

#### **7.3.3. Les coliformes fécaux ou Coliformes thermo- tolérants :**



Les coliformes fécaux ou coliformes thermo tolérants correspondent à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés (caractéristiques des coliformes) après incubation à la température de 44 °C (EDBERG et al., 2000).

*Escherichia coli* est sans doute le plus spécifique de tous les germes de contamination fécale. Le terme « *Escherichia coli* 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 (BOURGOIS C.M et MESCLE J., 1996).

#### **7.3.4. Les entérocoques intestinaux :**

Le genre *enterococcus* est constitué de Cocci a Gram positif groupés par paires ou en courtes chainettes, elles ont un métabolisme anaérobie, mais peuvent être cultivées en présence d'air il se distingue du genre *streptococcus* par des caractères génotypiques et par sa capacité à cultiver sur des milieux hostiles (en particulier ceux contenant une concentration élevée de NaCl) (NAUCIEL., 2001).

#### **7.3.5. Pseudomonas aeruginosa :**

*Pseudomonas aeruginosa* est un bacille a Gram négatif non fermentant ; oxydase positive, aérobie stricte, mobile, appartenant à la famille des pseudomonadaceae ; il est capable de produire plusieurs pigments : la pyocyanine, la pyoverdine, et plus rarement la pyorubine et la pyomélanine (RAOULT., 1998).

C'est une bactérie saprophyte aquatique, largement répandue dans la nature, La bactérie a des besoins nutritionnels très limités, elle prolifère même dans l'eau distillée et elle est très résistante aux désinfectants. Elle se retrouve sur la peau, dans les voies respiratoires supérieures et dans l'intestin. (GAUBOU et al., 1998).

#### **7.3.6. Les Clostridium sulfito-réducteurs (ASR) :**

Clostridium sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale ancienne ou intermittente. Leur permanence marque la défaillance en un point donné du processus de filtration naturelle (ARMAND L., 1996).

Ce sont des bacilles Gram positifs, immobiles, catalase négatif, réduisent les nitrates en nitrites. Fermentant le lactose avec production de gaz et liquéfiant la gélatine en 48 heures (HASLAY et LECLERC., 1993).

La forme sporulée des Clostridium sulfito-réducteurs est beaucoup plus résistante que les formes végétatives (**BOURGEOIS C.M. et MESCLE J., 1996**).

### **7.3.7. Les levures :**

Une levure par définition est un champignon unicellulaire qui se reproduit principalement par bourgeonnement, elle utilise fréquemment les glucides qu'elle fermente. Elle peut s'adapter à tous les pH mais préfère les milieux acides, sa température optimale de croissance est de 25°C et 30°C, mais certaines tolèrent des températures de 35°C à 47°C (**LEYRAL et VIERLING., 2001**).

### **7.3.8. Les moisissures :**

Les moisissures sont des organismes filamenteux eucaryotes. L'hyphe en est l'élément structural ; les moisissures peuvent être des agents actifs de bio détérioration, d'altération organoleptiques et de modification chimique. (**NAUCIEL., 2001**).

Elles sont d'autant plus redoutables qu'elles peuvent, suivant le cas, tolérer des pH très acides ; se développer à des températures s'échelonnant de 0°C à 40°C et supporter de très faible teneur en eau (**NAUCIEL., 2001**).

## **8. Pollution de l'eau :**

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement car l'eau est une interface entre l'air et le sol. Une eau est dite polluée lorsque son équilibre est modifié de façon durable par l'apport en quantités très importantes des substances plus ou moins toxiques, d'origines naturelles ou issues d'activités humaines. L'activité humaine, qu'elle soit industrielle, urbaine ou agricoles, produit une quantité de substance polluantes de toute nature qui sont à l'origine de différents types de pollution qui peuvent être permanentes (rejets domestiques d'une grande ville par exemple), périodique ou encore accidentelles ou aiguës, à la suite du déversement intempestif des produits toxiques d'origine industrielle ou agricole, ou de lessivage des sols urbains lors de fortes pluies (**RODIER J., 2005**).

La pollution participe de ce fait à diminuer les volumes d'eau utilisable par les populations. Elle engendre aussi des maladies et les phénomènes d'eutrophisation dans les réserves d'eau et déséquilibre dans l'environnement naturel (**ZELLA L., 2007**).

### **8.1. Les paramètres responsables de la dégradation de la qualité des eaux souterraines :**

### **8.1.1. Les nitrates :**

Participation à l'eutrophisation des cours d'eau dans le cas des nappes alluviales. En effet, en période de basses eaux où les rivières sont alimentées par les eaux souterraines, les nitrates présents en excès dans la nappe peuvent transiter vers la rivière et participer au phénomène d'eutrophisation. (ARIANE B., 2004).

### **8.1.2. Les pesticides :**

Bien que les effets des pesticides sur la santé humaine soient difficiles à évaluer, des risques aigus et chroniques sont aujourd'hui reconnus (effets cancérogènes, baisse de la fertilité...). Parmi les trois principaux groupes de substances (insecticides, herbicides, fongicides), les insecticides sont les plus nuisibles (GERIN et al., 2003)

Les sources de pesticides sont multiples : agriculture, jardins privatifs, entretien des espaces verts ou de la voirie, voies ferrées (ARIANE B., 2000)

### **8.1.3. Les autres micropolluants organiques :**

Les principales familles de micropolluants organiques (hors pesticides) sont :

- les composés organo-halogénés volatils (OHV) : ces substances sont synthétisées à partir d'hydrocarbures. (ARIANE B., 2004)

-Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) : ces composés sont issus de la combustion incomplète des produits pétroliers. (ARIANE B., 2004)

### **8.1.4. Les micropolluants minéraux :**

Les micropolluants minéraux étudiés dans ce rapport sont : l'antimoine, l'aluminium, l'arsenic, le bore, le cadmium, le chrome, le cuivre, le mercure, le nickel, le plomb, le sélénium et le zinc. L'évaluation de la qualité des eaux souterraines vis-à-vis des micropolluants minéraux est cependant très délicate. (ARIANE B., 2004).

La présence de l'un de ces micropolluants dans un échantillon d'eau peut avoir plusieurs origines :

- soit elle est naturelle, et alors liée au contexte géologique particulier de l'aquifère ;
- soit elle résulte d'un apport par les activités anthropiques ;

• soit son origine est mixte, c'est-à-dire qu'elle résulte à la fois d'un contexte naturel favorable à sa présence auquel s'ajoute une pollution. (**ARIANE B., 2004**).

### **I 8.2. Principales origines de la pollution des eaux souterraines :**

La pollution des eaux souterraines est favorisée par certains aménagements et pratiques :

-Mauvaises gestions des eaux de ruissellement.

- Interventions qui favorisent l'infiltration dans la nappe : Forage de puits sans précaution, ouverture du gravier, puits perdus (infiltration des eaux usées).

- Modification des pratiques agricoles : remplacement de la prairie par des cultures intensives (**GAUJOUS D., 1985**)

## Chapitre II : Matériel et Méthodes

## **II. Matériel :**

### **1. Matériel biologique : Voir Annexe N° I**

Le matériel biologique est représenté par :

-Eau de source Taberkachent

-Eau de source Beni Ali

En effet, nous avons réalisées 03 prélèvements pour chacune des sources.

### **2. Matériel non biologique :**

Le matériel non biologique (représenté par les verreries, les appareillages, les réactifs, les additifs et les milieux de culture) figure en **Annexe N° II**.

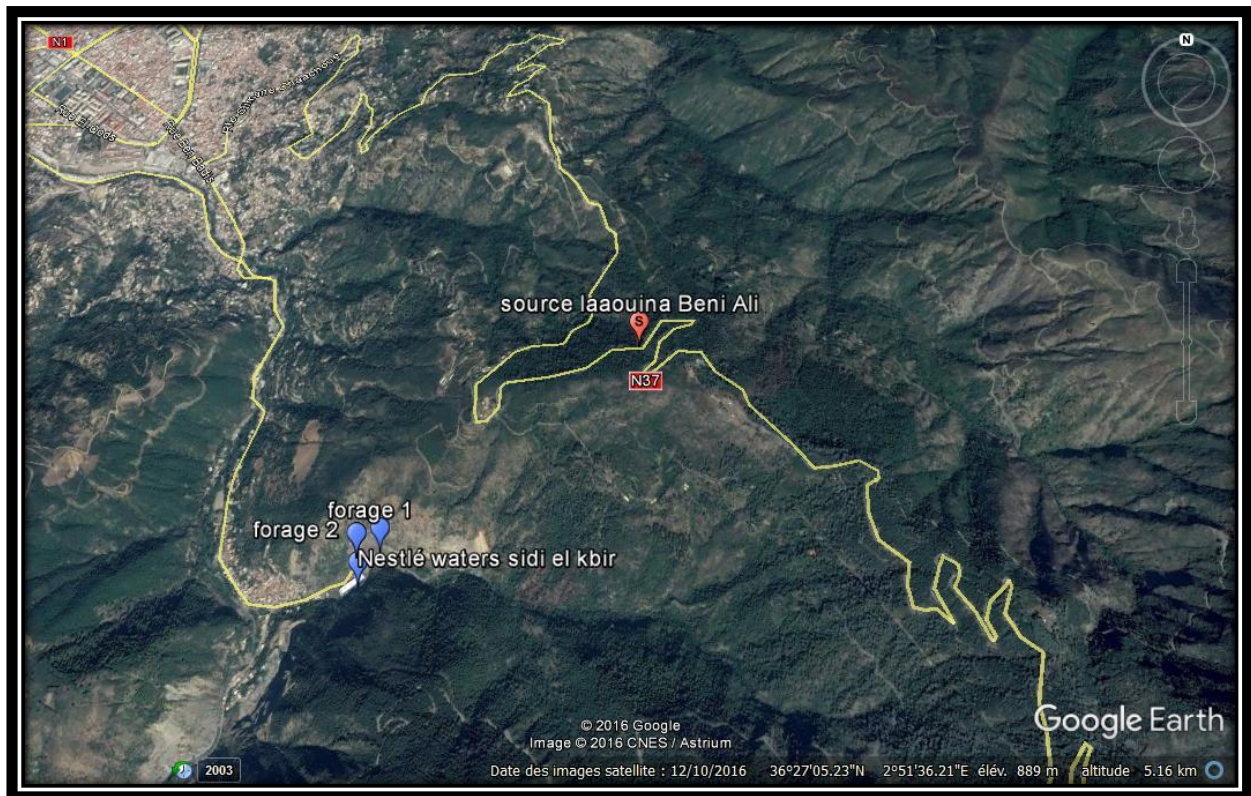
#### **Description de la zone d'étude Sidi El Kebir (Taberkachent) :**

Le site de captage de la source TABERKACHENT est situé au piémont septentrional de la montagne de l'Atlas Blidéen à moins de quatre kilomètres au SSW du chef-lieu de la ville de Blida et une cinquantaine de kilomètres au sud-ouest d'Alger.

Le site de captage est situé à 1km à l'est du village qui porte le nom du mausolée Sidi El Kebir, d'une altitude de 440m au niveau de la mer. Il est circonscrit dans une vallée très étroite (**Figure 02**), creusée au cœur d'une écaille calcaire formée par les reliefs d'orientation NW-SE du Djbel Hannous au sud de Djbel Feranoun au nord. (**Nestlé Waters, 2017**).

#### **Description de la zone d'étude Chréa (Beni Ali) :**

La source de Beni Ali laâouina, commune de Chera, se trouve à côté de la route nationale N°37, sur une altitude de 800m au niveau de la mer, caractérisée par un faible débit de 0.3 l/s. Qu'il sert à l'alimentation en eau potable pour les passagers. (**Figure 02**).



**Figure 02 :** Situation géographique des deux sources (Google earth, 2016)

### 3. Méthodes :

#### 3.1 Prélèvement de l'eau de source :

Dans le but de réaliser les analyses physico-chimiques et bactériologiques des deux eaux de sources, trois campagnes d'échantillonnages ont été programmées du mois de Février au mois d'Avril avec un espace d'environ un mois.

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc.) (RODIER., 2009).

Les différents prélèvements réalisés pour l'analyse de l'eau de source sont mentionnés dans le tableau suivant :

**Tableau 04** : Dates et heures des prélèvements effectuées sur les deux sources

Source	P01	P02	P03
Taberkachent	07-02-2017 A 10 :15	07-03-2017 A 10 :24	07-04-2017 A 10h :10
Beni Ali	10-02-2017 08h :30	10-03-2017 08h :37	10-04-2017 08h :16

**a-Prélèvement destiné aux analyses physico-chimiques et sensorielles :**

- Avant de procéder au prélèvement, rincer les bouteilles en plastique 2a 3 fois
- Les remplir directement de la vanne d'échantillonnage

**b-Prélèvement destiné aux analyses microbiologiques :**

Avant de procéder au prélèvement :

- Se laver très soigneusement les mains, les rincer a l'alcool et les laisser sécher ;
- Flamber le robinet à l'aide d'une flamme pendant au moins 1 minute ;
- Ouvrir le robinet et laisser couler 3 à 5 minutes avant de faire le prélèvement ;
- Flamber rapidement le bord du flacon, le remplir presque entièrement ;
- Flamber à nouveau le bord et mettre le bouchon.

Une fois le prélèvement terminé, inscrire sur l'étiquette les indicateurs nécessaires à l'identification du prélèvement (date et heure de prélèvement...)

**c- Prélèvement destiné aux analyses sensorielles :**

- Avant de procéder au prélèvement, rincer les bouteilles en plastique 2a 3 fois
- Les remplir directement de la vanne d'échantillonnage.

**4. Méthode d'analyses physico-chimiques :****4.1. Paramètre physiques :**



**a) La température :****Principe :**

La température est mesurée par un thermomètre et les valeurs obtenues sont estimés en degré Celsius au niveau du forage et au laboratoire.

**➤ Mode opératoire :**

Plonger le thermomètre dans l'échantillon (eau de forage et eau de source), et laisser l'appareil se stabiliser puis noter la valeur de la température.

**b) Le pH :****Principe :**

La mesure du pH d'une solution s'appuie sur la mesure du potentiel d'une électrode à hydrogène plongée dans la solution.

**➤ Mode opératoire :**

- Etalonner le pH-mètre par les solutions tampon (pH=4, pH=7), puis rincer l'électrode par l'eau distillée.
- Plonger l'électrode dans l'échantillon et laisser l'appareil se stabiliser puis noter la valeur du pH.

**c) La conductivité électrique :****Principe :**

La conductivité électrique (Ce) est déterminée directement à l'aide d'un conductimètre.

**➤ Mode opératoire :**

- Etalonner d'abord le conductimètre avec la solution de chlorure de sodium ou de potassium (1413 $\mu$ S/cm)
- Plonger l'électrode dans l'eau et attendre que la valeur se stabilise pour noter la (Ce) qui s'exprime en micro siemens par centimètre ( $\mu$ S/cm).
- L'électrode doit être rincée abondamment avec l'eau distillée après chaque mesure.

**d) La turbidité :****Principe :**

La turbidité est mesurée par un turbidimètre de lecture directe. L'unité est le Nephelometric Turbidity Unit (NTU), les mesures s'effectuent simplement après calibrage de l'appareil.

➤ **Mode opératoire :**

- Remplir une cuvette de mesure propre, avec l'échantillon à analyser et bien essuyer avec le papier hygiénique,
- Bien homogénéiser et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulles d'air avant la mesure.

#### 4.2. Méthode d'analyses Chimiques

##### a) La dureté totale (TH) :

**Principe :**

La dureté totale ou le titre hydrométrique (TH) d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas, elle est surtout due aux ions  $\text{Ca}^{+2}$  et  $\text{Mg}^{+2}$ .

➤ **Mode opératoire :**

- Mettre 100ml d'eau de source dans un erlenmeyer de 250ml ;
- Ajouter 8ml de la solution tampon (ammoniacal)  $\text{pH}=10$  ;
- Ajouter 3 gouttes de l'indicateur noir d'erichrome (couleur rouge) ;
- Mettre le bécher sur un agitateur magnétique pour mélanger continuellement l'échantillon ;
- Titrer avec la burette, la solution standard EDTA 0.05N jusqu'au virage du mélange au bleu stable. (Nestlé Waters, 2017).

**Expression des résultats :**

$$\text{TH (EDTA)} = (\text{VE} \cdot \text{C (EDTA)} \cdot 1000) / \text{Vs}, \text{ exprimé en mmol où :}$$

- **TH** : Titre hydrométrique exprimé en degré français :  $\text{TH (}^\circ\text{F)} = \text{TH (mmol)} \times 10$ .
- **VE** : volume d'EDTA du titrage de l'échantillon, en ml.
- **C(EDTA)** : concentration d'EDTA, en mol/l
- **Vs** : volume d'échantillon à analyser, en ml

##### b) Dosage des Chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) : (ISO 9267)

**Principe :**

La présente procédure a pour but de définir la méthode de mesurer la concentration des chlorures dans l'eau.

**-Mode opératoire :**

-Mettre 100ml d'échantillon dans un erlenmeyer 250ml

-Mesurer le pH qui doit être entre 5-9.5 si non ajuster le pH avec 0.1mol/l HNO<sub>3</sub> ou NaOH 0.1mol/l, rapporter le volume nécessaire pour ajuster le pH de l'acide ou la base à 0.01ml

-Mettre avec une autre pipette 100ml d'échantillon dans un erlenmeyer 250ml et ajouter le volume de l'acide ou la base et cette fois-ci sans contrôler le pH.

-Ajouter 1ml de K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>

-Titrer avec AgNO<sub>3</sub>, en agitant bien jusqu'au virage de la couleur jaune en jaune rosâtre ; après l'ajout d'une goutte de chlorure de sodium la couleur soit disparaître ; être cohérent dans la reconnaissance du point final.

-Noter le volume V<sub>A</sub> d'AgNO<sub>3</sub> standard ajouté, à 0.05ml

**c) Dosage du calcium et magnésium :****Principe :**

Le calcium peut être déterminé directement par la titration avec l'EDTA. Quand ce dernier est ajouté à l'eau, il se combine d'abord avec le calcium pour former un complexe rouge ; le magnésium, en grande partie, est précipité, l'indicateur utilisé (acide calcon carboxylique) se combine avec le calcium seulement, le magnésium est déterminé par le calcul.

**Mode opératoire :**

-mettre 50ml d'eau de source dans un erlenmeyer de 250 ml

-Ajouter 2ml de NaOH 2 mol/l ; ou un volume suffisant pour avoir un pH de 12 à 13

-Ajouter 0.2g d'indicateur acide calcon carboxylique et mixer

-Mettre le bécher sur un agitateur magnétique pour mélanger continuellement l'échantillon.

-Titrer avec la burette, la solution standard EDTA 0.01N jusqu'au virage du mélange au bleu claire stable.

-contrôler le point de la fin de titrage en ajoutant 2 gouttes d'EDTA pour être certain que la couleur ne change pas.

-Noter le volume d'EDTA de titrage VE en ml.

### Expression des résultats :

La concentration de calcium  $[Ca^{2+}]$  est calculée en mg/l, en utilisant l'équation suivante :

$$[Ca^{2+}] = (1000.40, 08.VE. C EDTA)/Vs \text{ ou :}$$

- **VE** : volume d'EDTA de titrage, en ml

- **C EDTA** : concentration d'EDTA, en mol/l

- **Vs** : volume de l'échantillon, en ml

- **40, 08** : Masse molaire du calcium. En g/mol

- **La concentration du Magnésium :**

$[Mg^{2+}]$ , exprimée en mg/l est déterminée par un calcul en utilisant la dureté totale (TH) exprimée en degré français ( $F^\circ$ ), et la concentration du calcium  $[Ca^{2+}]$ , exprimée en mg/selon la formule suivante :

$$[Mg^{2+}] = [(TH/5) - ([Ca^{2+}]/20.04)] * 12.15$$

#### d) Détermination de l'alcalimétrie :

- **Détermination de la concentration du titre alcalimétrique (TA) :**

-mettre 100 ml d'échantillon dans un erlenmeyer de 250 ml ;

-Ajouter 2 gouttes de phénolphtaléine, bien remuer ;

-Si la couleur ne devient pas rose : TA=0.

-Si la couleur rose apparaît titrer avec **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** 0.1N, jusqu'à la disparition complète de la couleur (solution A) (Nestlé Waters, 2017).

- **Détermination de la concentration du titre alcalimétrique complet (TAC) :**

-Ajouter à la solution (A) 2 gouttes de l'indicateur bromocrésol vert.

-Continuer de titrer par **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** 0.1N jusqu'à l'apparition de la couleur rose pâle. (Nestlé Waters, 2017).

### Expression des résultats :

$$TA = [(VA \times N \times 1000) / Vs] \text{ exprimé en mmol H}^+/\text{l}$$

$$TAC = [(VT \times N \times 1000) / Vs] \text{ exprimé en mmol H}^+/\text{l}$$

- **VA** : Le volume de la solution d'acide de titrage pour le TA, en ml

- **VT** : Le volume de la solution d'acide de titrage pour le TAC, en ml

- **Vs** : Le volume de l'échantillon analysé, en ml (=100ml)

- **N** : La normalité de la solution standard d'acide **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

Les résultats exprimés en °F= **TA x 5 & TAC x 5**.

### Méthodes d'analyses Microbiologiques :

Les analyses bactériologiques qui ont été effectuées au niveau du laboratoire de Nestlé waters de Blida, consistent à rechercher :

- Les Germes totaux ;
- Les Coliformes totaux et fécaux ;
- Les levure et moisissures ;
- Les Clostridium sulfito-réducteurs.
- *Pseudomonas aeruginosa*
- Les entérocoques intestinaux

### Méthode de filtration :

#### Principe :

Les analyses microbiologiques sont basées sur la méthode de filtration qui consiste à faire passer une quantité d'eau à analyser sur des membranes de 0.45 µm qui retiennent les bactéries, montées dans un appareil à filtration (La rampe de filtration). (Annexe)

#### Mode opératoire :

- Mettre en fonction l'appareil à vide et sous une haute à flux laminaire ;
- Flamber la surface supérieure de la rampe de filtration ainsi que les filtres et les entonnoirs et laisser refroidir ;
- Prendre une membrane millipores (Nitrate de cellulose) stérile près de bord à l'aide d'une pince stérilisé (Flamber et refroidie) et la déposer ensuite sur le support ;
- Placer l'entonnoir sur le support et le fixer fermement ;
- Agiter soigneusement le flacon de l'eau à analyser, et verser dans l'entonnoir les volumes requis selon le germe recherché ;
- Ouvrir le robinet pour laisser l'eau s'écouler lentement sous l'action du vide ;
- Retirer l'entonnoir, à l'aide d'une pince stérile déposer la membrane filtrante sur un milieu de culture sélective en évitant la formation des bulles d'air lors du dépôt de la membrane ;
- Incrire sur la boîte de pétri le numéro de l'échantillon ;
- L'inversion des boîtes de pétri empêche la condensation sur les membranes ;
- Après la période d'incubation, sortir et ranger les boîtes de pétries par ordre de numéro de l'échantillon. La lecture s'effectue le plus tôt possible après leur sortie de l'incubation.

**a) Recherche et dénombrement des germes totaux a 22C° :**

-Faire 250 ml de gélose de PCA (plat acount agar) ;

-Maintenir le milieu dans un bain marie a 45C° jusqu'au moment de l'emploi ;

-Le faire couler dans des boîtes de pétries de 55mm de diamètre et le solidifier sur paillasse ;

-Filtrer 100ml d'eau a échantillonnée ;

-Après filtration, récupérer les membranes à l'aide d'une pince stérile et les mettre sur les boîtes préparées contenant le PCA ;

-Incuber a 22C° pendant 72heures ;

-La lecture se fait à partir du 3ème jour :

Compter toutes les colonies présentent dans la boîtes de pétrie.

**b) Recherche et dénombrement des levures et moisissures a 22C° :**

- Faire fondre 250 ml de gélose glucosé (OGA base) ;
  - Le refroidir dans un bain marie à 45C° ;
  - Ajouter 5ml de l'additif sélectif oxytetracycline pour avoir le milieu sélectif OGA ;
  - Bien mélanger et couler le milieu dans les boites de pétries de 90mm de diamètre ;
  - Filtrer 250ml d'eau a échantillonnée ;
  - Après filtration récupérer les membranes à l'aide d'une pince stérile et les mettre sur le milieu OGA ;
  - Laisser incuber a 22C° pendant 5 jours ;
  - La lecture se fait à partir du 3ème jour ;
- \* Les levures apparaissent sous forme de colonies de contour bien défini, de couleur beige-rosé à bleu vert, elles peuvent être en relief 3D bombées
- \*Les moisissures présentent des colonies larges, de couleur variable, plates, avec un centre de couleur intense.
- \*Ne pas ouvrir la boite pour ne pas contaminer l'air.

### **c) Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux :**

- Faire fondre le Chromogenic Coliform Agar ou Gélose Chromogène pour les coliformes (CCA) ;
  - Le refroidir dans le bain marie à 45C° ;
  - Le faire couler dans des boites de pétries de 50mm de diamètre et le solidifier sur paillasse ;
  - Filtrer 250ml d'eau échantillonnée à travers une membrane stérile de 0.45um ;
  - Incuber a  $36 \pm 2$  °C pendant  $21 \pm 3$  heures ;
  - La lecture est réalisée après 24 heures et 48 heures et pour cela :
- \*Apparition de couleur bleue
- \*Apparition de couleur rose

### **d) Recherche et dénombrement des *Pseudomonas aeruginosa* :**

- Faire fondre 250 ml de CN Agar ;
- Maintenir le milieu dans un bain marie a 45C° jusqu'au moment de l'emploi ;
- Le faire couler dans des boites de pétries de 55mm de diamètre et le solidifier sur paillasse ;
- Filtrer 250ml à travers une membrane stérile de 0.45um d'échantillon ;
- Après filtration récupérer la membrane à l'aide d'une pince stérile déposer sur le milieu sélectif CN Agar ;
- Incuber a  $36 \pm 2$  °C pendant 48 heures.
- \*La lecture se fait après 24 heures et 48 heures.
- \*Examiner les colonies caractéristiques.
- Pigmentation bleu vert (pyocyanine) : confirmation Pa.
- Fluorescence sous lampe UV (365 nm) : suspicion Pa.
- Pigmentation brun rougeâtre : suspicion Pa

**e) Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs :**

- Faire fondre 250ml de gélose TSC (tryptose sulfite cycloserine agar)
- \*Maintenir le milieu dans une étuve a 45C°, jusqu'au moment d'utilisation
- Homogénéiser l'échantillon et prélever 50ml de cet échantillon ;
- Destruction de la forme végétative : par chauffage de l'échantillon dans le bain marie de à  $75 \pm 5$  C° pendant 15 min
- Provoquer la germination des spores par un choc thermique en déposant l'échantillon sous l'eau de robinet.
- Filtration de 50 ml à travers une membrane de 0.45 um
- Placer le filtre sur milieu gélose TSC
- Incuber à  $37 \pm 1$  C° pendant  $20 \pm 4$ h heures et  $44 \pm 4$ h dans des conditions anaérobiose en utilisant une jarre et un générateur d'anaérobiose et un indicateur anaérobiose.
- \*Examiner les colonies typiques noires



\*Teste de confirmation des colonies beige/gris

**f) Recherche et dénombrement des entérocoques intestinaux :**

-Faire fondre 250 ml de gélose de Slanetz et bartley, le refroidir dans un bain marie a 45C°

-Homogénéiser l'échantillon et filtrer 250ml de cet échantillon sur une membrane stérile de 0.45um

-mettre la membrane stérile sur milieu sélectif Slanetz et Bartley

-Incuber a  $36 \pm 2$  °C pendant 48 heures.

-La lecture se fait après 24 heures et 48 heures

\*Si les colonies rouges marrons ou rose, transférer la membrane sur milieu BEA préchauffé a 44C°

\*Incuber a  $44 \pm 0.5$ C° pendant 2heures et lire immédiatement les colonies avec halo noir tout autour : considérer comme positive



Chapitre  
III  
Résultats et discussion

Les résultats obtenus ont été comparés aux normes du Journal Officiel de la République Algérienne (J.O.R.A.D.P., 2015).

### 1. Analyses sensorielles :

**Tableau N°5 : Résultats des analyses sensorielles**

Paramètres Organoleptiques	Nombre du prélèvement					
	Source Taberkachent			Source laâouina		
	Février	Mars	Avril	Février	Mars	Avril
Couleur	T	T	T	T	T	T
Odeur	IN	IN	IN	IN	IN	IN
Gout	IN	IN	IN	IN	IN	IN

**T** : Transparent (ne présente aucun trouble à l'œil nu)

**IN** : L'eau présente un goût agréable et ne présente aucune couleur

### 2. analyses physico-chimiques :

#### 2.1. Température :

Les résultats de température obtenue pour les deux sources in situ sont notés dans le tableau N°5.

**Tableau N°6 : Température pour les deux sources**

Température °C	Source Taberkachent	Source Beni Ali Laâouina	Normes J.O.R.A.D.P N°3,2015
Février	21.6	17.4	<b>25°C valeur maximale limite</b>
Mars	22.3	12.6	
Avril	22.2	14.8	

**Tableau N°7 : Statistique descriptives de la moyenne, la variance de la température des deux sources**

<b>Statistiques Descriptives</b>	<b>Source Taberkachent</b>	<b>Source (Laaouina) Beni Ali</b>
<b>Moyenne</b>	22,033	14.93
<b>Variance (n-1)</b>	0.143	0.003

Selon notre étude statistique on remarque que la moyenne de la source " Taberkachent" est plus élevée par rapport à la source " Laâouina" cela montre qu'il y a une différence significative. D'une façon générale, la température des eaux est influencée par la saison de l'étude et l'origine dont elles proviennent (eau souterraine, eau de surface, eau de puits, eau de forage ou eau de citernes mobiles) (**RODIER, 1984**).

Les valeurs retrouvées dans la source " Taberkachent " (21.6, 22.3, 22.2) C° sont supérieures par rapport aux valeurs de la source "El Anzor" (09, 09, 10) C° (**HAMZAOUI.H, KERMOUCHE.F ; 2015**) et à la source "Attar" (14.3, 16.2, 15.9) C° (**SARI.H ; 2014**).

On constate que nos résultats montrent que la source « Taberkachent » (21.6, 22.3, 22.2) C° sont conformes aux normes de **J.O.R.A.D.P 2015** qui mentionne **25°C comme valeur maximale limite**.

Les températures de la source « Laâouina » (17.4, 12.6, 14.8) C° sont plus élevées par rapport aux températures de la source « El Anzor » (09, 09, 09) C° (**HAMZAOUI.H et KERMOUCH.F., 2015**), mais en les comparant à la source « Attar » (14.3, 16.2, 15.9) C° (**SARI.H., 2014**), on remarque qu'elles sont dans le même intervalle [12-17] C°.

On constate que nos résultats issus de la source « Laâouina » (17.4, 12.6, 14.8) C° sont dans les normes du **J.O.R.A.D.P 2015**.

Les eaux souterraines, dont la température au cours des saisons est d'environ 12 à 15°C, elles sont moins sensibles aux variations de température que les eaux superficielles dont la température varie de 2 à 30 °C et elles présentent l'avantage d'arriver dans le réseau de distribution. (**RODIER., 2005**)

Les résultats d'analyses Physico-chimiques sont mentionnés dans le tableau N°8 :

**Tableau N°8 : Résultats d'analyses physico-chimiques pour les deux sources**

Paramètres physico-chimiques	Source Taberkachent			Source Beni Ali Laâouina			Normes J.O.R.A.D. P N°3,2015
	Février	Mars	Avril	Février	Mars	Avril	
<b>pH</b>	7.64	7.60	7.83	7.16	7.26	7.17	6.5-8.5
<b>Conductivité</b> (µs/cm)	477	478	472	327	332	334	Au maximum 2800
<b>Turbidité</b> Unité JACKSON (NTU)	1	1.2	1.1	1.3	1.2	1.1	Au minimum 2
<b>Dureté totale TH</b> (Mg/L)	19.5	20	24.5	17.5	17	16	100-500
<b>TA (Mg/L)</b>	0	0	0	0	0	0	500
<b>TAC (Mg/L)</b>	17.5	17.4	17.2	12	11.3	11.5	200
<b>Chlorure (Mg/L)</b>	26.23	21.27	28.36	17.72	18.27	18	500
<b>Ca<sup>2+</sup> (Mg/L)</b>	56.12	56.12	56.12	41.68	92.10	48.10	200
<b>Mg<sup>2+</sup> (Mg/L)</b>	18.22	18.22	18.22	17.25	48.10	9.72	150

**Tableau N°09 : statistiques descriptives de la moyenne, la variance d'analyses physico-chimiques pour les deux sources. (Logiciel XLSTAT)**

Statistiques descriptives	Source Taberkachent		Source Beni Ali Laâouina	
	Moyenne	Variance (n-1)	Moyenne	Variance (n-1)
<b>pH</b>	7,690	0,015	7,197	0,003
<b>Conductivité</b>	<b>475,667</b>	10.333	<b>331,000</b>	13,000

( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )				
<b>Turbidité</b> (NTU)	1,100	0,010	1,200	0,010
<b>Dureté totale</b> <b>TH</b> (Mg/L)	21,333	7,583	16,833	0,583
<b>TA</b> (Mg/L)	0	0	0	0
<b>TAC</b> (Mg/L)	17,367	0,023	12	11,3
<b>Chlorure</b> (Mg/L)	25,287	13,234	17,997	0,076
<b>Ca<sup>2+</sup></b> (Mg/L)	56.12	0	60,627	753,232
<b>Mg<sup>2+</sup></b> (Mg/L)	18.22	0	25,023	413,575

Selon nos résultats de la moyenne des paramètres physico-chimiques (pH, conductivité, turbidité, TH, TA, TAC, chlorures, calcium et magnésium) des deux sources " Taberkachent" et " Laâouina" on constate qu'il y a une différence significative.

Les paramètres qui présentent une grande différence des valeurs entre les deux sources sont la conductivité qui présente une différence de moyenne de 144.667 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), qui est due selon (**RODIER, 1984**) en fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente. Elle sert aussi d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau .et est influencée par divers facteurs naturels et anthropiques dont, la géologie du bassin versant (la composition des roches).Les apports d'eau souterraine. L'évaporation de l'eau (qui augmente ou diminue la concentration d'ions dans l'eau (**HADE A., 2002**))

Le TAC qui présente une différence de moyenne de 5.367 (Mg/L) qui est du selon (**RODIER., 2009**) par les quantités d'hydroxydes, de carbonates ou d'hydrogénocarbonates alcalins ou alcalinoterreux présents dans l'eau.

Les chlorures qui présentent une différence de 7.29 (Mg/L) qui sont dus selon (**RODIER., 2009**) principalement à la nature des terrains traversés.

On constate qu'il y'a pas une différence significative pour Le paramètres TA qui présente une similitude entre les e deux sources ce qui confirme le résultat de (**HAKMI A., 2006**) qui Stipule que le TA est nul lorsque le pH est inférieur à 8,3.

## **2.2. pH :**

Selon les normes algériennes, le pH d'une eau souterraine est fixé entre **6.5** et **8.5**.

Les résultats des analyses physico-chimiques Par rapport aux valeurs de la source « Laâouina » (7.16, 7.26, 7.17) sont conformes aux normes fixées par le **J.O.R.A.D.P 2015**.

La moyenne du pH de la source « Taberkachent » (7.69) est un peu élevée par rapport à la source « El Anzor » (7.44) (**HAMZAOUL.H et KERMOUCH.F., 2015**), et à la source « Attar » (7.16) (**SARI.H., 2014**).

Ainsi nos résultats de la source « Taberkachent » (7.64, 7.60, 7.83) sont conformes aux normes fixées par le **J.O.R.A.D.P 2015**.

Nos résultats des analyses physico-chimiques montrent que la moyenne des valeurs pH (7.19) de la source « Laâouina » est un peu basse par rapport à la source "El Anzor" (**HAMZAOUL.H et KERMOUCH.F., 2015**), (7.44) et une brève par rapport à la source "Attar" (7.16) (**SARI.H., 2014**).

Tandis que nos résultats de la source" Laâouina" sont conforme aux normes fixées par le **J.O.R.A.D.P 2015**.

## **2.3. Conductivité :**

La conductivité de la source " Taberkachent" (475.6)  $\mu\text{s/cm}$  est conforme à la source "El Anzor" (462)  $\mu\text{s/cm}$  (**HAMZAOUL.H et KERMOUCH.F., 2015**), et à la norme algérienne **J.O.R.A.D.P 2015**.qui indique une valeur de 2800  $\mu\text{s/cm}$  comme valeur limite maximale. Par contre la conductivité de la source "Attar" est doublée plus élevée (881.6)  $\mu\text{s/cm}$  (**SARI.H., 2014**), par rapport à la source "Taberkachent" (475.6)  $\mu\text{s/cm}$ .

Ainsi, l'eau étudiée de la source " Laâouina" présente une valeur (331)  $\mu\text{s/cm}$  qui est conforme à la norme algérienne **J.O.R.A.D.P 2015** indiquant une valeur limitée de 2800 $\mu\text{s/cm}$ . Alors qu'elle est différente par rapport aux sources " El Anzor" (462)  $\mu\text{s/cm}$  (**HAMZAOUL.H et KERMOUCH.F., 2015**) et "Attar" (881.6)  $\mu\text{s/cm}$  (**SARI.H., 2014**), mais une différence qui reste toujours dans les normes.

#### 2.4. Turbidité :

L'eau étudiée de la source "Taberkachent" est une claire ; ceci est dû à l'infiltration de l'eau dans le sol, d'après le calcul de la moyenne de sa turbidité (1.1) NTU, on constate qu'elle est conforme à la source "Attar" (0.55) NTU (SARI.H., 2014), et à la norme algérienne **J.O.R.A.D.P 2015** qui recommande comme une valeur limite 2 NTU au maximum.

Ainsi, les résultats issus de la source "Laâouina" indique une turbidité de (1.2) NTU, qui est aussi conforme à la source "Attar" (0.55) NTU (SARI.H., 2014), et à la norme algérienne **J.O.R.A.D.P 2015** qui recommande comme une valeur limite 2 NTU au maximum.

#### 2.5. Dureté totale TH :

Les valeurs de la dureté et de TH enregistrées pour la source. Taberkachent (19.5, 20, 24.5) mg/l sont conformes à la valeur retrouvée pour la source « El Anzor » (20mg/l) d'une différence moins importante de 1.33 mg/l (HAMZAOUI.H et KERMOUCH.F., 2015) et plus basse par rapport à la source « Attar » (45.6 43.6 44.5) mg/l d'une différence plus importante que celle de la source « Taberkachent » (SARI.H; 2014), Ces valeurs concordent à la réglementation algérienne **J.O.R.A.D.P 2015**.(100-500)mg/l.

Par rapport aux résultats issus de la source Laâouina (17.5, 17, 16) mg/l sont conformes à la valeur retrouvée pour la source « El Anzor » (20mg/l) d'une différence plus importante que celle de Taberkachent de (3.16 mg/l) (HAMZAOUI.H et KERMOUCH.F., 2015), et plus basse par rapport à la source « Attar » (45.6 43.6 44.5) mg/l d'une différence plus importante que celle de la source « Taberkachent » (SARI.H., 2014), Ces valeurs concordent à la réglementation algérienne **J.O.R.A.D.P 2015**.(100-500)mg/l.

#### 2.6. TA / TAC :

Les valeurs du titre alcalimétrique (TA) (0) mg/l de la source Taberkachent sont conformes à la source Attar (0) mg/l (SARI.H., 2014), par contre à la source « El Anzor (HAMZAOUI.H et KERMOUCH.F., 2015) la moyenne retrouvée (4)mg/l est un peu plus élevé par rapport à la source « Taberkachent » et « Attar » mais reste conforme à la norme algérienne **J.O.R.A.D.P 2015** qui recommande comme une valeur limite de 500 mg/l.

Les valeurs du titre alcalimétrique (TA) (0) mg/l de la source « Laaouina » sont conformes à la source Attar (0) mg/l (SARI.H., 2014), par contre à la source « El Anzor » (HAMZAOUI.H et KERMOUCH.F., 2015) la moyenne retrouvée (4)mg/l est un peu plus élevé par rapport à



la source « Laaouina » et « Attar » mais reste conforme à la norme algérienne **J.O.R.A.D.P 2015** qui recommande comme une valeur limite de 500 mg/l.

Les résultats retrouvées de titre alcalimétrique complet (TAC) de la source « Taberkachent » est de moyenne de (17.36 mg/l) on constate qu'il existe une conformité avec la source « El Anzor » (18 mg/l) (**HAMZAOUL.H et KERMOUCH.F., 2015**) d'une déférence de 0.64 mg/l ainsi que sont conformes aux normes algériennes **J.O.R.A.D.P 2015**.

Par contre les valeurs obtenus de la source « Attar » (335, 335, 337) mg/l (**SARI.H., 2014**), sont plus élevées que nos résultats trouvées de la source « Taberkachent » et la source « El Anzor » (**HAMZAOUL.H et KERMOUCH.F., 2015**) mais reste conforme à la norme algérienne **J.O.R.A.D.P 2015** qui indique une valeur de 500 mg/l.

Les résultats obtenus de titre alcalimétrique complet (TAC) de la source « Laaouina » est de moyenne de (11.6 mg/l) est basse par rapport aux résultats trouvés de la source « El Anzor » (18 mg/l) (**HAMZAOUL.H et KERMOUCH.F., 2015**) on constate qu'il existe une conformité avec une déférence de (6.4 mg/l) ainsi que sont conformes aux normes algériennes **J.O.R.A.D.P 2015**.

Par contre les valeurs obtenus de la source « Attar » (335, 335, 337) mg/l (**SARI.H., 2014**), sont plus élevées que nos résultats trouvées de la source « Laaouina » et la source « El Anzor » (**HAMZAOUL.H et KERMOUCH.F., 2015**) mais reste conforme à la norme algérienne **J.O.R.A.D.P 2015** qui indique une valeur de 500 mg/l.

## **2.7. Chlorures :**

Les valeurs de La teneurs en chlorures dans la source « Taberkachent » (26.23, 21.27, 28.36) mg/l sont basse par rapport aux valeurs retrouvées dans la source « El Anzor » (38,99 mg/l) (**HAMZAOUL.H et KERMOUCH.F., 2015**), ainsi par rapport aux valeurs obtenus dans la source « Attar » (49, 49,52) mg/l (**SARI.H., 2014**). Ces taux sont conformes à la norme algérienne **J.O.R.A.D.P 2015**. Qui donne une valeur maximale de (500mg /l).

et par rapport à celles de la source de « Laâouina » (17.72, 18.27, 18) mg/l sont plus basse par rapport aux valeurs retrouvées dans la source « El Anzor » (38,99 mg/l) (**HAMZAOUL.H et KERMOUCH.F., 2015**), ainsi par rapport aux valeurs obtenus dans la source « Attar » (49, 49,52) mg/l (**SARI.H., 2014**). Ces taux sont conformes à la norme algérienne **J.O.R.A.D.P 2015**. Qui donne une valeur maximale de (500mg /l).

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

Nos résultats trouvés Pour la source « Taberkachent » 56.12 mg/l durant les trois mois sont conformes aux normes Algériennes qui donnent une valeur maximale de (200mg/l) **J.O.R.A.D.P 2015**, et aussi conforme à la source « Attar » (58mg/l) d'une faible différence de teneur de 1.88mg/l (**SARI.H., 2014**).

Pour celle de la source « Laâouina » les valeurs (41.68, 92.10, 48.10) mg/l concordent avec les normes Algériennes **J.O.R.A.D.P 2015**.et aussi conforme avec la source « Attar » (58mg/l) avec une différence de moyenne de 2 mg/l. (**SARI.H., 2014**).

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

Les valeurs de magnésium trouvées 18.22 mg/l durant les trois mois de la source « Taberkachent » sont plus basse a les valeurs retrouvées dans la source « Attar » (71,70 ,73) mg/l (**SARI.H., 2014**). Et sont conformes à la valeur préconisée par la règlementation algérienne qui exige une concentration de 150mg/l au maximum **J.O.R.A.D.P 2015**.

Par rapport à la source « Laâouina » les résultats obtenus (17.25, 48.10, 9.72) mg/l sont aussi plus basse que les résultats trouvés pour la source « Attar » (71, 70, 73) mg/l (**SARI.H., 2014**). et sont conformes aux normes Algérienne **J.O.R.A.D.P 2015**

### 3. Résultats et discussion des analyses microbiologique :

**Tableau N°10** : Résultats d'analyses microbiologiques pour les deux sources

Paramètres microbiologiques	Source Taberkachent			Source Beni Ali Laâouina			Normes J.O.R.A.D.P N°3,2015
	Février	Mars	Avril	Février	Mars	Avril	
<b>Germes totaux 22°C</b>	13	15	17	Plus de 100	Plus de 100	Plus de 100	100UFC/ml
<b>Germes totaux 37°C</b>	11	17	10	Plus de 100	Plus de 100	Plus de 100	10UFC/ml
<b>Coliformes totaux et fécaux</b>	10	5	7	Plus de 100	83	Plus de 100	10UFC/ml

<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0	0	0		00
Entérocoques intestinaux	0	0	0	0	0	0	00
Clostridium sulfito-réducteurs	0	0	0	0	0	0	00
Levures	22	2	1	7	2	0	00
Moisissures	0	0	0	0	0	7	00

**Tableau N°11** : statistiques descriptives de la moyenne, la variance d'analyses microbiologique pour les deux sources. (Logiciel XLSTAT)

Statistiques descriptives	Source Taberkachent		Source Beni Ali Laâouina	
	moyenne	variance	Moyenne	Variance
Germes totaux 22°C	15	4	Plus de 100	0
Germes totaux 37°C	12.667	14.333	Plus de 100	0
Coliformes totaux et fécaux	7.333	6.333	94.333	96.333
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0	0
Entérocoques intestinaux	0	0	0	0
Clostridium sulfito-réducteurs	0	0	0	0
Levures	8.333	140.33	3.000	13.000

<b>Moisissures</b>	0	0	2.333	16.333
--------------------	---	---	-------	--------

Notre étude statistique à montrer qu'il y a une différence significative dans les deux sources étudiées.

Les paramètres qui présentent une grande différence des valeurs entre les deux sources sont les germes totaux présentent une différence de moyenne de 85 colonies

Les coliformes totaux et fécaux présentent une différence significative de moyenne de 87 colonies, cela est dû Selon (**LEE et al., 2006**) due à une reviviscence bactérienne formation d'un biofilm sur les parois des conduites d'eau potable, particulièrement lorsque les concentrations de chlore libre sont faibles. et d'après (**RQEP., 2006**), ce type de bactéries est particulièrement sensible à la désinfection et a la particularité de se développer difficilement à l'intérieur d'un réseau. Sa présence indique qu'une contamination fécale s'est introduite.

On constate qu'il y'a pas de différence significative pour les *Pseudomonas aeruginosa*, Entérocoques intestinaux et Clostridium sulfito-réducteurs donc il n'existe pas de contamination selon nos résultats trouvés.

Concernant les deux eaux de sources (Taberkachent et Beni Ali), les analyses bactériologiques ont permis d'en déduire les résultats suivants :

### **3.1. Germes totaux :**

Les résultats obtenus de la source " Taberkachent " (13, 15,17) germes/ml à 22°C, sont conformes aux normes prescrites par la réglementation algérienne (**≤ 100 germes par ml à 22° C**) **J.O.R.A.D.P 2011.**

Les valeurs retrouvées de la source Taberkachent (11, 17, 10) germes/ml à 37°C au mois de Février et Mars ne sont pas conformes aux normes algérienne (**≤ 10 germes par ml à 37°C**) Et aussi pour la source de " Beni Ali " qui présente une contamination par les germes totaux avec des valeurs qui dépassent la norme (**plus de 100UFC/ml a 22C°**) **J.O.R.A.D.P 2011.**

Ces résultats ont probablement dû à une contamination accidentelle par les eaux de précipitations car le prélèvement a été réalisé dans une saison hivernale, selon (**RODIER J., 2009**) les eaux des nappes peu profondes peuvent souvent être contaminées après de fortes précipitations.

Selon (**Kermouch F et Hamzaoui H., 2015**) les valeurs des germes totaux trouvés aux niveaux de la source « El Boukri » (2.0.0) sont aussi conformes Algérienne **J.O.R.A.D.P 2011**.

Ainsi Selon (**SARI H., 2014**) les valeurs retrouvées (10.0.2) germes/ml à 22°C de l'eau de source Attar sont conformes aux normes prescrites par la réglementation algérienne (**≤ 100 germes par ml à 22° C**) **J.O.R.A.D.P 2011**. Aussi Les valeurs obtenus de la source Attar (**4, 8,10**) germes/ml à 37°C sont conformes aux normes algérienne (**≤ 10 germes par ml à 37°C**).

### **3.2. Les coliformes totaux et fécaux :**

La source « Taberkachent » présentent des valeurs (5, 7,10) colonies ce qui sont conformes aux normes algériennes (**10UFC/ml**) **J.O.R.A.D.P 2011**, par contre la source de « Beni Ali » présente une contamination par les coliformes totaux et fécaux avec des valeurs entre (83 à plus de 100) colonies. Ces valeurs sont non conformes elles dépassent la norme (**10UFC/ml**) fixée par la réglementation Algérienne **J.O.R.A.D.P 2011**.

Selon (**Kermouch F et Hamzaoui H., 2015**) les valeurs des coliformes totaux et fécaux trouvés aux niveaux de la source « El Anzor » sont aussi conformes. On constate l'absence des coliformes totaux témoignée par l'inexistence des tubes positifs confirmant l'absence des coliformes fécaux.

### **3.3. *Pseudomonas aeruginosa* :**

Nos Résultats trouvés 0 colonies révèle une absence totale de (*pseudomonas aeruginosa*) dans la source « Taberkachent » ce qui sont conformes aux normes algériennes **J.O.R.A.D.P 2006**, qui excluent sa présence, Ainsi que pour celle de la source « laâouina » les valeurs trouvées 0 colonies sont conformes aux normes Algérienne **J.O.R.A.D.P 2006**.

### **3.4. Les entérocoques intestinaux :**

D'après nos résultats les entérocoques intestinaux sont absents dans la source « Taberkachent » ce qui correspond aux normes algériennes qui excluent sa présence (**Nestlé Waters., 2017**).Aussi sont absents pour celle de la source « Laâouina » ce qui conformes à la norme présenté par (**Nestlé Waters., 2017**).

### **3.5. Clostridium sulfito-réducteurs :**

Les deux formes des Clostridium Sulfito- Réducteurs (sporulées et végétatives) sont absentes dans la source « Taberkachent », ce qui est conforme à la source « El Anzor » 0 mg/l (**Kermouch F et Hamzaoui H., 2015**) et la source « Attar » (**SARI.H., 2014**), et correspond aussi aux normes algériennes qui excluent sa présence. **J.O.R.A.D.P 2006.**

Ainsi que, pour celle de la source « Laâouina » les valeurs trouvées 0 colonies sont conformes à la source « El Anzor » 0 mg/l (**Kermouch F et Hamzaoui H., 2015**) et la source « Attar » (**SARI.H., 2014**), et correspond aussi aux normes algériennes qui excluent sa présence **J.O.R.A.D.P 2006.**

### **3.6. Levures et moisissures :**

#### **Levures :**

D'après nos résultats les levures sont présentes dans la source « Taberkachent » (22, 2, 1) ce qui n'est pas conforme aux Nestlé waters qui excluent sa présence (**Nestlé Waters., 2017**). Aussi sont présentes dans la source « Laâouina » sauf le mois d'avril (7,2,0) ce qui n'est pas conforme à la norme présentée par Nestlé waters (**Nestlé Waters., 2017**).

#### **Moisissure :**

Les résultats obtenus de la source « Taberkachent » est de 0 durant les trois mois de prélèvement ce qui est conforme à la norme présentée par Nestlé waters (**Nestlé Waters., 2017**). Par contre la source « laâouina » (0, 0,7) sont conformes à la norme présentée par Nestlé waters sauf pour le mois d'avril (7) qui est non conforme à la norme présentée par Nestlé waters. (**Nestlé Waters., 2017**).

Ces résultats ont probablement dû à une contamination accidentelle par les eaux de précipitations, selon (**RODIER J., 2009**) les eaux des nappes peu profondes peuvent souvent être contaminées après de fortes précipitations.

## Conclusion

Au terme de notre travail qui a porté sur une étude comparative de la teneur en ions " calcium et magnésium" de deux types d'eaux de la région Sidi El Kebir (Tabrekachent) et Chréa (Beni Ali) de la wilaya de Blida.

❖ L'analyse organoleptiques des deux eaux de sources montrent que :

Les échantillons prélevés sont clairs ne présentent ni odeur, ni saveur désagréable.

❖ L'analyse physico-chimique des eaux des deux sources a montré que :

Ses eaux sont légèrement alcalines ne dépasse pas 8,5. Une dureté moyennement qui est entre (21 et 16) mg/l donc c'est une eau qui est moyennement dure.

❖ L'analyse bactériologique de ces eaux est révélée :

Une bonne qualité bactériologique concernant les sources « Taberkachent » suite à l'absence des germes pathogènes pendant la période d'étude qui signifie que cette eau de sources est parfaitement protégée et loin d'être contaminée.

❖ La qualité bactériologique inacceptable de la source « laâouina » est due à une contamination accidentelle par l'infiltration des eaux de précipitation. Il est nécessaire donc de signaler sa fragilité et sa vulnérabilité à la pollution au cours de ces périodes.

### Perspectives :

A l'avenir, il serait souhaitable de poursuivre ce travail par :

- ✚ Effectuer plusieurs essais pour avoir des résultats plus fiables
- ✚ Etudier d'autres sources en Algérie
- ✚ Faire d'autres analyses d'autres ions et aussi les essayer sur des animaux et voir la carence en élément.
- ✚ Faire une étude statistique générale.

## Références Bibliographiques

### A

- ❖ **ARIANE B et IFEN.,** 2004. L'état des eaux souterraines en France : Aspects quantitatifs et qualitatifs. Institut français de l'environnement, 36 p. 20p
- ❖ **ARMAND L.,** 1996. Mémento technique de l'eau. Edition : Tec et Doc. P : 37.
- ❖ **APPORT NUTRITIONNELS CONSEILLES POUR LA POPULATION FRANCAISE.,** Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, 3e édition, Ed. Tec & Doc. 2001
- ❖ **APPORT NUTRITIONNELS CONSEILLES POUR LA POPULATION FRANCAISE.,** Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments, 3e édition, Ed. Tec & Doc. 2001
- ❖ **AVIOLI LV.,** Calcium and osteoporosis.- Ann. Rev. Nutr., 1984, 4, 471-491

### B

- ❖ **BEAUDRY J.MOUNIQUE H.,** 1992. Chimie des eaux.2éme édition
- ❖ **BERNE F et CORDONNIER J.,** 1991. Traitement des eaux. Edition : Tec. P : 6-14
- ❖ **BREMAUD C.,** 2006. Alimentation, santé, qualité de l'environnement et du cadre de vie en milieu rural, édition Educagri. 231 p.
- ❖ **BOURGEOIS C.M et MESCLE J.F.,** 1996. Microbiologie alimentaire : aspect Microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Edition Lavoisier .P : 5- 6.
- ❖ **BONNEFOY et al.,** 2002.Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaires. Edition Doin.p19, 20,21.
- ❖ **BERNARD C., 2007.** Introduction à l'étude de la médecine expérimentale. Edition Bibliobazaar .llc.
- ❖ **BLACK DM, GREENSPAN SL, ENSRUD KE, PALERMO L, MCGOWAN JA, et al.** 2003. The effects of parathyroid hormone and alendronate alone or in combination Post-menopausal osteoporosis. N Engl J Med 349: 1207-15
- ❖ **BONNIN J.,** 1982. Aide-mémoire d'hydraulique urbaine. Edition. Eyrolles. P: 23-2427-32 33.
- ❖ **BLIEFERT C. and PERRAUD R.,** (2001). Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Déchets. Paris, Université De Boeck, 477p.



- ❖ **BRIOT K. et al.** Actualisation 2012 .des recommandations françaises du traitement médicamenteux de l'ostéoporose post-ménopausique. Joint Bone Spine. 2012 ; 79:304-13

## C

- ❖ **COULAIS J .M.,** 2002. Qualité des eaux et normes de potabilité en deux serves. Edition. Des ateliers.
- ❖ **CARDOT C.,** 1999. Les traitements de l'eau : procédés physico-chimiques et biologiques, cours et problèmes résolus : génie de l'environnement. Edition Elipses.P71.

## D

- ❖ **DUPOUNT A.,** 1981.Hydraulique urbaine : Hydrologie captage et traitement des eaux .tome 1.5ème édition : Eyrolles.Paris.p66.
- ❖ **DEGREMONT G.,** 2005.Mémento technique de l'eau. Tome 1, 10eme édition : Tec et Doc. P : 3- 38.
- ❖ **DEGREMONT G.,** 1978.mémento technique de l'eau.8<sup>ème</sup> Edition .Rueil-Malmaison : DEGREMONT-paris.1200p.
- ❖ **DEGREMONT G.,** 2005.Mémento technique de l'eau. Tome 1, 10eme édition : Tec et doc. P : 3- 38.
- ❖ **DUPONT A., 1974.** Hydraulique urbaine. « Hydrologie, captage et traitement des eaux ».Tome 1.3eme édition : Eyrolles. Paris .P: 26-28-34-64.

## E

- ❖ **EDBERG R., RACZYNSKI M., PROST J.C. et ELMUR T.,** 2000. Aide à la Fiabilisation de l'eau potable en milieu rural. Aspect techniques et financiers .Oieau, France .P : 5.

## G

- ❖ **GAUJOUR D.,** 1995. La pollution des milieux aquatiques : Aide-mémoire. 2eme édition : Lavoisier. P : 49.
- ❖ **GENOUTDET.,** 2001. L'eau de robinet : de la source au verre. Extrait de dossier de Bulletin de l'association médicale Kouzmine internationale

- ❖ **GERIN M., GOSSELIN P., CORDIER S., VIAU C., QUENEL P., DEWAILLY E.**, 2003. Environnement et Santé publique. Fondements et pratiques. Éditions Tec & Doc, 1 023 p.
- ❖ **GOMELLA G., GUERREE H. et NEVEUX MARC**, 1974. La distribution de l'eau dans les agglomérations urbaines et rurales. Edition Eyrolles.
- ❖ **GOMELLA G et GUERREE H.**, 1980. Guide de l'alimentation en eau dans les agglomérations urbaines et rurales. Tome 1 : La distribution. 3eme édition Eyrolles. P : 21-22
- ❖ **GRIO** (Groupe de Recherche et d'Informations sur les Ostéoporoses). L'ostéoporose en 100 questions. Edition 2003.

### H

- ❖ **HADRE ANDRE .**, nos lacs : les connaitre pour mieux les protéger. Editions fides ,2002. 360p.
- ❖ **HAKMI A.**, traitement des eaux " traitement de de l'eau de source bousfer Université des sciences et de la technologie Oran - Licence 2006
- ❖ **HAMZAOUI H et KERMOUCHF.**, Etude comparative entre l'eau de trois sources (El Anzor, El Boukri et Ami Saleh) de la wilaya de Blida sur les plans physico-chimique et bactériologique. 2015
- ❖ **HASLAY C et LECELER H.**, 1993. Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition : Tec et Doc .Lavoisier . Paris : 101-107
- ❖ **HOFFMANN et al.**, 2014.l'eau : les petits vocabulaires de la géologie .éditions confluentes .Suède.p36, 89, 111

### K

- ❖ **KEMMER F.**, 1984. Manuelle de l'eau .Edition : Lavoisier technique et documentation : 95- 96-112.
- ❖ **KENNEY MA., MC COY H., WILLIAMS L.** - Effects of magnesium deficiency on strength mass, and composition of rat femur. - Calcif. Tissue Int., 1994, 54, 44-49
- ❖ **KETTAB A.**, 1992. Traitement des eaux. Les eaux potables. Edition : Office des Publications Universitaires. Alger : 4. P 118-111-123.

### L

- ❖ **LANTEIGNE J.**, 2003. Encyclopédie de l'agora. Informations bibliographiques. 6ème édition : Dunod, Paris.
- ❖ **LAZHAR GRAINI.**, 2011. Contrôle de la pollution de l'eau par méthode acousto-optique. Mémoire de magister. Université FERHAT ABBAS-SETIF. P106.
- ❖ **LEPELTIER S.**, 2005. Un bon état écologique des eaux
- ❖ **LEYRAL et VIERLING.**, 2001. Microbiologie et toxicologie des aliments hygiène et sécurité alimentaire 3<sup>ème</sup> Edition Doin-paris.p280.

### M

- ❖ **MARCEL F.R.**, 1986. Dictionnaire français d'hydrologie de surface. Edition : Masson.P : 94.
- ❖ **MERCIER J.**, 2000. Le grand livre de l'eau. Edition : La reconnaissance du livre. Collecte art de vivre. P 91.
- ❖ **MAGNESIUM AND AGEING.**, I. Experimental data: importance of oxidative damage. Rayssiquier Y ET coll. Magnesium research, 1993 Dec; 6(4):369-78.
- ❖ **MARSILY G.**, 1995. L'eau. Edition : Flammarion 128.
- ❖ **MARGAT J.**, 1992. L'eau dans le bassin méditerranéen. Situation et perspective. Edition : Harmattan.
- ❖ **MBEUKAM KAMGANG ELISABETH.**, 2013. Evaluation de la qualité bactériologique et physico – chimique des eaux du lac municipal d'akonolinga. Département des sciences biologiques. (DI.P.E.S. II). Université de YAOUNDE I. P60.
- ❖ **MUSY A et HIGY C.**, 2004 Hydrologie : une science de la nature édition press polytechnique et universitaire, Romandes.314p

### N

- ❖ **NAUCIEL C.**, 2001. Bactériologie médicale. Edition Masson-paris.p106, 107, 127.

### P

- ❖ **PERRY J.**, 1984. Microbiologie : cours et question de révision. Edition Dunod. Paris
- ❖ **POMEROL C et RENARD M.**, 1997. Élément de géologie. 11ème édition : Masson. P : 523

### R

- ❖ **RQEP.**, 2006. Règlement sur la Qualité de l'Eau Potable, Vol.2, présentation Du règlement, Québec, Canada, 282p.
- ❖ **RODIER J. BAZIN C. BROUTON J-C. CHAMBOU P. CHAMPSAUR H. et RODI I** ; 2009, L'analyse de l'eau, 9 ème édition Bordas-Paris, 328P.
- ❖ **RODIER J.**, 2005. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8eme édition : Dunod, Paris.
- ❖ **RODIER J. BAZIN C. BROUTON J-C. CHAMBOU P. CHAMPSAUR H.**; 2005, Analyse de l'eau, 8ème édition Dunod-Paris. p 945 1078.
- ❖ **RODIER J.**, 1996. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer.
- ❖ **RODIER J.**, 1984. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Edition Dunod Paris
- ❖ **RUSSEL LEE et MAC DOWELL-** Minerals in animal and human nutrition, Academic Press, San Diego NewYork, 1992, 524p

## S

- ❖ **SARI.H.**, Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de source « Attar »(Tlemcen). 2014
- ❖ **SHEA B, WELLS G, CRANNEY A et al.** Meta-analyses of therapies for postmenopausal osteoporosis. VII. Meta-analysis of calcium supplementation for the prevention of post-menopausal osteoporosis. Endocr Rev 2002 ; 23:552-9

## V

- ❖ **VERONIQUE C.**, 2004. prévention nutritionnelle de l'ostéoporose. Edition : médicales nationales. Lavoisier 2004. p : 66-166
- ❖ **VERONIQUE C.**, 2004 .prévention nutritionnelle de l'ostéoporose. Edition : médicales nationales. Lavoisier 2004. p : 2-16
- ❖ **VILAGINES R.**, 2003.Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. 2eme Edition : Tec et Doc. Lavoisier. P : 3- 187.
- ❖ **VILAGINESEs R.**, 2010. Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. 3<sup>ème</sup> édition:Tec et Doc. Lavoisier. P : 5-217.
- ❖ **VILAGINESE R.**, 2010. Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. 3<sup>ème</sup> édition:Tec et Doc. Lavoisier. P : 7-217.
- ❖ **VILAGINESE R.**, 2010. Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. 3<sup>ème</sup> édition:Tec et Doc. Lavoisier. P : 20-217.

- ❖ **VILAGINESE R.**, 2010. Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. 3<sup>ème</sup> édition: Tec et Doc. Lavoisier. P : -217.
- ❖ **VILAGINES R.**, 2000. Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. Edition : Tec et Doc. Lavoisier

### W

- ❖ **WHO** (World Health Organization)., 1994. Directive de qualité de l'eau de boisson. Critères d'hygiène. 2eme édition. Vol 2. Genève.

## Autres références

**SITE INTERNET 01 :** <http://www.alloprof.qc.ca/BV/pages/s1381.aspx>-

**SITE INTERNET 02 :** **INPES** – Livret d’accompagnement destiné aux professionnels de santé disponible sur le site <http://www.inpes.sante.fr/CFESBases/catalogue/pdf/959.pdf>  
[consulté le 06/06/2014](#)

**JORADP., 2011,** JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 34.

**JORADP., 2015,** JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N°03

**JORADP., 2006,** JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 27

**Logiciel, XLSTAT., 2017**

## Annexe N°I



**Figure 02 :** Situation géographique des deux sources (Google earth, 2016)



**Figure 03 :** photo de source Beni Ali Laaouina (Chrea)



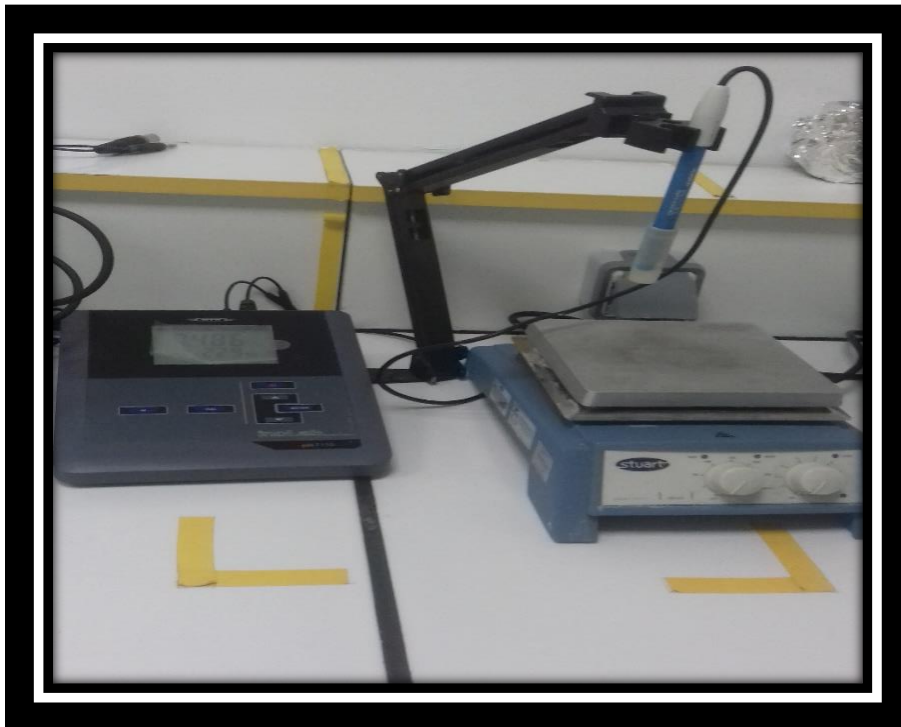


Figure 04 : La Rampe de filtration a flux laminaire



Figure 05 : Etuve a 36C° et 22C°





**Figure 06 : pH mètre et conductimètre**



**Figure 07 : Turbidimètre**

## Annexe N°II

### Verreries

- Bécher
- Erlenmeyer
- Burettes
- Pipettes graduées
- Boîte de pétri
- éprouvettes graduées
- Jarre d'anaérobie
- Bouteille en plastique
- Flacons en verre stériles (250 ml)

### Appareillages

- pH mètre
- Conductimètre
- Turbidimètre
- Agitateur
- Balance 2electronique
- Bec bunsen
- Autoclave
- étuve de 22C°, 36C°et 44.5C°
- Thermomètre
- Bain marie 45C°
- Rampe à flux laminaire
- Lampe sous ultra-violet
- haute à flux laminaire
- Réfrigérateur
- Distillateur
- Pinocchio super 2

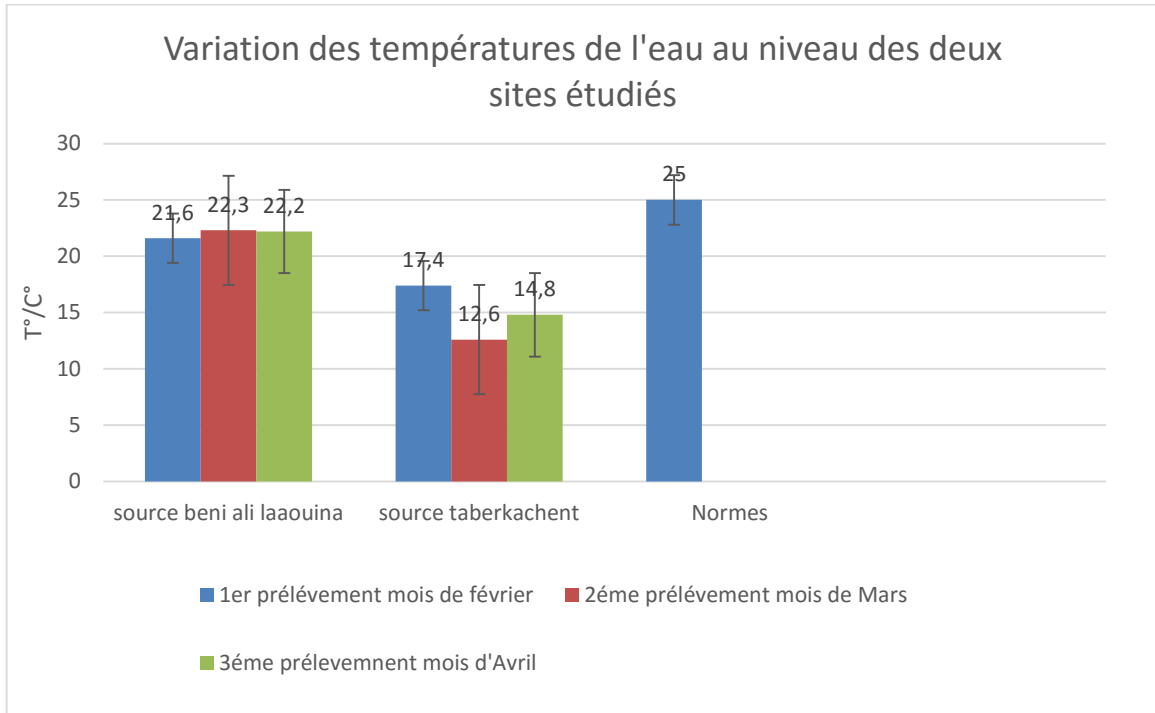
### Milieux de cultures

- gélose de PCA (plat acount agar)
- gélose glucosé (OGA base)
- gélose lactosée au Tergitol 7
- CN Agar
- gélose TSC (tryptose sulfite cycloserine agar)
- gélose de Slanetz et bartley

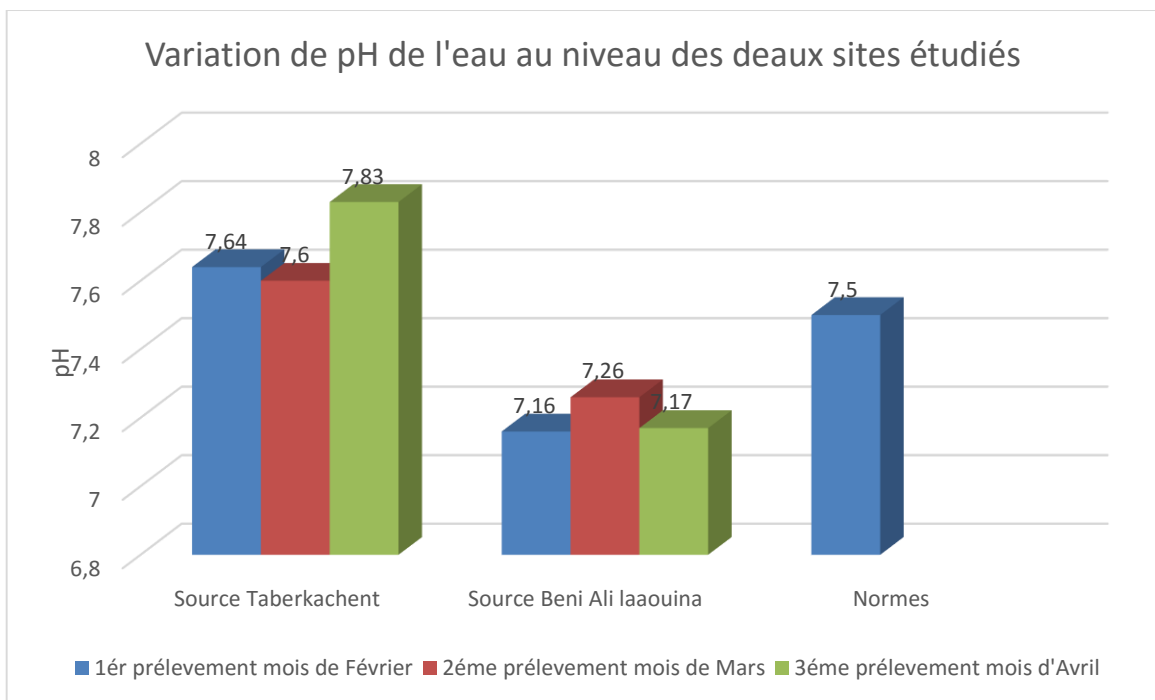
### Réactifs et solutions

- Acide calcon carboxylique
- Solution NaOH
- Solution standard EDTA 0.01N
- Acide chlorhydrique (HCL)
- Solution de chlorure de sodium ou de potassium
- Phénophtaléine
- Solution **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** 0.1N
- Indicateur vert bromocrésol
- Solution standard d'AgNO<sub>3</sub>
- Solution tampon (ammoniacal) pH=10
- Indicateur noir d'erichrome
- Solution standard EDTA 0.05N

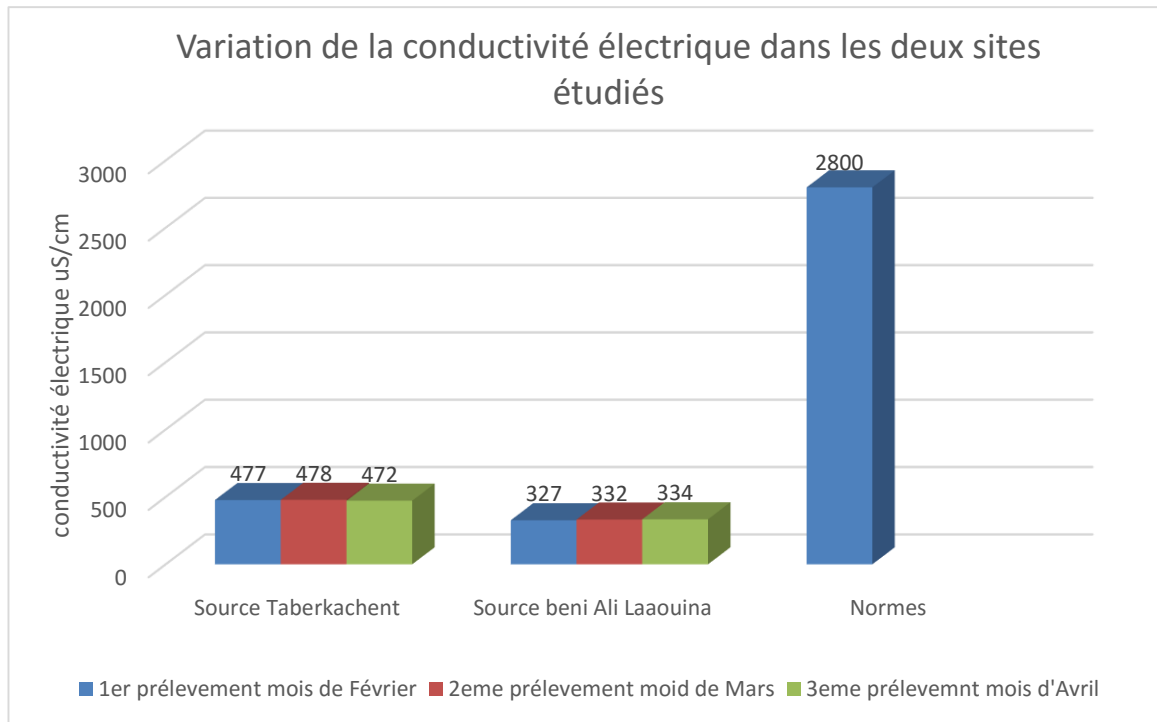
### Annexe N°III



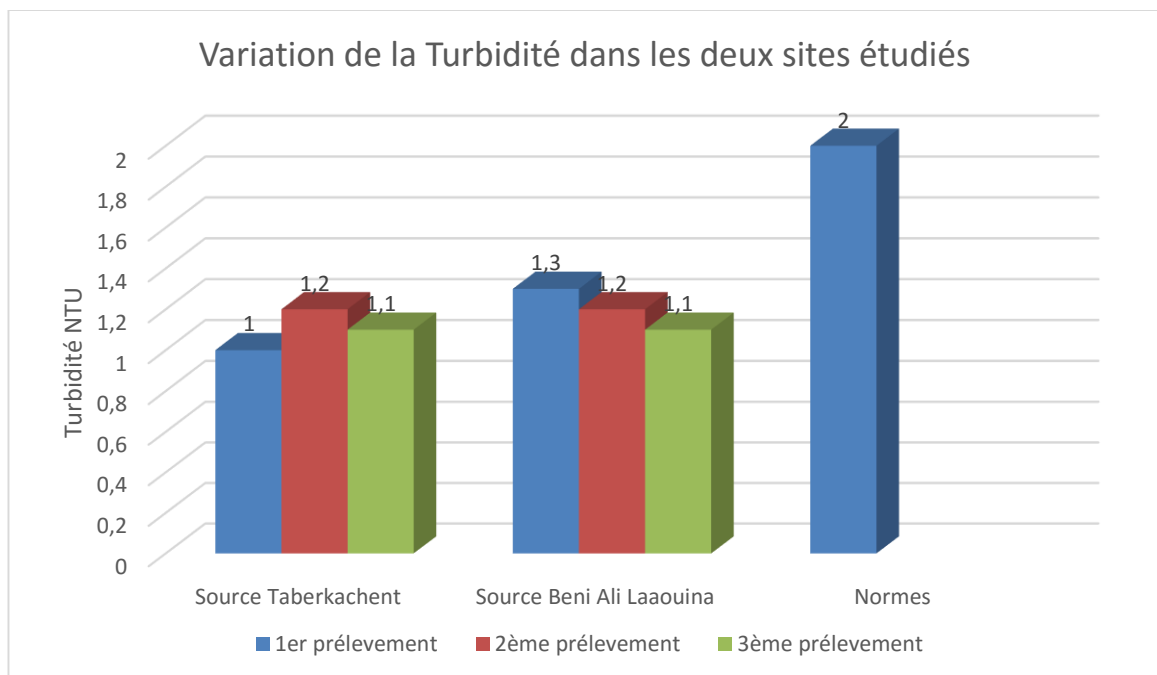
**Figure 08 :** Variation des températures de l'eau dans les deux sources



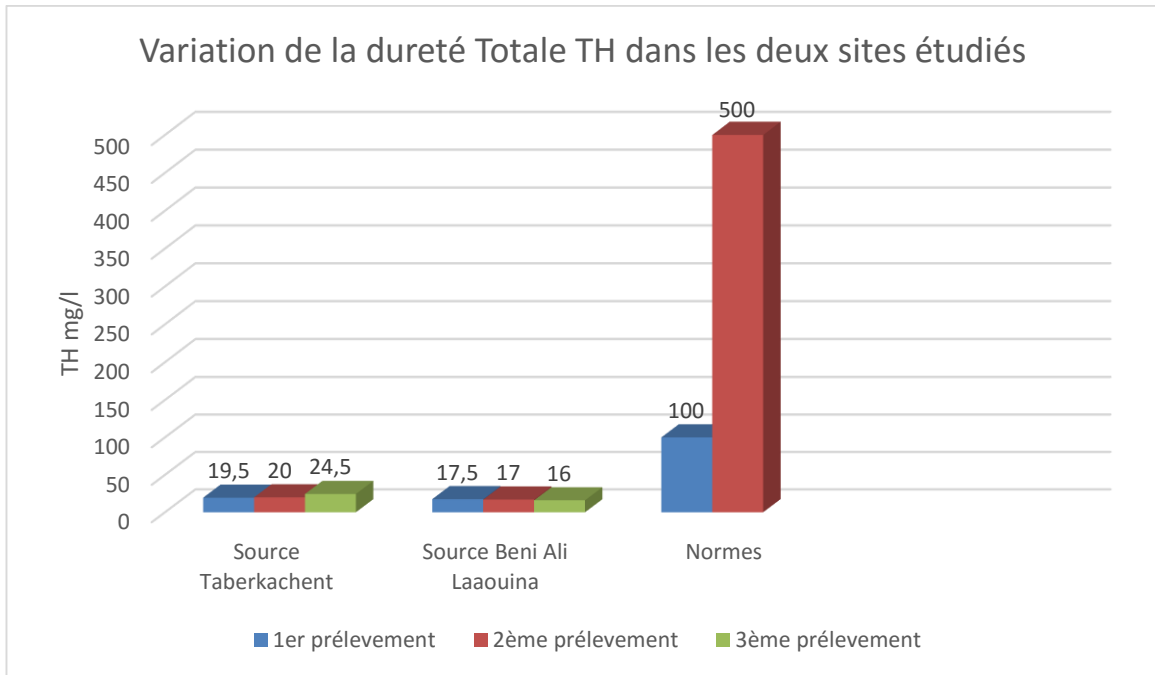
**Figure 09 :** Variation de pH de l'eau dans les deux sources



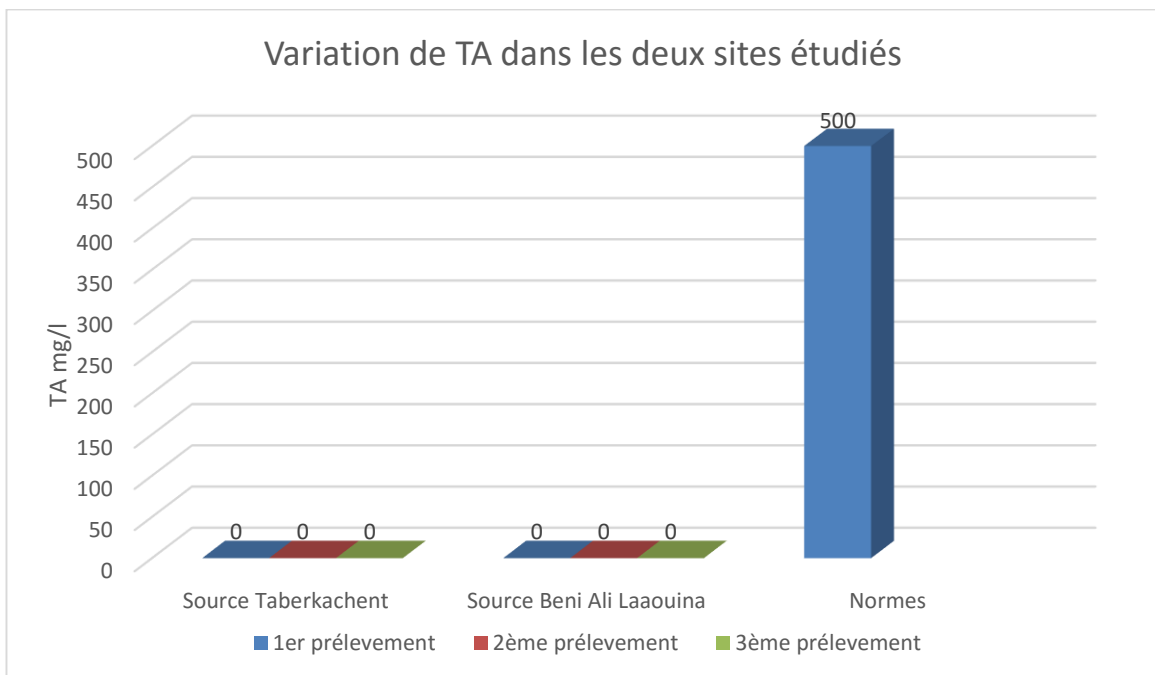
**Figure 10** : variation de conductivité dans les deux sources



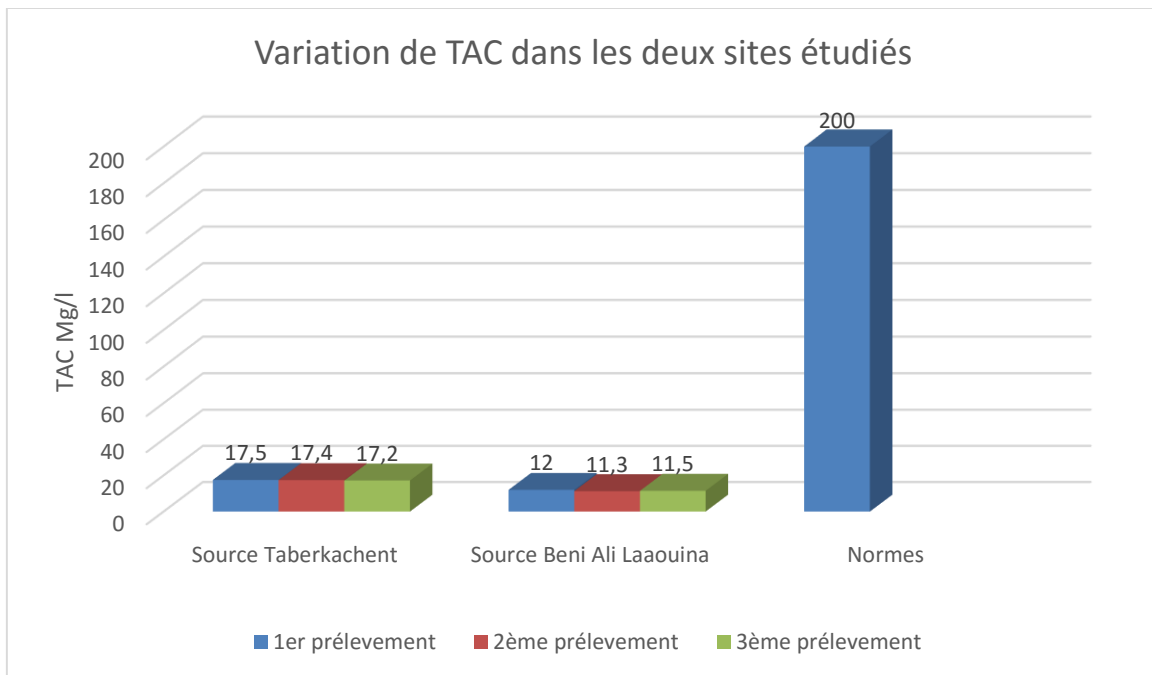
**Figure 11** : variation de la Turbidité dans les deux sources



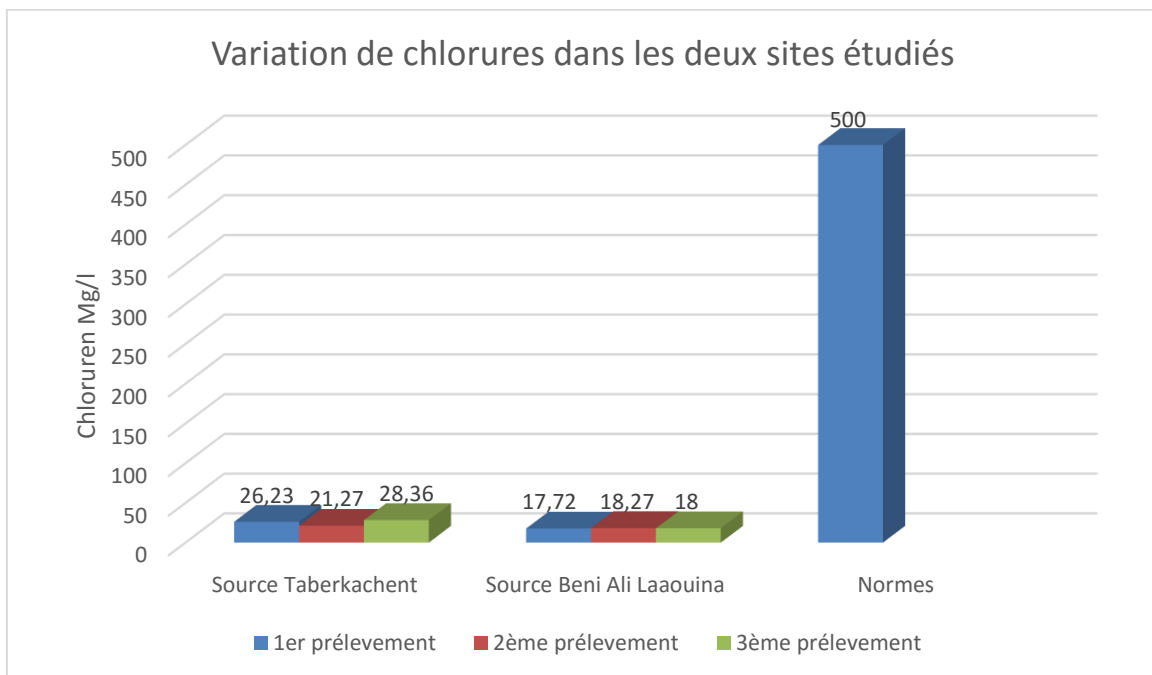
**Figure 12** : variation de TH dans les deux sources



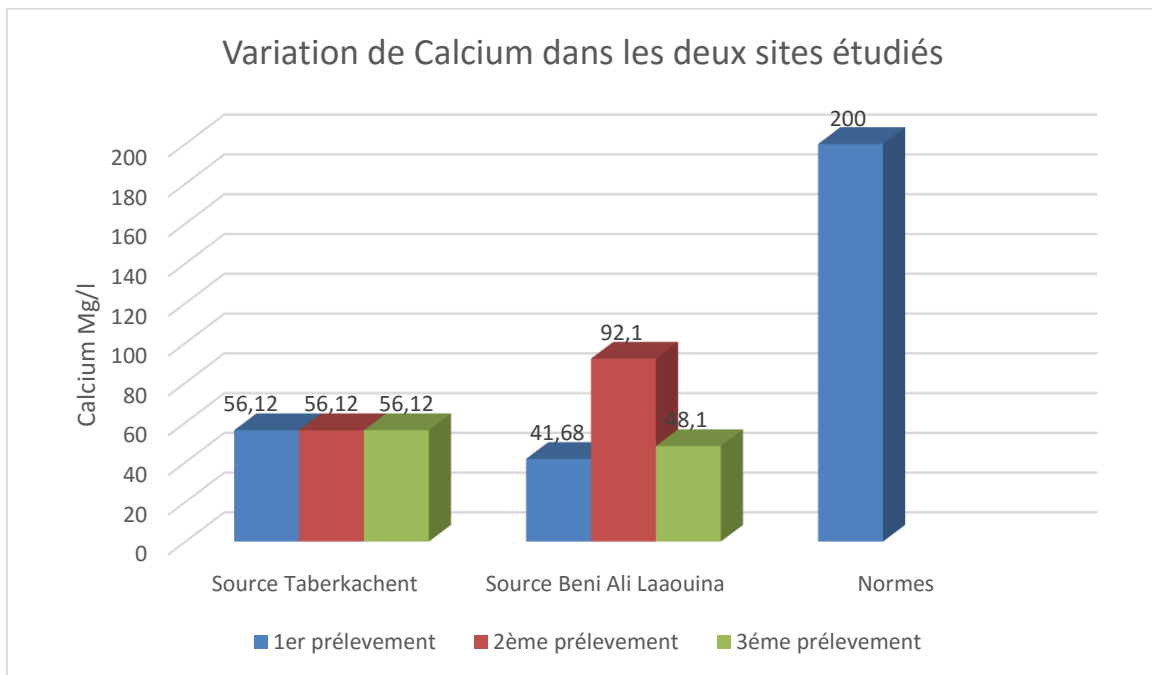
**Figure 13** : variation de TA dans les deux sources



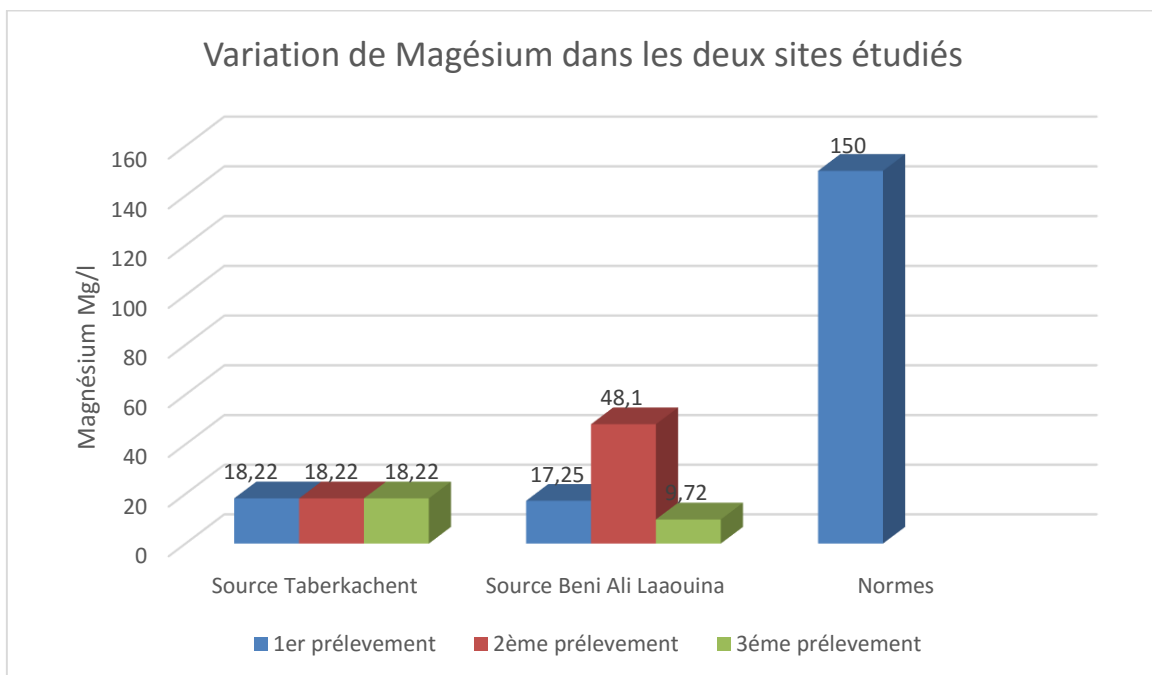
**Figure 14 :** variation de TAC dans les deux sources



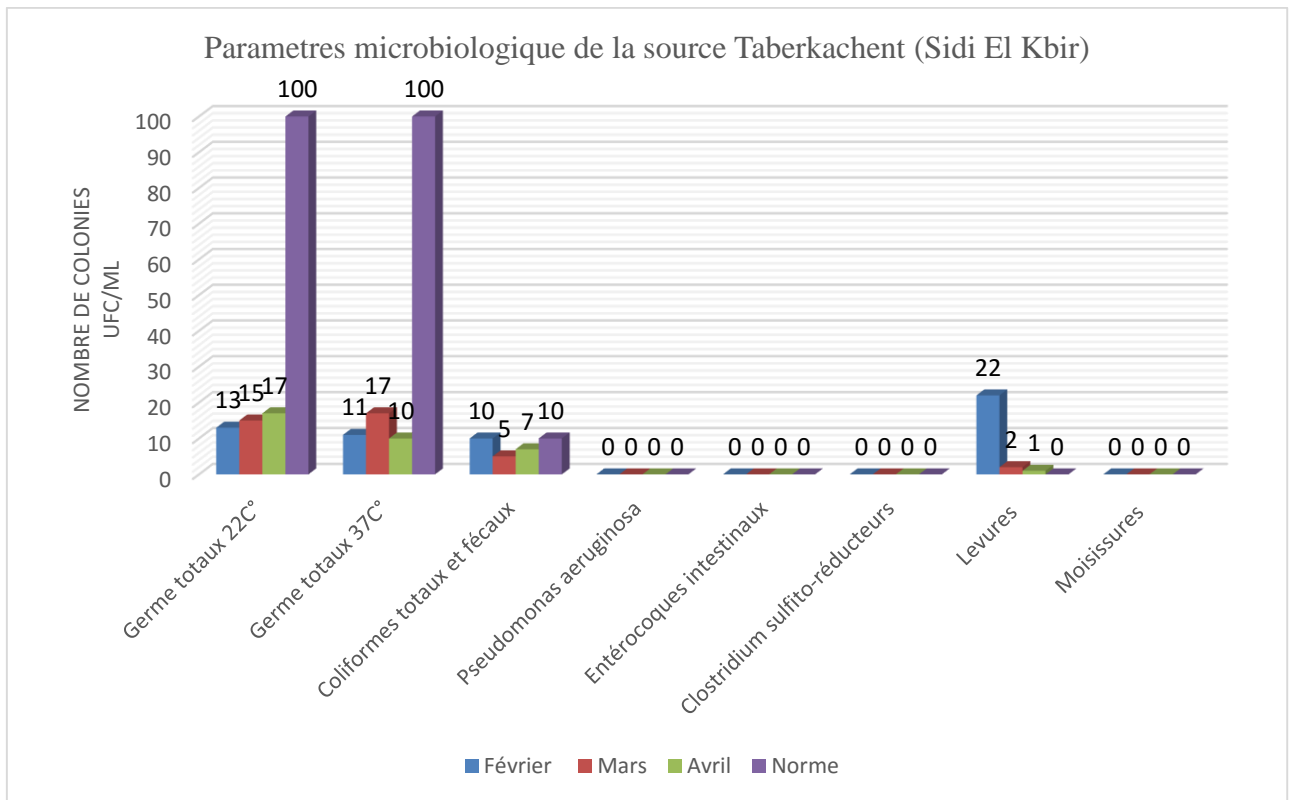
**Figure 15 :** variation de chlorures dans les deux sources



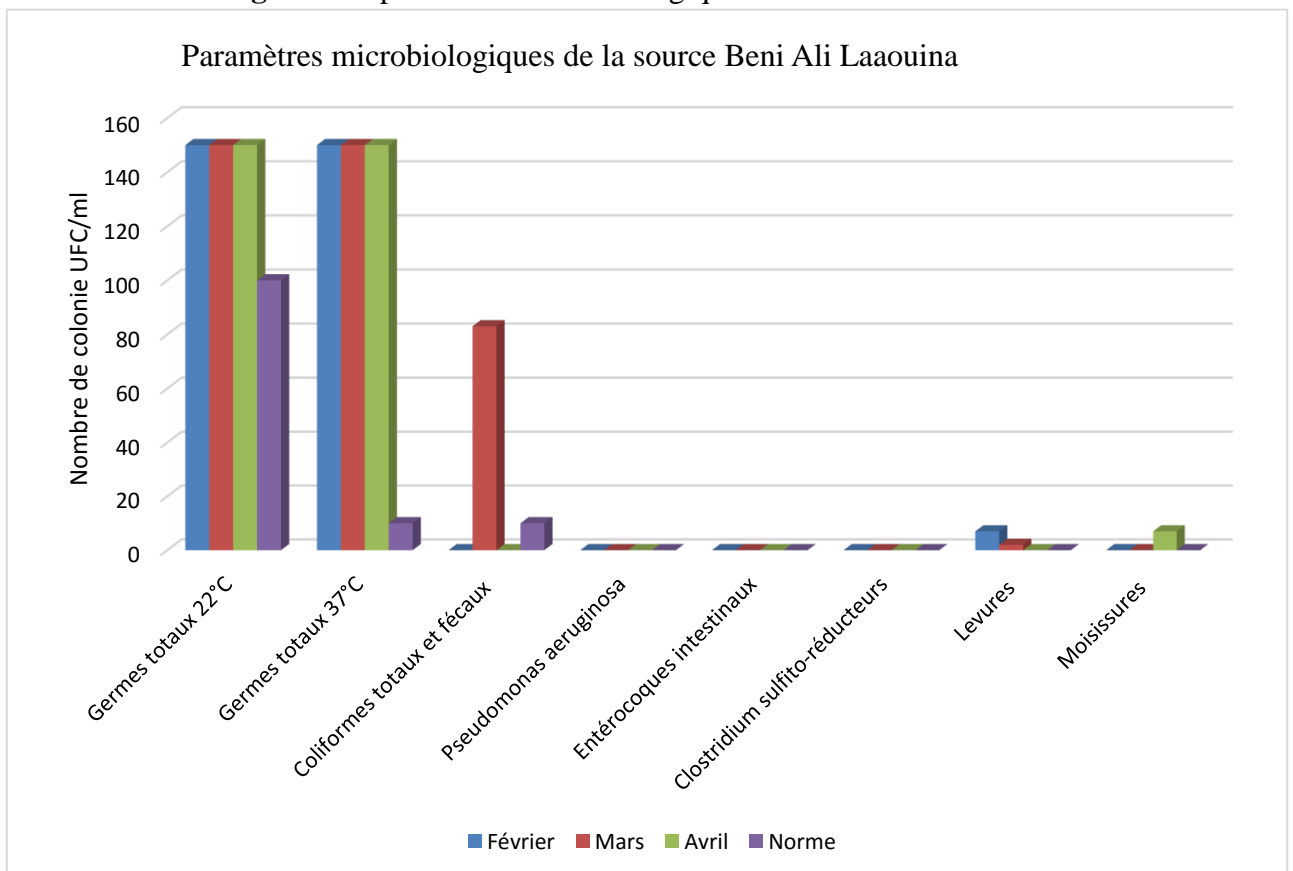
**Figure 16** : variation de calcium dans les deux sources



**Figure 17** : variation de Magnésium dans les deux sources



**Figure 18 :** paramètres microbiologique de la source Taberkachent



**Figure19 :** paramètres microbiologique de la source laôuina



