

Mar. - 6411.3 - 01/01

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAID-TLEMSEN**  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et  
Sciences de la Terre et de l'Univers

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES POUR L'OBTENTION DU  
DIPLOME DE MASTER**

**Option : Sciences des aliments**

**Thème :**

Inscrit Sous le n° 07056  
Date de :  
Code : 11/06/2013

**Etude physico-chimique et bactériologique de l'eau de la  
source « Sidi Bouyashak » destinée à la consommation  
humaine de la population de Tlemcen.**

**HAMEL Latifa Amel**

soutenu le 30/05/2013



Devant les membres du jury

- Mon. BENMANSOUR A. H.
- Mon. LAZZOUNI H. A.
- Mme BEKHCHI C.
- Mon. TABET HELAL M. A.

- Président
- Examineur
- Examinatrice
- Promoteur

Année Universitaire : 2012-2013

## REMERCIEMENTS

Ce mémoire a été réalisé dans le but d'une initiation à la recherche.

Nous tenons à remercier en premier lieu **Mon. TABET HELAL M. A.** enseignant chercheur au « Département des sciences de la terre » qui a accepté d'encadrer ce travail,

Nous le Remercions également pour nous avoir consacré son temps et fait profiter de ses conseils.

Nous adressons nos remerciements à **Mon. BENMENSOUR A. H.** Professeur au département de Biologie pour avoir honoré de sa présidence de jury de ce travail.

Nos remerciements vont également à **Mon. LAZZOUNI A. H.** Maître de conférences au département de Biologie qui nous a fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nos remerciements aussi à **Mme BEKHCHI C.** Maître assistant au département de biologie.

Nos sincères remerciements s'adressent également à :

L'ensemble des personnels de L'Algérienne des eaux (ADE) de Tlemcen qui m'a

Permis de travailler au sein de son laboratoire ainsi qu'à toute son équipe pour leur précieuse aide.

L'équipe de laboratoire vétérinaire de Mansourah

Au laboratoire de recherche N°25 de l'université de Tlemcen

A tous Merci !

## Résumé

Le présent travail consiste à effectuer des analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de la source de sidi Bouyashak dans le but d'apprécier sa potabilité selon la réglementation algérienne en vigueur, étant donné qu'une partie de la population de Tlemcen la consomme et la considère comme eau « potable » et « minérale ».

Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que cette eau est apte à la consommation humaine.

Cette eau est bicarbonatée calcique selon la classification de Stabler, ceci est lié aux terrains traversés (terrains dolomitiques).

Sa minéralisation est importante, elle est comprise entre 1052,85 mg/L et 1056,56 mg/L et sa conductivité est de 1388 à 1399  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Toutes les valeurs physico-chimiques trouvées dans les analyses sont conformes aux normes Algériennes.

Concernant l'étude bactériologique, les résultats obtenus montrent que l'eau de cette source « sidi bouyashak » est souillée. Elle est envahie d'une flore fécale avec un taux de germes totaux considérable.

La présence d'*E. Coli* et des streptocoques montrent son non potabilité du point de vue bactériologique.

Il est à noter qu'un seul élément ne respectant pas la réglementation déclassifie l'eau.

On peut conclure donc en définitif que cette eau est impropre à la consommation humaine.

## ملخص

يهدف عملنا إلى القيام بتحليلات فيزيوكيميائية و ميكروبيولوجية لمياه ينبوع سيدي بوسحاق بمدينة تلمسان التحليل يتوافق و المعايير الجزائرية فيزيائية وكيميائية و لكنه لا يتوافق تماما مع المعايير البكتيريولوجية وذلك بسبب وجود مجموع القولونيات اشتر يشيا كولي والعقديات البرازية وبالتالي يمكننا القول أن هذه المياه لا تتطابق مع مياه الشرب إذن مياه ينبوع ( عين) سيدي بوسحاق غير صالحة للاستهلاك البشري.



## SOMMAIRE

### REMERCIEMENTS

### RESUME

### INTRODUCTION..... 1

#### Chapitre I : Partie théorique

I. Qu'est ce que l'eau.....	2
II. L'eau Vitale.....	2
III. L'approvisionnement en eau.....	3
III.1. L'eau de surface.....	3
III.2. Les eaux souterraines.....	3
IV. Les réservoirs d'eau sur terre.....	4
V. Cycle de l'eau.....	5
VI. La provenance et la circulation des eaux souterraines .....	6
VII. Les sources.....	6
VII.1. Définition.....	6
VII.2. Les types de sources.....	6
VII.2.1. Sources d'affleurement .....	6
VII.2.2. Sources de déversement.....	6
VII.2.3. Sources d'émergence.....	6
VIII. Les nappes d'eau.....	7
VIII.1. Définition.....	7
VIII.2. Les types de nappes.....	7
VIII.2.1. Les nappes libres.....	7
VIII.2.2. Nappes captives.....	7
IX. L'hydrobiologie des nappes .....	7
IX.1. Comportement de l'aquifère .....	7
IX.1.1. Comportement hydro chimique.....	7
IX.1.2. Comportement hydro biologique.....	7
IX. Perméabilité, porosité.....	8
IX.3. Circulât de l'eau dans le sol.....	8



IX.4. la contamination et le diagnostic environnement des nappes .....	8
IX4.1. L'ampleur du problème.....	8
IX.4.2. Pollution des eaux souterraines.....	8
X. Les maladies à transmission hydrique.....	9
X.1- maladies liées à la consommation de l'eau .....	9
X.2- La virologie des milieux hydriques.....	10
XII- Caractéristiques des eaux de consommation.....	10
XII.1- Caractères organoleptiques.....	10
XII.1.1- La couleur.....	10
XII.1.2- L'odeur.....	11
XII.1.3- Le goût et la saveur.....	11
XII.1.4- La turbidité.....	11
XII.2- Caractères physico-chimiques .....	11
XII.2.1- Le potentiel d'hydrogène.....	11
XII.2.2- La conductivité électrique.....	11
XII.2.3- La température.....	12
XII.2.4- La résistivité.....	12
XII.2.5- Les matières organiques.....	12
XII.2.6- Résidu sec.....	13
XII.2.7- La dureté totale ou titre hydrotimétrique.....	14
XII.2.8- Le CO <sub>2</sub> libre.....	14
XII.2.9- La minéralisation globale.....	14
XII.2.10- Les sels minéraux dissous.....	15
X.2.10.1- Les cations.....	15
X.2.10.2- Les anions.....	16
XII.3- Caractères microbiologiques.....	17
XII.3.1- Germes totaux.....	17
XII.3.2- Les coliformes.....	17
XII.3.3- Les streptocoques fécaux.....	17
XII.3.4- Clostridium sulfitoréducteurs.....	17
XI.- Les différentes normes applicables aux eaux de consommation.....	18
XI.1- Les normes Algériennes.....	18
 <b>CHAPITRE II : ETUDE DE MILIEU</b>	
Présentation et étude du site.....	19
I.1- Situation géographique.....	20
I.2- Géomorphologie.....	21
I.2.1- Reliefs.....	22
I.2.2- Altitudes.....	22
I.3- Etude de Climat.....	22
I.3.1- Précipitation.....	23
I.3.2- La température .....	24
I.3.3- Diagramme ombrothermique.....	26
I.4- Géologie.....	26

## **CHAPITRE III : METHODES D'ANALYSE**

I-Echantillonnage.....	27
II- Prélèvement.....	27
III- Méthodes d'analyses de propriétés organoleptiques.....	27
III.1- Test de la couleur.....	27
III.2- Test de l'odeur et de la saveur.....	
III.3- Mesure de la turbidité .....	27
IV- Méthodes d'analyse des propriétés physico- chimiques.....	27
IV.1- Mesure du potentiel d'hydrogène (pH).....	27
IV.2- Détermination de la conductivité électrique.....	28
IV.3- Détermination de la dureté totale.....	31
IV.4- Dosage de l'ion calcium et de l'ion magnésium.....	29
IV.5- Dosage des carbonates (TA).....	29
IV.6- Dosage des carbonates et hydrogénocarbonates (TAC) .....	30
IV.7- Dosage des chlorures.....	30
IV.8- Dosage des sulfates.....	30
IV.9- Dosage des nitrites.....	30
IV.10- Dosage des phosphates.....	30
IV.11- Détermination de la matière organique.....	30
V- Méthodes d'analyse bactériologique.....	31
V.1- Recherche et dénombrement des germes totaux.....	32
V.2- Recherche et dénombrement des coliformes totaux et d'Escherichia coli présumés.....	33
V.3- Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.....	35
V.4- Recherche et dénombrement de Clostridium sulfito- réducteur.....	36

## **CHAPITRE IV : RESULTATS ET INTERPRETATIONS**

I- Les analyses physico- chimiques.....	37
I.1- Résultats.....	
I.2- Classification de l'eau de la source.....	38
I.3- Potabilité de l'eau de la source.....	41
I.4- Interprétation et discussion.....	40
II- Résultats et interprétations des analyses bactériologiques .....	41
II.1- Résultats.....	43
II.2- Interprétation et discussion.....	43
II.3- Conclusion et recommandations.....	44

## **CONCLUSION**

## **RECOMMANDATION**

## **BIBLIOGRAPHIE**

## **ANNEXES**

## Liste des figures

- Figure 01** : Les trois états de l'eau.....p04
- Figure 02** : cycle de l'eau.....p05
- Figure 03** : Carte, situation de Tlemcen.....p20
- Figure 04** : photo de la source de sidi Bouyashak.....p21
- Figure 05** : photo de la source sidi Bouyashak.....p21
- Figure 06** : Histogramme des précipitations mensuelles de la station de Tlemcen.....p23  
ZENATA (1980-2011).
- Figure 07** : Histogramme des précipitations saisonnières de la station de Tlemcen.....p24  
ZENATA (1980-2011).
- Figure 08** : Histogramme des températures moyennes mensuelles de la station de.....p25  
Tlemcen ZENATA (2000-2010).
- Figure 09** : Diagramme ombrothermique de la station de Tlemcen ZENATA (2000-2010).



## Liste des tableaux

**Tableau 01 :** moyennes de teneurs en eau dans quelques organes

**Tableau 02 :** Principales différences entre eaux superficielles et eaux profondes.

**Tableau 03 :** Classification des eaux selon la température

**Tableau 04:** normes algériennes de potabilité des eaux de consommation

**Tableau 05 :** valeurs mensuelles des précipitations de la station de Tlemcen  
ZENATA (1980-2011).

**Tableau 06 :** précipitation saisonnière moyenne de la station de Tlemcen  
ZENATA (1980-2011).

**Tableau 07 :** températures mensuelles de la station de Tlemcen  
ZENATA (2000-2010).

**Tableau 08 :** températures et précipitations moyennes mensuelles de la station  
De Tlemcen ZENATA (2000-2010).

**Tableau 09 :** résultats des analyses physico-chimiques de la source sidi Bouyashak

**Tableau 10 :** Résultats et dénombrement microbiologique de l'eau de la source sidi  
Bouyashak.

**Tableau 11 :** Classification des eaux selon la turbidité.

# Introduction

# Chapitre I

## Partie Théorique



## I. QU'EST-CE QUE L'EAU :

De valeur nutritive quasiment nulle, l'eau est cependant le constituant principal de tous les êtres vivants, notre planète appelée « Planète bleue » est recouverte de 70% d'eau.

La formule chimique  $H_2O$  résume que l'eau est l'un des corps chimiques les plus complexes ; l'un des plus difficiles à obtenir pur, riche d'anomalies dans ses constantes physiques, d'une constitution exceptionnelle et discret au point que sont inexplicables nombres de ses actions sur d'autres corps.

La molécule d'eau :  $H_2O$  décrit sa composition : un atome d'oxygène relié à deux atomes d'hydrogènes. La liaison chimique résultante de la mise en commun d'électrons par les atomes forme un angle de  $104,74^\circ$  entre l'oxygène et les deux atomes d'hydrogènes. (TAHITI et JOUZEL, 2006)

A ce jour l'eau reste une inconnue troublante, elle doit répondre à un certain nombre de paramètres pour être consommable. (DUCROST, 1989)

## II. Eau vitale :

L'origine aquatique de la vie est imprimée dans tous les processus essentiels des végétaux, des animaux ou de l'homme.

Le corps humain en contient 60%, son sang est composé d'eau à 79%.

Tableau 01: Moyennes de teneur en eau dans quelques organes (DUBOS et al, 1972)

Organe	Teneur en eau (moyenne)
Cerveau	74,5%
OS	22%
Muscle	75,6%
Rein	82,7%
Sang	83%

En effet, l'eau règle l'activité biologique de plusieurs matières :

- Elle intervient directement : puisque l'eau est indispensable au développement des organismes vivants ;

- Elle intervient indirectement :

En modifiant les échanges gazeux.

En transportant verticalement ou latéralement diverses substances dont les substrats énergétiques ou certains éléments de la microflore (cellules végétatives ou spores). (DAMMERGUES et MANGENOT, 1970)

### III. L'approvisionnement en eau :

L'ingénieur peut, selon les circonstances, envisager de recourir aux sources d'approvisionnement en eau.

- Eaux de surface.
- Eaux souterraines.
- Eaux pluviales.
- Eaux de mer et eau saumâtre.

Dans la plupart des cas, ce sont les eaux de surface ou les eaux souterraines qu'on est le plus susceptibles d'utiliser ; ce n'est qu'en leur absence qu'on peut penser à exploiter les eaux de pluies ou l'eau de mer.

- **La différence entre eaux superficielles et eaux profondes** : Tableau 02

[ANNEXE I]

#### III.1. Eaux de surface :

Se sont des eaux circulantes (courantes), ou des eaux stagnantes (dormeuses).

Il s'agit des cours d'eau, rivières ou fleuves, du bien des lacs ou retenues de barrages. (HASLAY et LECLERCH, 1993).

Dans les pays bien pourvus en lacs et rivières, la plupart des municipalités recourent aux eaux de surface pour leur approvisionnement en eau (BRIERE, 2000).

L'exploitation des eaux de mer, qui sont une source d'eau brute n'est utilisée que lorsqu'il n'y a pas d'autres moyens de s'approvisionner en eau douce. (RAYMOND, 1997)

### III.2. Les eaux souterraines:

Les eaux souterraines, enfouies dans le sol, sont habituellement à l'abri des sources de pollution, elles ont une double appartenance, font parties et du cycle de l'eau et du sous-sol.

Les eaux souterraines sont liées aux eaux de surfaces et s'interpénètrent continuellement dans l'espace et dans le temps à la faveur d'infiltration et de drainage. (BAHIR et MENNANI, 2002)

Les principales caractéristiques des eaux souterraines sont les suivantes :

**a. Turbidité faible** : les eaux bénéficient d'une filtration naturelle dans le sol.

**b. Contamination bactérienne faible** : le très long séjour dans le sol, la filtration naturelle et l'absence des matières organiques ne favorisent pas la croissance des bactéries.

**c. La température constante** : les eaux souterraines sont à l'abri du rayonnement solaire et de l'atmosphère.

**d. Indice de couleur faible** : les eaux souterraines ne sont pas en contact avec les substances végétales, sources de couleur.

**e. Débit constant** : la qualité et la quantité des eaux souterraines demeurent constantes durant toute l'année.

**f. Dureté** : souvent élevé. (DESJARDINS, 1990)

### IV. Les réservoirs d'eau sur terre :

L'eau se rencontre dans les 3 grandes régions de la biosphère : l'atmosphère, l'hydrosphère et la lithosphère et sous ses trois états.



Figure 01 : les trois états de l'eau (www.google.fr)



## V. Cycle de l'eau :

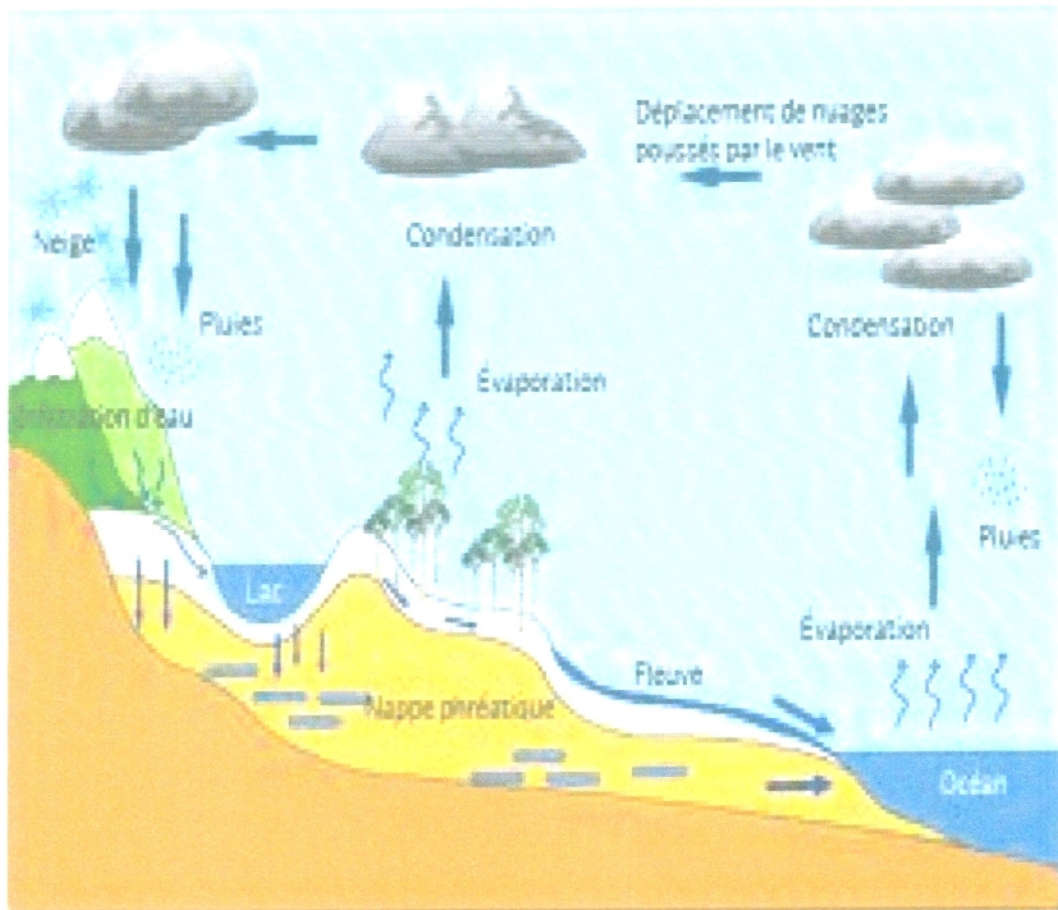


Figure 02 : cycle de l'eau (www.google.fr)

L'élément de processus de transformation de l'eau s'appelle cycle hydrologique, ses phases principales sont les suivantes :

- Vaporisation.
- Condensation.
- Précipitation.

## **VI. La provenance et la circulation des eaux souterraines :**

Les cours d'eau souterraines proviennent des eaux météoriques qui ruissellent plus ou moins avant de s'infiltrer dans le sol ; elles peuvent provenir également d'eau superficielle s'infiltrant dans le sous-sol d'un cours d'eau (HASLEY et LECLERCH, 1993).

Les différentes roches possèdent, à des degrés différents, la faculté de se laisser traverser par les eaux d'infiltration (GOMELLA et al, 1974).

## **VII. Les sources :**

### **VII.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 et al, 1994)

### **VII.2. Les différents types de sources :**

Les principaux types de sources sont les suivants :

#### **VII.2.1. 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 thermominérales appartiennent à cette catégorie. (VILAGINES, 2000)

#### **VII.2.2. Sources de déversement :**

Ce type de sources se rencontre dans les terrains fissurés en surface, calcaires et surtout granites (le réseau de fissures vient rencontrer la surface du sol, avec une pente qui permet d'y conduire l'eau).

Généralement leur débit est faible, pratiquement constant elles peuvent facilement tarir aussi n'envisagera-t-on leur captage qu'en l'absence d'autres possibilités. (BONIN, 1981)

#### **VII.2-3 Sources d'émergence :**

Bien que la couche perméable soit fissurée en direction de sol, on peut avoir un débit alimentant un trou d'eau, souvent envahi de végétation par une ou plusieurs fractures ou l'on peut voir l'eau bouillonner.

Le débit localisé de ces sources est souvent important, leur risque de tarissement est inégal. (GONELLA et GUERREE, 1980)

## **VIII-les nappes d'eau**

### **VIII.1- définitions :**

« L'aquifère », ou encore « la nappe d'eau souterraine : est un gisement d'eau souterraine utilisable comme source d'eau. (KETTABA, 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 et RENARD, 1997)

### **VIII .2- les différents types des nappes :**

#### **VIII .2.1- nappe libre :**

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, 1982)

#### **VIII.2.2- nappe captive :**

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

Les nappes peuvent être classées en nappes phréatiques et nappes profondes.

\*les nappes phréatiques sont celle qui reposent sur la première couche imperméable proche du niveau du sol elles sont toujours libres et souvent contaminées .

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

## **IX- Hydrogéologie des nappes :**

### **Comportement de l'aquifère**

\*Température, pH, conductivité,... Exemple : la température du réservoir augmente avec la profondeur.

\* Caractéristiques chimiques : Dissolution des sels.

### **IX.1- comportement hydro biologique :**

Ce comportement est surtout localisé dans la zone non saturée et à certains degrés dans la nappe, avec le pouvoir d'autoépuration naturelle des ressources. Il assure la protection naturelle de l'eau souterraine totale ou partielle, contre les pollutions accidentelles bactériennes ou chimiques. (COSTANY, 1988)



### **IX.2- Perméabilité, Porosité :**

La perméabilité d'un sol est la plus au moins grande facilité avec laquelle il laisse l'eau le traverser

Elle est définie par la vitesse moyenne de passage de l'eau, lorsque la perte de charge hydraulique Atteint un mètre d'eau par mètre de parcours. (BONNIN, 1982)

La porosité représente le volume total occupé par les interstices rapporté au volume total du milieu pris en compte, la taille et la forme des interstices conditionnent

L'emmagasinement et la circulation de l'eau dans les nappes. (COSANDEY et ROBINSON, 2000)

### **IX.3- Circulation de l'eau dans le sol :**

Elle dépend de la perméabilité des roches imbibées ; très lente lorsque la perméabilité est faible, elle peut être rapide et même turbulente comme les fissures sont de grandes dimensions. (POMEROL et RENARD, 1997)

L'eau provenant des précipitations ne ruisselle pas entièrement ; une partie s'infiltré dans les sels perméables et y forme une nappe souterraine. Cette eau s'écoule lentement vers un exutoire plus au moins lointain. Cet écoulement déforme la surface libre de la nappe et ce d'autant plus que la couche imperméable de base, appelée « Toit » de la nappe est plus proche. (BONNIN, 1986)

### **IX.4- La contamination et le diagnostic environnemental des nappes :**

#### **IX.4.1- L'ampleur du problème :**

Actuellement, l'accroissement démographique et l'industrialisation entraînent la détérioration bactériologique de la qualité des nappes souterraines ou des rivières par contaminations dues à des rejets industriels ou urbains. (MARGAT, 1992)

#### **IX. 4.2- Pollution des eaux souterraines :**

Polluer l'eau d'une réserve superficielle ou profonde, c'est modifier ses caractéristiques naturelles (physiques, biologiques et bactériologiques). En y rejetant certaines substances soit à l'état solide (matières en suspension) ou bien à l'état dissout. (BERREZOUG et KISSI, 2002)

Une fois polluée l'eau devient impropre et dangereuse à la consommation humaine ; pour l'industrie, l'agriculture la pêche et les loisirs des animaux (domestiques et sauvages). (VAILLANT, 1973)

### **X –Les maladies à transmission hydrique**

#### **X.1- Maladies liées à la consommation de l'eau**



Dans la nature, l'eau n'est pas toujours la source de la vie, elle peut véhiculer en particulier des microorganismes en tout genre bactéries, virus et parasites. (RODIER, 2009)

On distingue une similitude de symptômes pour toutes les maladies hydriques qui sont les suivants : diarrhées, crampes abdominales, fièvre et vomissements.

Le diagnostic reste donc difficile à établir.

- **Choléra :**

Maladie contagieuse d'origine bactérienne qui provoque des infections intestinales aiguës, dont les symptômes sont des diarrhées fréquentes, vomissements incontrôlés, soif intense et une déshydratation rapide. Cette maladie peut entraîner la mort dans 80% des cas graves non traités.

- **Dysenterie :**

Est un Terme générique caractérisant des maladies entraînant des diarrhées douloureuses et sanglantes, accompagnées de coliques, de nausées et de vomissements.

La dysenterie bacillaire ou schigellose (causée par diverses bactéries), la dysenterie ballontidienne ou ballontidiase (causée par protozoaires ciliés) et la dysenterie amibienne ou amibiase (causée par des amibes).

Seule la schigellose peut entraîner la mort dont le taux peut atteindre 20%.

- **Fièvre typhoïde**

Elle est d'origine bactérienne qui entraîne la fièvre, l'anorexie, des maux de tête, ralentissement du rythme cardiaque, une augmentation du volume de la rate et la formation des pigments roses sur le corps.

Cette maladie qui peut être bénigne et asymptomatique, peut entraîner la mort dans 1% des cas.

- **Fièvre paratyphoïde**

Maladie d'origine virale, cliniquement semblable à la fièvre typhoïde ; le taux de mortalité est toutefois plus faible.

## X.2- La virologie des milieux hydriques

Il est possible d'admettre avec Foliguet que les virus isolés des eaux ont des caractéristiques telles qu'ils peuvent être considérés comme une entité propre dénommée hydro virus. (FOLIGUET, 1982)

Il est essentiel de bien différencier la notion de danger et la notion de risque. Le danger concerne les effets toxiques susceptibles d'être induits par un agent éventuellement toxique.

Le risque est la probabilité d'apparition de ces effets en fonction des conditions d'exposition au danger. (PFOHL-LESZKOWICZ, 1999)

L'importance du milieu hydrique comme voie de transmission de maladie à virus est, en pratique, relativement difficile à cerner du fait, d'une part, de la sous estimation des résultats des analyses virologiques dues au faible rendement des techniques analytiques d'extraction et de concentration des virus, d'autre part, des limites des méthodes épidémiologiques. En ce qui concerne la surveillance du milieu hydrique, celle-ci pour être efficace, devrait évoluer et être fondée non plus sur l'isolement des bactéries témoins de contamination fécale mais sur la mise en évidence d'un indicateur véritablement spécifique d'une contamination virale. (SCHWARTZBROD, 1991)

## **XII- Caractéristiques des eaux de consommation**

### **XII.1- Les caractères organoleptiques**

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

#### **XII.1.1 La couleur**

La couleur est le résultat de l'absorption sélective par le milieu de certaines radiations visibles de longueurs d'ondes spécifiques. (SACI et BERRAHMA, 1997)

La couleur est également influencée par la présence de fer et d'autres métaux, soit sous forme de produits de corrosions. Elle peut aussi résulter d'une contamination par des effluents industriels et être le premier signe d'une situation dangereuse. (WHO, 1994)

Une eau d'alimentation ne devant pas dépasser vingt (20) unités à l'échelle de platino- cobalt. (DUPONT, 1974)

Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité. (RODIER, 2009)

#### **XII.1.2- L'odeur**

L'odeur est définie comme étant l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. (RODIER, 2009)

La présence de n'importe qu'elle odeur signifie la pollution d'une eau de consommation.

### **XII.1.3 Le gout et la saveur**

Le gout est l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimiques alors que la saveur est la qualité de ces sensations. (RODIER, 2009)

### **XII.1.4- La turbidité**

La turbidité est liée à la présence de particules organiques diverses, d'argile, de colloïdes,...

Il est désagréable qu'une eau de boisson soit trouble. (DEGREMONT, 1978)

La turbidité est la mesure de l'aspect plus au moins trouble de l'eau, c'est l'inverse de la limpidité. (APHA et al. 1998)

## **XII.2- Caractères physico-chimiques**

### **XII.2.1- Le potentiel d'hydrogène**

La valeur du potentiel d'hydrogène exprime l'acidité ou l'alcalinité d'une eau, la valeur 7 marque la neutralité.

- Une eau est dite acide, si le pH est inférieur à 7
- Une eau basique à un pH supérieur à 7

Un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion du ciment ou des métaux des canalisations. (ABDESLEM et a, 1999)

Le pH caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau. (GERARD, 2004)

### **XII.2.2- La conductivité électrique**

La conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparée l'une de l'autre de 1 cm est appelée conductivité de cette eau. (RODIER, 2009)

Elle est en relation avec la température et se mesure en Siemens par mètre (S/m) ou micro Siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

IL existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité

### **XII.2.3- La température**



Elle est mesurée à l'échelle centigrade, appelée encore Celsius, reposant sur deux valeurs

0 et 100 qui correspondent à l'équilibre eau- glace et à l'équilibre eau-vapeur. (EMS ALEM, 1989)

La connaissance de la température d'une eau est très importante, en effet celle-ci est un facteur accélérant la cinétique de réactions sur le plan physico-chimique et favorisant le développement microbien. (FRANK, 1984)

La température est mesurée sur le terrain en même temps que celle de l'air à l'aide d'un thermomètre. (PERMO, 1981)

La lecture est effectuée après une immersion de 10 minutes.

Selon leurs températures, les eaux naturelles sont classées comme suit : (DENHOVE, 1990)

**Tableau 3** : Classification des eaux selon la température. (DENHOVE, 1990)

Températures (°C)	Types d'eau
T < 30	Minérale, source
20 < T < 30	Mésothermale
30 < T < 50	Thermale
T > 50	Hyperthermale

#### XII.2.4- La résistivité

Elle est l'inverse de la conductivité. Elle se mesure au pont de Wheatstone

Il existe entre la résistivité et la minéralisation une relation qui peut être utilisée pour calculer la minéralisation globale.

$$\text{Minéralisation} = 720000 / \text{résistivité (ohm/cm)}. \quad (\text{DUPONT, 1974})$$

#### XII.2.5- Les matières organiques

On distingue deux origines de nature de ces matières : les matières organiques acides d'origine animale et les matières organiques basiques d'origine végétale. (COIN, 1981)

On trouve des matières organiques dissoutes et d'autres en suspension

- **Matières organiques dissoutes :**



En dehors des pollutions résultant des activités humaines, les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux, sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborées sous l'influence des microorganismes. (RODIER, 2009)

Dans les eaux naturelles, elles représentent plusieurs familles de composés parmi lesquelles on peut citer des acides humiques, des acides carboxyliques et les acides hydrates de carbone.

Elles sont caractérisables globalement par l'oxydabilité au permanganate ou le carbone organique total. (CODEXTAN, 1981).

Ces matières organiques solubles sont très souvent à l'origine de la coloration de l'eau ou son mauvais goût. (Coin, 1981).

- **Matières en suspension :**

La teneur et la composition minérale et organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables selon les cours d'eau. Elles sont fonction de la nature des terrains traversés et des saisons.

Elles présentent les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni colloïdal, donc retenues par un filtre. Les matières en suspension, qui comportent des matières organiques et minérales, constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution de l'eau. (SATIN et SELMI, 1999)

Elles sont hétérogènes de forme, et variées dans les eaux de surface, dans les eaux de forages, se sont des sables fins, du fer oxydé et quelque fois des algues filamenteuses. (BERNE et CORDONIER, 1991).

La présence des matières en suspension augmente la turbidité de l'eau et diminue sa transparence. (RODIER, 2009)

Ces matières en suspension sont le support privilégié des microorganismes. (ROGER, 2002)

### **XII.2.6-Résidu sec**

La détermination des résidus secs se fait par l'évaporation d'une certaine quantité d'eau non filtrée. Le résidu est ensuite pesé. (RODIER, 2009)

Cette opération permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau.

Le résidu sec représente la minéralisation totale de l'eau c'est-à-dire le poids total des sels dissous et les matières organiques dissoutes restant après évaporation de l'eau soumise à l'analyse. (RODIER, 2009)

Une eau dont la teneur en résidu sec est extrêmement faible peut être aussi inacceptable en raison de son goût plat et insipide ; en outre une telle eau est souvent corrosive pour les réseaux de distribution. (WHO, 1994)

La potabilité des eaux en fonction des résidus secs recommandée par OMS est de 1000 mg/L, quand celui-ci est extrait à 180°C.

- La potabilité est bonne quand  $RS < 500$  mg/L
- La potabilité est passable quand  $500 < RS < 1000$  mg/L
- La potabilité est mauvaise quand  $3000 < RS < 4000$  mg/L

### XII.2.7- La dureté totale

C'est la qualité particulière de l'eau due à la présence du calcium et magnésium, détectée principalement par le fait qu'elle empêche plus au moins l'eau savonneuse de mousser. (MARCEL, 1986)

Elle correspond à la teneur en ions calcium et magnésium ( $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$ ).

La détermination de la dureté totale se fait par certains composés chimiques qui possèdent la propriété de former des complexes avec les sels de chaux et de manganèse. L'eau traitée avec ces réactifs présente toutes les caractéristiques d'une eau douce. (DEGREMONT, 1966)

On distingue :

TH calcique qui correspond au seul ion  $Ca^{2+}$

TH magnésium qui correspond au seul  $Mg^{2+}$

TH total qui correspond à la somme de  $Ca^{2+} + Mg^{2+}$

- Titre alcalimétrique ou TA : mesure la teneur de l'eau en ions hydroxydes  $OH^-$  et une valence de carbonates ( $CO_3^{2-}$ )

Titre alcalimétrique complet ou TAC : correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et hydrogénocarbonates.

### XII.2.8- Le $CO_2$ libre

Le gaz carbonique  $CO_2$  combiné à l'eau possède des propriétés acides, ce qui donne naissance notamment, aux carbonates et bicarbonates de calcium. (DUPONT, 1974)

La neutralisation de l'anhydride carbonique libre se réalise par un léger excès d'une solution de soude, cet excès est ensuite déterminé à l'aide d'une solution titrée d'acide. (RODIER, 2009)

### XII.2.9- La minéralisation globale

La minéralisation globale correspond à la concentration en sels minéraux dissous tels que le calcium, le sodium, le magnésium, les chlorures, les carbonates, etc. (DEGREMONT, 1989)

C'est donc le contenu des eaux en sels minéraux dissous. (HUBERT et MARIN, 2001)

Les eaux qui auront traversé les terrains calcaires, sont bicarbonatées, celles qui auront traversé des terrains salifères seront salées ou sulfatées, quand à celles issues des terrains anciens cristallins, elles seront plutôt alcalines.

### XII.2.10 - Les sels minéraux dissous (les ions majeurs)

#### XII.2.10.1- Les cations :



- **L'ion calcium :**

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables ; Sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés. (RODIER, 2009)

- **L'ion magnésium :**

Il a une origine naturelle (dissolution des roches : magnésites, basaltes, argiles). C'est un élément le plus répandu dans la nature, il consiste environ 2,1% de l'écorce terrestre. Son abondance géologique, sa grande solubilité font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes allant de quelques milligrammes à quelques fois, plusieurs centaines de milligrammes par litre.

En eau douce, les concentrations en  $Mg^{2+}$  sont inférieures à  $Ca^{2+}$ . (GANJOUST, 1989)

L'ion Mg avec le calcium constitue l'élément significatif de la dureté de l'eau.

(RODIER, 2009)

- **L'ion sodium :**

C'est un élément constituant de l'eau, toutefois les concentrations peuvent être extrêmement variables allant de quelques dizaines de mg/L à 500 mg/L. (RODIER, 2009)

- **L'ion potassium**

Métal alcalin très répandu dans la nature sous forme de sels et qui joue un rôle important dans l'équilibre électrolytique de l'organisme, le potassium est étroitement attaché au sodium à tel point qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses d'eau. (FRANK et KEMMER, 1984).

Sa présence est à peu près constante dans les eaux naturelles elle ne dépasse pas habituellement 10 à 15 mg/L. (Rodier, 2009)

- **L'ion fer :**

Le fer se classe en 4<sup>ème</sup> rang des éléments de la croûte terrestre. Les eaux minérales et principalement les eaux thermo minérales peuvent en contenir plus de 10 mg/L.

Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. (RODIER, 2009)

- **L'ammonium :**

Dans l'eau, l'azote réduit soluble se trouve sous deux formes : l'ion ammonium ( $NH_4^+$ ) et la forme non dissociée communément appelée ammoniaque ( $NH_3$ ). Ces deux formes traduisent un équilibre acido-basique. (GANJOUS, 1989)

#### XII.2.10.2- Les anions :

- **Les carbonates et les bicarbonates :**

Les carbonates sont abondants dans les roches. La solubilité des carbonates obéit à des lois particulières ; alors que pour les autres sels, la solubilité augmente plus au moins avec la température. La solubilité des carbonates est en fonction de la teneur de l'eau en gaz carbonique dissout.

Plus la teneur en  $\text{CO}_2$  dissout augmente, plus la concentration de l'ion  $\text{CO}_3^{2-}$  diminue, ce qui a pour résultat de faire disparaître les carbonates et permet la formation des bicarbonates. (GOGUEL, 1967)

- **Les nitrates et les nitrites :**

Dans l'ensemble de cortège azoté figurant dans une analyse de l'eau, seuls les nitrates et les nitrites sont à considérer sur le plan toxicologique. (BONTOUX, 1993)

Les nitrates constituant le stade final de l'oxydation de l'azote organique (Hubert et Marin, 2001). Ils sont extrêmement solubles ; ils pénètrent dans le sol et les eaux souterraines ou se déversent dans les cours d'eau par ruissellement. Ils constituent une des causes majeures de la dégradation des eaux à long terme. (ANONYME, 2003)

Les nitrates sont oxydés en  $\text{NO}_3$  par  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{ClO}_2$  et  $\text{O}_3$ .

La concentration des nitrates est limitée par la norme standard fixée pour l'eau potable à 50 mg/L. (FRANK et KEMMER, 1984).

- **Les chlorures :**

La teneur en chlorure d'une eau dépend de l'organisme de l'eau et de la nature des terrains qu'elle traverse.

Les chlorures participent à la conductibilité électrique de l'eau. La concentration maximale admissible de chlorures, selon les normes algériennes, dans l'eau destinée à la consommation humaine est de 200 à 500 mg/L.

Leur inconvénient, est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau à partir de 250 mg/L surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium. (ANONYME, 1997)

- **Les sulfates :**

La concentration en sulfates des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L, mais ce chiffre peut être largement dépassé (jusqu'à 300 mg/L) dans les eaux contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé. (RODIER, 2009)

### XII.3- Caractères microbiologiques

Une eau potable ne doit contenir aucun germe pathogène. (BONNIN, 1982)



Les germes recherchés proviennent de contaminations d'origine fécale qui sont :

- Bacille de coli ou Escherichia coli
- Clostridium sulfitoréducteurs
- Bactériophages fécaux. (BONNIN, 1986)

### **XII.3.1- Germes totaux**

Les germes totaux renferment la totalité des bactéries aptes à se multiplier à des températures moyennes. (BOURGEOIS et al, 1996)

Sur le plan hygiénique, on en distingue deux catégories : les germes spécifiques de l'eau qui sont les saprophytes et se développent à 22°C et les germes qui proviennent de l'homme ou des animaux à sang chaud et qui se multiplient à 37°C. (HASLEY et LECLERCH, 1993)

### **XII.3.2- Les coliformes**

Selon ISO (International Standard Organisation), les coliformes sont des bacilles à gram négatif, non sporulés, oxydase (-), aérobie ou anaérobie facultatives.

E. coli est sans doute la plus spécifique de tous les germes de contamination fécale, qui fait partie des coliformes thermo tolérants qui produisent de l'iode à partir du tryptophane, à 44°C. (BOURGEOIS et al, 1996)

Un certain nombre de coliformes appartient à la famille des « Enterobacteriaceae », ils ont la capacité de fermenter du lactose avec l'apparition de bulles d'air dans la cloche de Durham.

### **XII.3.3- Streptocoques fécaux**

Les streptocoques sont utilisés depuis longtemps comme indicateurs de pollution fécale, ils sont du groupe Gram positif, asporulés, aérobies ou anaérobies facultatifs et immobiles. (BOURGEOIS et al, 1996)

Les streptocoques fécaux regroupent l'ensemble des streptocoques possédant la structure antigénique caractéristique du groupe D de Lancefield. (BOUDJELAL, 1994)

### **XII.3.4- Clostridium sulfito réducteurs**

La forme sporulée des clostridium sulfitoréducteurs, beaucoup plus résistante que les formes végétatives, permettrait aussi de déceler une pollution fécale ancienne ou intermittente. (BOURGEOIS et al, 1996)

Les clostridium sulfitoréducteurs sont des bacilles anaérobies, gram positif, sporulés, catalase (-), immobiles, fermentant le lactose avec production de gaz.

## **XI – Les différentes normes applicables aux eaux de consommation.**

### **XI.1- La réglementation algérienne.**

Ces textes sont tirés du journal officiel de la république Algérienne (N°3517-Aoul safar 1419/ 27 Mai 1998). [ANNEXE 2]

- Norme de potabilité des eaux de consommation

La présente norme Algérienne NA 6360 – 1992 est inspirée des normes de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) relatives aux eaux et des normes prescrites dans les directives de la communauté Economique Européenne (CEE).

- Objet et domaine d'application.

La présente norme a pour objet de fixer les spécifications organoleptiques, bactériologiques, physico-chimiques et toxicologiques des eaux destinées à la consommation.

Etude de Milieu

Chapitre II

## **I- Présentation et étude du site**

### **I.1- Situation géographique**

Située au Nord Ouest de l'Algérie occidentale, la wilaya de Tlemcen représente une très grande variété de paysages, piémonts côtiers, plaines et plateaux, montagnes et steppes. Son nom vient du berbère Tala imsan.

Tlemcen est limitée géographiquement au Nord-est par la Wilaya de Aïn Témouchent, à l'Est par la Wilaya de Sidi Bel-Abbes, à l'Ouest par la frontière Algéro-Marocaine et au Sud par la Wilaya de Naâma.

Superficie : 9.071,69 km<sup>2</sup>

Nombre de communes : 53

Nombre d'habitants (2008): 140.158

La ville du Tlemcen, est le chef-lieu de la wilaya de Tlemcen.

Elle est située comme suit :

- Latitude : 34° 53' 24''

- Longitude : 01° 19' 12''

- Altitude : 842 m

(www. Wikipédia.fr, 2013)



↑N



Figure 03 : carte, situation de Tlemcen (www.google earth.fr)



Figure 04 : Photo de la source de Sidi Bouyashak (www.google earth.fr)

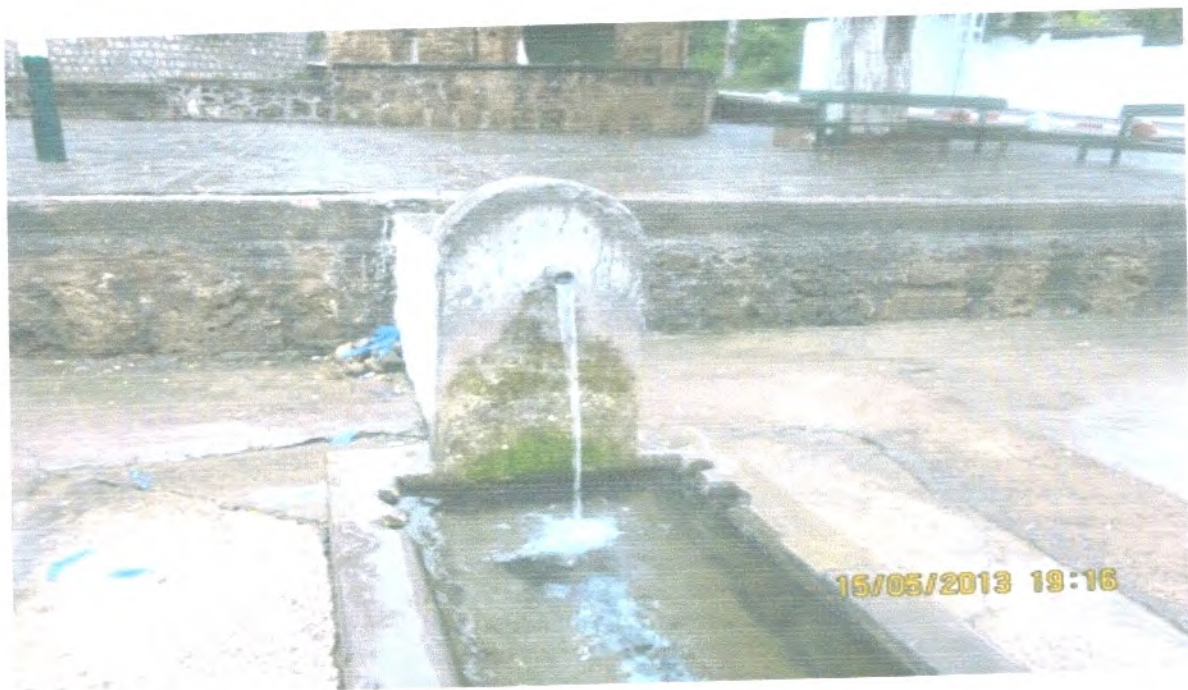


Figure 05 : Photo de la source de Sidi Bouyashak



## I.2- Géomorphologie

### I.2.1- Les reliefs :

Les monts de Tlemcen occupent plus d'un tiers du territoire de la wilaya, ils ont une altitude moyenne de 1200 m.

Les monts de Tlemcen forment un ensemble de plateaux karstiques, formés de calcaires jurassiques plissés élevés en escalier. Le sud de la commune est occupé par un relief à forte pente (20%) ; constitué essentiellement par la montagne de Zarifet qui culmine à 1060 m d'altitude, le relief est très accidenté avec affleurement de roches ce qui explique l'existence de dépôts hétérométriques (galets, cailloux, blocs...).

Ce bref aperçu stratigraphique permet au niveau des monts de Tlemcen une grande diversité des faciès stratigraphiques représentés essentiellement par : des argiles, des calcaires, surtout des grés et des dolomies. Cette diversité annonce une variation sur le plan édaphique. (BENEST, 1985)

## I.3- Etude du climat

Pour l'étude du climat, nous disposons de différentes méthodes :

La première est basée sur la visualisation de l'étendue des périodes sèches et humides.

La deuxième est basée sur le calcul d'indice permettant à partir des précipitations et des températures de caractériser le climat de la région.

### I.3.1- Etude des précipitations

Les précipitations regroupent toutes les eaux météorologiques recueillies par un bassin versant ou une zone déterminée. Elles se représentent sous forme liquide (pluies, brouillard) ou solide (neige, gèle).

#### Précipitations mensuelles

Tableau 04 : Valeurs mensuelles moyennes des précipitations de la station de Tlemcen (ZENATA 1980-2011).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A	Moy.
P (mm)	14,26	27,74	45,86	34,54	37,93	35,87	38,72	32,74	24,89	4,51	1,18	12,13	31,38



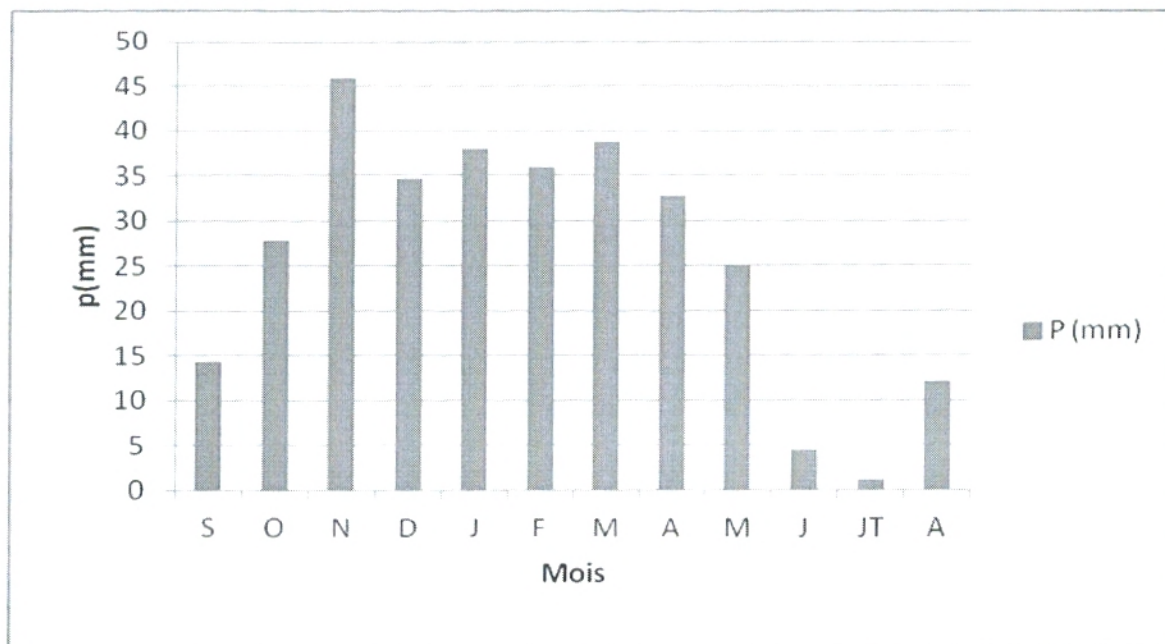


Figure 06 : Histogramme des précipitations mensuelles de la station de Tlemcen (ZENATA 1980-2011).

L'histogramme des précipitations mensuelles nous montre que le mois de novembre est le plus humide, tandis que le mois le plus sec est le mois Juillet .

### Précipitation saisonnière

Tableau 05 : Précipitation saisonnière moyenne de la station de Tlemcen (ZENATA 1980-2011).

Saison	Automne	Hiver	Printemps	Eté
P (mm)	87,86	108,34	96,35	17,82

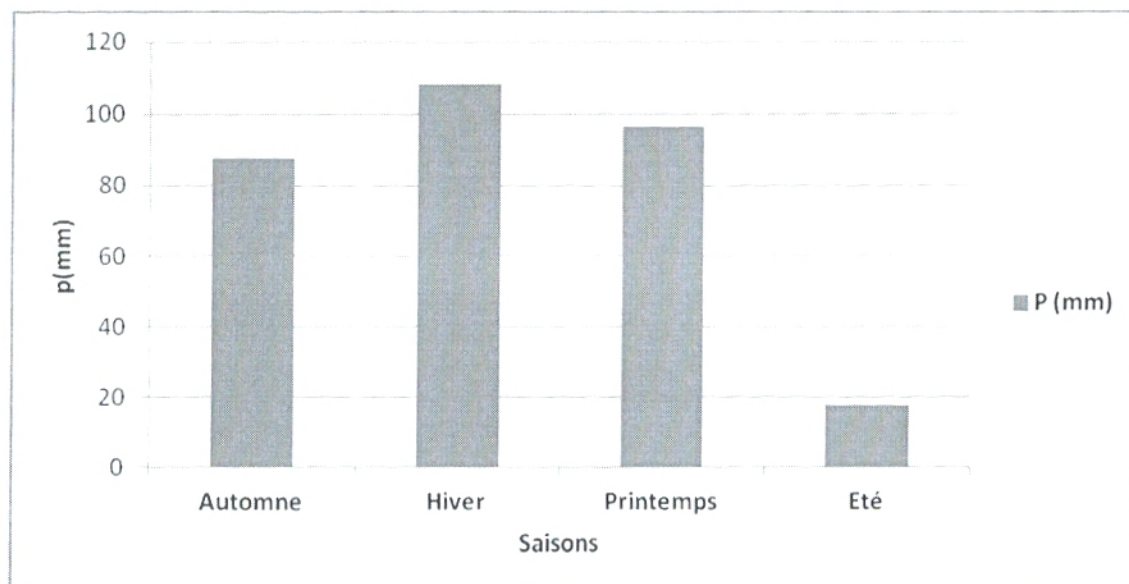


Figure 07 : Histogramme des précipitations saisonnières de la station de Tlemcen (ZENATA 1980-2011).

L'histogramme de précipitations saisonnière nous indique que l'hiver est la saison la plus humide tandis que l'été est la période la plus sèche.

### I.3.2- Température

Tableau 06 : Températures mensuelles de la station de Tlemcen (ZENATA 2000-2011).

S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A
23,66	19,88	14,62	12,27	10,95	12,19	14,44	15,85	18,81	23,4	26,65	26,69

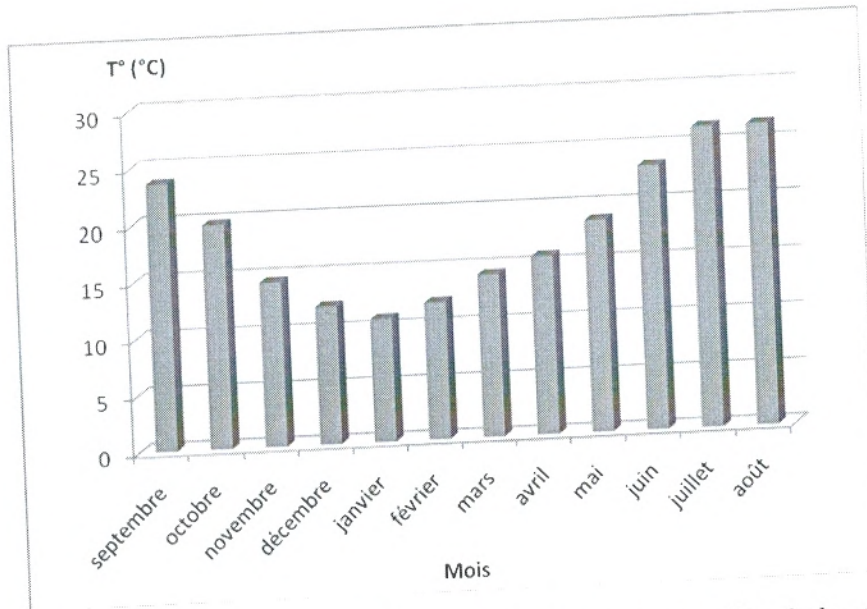


Figure 08 : Histogramme des températures moyennes mensuelles de la station de Tlemcen (Zenata 2000-2010).

L'histogramme des températures moyennes de notre station indique que le mois le plus froid est le mois de janvier au contraire le mois d'août est le plus chaud.

### I.3.3- Diagramme ombrologique

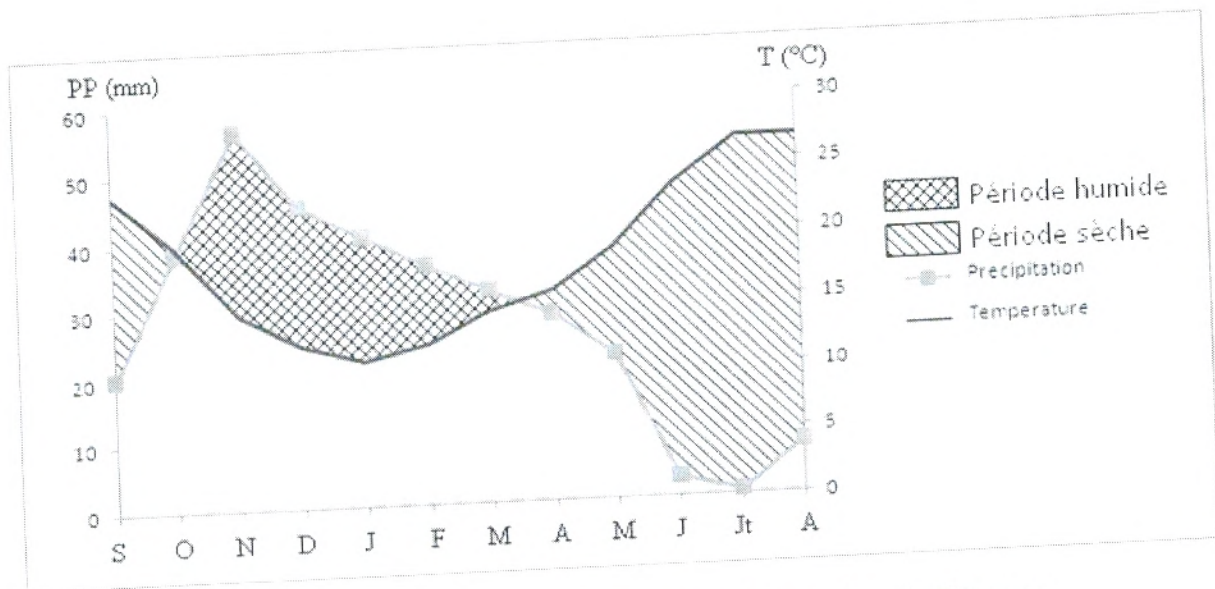


Figure 09 : Diagramme ombrothermique de la station de Tlemcen

Pour un mois sec la courbe des températures passe au dessus de celle des précipitations ; quand au mois humide, la courbe des précipitations passe en dessous de celle des températures.



Tableau 07 : Températures et précipitations moyennes mensuelles de la station de Tlemcen

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	JT	A
T (°C)	23,66	19,88	14,62	12,27	10,95	12,19	14,44	15,85	18,81	23,4	26,65	26,69
P (mm)	20,27	38,58	56,44	45,03	40,37	35,98	31,87	28,19	21,87	2,73	0,46	7,74

Nous constatons qu'à Tlemcen, la courbe de précipitation se situe en dessous de courbe thermique de la mi-mars jusqu'au fin septembre correspondant à la période déficitaire.

Cependant elle se trouve au dessus de la courbe des températures du mois d'octobre à la mi-mars correspondant à la période excédentaire.

#### **I.4- Géologie**

##### **Les grès de Boumediene**

D'âge Oxfordien supérieur-Kimméridgien inférieur, il s'agit d'un ensemble à dominance gréseuse, avec des passés argileuses masquées le plus souvent, par des éboulis ou la végétation.

Ces grès à ciment calcaire, se présentent en bancs assez durs, dont les épaisseurs sont variables pouvant atteindre 500 m.

Les grès de Boumediene sont particulièrement développés dans les forêts de Zarifet et d'Hafir au SW de Terny et au niveau des cascades d'El Ourit au Sud du bassin d'oued Sikkak. (BOUANANI, 2004)

##### **Les calcaires de Zarifet**

Il s'agit de bancs calcaires séparés par de minces intercalations de calcaires marneux écailléux, parfois quelque peu fossilifères, marquant presque partout la base très nette du Kimméridgien et reposent directement en concordance sur les grès de Boumediene formant les falaises des environs de Tlemcen. L'épaisseur de cette formation peut atteindre 25 m au col de Zarifet. (BOUANANI, 2004)

##### **Dolomies de Tlemcen**

D'âge Kimméridgien moyen-Kimméridgien supérieur, il s'agit de dolomies cristallines grises, avec de nombreuses cavités remplies de calcite. Elles affleurent autour d'Aïn Fezza, dans la forêt de Zarifet, au Nord de Tlemcen, dans les djebels Teffatisset, Aïn El Hout et sur le plateau de Terny; Elles peuvent être surmontées par les calcaires de Stah épargnés par la dolomitisation. Cette formation peut atteindre 200 m aux environs de Tlemcen à El Ourit et on la rencontre dans tous les sous-bassins étudiés. (BOUANANI, 2004)

# Chapitre III

## Materiels et méthodes

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau de la source « Sidi Bouyashak ».

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées au niveau du laboratoire de recherche N°25 de l'Université de Tlemcen et la partie bactériologique au laboratoire vétérinaire de la région de Tlemcen (LVRT), et à l'A.D.E (Algérienne Des Eaux) de Tlemcen pour confirmer les résultats. Les méthodes utilisées sont celles décrites par RODIER (2009).

### **I- Echantillonnage :**

Les échantillons sont pris dans des flacons en verre de 250 mL stérilisés pour ceux destinés à l'analyse bactérienne et dans des flacons en plastiques de 1,5 litre pour les analyses physico-chimiques. Concernant l'analyse du CO<sub>2</sub>, on utilise des flacons de 500 mL en verre bouchés à l'émeri.

### **II- Prélèvement :**

Le prélèvement d'un échantillon est une opération très délicate à laquelle un grand soin doit être apporté. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques de l'eau.

La température de l'eau et de l'air sont toujours mesurés au moment du prélèvement, au même endroit et la lecture se fait à l'aide d'un thermomètre à mercure gradué au dixième.

La source coule à travers une trajectoire qui permet de remplir directement les flacons et les bouteilles.

Dans le cas de l'analyse bactériologique, on laisse l'eau couler pendant un certain moment au voisinage d'une flamme puis on remplit les flacons. Chaque flacon doit porter une étiquette indiquant :

- L'origine de l'eau ;
- La date et l'heure de prélèvement [19/04/2013, 13/05/2013];
- La température de l'air et de l'eau, Le nom du point et la localisation précise.

Après le prélèvement, il faut prendre toutes les précautions pour stabiliser quantitativement et qualitativement la flore présente au moment du prélèvement. L'analyse doit être effectuée le plus vite possible en portant les échantillons dans des glacières dont la température est comprise entre 4 et 6°C.

### **III- Les analyses organoleptiques :**

Les différentes propriétés organoleptiques doivent être appréciées au moment du prélèvement, comme la couleur, le goût et l'odeur. Certaines odeurs peuvent, par exemple, disparaître pendant le transport (disparition de l'odeur de H<sub>2</sub>S après aération).



### III.1- Test de la couleur

La coloration est évaluée par une simple observation de l'eau au lieu de l'émergence et par une observation d'un flacon de verre transparent rempli d'eau. Habituellement, la coloration d'une eau est comparée avec celle d'une solution de référence de platine-cobalt ou avec des disques de verre en unité de Hazen.

### III.2- Test de l'odeur et de la saveur

Le test de l'odeur est évalué par simple sensation, au lieu de l'émergence ou après le stockage de l'eau dans une bouteille propre et fermée pendant 48 h.

De même le goût est aussi évalué par dégustation de l'eau au niveau de l'émergence.

### III.3- Mesure de la turbidité

La mesure de la turbidité se réalise avec un turbidimètre qui sera étalonné d'avance en préparant trois solutions filles à partir d'une solution mère de sulfate d'hydrogène et d'hexaméthylène tetramine. Le turbidimètre donne le résultat en UF après l'emplacement des trois solutions filles puis l'échantillon à analyser en appliquant :

$$\text{Turbidité(NTU)} = 20 \cdot \text{UF}$$

UF : unité formazène

NTU : Néphélométrique Turbidité Unité

## IV- Les analyses physico-chimiques

### IV.1- Mesure du potentiel d'hydrogène, pH

Cette mesure est réalisée grâce à un pH-mètre électronique. Son électrode est d'abord étalonnée par une solution à pH=4 puis par une solution à pH=7.

On met 50 mL d'échantillon d'eau dans le bécher, on y plonge l'électrode.

La valeur du pH est enregistrée par le pH-mètre après quelques secondes.

### IV.2- Détermination de la conductivité électrique

La mesure de la conductivité électrique est effectuée grâce à un conductivimètre.

Les résultats sont affichés directement sur l'afficheur en micro Siemens par centimètre.

### IV.3- Détermination de la dureté totale

La détermination de la dureté totale est couramment réalisée par une méthode de dosage volumétrique appelée « complexométrie ». [Annexe III.1]

- Principe

L'agent complexant utilisé est l'acide éthylène dinitriolotetraacétique, sel disodique dihydraté (EDTA) qui complexe quantitativement de nombreux métaux en particulier le  $\text{Ca}^{2+}$  et le  $\text{Mg}^{2+}$ .

Les indicateurs colorés utilisés sont des indicateurs d'ions métalliques servant à suivre la concentration des ions métalliques libres en solution, dans ce cas, on utilise le noir d'erichrome T qui vire du violet au bleu franc par un excès d'EDTA, la réaction est complète à  $\text{pH}=10$ .

### IV.4- Dosage de l'ion calcium et de l'ion magnésium

- Principe

L'addition de soude à  $\text{pH} 12$  précipite le magnésium sous forme d'hydroxyde  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  qui réagit avec le complexant EDTA.

On utilise le muréxide comme indicateur coloré car il est sensible aux ions  $\text{Ca}^{2+}$ . [ANNEXE III .2]

Si on connaît la dureté totale ( $D_t$ ) et la dureté calcique ( $D_c$ ) on peut en déduire la Dureté magnésienne ( $D_m$ ), autrement dit la dureté magnésienne est calculée comme suit :

$$(D_m) = (D_t) - (D_c).$$

### IV.5- Dosage des carbonates (titre alcalimétrique simple TA)

Il exprime la teneur de l'eau en alcalis libre ( $\text{OH}^-$ ) et en carbonates alcalins caustiques ( $\text{CO}_3^-$ ).

### IV.6- Dosage des carbonates et des hydrogénocarbonates (titre alcalimétrique complet TAC)

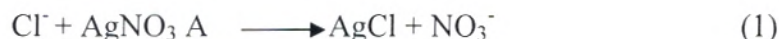
Le TAC rend compte de la teneur de l'eau en ( $\text{OH}^-$ ), ( $\text{CO}_3^-$ ), ( $\text{HCO}_3^-$ ), ( $\text{HSiO}_3^-$ ),...

[ANNEXE III.4]

**IV.7- Dosage des chlorures**

La méthode utilisée pour doser les ions chlorures est celle de « Mohr ». [ANNEXE III.5]

Elle consiste à précipiter les ions  $\text{Cl}^-$  par le nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ) en présence des ions  $\text{CrO}_4^{2-}$ , selon la réaction suivante :



Lorsque la réaction est terminée, l'excès d' $\text{AgNO}_3$  donnera un précipité de couleur rouge brique avec les ions chromate selon la réaction :

**IV.8- Dosage des sulfates**

- Principe

Pour doser les sulfates on utilise la méthode turbidimétrique.

Ce dosage est basé sur la réaction, en milieu acide, entre l'ion sulfate et le chlorure de baryum, qui conduit quantitativement à la formation d'un précipité de sulfate de baryum  $\text{BaSO}_4$  suivant la réaction :



Grace à un agent dit presseur on obtient une suspension homogène qu'on peut passer au spectrophotomètre d'absorption moléculaire à la longueur d'onde 660 nm.

**IV.9- Dosage des nitrites**

La diazotation des nitrites par 1,2-cyclohexane diamine donne un colorant azoïque rouge stable dont l'absorbance maximale se mesure à 520 nm. [ANNEXE III.7]

**IV.10- Dosage des phosphates**

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les phosphates donnent un complexe phosphomolybdique, qui réagit par l'acide ascorbique et développe une coloration bleue susceptible d'un dosage spectrophotométrie d'absorption moléculaire. [ANNEXE III.8]

**IV.11- Détermination de la matière organique**

- Dosage en milieu basique
- Dosage en milieu acide. [ANNEXE III.10]

Pour les deux dosages en milieu acide et basique, la concentration des matières organiques est donnée par la relation :

$$C_{\text{MO}} = V_1 - V_2 \text{ en mg/L}$$



## V- Analyses bactériologiques

Les analyses bactériologiques d'une eau destinée à la consommation humaine sont basées sur la recherche et le dénombrement des germes suivants :

- Les germes totaux ;
- Les coliformes ;
- Les streptocoques fécaux ;
- Les clostridium sulfito- réducteurs.

### V.1- Recherche et dénombrement des germes totaux

On utilise, la gélose nutritive TGEA comme milieu de culture.

On prépare deux boites de pétri qui seront incubées de 48h à 72h, l'une à 37°C et l'autre à 22°C. Chacune d'elles contient 20 mL de la gélose nutritive.

Les résultats seront alors exprimés par nombre de germes par 100 mL.

### V.2- Recherche et dénombrement des coliformes totaux et d'Escherichia Coli

- Recherche et dénombrement des coliformes totaux
    - On ensemence trois tubes de (BCPL) à double concentration munis de cloches de Durham ; dans chaque tube on met 10 mL d'eau à analyser.
    - On ensemence trois tubes de (BCPL) à simple concentration munis de cloches de Durham, chaque tube e avec 1mL d'eau à analyser.
    - On ensemence trois tubes de (BCPL) à simple concentration munis de cloches de Durham, chaque tube e avec 0,1mL d'eau à analyser.
    - On incube tous les tubes à 37°C pendant 24h à 48h. Les tubes considérés positifs présentent un virage du violet au jaune avec dégagement de gaz dans la cloche.
- [ANNEXE IV]

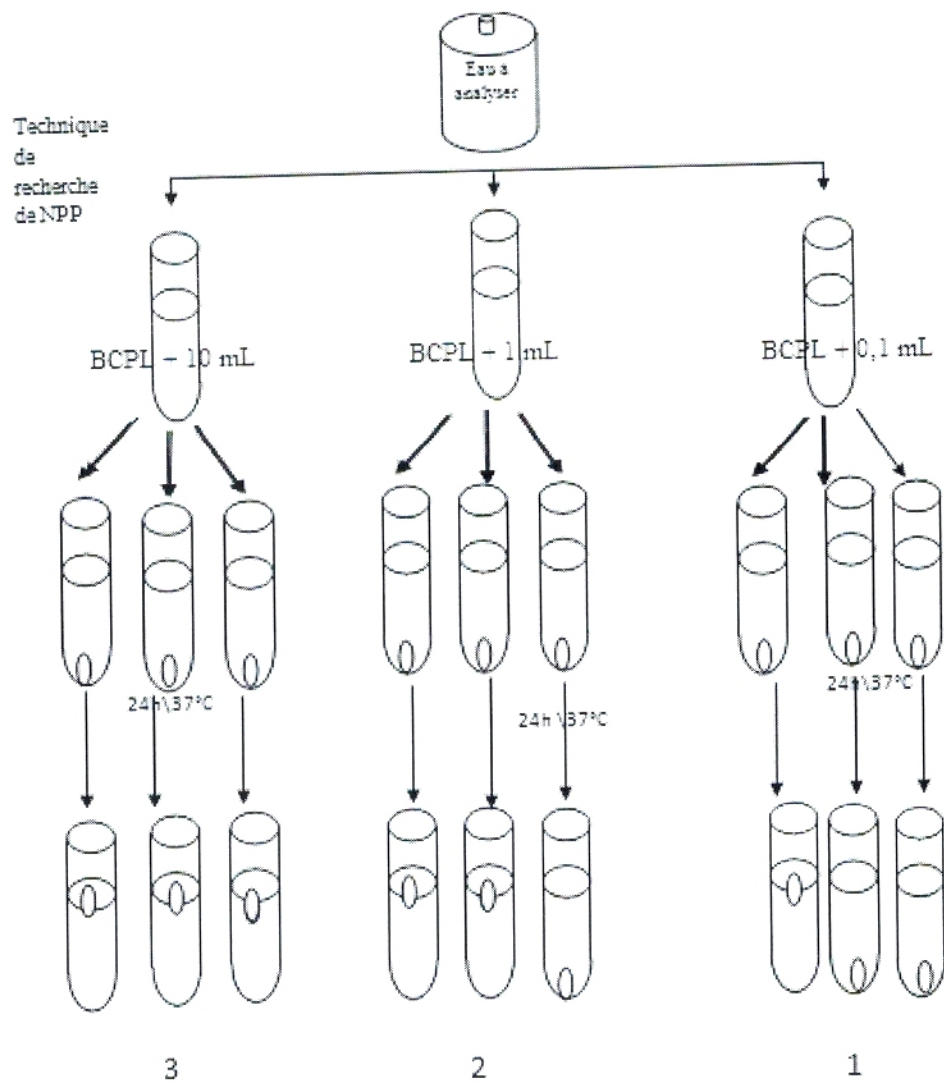


Figure 09: Recherche et dénombrement des coliformes totaux et d'*Escherichia Coli*

NPP=321 [ANNEXE IV]

- Recherche et dénombrement d'*E. coli* présumé
  - A partir de chaque tube positif on repique 2 à 3 gouttes dans un bouillon Schubert avec cloche de Durham.
  - On incube après à 44°C pendant 24h. Les tubes considérés comme positifs seront ceux qui présentent un développement bactérien avec dégagement de gaz et formation d'un anneau rouge comme conséquence d'addition du réactif de Kovacs. Ceci témoigne de la production d'indole.
  - On se réfère aux tables NPP pour calculer le nombre le plus probable de coliformes et d'*E. coli* présent dans 100 mL d'échantillon.



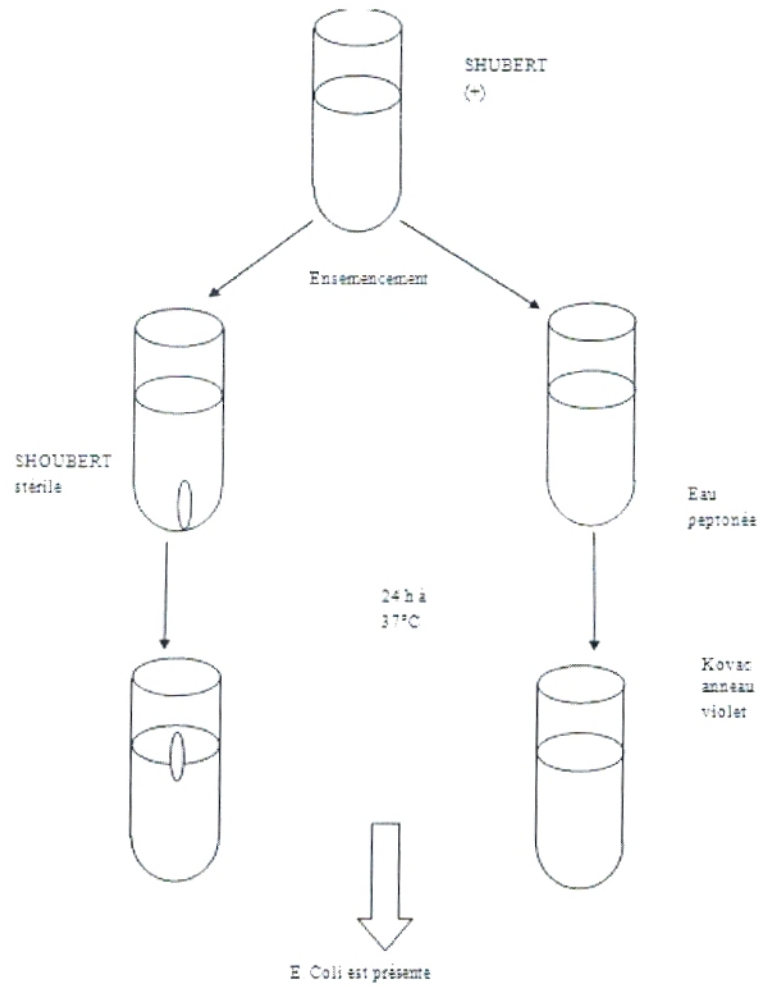


Figure 10 : Recherche et dénombrement d'*E. Coli*

### **V.3- Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux**

- Test présomptif

Concernant l'ensemencement, on procède de la même manière que celle utilisée pour les coliformes, mais en utilisant cette fois-ci le milieu de Rothe à double concentration et à simple concentration. On incube à 37°C pendant 24h à 48h, les tubes présentant un trouble microbien sont considérés comme positifs, ils sont alors soumis à un test confirmatif.

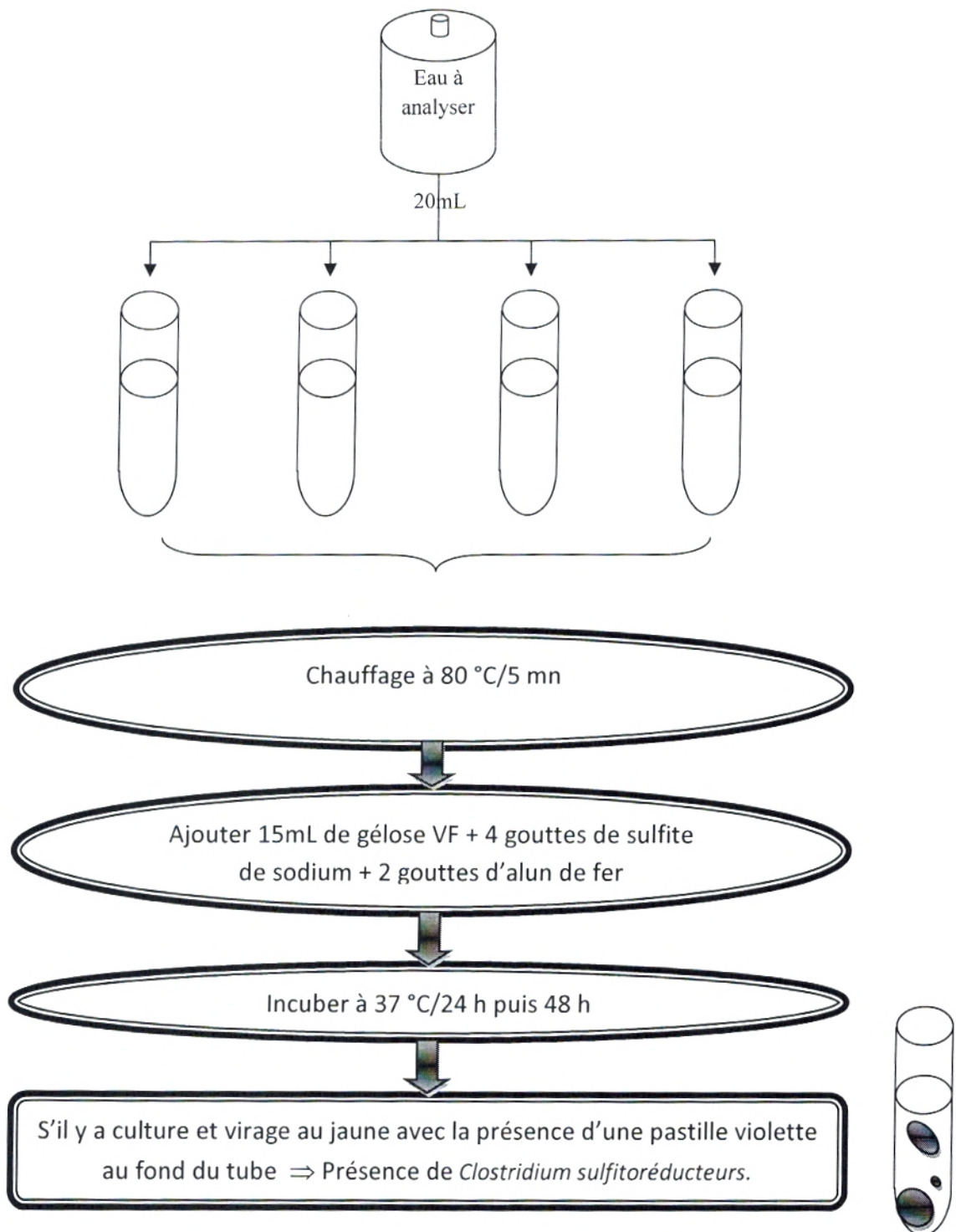
- Test confirmatif

- A partir de chaque tube positif, on prend 2 à 3 gouttes. On les met dans des tubes de milieu Litsky et on incube à 37°C pendant 24h à 48h.

- Les tubes considérés comme positifs présentent un trouble microbien pouvant se condenser au fond du tube constituant une pastille violette.

- On se réfère à la table NPP pour calculer le nombre de streptocoques fécaux dans 100 mL d'échantillon.

## V.4 La recherche et le dénombrement des clostridium sulfitoréducteurs

Figure 11 : Recherche et dénombrement des *Clostridium* sulfito-réducteur.



# Résultats et interprétation

## Chapitre IV

Les eaux souterraines ont pendant longtemps, été synonymes « d'eaux propres » répondant naturellement aux normes de potabilité. Les eaux souterraines sont en effet moins sensibles aux pollutions accidentelles, néanmoins, de nombreuses nappes sont « influencées par la qualité des eaux de surface. (ARMAND, 1996)

Lorsque les caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines restent sensiblement constantes au cours des examens successifs, elles sont l'indice d'une circulation lente dans des milieux où les échanges avec l'extérieur sont pratiquement nuls. (VILAGINES, 2000)

### 1-Les analyses physico-chimiques

#### 1.1-Résultats des analyses

Les analyses ont pour but d'évaluer la qualité physico-chimique de l'eau de la source de Sidi Bouyashak, deux prélèvements ont été effectués.

Tableau 08 : Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de la source de Sidi Bouyashak

paramètres	1 <sup>er</sup> prélèvement 19/04/2013	2 <sup>eme</sup> prélèvement 13/05/20013	Norme algériennes Valeurs maximales	Unités
pH	6,60	7,01	6,5 à 8,5	
Conductivité	1388	1393	2800	µS/cm
Minéralisation	1052,85	1056,56		mg/L
Salinité	0,6 (19°)	0,6 (20°,6)	-	mg/L
Turbidité	0,240	0,240	5	NTU
Titre alcalimétrique	00	00	-	°F
Titre alcalimétrique complet	13,28	13,28	-	°F
Dureté totale	41	40	10- 50	°F
Calcium	158,66	158,32	200	mg/L
Magnésium	81	80,4	150	mg/L
Chlorures	93,45	92,95	500	mg/L
Sulfates	35	35	400	mg/L
Fer	0,03	0,03	0,3	mg/L
Hydrogénocarbonates	99,20	99,21	-	mg/L
Ammonium	0,0045	0,004	0,5	mg/L
Nitrites	0,001	0,001	0,1	mg/L
Phosphates	0,21	0,21	0,5	mg/L

Remarque :

Pour les deux prélèvements, la mesure des paramètres suivants donnaient des valeurs stables ou très voisines.

- NO<sub>2</sub> : La valeur est presque nulle dans les deux prélèvements.
- TA : La valeur nulle pour les deux prélèvements.
- Phosphates : Valeur est 0,21 mg/L pour les deux prélèvements.

### 1.3- Classification de L'eau de source

#### 1.3.1- Classification selon Stabler

Selon Stabler, La classification des eaux se fait tout simplement en comparant les teneurs en réaction en pourcentage des cations entre eux et des anions entre eux.

Dans notre cas, la teneur en  $\text{Ca}^{2+}$  est la plus élevée parmi les cations considérés et pour les anions c'est la teneur en  $\text{HCO}_3^-$  qui est la plus élevée.

Cette classification montre que l'eau de la source Sidi Bouyashak est bicarbonatée calcique.

#### 1.4- Potabilité de l'eau de source

Pour être consommée, l'eau doit répondre à des critères de qualité très stricts. Les critères d'une eau propre à la consommation sont nombreux, ils portent sur :

- La qualité microbiologique,
- La qualité chimique,
- La qualité physique et gustative (les paramètres organoleptiques),
- Les substances indésirables telles que les nitrates et le fluor,
- Les substances toxiques dont le plomb et le chrome font partie.

L'étude a permis de déterminer les valeurs de quelques paramètres physico-chimiques cités au tableau 08, en prenant les valeurs des sels de l'eau minérale en bouteille « SAIDA » comme référence pour la détermination des ions contenus dans l'eau de la source étudiée. [ANNEXE III]

### 1.5- Interprétation et discussion des résultats

La composition minérale des eaux dépend généralement des terrains traversés, principalement des différentes couches géologiques ainsi que la charge physico-chimique et biologique des eaux d'infiltrations.

Les analyses permettent de déterminer la concentration de certaines substances qui peuvent rendre ces eaux suspectes voir même parfois impropres à la consommation.

#### ▪ Paramètres organoleptiques

##### ➤ L'odeur :

L'eau étudiée a toujours été inodore, ce qui indique probablement l'absence de produits chimiques, de matières organiques en décomposition et de protozoaires.

##### ➤ La couleur :

L'eau de la source est toujours limpide, ceci indique probablement l'absence des ions métalliques. Le fer ferreux ( $\text{Fe}^{2+}$ ) et fer ferrique ( $\text{Fe}^{3+}$ ) sont des facteurs principaux du changement de la couleur d'eau. La teneur du  $\text{Fe}^{2+}$  dans l'eau de la source Sidi Bouyashak est de l'ordre de traces (0,03mg/L).

L'absence de divers colloïdes est également la cause de la limpidité de l'eau.



➤ **La turbidité :**

La mesure de la turbidité permet de donner les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...).

L'eau étudiée est une eau claire ; ceci est du à l'infiltration de l'eau dans le sol. Elle à une turbidité de 0,240 NTU ce qui est conforme à la norme algérienne qui recommande comme valeur limite 5NTU au maximum. [ANNEXE VI]

**Paramètres physico- chimiques**

➤ **Le potentiel d'hydrogène (pH)**

Le pH de l'eau étudiée est entre 6,60 et 7,01 ceci est conforme aux normes algériennes qui fixent les valeurs de pH entre 6,5 et 8,5.

D'après Rodier (2009), le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés.

L'OMS ne fixe pas de valeurs, mais précise qu'un faible pH peut poser des problèmes de corrosion ; et un pH élevé entraîne le gout de consommation accrue de savon. (BERNE, 1992)

➤ **La conductivité**

Les recommandations algériennes indiquent pour la conductivité une valeur maximale de 2880  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 20°C.

La conductivité mesurée de cette eau donne des valeurs comprises entre 1388 et 1393  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ; ce qui implique une minéralisation qui varie entre 1052,85 et 1056,56 mg/L.

La conductivité des eaux naturelles fournit une information globale sur la qualité des sels dissous qu'elles renferment.

La mesure de la conductivité donne une idée approximative de la minéralisation globale. (FRANK et KEMMER, 1984)

La source est fortement minéralisée.

➤ **La température**

L'eau de la source « Sidi Bouyashak » est une eau souterraine sa température varie entre 19°C et 21°C.

Les directives du conseil des communautés européennes fixent à 12°C ; le niveau guide de la température de l'eau destinée à la consommation humaine est à 25°C à ne pas dépasser.

Pratiquement, la température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé de l'homme.

Les résultats répondent aux normes algériennes.

➤ **La dureté totale**

La dureté totale (teneur en ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ ) de l'eau de la source de Sidi Bouyashak est comprise entre 40 et 41 °F.

Elle répond aux normes indiquées par la réglementation algérienne.

➤ **L'ion calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ )**

Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Les normes algériennes préconisent une concentration allant de 75 à 200 mg/L comme concentration maximale.

D'après Rodier 2009, l'eau potable de bonne qualité renferme de 100 à 140 mg/L de  $\text{Ca}^{2+}$ .

Pour l'eau étudiée les valeurs de calcium trouvées sont comprises entre 158,32 et 158,66 mg/L.

Ce résultat est conforme aux normes algériennes.

➤ **Les chlorures (Cl)**

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés.

Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau à partir de 250 mg/L.

L'OMS recommande pour la teneur en chlorures, une valeur guide de 250 mg/L pour considérations gustatives et des risques de corrosion.

La teneur des échantillons est comprise entre 92,95 et 93,45 mg/L.

Cette valeur respecte la norme qui donne un niveau de guide de 200 mg/L et une concentration maximale admissible de 500 mg/L.

➤ **Les phosphates ( $\text{PO}_4$ )**

Les valeurs des phosphates trouvées au niveau de la source étudiée sont comprises entre 39 et 40 mg/L.

➤ **Les sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ )**

La teneur en sulfate pour la source étudiée est de 35 mg/L.

La valeur trouvée respecte les normes algériennes.

➤ **L'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)**

Pour l'eau destinée à la consommation humaine, en raison des problèmes particuliers susceptibles d'introduire un gêne pour le consommateur (goût, odeur), l'OMS recommande comme valeur limite pour l'ammonium 1,5 mg/L.

La réglementation algérienne fixe une valeur maximale de 0,5 mg/L.

Pour l'eau étudiée, les teneurs en ammonium sont acceptables par rapport à la norme Algérienne.

**Les analyses bactériologiques**

Les analyses bactériologiques ont été réalisées au niveau du laboratoire de l'ADE- Tlemcen et celui du centre vétérinaire de Mansourah.

Elles consistaient de rechercher les germes totaux, les coliformes totaux, les *E. coli*, les streptocoques fécaux et les spores de clostridium sulfitoréducteurs.

Les résultats trouvés sont regroupés dans le tableau 09:

Tableau 09 : Résultats du dénombrement bactériologique de l'eau de la source de sidi bouyashak.

Date et heure du prélèvement	19/04/2013 17h00	13/05/2013 7h30	unités	Norme algérienne NA6360-1992 Valeurs maximales
Germes totaux à 22°C	82	81	Germe/mL	100
Germes totaux à 37°C	93	96	Germe/mL	100
Coliformes totaux	04	04	Germe/100mL	10
<i>E. coli</i>	04	04	Germe/100mL	00
Streptocoques fécaux	22	23	Germe/100mL	00
Clostridium sulfitoréducteurs	-	-	Spore/20 mL	10



## II.2- Interprétation des résultats

Les analyses microbiologiques de l'eau de source de Sidi Bouyashak ont donné les résultats suivants :

- **Les germes totaux**

Les germes totaux existent dans nos échantillons, leur nombre est entre 80 et 81 germe /mL à 22°C et 93 à 96 germe/ml à 37°C,

Les résultats ne respectent pas la réglementation algérienne.

- **Les coliformes**

E. Coli est présente au nombre de quartes (04) dans les deux échantillons.

D'après les normes, elle ne doit pas exister dans une eau de source.

Ceci ne respecte pas la réglementation algérienne.

- **Les streptocoques**

Les streptocoques fécaux sont présents. En effet, leur absence est obligatoire.

Elles ne respectent pas la réglementation algérienne.

- **Les clostridium sulfite réducteurs**

D'après les normes, les clostridium sulfitoréducteurs ne doivent pas se trouver dans une eau de source, en effet, ils existent dans l'eau de la source sidi bouyashak.

Elles ne respectent pas la réglementation algérienne.

## II.3- Discussion

L'eau souterraine est le vecteur des microorganismes pathogènes ou non pathogènes.

Lorsque le pouvoir d'autoépurations du sol est très efficace, pratiquement l'eau souterraine en est dépourvue dans les conditions naturelles. Un problème particulier est posé par les aquifères karstiques au sein desquels l'autoépuration est faible, nulle. (GASTAMY, 1982).

D'après Rodier (2009), les eaux des nappes peu profondes sont souvent contaminées après de fortes précipitations.

Les coliformes parmi lesquels E. coli, représentent approximativement 10% des microorganismes intestinaux humains et animaux, sont considérées comme étant un organisme indicateur de pollution.

Lorsqu'on ne détecte pas ces bactéries indicatrices dans un volume spécifique (100ml), on considère l'eau comme potable ou bonne à la consommation humaine.

(PRESCOTT et al. 2003)

Contrairement au cas de l'eau de la source sidi Bouyashak, les analyses effectuées confirment leur présence.

- Selon la réglementation algérienne une eau potable de source ne doit pas contenir des streptocoques fécaux dans 100 mL d'échantillon. Les résultats qu'on a obtenus montrent leur présence dans les deux prélèvements.

Les Clostridium sulfitoréducteurs sont aussi des bactéries d'origine fécale. Ces microorganismes sont souvent recherchés pour vérifier l'auto-épuration du sol vis-à-vis de l'eau.

Les résultats des analyses bactériologiques montrent l'absence des clostridium sulfitoréducteurs.

D'après les analyses bactériologiques l'eau étudiée est impropre à la consommation humaine.

# Conclusion



Vu l'augmentation des facteurs de pollution dus aux exigences de la civilisation moderne et l'utilisation excessive d'engrais et toutes autres causes insidieuses de pollution, la protection des ressources des eaux est devenue plus qu'une nécessité.

Durant ce travail, l'étude menée a pu donner une appréciation sur les qualités physico-chimiques et microbiologiques de l'eau de la source "Sidi Bouyashak consommée par la population de la ville de Tlemcen, considérée comme eau minérale et potable.

Les résultats des analyses effectuées permettent de classer cette eau comme une eau bicarbonatée calcique.

L'étude du milieu ainsi que l'exploitation du domaine hydro écologique révèlent que les hydrogénocarbonates et le calcium sont prédominants dans la structure chimique et ont pour origine les montagnes (Mont de Tlemcen) de couches calciques et dolomitiques.

L'origine des chlorures est suspecte, elle ne peut provenir des terrains traversés par l'eau, on ne peut en déduire qu'une origine artificielle « pollution » vu qu'il existe des habitations en amont et que la source n'est pas protégée par des périmètres de protection selon la réglementation algérienne en vigueur.

Les analyses physicochimiques montre que :

L'eau de la source « Sidi Bouyashak » est fortement minéralisée avec une dureté moyenne.

Du point de vue bactériologique les résultats obtenus ont permis de mettre en évidence la présence des coliformes totaux, des E. Coli ainsi que les streptocoques fécaux qui sont des germes indicateurs de contamination.

Selon les critères microbiologiques l'eau de la source étudiée est de qualité suspecte, elle ne répond pas aux normes, elle est donc non potable.

On peut déduire que cette eau peut être utilisée pour les besoins humains, l'irrigation, mais déconseillée pour la consommation si elle est utilisée sans traitement adéquat.

# Recommendations

Pour utiliser d'une façon raisonnable et approvisionner en eau potable la population, des mesures doivent être prises à savoir

- Sans traitement éviter la consommation de cette eau.
- Javelliser l'eau pour diminuer le nombre des germes.
- Bouillonner l'eau, notamment pour les sujets à bas âge et les personnes âgées.
- Effectuer des analyses microbiologiques régulièrement.
- Protéger le périmètre proche de l'émergence de l'eau pour éviter les risques de contaminations.
- Chercher par une étude adéquate l'origine de la contamination bactérienne.



# Références Bibliographiques

## *REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES*

---

- APHA et al, 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. American public Health Association. American Water Works Association Water Environnement Fédération. 20<sup>ème</sup> édition. P6
- BERNE F., 1992. Traitement des eaux. Ed : Paris Technique. Bibliothèques national du Canada
- BERNE F. et CORDONNIER G., 1981. Traitement des eaux. Edition: Technique. Paris. P 9-10
- BONNIN J., 1982. Aide-mémoire d 'hydraulique urbaine. Edition Eyrolles.
- BONTOUX J., 1993. Introduction à l'étude des eaux douces : 2<sup>ème</sup> édition : Cebedoc. P13
- BOURGEOIS et al, 1996. Microbiologie alimentaire Tome I Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments.
- BRIERE FRANCOIS G., 2000. Distribution et collecte des eaux. 2<sup>ème</sup> édition. Ecole polytechnique de Montréal.
- COIN LOUIS, 1981. La pratique de l'eau : usages domestiques. Collectif et industrielles. Edition Moniteur. Paris.
- COSANDEY C. et ROBINSON M., 2000. Hydrologie continentale. Edition Armand Colin / HER. Paris.
- DEGREMONT G., 1966 Mémento technique de l'eau. Édition TEC et DOC. Paris 8<sup>ème</sup>.
- DEGREMONT G., 1978 Mémento technique de l'eau. Edition TEC et DOC.
- DEGREMONT G., 1989 Mémento technique de l'eau. Edition TEC et DOC.
- DENHOVE, 1990. Les eaux minérales, volume 3. Edition : Lamy .P7
- DESJARDINS R., 1990. Le traitement des eaux. Deuxième édition revue et améliorée. Edition l'Ecole Polytechnique de Montréal. P 6- 12.
- DOMMERGUES Y. et MANGENOT F., 1970. Ecologie microbienne du sol. Edition Masson et C<sup>le</sup> Editeurs. P 393.
- DUBOS R et al. 1972. L'eau (le monde des sciences). Collection Time Life. Edition Time Inc. United States. P55. 115.
- DUPONT A., 1974. Hydraulique urbaine -Tome I- Hydrologie : captage et traitement des eaux. Editions Eyrolles : P 32 - 34- 64.
- EMSALEM R., 1989. Climatologie générale. Edition Entreprise Nationale du Livre. Alger. P 64.
- FRANK N. K., 1984. Manuel de l'eau. Edition Lavoisier.
- GANJOUS D., 1989. La pollution des milieux aquatiques. 2<sup>ème</sup> édition : Tec et Doc. P12-13
- GOGUEL J., 1967. Application de la géologie aux travaux de l'ingénieur. 2<sup>ème</sup> édition :

## *REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES*

---

Masson .P13.

GASTAMY G., 1982. Principe et méthodes de l'hydrogéologie. Ed : Dunode université. P 222,-227-224.

GERARD P., 2004. Analyse physico- chimique. Edition: UCL/AC/ADST/YDDR .P 6-7

GENOUDET., 2001. L'eau de robinet : de la source au verre. Extrait de dossier de bulletin de l'association médicale Kouzmine internationale.

GOMELLA C. et al. 1974. La distribution de l'eau dans les agglomérations urbaines et rurales. Editions Eyrolles.

GOMELLA C. et GUERREE H., 1980. La distribution d'eau dans les agglomérations urbaines et rurales. 3<sup>ème</sup> édition : Eyrolles. P22-29.

HASLEY C. et LECLERCH H., 1993. Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition Lavoisier.

HUBERT P. et MARIN M., 2002. Quelle eau boirons – nous demain ? potable, minérale, irrigation, stress hydrique. Ed : Fabienne travers.

KETTAB A., 1992. Traitement des eaux : les eaux potables. Edition Office des publications universitaires. Alger. P 118-23-17.

MARGAT J., 1992. L'eau dans le bassin méditerranéen : situation et prospective. Ed : les economica fascicules du plan bleu, centre d'activités régionales. P39-176-183.

POMEROL C., RENARD M., 1997. Eléments de géologie. 11<sup>ème</sup> édition Masson.

PRESCOTT M. et al. 2003. Microbiologie 2<sup>ème</sup> édition : De Boeck et larcier s.a. P 523.

RAYMOND D., 1997. Le traitement des eaux. 2<sup>ème</sup> édition : polytechnique de Montréal.

RODIER, 2009. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8<sup>ème</sup> Edition Dunod.

ROGER E et al. 2002. Aide à la fiabilisation de l'eau potable en milieu rural. Aspects techniques et financiers .OLE au ; France .P 9

SATIN M. et SELMI B., 1999. Guide technique de l'assainissement : 2<sup>ème</sup> édition : Moniteur .P8

TAHITI A. et JOUZEL J., 2006. Partager l'eau. Edition: TECHNIP. P30.

VAILLANT J.R., 1973. Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution, contrôle de diversément des eaux polluées. Edition : Eyrolles. P 40

VAILLANT J. R, 1977. Accroissement et gestion des ressources en eau. Edition Eyrolles, Paris.

VILAGINES, 2000. Eau, environnement et santé publique : introduction à l'hydrologie. Ed : Tec et Doc.



## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

---

WHO, 1994. Directive de qualité de l'eau de boisson. Critères d'hygiène. 2<sup>ème</sup> édition. Vol 2. P6-10.

### **Publications**

ANONYME, 1997. Encyclopédie Médical.

ANONYME, 2003. CI eau. Les français et l'eau.

FOLIGUET.J., 1982 : journal water research

PFOHL A., LSZKOWICZ., 1999. Schwartozbrod. Institution. Faculté de pharmacie Nancy France. Source.

### **Thèses**

BOUANANI A.R., 2004. HYDROLOGIE, TRANSPORT SOLIDE ET MODELISATION Etude de quelques sous bassins de la Tafna (NW-Algérie). Mémoire doctorat. Institut de géologie, université de Tlemcen.

### **Documentations**

A.N.R.H, Agence Nationale des ressources Hydrauliques. Direction régionale Ouest « Service laboratoire ».

BAHIR M., MENNANI A., 2002. Problématique de la gestion des eaux souterraines au Maroc. Estudios Géol.58 : 103-108.

### **Journaux et revue**

JOURNAL OFFICIEL de la République Algérienne N°35 171998.

DUCROS J., 1989. L'eau : vérités d'hier et d'aujourd'hui. Revue française de diététique.

### **Mémoires**

ABDESLAM S et al. 1999. Suivi de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau de trois sources alimentant la région de Tlemcen. Mémoire d'ingénieur, Institut de Biologie, Université de Tlemcen.

BERREZOUG T et KISSI S., 2002. La protection du futur barrage Sikkak contre la pollution et

## *REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES*

---

l'envasement. Mémoire d'ingénieur. Institut d'hydraulique. Université de Tlemcen.

BOUDJELLAL A., 1994. Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux thermo minérales de Hammam Boughrara et de Hammam Chigeur. Mémoire d'ingénieur, Institut de Biologie. Université de Tlemcen.

SACI D. et BERRAHMA K., 1997. Etude sur la coagulation de l'eau résiduaire de la station d'épuration de l'unité SOITEX Tlemcen et de l'eau brute de la station d'épuration de Lalla Seti Tlemcen. Mémoire d'ingénieur Institut d'hydraulique. Université de Tlemcen.

### **Site Web**

Benjamin Franklin .<http://www.ac-nancy->

Encyclopédie Microsoft Encarta 2008.

Google earth.

WWW.Wikipedia .fr

# Annexes



Tableau 02 : Principales différences entre eaux superficielles et eaux profondes  
(KETTAB, 1992)

Caractéristiques examinées	Eaux superficielles	Eaux profondes
Température	Variable suivant les saisons	Relativement constante
Turbidité : matière en suspensions (Vraie ou colloïdale)	Variables, parfois élevées	Faibles ou nulles (sauf en terrain karstique)
Couleur	Liée surtout aux matières en suspension (argiles, algues, etc.)sauf dans les eaux très douces et acides (acide humiques)	Liée surtout en matières en solution (acides humiques par exemple)
Minéralisation globale	Variable en fonction des terrains, des précipitations, rejets, etc.	Sensiblement constante, en général nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
Fer et manganèse divalents (états dissous)	Généralement absents, sauf au fond des pièces d'eau en état d'eutrophisation	Généralement présent
Gaz carbonique agressif	Généralement absent	Souvent présent en grandes quantité
Oxygène dissous	Souvent au voisinage de la saturation	Absence totale la plupart du temps
Ammoniaque	Présent seulement dans les eaux polluées	Présence fréquente sans être un indice systématique de pollution
Nitrates- nitrites	Peu abondant en général	Teneur parfois élevée, risques de méthémoglobinémie
Ca, Mg	Teneur modérée	Teneur souvent élevée
Micropolluants minéraux, organiques	Présent dans les eaux des pays développés, mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source polluante	Généralement absent mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps
Organismes vivants	Bactéries (dont certaines pathogènes) virus, plancton (animal et végétal)	Bactéries fréquentes

Tableau 04: Normes algériennes de potabilité des eaux de consommation

## (a) Facteurs organoleptiques :

Paramètres	Unité	niveau Guide	Concentration max. admissible	Observations
Odeur	Seuil de perception à 25°C	00	4	Au bout de quatre dilutions successives aucune odeur ne doit être perçue
Saveur	Seuil de perception à 25°C	00	4	Au bout de quatre dilutions successives aucune saveur ne doit être perçue
Couleur	mg/l'échelle PT/Co	00	25	/

\*NEPHELOMETRIQUE TURBIDITE UNITE

## (b) Paramètres bactériologiques

Paramètres	Unité	Niveau Guide	Concentration max. admissible	Observations
<b>1- Eau traitée à l'entrée du réseau</b>				
Coliformes fécaux	Nbre /100ml	-	0	Turbidité (INTU), pour la désinfection au chlore, il est préférable que le pH=6,8
Coliformes	Nbre/100ml	-	0	Chlore libre résiduel 2,2 à 0,5mg/l après 30Mn (minimum) de contact
<b>2- Eau de boisson en bouteille</b>				
Coliformes fécaux	Nbre/100ml	-	0	La source doit être exempte de contaminant fécal
Coliformes	Nbre/100ml	-	0	
<b>3- Eau potable de source</b>				
Coliformes fécaux	Nbre/100ml	-	0	Avertir la population de javelliser ou faire bouillir l'eau au cas où l'on arrive pas à respecter les valeurs indicatives
Coliformes	Nbre/100ml	-	0	
Germes totaux 37°C 24h	Nbre/100ml	100	-	Pour une eau traitée le dénombrement des germes totaux effectué à l'extrémité réseau de distribution ne doit pas excéder le taux obtenu en début de réseau dans 90%des échantillons analysés au cours de l'année
22°C72h	Nbre/100ml	100	-	
Streptocoques		-	0	-
Streptocoques fécaux	Nbre/100ml			
Clostridium sulfite réducteurs	Nbre/20ml	-	0	-



## (c)- Facteurs physico- chimiques

Paramètres	Unité	Niveau Guide	Concentration max. admissible	observations
pH		6,5 à 8,5		
Conductivité	µS / cm à 20°C	-	2280	
Résidu sec	mg/l après séchage a 105°	-	2000	En correspondance avec la normalisation des eaux
Dureté totale	mg/l CaCo3	100	500	
Calcium	mg/l	75	200	
Magnésium	//	-	150	
Sodium	//	-	200	
Potassium	//	-	10	
Sulfate	//	200	400	
Chlorure	//	200	500	
Nitrate	//	-	50	
Nitrite	//	-	0,1	
Ammonium	//	0,05	0,5	
Phosphate	//	-	0,5	
Oxydabilité (KMnO4)	//	-	3	Mesure faite à chaud et en milieu acide
O2 dissous	//	5	8	
Aluminium	//	-	0,2	

## (d) Facteurs indésirables ou toxiques

Paramètres	Unité	Niveau Guide	Concentration max. admissible	observations
Argent	mg /l	-	0,05	
Arsenic	//	-	0,05	
Baryum	//	-	1	
Cadmium	//	-	0,01	
Cyanures	//	-	0,05	
Chrome	//	-	0,05	
Cuivre	//	0,05	1,5	
Fer	//	-	0,3	
Fluor	//	0,3	2	
Manganèse	//	-	0,5	
Mercure	//	-	0,001	
Plomb	//	-	0,05	
Hydrogène Sulfuré	//	-	0,02	Non décelable organologiquement
Sélénium	//	-	0,01	
Zinc	//	-	5	
Pesticides et produit apparentés				<ul style="list-style-type: none"> <li>• des insecticides</li> <li>- organochlorés persistants</li> <li>- organophosphorés</li> <li>- carbonates</li> <li>• herbicides</li> <li>• fongicides</li> <li>• PCBE PCI</li> </ul>
Au total	µg/l	-	0,5	
par substance individualisée	µg/l	-	0,1	
Détergent ABS	µg/l	-	0,2	Chloration
Phénols	µg/l	-	2	S'il ya chloration à l'exclusion des phénols naturels qui ne réagissent pas au chlore
Hydrocarbures dissous	µg/l	-	10	

## 1- Dosage des hydrogénocarbonates (titre alcalimétrique complet TAC)

### • Mode opératoire

A l'aide d'une micro burette on titre le mélange constitué de 10ml d'échantillon, 3 gouttes de méthyle orange et 40ml d'eau distillée avec de l'acide sulfurique titré jusqu'à virage du jaune au jaune orange

## 2- Dosage des chlorures

### • Réactifs

- Nitrate d'argent  $\text{AgNO}_3$  à 0,1 eq/L: peser 0,8493 g pour 100 ml d'eau bi distillée.
- Chromate de potassium 10% : dissolution de 10g de chromate de potassium pur dans 100ml d'eau distillée.

### • Mode opératoire

On prélève dans un erlenmeyer 20ml d'échantillon plus 3 gouttes de chromate de potassium, on dose après avec du nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une teinte rougeâtre qui doit persister 1à3 minutes.

### • Expression des résultats

On peut calculer la teneur en chlorure en utilisant la formule suivante :

$$[\text{Cl}^-] = (N \times V) \times \frac{1000}{V_0} \times M \text{ en (mg/L)}$$

N : normalité du nitrate d'argent

V : volume de nitrate d'argent

$V_0$ : volume de l'échantillon

M : Masse molaire du chlore = 35,45g/mole.



## 1- Détermination de la dureté totale

### • Réactifs utilisés

- Solution étalon de  $MgSO_4$  (sulfate de magnésium) à 1eq/L
- Solution d'EDTA à 0,02N.
- On prend 100ml d'une solution de  $MgSO_4$  à 20%, (dans notre cas, on a pris 59ml de  $MgSO_4$  à 34% car  $20.100=34.59$ ) mélangé avec 100ml d'une solution d'ammoniaque à 20%. On complète le volume du mélange jusqu'à ce qu'il atteigne le titre avec de l'eau distillée, on obtient alors une solution tampon de  $(NH_4Cl/NH_4OH)$  de pH=10.
- On prépare un mélange en associant 0,2 g de noir érichrome T avec 19,8 g de chlorure de sodium, le mélange est bien broyé dans un creuset.

### • Mode opératoire

On verse 10ml d'eau à analyser plus 40ml d'eau distillée dans un erlenmyeer de 250ml, on ajoute ensuite 2ml de solution tampon et 0,05g d'indicateur coloré NET.

Le mélange aura une couleur violacée après l'avoir bien agité avec un barreau magnétique.

A l'aide d'une micro burette on ajoute goutte à goutte de l'EDTA jusqu'à ce qu'on observe un virage de la solution au bleu franc. On gardera un témoin pour faire la différence entre la couleur violacée et le bleu franc.

### • Expression des résultats

Pour les échantillons étudiés, la dureté totale est calculée comme suite :

$$D_t = (N_{EDTA} \cdot V_{EDTA}) \times 1000 / V_0 \text{ en meq/L}$$

$$D_t = (N_{EDTA} \cdot V_{EDTA}) \times 1000 / V_0 \times 50 \text{ en mg/L de CaCO}_3$$

$D_t$  = dureté totale

$N_{EDTA}$  = normalité de l'EDTA

$V_{EDTA}$  = volume de l'EDTA

$V_0$  = volume de l'échantillon

## 2- Dosage de l'ion calcium et de l'ion magnésium

- Solution EDTA = 0,02N

- On utilise l'indicateur coloré : le muréxide ; on le prépare en mélangeant 0,1g de muréxide avec 9,9g de NaCl, le tout est bien mélangé dans un creuset.

- Solution d'hydroxyde de sodium NaOH à 1 meq/L on prend 40g de soude pour 1 litre d'eau distillée

- Mode opératoire

On réalise, dans un erlenmyeer, un mélange en introduisant 10ml d'échantillon, 2ml de NaOH à 1 meq/L et 0,1g d'indicateur coloré ; on dose ensuite avec de l'EDTA à 0,02N en utilisant une micro burette jusqu'à virage du rose au pourpre.

- Expression des résultats

La dureté calcique pour chaque échantillon est calculée comme suit :

$$D_c = (N.V) \times 1000/V_o \quad \text{en meq. g/L}$$

$D_c = (N.V) \times 1000/V_o \times 20 \quad \text{en mg/L de Ca}^{2+}$
---

Sachant que :

$D_c$  = dureté calcique

N = normalité de l'EDTA utilisé

V = volume de l'EDTA utilisé

$V_o$  = volume de l'échantillon

## 3- Dosage des carbonates (titre alcalimétrique simple TA)

- Mode opératoire

On prélève 50ml d'eau à analyser dans un erlenmyeer, on ajoute ensuite quelques gouttes de phénophtaléine, une couleur rose doit alors apparaître si le pH est inférieur à 8,3.

## 1- Dosage des hydrogénocarbonates (titre alcalimétrique complet TAC)

- Mode opératoire

A l'aide d'une micro burette on titre le mélange constitué de 10ml d'échantillon, 3 gouttes de méthyle orange et 40ml d'eau distillée avec de l'acide sulfurique titré jusqu'à virage du jaune au jaune orange

## 2- Dosage des chlorures

- Réactifs

- Nitrate d'argent  $\text{AgNO}_3$  à 0,1 eq/L: peser 0,8493 g pour 100 ml d'eau bi distillée.

- Chromate de potassium 10% : dissolution de 10g de chromate de potassium pur dans 100ml d'eau distillée.

- Mode opératoire

On prélève dans un erlenmyeer 20ml d'échantillon plus 3 gouttes de chromate de potassium, on dose après avec du nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une teinte rougeâtre qui doit persister 1à3 minutes.

- Expression des résultats

On peut calculer la teneur en chlorure en utilisant la formule suivante :

$$[\text{Cl}^-] = (N \times V) \times \frac{1000}{V_0} \times M \text{ en (mg/L)}$$

N : normalité du nitrate d'argent

V : volume de nitrate d'argent

$V_0$ : volume de l'échantillon

M : Masse molaire du chlore = 35,45g/mole.



### 3- Dosage des nitrates

- Procédure

Sur un colorimètre de marque HANNA-C200, on sélectionne le programme correspondant à la mesure des nitrates, la cuvette (dans laquelle nous avons mis l'échantillon) sera bien nettoyé, elle est ensuite remplie avec 10ml d'échantillon à mesurer. On appuie sur la touche « ZERO », un message SIP apparaît sur l'afficheur, la remise à zéro sera faite lorsque l'indicateur 0.0 apparaît.

On fait sortir la cuvette du logement de mesure, on ajoute le sachet du réactif, on remet le bouchon et on agite rigoureusement pendant exactement 10 secondes. On mélange pendant 50 secondes, par des mouvements circulaires, nous plaçons ensuite la cuvette dans son logement.

Pour avoir la concentration voulue, on ajoute de l'azote nitreux, on appuie sur la touche TIMER, au bout de 4 minutes et 30 secondes apparaît un message SIP suivi de la concentration en azote nitreux. Pour convertir la lecture en nitrate  $\text{NO}_3^-$ , il convient de multiplier la lecture par 4,43.

### 4- Dosage des ions nitrites

- Mode opératoire

- On sélectionne le programme correspondant à la mesure du nitrite
- On remplit la cuvette de 10ml de l'échantillon à tester (à environ 1,5cm du bord)
- Après avoir soigneusement nettoyé la cuvette, on place celle-ci dans l'instrument en respectant l'ergot d'alignement ;
- On appuie sur la touche « ZERO », un message SIP apparaît ;
- On sort la cuvette puis on verse un sachet de réactif spécifique ;
- On nettoie soigneusement la cuvette puis on place dans le logement de l'appareil ;
- On appuie sur la touche « TIMER », l'instrument indiquera, au bout de quelques secondes, la concentration des nitrites ( $\text{NO}_2$ ) en mg/L.

## 5- Dosage des phosphates

- Réactifs

- 10 gouttes de molybdate
- 0,5 ml d'acide aminé

- Mode opératoire

On remplit la cuvette de 10ml de solution à tester, on la place dans l'instrument (HANNA-C200) après l'avoir soigneusement nettoyée, On sélectionne le programme correspondant à la mesure du phosphore et on appuie sur la touche « ZERO ». Un message SIP apparaît alors, on ôte ensuite la cuvette et on ajoute 10 gouttes de réactif molybdate et 0,5ml du réactif acide aminé sera ajouté. Après un doux secouement, on rebouche et on agite une seconde fois, on nettoie la cuvette puis on la place dans le logement ; on appuie sur la touche TIMER, au bout de 5 minutes un message SIP apparaît suivi de l'affichage de la concentration du phosphore.

## 6- Mesure du résidu sec

On utilise un bécher de 1000ml qui sera préalablement bien nettoyé puis séché à l'étuve et mis dans un dessiccateur afin d'éviter l'absorption de l'humidité de l'air.

On verse 750ml d'échantillon à étudier. On laisse sécher dans une étuve réglée à 110°, on met le bécher dans un dessiccateur puis on le pèse.

## 7- Détermination de la matière organique

- Dosage en milieu basique

- On ajoute 2ml de bicarbonate de sodium (100g pour 1litre d'eau bi distillée) à 100ml d'eau à analyser ;
- On porte à ébullition puis on introduit 10ml de permanganate de potassium N/80 (pour cela, on dissout 0,413g dans un litre d'eau distillée), l'ébullition doit être maintenue pendant 10 minutes.
- Après refroidissement, on acidifie le milieu en ajoutant 5ml d'acide sulfurique dilué au 1/2, on additionne 10ml de sulfate ferreux ammoniacal 'on dissout 5g de sulfate ferreux ammoniacal dans 300ml d'eau bi distillée.
- On ajoute 10ml d'acide sulfurique dilué au 1/2 et on complète à 100ml avec l'eau bi distillée). La solution se décolore en conséquence. Enfin, on dose par le permanganate de potassium jusqu'à l'apparition de la coloration rose. On procède de la même manière avec 100 ml d'eau bi distillée.

Soit  $V_1$  le volume en cc de permanganate de potassium pour l'échantillon et  $V_2$  celui du témoinage en milieu acide

La procédure est la même mais en utilisant 10ml d'acide sulfurique dilué au  $\frac{1}{4}$  et sans l'ajout de 2 ml de bicarbonate de sodium.

Tableau 11 : classification des eaux selon la turbidité

NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 30	Eau trouble (la plupart des eaux de surface en Afrique atteignent le niveau de turbidité)

### 8- Détermination des valeurs des paramètres physico- chimiques

- Comme référence, on utilise les valeurs des sels de l'eau en bouteille « SAIDA »
- On détermine C équivalent de l'équation :

$$C_p = M/Z.C_{eq}$$

$$C_{eq} = C_p.Z/M$$

$C_p$  : la concentration pondérale

$C_{eq}$  : la concentration équivalente

M : masse molaire

z : la valence

- On déduit les valeurs des paramètres,

Exemple les chlorures :

X ml de (Cl<sup>-</sup>) correspond à Y meq/L

1 ml de Cl<sup>-</sup> correspond à Z meq/L. la valeur Z trouvée est dans 1 ml de nitrate d'argent AgNO<sub>3</sub> (chute de burette lors de la titration) pour l'eau « SAIDA » ;

Donc on peut connaître la valeur des chlorures de l'eau analysée à partir du volume d'AgNO<sub>3</sub> de la chute de burette.

De la même manière, on détermine les valeurs des autres paramètres physico- chimiques.



## COMPOSITION DES MILIEUX DE CULTURE

### 1- Milieux liquides

#### 1.1- Bouillon lactose au pourpre de bromocresol (BCPL)

- Double concentration
  - Extrait de viande bœuf 6g
  - Peptone 10g
  - Lactose 20g
  - Pourpre de bromocresol 0.05g
  - Eau distillée 1000ml
 Autoclaver pendant 15 mn à 120°C (pH=7)
  
- Simple concentration
  - Extrait de viande bœuf 3g
  - Peptone 5g
  - Lactose 10g
  - Pourpre de bromocresol 0.025g
  - Eau distillée 1000ml
 Autoclaver pendant 15 mn à 120°C (pH=7)

#### 1.2- Milieu de Rothe

- Double concentration
  - Tryptone 40g
  - Glucose 10g
  - Chlorure de sodium 10g
  - Phosphate di potassique 5.4g
  - Azide de sodium 0.4g
  - Eau distillée 1000ml
 Autoclaver pendant 15 mn à 121°C (pH=6,8 à 7,0)
  
- Simple concentration
  - Tryptone 20g
  - Glucose 5g
  - Chlorure de sodium 5g
  - Phosphate di potassique 2.7g
  - Azide de sodium 0.2g
  - Eau distillée 1000ml
 Autoclaver pendant 15 mn à 121°C (pH= 6.8 à 7.0)

#### 1.3- Milieu Schubert

- Tryptone 20g
  - Glucose 5g
  - Chlorure de sodium 5g
  - Phosphate mono potassique 2.7g
  - Azide de sodium 0.3g
  - Solution d'éthyle violet 5ml
  - Eau distillée 1000ml
- Autoclaver pendant 20mn à 115°C (pH=7.6)

**1.4- Milieu Litsky**

- Tryptophane	20g
- Glucose	5g
- Chlorure de sodium	5g
- Phosphate monopotassique	2.7g
- Phosphate dipotassique	2.7g
- Azide de sodium	0.3g
- Solution d'éthyle violet	5ml
- Eau distillée	1000ml

Autoclaver pendant 20mn à 120°C (pH=6.8 à 7)

**1.5- Eau physiologique**

- Chlorure de sodium	9g
- Eau distillée	1000ml

Autoclaver pendant 15 mn à 120°C

**2- Milieux solides****2.1- Gélose viande -foie**

- Base viande-foie	20g
- Glucose	0.75g
- Amidon	0.75g
- Sodium sulfite	1.2g
- Fer citrate ammoniacal	0.5g
- Sodium carbonate	0.69g
- Agar- Agar	11g
- eau distillée	1000ml

Autoclaver pendant 15 mn à 120°C (pH= 7.5)

**2.2- Gélose nutritive**

- Peptone	10g
- Extrait de viande	5g
- Chlorure de sodium	5g
- Gélose	15g

Autoclaver pendant 20mn à 120°C (pH= 7.2)

**3- Réactifs****3.1- Réactif de kovacs**

- Para- méthylaminobenzaldéhyde	5g
- Acide chlorhydrique	25ml
- Méthyle-2-butanol-2acide isomylique	75ml

**3.2- Alun de fer**

- Alun de fer	5g
- Eau distillée	1000ml

**3.3- Sulfite de sodium**

- Sulfite de sodium pur 1g
- Eau distillée 9ml



## Résumé

Le présent travail consiste à effectuer des analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de la source de sidi Bouyashak dans le but d'apprécier sa potabilité selon la réglementation algérienne en vigueur, étant donné qu'une partie de la population de Tlemcen la consomme et la considère comme eau « potable » et « minérale ».

Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que cette eau est apte à la consommation humaine.

Cette eau est bicarbonatée calcique selon la classification de Stabler, ceci est lié aux terrains traversés (terrains dolomitiques).

Sa minéralisation est importante, elle est comprise entre 1052,85 mg/L et 1056,56 mg/L et sa conductivité est de 1388 à 1399  $\mu$ S/cm.

Toutes les valeurs physico-chimiques trouvées dans les analyses sont conformes aux normes Algériennes.

Concernant l'étude bactériologique, les résultats obtenus montrent que l'eau de cette source « sidi bouyashak » est souillée. Elle est envahie d'une flore fécale avec un taux de germes totaux considérable.

La présence d'*E. Coli* et des streptocoques montrent son non potabilité du point de vue bactériologique.

Il est à noter qu'un seul élément ne respectant pas la réglementation déclassifie l'eau.

On peut conclure donc en définitif que cette eau est impropre à la consommation humaine.

## ملخص

يهدف عملنا إلى القيام بتحليلات فيزيوكيميائية و ميكروبيولوجية لمياه ينبوع سيدي بوسحاق بمدينة تلمسان التحليل يتوافق و المعايير الجزائرية فيزيائية وكيميائية و لكنه لا يتوافق تماما مع المعايير البكتيريولوجية وذلك بسبب وجود مجموع القولونيات اشريشيا كولي والعقديات البرازية وبالتالي يمكننا القول أن هذه المياه لا تتطابق مع مياه الشرب إذن مياه ينبوع ( عين ) سيدي بوسحاق غير صالحة للاستهلاك البشري.