

# الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de la Recherche Scientifique  
Université Ibn Khaldoun de Tiaret  
Faculté des Sciences de la nature et de la vie  
Département des Sciences de la nature et de la vie



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine: "Sciences de la Nature et de la Vie"

Filière: "Sciences Biologiques"

Spécialité: Ecologie Fondamentale et Environnement

Présenté et soutenu par :

Mr Kourichi Brahim.

Thème:

**Caractérisation physico-chimique et  
microbiologique de l'eau de source de  
« Ain Essebaine » (willaya de TIARET)**

**JURY:**

- Présidente : Mm Mokhfi
- Promotrice : Mm OMAR Yamina.
- Examinatrice : Mm Abdrabi

Année universitaire : 2020 – 2021

## **Remerciements**

**A**vant tout je remercie **Dieu** tout puissant de m' avoir donné santé, sérénité afin de réaliser ce modeste travail...

**Au** terme de ce travail, je tien à remercier ma familles et ami(e)s respectifs, qui m'ont toujours soutenues, épaulées et qui ont cru en moi.

**Je** tien à remercier tout particulièrement ma promotrice : Mme Omar Yamina d' avoir accepté de m' encadrer. Je salut sa patience, sa rigueur, son implication exemplaire et surtout sa disponibilité pour mon travail ;

**J'**adresse également mes sincères remerciements à Mr Sadoudi. R et Mme Taleb. K, pour avoir accepté d' examiner ce travail.

**Mes** vifs remerciements s' adressent aussi à : Mr Abdelhamid., chef de laboratoire de l' ADE de Tiaret, et Bouzerita M chef de laboratoire EPSP MAHDIA de m' avoir accordé l' accès au laboratoire dont la direction lui est confiée ; mais aussi à Mr kada B., Mr mennah M., Mr boudjella m., rahal R. **A** l' ensemble des travailleurs de notre institue CRMA de MAHDIA;

**Enfin**, il m' y est fort agréable d' exprimer mes remerciements les plus sincères aux nombreuses personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la bonne réalisation de ce travail...

*Dédicaces*

*Il me tient à Cœur de dédier ce modeste travail  
à ceux qui m'ont donné la vie source de mon courage et  
mon inspiration, mes très chers parents pour tous les  
sacrifices qu'ils ont fournis pour moi et pour mes  
études.*

*A ma promotrice, Mme Omar Yamina.*

*A ma femme Khafif. N*

*A mes enfants Abderrahmane et Yasmine*

*A mes chères amis : Aziz, Abdelkader, Rabah Et Djillali ,*

*En fin, à tous les travailleurs de notre institut CRMA de  
MAHDIA surtout mon directeur LABACI TIDJANI...*

*Brahim*

## Liste des tableaux

<i>Tableau N°1 : la répartition de l'eau sur le globe terrestre .....</i>	<i>6</i>
<i>Tableau N°2 : principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines .....</i>	<i>8</i>
<i>Tableau n° 03 : maladies d'origine bactérienne .....</i>	<i>25</i>
<i>Tableau n° 04 : infection d'origine parasitaire transmise par l'eau .....</i>	<i>26</i>
<i>Tableau N°5 : les principales maladies virales et leurs agents pathogènes.....</i>	<i>27</i>
<i>Tableau n° 06 : Mesure spectrométriques à environ 655 nm de l'azote ammoniacal.....</i>	<i>36</i>
<i>Tableau n° 07 : Mesure spectrométriques à environ 543 nm de nitrite.....</i>	<i>38</i>
<i>Tableau n° 08 : Mesure spectrométriques à environ 415 nm de nitrate.....</i>	<i>39</i>
<i>Tableau n° 09 : Mesure spectrométriques à environ 880 nm de L'ortho phosphate.....</i>	<i>41</i>
<i>Tableau n° 10 : Mesure spectrométriques à environ 450 nm de sulfate.....</i>	<i>46</i>
<i>Tableau n° 11 : Mesure spectrométriques à environ 510 nm de fer.....</i>	<i>50</i>
<i>Tableau n° 12 : Mesure spectrométriques à environ 543 nm de manganèse.....</i>	<i>51</i>
<i>Tableau n° 13 : Resultats des analyses bactériologiques.....</i>	<i>65</i>
<i>Tableau n° 14 : Résultats globales des analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de sources d'aine sabine.....</i>	<i>67</i>

## Liste des figures

<i>Figure N° 1 : structure de l'eau</i> .....	3
<i>Figure N° 2 : cycle de l'eau</i> .....	4
<i>Figure n° 3 : La répartition des ressources en eau douce sur Terre</i> .....	5
<i>Figure n° 04 : Schéma représentative du protocole expérimental</i> .....	31
<i>Figure n° 05 : distribution de la moyenne de la température de l'eau</i> .....	55
<i>Figure n° 06 : distribution de la conductivité de l'eau</i> .....	57
<i>Figure n° 07 : distribution de la moyenne de la turbidité de l'eau</i> .....	58
<i>Figure n° 08: distribution de l'azote ammoniacal (<math>\text{NH}_4^+</math>) de l'eau</i> .....	58
<i>Figure n° 09 : distribution de nitrate (<math>\text{NO}_3^-</math>) de l'eau</i> .....	59
<i>Figure n°10 : distribution de sulfate (<math>\text{SO}_4^{-2}</math>) de l'eau</i> .....	60
<i>Figure n° 11 : distribution de MO de l'eau</i> .....	61
<i>Figure n°12 : distribution de calcium (<math>\text{Ca}^{++}</math>) de l'eau</i> .....	61
<i>Figure n° 13 : distribution de magnésium (<math>\text{Mg}^{++}</math>) de l'eau</i> .....	62
<i>Figure n°14 : distribution de chlorure (<math>\text{Cl}^-</math>) de l'eau</i> .....	63
<i>Figure n° 15 : distribution de bicarbonate (<math>\text{HCO}_3^-</math>) de l'eau</i> .....	63
<i>Figure n° 16: distribution de fer (<math>\text{Fe}^{++}</math>) de l'eau</i> .....	64
<i>Figure n° 17: distribution de Manganésés <math>\text{Mn}^{++}</math> de l'eau</i> .....	64

## Liste des abréviations

**ADE** : Algérie des eaux

**Al<sup>+3</sup>** : Aluminium

**°C** : Degré Celsius

**Ca<sup>2+</sup>** : Calcium

**CaCO<sub>3</sub>** : Carbonate de calcium

**CaCl<sub>2</sub>** : Chlorure de calcium

**CEE** : Communauté économique européenne

**Cl<sup>-</sup>** : Chlorure

**Co Cl<sub>2</sub>** : Chlorure de Cobalt

**CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>** : Carbonate

**Cr** : Chrome

**C.S.R** : Clostridium sulfito- réducteur

**DBO** : Demande biologique en oxygène

**DCO** : Demande chimique en oxygène

**Fe** : Fer

**H<sup>+</sup>** : ions hydrogène

**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Bicarbonate

**ISO** : l'Organisation Internationale standardisation

**K<sup>+</sup>** : Potassium

**K<sub>2</sub> Pt Cl<sub>6</sub>** : Chloroplatine de potassium

**KCl** : Chlorure de potassium

**MES** : Matières en Suspension

**Mg<sup>2+</sup>** : Magnésium

**mS/ m** : Milli siemens par mètre

**MTH** : Maladies à Transmission Hydrique

**N°** : Numéro

**Na<sup>+</sup>** : Sodium

**NaCl** : Chlorure de sodium

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** : Azote ammoniacal

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : Nitrite

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Nitrate

**OMS** : Organisation mondiale de la santé

**PH** : Potentiel d'hydrogène

**PO<sub>3</sub><sup>4-</sup>** : Phosphore

**SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** : Sulfate

**TA** : Titre alcalimétrique

**TAC**: Titre alcalimétrique complète

**TDS** : Solides totaux dissous

**TH** : Titre hydrométrique

**Ucv** : Unité de couleur vraie

**UFC** : Unité Formant Colonies

**UNESCO** : Organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture

**σ** : Conductivité électrique

**μS/cm** : Micro-siemens par centimètre

**%** : Pourcentage



# *Sommaire*

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

## **INTRODUCTION GENERALE**

### **Partie Bibliographique**

#### **CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'EAU**

I.1- Définition de l'eau .....	3
I.2- Structure de l'eau .....	3
I.3- Cycle de l'eau .....	4
I.4- Répartition de l'eau dans la nature .....	5
I.4- 1- les ressources hydriques en Algérie .....	6
I.5- Comparaison entre les eaux de surfaces et les eaux souterraines .....	6
I.6- Eaux de source .....	9
I.6-1- Différents types de sources .....	9
I.6-2- Traitement de l'eau de source .....	9
I.7- Définitions d'une eau potable .....	10
I.7-1- Normes de potabilité .....	10
I.7-2- Caractéristiques de l'eau potable .....	10
I.7-2-1- Paramètres organoleptiques .....	11
I.7-2-2- Paramètres physico-chimique .....	12
I.7-2-3- Paramètres de minéralisation .....	13
I.7-2-4- Paramètres chimiques .....	16
I.7-2-5- Paramètres organique .....	20
I.7-2-6- Paramètres microbiologique .....	21

#### **CHAPITRE II : MALADIES A TRANSMISSION HYDRIQUE**

INTRODUCTION .....	25
II.1- Maladies d'origine hydrique .....	25
II.1- 1-Les maladies d'origine bactérienne.....	25
II.1-2- Les maladies d'origine parasitaire .....	26
II.1-3- les maladies d'origine virale .....	27
II.2- La virologie des milieux hydriques .....	27



## **PARTIE EXPERIMENTALE**

### **CHAPITRE N°1 MATERIEL ET METHODES**

I.1. Présentation générale de la source étudiée.....	29
I.1.1. situation géographique.....	29
I.1.2. photo de source.....	29
I.2. Technique de prélèvement.....	29
I.3. Conservation des échantillons et transport au laboratoire.....	30
I.4. Protocol expérimental.....	31
I.5. Matériels et produits utilisés.....	32
I.5.1. Matériels utilisées.....	32
I.5.2. Produit utilisées .....	32
I.6. Analyses effectués.....	33
I.6.1. Analyses organoleptiques.....	33
I.6.2. Analyses physico-chimiques.....	33
I.6.2.1. Mesure de la turbidité.....	33
Techniques de mesure.....	33
I.6.2.2. Mesure de la température (T°).....	34
Techniques de mesure.....	34
I.6.2.3. Mesure de potentiel d'hydrogène (pH).....	34
Techniques de mesure.....	34
I.6.2.4 Mesure de la conductivité.....	35
Techniques de mesure.....	35
I.6.3. Analyses Chimiques.....	35
I.6.3.1. Paramètres de Pollution.....	35
I.6.3.1.1. Détermination de l'azote ammoniacal (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ).....	35
I.6.3.1.2. Détermination de nitrite (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	37
I.6.3.1.3. Détermination des nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	38

I.6.3.1.4. Détermination de l'ortho phosphates ( $\text{PO}_3^-$ ).....	40
I.6.3.1.5. Détermination des matières oxydables en milieu acide (MO).....	41
I.6.3.2. Paramètres de Minéralisation globale.....	43
I.6.3.2.1. Détermination du calcium ( $\text{Ca}^{+2}$ ) et du magnésium ( $\text{Mg}^{+2}$ ).....	43
I.6.3.2.2. Détermination de sulfates ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) .....	45
I.6.3.2.3. Détermination du bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ).....	46
I.6.3.2.4. Chlorure ( $\text{Cl}^-$ ).....	47
I.6.3.3. Paramètres indésirables.....	48
I.6.3.3.1. Détermination du fer ( $\text{Fe}^{++}$ ) (méthode à l'orthophénanthroline.....)	48
I.6.3.3.2. Détermination du manganèse ( $\text{Mn}^{+2}$ ) (Méthode à la Formaldoxine)....	50
I.6.4 Paramètres bactériologiques.....	52
I.6.4.1. Recherche des coliformes totaux.....	53
I.6.4.2. Recherche des streptocoques fécaux.....	54

## CHAPITRE N°2 RESULTATS ET DISCUSSION

II.1. Analyses organoleptiques.....	55
II.1.1. Couleur, odeur et saveur.....	55
II.2. Analyses physiques.....	55
II.2.1. La Température.....	55
II.2.2. Potentiel d'hydrogène (pH).....	56
II.2.3. La conductivité électrique.....	57
II.2.4. La turbidité.....	57
II.3. Analyses chimique.....	58
II.3.1. Paramètres polluantes.....	58
II.3.1.1. l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ).....	58
II.3.1.2. nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ).....	59
II.3.1.3. nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ).....	59
II.3.1.4. Phosphate ( $\text{PO}_4^{-3}$ ).....	60
II.3.1.5. Les sulfates ( $\text{SO}_4^{-2}$ ).....	60
II.3.1.6. Matière oxydable (MO).....	60
II.3.2. Paramètres non polluantes.....	61

II.3.2.1.Le calcium (Ca <sup>++</sup> ).....	61
II.3.2.2.Le magnésium (Mg <sup>++</sup> ).....	62
II.3.2.3.Les chlorures (Cl <sup>-</sup> ).....	62
II.3.2.4.Les bicarbinates(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ).....	63
II.3.2.5.Fer (Fe <sup>++</sup> ).....	63
II.3.2.6.Manganésés.....	64
II.4.Resultats des analyses bactériologiques.....	65
La discussion.....	68
<b>CONCLUSION</b> .....	69
Références Bibliographique	
ANNEXES	

### INTRODUCTION GENERALE

L'eau constitue un élément essentiel dans la vie et dans l'activité humaine. C'est une composante majeure du monde minéral et organique. Elle participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles. La molécule d'eau est l'association d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène sous le symbole H<sub>2</sub>O. En tant que liquide, elle est considérée comme un solvant universel (**GERARD, 1999**).

La pollution de l'eau est due aux activités anthropiques, qui est à l'origine de nombreuses maladies infectieuses (Choléra, hépatite A...) dites maladies à transmission hydrique (**GERARD, 1999**).

D'après, un rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé cinq millions de nourrissons et d'enfants meurent chaque année de maladies diarrhéiques dues à la contamination des aliments ou l'eau de boisson par les micro-organismes pathogènes (bactéries, virus, parasites). De ce fait, le contrôle de la qualité de l'eau joue un rôle important dans la santé publique car ces germes pathogènes sont susceptible d'engendrer des altérations catastrophiques sur l'organisme humain et même de toucher à la santé de toute une population (**ROUX, 1987**).

Les eaux souterraines sont formées par la percolation de l'eau de pluie, l'eau de surface et de ruissellement à travers les sols et les roches. Elles constituent 20% des réserves d'eaux sur terre soit environ 1000 millions de m<sup>3</sup>. Une eau de source est une eau d'origine souterraine, microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution (**CARDOT, 1999**).

Donc, notre travail en général est divisé en deux grandes parties (bibliographique et Expérimentale) :

- Dans la deuxième partie, expérimentale, divisée en deux chapitres :

Le premier est consacré aux différentes méthodes d'analyses, avec explications et données.

L'interprétation des résultats obtenus a été le but du deuxième chapitre.

## INTRODUCTION GENERALE

En général, nous avons essayé de prouver à travers cette modeste étude, si les composants physico-chimiques et bactériologiques ont changé ou non après 10 ans ? Et s'il y a un changement, quelles sont les vraies raisons qui ont conduit au changement dans les composés de l'eau.

A base des résultats des analyses faites, nous allons répondre à cette question.

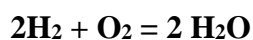
En biologie, l'eau entre pour une grande part dans la constitution des êtres vivants. Elle constitue approximativement les deux tiers du poids du corps et représente les trois quarts du poids des tissus actifs, tels que les muscles. Toutes les cellules de l'organisme ont besoin d'eau à la fois pour remplir leur fonction et pour se reconstituer. Dans l'organisme, l'eau est un fluide indispensable à la vie qui est à la base des systèmes sanguins et lymphatiques, ces véhicules liquides qui transportent les aliments aux tissus et en éliminent les déchets. Par ailleurs, dans le corps humain, l'eau aide à la régulation de la température corporelle et sert de lubrifiant pour faciliter le mouvement des articulations (BOUZIANI, 2000).

### I.1- Définition de l'eau :

L'eau en latin aqua, qui est à l'origine du mot aquatique et en grec hydros, qui a donné les mots hydrique et hydrologie. L'eau est l'élément vital pour la vie, c'est la boisson naturelle par excellence. C'est un liquide, inodore, incolore, sans goût, transparent et de **pH** neutre (PERRY, 1984). C'est un composé chimique simple, liquide à température et pression ambiantes, gazeuse au-dessous de **100°C** et solide en dessous de **0°C** (Abdesselem, 1999).

### I.2- Structure de l'eau :

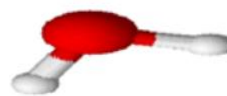
L'eau est un des composés chimiques les plus remarquables. Elle possède des propriétés physico-chimiques inhabituelles. Sa formule chimique (**H<sub>2</sub>O**) est formée de deux atomes d'hydrogènes et un atome d'oxygène disposés en **V** inversé selon un angle **H-O-H** de **105°**.



et une distance d **O-H = 0.96 Å**. L'eau est une molécule très polaire due à l'importante différence d'électronégativité entre l'oxygène et l'hydrogène, qui confère un caractère ionique de **33%** à la liaison **O-H** (Boislève, 2010). (**Figure N°1**).



Représentation de Lewis



Model 3D

Figure 01 : structure de l'eau (anonyme, 2013)

### I.3- Cycle de l'eau :

Le cycle de l'eau, appelé aussi cycle hydrologique, est l'ensemble des cheminements que peut suivre une particule d'eau. Le cycle de l'eau est lié aux mouvements de l'humidité dans l'atmosphère. L'énergie apportée par le rayonnement du soleil provoque l'évaporation de grandes quantités d'eau des océans, des lacs et zones humides. Les végétaux rejettent également une quantité importante de vapeur d'eau (Gillis, 2001).

L'**évaporation** lente et incessante des fleuves, des lacs et des mers provoque la formation dans la haute atmosphère, de nuages qui par **condensation** se transforment en pluie (précipitations). Une fraction des eaux de pluie **ruisselle** à la surface du sol et va grossir les cours d'eau et les lacs, d'où elle est sujette d'une part à l'évaporation d'autre part à l'**infiltration** à travers le sol. Une partie des eaux d'infiltration est reprise par la végétation qu'elle alimente avant d'être rejetée dans l'atmosphère, c'est l'**évapotranspiration**. L'autre partie s'**accumule** dans le sous-sol pour former des nappes souterraines qui, à leur tour, peuvent former des sources émergentes à la surface du sol (Maïga F., 2002). (Figure N°2)

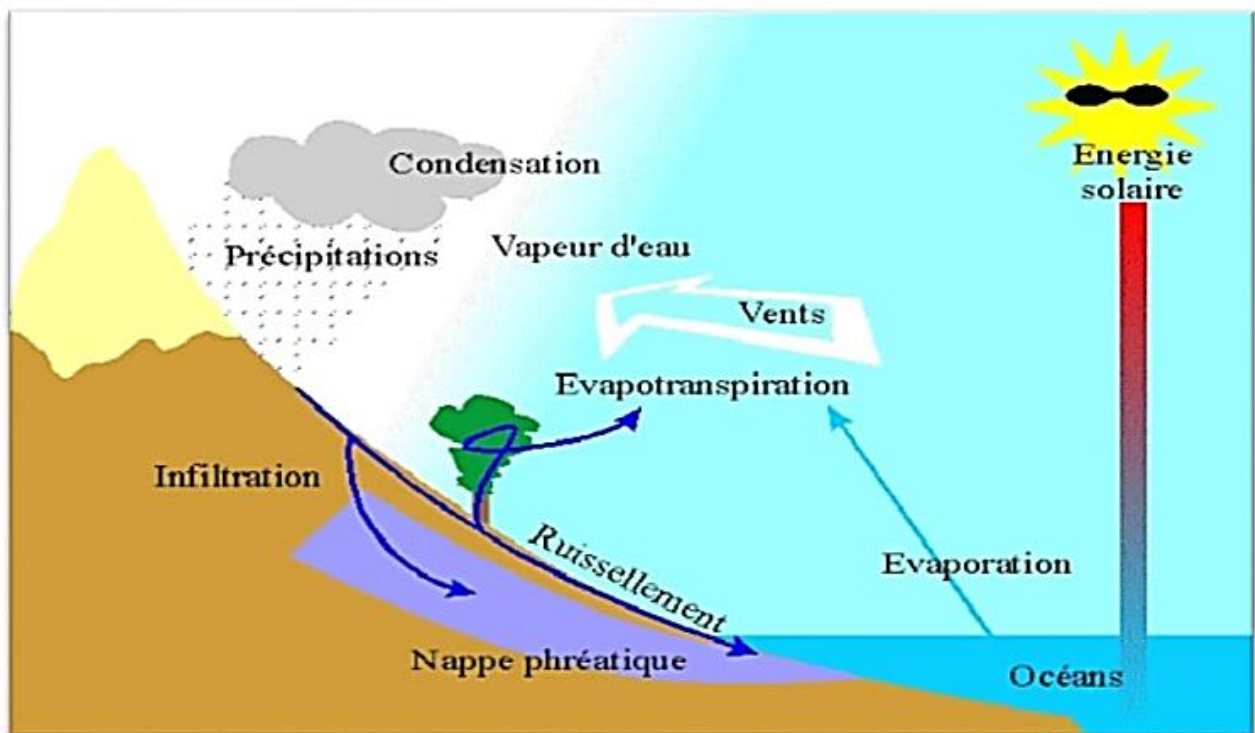
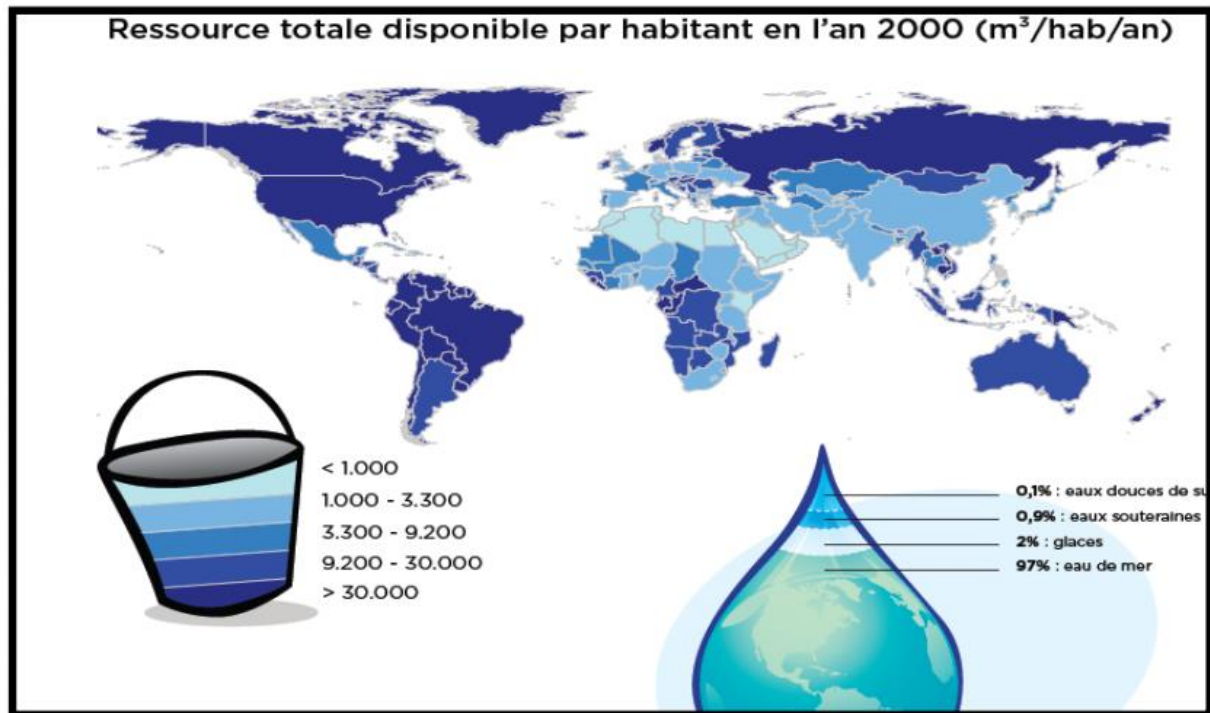


Figure N°2 : Cycle de l'eau (MOUFFOK, 2008)



#### I.4- Répartition de l'eau dans la nature :

La terre est appelé « planète bleu » par ce que **70.8 %** de sa surface est recouvert par l'eau (Abd Errahmani, 2010 ; Holt et al., 2005). Les données publiées par l'UNESCO en **2008**, nous renseignent sur les différentes proportions des volumes totaux en eaux sur notre planète et qui sont estimés à quelques **1386000 000 Km<sup>3</sup>** (Ancil, 2008). La totalité de l'eau présente sur la terre forme ce que l'on appelle l'hydrosphère. (**Figure N°3**)



**Figure N°3 :** La répartition des ressources en eau douce sur Terre.

L'hydrosphère est formée par les océans qui recouvrent **965 millions de Km<sup>2</sup>** soit  $\frac{3}{4}$  de la surface du globe et qui contiennent **1,458.1021 litres** de l'eau (VILEGINES, 2003). Malgré le volume colossal d'eau présent dans l'écosphère, seule une faible fraction de ce total est réellement utilisable par l'homme. En réalité, le volume des eaux océaniques représente à lui seul **97 %** de l'hydrosphère, les calottes polaires, les banquises et les glaciers renferment sous forme de glace **2%** de ce total.... Quand à l'ensemble des eaux continentales de surface (lacs et fleuves), il ne correspond à peine qu'à **0,02%** du volume total de l'hydrosphère (RAMADE, 1981). Les réserves d'eau douce les plus importantes se trouvent donc à l'état solide (environ **80%**) ; et sont techniquement inexploitable (REJSEK, 2002). Le tableau ci-dessous représente la répartition de l'eau sur le globe terrestre (REJSEK, 2002).

**Tableau 1** : la répartition de l'eau sur le globe terrestre (REJSEK ,2002).

Réservoirs	Volume ( $10^{15} \text{ m}^3$ )	% total
Océans	135	97
Glaciers	33	2,4
Eaux souterraines	8	0,6
Lacs	0,1	0,01
Eau dans le sol	0,070	0,01
Eau dans l'atmosphère	0,013	0,001
Eau superficielles	0,0017	0,0001
Eau de la matière vivante	0,0011	0,0001
Totale	1391	100

#### I.4-1- Les ressources hydriques en Algérie :

L'Algérie est un pays semi-aride, voire même aride dont la pluviométrie moyenne annuelle varie de **200 à 800mm** au Nord avec une moyenne nationale de un **(01) mm**, les ressources en eau sont insuffisantes, irrégulières et localisées dans la bande côtière, l'apport total des précipitations serait de l'ordre **100 milliards de m<sup>3</sup>** d'eau par an dont **12 milliards de m<sup>3</sup>** en écoulement superficiels, et seuls **6 milliards de m<sup>3</sup>** sont mobilisables en tenant compte des sites favorables techniquement (Kettab, 2001).

Les eaux souterraines sont évaluées à **2 milliards de m<sup>3</sup>** dans le Nord de l'Algérie. Les potentialités du Sud sont estimées à **5 milliards de m<sup>3</sup>**. Ces dernières sont difficilement exploitables et non renouvelables ; dont **4 milliards de m<sup>3</sup>** sont exploitables annuellement (Kettab, 2001).

#### I.6- Comparaison entre les eaux de surfaces et les eaux souterraines :

L'eau à l'état naturel, superficielle ou souterraine, n'est jamais « **pure** » ; c'est un milieu vivant qui se charge très rapidement de divers éléments en contact des milieux qu'elle traverse et sur lesquels elle ruisselle (BAMBA et al. 2000).

➤ **Les eaux de surface :**

Ce terme englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement. Les eaux de surface sont rarement potables, elles peuvent véhiculer des microorganismes et des polluants chimiques d'où la nécessité d'un traitement adopté avant leur utilisation (DEGREMONT, 2005).

La qualité des eaux brutes de surface dépend fortement des phénomènes saisonniers (prolifération des algues et des planctons, etc.) et des événements météorologiques. Leur pollution microbiologique est généralement très importante. Les dangers proviennent des eaux de ruissellement sur les surfaces d'exploitation agricole et forestière (pesticides, fertilisants, engrais de ferme), des déversements d'eaux usées, de la sédimentation des polluants de l'air (AUCKENTHALER et al., 2010).

Leur volume total est très faible. Elles sont présentes dans les cours d'eau en trois catégories : eaux de rivière (partie amont), eaux de rivière (partie aval) et eaux de lac. Elles sont très vulnérables à la pollution car elles reçoivent directement les eaux de ruissellement. (Dejardins, 1997). Les eaux de surface sont des eaux des cours d'eau et des glaciers (eau douce), des océans et des mers (eau salée) (Hasley et Leclerc, 1993).

Les eaux de surface peuvent se retrouver stockées dans des réservoirs naturels (lacs) ou artificiels (barrages), de profondeur variable. La surface d'échange se retrouve alors quasiment immobile.

➤ **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 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. Les eaux souterraines répondent naturellement aux normes de potabilité (BAHIR et MENNANI, 2002). elle est donc d'excellente qualité physico-chimique et microbiologique par rapport aux eaux de surface (AISSAOUI, 2013).

L'eau souterraine est une composante importante du cycle hydrologique; l'eau provenant des précipitations s'infiltré dans le sol, circule verticalement jusqu'à la zone de saturation (nappe phréatique) et se déplace vers la zone naturelle de résurgence (les cours d'eau) située en aval (MYRAND, 2007).

Ce sont les eaux des nappes phréatiques qui correspondent à **22%** des réserves d'eaux douces, soit environ **1000 milliard de m<sup>3</sup>**. Leur origine est représentée par l'accumulation des

infiltrations dans le sol qui varient en fonction de la porosité et de la structure géologique du sol (AISSAOUI, 2013).

Le tableau suivant représente les principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines.

**Tableau 2 :** principales différences entre les eaux de surface et les eaux souterraines (CHAUSSADE et al, 2005).

Caractéristiques	Eaux de surface	Eaux souterraines
<b>Température</b>	variable suivant les saisons	relativement constante
<b>Turbidité, MES</b>	variable, parfois élevée	faible ou nulle (sauf en terrain karstique)
<b>Couleur</b>	liée surtout aux MES (argiles, algues...) sauf dans les eaux très douces et acides (acides humiques)	liée surtout aux matières en solution (acides humiques) ou due à une précipitation (Fe-Mn)
<b>Goûts et odeurs</b>	Fréquents	rares (sauf H <sub>2</sub> S)
<b>Minéralisation globale (ou : salinité, TDS ...)</b>	variable en fonction des terrains, des précipitations, des rejets ...	sensiblement constante ; en général, nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
<b>Fe et Mn divalents (à l'état dissous)</b>	généralement absents, sauf en profondeur des pièces d'eau en état d'eutrophisation	généralement présents
<b>CO<sub>2</sub> agressif</b>	généralement absent	Souvent présent en grande quantité
<b>O<sub>2</sub> dissous</b>	le plus souvent au voisinage de la saturation: absent dans le cas d'eaux très polluées	absent la plupart du temps
<b>H<sub>2</sub>S</b>	généralement absent	souvent présent
<b>NH<sub>4</sub></b>	présent seulement dans les eaux polluées	présents fréquemment sans être un indice systématique de pollution bactérienne
<b>Nitrates</b>	peu abondants en général	teneur parfois élevée
<b>Silice</b>	teneur en général modérée	teneur souvent élevée
<b>Micropolluants minéraux et organiques</b>	présents dans les eaux de pays industrialisés, mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source	généralement absents, mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps
<b>Solvants chlorés</b>	rarement présents	peuvent être présents (pollution de la nappe)
<b>Caractère eutrophe</b>	possible: accentué par les températures élevées	Non

## **I.6- Eaux de source :**

Une eau de source selon le décret **89-369** du **06 juin 1989** relatifs aux eaux minérales naturelles et eaux potables pré-emballés ; est une eau d'origine souterraines microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution, aptes à la consommation humaine.

### **I.6-1- Différents types de sources :**

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. Les sources représentent l'émergence des eaux souterraines, elles sont plus fréquemment rencontrées dans les régions montagneuses. On distingue trois types de sources :

#### ➤ **Sources d'affleurement**

Lorsque la couche imperméable inférieure d'une nappe aquifère affleure le sol d'une vallée, l'eau de cette nappe apparaît à la surface sous forme d'un chapelet de sources. Elles apparaissent surtout dans des terrains calcaires ou cristallins, les sources thermo minérales appartiennent à cette catégorie (VILAGINES ; 2003).

#### ➤ **Source d'émergence**

Bien que la couche perméable soit fissurée en direction du 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 (VILAGINES ; 2003).

#### ➤ **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 et peuvent facilement tarir (VILAGINES ; 2003).

### **I.6-2-Traitement de l'eau de source :**

Les eaux de sources sont naturellement propres à la consommation humaine. Les seuls traitements qui sont permis d'être appliqués, afin d'éliminer les éléments instables (gaz, le fer, et le manganèse) sont : **L'aération, la décantation et la filtration** (LUNC et LAGRADETTE ,2004).

## **I.7- Définitions d'une eau potable :**

C'est l'eau traitée destinée à la consommation. Elle n'est pas susceptible de porter atteinte à la santé. Elle ne doit pas contenir d'agents pathogènes ou toxiques, ni d'éléments chimiques indésirables. Elle ne présente pas un danger microbien (bactéries, virus, parasites).

De surcroît, elle doit être limpide, agréable à boire (Potelon, 1998). C'est une eau dont les qualités sont conformes aux normes de potabilité (VALIRON, 1990).

### **I.7-1- Normes de potabilité :**

#### **✓ Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)**

L'eau potable doit être exempte de micro-organismes pathogènes et de substances toxiques en vue préserver la santé du consommateur, mais elle peut contenir une certaine quantité de sels minéraux et de micro-organismes saprophytes. Elle doit par ailleurs être limpide, incolore et ne représente aucun gout ni odeur désagréable (OMS, 1986).

#### **✓ Selon la Communauté Economique Européenne (CEE)**

L'eau potable est toute eau qui ne porte pas atteinte à la santé du consommateur quelque soit son âge ou son état physiologique, et ce à court comme à long terme. Les caractéristiques physiques, chimiques et microbiologiques doivent être conformes à des normes de potabilité (RAMBAUD, 1992).

D'après le code algérien des eaux du **16/07/1983** dans son **article 57 chapitre 1**, une eau est dite potable lorsqu'elle n'est pas susceptible de porter atteinte à la santé de ceux qui la consomment. Elle ne doit pas contenir de substances chimiques en quantité nuisible à la santé publique ni de germes pathogènes. Elle doit être inodore, incolore et agréable à boire.

Le tableau suivant représente la grille normative de la qualité de l'eau en Algérie :

### **I.7-2- Caractéristiques de l'eau potable :**

C'est pourquoi, pour qu'une eau soit potable et consommable, elle doit répondre à une série de critères définis par l'arrêté du **11 janvier 2007** du ministère de la santé :

- Paramètres organoleptique : coloration, odeur, turbidité, saveur ;
- Paramètres physico-chimique : en relation avec la structure naturelle des eaux (température, **pH**, chlorures, sulfates) ;
- Paramètres chimiques : substances indésirables, toxiques ;
- Paramètres microbiologique : bactéries, parasites.
- Paramètres micropolluants : l'eau potable fait l'objet de contrôles sanitaires au point de captage, en production et en cours de distribution.

### I.7-2-1- Paramètres organoleptiques :

#### ➤ Couleur :

La couleur des eaux est due, généralement, à la présence de substances colorées provenant essentiellement de la décomposition des matières végétales, des algues, des substances minérales (en particulier le fer et le manganèse) et des rejets industriels (teintures). Elles doivent être éliminées pour rendre l'eau agréable à boire (Degrimont, 1989).

La mesure de la couleur d'une eau naturelle se fait par comparaison avec une échelle artificielle de couleur. La substance de référence choisie est le chloroplatine de potassium ( $K_2 Pt Cl_6$ ) dans une solution de chlorure de Cobalt ( $Co Cl_2$ ). L'unité de couleur est le Hazen Correspondant à **1mg/l** de platine sous forme de ( $K_2 Pt Cl_6$ ). On l'appelle aussi unité platinocobalt ou unité de couleur vraie (**Ucv**). Pour une eau potable, le degré de couleur maximale est de **25 Ucv** (BEHLOUL, 2009)

#### ➤ Odeur et saveur :

Toute eau destinée à la consommation doit être inodore et toute présence d'odeur est un signe de pollution ou de présence de matière organique en décomposition. Les principaux corps chimiques pouvant donner une saveur désagréable à l'eau sont le fer, le manganèse, le chlore actif, etc. (Dupont 1986 et Rodier 2005)

#### ➤ Turbidité :

La norme **ISO 7027** (AFNOR, 2001) définit la turbidité comme la « réduction de transparence d'un liquide due à la présence de substances non dissoutes » (AMINOT et al., 1983).

La turbidité d'une eau est une mesure globale qui prend en compte toutes les matières, soit colloïdales, soit insolubles, d'origine minérale ou organique. Des particules en suspension existent naturellement dans l'eau, comme le limon, l'argile, les matières organiques et inorganiques en particules fines, le plancton et d'autres microorganismes (BEN THAYER et al., 2007).

Cette turbidité doit être éliminée pour améliorer l'aspect esthétique de l'eau de consommation mais aussi pour permettre une désinfection efficace et éviter les dépôts dans l'usine ou dans le réseau. En effet, les **MES** peuvent servir de support aux microorganismes qui seront ainsi partiellement protégés de l'action des désinfectants et qui pourront ensuite se développer dans les réseaux et entraîner des problèmes sanitaires (ANONYME, 2013).



### I.7-2-2- Paramètres physico-chimique :

#### ➤ **Température :**

La température est un paramètre physique clé, dans le sens qu'elle agit de manière déterminante sur les processus chimiques et, plus encore, biologiques au sein des cours d'eau.

C'est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels dissous et dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et les mélanges éventuels, etc.

En outre, cette mesure est très utile pour les études limnologiques. Et d'une façon générale, la valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduaires chaudes. (GHAZALI et al., 2013).

#### ➤ **Le potentiel hydrogène (le PH) :**

Le **pH** est une mesure de l'acidité de l'eau, c'est-à-dire de la concentration en ions hydrogène ( $H^+$ ). L'échelle de **pH** s'étend en pratique de **0** (très acide) à **14** (très alcalin); la valeur médiane « **7** » correspond à une solution neutre à **25°C**. Le **pH** d'une eau naturelle peut varier de **4** à **10** en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des **pH** faibles (eaux acides) augmentent le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des **pH** élevés (eaux basiques) augmentent les concentrations d'ammoniac, qui est toxique (O.D.E, 2005).

#### ➤ **Conductivité électrique ( $\sigma$ ) :**

Désigne la capacité de l'eau à conduire un courant électrique et elle est déterminée par la teneur en substances dissoutes, la charge ionique, la capacité d'ionisation, la mobilité et la température de l'eau. Par conséquent, elle renseigne sur le degré de minéralisation d'une eau. (HADDAD et al., 2014).

La conductivité électrique standard s'exprime généralement en milli-siemens par mètre (**mS/ m**) à **20 °C**. La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre **50** et **1500  $\mu$ S/cm** (ANONYME 3, 2005).

#### ➤ **M E S (Matières en suspension) :**

La **MES** contenues dans les eaux résiduaires constituent un paramètre important, qui marque le degré de pollution des effluents urbains ou industriels. La connaissance de ce paramètre renseigne sur la possibilité épuratoire de certains ouvrages de traitement, décanteur par exemple et elle intervient dans l'évaluation de la production des boues. Elle représente la cause de la turbidité des eaux (Ramade, 1998).

➤ **(TH):**

La dureté ou le titre hydrotimétrique (**TH**) correspond à la somme des concentrations en cations  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  à l'exception des alcalins. Une eau est dite douce, lorsqu'elle est pauvre en ces cations et elle est dite dure lorsqu'elle est riche en ces derniers (LEDLER, 1986). On l'exprime généralement en quantité équivalente de carbonate de calcium.

Une dureté supérieure à **180 mg/L** peut provoquer l'entartrage  $\text{CaCO}_3$  (excès calcaire) du système de distribution, (ANNEXE 1 et 2).

➤ **Titre alcalimétrique (TA) :**

La teneur en hydroxyde ( $\text{OH}^-$ ), est la moitié de la teneur en carbonate  $\text{CO}_3^{2-}$  et un tiers environs des phosphates présents. (Menad. K., 2012).

➤ **Titre alcalimétrique complet (TAC) :**

Il correspond à la teneur en ions  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  et  $\text{HCO}_3^-$  pour des **pH** inférieur à **8.3**, la teneur en ions  $\text{OH}^-$  et  $\text{CO}_3^{2-}$  est négligeable (**TA=0**), dans ce cas la mesure de **TAC** correspondant au dosage des bicarbonates seuls. (Menad K., 2012).

➤ **Résidu sec :**

Le résidu sec d'une eau s'évalue en pesant les composés restant après évaporation et séchage à **105°C** d'un échantillon préalablement filtré, on parle aussi de solides totaux dissous (**T.D.S**). Il permet donc d'approcher la valeur de la minéralisation. Les **TDS** et la conductivité sont liés et que la mesure de l'un peut nous donner la valeur de l'autre par simple calcul. Une eau est considérée comme :

- Très faiblement minéralisée lorsque la quantité du résidu sec est en dessous de **50 mg/l**
- Faiblement minéralisée lorsque la quantité du résidu sec est entre **50 mg/l** et **500 mg/l**
- Riche en sels minéraux lorsque la quantité du résidu sec est au-delà de **500 mg/l**.

➤ **Résidu total :**

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

### **I.7-2-3- Paramètres de minéralisation :**

La minéralisation de la plupart des eaux est dominée par huit ions appelés couramment " Lésions majeurs". On distingue les cations (calcium, magnésium, sodium, potassium) et anions (sulfates, nitrates, nitrites et silice) (AIT ABDELAZIZ et BEN HAMLAT, 2016).

## **1-Cations :**

### ➤ **Calcium :**

Il provient principalement de la dissolution des calcaires et des marnes. Il constitue un composant majeur de la dureté de l'eau, sa présence en grande quantité, peut être aussi due à la dissolution du gypse. Des concentrations en calcium de plus de 200 mg/l diminuent la possibilité d'utilisation de l'eau (formation de dépôts de calcaire) (COLLIN, 2004).

### ➤ **Magnésium :**

Le magnésium peut avoir d'une part une origine provenant de la dissolution des roches dolomitiques, magnésites, basaltes et argiles, et d'autre part une origine industrielle. Son abondance géologique et sa grande solubilité font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes allant de quelques milligrammes à quelques plusieurs centaines de milligrammes par litre. A partir d'une concentration supérieure à **100 mg/l**, il donne à l'eau un goût désagréable.

### ➤ **Sodium (Na<sup>+</sup>) :**

Il existe dans la totalité des eaux car la solubilité de ses sels est très élevée. Des teneurs anormalement élevées peuvent provenir d'apports industriels, du lessivage ou de la percolation de terrains salés et d'infiltrations des eaux saumâtres. Ces eaux sont à proscrire pour les personnes atteintes de troubles cardiaques, vasculaires ou rénaux (Duguet et al, 2006).

### ➤ **Potassium (K<sup>+</sup>) :**

Les eaux naturelles contiennent pratiquement toujours du potassium qui provient des roches métamorphiques (gneiss et micaschistes), et magmatiques et de certains rejets industriels (les mines de potasse, usines d'engrais, ...etc). Il joue un rôle important dans le maintien de l'équilibre ionique tant au niveau de la cellule que celui des organismes vivants.

La teneur en potassium dans les eaux naturelles est de l'ordre de **10 à 15 mg/l**, à de telles valeurs, le potassium ne présente pas d'inconvénients pour la santé des individus.

D'après l'OMS, les valeurs limites de potassium dans l'eau sont de **12 mg/l**, par contre la valeur maximale algérienne est de **20 mg/l**.

## 1- Anions :

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

Les sulfates font partie des éléments principaux des eaux continentales. Le contenu de ces eaux en ions sulfates est cependant très variable. L'eau de pluie en renferme une quantité notable mais la source la plus importante est le sulfate de calcium hydraté, le gypse ; minéral fréquent (pierre à plâtre) est assez soluble dans l'eau (Dussart, 1966). Les teneurs en sulfates dans les eaux sont variables mais ne dépassent pas le gramme par litre. Bien que des teneurs élevées en sulfates ne soient pas dangereuses, elles peuvent occasionner des troubles diarrhéiques notamment chez les enfants.

### ➤ Les chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) :

Les chlorures sont très répandus dans la nature généralement sous forme de sels du sodium ( $\text{NaCl}$ ), de potassium ( $\text{KCl}$ ) et de calcium ( $\text{CaCl}_2$ ) (SEVESC, 2013). L'ion chlorure n'est pas adsorbé par les formations géologiques, reste très mobile et ne se combine pas facilement avec les éléments chimiques. Il constitue un bon indicateur de la pollution (Chaker et Slimani, 2014). Les teneurs en chlorures des eaux extrêmement variées sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau à partir de **250 mg.L<sup>-1</sup>** surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (Rodier et al., 2009). L'odeur dans l'eau liée au chlore disparaît quand on laisse la carafe d'eau **1h** au réfrigérateur (OMS 2006).

### ➤ Les nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) :

L'azote, élément essentiel de la vie, est présent en abondance dans la nature sous formes gazeuse, organique ou minérale. Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrites sous l'influence d'une action dé nitrifiante (SPELLMAN, FRANK, 2008).

Les nitrites non liées à une pollution, se retrouvent parfois dans les eaux pauvres en oxygène.

Leur présence a également été signalée dans les eaux de pluie et dans celles provenant de la fonte des neiges. En effet la pollution atmosphérique favorise l'augmentation de la teneur en nitrites.

Toutefois, une eau qui renferme des nitrites est à considérer comme suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de qualité microbiologique (SPELLMAN, FRANK, 2008).

➤ **Les nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) :**

Ils correspondent au stade final de l'oxydation de l'azote organique et présentent une forte abondance dans les eaux naturelles (Rodier, 2005). La présence de nitrates dans l'eau est principalement attribuable aux activités humaines par l'utilisation de fertilisants synthétiques et de fumiers. La décomposition de la matière végétale et animale, peuvent aussi être une source de nitrates dans l'eau (Levallois et Phaneuf, 1994). La toxicité des nitrates pour l'homme est due principalement à leur réduction en nitrites (Vilagines, 2003).

➤ **Silice :**

La silice, oxyde de silicium ou les silices sont extrêmement abondants dans l'écorce terrestre. La silice a une origine essentiellement naturelle et se rencontre dans les eaux brutes sous deux formes : soluble et colloïdale. La solubilité dépend principalement de la température et du **pH** (POTELON et ZYSMAN, 1998).

#### **I.7-2-4- Paramètres chimiques :**

➤ **substances indésirables :**

**1- Le Fer ( $\text{Fe}$ ) :**

Elément assez abondant dans les roches (quelques %) sous forme de silicates, d'oxydes et hydroxydes, de carbonates et de sulfures. La craie contient des nodules de marcasite (sulfure); les terrains jurassiques présentent un niveau d'oolithes en oxydes de fer.

Le fer est soluble à l'état d'ion  $\text{Fe}^{++}$  (ion ferreux) mais insoluble à l'état  $\text{Fe}^{+++}$  (ion ferrique). Le fer dissous précipite en milieu oxydant, en particulier au niveau des sources et à la sortie des conduites. La présence de fer dans l'eau peut favoriser la prolifération de certaines souches de bactéries qui précipitent le fer où corrodent les canalisations (BELGHITI et al., 2013). La concentration maximale de fer acceptable dans une eau de boisson a été fixée à **0,3 mg/L** par l'OMS (2008). Cette norme a été définie pour répondre plus à des critères esthétique et organoleptique qu'à des critères sanitaires. En effet, l'ingestion de fer semble plus nécessaire à l'homme. Cet élément est généralement conseillé aux hommes qui ont une carence en fer. Toute fois Les fortes teneurs en fer confèrent à l'eau un goût métallique désagréable, un aspect et une couleur rouge brun (AMADOU et al., 2014).

**2- Aluminium ( $\text{Al}^{+3}$ ) :**

Il est présent dans l'eau sous forme de sels solubles, de Calsides et de composés insolubles. Il peut avoir pour origine les rejets industriels, l'érosion et le lessivage des sols (Potelon et Zysman, 1998).

### **3- Cuivre :**

Le cuivre est un métal très courant car il est utilisé dans de nombreuses applications industrielles et dans la vie courante. Il présente l'originalité d'être peu toxique pour l'homme mais fortement toxique pour les plantes aquatiques. C'est pour cela qu'il est utilisé pour éliminer les algues dans les piscines. Il est donc important de limiter la concentration dans les eaux de surface (ATTEAI, 2005). Dans les eaux souterraines, les teneurs normales en cuivre sont en-dessous de **0.005 mg/l** (COLLIN, 2004).

### **4- Manganèse :**

Présent dans plus d'une centaine de composés de sels et de minéraux communs que l'on retrouve dans les roches, les sols et au fond des lacs et des océans. Le plus souvent, on trouve le manganèse sous forme de dioxyde, de carbonate ou de silicate de manganèse. On peut le trouver à l'état d'oxyde à des valences allant de **-3** à **+7**.

Le manganèse est un élément essentiel à la vie des humains et des animaux, il joue un rôle de premier plan dans la constitution d'enzymes et de métallo-enzymes. Pour des raisons d'ordre organoleptique, l'objectif pour le manganèse dans l'eau potable a été fixé à **0,05 mg/L** soit **50 µg/L**. À ce niveau, on considère que le manganèse ne présente pas de risque pour la santé. À des concentrations supérieures à **0,15 mg/L**, le manganèse tache les éléments de plomberie et les tissus; de plus, en fortes concentrations, il donne mauvais goût aux boissons.

Comme le fer, il peut causer des problèmes dans les réseaux de distribution en y favorisant la croissance de microorganismes (BEER, 2010).

### **5- Zinc :**

Le zinc présente une concentration dans les eaux souterraines inférieure à **0,01 mg/l**. une teneur supérieure à **10 mg/l** est possible dans l'eau stagnante provenant d'installations domestiques galvanisées neuves (Samake, 2002).

#### **➤ Paramètres de toxicité :**

La pollution chimique est due au rejet d'hydrocarbures, d'huiles, de graisses, de métaux lourds et autre composés chimiques dans les égouts. Le secteur industriel est bien entendu le premier pollueur (industrie chimique et plastique, sidérurgie) mais il ne faut pas sous-estimer l'impact de l'agriculture (pesticides et engrais chimiques se retrouvant dans les eaux souterraines après lessivage) et du secteur domestique (solvants, lessives, savons...). Les métaux lourds ne peuvent pas être dégradés biologiquement ou chimiquement.

### **1- Arsenic :**

L'arsenic est naturellement présent dans certaines eaux. Il est à l'origine de cancers cutanés et peut être d'autres formes de cancers, voire de problèmes, cardiovasculaires. Sa teneur admissible dans les eaux de consommation est de **10 µg/l** (Morlot, 1996).

### **2- Cadmium :**

Les mines et les fonderies de métaux non ferreux représentent une source importante de contamination des milieux aquatiques : eaux de drainage, rejets aqueux et lessivage des sols industriels par l'eau de pluie. Les quantités de cadmium rejetées dépendent des procédés de fabrication mais également des caractéristiques géographiques et climatiques locales. La fabrication d'engrais phosphatés peut également être à l'origine de contaminations hydriques.

Le cadmium rejeté dans l'eau est rapidement absorbé à la surface des particules qui peuvent alors rester en suspension ou se déposer sous forme de sédiments.

Cette caractéristique explique que les concentrations en cadmium dissout peuvent être faibles dans des cours d'eau transportant néanmoins de grandes quantités de ce métal sous forme sédimentaire. Par ailleurs, l'acidification des sols mobilise le cadmium de ceux-ci et peut conduire à une augmentation des concentrations dans les eaux souterraines et de surface.

Enfin, la concentration dans l'eau de boisson peut être augmentée lors de la corrosion des canalisations par des eaux acides. Dans les eaux naturelles non polluées, les concentrations en cadmium dissout sont généralement inférieures à **1 µg/l** (BEER, 2010).

### **3- Plomb :**

Le plomb est un constituant naturel, largement réparti dans la croûte terrestre à des teneurs de l'ordre de **13 mg/kg**. Les sols acides sont généralement moins riches en plomb que les sols alcalins. Contrairement à d'autres métaux comme le fer, le cuivre et le zinc, qui sont indispensables au corps humain, le plomb ne joue aucun rôle physiologique. Sa présence dans notre organisme peut même, à partir de certaines doses, provoquer des troubles de santé. En effet, le plomb est un métal très toxique qui s'accumule dans l'organisme. Il est particulièrement nocif pour les jeunes enfants qui peuvent développer un saturnisme.

### **4- Mercure :**

Métal de couleur blanc argent, dont le point de fusion est situé à **-38,9°C**. Il est présent dans l'écorce terrestre à la teneur moyenne de **0,08 mg/kg**. Son principal minéral est le cinabre.

Le mercure est un élément toxique qui n'accomplit aucune fonction physiologique utile chez l'homme; en conséquence, on a fixé une concentration maximale acceptable de



**0,001 mg/L (1 µg/L)** de mercure dans l'eau potable. La contamination de l'eau par le mercure cause de sérieuses préoccupations en raison de sa bioaccumulation sous forme organique. (ARMSTRONG, 1981. ANONYME 4, 1986).

#### **5- Chrome :**

Le chrome existe sous plusieurs états d'oxydation depuis **Cr (0)**, la forme métallique, jusqu'à **Cr (VI)** (AKSAS, 2013).

ANSES estime que la limite de qualité relative au chrome dans les eaux destinées à la consommation humaine devrait être révisée rapidement en raison des effets cancérogènes du chrome VI. Bien que les mécanismes de cancérogénicité du chrome VI par voie orale ne soient pas complètement élucidés (...), un mécanisme d'action sans seuil ne peut pas être écarté". Or, la limite de qualité actuelle est fixée à **50 µg/l** par l'arrêté du **11 janvier 2007** relatif aux limites de références des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine (ANSES, 2012).

#### **6- Pesticides**

Appelés aussi « produits phytosanitaires », se sont des substances chimiques minérales ou organiques de synthèse utilisées à vastes échelles contre les ravageurs des cultures. Ils sont présents dans l'eau à des concentrations comprises entre **1ng/l** et **1µg/l**. leurs dosages direct n'est pas réalisable ; est nécessaire de précéder préalablement à une concentration et à une séparation (Rodier, 1996).

#### **7- Sélénium**

Le sélénium est très répondu dans la nature. Il est toxique pour l'Homme au niveau du foie, des ongles et des cheveux. Le sélénium est limité dans les eaux potables à une concentration de **10 µg/l** par l'OMS.

#### **8- Fluor**

Les sources principales de fluor dans les eaux souterraines sont les roches sédimentaires mais également les roches magmatiques et certains filous. Les zones de thermalisme sont aussi concernées (Hillel, 1998). Le fluor est reconnu comme un élément essentiel pour la prévention des caries dentaires (dentifrices fluorés). Cependant, une ingestion régulière d'eau dont la concentration en fluor est supérieure à **2 mg/l** (Anonyme, 1986) peut entraîner des problèmes de fluorose osseuse est dentaire (Coloration en brun des dents pouvant évoluer jusqu'à leur perte). Les enfants sont particulièrement vulnérables à cette atteinte (Samake, 2002).

### I.7-2-5- Paramètres organique :

#### ➤ Demande biochimique en oxygènes (DBO 5) :

L'oxydation des composés organiques biodégradables par les microorganismes entraîne une consommation d'oxygène ; le milieu exerce donc une certaine demande biochimique d'oxygène. La mesure de cette **DBO** permet d'évaluer le contenu d'une eau en matières organiques biodégradables et donc, dans une certaine mesure, sa qualité ou son degré de pollution.

La dégradation complète des matières organiques peut être relativement longue (plusieurs semaines). D'autre part, l'oxydation des dérivés ammoniacaux et des nitrites en nitrates (nitrification) absorbe également de l'oxygène. Cette nitrification, dans les eaux naturelles, ne débute qu'au bout d'une dizaine de jours. Pour ces deux raisons, on mesure la **DBO en 5 jours**, ou **DBO5**, c'est-à-dire la quantité d'oxygène consommée ; pendant ce laps de temps, pour l'oxydation partielle des matières organiques biodégradables sous l'action des microorganismes (LOUNNAS, 2009).

#### ➤ Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène (**DCO**) correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique, effectuée à l'aide d'un oxydant puissant, des composés organiques présents dans l'eau.

Elle permet de mesurer la teneur en matières organiques totales (excepté quelques composés qui ne sont pas dégradables), y compris celles qui ne sont pas dégradables par les bactéries. Il s'agit donc d'un paramètre important permettant de caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques.

La différence entre la **DBO** et la **DCO** est due aux substances qui ne peuvent pas être décomposées biologiquement. Le rapport entre la **DBO** et la **DCO** constitue une mesure indicative de la « dégradabilité » biochimique des composés présents dans l'eau. Le rapport **DCO/DBO** évolue d'environ **2,5** (eau résiduaire récemment déversée) à **10-20** après décomposition totale. Dans ce dernier cas, on parle d'une eau bien minéralisée. Cependant, lorsque des composés toxiques sont présents, l'activité biologique est ralentie et, de ce fait, la quantité d'oxygène consommée après **5 jours** est moindre. Ceci se traduit également par un rapport **DCO/DBO** élevé. La **DCO** et la **DBO** se mesurent en mg d'oxygène par litre.

➤ **Phosphate :**

Les teneurs élevées en phosphate signalent une infiltration d'eau de surface ou une contamination par des engrais. L'eau de source et les eaux souterraines qui ne sont pas influencées par les contaminations anthropogènes montrent des teneurs en phosphate inférieures à **0,01 mg/l** (C.I.E, 2005).

Les phosphates jouent un rôle important dans le développement des algues. Ils sont susceptibles de favoriser leur multiplication dans le réservoir, les grosses canalisations et les eaux des lacs, la présence excessive de phosphates dans les milieux aquatiques favorise le phénomène d'eutrophisation (GAUJOUS, 1995).

➤ **Phosphore ( $\text{PO}_3^{4-}$ ) :**

Le phosphore existe sous forme minérale ou ions phosphates ( $\text{PO}_3^{4-}$ ) contenus dans les eaux de surface peuvent être d'origine naturelle (produit de la décomposition de la matière organique, ou lessivage des minéraux). Des teneurs supérieures à **0,5mg/l** doivent constituer un indice de pollution (Rodier et al, 2005).

Le phosphore est dit « facteur limitant » ; c'est également un facteur de maîtrise puisque c'est en agissant sur lui qu'il est possible d'augmenter ou de réduire les proliférations algales (Barroin, 2003).

➤ **Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) :**

Constitue un des maillons du cycle complexe de l'azote dans son état primitif. C'est un gaz soluble dans l'eau. Il existe en faible proportion, inférieure à **0,1mg/l** d'azote ammoniacal dans les eaux naturelles. Il constitue un bon indicateur de la pollution des cours d'eau par les effluents urbains. Dans les eaux superficielles, il provient de la matière organique azotée et des échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère (MAKHOUKH et al., 2011).

L'ammonium en lui-même n'est pas nuisible. Lorsque le **pH** augmente, on retrouve de l'ammoniac, un gaz soluble dans l'eau et toxique pour la vie aquatique. Des problèmes apparaissent à partir d'une concentration de **0,1 mg  $\text{NH}_3$ /l** (MERABET, 2010).

**I.7-2-6- Paramètres microbiologique :**

La contamination des eaux de surface par des microorganismes d'origine fécale existe depuis longtemps, dès que l'eau a été utilisée comme vecteur d'élimination des déchets. Avec le développement de l'urbanisation, les problèmes d'hygiène et de santé publique liés à la contamination bactérienne de l'eau sont devenus de plus en plus critiques. Des contrôles

bactériologiques stricts des eaux de surface et des eaux destinées à la consommation humaine ont permis l'éradication presque complète dans le monde occidental des plus graves de ces maladies, qui restent cependant un fléau dans de nombreux pays en voie de développement.

### 1- Les bactéries revivifiables :

Selon la norme **NF EN ISO 6222**, les germes revivifiables, nommés également mésophiles aérobies sont toutes bactéries aérobies, levures ou moisissures, capable de former des colonies dans le milieu spécifié à **22±4°C** pendant **68±4 heures**, et à **36±2°C** pendant **44±4 heure**.

Parmi les bactéries cultivant dans les conditions de la norme, on peut distinguer deux catégories différentes sur le plan d'hygiène :

Les microorganismes se développent à **22°C** qui sont des saprophytes présents naturellement dans l'eau ; Les microorganismes se développant à **37°C**, température du corps humain, qui provient de l'homme ou d'animaux à sang chaud. Même s'il ne s'agit pas forcément de germes pathogènes, ils peuvent monter une contamination de l'eau analysée par des produits animaux, en particuliers les matières fécales (Rejsek et Metahri, 2002).

Ces microorganismes ne présentent pas d'effets directs sur la santé, mais une concentration trop importante peut entraîner des problèmes d'ordre organoleptique et le dénombrement de la flore totale permet d'évaluer la densité bactérienne globale. Une faible valeur est témoin de l'efficacité du traitement et de l'intégrité du système de distribution (Duguet et al, 2006). Leur nombre est exprimé en nombre d'unité formant colonies par ml d'eau (**UFC/ml**) (Dellaras, 2007).

### 2- Coliformes totaux :

Les coliformes sont des bacilles à Gram négatif, non sporulés, aérobies ou anaérobies facultatifs. Ils se caractérisent par leur aptitude à fermenter le lactose en présence de sels biliaires avec production de gaz après incubation à **37°C** durant **24h à 48h** (Delarras, 2007).

### 3- Coliformes fécaux :

Les coliformes fécaux sont en fait des coliformes qui poussent à des températures plus élevées, soit à partir de **44,5°C**. Ces coliformes fécaux sont des bactéries que l'on retrouve dans la flore intestinale des animaux à sang chaud. La bactérie *Escherichia coli* (*E. coli*) fait partie des coliformes fécaux. Comme la présence de ces bactéries dans une source d'eau ne peut pas être considérée comme normale, elle peut donc représenter une menace ou l'indication d'une éventuelle dégradation de la qualité microbiologique de l'eau, due à la présence d'une contamination fécale. Le mécanisme de transport de ces bactéries dans l'eau

serait surtout le ruissellement des eaux de pluies sur le bassin versant, entraînant avec lui les microorganismes contenus dans la terre (BOUCHARD, 2008).

#### **4- Streptocoques fécaux :**

Elles se retrouvent dans la nature, le sol, l'eau et sur la peau et les muqueuses de l'homme et des animaux. Ce sont des bactéries à Gram positif, regroupées, chainettes, elles sont généralement prises en compte comme témoins de pollution fécale, car tous ont un habitat fécal (Dellarras, 2007). Ils sont sensibles, spécifiques et assez résistants (y compris en milieu salé). Ils n'ont pas généralement de pouvoir pathogène important (Bourgeois et Leveau, 1991).

#### **5- Clostridium sulfito-réductrices :**

Ce sont des bactéries anaérobies strictes, sporulantes, sulfito-réductrices et considérées comme témoin de pollution fécale.

La forme sporulée, beaucoup plus résistante que la forme végétative, permet de déceler une pollution fécale ancienne (ROUX, 1989).

Les clostridium sulfito-réducteurs (CSR) sont pratiquement toujours présents dans les rivières et le sol. Leur absence dans une nappe sous-jacente, et surtout l'absence de leurs spores, constituent un bon signe de l'efficacité de filtration naturelle (RODIER et al., 2005).

**Remarque :** Les coliformes, les streptocoques et les clostridium sont des germes indicateurs de contamination fécale.

#### **6- Salmonelles :**

Le genre *Salmonella* appartient à la famille des **Enterobacteriaceae** (Moll M & Moll N, 1995). sont des bacilles à gram négatif de forme bâtonnet, souvent mobiles par leurs ciliatures péritriches (rarement immobiles) non sporulés se cultivant sur milieu ordinaire, aéro-anaérobies facultatifs, oxydase négative et catalase positive (Sutra et al., 1998). Les sérotypes adaptés à l'homme sont : *Salmonella typhi* et sérotypes *S. paratyphi A* et *S. Sendai*, responsables de la fièvre typhoïde humaine. Les salmonelles sont en général considérées comme pathogènes bien que leur virulence et leur pouvoir pathogène varient énormément (Rodier, 2009).

#### **7- Staphylocoque pathogènes :**

Ce sont des bactéries qui appartiennent à la famille des **Bacillaceae**. Les infections engendrées par cette souche sont dues, principalement, à des souches de *Staphylococcus aureus*, mais aussi à d'autres souches de staphylocoques d'origine humaine, parfois

pathogènes opportunistes (*S. Epidermidis*, *S. Saprophyticus*,...). Il s'agit des infections cutanées, infections septicémiques redoutables et infections liés à la consommation d'eau et d'aliments contaminés (DELARRAS, 2003).

**8- Vibrions :**

Les vibrions font partie de la famille de **Vibrionaceae**. Dans les pays où le choléra a pratiquement disparu, il est rare que la recherche du vibrion cholérique dans les eaux d'alimentation présente un intérêt. Leur recherche se fait uniquement en cas de présence d'un cas suspect (DELARRAS, 2003).

## Introduction

Les maladies transmissibles par l'eau apparaissent lors de la dégradation des conditions d'hygiène et des contrôles sanitaires. Ces maladies peuvent être causées par un bon nombre de micro-organismes : les bactéries, les virus, les protozoaires et les vers parasitaires (Roland, 2003 in Chougar, 2015). Actuellement, on remarque que les maladies liées à l'eau sont de plus en plus répandues et qu'elles présentent des variations considérables sur le plan de leur nature et de leur mode de transmission.

Bouziani (2000) les répartir en trois catégories :

- Les maladies à transmission hydrique causées par les micro-organismes fécaux-oraux et les substances toxiques ;
- Les maladies à support hydrique dues aux organismes aquatiques (Bilharziose) ;
- Les maladies transmises par de nombreux vecteurs vivants dans l'eau (moustiques, mouche tsé-tsé...etc), dont les plus graves affections sont représentés par le paludisme et la fièvre jaune.

### II.1- Maladies d'origine hydrique :

Dans la nature, l'eau n'est pas toujours source de vie car elle peut véhiculer en particulier un nombre de micro-organismes, bactéries, virus et parasites en tous genres qui y vivent et s'y développent (Rodier, 1999).

Selon **OMS (2008)**, dans les pays en développement, quatre cinquièmes de toutes les maladies sont causées par les maladies hydriques, où la diarrhée est la principale cause de la mort des enfants. En Algérie plusieurs études ont montrés que les hépatites virales occupent la première place parmi **MTH** ; elles sont suivies par la fièvre typhoïde, dysenterie, cependant, aucun cas de choléra n'a été enregistré ici dans notre pays.

#### II.1-1- Maladies d'origine bactérienne :

Certaines espèces de bactéries ont un pouvoir pathogène vis-à-vis de l'homme, ces bactéries sont avec les amibes, les principales responsables des maladies diarrhéiques, qui provoquent chaque année la mort de millions de personnes et touchent particulièrement les enfants (Vilagnes, 2003).

Le tableau suivant représente les principales maladies d'origine bactérienne et leurs agents.



**Tableau 3 :** Maladies d'origine bactérienne (REJSEK, 2002).

Maladies	Agents
Origine bactérienne	Salmonella Typhi
Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes	Salmonella paratyphi A et B
Dysenteries bacillaires	Shigella
Choléra	Vibrio cholerae
Gastro-entérites aiguës diarrhées	Escherichia coli entérotoxigène Campilobacter jejuni /coli Yersinia enterocolitica sallmonellasp. Schigella SP
Pneumonies	Lagionellapneumophila

### II.1-2- Maladies d'origine parasitaire :

On distingue deux types différents d'organismes impliqués dans ces infections : les protozoaires et les helminthes (**tableau 4**).

**Tableau 4 :** infection d'origine parasitaire transmise par l'eau (Rejsek, 2002).

Type d'organisme	Nom	Maladie	Type de contamination
Protozoaire	Amibe	Amibiase	Ingestion des kystes
Protozoaire	<i>Cryptosporidium parvum</i>	Gastro-entérite	Ingestion
Protozoaire	<i>Giardia lamblia</i> , intestinales	Gastro-entérite	Ingestion des kystes
Protozoaire	Plasmodium	Paludisme	Piqûre d'Anophèle
Protozoaire	Trypanosome	Maladie du sommeil	Piqûre par Glossine
Helminthe	Anguillule	Anguillulose	Contact ou ingestion
Helminthe	<i>Ankylostoma duodenale</i>	Ankylostomose	Contact
Helminthe	Fasciolahepatica	Douve du foie	Ingestion
Helminthe	Filaires	Filariose	Ingestion
Helminthe	Ver de Guinée	Dracunculose	Ingestion de crustacés

### **II.1-3- Maladies d'origine virale :**

Les virus responsables d'infection hydriques sont excrétés dans les selles d'individus infectés. Il a été démontré que plus de **130** virus pathogènes, que l'on peut dénommer virus entériques, peuvent être éliminés dans les fèces humaines (Rejsek, 2002).

Le tableau suivant représente les maladies virales et leurs agents pathogènes.

**Tableau 5 :** les principales maladies virales et leurs agents pathogènes (REJSEK, 2002).

Maladies	Agents
Origine virale	Virus hépatite A et E
Hépatite A et E	Virus poliomyélitique
Poliomyélite	Virus Norwalk
Gastro-entérites aiguës diarrhées	Rotavirus
	Astrovirus
	Calicivirus
	Coronavirus
	Entérovirus
	Adénovirus
	Réovirus

### **II-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

## *Chapitre II : Maladies à transmission hydrique*

efficace, elle 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).

### I.1. Présentation générale de la source étudiée

#### I.1.1. situation géographique

La source de Sebain étudiée (objet de recherche) est une source connue depuis longtemps dans la région de Tiaret. Elle est le résultat d'écoulement des eaux de sources des pluies. Jusqu'à présent cette eau est considérée comme eau potable avec un bon goût et sans risques pour la majorité des gens.

##### a- Frontières de la zone de source

Au nord : sidi el-Hosni et tissemsilt

Au sud : Ain dzarit

À l'est : Mahdia et hamadia

À l'ouest : Ain bouche kif

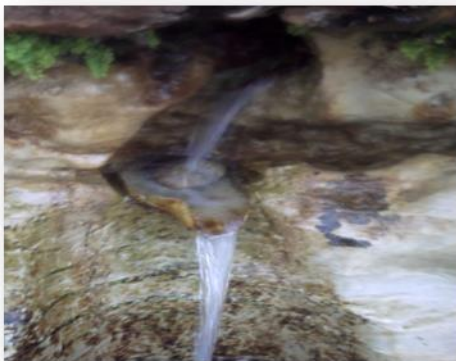
##### b- climat

Le climat est saisonnier (la zone est tempérée), en hiver il fait très froid (gelée), en été il fait très chaud (sec)

#### I.1.2. photo de source

La Photo de la source est représentée par la figure n° 07 (une photo normale et une autre zoomé).

Photos de la source de Sebain



### I.2. Technique de prélèvement

Un examen bactériologique ne peut être valablement interprété que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé, dans un récipient stérilisé selon un mode opératoire précis évitant toute contamination accidentelle correctement

## Matériels et méthodes

transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes **(RODIER et al., 1978)**.

Généralement un bon prélèvement est indispensable à l'obtention des résultats significatifs :

- ✚ Ouvrir le robinet, et laisser l'eau couler pendant 5 minutes puis fermer.
  - ✚ Stériliser le robinet soit en passant un fragment de coton imbibé d'éthanol de 90%, soit en utilisant la flamme d'un chalumeau jusqu'à ce que le robinet devienne brûlant.
  - ✚ Procéder au flambage du goulot du flacon avant et après remplissage.
  - ✚ Eviter de toucher le goulot ou de faire tomber le bouchon.
  - ✚ Le flacon ne doit pas être rempli complètement (5/6).
  - ✚ Les flacons doivent être bouchés et étiquetés sur lesquels on note la date et l'heure de prélèvement et l'origine de l'eau.
  - ✚ Tout échantillon peut être accompagné d'une fiche de renseignements.
- (Normes Algérienne, 1990).**

**On a fait les analyses au deux laboratoires.**

**1<sup>er</sup> au niveau de l'ADE de Tiaret qui fait les analyses chimiques**

**2eme au niveau de EPSP de Mahdia que fait les analyses physique et bactériologiques.**

### **I.3. Conservation des échantillons et transport au laboratoire**

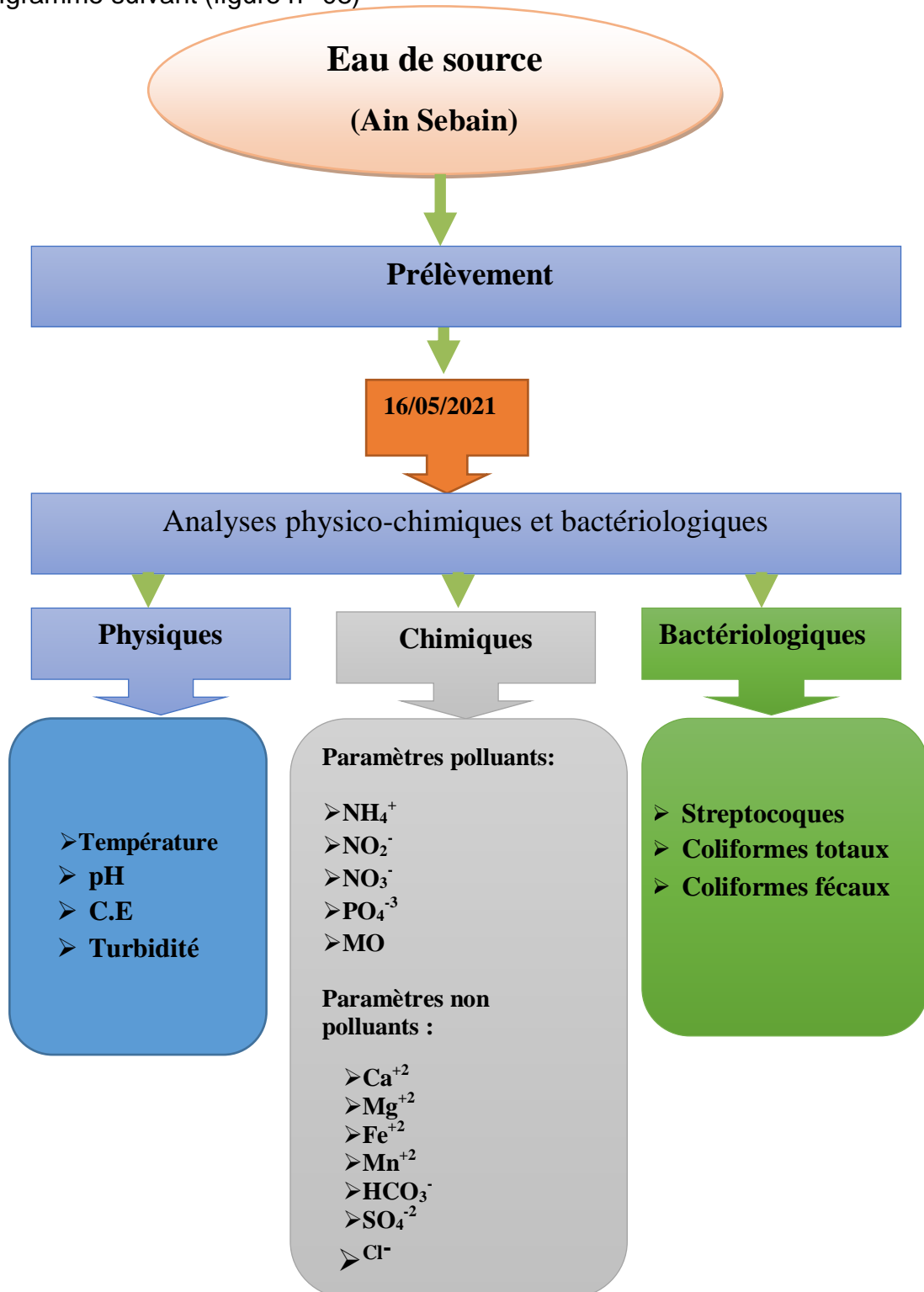
La teneur initiale des germes des eaux risque de subir des modifications dans les flacons après le prélèvement ; c'est pour cela que toute analyse doit être effectuée le plus rapidement possible. A ce sujet la circulaire française du 21 janvier 1960, relative aux méthodes d'analyse bactériologique des eaux d'alimentation (journal officiel du 15 mars 1960) spécifie : "si la durée de transport dépasse 1 heure et si la température de l'extérieure est supérieure à 10°C les prélèvements seront transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 4 et 6° C. même dans ces conditions, l'analyse doit débiter dans un délai maximal de 8 heures, après le recueil d'échantillon".

## Matériels et méthodes

Pour ce qui est des analyses physico-chimiques, chaque paramètre ayant un délai de conservation spécifique par exemple la mesure de conductivité ne doit pas dépassée les 48 heures, la turbidité est mesurée dans les 24 heures (**RODIER et al, 1996**).

### I.4. Protocol expérimental

Le Protocol expérimental global de toutes les analyses est représenté par l'organigramme suivant (figure n° 08)



**Figure n° 04** : Schéma représentative du protocole expérimental

### I.5. Matériels et produits utilisés

#### I.5.1. Matériels utilisées

- pH-mètre
- Thermomètre
- Conductimètre
- Turbidimètre
- Chronomètre
- balance analytique
- Spectrophotomètre *UV*
- Autoclave
- Bain-marie
- Etuve
- Bec benzène
- Verrerie propre et spécifique à chaque usage.
- Rampe de filtration.
- Pompe à vide ou trompe d'eau assurant au moins 50 KPA (0,5Kg f/cm<sup>2</sup>).
- Un flacon aspirateur.
- Boîtes de pétries.
- Membranes filtrantes (pores 0,45µm).
- Pincés.

#### I.5.2. Produit utilisées

- Réactif I
- Réactif II
- Réactif Mixte
- Solution de salicylate de sodium à 0.5 % (C<sub>7</sub>H<sub>5</sub>NaO<sub>3</sub>)
- Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH)
- Tartrate double de sodium et de potassium (C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>KNaO<sub>6</sub>)
- Solution d'azote d'origine nitrique (NO)
- Acide ascorbique à 10 % (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>)
- Solution d'acide oxalique à 0,1N (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)

## Matériels et méthodes

- Solution d'acide sulfurique concentré ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
- Solution de permanganate de potassium ( $\text{KMnO}_4$ )
- Solution d'EDTA ( $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_8$ )
- Solution d'hydroxyde d'ammonium ( $\text{NH}_4\text{OH}$ )
- MUREXIDE( $\text{C}_8\text{H}_5\text{N}_5\text{O}_6$ )
- Noir eriochrome ( $\text{C}_{20}\text{H}_{12}\text{N}_3\text{NaO}_7\text{S}$ )
- Solution stabilisante pour ( $\text{SO}_4^{2-}$ )
- Solution de chlorure de baryum ( $\text{BaCl}_2$ )
- Solution d'acide chlorhydrique ( $\text{HCl}$ )
- Solution de nitrate d'argent à 0,001 N ( $\text{AgNO}_3$ )
- Indicateur coloré  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  à 10%
- Solution d'acide chlorhydrique à 0.1N
- Méthyle orange 0.5% ( $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{N}_3\text{NaO}_3\text{S}$ )
- Solution de chlorure à 71 mg/l ( $\text{Cl}^-$ )
- Tampon Acétate
- Chlorhydrate d'hydroxylamine à 10 % ( $\text{H}_4\text{CINO}$ )
- Solution de Phénanthroline ( $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2$ )
- Peroxodisulfate de K ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ )
- Sulfite de sodium ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) Anhydre
- Gélose tergitol.
- Gélose TSI

### I.6. Analyses effectués

#### I.6.1. Analyses organoleptiques

Mesure de couleur, l'odeur et saveur

Il s'agit d'une appréciation subjective. La mesure des paramètres organoleptiques (couleur, odeur et saveur) est basée tout simplement sur la finesse des sens : la vue, l'odorat et le goût de l'opérateur sans utilisation d'appareillage.

#### I.6.2. Analyses physico-chimiques

##### I.6.2.1. Mesure de la turbidité

###### Techniques de mesure



## Matériels et méthodes

Remplir une cuvette de mesure propre bien essuyée avec du papier hygiénique avec l'échantillon d'eau à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure (**RICHARD et al., 1987**).

- **Appareillage**

La mesure de turbidité a été réalisée à l'aide d'un turbidimètre " de la marque HACHE de précision  $\pm 0.5$  N.T.U. (Nephelometric Turbidity Unit)

- **Expression des résultats**

La mesure de turbidité est obtenue directement en N.T.U (**RICHARD et al, 1987**)

### I.6.2.2 .Mesure de la température (T°)

#### Techniques de mesure

Immerger le thermomètre dans un bêcher contenant l'eau à analyser. Faire la lecture après 10 minutes de son immersion. De préférence la mesure de la température est effectuée sur le terrain (**BOUZIANI, 2006**).

- **Appareillage**

La température de l'eau est mesurée avec un thermomètre " gradué à mesure ( $\pm 1$ )°C ".

- **Expression des résultats**

Les valeurs de température se caractérisent en degrés Celsius °C) (**BOUZIANI, 2006**)

### I.6.2.3. Mesure de potentiel d'hydrogène (pH)

#### Techniques de mesure

Après l'étalonnage du pH-mètre prendre dans un bêcher environ 100 ml d'eau à analyser. Tremper l'électrode dans le bêcher.

Laisser stabiliser un moment puis noter la valeur du pH (**RICHARD et al. 1987**).

- **Appareillage**

La mesure du pH est effectuée avec un pH-mètre de précision  $\pm 0.01$  unité pH, et d'une échelle 0-14 unité pH

- **Expression des résultats**

Les valeurs du pH sont évaluées en unité pH (**RICHARD et al, 1987**).

### I.6.2.4 Mesure de la conductivité

#### Techniques de mesure

D'une façon générale, opérer de la verrerie propre et rincée avant usage, avec d'eau distillée.

Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec l'eau distillée puis en la prolongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner.

Faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées (**RICHARD et al, 1987**).

- **Appareillage**

La mesure de la conductivité est effectuée à l'aide d'un "conductimètre" standard (WTW tétra 325) de cellule constante  $\text{cm}^{-1} \pm 1.5\%$ .

- **Expression des résultats**

Le résultat de conductivité est donné directement en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (micro Siemens par centimètre) (**RICHARD et al, 1987**).

### I.6.3. Analyses Chimiques

#### I.6.3.1. Paramètres de Pollution

##### I.6.3.1.1. Détermination de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )

**Principe**

Mesure spectrométrique à environ 655 nm du composé bleu formé par la réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium (**Rodier, 2005**)

**Réactifs**

**Réactif I :**

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

**Réactif II (coloré) :**

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

**Appareillage**

Spectrophotomètre UV-Visible

**Courbe d'étalonnage :**

Pour tracer la courbe d'étalonnage, Les résultats sont regroupés dans le tableau 12

**Tableau n° 06 :** Mesure spectrométriques à environ 655 nm de l'azote ammoniacal

<b>Solution fille 1 mg/l</b>	0	1	2.5	5	25	40
<b>Eau distillée (ml)</b>	50	49	47.5	45	25	10
<b>Réactif I (ml)</b>	4	4	4	4	4	4
<b>Réactif II (coloré) (ml)</b>	4	4	4	4	4	4
<b>Attendre 1 h30</b>						
<b>[NH<sub>4</sub><sup>+</sup>] en mg/l</b>	0	0.02	0.05	0.1	0.5	0.8

### Mode opératoire

- Prendre 40 ml d'eau à analyser
- Ajouter 4 ml du réactif I
- Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec H<sub>2</sub>O distillée et attendre 1h.30
- L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH<sub>4</sub><sup>+</sup>
- Effectuer la lecture à 655 nm.
- Le résultat est donné directement en mg/l.

### I.6.3.1.2. Détermination de nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)

#### Principe

Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N1-Naphtyléthylènediamine dichloride donne naissance à une coloration rose mesurée à 543 nm (**Rodier, 2005**).

#### Réactifs

##### Réactif Mixte

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

#### Appareillage

- Spectrophotomètre UV-Visible

#### Courbe d'étalonnage :

Pour tracer la courbe d'étalonnage, Les résultats sont regroupés dans le tableau n° 13

## Matériels et méthodes

Tableau n° 07 : Mesure spectrométriques à environ 543 nm de nitrite

<b>solution fille 1 (mg/l)</b>	0	1	2	5	20	40
<b>Eau distillée (ml)</b>	50	49	48	45	30	10
<b>Réactif Mixte (ml)</b>	1	1	1	1	1	1
<b>Attendre 10 mn</b>						
<b>[NO<sub>2</sub><sup>-</sup>] en mg/l</b>	0	0.02	0.04	0.1	0.4	0.8

### Mode opératoire

- Prendre 50 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml du réactif mixte.
- Attendre 10mn.
- -L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO<sub>2</sub><sup>-</sup>.
- Effectuer la lecture à 543 nm.
- Le résultat est donné directement en mg/l.

### I.6.3.1.3.Détermination des nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

#### Principe

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosnylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique (**Rodier, 2005**).

#### Réactifs

- Solution de salicylate de sodium à 0.5 % (renouveler toutes les 24 h).
- 0.5 gr de salicylate de sodium dans 100 ml d'eau distillée.
- Solution d'hydroxyde de sodium 30 % (30 gr de NaOH dans 100 ml d'eau distillée).
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré.
- Tartrate double de sodium et de potassium.

Hydroxyde de sodium (NaOH) ..... 400 g.

## Matériels et méthodes

Tartrate de sodium et de potassium ..... 60 g.

Eau distillé ..... qsp 1000 ml.

Laisser refroidir avant de compléter à 1000 cc.

Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène.

- Solution mère d'azote d'origine nitrique à 1000 mg/l.

Nitrate de potassium anhydre ..... 0.722 g.

Eau distillée ..... 1000 ml.

Chloroforme ..... 1 ml.

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

### Appareillage

- Etuve.
- Spectrophotomètre U.V visible.

### Courbe d'étalonnage :

Pour tracer la courbe d'étalonnage, Les résultats sont regroupés dans le tableau 14

**Tableau n° 08** : Mesure spectrométriques à environ 415 nm de nitrate.

N° de capsule (de 60 ml)	B	I	II	III	IV
Solution étalon 5 mg/l.	0	1	2	5	10
eau distillée	10	9	8	5	0
Solution de salicylate de Na	1	1	1	1	1
Correspondant en mg/l de N nitrique	0	0.5	1	2.5	5

### Mode opératoire

- Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.

## Matériels et méthodes

- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C.
- (ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 2 ml. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> laisser reposer 10 mn.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectro.
- Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm.

### I.6.3.1.4. Détermination de l'ortho phosphates (PO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

#### Principe

Formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm.

#### Appareils

- Spectrophotomètre UV. visible

#### Réactifs

##### ➤ Réactif Mixte

- |                                   |         |     |
|-----------------------------------|---------|-----|
| - Heptamolybdate d'ammonium ..... | 13 g.   | } A |
| - Eau distillée .....             | 100 ml. |     |
| - Tartrate d'antimoine .....      | 0.35 g. | } B |
| - Eau distillée .....             | 100 ml. |     |
| - Acide sulfurique pur .....      | 150 ml  | } C |
| - Eau distillée .....             | 150 ml. |     |

(A + B) + C, ajuster → 500 ml d'eau distillée.

##### ➤ Acide ascorbique à 10 %

- Acide ascorbique.....10g.
- Eau distillée .....100ml.

## Matériels et méthodes

- Solution mère à 50 mg/l  $\text{PO}_4^{3-}$
- Solution fille à 2 mg/l  $\text{PO}_4^{3-}$

### Courbe d'étalonnage :

Pour tracer la courbe d'étalonnage, Les résultats sont regroupés dans le tableau n° 15

**Tableau n° 09 :** Mesure spectrométriques à environ 880 nm de L'ortho phosphate (Courbe d'étalonnage, voir annexe)

N° Fiole	0	1	2	3	4	5
Solution fille à 25 mg/l P	0	0.3 ml	0.6	1.2	2.4	4.8
qsp 40 ml eau distillée	40	40 ml	40	40	40	40
[c] P	0.0	0.015	0.03	0.06	0.120	0.240
[c] en $\text{PO}_4^{3-}$	0.0	0.0459	0.0918	0.1836	0.3672	0.7340
Acide ascorbique (ml)	1	1	1	1	1	1
Réactif mélangé (ml)	2	2	2	2	2	2
<b>Attendre 10 mn.</b>						

### Mode opératoire

- 40 ml d'eau à analyser.
- 1 ml acide ascorbique
- 2 ml du réactif mixte.
- Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue.
- Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm.
- Le résultat est donné directement en mg/l.

### I.6.3.1.5. Détermination des matières oxydables en milieu acide (MO)

#### a. Principe

Oxydation par un excès de permanganate de potassium, en milieu acide et à ébullition (10mn), des matières oxydables contenues dans l'échantillon. Réduction de



## Matériels et méthodes

l'excès de permanganate par l'oxalate de sodium en excès et titrage en retour de l'excès d'oxalate par le permanganate de potassium (Rodier, 2005).

### b. Réactifs

#### ➤ Solution d'acide oxalique à 0,1N

- C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 2H<sub>2</sub>O.....6, 3033g.
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (d=1, 84).....50ml.
- Eau distillée.....100ml.

#### ➤ Solution d'acide oxalique à 0,01N

- H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O a 0,1N.....25ml.
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré .....12.5ml.
- Eau distillée.....250ml.

#### ➤ Solution d'acide sulfurique diluée (d=1,27)

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (d=1,84).....1 volume.
- Eau distillée.....3 volume.

#### ➤ Solution de permanganate de potassium 0,1N

- KMnO<sub>4</sub>.....0.79 g.
- Eau distillée..... 250ml.

### Mode opératoire

- Prendre 100 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 5 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dilué et porter à ébullition pendant 1 mn.
- Ajouter 15 ml de KMnO<sub>4</sub> à 0,01N avec 10 mn d'ébullition régulière et douce.
- Ajouter 15 ml d'acide oxalique à 0, 01N.
- Titrer à chaud avec KMnO<sub>4</sub> à 0, 01N jusqu'à coloration rose claire qui persiste 15 à 20 secondes.

### Expression des résultats

On indique les résultats comme oxydabilité (consommation de permanganate de Potassium) en mg d'O<sub>2</sub>/l sur la base des rapports stœchiométriques et selon les quels :

1ml de KMnO<sub>4</sub> à 0,01N correspond à 0,316 mg de KMnO<sub>4</sub>.

1ml de KMnO<sub>4</sub> à 0,01N correspond à 0,8 mg d'O<sub>2</sub>.

Les valeurs d'oxydabilité sont calculées selon les formules suivantes : **[MO]= V<sub>t</sub> × 0.8**

### I.6.3.2. Paramètres de Minéralisation globale

#### I.6.3.2.1. Détermination du calcium (Ca<sup>+2</sup>) et du magnésium (Mg<sup>+2</sup>)

##### Principe

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse (EDTA à un pH compris entre 12 et 13), Ce dosage se fait en présence de MUREXIDE : L'EDTA réagit tout d'abord avec les ions de calcium combiné avec l'indicateur qui vire alors de la couleur rouge à la couleur violet

##### Réactif

###### ➤ Solution d'EDTA

-EDTA..... 0.93 g.

-Eau distillée..... 250 ml.

###### ➤ Solution d'hydroxyde de sodium (Na OH) 2N

-NaOH (pastilles).....20 g.

-Eau distillée..... 250 ml.

###### ➤ Solution d'hydroxyde d'ammonium (NH<sub>4</sub>OH=10,1)

-Chlorure d'ammonium (NH<sub>4</sub>CL<sub>2</sub>).....17.5g.

-Eau distillée..... 250ml.

### ➤ Préparation de l'indicateur coloré

-MUREXIDE.

-Noir eriochrome.

### Mode opératoire

#### ▪ Pour le $\text{Ca}^{+2}$

- Prendre 50ml d'eau à analysé.
- Ajouter 2ml de NaOH (2N)
- Ajouter du Murexide (apparition de la couleur rose)
- Titrer avec l'EDTA jusqu' au virage violet.
- Obtention d'un volume (V1) d'EDTA.

#### ▪ Pour le $\text{Mg}^{+2}$

- Prendre 50ml d'eau analysé.
- Ajouter de  $\text{NH}_4\text{OH}$  à pH=10,1
- Ajouter le noir eriochrome, (apparition de la couleur rose)
- Titrer jusqu'à virage bleu.
- Obtention d'un volume (V2) d'EDTA.
- Facteur de correction (F)
- Prendre 50ml de la solution mère.
- Ajouter 2ml de NaOH.
- Ajouter l'indicateur coloré (MUREXIDE)
- Titrer avec l'EDTA jusqu' au virage violet.
- Obtention d'un volume (VP) l'EDTA.

$$F = 5/VP$$

Les concentrations sont calculées à partir des formules suivantes :

**Pour le  $\text{Ca}^{+2}$  :**  $\text{Ca}^{+2}(\text{mg/l}) = V1/F/8$

**Pour le  $\text{Mg}^{+2}$  :**  $\text{Mg}^{+2}(\text{mg/l}) = (V2-V1)/F/12$

### I.6.3.2.2. Détermination de sulfates ( $\text{SO}_4^{-2}$ )

#### Principe

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

### Préparation des réactifs

➤ **Solution mère de sulfate à 1 g/l à partir de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$**

- Sulfate de sodium  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ..... 1.10g.
- Eau distillée.....250ml,

➤ **Solution stabilisante**

- Acide chlorhydrique concentré..... 60ml.
- éthanol..... 200ml.
- Chlorure de sodium .....37.5ml.
- Glycérol.....6.25ml.
- Eau distillée..... 250ml.

➤ **Solution de chlorure de baryum**

- chlorure de baryum..... 37.5g.
- Acide chlorhydrique.....1.25ml.
- Eau distillée.....250ml.

**Courbe d'étalonnage :**

Pour tracer la courbe d'étalonnage, Les résultats sont regroupés dans le tableau n° 10

## Matériels et méthodes

**Tableau n° 10** : Mesure spectrométriques à environ 450 nm de sulfate  
(Courbe d'étalonnage, voir annexe)

<b>N° Bécher</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Solution mère à 1g/l</b>	<b>0</b>	<b>1 ml</b>	<b>2 ml</b>	<b>3 ml</b>	<b>4 ml</b>	<b>5 ml</b>	<b>6 ml</b>	<b>7 ml</b>
<b>Qsp</b>	<b>100 ml</b>	<b>100 ml</b>	<b>100 ml</b>	<b>100 ml</b>	<b>100 ml</b>	<b>100 ml</b>	<b>100 ml</b>	<b>100 ml</b>
<b>Solution stabilisante</b>	<b>5 ml</b>	<b>5 ml</b>	<b>5 ml</b>	<b>5 ml</b>	<b>5 ml</b>	<b>5 ml</b>	<b>5 ml</b>	<b>5 ml</b>
<b>Solution chlorure de baryum</b>	<b>2 ml</b>	<b>2 ml</b>	<b>2 ml</b>	<b>2 ml</b>	<b>2 ml</b>	<b>2 ml</b>	<b>2 ml</b>	<b>2 ml</b>
<b>Agitation 1 mn.</b>								
<b>concentration finale mg/l SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>

### Mode opératoire

- Prendre 20ml de l'eau à analyser.
- Compléter à 10ml d'eau distillée.
- Ajouter 5ml de la solution stabilisante.
- Ajouter 2ml de chlorure de baryum.
- Agiter énergiquement pendant une minute.
- Lire au spectromètre à la longueur d'onde  $\lambda = 420\text{nm}$

### I.6.3.2.3. Détermination du bicarbonate (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

#### Principe

Ces mesures sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral, en présence d'un indicateur coloré. La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC) (**Rodier, 2005**).

### Réactifs

- Solution d'acide chlorhydrique à 0.1N
- Méthyle orange 0.5%

### Mode opératoire

- prendre 100 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 a3 gouttes Méthyle Orange 0.5%
- Titrer avec le HCL 0,1N jusqu'à l'obtention d'une couleur rouge brique
- Noter le volume d'HCl (V1).

### . Expression des résultats

$$\text{HCO}_3^- \text{ (mg/l)} = V1 \times 61$$

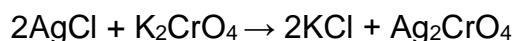
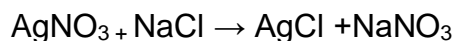
$V_1$  : Volume d'HCl versée

### I.6.3.2.4. Chlorure (Cl<sup>-</sup>)

#### Principe

Réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. addition d'un petit excès d'ions argent et chromate formation du chromate d'argent brun rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur (**Rodier, 2005**).

Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. durant le titrage, le PH est maintenu entre 5 et 9,5 afin de permettre la précipitation.



### Réactifs

#### ➤ Solution de nitrate d'argent à 0,001 N

1,6987 d'Ag NO<sub>3</sub> .....100 ml l'eau distillée.

#### ➤ Indicateur coloré K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> à 10%

10g de K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> .....100 ml l'eau distillée.

### ➤ Solution de chlorure à 71 mg/l

0,107g de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .....1000 ml l'eau distillée.

#### Mode opératoire

- prendre 5ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 gouttes de  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (coloration jaunâtre).
- Titrer avec  $\text{Ag NO}_3$  à 0,01N jusqu'à coloration brun rougeâtre.

#### . Expression du résultat

$$\text{Cl}^- \text{ mg / l} = V_{\text{Ag NO}_3} \times 71 \times F .$$

**V** :  $\text{AgNO}_3$  : Volume d' $\text{AgNO}_3$  nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

**F** : Facteur de correction du titre d' $\text{AgNO}_3$

#### Pour le F

- Prendre 5 ml de la solution mère à 71mg /l.
- Ajouter 2gouttes de l'indicateur coloré.
- Doser par  $\text{Ag NO}_3$  à 0,01N jusqu'à au virage. (Couleur brun rougeâtre).

### I.6.3.3.Paramètres indésirables

#### I.6.3.3.1. Détermination du fer ( $\text{Fe}^{++}$ ) (méthode à l'orthophénanthroline)

##### Principe

Addition d'une solution de Phénanthroline 1,10 à une prise d'essai et mesurage photométrique du complexe rouge-orange à une longueur d'onde de 510nm.

Pour le dosage du fer total et du fer total dissous, du chlorhydrate d'hydroxylamine est ajouté pour réduire le  $\text{Fe}^{3+}$  en  $\text{Fe}^{2+}$  (**Rodier, 2005**).

### Réactifs

Tous les réactifs seront préparés à partir d'eau bidistillée exempte de toute trace de fer.

#### ➤ Tampon Acétate

- Acétate d'ammonium .....40g
- Acide acétique cristallisable.....50ml
- Q.S.P ..... 100 ml d'eau distillée.

#### ➤ Chlorhydrate d'hydroxylamine à 10 %

- Chlorhydrate d'hydroxylamine .....10g
- Q.S.P .....100 ml d'eau distillée.

Cette solution est stable pendant une semaine.

#### ➤ Solution de Phénanthroline -1,10

- Dissoudre 0,42 g de Phénantroline-1,10 monohydraté ( $C_{12}H_8N_2.H_2O$ ) dans 100ml d'eau distillée contenant 2gouttes d'Acide chlorhydrique.
- Cette solution est stable pendant une semaine.
- Conserver dans un flacon teinté et au réfrigérateur.

#### .Solution mère étalon de Fer à 1 g/l

- Solution fille étalon de fer à 0,01 g/l (à préparer extemporanément).Diluer au 1/100 la solution précédente.

#### Courbe d'étalonnage :

Pour tracer la courbe d'étalonnage, Les résultats sont regroupés dans le tableau n° 11.



## Matériels et méthodes

**Tableau n° 11** : Mesure spectrométriques à environ 510 nm de fer (Courbe d'étalonnage, voir annexe)

Numéros de tubes	T	1	2	3	4	5	6
Solution fille à 0,01 g/l (ml)	0	0.25	0.5	1.0	2.0	4.0	5.0
Eau distillée (ml)	50	49.75	49.5	49	48	46	45
Solution de chlorhydrate d'hydroxylamine (ml)	1	1	1	1	1	1	1
Tampon acétate (ml)	2	2	2	2	2	2	0.5
Solution de Phénanthroline -1,10 (ml)	2	2	2	2	2	2	2
Correspondance en mg de fer par litre	0	0.05	0.1	0.2	0.4	0.8	1

### Mode opératoire

- Prendre 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 100 ml, ajouter 1ml de la solution de chlorhydrate d'hydroxylamine.
- Mélanger soigneusement.
- Ajouter 2ml de tampon acétate
- .Ajouter 2 ml de la solution 1.10 de Phénanthroline
- conserver à l'obscurité pendant 15min.
- Enfin passer au spectro pour mesurage à la longueur d'onde de 510 nm.
- Le résultat est donné en mg/l.

### I.6.3.3.2.Détermination du manganèse ( $Mn^{+2}$ ) (Méthode à la Formaldoxine)

#### Principe

Addition d'une solution de Formaldoxine à une prise d'essai et mesurage spectrométrique du complexe rouge orangé obtenu à une longueur d'onde d'environ 450 nm.

Si le manganèse en suspension ou lié organiquement est présent, un traitement préalable est nécessaire pour mettre le manganèse sous forme susceptible de réagir à la Formaldoxine.

### Réactifs

➤ **Réactif oxydant**

- Peroxodisulfate de K (  $K_2S_2O_8$  ) ou de  $Na_2S_2O_8$  (0,5 gr).
- Sulfite de sodium ( $Na_2S_2O_3$ ) Anhydre pour l'oxydation
- EDTA, Sel tétrasodique = 0,24 mol/l

➤ **Formaloxime : Solution**

- La solution peut être conservée au moins 1 (un mois).

➤ Chlorure d'hydroxylammonium (ammoniaque)

➤ Solution de NaOH: à 4 mol/l

➤ **Solution mère de Mn à 100 mg/l :**

- Dissoudre 308 mg de Sulfate de Manganèse monohydrate ( $MnSO_4 \cdot H_2O$ ) dans l'eau et ajouter 10 ml  $H_2SO_4$  à 3 mol/l et compléter à 1000 cc avec  $H_2O$ .

### Solution fille à 10 mg/l

- Prendre 10 ml de la solution mère et compléter à 100 cc  $H_2O$ .

### Courbe d'étalonnage :

Pour tracer la courbe d'étalonnage, Les résultats sont regroupés dans le tableau n° 12.

**Tableau n° 12 : Mesure spectrométriques à environ 543 nm de manganèse**  
(Courbe d'étalonnage, voir annexe)

Solution fille à 10 mg/l	0	2.5 cc	5 cc	10 cc	15 cc	20 cc	25 cc
Sulfate de Fer (sel de Mohr) et $NH_4^+$	1 cc	1cc	1 cc	1 cc	1 cc	1cc	1 cc
E.D.T.A	2 cc	2 cc	2 cc	2 cc	2 cc	2 cc	2 cc
FORMALDOXIME	1 cc	1 cc	1 cc	1 cc	1 cc	1 cc	1 cc
NaOH	2 cc	2 cc	2 cc	2 cc	2 cc	2 cc	2 cc
Mélange Ammoniaque + solution Chlorure Hydroxylammonium	3 cc	3 cc	3 cc	3 cc	3 cc	3 cc	3 cc

### Mode opératoire

- Prendre 50 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter :
  - 1ml sel de Mohr 2 ml E.D.T.A
  - 2 ml E.D.T.A
  - 2 ml FORMALDOXIME
  - 2 ml NaOH (4mol/l)
  - 3 ml Mélange Ammoniaque + solution Chlorure Hydroxylammonium
- Attendre 2 min
- Effectuer la lecture à 655 nm.
- Le résultat est donné directement en mg/l.
- 

### I.6.4 Paramètres bactériologiques

On distingue deux types principaux d'indicateurs:

- Les indicateurs de contamination fécale permettant d'apprécier avec plus ou moins de sûreté ou de précocité, le risque d'une contamination par des matières fécales pouvant véhiculer des microorganismes pathogènes.
- Les indicateurs d'efficacité de traitement permettent d'évaluer la qualité d'un traitement de désinfection de l'eau vis à vis des microorganismes pathogènes.

En général, les mêmes germes sont utilisés dans l'une ou l'autre des situations et qui sont :

- ✚ Les coliformes totaux.
- ✚ Les coliformes fécaux (thermorésistants).
- ✚ Les streptocoques fécaux.

### I.6.4.1. Recherche des coliformes totaux

#### ✓ Mode opératoire

#### -Technique sur membrane filtrante

Tout d'abord on doit allumer la rampe de filtration en appuyant sur le bouton qui commence à produire une aire qui sert à isoler l'intérieur de la rampe de l'extérieur en évitant toute contamination probable.

En appuyant sur le bouton UV la hotte bactériologique commence à produire des rayons ultraviolets qui servent à stériliser l'appareil.

Il faut attendre 15 min avant de commencer la filtration de l'eau.

L'eau qu'on veut analyser doit être filtrée sur une membrane en ester de cellulose de porosité bien définie (0,45 $\mu$ m) capable de retenir les bactéries.

Flamber la face supérieure (plaque poreuse) de l'appareil.

Poser les membranes filtrantes saisies par leurs bords avec une pince flambée et refroidie sur chaque plaque poreuse.

Placer les réservoirs au dessus de chaque membrane (chaque réservoir à un volume de 100ml).

Installer le dispositif d'assemblage.

Agiter bien le flacon d'eau à analyser et le verser dans le réservoir jusqu'à son remplissage.

Ouvrir le robinet du support entièrement afin de laisser l'eau s'écouler sous l'action d'aspiration d'eau.

Après l'aspiration de toute la quantité d'eau, fermer les robinets puis enlever les dispositifs d'assemblage et avec une pince flambée prélever les membranes saisies par leur extrémité.

Transporter chaque membrane de filtration soigneusement sur un milieu de culture solide tergitol

Incubation à 37°C et la lecture se fait après 24h.

### I.6.4.2. Recherche des streptocoques fécaux

#### a. Définition

Les streptocoques fécaux sont des streptocoques des matières fécales, ils appartiennent essentiellement au genre Enterococcus, leur antigène de paroi les classe dans le groupe D de lancefield, toutefois, des Streptococcus possédant le même antigène, comme Streptococcus bovis, suis, equinus, sont aussi des hôtes normaux de l'intestin que l'on ne pourra distinguer des Enterococcus que par la culture en milieu hypersalé ( $65 \text{ g.dm}^{-3}$ ). (**Joffin et Joffin, 1999**).

#### b. Mode opératoire

On filtre les mêmes quantités d'eau selon la même technique.

Après filtration les membranes sont déposées sur le milieu slanetz (voir annexe) puis incubées à  $37^\circ\text{c}$  pendant 48h.

### II.1. Analyses organoleptiques

#### II.1.1. Couleur, odeur et saveur

Par appréciations subjectives et à l'aide des sens : la vue, l'odorat et le goût, nous avons contrôlé avant de les-dirigés vers l'appareillage.

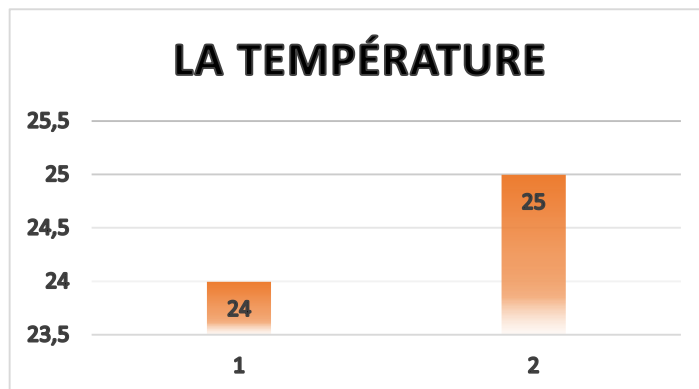
- **Résultats**

Notre échantillon contrôlé par observation sont conforme, et ne possèdent ni couleur, ni odeur, ni saveur.

### II.2. Analyses physiques

#### II.2.1. La Température

Le résultat de la moyenne de la température d'échantillon d'eau de chaque prélèvement est exprimé dans la figure suivante.



**Figure n° 05** : distribution de la moyenne de la température de l'eau

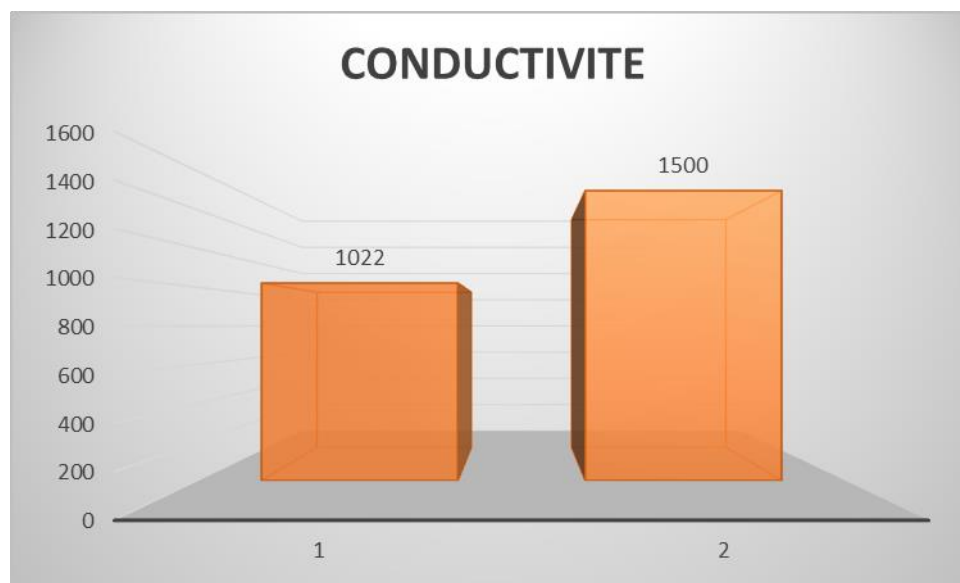
D'après la figure 09, la température de nos échantillons d'eau est comprise 24 °C, en se référant à la norme algérienne qui fixe la limite de température de l'eau potable à 25°C, nous pouvons conclure que la température l'échantillon d'eau de prélèvement étudiée est conforme à la norme algérienne.



**Image qui détermine la température de l'échantillon.**

### II.2.3.La conductivité électrique

Le résultat de la conductivité de l'échantillon de l'eau de notre prélèvement étudiée sont exprimé dans la figure suivante.



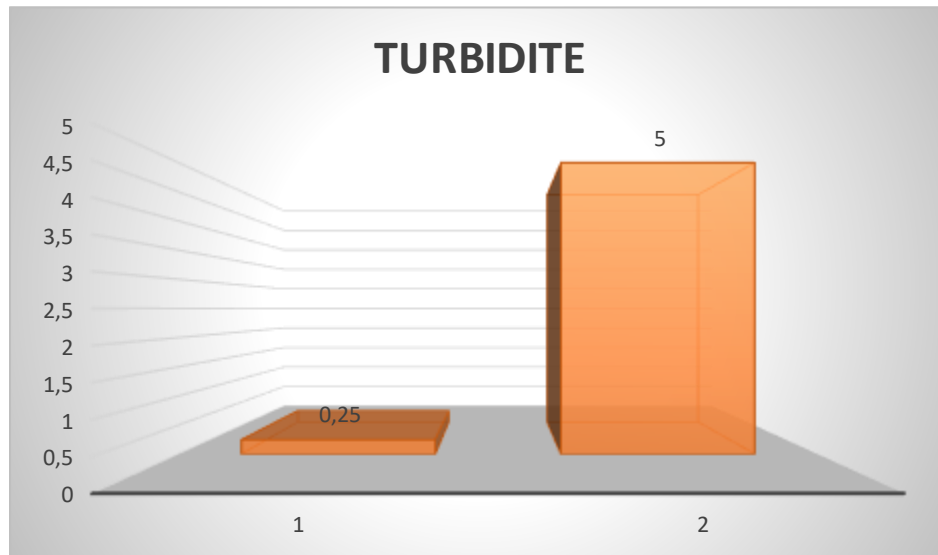
**Figure n° 06 :** distribution de la conductivité de l'eau.

A la vue de résultat exprimé dans la figure 11, la conductivité de notre échantillon est 1022 uS/cm. Cette valeur est en conformité avec la norme algérienne (la limite de conductivité est égale à 1500 uS/cm).

### II.2.4.La turbidité

À partir du premier critère étudié qui concerne la turbidité, nous avons trouvé que le résultat de l'échantillon étudié est conforme à la norme de la réglementation algérienne. Alors nous concluons donc que l'eau de l'échantillon étudié peut être classée comme (une eau claire), figure 12.





**Figure n° 07 :** distribution de la moyenne de la turbidité de l'eau

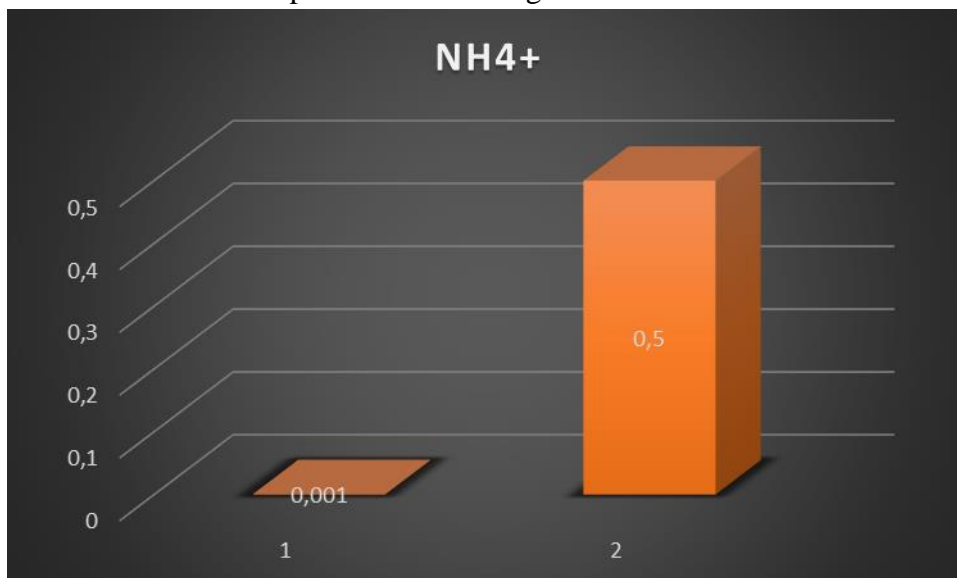
A la lumière de resultat représenté dans la figure n°07, la valeur obtenue de la prélèvement est : 0.26 NTU. Donc le resultat obtenu doivent être conforme avec les normes de la réglementation algérienne.

### II.3.Analyses chimique

#### II.3.1.Paramètres polluantes

##### II.3.1.1.l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )

Pour la moyenne du taux de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) exprimé en (mg/l) trouvé pour nos échantillons est à partir de : 0.001 mg/l.



**Figure n° 08:** distribution de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) de l'eau

Nous remarquons clairement que le taux de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) dans l'échantillon est conforme à la norme algérienne qui est déterminée par : 0.5 mg/l.

### II.3.1.2.nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Pour la moyenne du taux de nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) exprimée en (mg/l) de no échantillon, on a trouvé une valeur de : 0 mg/l ; c-a-dire absence totale des nitrites

On conclut que le taux de nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) dans l'échantillon est conforme à la norme algérienne qui est déterminée par : 0.1 mg/l

### II.3.1.3.nitrate ( $\text{NO}_3^-$ )

Pour le moyenne du taux de nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) exprimé en (mg/l), on a trouvé d'un valeur de : 53 mg/l.

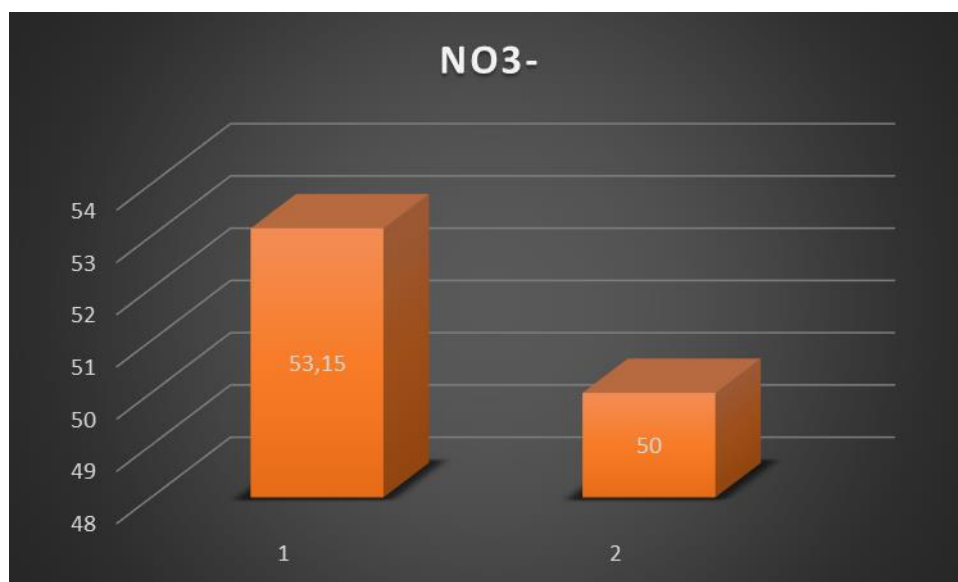


Figure n° 09 : distribution de nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) de l'eau

Le taux de nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) dans l'échantillon n'est pas conforme avec la norme algérienne qui est déterminée par : 50mg/l, On note également que les nitrates ont diminué d'un pourcentage important par rapport aux analyses que nous avons réalisées en 2011.

La diminution des taux de nitrates est due à plusieurs raisons, notamment après analyse des résultats.

### II.3.1.4. Phosphate ( $\text{PO}_4^{-3}$ )

Le valeur trouvés pour la phosphates ( $\text{PO}_4^{-3}$ ) exprimé en (mg/l) est : 0.0 Le taux de phosphates ( $\text{PO}_4^{-3}$ ) dans l'échantillons est conforme à la norme algériennée qui est déterminée par : 0.5mg/l.

### II.3.1.5. Les sulfates ( $\text{SO}_4^{-2}$ )

Pour la sulfates ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) exprimé en (mg/l), nous avons trouvé : 25.04 mg/l. ce sont des valeurs très bassent par rapport à la norme algerienne des eaux (250mg/l ) et elles conforment avec cette norme.

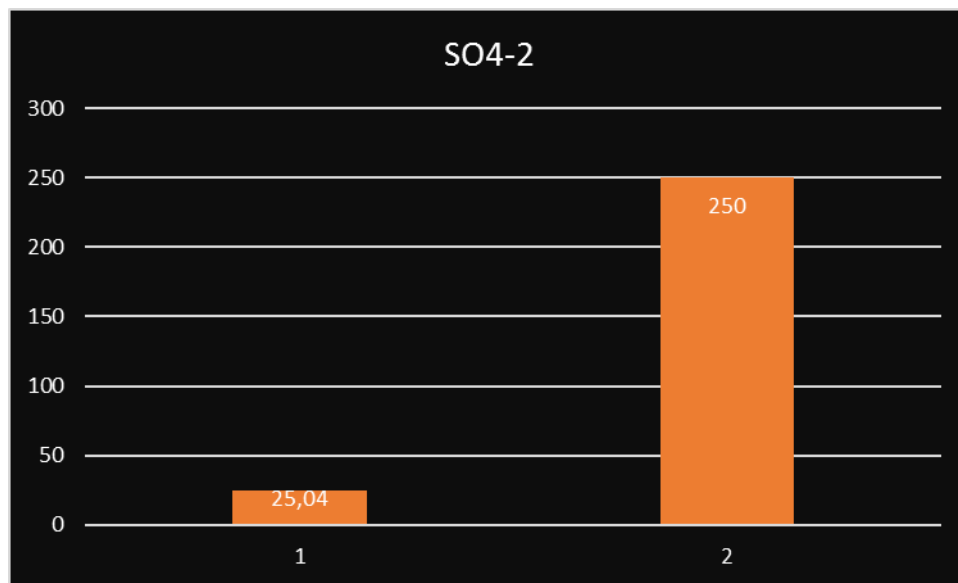


Figure n°10 : distribution de sulfate ( $\text{SO}_4^{-2}$ ) de l'eau

### II.3.1.6. Matière oxydable (MO)

Pour la moyenne du taux de Matière oxydable (OM) exprimé en (mg/l) des échantillons prélevés, nous avons trouvé 0.43 mg/l . voir la figure 11.

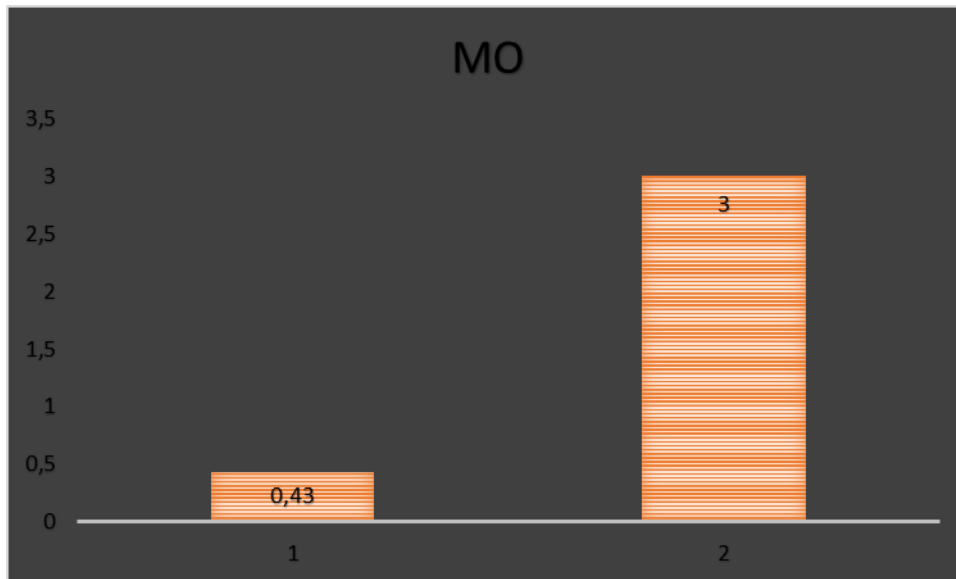


Figure n° 11 : distribution de MO de l'eau

Le taux de Matière oxydable dans l'échantillon aussi est conforme à la norme algérienne qui est déterminée par : 3 mg/l.

### II.3.2.Paramètres non polluantes

#### II.3.2.1.Le calcium ( $\text{Ca}^{++}$ )

La valeur trouvée de la moyenne du calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ) exprimé en (mg/l) de l'échantillon prélevé est 82.3 mg/l.

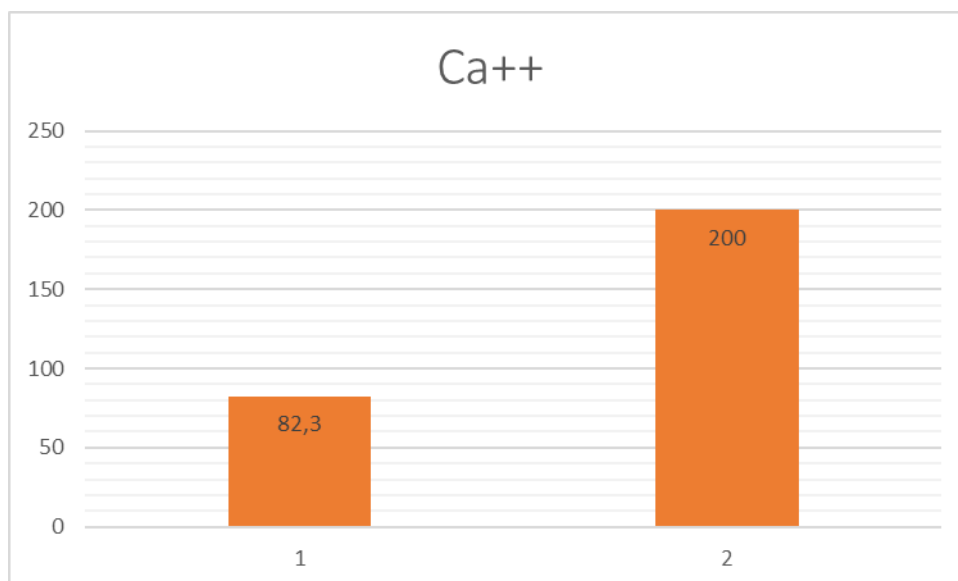


Figure n°12 : distribution de calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ) de l'eau

Le taux de calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ) dans l'échantillon est conforme à la norme algérienne qui est déterminée par : 200 mg/l (figure 12).

### II.3.2.2. Le magnésium ( $\text{Mg}^{++}$ )

la teneur en magnésium est de 12.5 mg/l, cette valeur est inférieure à la norme des eaux potable qui est de 50mg/l. Le magnésium est un élément qui nous renseigne sur la dureté de l'eau et sa teneur dépend des terrains traversés.

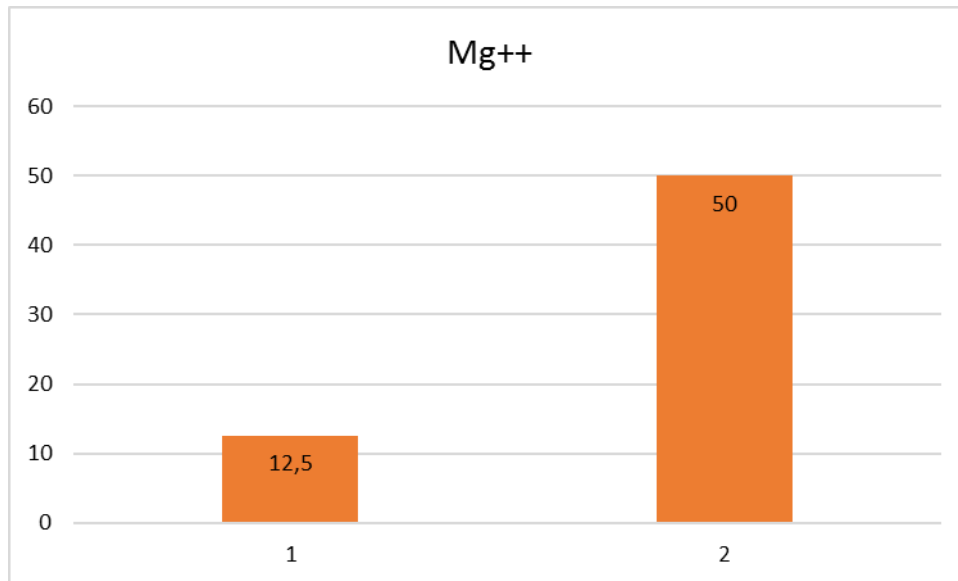
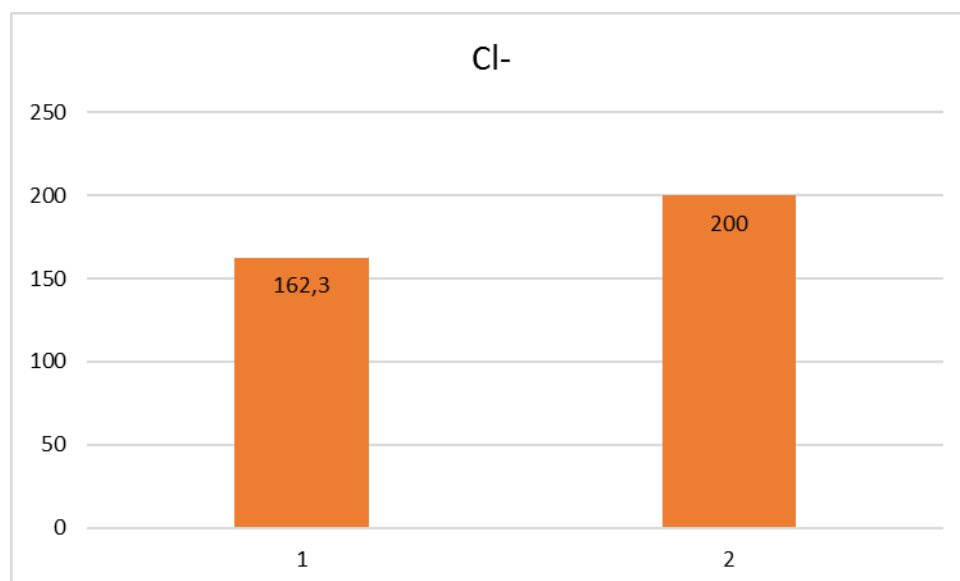


Figure n° 13 : distribution de magnésium ( $\text{Mg}^{++}$ ) de l'eau

### II.3.2.3. Les chlorures ( $\text{Cl}^-$ )

Pour le taux de chlorure ( $\text{Cl}^-$ ) exprimée en (mg/l) : la valeur sont : 162.3 mg/l.

Même remarque, le taux de chlorure dans l'échantillon est conforme à la norme algérienne qui est déterminée par : 200 mg/l, mais il est très proche de cette norme.

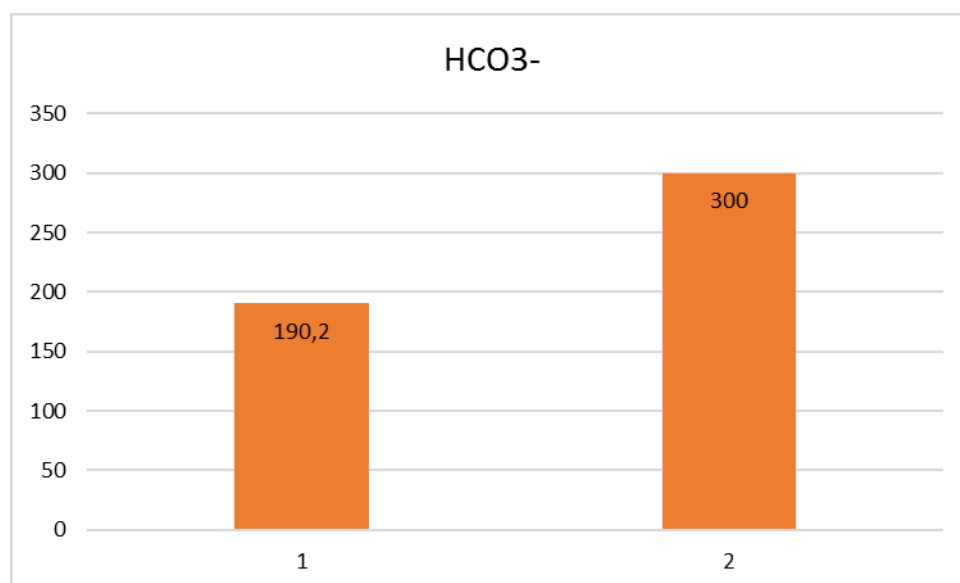


**Figure n°14** : distribution de chlorure (Cl<sup>-</sup>) de l'eau

### II.3.2.4. Les bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

La moyenne du taux de bicarbonate (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) exprimé en (mg/l) est : 190.2 mg/l.

Le taux de bicarbonates dans l'échantillon est conforme à la norme algérienne qui est déterminée par : 300 mg/l.



**Figure n° 15** : distribution de bicarbonate (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) de l'eau

### II.3.2.5. Fer (Fe<sup>++</sup>)

A la lumière des résultats exprimés dans la figure 18, nous remarquons que la moyenne du fer de nos échantillons se situe dans 0.18 mg/l. Ce qui indique la conformité de ces valeurs avec la norme algérienne qui recommande une valeur de 0.2 mg/l.

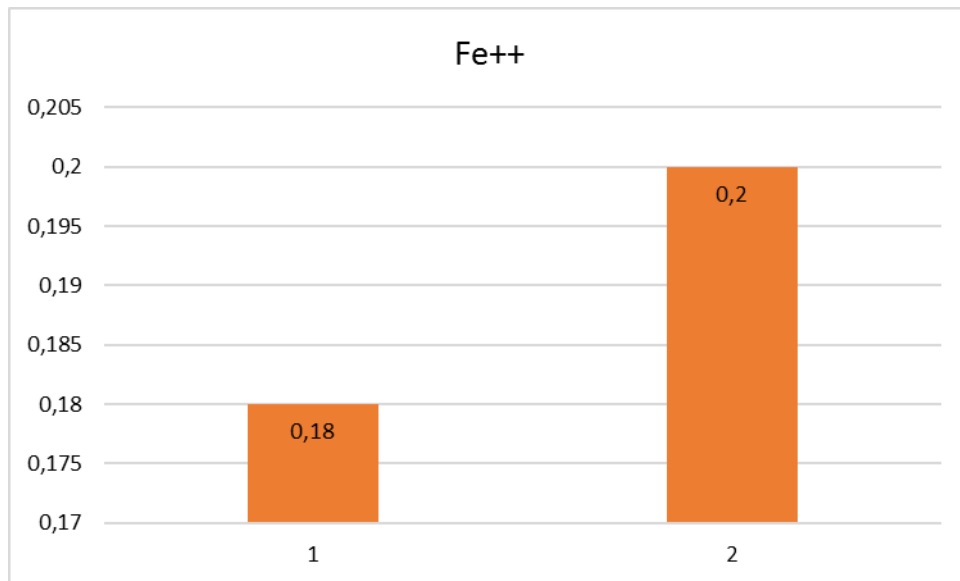


Figure n° 16: distribution de fer (Fe<sup>++</sup>) de l'eau

### II.3.2.6.Manganésés Mn<sup>++</sup>

Pour la moyenne du taux de manganésés (Mn<sup>++</sup>) exprimée en (mg/l) de notre échantillon, on a trouvé une valeur de : 0.04 mg/l ;

On conclut que le taux de manganésés (Mn<sup>++</sup>) dans l'échantillon est conforme à la norme algérienne qui est déterminée par : 0.05 mg/l

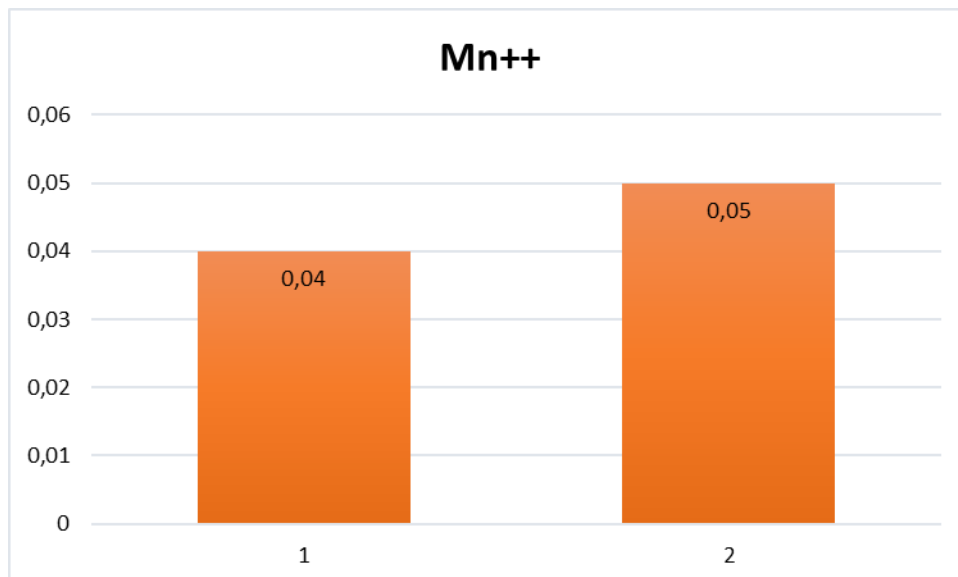


Figure n° 17: distribution de Manganésés Mn<sup>++</sup> de l'eau

**II.4. Résultats des analyses bactériologiques**

Les résultats sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau n° 13 : Résultats des analyses bactériologiques**

Prélèvements Paramètres	E1	Normes algérienne appliquées par gère/100ml
Coliformes totaux	0	0
Coliformes fécaux	0	0
Streptocoques fécaux	0	0



**Image qui détermine les analyses bactériologiques de l'échantillon.**



## Résultats et discussion

Selon le tableau, nous remarquons une absence totale des coliformes totaux et fécaux, ainsi que les streptocoques fécaux. Donc les analyses bactériologiques sont indispensables dans n'importe quelle analyse d'eau, il nous donne un aperçu rapide sur la présence ou l'absence des microorganismes pathologiques. Si ces germes existent dans les résultats des analyses, on décale directement une contamination microbiologique et une ou plusieurs maladies se déclenchent : Choléra, Fièvre typhoïde.

On peut dire donc que les analyses bactériologiques sont les plus importantes pour la protection publique, elles permettent de détecter les bactéries dangereuses. A partir des résultats bactériologiques obtenus, on exprime que l'eau est potable à cause de l'absence totale des bactéries.

## Résultats et discussion

**Tableau n° 14** : Résultats globales des analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de sources d'aine sabine

	<b>24/04/2011</b>	<b>Normes</b>
<b>température</b>	24°C	<b>25°C</b>
<b>pH</b>	7.41	<b>8.5</b>
<b>Conductivité (us/cm)</b>	1022	<b>1500</b>
<b>Turbidité (NTU)</b>	0.26	<b>5</b>
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	0.001	<b>0.5</b>
<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	0.000	<b>0.1</b>
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>53.15</b>	<b>50</b>
<b>PO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	0.00	<b>0.5</b>
<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	25.04	<b>250</b>
<b>MO</b>	0.43	<b>3</b>
<b>Ca<sup>+2</sup></b>	82.3	<b>200</b>
<b>Mg<sup>+2</sup></b>	12.5	<b>50</b>
<b>Fe<sup>+2</sup></b>	0.2	<b>0.2</b>
<b>Mn<sup>+2</sup></b>	0.04	<b>0.05</b>
<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	190.2	<b>300</b>
<b>Cl<sup>-</sup></b>	162.3	<b>200</b>
<b>streptocoques</b>	0 (-)	<b>0</b>
<b>Coliforme totaux</b>	0 (-)	<b>0</b>
<b>Coliforme fécaux</b>	0 (-)	<b>0</b>

Enfin, nous avons regroupé tout les résultats (Physico-chimiques et bactériologiques) dans un seul tableau. La bande jaune pour l'analyse de nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) montre qu'il ne convient pas à la norme perméable (50 mg/l). Il est très élevé dans le prélèvement, par contre tous les autres paramètres sont conformes aux normes.

### La discussion

Les résultats précédents montrent que tous les paramètres physiques sont conformes avec les normes algériennes des eaux potables.

- ❖ Les quatre paramètres physiques sont en conformité avec la norme algérienne des eaux potables surtout la turbidité et le pH : des valeurs très faibles pour la turbidité qui va varier entre : 0.18 à 0.26 et entre 6.5 et 6.9 pour le pH, un intervalle idéal pour la neutralité des eaux potables.
- ❖ Après comparaison des analyses précédentes avec les analyses actuelles, qui prouvent que le pourcentage de nitrates, qui était auparavant le double du niveau requis et limité, a été réduit, et cela est dû à plusieurs facteurs, notamment :

1-Diminution de la vitesse d'écoulement de l'eau dans les sources.

2-Une diminution de la production de légumes dans lesquels les nitrates sont utilisés en grande quantité (engrais), ce qui a conduit à une pénurie de l'eau de source.

3-Dernièrement, nous remarquons une diminution significative des précipitations.

4- cette source n'est pas totalement pur.

## Conclusion générale

Notre étude détaillée des différents paramètres d'analyses physico-chimiques et bactériologiques de la source d'eau d'aine Sebain situé à l'entrée de la commune de Sebain (Température, pH, Turbidité, conductivité électriques, éléments polluants et non polluants, bactéries : coliformes totaux et fécaux ainsi que les streptocoques fécaux) nous a amené à conclure les résultats cités en dessous :

1. Les quatre paramètres physiques sont en conforment avec la norme algérienne des eaux potables.
2. Pour les éléments polluants, les analyses chimiques montres clairement et dans notre prélèvement que le taux de nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) est élevé par rapport à la norme algérienne des eaux potables (53 mg/l. La norme est de 50 mg/l) , elle est deminui par rapport au les analyes 2011 qui est doublé 113mg/l au norme algerienne et ca la diminution pourtant plusieurs facteur comme.

- + Diminution de la vitesse d'écoulement de l'eau dans les sources.
- + Une diminution de la production de légumes dans lesquels les nitrates sont utilisés en grande quantité (engrais p).
- + Dernièrement, nous remarquons une diminution significative des précipitations.
- + cette source n'est pas totalement pur.

3. Les autres paramètres polluants et non polluants sont en conforment avec les normes, même leurs teneurs est très faible parfois.
4. Maintenant, ce qui concerne les analyses microbiologiques, l'absence totale des coliformes totaux et fécaux, les streptocoques fécaux nous donne une preuve que ces eaux *ne sont pas contaminées par des bactéries ou des germes d'infection.*

Enfin, cette étude, nous a montré que l'existence des nitrates diminué presque égale au norme algérienne ces eaux d'aine Sebain, ces eaux ne sont pas tout à fait potables et sans risques...Il faut traiter ces eaux ou diminuer l'ajout des engrais à coté de cette source. On estime bien que le problème de nitrates va trouver une

solution dans le prochain temps, si non, on peut risquer d'avoir des graves conséquences.

***Références  
bibliographiques***

bibliographiques  
REFERENCES

« A »

- ✚ **ABD ERRAHMANI.B, 2010.** Qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de source en kabyle. Mém ing. Bio option Ecologie et environnement de l'université Mouloud Mammeri de Tizi ousou. P : 23-44.
- ✚ **ABDESSELEM, 1999.** Suive de la qualité microbiologique et physicochimique des trois serres alimentaire de la région de Tlemcen, mémoire d'ingénieur institut de biologie, université de Tlemcen, (pp 2-18).
- ✚ **AFNOR., 2001 -** Qualité de l'eau, analyses organoleptiques- mesures physico-chimiques paramètres globaux-composés organique .6 ème Ed .ISO 7888-1985 (F) ,73P .
- ✚ **AISSAOUI AZZEDDINE. 2013.** Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage hammam Grouz de la région d'Oued Athmania (Wilaya de Mila) par les activités agricoles. Thèse de magister en biologie. Spécialité Ecologie végétale appliquée et gestion de l'environnement.
- ✚ **AIT ABDELAZIZ F., 2016.** Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de trois sources d'eau de trois communes « Abi Youcef- Yakouren Bouzguene » Mémoire de master protection de l'environnement Faculté des Sciences biologiques et des Sciences agronomiques UMMTO.70p
- ✚ **AKSAS HAMOUCHE. 2013.** Thèse de doctorat, université M'HAMED BOUGARA BOUMERDES étude cinétique et thermodynamique de l'adsorption des métaux lourds par l'utilisation des adsorbants naturels.
- ✚ **AMADOU H., LAOUALI M.S., MANZOLA A. 2014.** analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux de trois aquifères de la région de Tillabéry : application des méthodes d'analyses statistiques multi variées larhyss journal, Issn 1112-3680, n°20, décembre 2014, pp. 25-41.
- ✚ **AMINOT. A & CHAUSSEPIED. M, 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin CNEXO, Brest, p 395.
- ✚ **ANCTIL, 2008.** « L'eau et ses enjeux ». Editions de Boeck université
- ✚ **ANONYME 4.1986.** Santé de l'environnement et du milieu de travail 1986. V.C., Holiday M.G. et schrecker, T.F Tapwater consumption in canada. Rapport 82 –EHD-80 direction générale de l'hygiène du milieu, ministère de la santé nationale et du en etre.
- ✚ **ANONYME 3.2005.** Les données de l'IBGE : "L'eau à Bruxelles", 2005. Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement / Observatoire des Données de l'Environnement, Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général, 2015.
- ✚ **ANNONYME.2013.** L'ammoniac dans l'eau potable. Document de consultation publique Établi par le Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable.
- ✚ **ARMSTRONG. 1981.** V.C Holiday, M.G et Scherecker, T.F. Tapwater consumption in canada. Rapport 82 –EHD-80, Direction générale de l'hygiène du milieu. Ministère de la santé nationale st du en être social,
- ✚ **ATTEIA O. 2005.** Chimie et pollution des eaux souterraines. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris. 398p.

« B »

- ✚ **BAHIR M et MENNANI A., 2002.** Problématique de la gestion des eaux souterraines au Maroc. Estudios, Edition Maroc. 104p.

## Références bibliographiques

- + **BAMBA F., DESSOUASSIC R., MAHEA G et ORANGED D. 2000.** Relations eaux de surface et eaux souterraines. Sciences de la Terre et des planètes. 10 : 689–692.
- + **BARROIN, 2003.** «Gestion des risques. Santé et environnement : le cas des Nitrates, Phosphore, Azote et prolifération des végétaux aquatiques », Paris.
- + **BEHLOUL SAMIA. 2009.** EVALUATION DE LA MATIERE ORGANIQUE DANS L'EAU DU BARRAGE DE TIMGAD. Mémoire de magister En Chimie de l'Eau /Dessalement et Environnement. Faculté des sciences département de chimie. Université el hadj Lakhdar Batna.
- + **BELGHITI M.L., CHAHLAOUI A., BENGOUNI D., EL MOUSTAINE R. 2013.** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quadernaire dans la région de MEKNES (MAROC) larhyss journal, Issn 1112-3680, n°14, juin 2013, pp. 21-36
- + **BOISLEVE.B, 2010.** Structure et propriété de l'eau. Edition Jacques. P : 22.
- + **BOUCHARD M., 2008 -** Évolution temporelle et modélisation des coliformes dans une source d'eau potable. Mémoire (M. Sc). Université de Laval. Québec, 98p.
- + **BOURGEOIS C, LEVEAU J.et al. 1980.** Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires, Volume 3 : Le contrôle microbiologique. Collection Sciences et techniques agro-alimentaires, 331p.
- + **BOUZIANI M. 2000.** L'eau de la pénurie aux maladies. Edition Ibn- Khaldoun. Alger. Algérie. 247p.

### « C »

- + **CARDOT C. 1999.** Les traitements de l'eau : procédés physico-chimiques et biologiques, cours et problèmes résolus : génie de l'environnement. Ed Ellipses. 247p.
- + **CHAUSSADE J.I. ROVEL J.M., MOUCHET P., ANDRIAMIRADO I., MARCHAND D., LESOILLE M., BAIG S., MAZONIE P., BOURDILOT J.C., BONNELYE V., HESSE C., HAUBRY A., MOLES J., NICL R ET SANZ M.A. 2005.** Mémento technique de l'eau dégerment. Tome I. 10eme édition, Lavoisier Tec et DOC .Paris.
- + **CHOUGAR L., 2015.** -Traitement physique chimique et bactériologique de l'eau d'alimentation de la commune de Beni Douala. (T. Ouzou). Mem de Master. Univ. Mouloud Memmeri Tizi-Ouzou. 60p.
- + **C.I. EAU, 2005.** Les français et l'eau.
- + **COLLIN J., 2004.**les eaux souterraines, connaissances et gestion. Edition BRGM, HERMANN, Editeurs des sciences et des arts. p (01-150).
- + **COLLIN J.J. 2004.** Les eaux souterraines. Edition Belin. 56 -59p.

### « D »

- + **DELARRAS C. 2003.** Surveillance Sanitaire et Microbiologique des Eaux : Réglementation. Prélèvement., Analyse P : 103.215.97.98.
- + **DALLERAS G., 2007.** Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse et de contrôle sanitaire. Edition Lavoisier, Paris 206p.
- + **DEGREMONT, 1989.** -Memento technique de l'eau. Tome I et II. Ed., Cinquantenaire, Paris.137 p.
- + **DEGREMONT, 2005.** Mémento technique de l'eau, Tome I.10<sup>ème</sup> édition. Lavoisier Tec et Doc, Paris.859p.



## *Références bibliographiques*

- ✚ **DESJARDINS R., 1997.** Le traitement de l'eau. Edition de l'école polytechnique de Montréal.
- ✚ **DUPONT ANDRE. ,1986.** Hydraulique urbain, hydrologie et traitement de l'eau. 6ème édition Tome1. Edition Eyrolles.
- ✚ **DUGUET J-P, BERNAZEAU F, CLERET D, GAID A, LAPLANCHE A, MOLES J, MONTIEL A, RIOU G, SIMON P, 2006.** Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine. 1ère édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'environnement).
- ✚ **DUSSART, 1966.** « Limnologie : Etude des eaux continentales », Ed Gauthier-Villars, Paris. Elsevier Science B.V.

### « E »

- ✚ **EDDY RENAUD, JULIE PILLOT, ALINE AUCKENTHALER et CLAIRE AUBRUN, Novembre 2014.** Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable Guide pour l'élaboration du plan d'actions (décret 2012-97 du 27 janvier 2012). ONEMA office national des eaux et des milieux aquatiques.

### « F »

- ✚ **FOLIGUET J., 1982.** -Journal water search.

### « G »

- ✚ **GAUJOUS D. 1995.** La pollution des milieux aquatiques. Aide –mémoire.2ème édition. Tec et Doc. Lavoisier, Paris.220p.
- ✚ **GHAZALI D., ZAID A. 2013.** ETUDE DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE DES EAUX DE LA SOURCE AIN SALAMA-JERRI (REGION DE MEKNES –MAROC). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 12, Janvier 2013, pp. 25-36 © 2013 Tous droits réservés.
- ✚ **GILLIS A., 2001.** Livre bleu. Belgaqua. Allemagne.

### « H »

- ✚ **HADDAD H., GHOUALEM H. 2014.** Caractérisation physico-chimique des eaux du bassin hydrographique COTIER ALGEROIS. larhyss journal, issn 1112-3680, n°18, juin 2014, pp. 155-167.
- ✚ **HASLAY G., Leclerc H., 1993.** Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition: Lavoisier Tee et Doc.
- ✚ **HILLEL D., 1998.** -L'eau et le sol : Principe et processus physiques. 2emeédition. Ed. Academia Lauvain – la – neuve, France.237 p.

### « J »

- ✚ **Joffin C et Joffin, (1999):** Microbiologie alimentaire.5<sup>eme</sup> édition .P153

### « K »

- ✚ **KETTAB A. 2001.** Les ressources en eau en Algérie: stratégies, enjeux et vision. Désalination. 136 : 25-33.

## Références bibliographiques

### « L »

- ✚ **LEDLER. 1986.** et HAOUSSA N. (2013). Etude de la qualité des eaux des mélanges eau d'oued Biskra – Eau de Droh. Mémoire de master 2. Hydraulique urbaine, Université Mohamed Khider –Biskra : Faculté des sciences et de technologie. 25 p.
- ✚ **LOUNNAS A, 2009.** Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station HAMADI-KROMA de Skikda, Thèse de Magister, Université de Skikda.
- ✚ **LUNC J. et LAGARDETTE M. 2004.** L'eau potable et l'assainissement. Edition Johannes. Paris. 154p.

### « M »

- ✚ **MAÏGA F S., 2002** - Manuel de la cour d'hygiène du milieu, F.M.P.O.S.
- ✚ **MAKHOUKH1, M. SBAA1, A. BERRAHOU1, M. VAN. 2011.** Contribution a l'étude physico-chimique des eaux superficielles de L'OUED MOULOUYA (MAROC ORIENTAL) larhyss journal, Issn 1112-3680, n° 09, décembre 2011, pp. 149-169 larhyss/journal n° 09, décembre 2011.
- ✚ **MERABET SOUAD. 2010.** EVALUATION DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX BRUTES ET DISTRIBUEES DU BARRAGE RESERVOIR DE BENI HAROUN Magister Chimie Analytique UNIVERSITE MENTOURI DE CONSTANTINE DEPARTEMENT DE CHIMIE
- ✚ **MENAD. K., METADJER., 2012** - Traitement des eaux saumatre par l'osmose inverce cas de l'eau de Khemis Miliana .Université Khemis Miliana.
- ✚ **MORLOT M. 1996.** Aspects analytique du plomb dans l'environnement. Ed. Lavoisier. Tec et Doc. 484p.
- ✚ **MOUFFOK F. 2008.** Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson, manuel des travaux pratiquent des eaux. Institut Pasteur d'Algérie 2008. 53p.
- ✚ **MYRAND DIANE. 2007.** GUIDE TECHNIQUE CAPTAGE D'EAU SOUTERRAINE POUR DES RÉSIDENCES ISOLÉES MISE À JOUR JANVIER 2008. Développement durable environnement et parc.

### « O »

- ✚ **ODE : Observatoire des Données de l'Environnement. 2005.** Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général. Fiche 2 Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement
- ✚ **O.M.S, 1986.** -Directrices de qualité pour l'eau de boisson. 1ereedition, Genève, pp: 16.
- ✚ **O.M.S., 2006** - Paludisme : lutte anti vectorielle et protection individuelle, Série de Rapports techniques, N°936, 71p.
- ✚ **O.M.S. 2008.** OMS. Directives de la qualité pour l'eau de boisson. (2008).

### « P »

- ✚ **PERRY J. 1984.** Microbiologie. Cours et question de révision. Ed. Dunod. Paris. 916p.
- ✚ **PFOHL A et LSZKOWICZ, 1999.** Contribution à l'étude de la qualité physico chimique et bactériologique de l'eau, Schwartozbrod, Institution. Faculté de pharmacie Nancy France. 65p.
- ✚ **POTELON J.L., 1998.** Le guide des analyses de l'eau potable ; Edition, la lettre du cadre territorial 253 p.

## Références bibliographiques

### « R »

- + **RAMADE F., 1981.** Ecologie des ressources naturelles. Ecologie appliquée et sciences de l'environnement 4ème Edition. MASSON. 322p.
- + **RAMADE F. 1998.** Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Ed. Edi science internationale. Paris, France.
- + **RAMBAND A. et DELATTRE J.M., 1992.** -Les eaux conditionnées. Edition technique et Documentation, Lavoisier, Paris.278 p.
- + **REJESK F., 2002.** Analyse des eaux. Aspects réglementaires et techniques. Série sciences et techniques de l'environnement. Edition Scérén.360p.
- + **Richard, Y. ; Ozanne, F. ; Buflle, J.P.B.** Vade mecum du chef d'usine du traitement ; Techniques et Documentation : Lavoisier, Paris, 1987, Page133.
- + **RODIER J ,1996.** Analyse de L'eau (Eau Naturelles, Eaux Résiduaire, Eau De Mer), 8 ème Edition, Paris, 1260 p.
- + **RODIER J., 1999.** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaire, Eau de mer. 7ème édition: Dunod, Paris. .1381p.
- + **RODIER.J., 2005.** Analyses de l'eau : eau naturel, eaux résiduaire, eau de mer. 8em édition DUNOD, paris.
- + **ROLAND V., 2003.** Eau, environnement et santé publique, introduction à l'hydrologie 2emeédition, Lavoisier 397p.
- + **ROUX M. 1987.** L'analyse biologique de l'eau. Edition Technique et documentation, Lavoisier, Paris. 230p.
- + **ROUX J-C. 1989.** Analyse biologique de l'eau. Etude de synthèse. Office national de l'eau édition du BRGM, n° 23.113p.

### « S »

- + **SAMAKE H. 2002.** Thèse de doctorat analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000-2001 faculté de médecine. 58p.
- + **SCHWARTZBROD L. 2000.** Virus humains et santé public conséquences de l'utilisation des eaux usées et des boues en agricultures conchyliculture. Université de NANCY France S.E.V.E.S.C., 2013 - (Service de l'Eau) Qualité de l'eau potable en sortie de l'usine de traitement d'eau potable de Versailles et Saint Cloud, 11p.
- + **SPELLMAN and FRANK R., 2008** - The Science of water: concepts and applications. 2nd Ed. CRC Press Taylor & Francis Group. USA. 417 p.

### « V »

- + **VILAGINES R., 2003.** Eau, environnement et santé publique : introduction a l'hydrogéologie. 2ème édition. Lavoisier Tec et Doc, Paris. P 3-187.
- + **VALIRON F. 1990.** Gestion des eaux : principes et structures. Presses de l'école nationale des ponts et chaussées. 1èmeEd ; Lavoisier, paris.

## *Références bibliographiques*

**Annexe 1 : Paramètres avec valeurs indicatives (Normes algériennes du ministre des ressources en eau depuis 22 mars 2011)**

Groupe de paramètres	Paramètres	Unités	Valeurs indicatives
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	PH	Unité pH	≥ 6.5 et ≤ 9
	Conductivité	μS/cm à 20°C	2800
	Température	°C	25
	Dureté	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	200
	Alcalinité	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	500
	Calcium	mg/l en CaCO <sub>3</sub>	200
	DBO <sub>5</sub>		<3
	DCO	mg/l	30
	Potassium	mg/l	12
	Résidu sec	mg/l	1500
	Sodium	mg/l	200
	Sulfates	mg/l	400
Paramètres organoleptiques	Couleur	mg/l Platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur 12°C	Taux dilution	4
	Saveur 25°C	Taux dilution	4
Paramètres chimiques	Aluminium	mg/l	0,2
	Ammonium	mg/l	0,5
	Baryum	mg/l	0,7
	Bore	mg/l	1
	Fer total	mg/l	0,3
	Fluorures	mg/l	1,5
	Manganèse	μg/l	50
	Nitrates	mg/l	50
	Nitrites	mg/l	0,2

*ANNEXES*

	Oxydabilité	mg/l O <sub>2</sub>	5
	Phosphore	mg/l	5
	Acrylamide	µg/l	0,5
	Antimoine	µg/l	20
	Argent	µg/l	100
	Arsenic	µg/l	10
	Cadmium	µg/l	3
	Chrome total	µg/l	50
	Cyanure	µg/l	70
	Mercuré	µg/l	6
	Plomb	µg/l	10
	Sélénium	µg/l	10
	Zinc	mg/l	5
	Phénols	µg/l	0,5
	Bromates	µg/l	10
	Chlore	mg/l	5
	Chlorite	mg/l	0,07
	Trihalométhanes (THM) (Total)	µg/l	100
Radionucléides	Particules alpha	Picocurie/l	15
	Particules bêta	Millirems/an	4
	Tritium	Bequerel/l	100
	Uranium	µg/l	15
	Dose totale indicative (DTI)	(mSv/an)	0,1
Paramètres microbiologiques	Escherichia Coli	nb /100ml	0
	Entérocoques	nb /100ml	0

Bactéries sulfito-réductrices y compris les spores	nb/20ml	0
--	---------	---

**Annexe 2 : Les normes de l'OMS de qualité des eaux potables 2006.**

Elément/ substance	Lignes directrices fixées par l'OMS
Aluminium	0,2 mg/l
Ammonium	Pas de contraintes
Antimoine	0.02 mg/l
Arsenic	0,01 mg/l
Amiante	Pas de valeur guide
Baryum	0,7 mg/l
Béryllium	Pas de valeur guide
Bore	0.5mg/l
Cadmium	0,003 mg/l
Chlore	Pas de valeur mais on peut noter un goût à partir de 250 mg/l
Couleur	Pas de valeur guide
Cyanure	0,07 mg/l
Oxygène dissous	Pas de valeur guide
Fluorure	1,5 mg/l
Dureté	200 ppm
Sulfure d'hydrogène	0.05 à 1 mg/L
Fer	Pas de valeur guide
Manganèse	0,4 mg/l

## ANNEXES

Molybdène	0,07 mg/l
Nitrate et nitrite	50 et 3 mg/l (exposition à court terme) 0.2 mg/l (exposition à long terme)
Turbidité	Non mentionnée
pH	Pas de valeur guide mais un optimum entre 6.5 et 9.5
Argent	Pas de valeur guide
Sodium	Pas de valeur guide
Sulfate	500 mg/l
Etain inorganique	Pas de valeur guide : peu toxique
TDS	Pas de valeur guide mais optimum en dessous de 1000 mg/l
Uranium	0.015 mg/l
Zinc	3 mg/l



## Résumé :

Notre étude porte sur l'état actuel de la source de **sebaine** , afin de déterminer les principales **caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques** de cette source .

-Nous avons comparé nos résultats aux les resultat des analyse precedent avec les normes **algériennes (journal officiel**, Les résultats obtenus montrant que le taux de **nitrates( $\text{NO}_3^-$ )** diminué precque égale au les norme .

Les nitrates peuvent être dangereux pour l'organisme de l'être humain, ils peuvent engendrer chez les nourissants un empoisonnement de sang appelé : **une méthémoglobinémie** (d'asphyxies), et chez les adultes des maladies **cancérigènes**.

## Mots clés :

L'eau potable, analyses physico-chimique et bactériologique , nitrates, les normes algériennes .

## ملخص

هذا العمل خاص بدراسة حالة المنبع المائي السبعين من الناحية الغذائية بهدف إيجاد أهم خصائصه

الفيزيو كيميائية و البكتريولوجية.

قمنا بمقارنة النتائج المحصل عليها مع المعايير الجزائرية ( الجريدة الرسمية الجزائرية). النتائج المحصل عليها تبين أن نسبة النترات تفوق القيمة المعتمدة. وهذه الأخيرة تشكل خطرا على جسم الإنسان حيث تسبب عند الرضيع حالات تسمم في الدم تدعى : **ميتهيموغلوبينيومي** وعند الكبار امراض سرطانية .

## الكلمات المفتاحية :

الماء الصالح للشرب، التحاليل الفيزيو كيميائية و البكتريولوجية ،النترات, المعايير الجزائرية .

***INTRODUCTION  
GENERALE***

**GENERAL  
INTRODUCTION**

***PARTIE I***  
***BIBLIOGRAPHIQUE***

**БІБЛІОГРАФІЧНА**  
**ЧАСТИНА I**

*Chapitre I*  
*Généralité sur*  
*l'eau*

*J, 60M*

*Généralité sur*

*Chapitre I*

***PARTIE II***  
***EXPERIMENTALE***

**EXPERIMENTALE**  
**PARTIE II**

***Chapitre I***  
***Matériels et***  
***Méthodes***

Méthodes  
Matériels et  
Chapitre I

***Chapitre II***  
***Résultats et***  
***Discussion***

DISCUSSION  
RÉSULTATS ET  
CHAPITRE II

***Conclusion  
générale***

***générale  
CONCLUSION***



***Chapitre II :***  
***Maladies à***  
***transmission***  
***hydrique***

hydrique  
transmission  
Maladies à  
Chapitre II :