

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I  
Frères Mentouri Constantine I University  
Université Frères Mentouri Constantine I

Université Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département de Végétale Ecologie et Biologie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة والحياة  
قسم البيولوجيا وعلم البيئة النباتية

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master**

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

**Filière :** Ecologie et Environnement

**Spécialité :** Ecologie Fondamentale et Appliqué

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

**Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux brutes et traitées au niveau de la station d'Azzaba (wilaya de Skikda)**

Présenté par : MOURDI Marwa

Le /06/2022

REKHILI Ouahida

**Jury d'évaluation :**

**Encadreur :** TOUATI Laid (MCA - UFM Constantine 1)

**Examineur 01 :** GANA Mohammed (MCB - UFM Constantine 1).

**Examineur 02 :** BAZRI Kamel Eddine (MCA - UFM Constantine 1).

**Année universitaire  
2021 - 2022**

## **Remerciement**

Avant tout, nous remercions **ALLAH** le tout puissant, de nous avoir accordé la force, le courage, la santé et la volonté pour la réalisation de ce travail.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **TOUATI Laid**, Un grand honneur pour nous est, le fait qu'elle a accepté de nous encadrer et de diriger notre travail on la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour tous ses efforts, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité, Merci de nous avoir guidées et orientées tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nos sincères remerciements sont adressés **Mr GANA Mohamed**, Maître de conférences à l'Université Frères Mentouri Constantine 1, qui nous a fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

Nos sincères remerciements vont également à **BAZRI Kamel Eddine**, Maître de conférences à l'Université Frères Mentouri Constantine1, qui nous a fait l'honneur d'examiner cette thèse.

On remercie également tous les membres du laboratoire ADE Azzaba pour l'accueil, l'aide et leurs soutiens durant ces quatre mois de stage.

Nous remercions tous les enseignants, pour leur contribution dans notre formation, et en particulier les enseignants de la Spécialité Ecologie Fondamentale et Appliquée Finalement, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à nos familles qui nous ont toujours soutenues.

## Dédicace

Au nom de dieu le tout puissant par la grâce du quel j'ai pu réaliser ce travail que je dédie à :

**Mes chers Parents** pour leurs grands sacrifices, leurs tendre encouragements et leurs présence absolu à mes côtés et pour leurs rôle majeure dans mon sucées.

Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux.

Je prie le bon dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.

A mes chers frères **Saife** et **Louay** d'être toujours à mes côtés, je vous aime et je vous souhaite le bonheur et la joie dans votre vie.

A ma deuxième mère, ma chère tante **Sabrina** je ne saurai exprimer ma profonde reconnaissance pour ton précieux soutient, ton encouragement continue, ta bonté et ton amour dont tu as toujours fait preuve.

A la mémoire de mon oncle **Islem**

A une personne qui compte beaucoup pour moi **Aymen** qui m'a soutenu le long de mon parcours.

A mes amies d'enfance depuis plus de 15 ans : **Amira, Sabah, Imen, Wiam, Roumaissa, Dalinda, Boutaina** et bien sur mon binôme **Ouahida** d'avoir partagé avec moi le meilleurs et le pire de ma vie.

A toute la famille **MOURDI** et **ERROUALI** et à tous ceux que j'aime.

**Marwa**

## Dédicace

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie,  
le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, ma  
mère

«**Masouda MARINI**»

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source  
de joie et de bonheur, que Dieu te garde dans ma vie,  
à toi mon père

«**Mouloud REKHILI**»

A mes très chères sœurs : «**Najet, Kanza, et Ahlem**» Que Dieu garde pour moi.

A mon chère frère «**Houcine**», Que Dieu garde pour moi.

A mes très chères tantes, oncles, cousines, cousins

A mes très proches amies : «**Amina, Rafika, Houda, Cherifa, Amira, Chaima  
et Rokia** »

Je leur souhaite tout le bonheur du monde.

**Ouahida**

## Résumé

Ce travail a pour but de suivre et d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux brutes et traitées au niveau de la Station de l'eau potable Azzaba située dans la wilaya de Skikda. L'échantillonnage est effectué au niveau de la station des eaux brutes et traitées pour les différents paramètres physico-chimiques (pH, Conductivité, turbidité, salinité Chlorure, TAC, TA, THT, Tca<sup>2+</sup>) et bactériologiques (Coliformes totaux, Coliformes fécaux, Streptocoques Fécaux, Clostridium sulfito- réducteurs (ASR)). Les résultats ont montré que ces eaux destinées à la consommation humaine, présentent une bonne qualité et les teneurs des paramètres analysées répondent aux normes de potabilité nationale et internationale. En occurrence, les analyses bactériologiques révèlent l'absence des germes pathogènes de contamination fécale. La surveillance et le contrôle de ces eaux demeure unetache d'ordre primordial pour la santé publique et les risques environnementaux.

**Mots clés :** Eau brute, Eau traitée, physico-chimiques, bactériologiques, Station Azzaba, Skikda.

## **Abstrat**

This work aims to monitor and assess the physico-chemical quality of raw and treated water at the Azzaba drinking water station located in the wilaya of Skikda. Sampling is carried out at the raw and treated water station for the various physico-chemical parameters (pH, conductivity, turbidity, salinity chloride, TAC, TA, THT, Tca<sup>2</sup>) and bacteriological (total coliforms, faecal coliforms, streptococci Faeces, Clostridium sulfito-reducers (ASR)). The results showed that these waters intended for human consumption, have a good quality and the contents of the analyzed parameters meet the national and international standards of potability. In this case, bacteriological analyzes reveal the absence of pathogenic germs of faecal contamination. The monitoring and control of these waters remains an essential task for public health and environmental risks.

**Key words:** raw water, treated water, physico-chemical, bacteriological, Azzaba Station, Skikda.

## ملخص

يهدف هذا العمل إلى مراقبة وتقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية للمياه الخام والمعالجة في محطة مياه الشرب بالعزبة الواقعة في ولاية سكيكدة. يتم أخذ العينات في محطة المياه الخام والمعالجة لمختلف العوامل الفيزيائية والكيميائية) درجة الحرارة ، ودرجة الحموضة ، والتوصيل ، والعكارة ، والملوحة ، والكلوريد ، والقلويات الكاملة ، والقلوية ، والصلابة الكلية ، والكالسيوم (والبكتريولوجية) القولونيات الكلية ، القولونيات البرازية ، العقدية البرازية ، المطثية المختزلة للكبريتات ( ASR) في محطة العزة. أظهرت التحليلات الفيزيائية والكيميائية أن هذه المياه للاستهلاك البشري ذات نوعية جيدة وأن محتويات المعلمات التي تم تحليلها تلبى المعايير الوطنية والدولية لمياه الشرب. في هذه الحالة ، تكشف التحليلات البكتريولوجية عن عدم وجود الجراثيم المسببة للأمراض للتلوث البرازي. يظل رصد هذه المياه ومراقبتها مهمة أساسية للصحة العامة والمخاطر البيئية.

**الكلمات المفتاحية:** المياه الخام ، المياه المعالجة ، التحاليل الفيزيائية والكيميائية ، التحاليل الجرثومية ، محطة عزابة سكيكدة .

## Sommaire

Remerciements

Dédicace

Résumés

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....01

### Chapitre 1. Généralités sur l'eau

1.1. Introduction sur l'eau.....03

1.1.1. Les ressources hydriques.....03

1.1.2. Propriétés de l'eau.....04

1.1.3. Les paramètres globaux de la qualité des eaux.....05

1.1.3.1. Paramètres organoleptiques .....05

1.1.3.2. Paramètres physico-chimiques.....06

1.1.3.3. Paramètres toxiques et indésirables.....10

1.1.3.4. Paramètres bactériologiques.....10

1.2. La pollution de l'eau.....12

1.2.1. Définition.....12

1.2.2. Les différentes origines de la pollution.....12

1.2.3. Les principaux polluants des eaux naturelles .....13.

1.2.4. Types de pollution.....	15
1.2.5. Conséquences de la pollution .....	17
1.3. Les normes de la potabilité des eaux .....	18

### **Chapitre 2. Matériel et méthodes**

2.1. Présentation de la région d'étude.....	19
2.1.1. Situation géographique.....	19
2.1.2. Réseau hydrographique.....	19
2.1.3. Géomorphologie et relief.....	20
2.1.4. Climat et végétation.....	21
2.2. Présentation de la station l'ADE.....	21
2.2.1. Situation de la Station.....	21
2.2.2. Les infrastructures de la station.....	21
2.2.3. Les travailleurs.....	22
2.2.4. Capacité du traitement d'eau.....	22
2.2.6. Les points de prélèvement des échantillons de la stationAzzaba.....	23
2.2.7. Le prélèvement des échantillons d'eau et effectué au niveau du barrage Zite El Emba:.....	23
2.2.8. Les étapes de traitement de la station.....	23
2. 3. Analyses physico - chimiques et microbiologiques d'eau traitée.....	26
2.3.1. Echantillonnage.....	26

2.3.2. Technique des prélèvements.....	26
2.3.2.1. Matériel de prélèvement.....	26
2.3.2.2. Mode de prélèvement de l'eau.....	26
2.3.2. Analyse en laboratoire.....	27
2.3.2.1. Analyse Physico-chimique.....	27
2.3.2.2. Analyse bactériologique.....	33
2.3.2.3. Analyse partielle.....	35

### **Chapitre 3. Résultats et discussion**

3.1. Analyse physico-chimique.....	36
3.1.1. Analyse partielle.....	36
3.2. Résultats des analyses bactériologiques.....	41
3.2.1. Coliformes totaux (CT).....	41
3.2.2. Coliformes fécaux (C.F).....	41
3.2.3. Streptocoques fécaux.....	42
3.2.4. Clostridium sulfito-réducteurs.....	42
<b>Conclusion</b> .....	43
<b>Références bibliographiques</b> .....	45

### **Annexes**

### Liste des abréviations

°C : degrés Celsius

**ADE** : Algérienne Des Eaux

**ASR** : Anaérobies Sulfito-Réducteurs.

**C T** : Coliformes totaux

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

**Cd** : Cadmium

**CF** : Coliformes fécaux

**Cl** : Chlorures

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de carbone

**CO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Carbonates

**DBO<sub>5</sub>** : Demande Biologique en Oxygène en cinq jours

**DDT** : Dichlorodiphényltrichloroéthane.

**E. coli**: Escherichia coli

**EC** : Escherichia Coli

**Fe<sup>2+</sup>** : Les ions ferreux

**g/cm<sup>3</sup>** : Gramme par centimètre cube

**G**: Le gramme

**H<sup>+</sup>** : Le cation hydrogène

**ISO** : Organisation International De Normalisation

**L** : Litre.

**m** : Mètre.

**m<sup>3</sup>** : Mètre cube.

**MES** : Les matières en suspension

**mg/l** : Milligramme par litre

**Mn** : Manganèse

**Mn<sup>+2</sup>**: Manganèse

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

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

**NTU**: Unité Néphélométrique

**O<sub>2</sub>**: Oxygène

**OH<sup>-</sup>** : hydroxyle

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**Pb** : Plomb

**pH** : potentiel Hydrogène

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

**RS** : Résidu Sec

**s/cm** : Siemens par centimètre

**S/m** : Siemens par mètre

**SF** : Streptocoques Fécaux

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

**T°** : Température.

**TA** : Titre Alcalimétrique

## Liste des abréviations

---

**TAC** : Titre alcalimétrique complet

**TC** : Temps de Contact.

**TH**: Titre Hydrométrique

Liste des figures		Pages
Figure 01	Carte du réseau hydrographique du sous bassin Oued Emchekel.	18
Figure 02	Carte du réseau hydrographique du sous bassin d'Oued Fendek.	19
Figure 03	Situation géographique d'Azzaba.	20
Figure 04	Les infrastructures de la station.	20
Figure 05	La distribution de l'eau potable	22
Figure 06	Schéma classique d'une station de traitement des eaux de Surface.	22
Figure 07	Appareil Turbidimètre	27
Figure 08	Montre l'ensemble des étapes du tirage de TA.	28
Figure 09	Montre l'ensemble des étapes du titrage de TAC.	29
Figure 10	Montre l'ensemble des étapes du titrage de THT.	30
Figure 11	Montre l'ensemble des étapes du titrage de $\text{Ca}^{2+}$ .	31
Figure 12	Montre l'ensemble des étapes du titrage de $\text{Cl}^-$	32
Figure 13	La variation de la température des eaux étudiées.	31
Figure 14	La variation du pH des eaux étudiée.	35
Figure 15	La variation de la conductivité des eaux étudiées.	36
Figure 16	La variation de la salinité des eaux étudiées.	37
Figure 17	La variation de la turbidité des eaux étudiées.	37
Figure 18	La variation du TAC des eaux étudiées.	38
Figure 19	La variation du duresse totale des eaux étudiées.	38
Figure 20	La variation du $\text{Ca}^{+2}$ des eaux étudiées.	39
Figure 21	La variation du chlorure des eaux étudiées.	39
Figure 22	Variation de bactéries coliformes totaux.	40
Figure 23	Variation de bactéries coliformes fécaux	40

## Liste des tableaux

---

	<b>Liste des tableaux</b>	<b>Pages</b>
Tableau 01	Normes nationales et internationales de la qualité microbiologique des eaux	18

### Introduction générale

L'eau est l'élément essentiel à la vie, il représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants, 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. L'eau en tant que liquide est considérée comme un solvant universel, il se congèle à 0, il peut devenir vapeur à 100°C qui est sa température d'ébullition, mais ces principales caractéristiques sont qu'il est inodore, incolore et sans goût (**Gerard, 1999**).

Sans cette matière simple et complexe en même temps la vie sur terre n'aurait jamais existé donc c'est un élément noble qu'on doit protéger pour les générations futures, et pour cela la technologie moderne nous a permis la conception des stations de traitement des eaux de surface pour pallier aux problèmes de pollution qui menacent la potabilité de l'eau qui a été préservé pendant des siècles, le laboratoire d'analyses a un rôle très important dans le suivi d'une station de traitement car c'est lui qui doit confirmer la potabilité de l'eau après traitement et anticiper toutes les étapes nécessaires avant traitement à l'aide des analyses pour l'obtention des résultats demandés (**Henri, 2012**).

Une eau destinée à la consommation humaine est potable lors qu'elle est exemptée d'éléments chimiques et/ou biologiques susceptibles, à plus ou moins long terme à la santé des individus. Par conséquent, et en fonction des caractéristiques de l'eau brute destinée à la production d'eau potable, la mise en place de traitements spécifiques s'avère le plus souvent nécessaire afin de répondre aux exigences réglementaires établies par les organismes de la santé publique (**John et Donald, 2010**).

La station de traitement de l'eau brute destinée à la potabilisation est sous une pression croissante pour produire une eau potable de bonne qualité et à plus faible coût. Ceci représente une économie en termes de coût mais aussi en termes de respect de l'environnement (**Gerard, 1999**).

L'objectif de ce travail consiste à faire des analyses physico-chimiques et bactériologiques pour déterminer la qualité de l'eau brute du STATION DE AZZABA et trouver les solutions pour effectuer des traitements moins coûteuses. Ce manuscrit est divisé en six chapitres suivis d'une conclusion générale.

Le premier chapitre est une généralité sur l'eau. Le deuxième chapitre la qualité de l'eau, le troisième chapitre les étapes du traitement de l'eau.

La partie expérimentale, le premier chapitre présentation de la station, le deuxième chapitre matériels et méthodes d'analyse, le troisième chapitre le résultat et discussions.

# **Chapitre 1**

## **Généralités sur l'eau**

**Chapitre 1 : Généralités sur l'eau****1.1. Introduction :**

L'eau est une ressource vitale pour l'homme, il est donc essentiel de la préserver pour sa survie, son alimentation ; elle l'est également pour ses activités agricoles, industrielles et Touristiques et la qualité de son environnement en dépend. Cependant elle est le réceptacle universel de tout type de pollution (**Metahri , 2008**).

Le problème de la pollution des eaux représente sans aucun doute un des aspects les plus Inquiétants de la dégradation du milieu naturel, les polluants peuvent être transportés par l'eau à toutes les étapes du cycle de l'eau (**Ramade , 1998**). La valeur de l'eau est inestimable, première ressource minérale du monde, sa protection et sa gestion sont indispensables (**Roux , 1995**).

**1.1.1. Ressources hydriques:**

D'après **Desjardins, 2005**, on trouve quatre sources principales d'eau brute :

- Les eaux de pluies
- Les eaux de surfaces
- Les eaux souterraines
- Les eaux de mer

Les caractéristiques générales de chacune de ces sources reflètent l'interaction de l'eau et du milieu environnant.

**1.1.1.1. Eaux de pluie :**

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour l'alimentation humaine. Elles sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissous. Ce sont donc des eaux douces, mais qui peuvent être contaminées par des poussières atmosphériques (**Desjardins , 1997**).

**1.1.1.2. Les eaux de surface :**

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles proviennent soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit des eaux de ruissellement (fleuves, rivières, barrages, mares, marigots). Elles sont caractérisées par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable (**Degremont, 2005**). Ces eaux superficielles doivent subir un traitement en plusieurs étapes pour être utilisées pour la boisson et les usages domestiques.

Elles ne peuvent être utilisées sans traitement. De plus, pour envisager d'alimenter des populations à partir d'eau de surface, il faut éviter les conditions favorisant l'érosion des sols, les

conditions non hygiéniques et les pollutions accidentelles et chroniques (**Molinie , 2009**).

### **1.1.1.3. Les eaux souterraines :**

Ce sont les eaux qui circulent sous le niveau du sol et qui remplissent les fractures du socle rocheux ou les pores présents dans les milieux granulaires tels que les sables et les graviers (**Merouanie et Bouguedah , 2013**).

Elles proviennent de l'infiltration lente d'environ 20 % des eaux de précipitation, à travers le sol, jusqu'aux couches imperméables où elles s'accumulent en nappes plus ou moins importante et profondes. La pénétration et la rétention de ces eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leurs structures. L'eau souterraine est d'une composition plus stable que celle des eaux de surface sa composition chimique est déterminée par la nature géologique du terrain, Puisque l'eau est en contact continu avec le sol dans lequel elle stagne ou circule (**OMS, 2000**).

### **1.1.1.4. Eaux de mers :**

Les mers et les océans constituent des énormes réservoirs d'eau, elles représentent près de 97.4%du volume d'eau existant actuellement sur notre planète, le reste est la part des eaux continentales (eaux souterraine et superficielles). Les eaux de mers sont caractérisées par une grande salinité, elles sont dénommées aussi « eaux saumâtres », ce qui rend leur utilisation difficile, notamment leur coût très élevé pour leur traitement (**Boeglin , 2001**).

## **1.1.2. Propriétés de l'eau :**

Sur la terre, l'eau existe dans les trois états phases : liquide (eau proprement dite), solide (glace) gazeux (vapeur d'eau). Ces trois phases coexistent dans la nature, toujours observables deux à deux, et plus ou moins en équilibre : eau- glace, eau- vapeur, glace- vapeur selon les conditions de température et de pression (**Alger Géophysique, 1997**).

### **1.1.1.2.1. Propriétés chimiques de l'eau :**

L'énergie de formation de la molécule d'eau, 242 kJ/mol, est élevée. Il s'ensuit que l'eau possède une grande stabilité. Cette stabilité, associée aux propriétés électriques et à la constitution moléculaire de l'eau, la rend particulièrement apte à la mise en solution de nombreux corps gazeux, liquides polaires, et surtout solide. La plupart des substances minérales peuvent se dissoudre dans l'eau, ainsi qu'un grand nombre de gaz et de produits organiques.

La solvatation (ou action hydratante de l'eau) est le résultat d'une destruction complète ou partielle des divers liens électrostatiques entre les atomes et les molécules du corps à dissoudre,

pour les remplacer par de nouveaux liens avec les molécules d'eau, et forger ainsi des nouvelles structures : il se produit une véritable réaction chimique (une solvation complète est une dissolution) (**Boelgin , 2001**).

### **1.1.2.2. Propriétés biologiques de l'eau :**

L'eau, l'oxygène et le dioxyde de carbone contribuent à créer des conditions favorables au développement des êtres vivants (**Dajoz , 1982**). Il existe un cycle biologique, cycle au cours duquel s'effectue une série d'échanges ; l'eau entre pour une grande part dans la constitution des êtres vivants

### **1.1.3. Les paramètres globaux de la qualité des eaux :**

#### **1.1.3.1. Les paramètres organoleptiques :**

Les paramètres organoleptiques comprennent : l'odeur, le goût et la couleur. Ils sont très importants pour la détermination de la qualité de l'eau de consommation (**Weiner et Matthews , 2003**).

##### **1.1.3.1.1. La Couleur :**

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules Substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration.

Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (**Rodier J, 2005**). Elle représentera un indicateur de pollution si elle dépasse l'équivalent de 15 mg/1 platine cobalt (**Lefèvre , 1991**).

##### **1.1.3.1.2. Odeur :**

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition l'odeur peut être définie comme :

L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. La qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances (**Rodier , 2005**).

##### **1.1.3.1.3. Goût et saveur :**

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque la boisson est dans la bouche. La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs (**Rodier , 2005**).

**1.1.3.2. Paramètres physico-chimiques :****1.1.3.2.1. Paramètres physiques :****1.1.3.2.1.1. Température :**

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination de pH (Rodier et al, 2005).

**1.1.3.2.1.2. Turbidité :**

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre le plus indiquant la présence de matière organique ou minérale sous forme colloïdale. (Metahri , 2012).

Elle est due à des particules en suspension dans l'eau qui diffusent la lumière, qui sont d'origine diverse telles que : érosion des roches, entraînement des matières minérales ou organiques du sol, déversement d'eaux usées domestiques ou industrielles riches en matières en suspension grossières. Les eaux convenablement filtrées et désinfectées ont des turbidités inférieures à 0,5 NTU.

La turbidité est mesurée par trois unités qui sont équivalentes :

Unité J.T.U (Jackson turbidity unit) = Unité F.T.U (Formazine turbidity unit)=Unité N.T.U (Néphélométrie turbidity unit). La turbidité doit être éliminée pour permettre une désinfection efficace et améliorer l'aspect de l'eau.

**1.1.3.2.1.3. Les matières en suspension :**

Les matières en suspensions représentent la quantité de pollution organique ou minérale

non dissoute dans l'eau, c'est-à-dire les matières non décantables et colloïdales (Anonyme, 1993). Constituées par l'ensemble des particules, organiques (MVS) ou minérales (MMS).

Elles représentent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'une eau. (Metahri , 2012).

**1.1.3.2.1.4. Oxygène dissous :**

L'oxygène dissous est un composé essentiel de l'eau car il permet la vie de la faune et il conditionne les réactions biologiques qui ont lieu dans les écosystèmes aquatiques. La solubilité de l'oxygène dans l'eau dépend de différents facteurs, dont la température, la

pression et la force ionique du milieu. La concentration en oxygène dissous est exprimée en mg /l (**Rejsek , 2002**).

#### **1.1.3.2.1.5. Potentiel d'hydrogène (pH) :**

Le pH est l'un des paramètres d'appréciation de l'acidité ou de l'alcalinité de l'eau, il indique la concentration en ion  $H_3O^+$  présent dans l'eau.  $pH = -\text{Log} [H^+]$ . Le pH dépend de l'origine des eaux et de la nature géologique des terrains des bassins

Versants (**Degrement , 1989**).

#### **1.1.3.1.1.6. Conductivité :**

La conductivité constitue un critère d'appréciation de la minéralisation globale d'une eau (**Rodier , 1978**).

#### **1.1.3.1.1.7. Les Résidus Secs :**

Reliquat obtenu à partir d'un prélèvement d'échantillon après dessiccation totale au four à 105 °C, c'est un indicateur qui exprime le taux de minéraux. Le résidu sec donne une qualité des eaux superficielle information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (**Mekaoussi , 2014**). Il donne une indication du degré de minéralisation de l'eau (**Marcel , 1995**).

#### **1.1.3.1.1.8. Salinité :**

La salinité d'une eau correspond à la teneur global en cations ( $H^+$ ) et en anions ( $OH^-$ ). Elle s'exprime en mg/l. Dans la nature la salinité croît sur les plans d'eau qui font objet d'une forte évaporation et décroît sur ceux qui sont sensibles ; les basses eaux et les étiages ont les teneurs les plus fortes, car les eaux proviennent des nappes ou elles sont séjournées longtemps au contact de la roche. Les hautes eaux et les crues ont les teneurs plus faibles, les eaux de ruissellement mettent moins de temps à exercer leurs actions corrosives (**Loup , 1974**).

#### **1.1.3.2.2. Paramètres chimiques :**

##### **1.1.3.2.2.1. Nitrates :**

La présence de nitrates dans l'eau est un indice de pollution d'origine agricole (Engrais), urbaine (dysfonctionnement des réseaux d'assainissement) ou industrielle.

Les effets des nitrates sur la santé sont liés à leur transformation en nitrites et éventuellement en nitrosamines au niveau du tube digestif. Chez l'homme, les nitrites sont responsables des risques de méthémoglobinémie aiguë (inhibition du transfert de l'oxygène vers les cellules) qui s'observe principalement chez le nourrisson. Pour que des eaux puissent être qualifiées de potables, l'OMS recommande des teneurs en nitrates ne dépassant pas 50 mg/l (**OMS, 1970**).

**1.1.3.2.2.2. Nitrites :**

Les nitrites proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une Réduction des nitrates. Une eau renfermant une quantité élevée de nitrites (supérieure à 1 mg/l d'eau)

est considérée comme chimiquement impure, cependant, dans l'interprétation définitive de l'analyse chimique de l'eau, l'on doit tenir compte également des teneurs en nitrates, de l'azote ammoniacal, des matières organiques et des résultats des examens bactériologiques. Les valeurs limitent recommandées pour les nitrites dans l'eau de boisson, sont de 0,1 mg/l pour les pays de l'Union Européenne et des doses inférieures à 1 mg/l pour l'O.M.S (Bouziani , 2000).

**1.1.3.2.2.3. Le Calcium :**

Calcium Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous formes de carbonates. Composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorure. Les eaux de bonne qualité renferment de 200 à 250 mg en  $\text{CaCO}_3$  /l. Les eaux qui dépassent 500 mg/l de  $\text{CaCO}_3$  (Rodier , 2005).

**1.1.3.2.2.4. Dureté totale (TH) :**

La dureté ou titre hydrométrique (TH) d'une eau est principalement due à la présence de Sels de calcium et de magnésium. Elle provient essentiellement des roches sédimentaires et des sols. Elle est directement liée à la nature des terrains traversés (Rejsek , 2002).

**1.1.3.2.2.5. Chlorures (Cl-) :**

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux. (Makhoukh , 2011).

**1.1.5.2.6. 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 *et al.* 2012).

**1.1.3.2.2.7. Titre alcalimétrique (TA) :**

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

#### 1.1.3.2.2.8. Fer ( $\text{Fe}^{+2}$ ) :

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**).

#### 1.1.3.2.2.9. Les Sulfates :

Les eaux naturelles contiennent pratiquement toujours des sulfates, en proportions très variables. Leur présence résulte de la légère solubilité du sulfate de calcium des roches gypseuses et de l'oxydation des sulfures répandus dans les roches (**Tardat , 1992**). Le taux maximum est de 250 mg/l d'eau. Les concentrations élevées de sulfates peuvent contribuer à la corrosion des systèmes de distribution, surtout avec des eaux faiblement alcalines (**Samake , 2002**).

#### 1.1.3.2.2.10. Magnésium:

Le magnésium est un des éléments les plus répandus dans la nature, il peut être d'origine naturelle ou industrielle (**Gaujous , 1995**). Il constitue un élément significatif de la dureté de l'eau (**Rodier , 1996**).

La valeur normale du magnésium selon l'OMS (2004) est égale à 50 mg/L.

#### 1.1.3.2.2.11. L'azote:

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des polypeptides, des acides aminés, de l'urée. Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de

très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniacque, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total (**Rodier , 2005**).

#### **1.1.3.2.2.12. Le phosphore :**

Les matières phosphorées sont des matières organiques et minérales possédant des atomes de phosphore. Elles ont deux origines principales, à peu près équivalentes : le métabolisme humain et les détergents. Dans les eaux usées, le phosphore se trouve soit sous forme minérale d'ions ortho-phosphate isolés, soit sous forme d'ions phosphate condensé entre eux (poly-phosphates), soit sous forme organique de groupements phosphate liés aux molécules organiques. C'est l'un des facteurs

limitant de la croissance végétale et son rejet dans le milieu récepteur favorise le phénomène de l'eutrophisation (**Rejsek , 2002**). L'apport journalier moyen de phosphore dans les eaux rejetées est d'environ 2.5 à 3g par habitant (**Degrémont , 2005**).

#### **1.1.3.2.3. Paramètres toxiques et indésirables :**

##### **1.1.3.2.3.1. Plomb (Pb) :**

Provient essentiellement des industries d'extraction et de traitement des minerais de plomb, des fabriques de colorants, des fabriques de poudre et d'explosifs, ou à l'action de l'eau sur les canalisations en plomb (**Graindorge et Landot , 2005**).

##### **1.1.3.2.3.2. Cadmium (Cd) :**

La présence de cadmium comme contaminant dans les engrais et les boues des stations d'épuration utilisées en agriculture peut contribuer à un accroissement de la pollution des eaux (**Rodier et al, 2005**).

Le cadmium s'accumule principalement dans le foie et dans les reins entraînant à long terme des atteintes rénales, un ralentissement de l'élimination urinaire et d'éventuels effets hypertensifs (**Vilagines , 2003**).

##### **1.1.3.2.3.3. Manganèse (Mn<sup>+2</sup>) :**

Au point de vue gustatif, le manganèse peut donner un goût désagréable à l'eau. Même à des doses faibles (0,02 mg/l), Dans les stations de traitements des eaux, il favorise la Croissance de bactéries du groupe des SIDEROBACTERIALES (*Gallionella*) perturbant le fonctionnement des filtres à sable et pouvant amener la formation de dépôts dans les canalisations (**Rodier et al, 2005**).

##### **1.1.3.2.4. Les paramètres bactériologiques :**

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.

#### **1.1.3.2.5. Coliformes totaux :**

Sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies

facultatifs. La presque totalité des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé, à l'exception de certaines souches d'*Escherichia coli* (*E. coli*) ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes (**Chevalier , 2003**).

#### **1.1.3.2.6. Les coliformes fécaux :**

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux. Ce sont des bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies ; non sporulant, capables de fermenter le lactose avec production de l'acide et de gaz à 36 et 44°C en moins de 24 heures. Ceux qui produisent de l'indole dans l'eau peptonée contenant du tryptophane à 44°C, sont souvent désignés sous le nom d'*Escherichia coli* (**Hacene , 2016**) .

#### **1.1.3.2.7. Les Streptocoques fécaux :**

Ces bactéries appartiennent à la famille des Streptococcaceae, au genre *Streptococcus* (**Rodier et al. 2009**). Ce sont les streptocoques du groupe D, Ils sont définis comme étant des cocci sphériques légèrement ovales, Gram positifs. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, se développent le mieux à 37 °C et possèdent le caractère homo-fermentaire avec production de l'acide lactique sans gaz. Ce groupe est divisé en deux sous-groupes : *Enterococcus* et *Streptococcus*. (**John et Donald , 2010**). Recherche des Streptocoques Fécaux (37 C°) .Il s'agit de cocci à gram positif (CGP) de forme sphérique ou ovoïde, se présentant en chainettes Pius ou moins longues, non sporulées aéro-anaérobies facultatives, ne possédant ni catalase ni oxydase, ce sont des hôtes normaux d'homme, et ne sont pas considérés comme pathogène (**Leyla et al. 2002**).

Ils se retrouvent habituellement dans les eaux souterraines à la suite d'une pollution d'origine fécale ancienne. Ils peuvent aussi se multiplier dans les milieux présentant des pH

allant jusqu'à 9,6. Par conséquent, ces germes peuvent être utilisés comme indicateurs d'organismes pathogènes ayant une résistance similaire au pH élevé (**Seghir , 2008**).

#### **1.1.3.2.8. Les clostridiums sulfito-réducteurs :**

Les Anaérobies Sulfito- Réducteurs (ASR) sont des germes telluriques (présents dans le milieu extérieur : sol, eau, air, etc... capables d'y résister très longtemps sous forme de spore (**Nathaolie,2002**), présents également dans la flore intestinale de l'homme et des animaux. Ils se développent dans des conditions d'anaérobiose (absence d'oxygène). Les spores de ces germes sont très résistantes à la chaleur (**Figarella et al, 2001**).A la différence des Coliformes, ces spores survivent dans l'eau pendant longtemps, car elles sont plus résistantes à l'action des facteurs chimiques et physiques que les formes végétatives. Elles peuvent ainsi fournir des indications sur une pollution éloignée ou intermittente (**ISO, 1986**).

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

#### **1.2.1. Définition :**

La pollution de l'eau est due à sa contamination par des corps étrangers tels que des microorganismes, des produits chimiques, des déchets industriels ou autres. Ces substances et corps étrangers dégradent la qualité de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités (**Ramade , 1984**).

La pollution des eaux peut être définie comme une dégradation de celle-ci par les éléments qu'elle a accumulée de son utilisation. Ces éléments indésirables proviennent des excréments chimiques, des rejets provenant d'industries divers, du lessivage des terrains traversées (**Boeglin , 2001**).

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement car l'eau est une interface entre l'air et le sol. Une eau est dite polluée lorsque son équilibre est modifié de façon durable par l'apport en quantités très importantes des substances plus ou moins toxiques, d'origines naturelles ou Issues d'activités humaines.

L'activité humaine, qu'elle soit industrielle, urbaine ou agricole, produit une quantité de substance polluantes de toute nature qui sont à l'origine de différents types de pollution qui peuvent être permanentes (rejets domestiques d'une grande ville par exemple), périodique ou encore accidentelles ou aiguës, à la suite du déversement intempestif des produits toxiques d'origine industrielle ou agricole, ou de lessivage des sols urbains lors de fortes pluies (**Rodier , 2005**).

#### **1.2.2. Les différentes origines de la pollution :**

La pollution de l'eau connaît différentes origines : naturelle, domestique, industrielle et agricole. L'origine naturelle implique un phénomène tel que la pluie, lorsque par exemple l'eau de ruissellement passe à travers des terrains riches en métaux lourds ou encore lorsque les précipitations entraînent les polluants de l'atmosphère vers le sol.

L'origine domestique concerne les eaux usées ménagères (salle de bains, cuisine, ...etc.), les eaux vannes (WC...etc.), ainsi que les eaux rejetées par les hôpitaux, commerces,...etc.

Quant à l'origine agricole et industrielle, elle concerne par exemple les eaux surchargées par des produits issus de l'épandage (engrais, pesticides) ou encore les eaux contaminées par des résidus de traitement métallurgique, et de manière plus générale, par des produits chimiques tels que les métaux lourds, les hydrocarbures...ect (**Bensaci , 2006**).

### **1.2.3. Les principaux polluants des eaux naturelles :**

#### **1.2.3.1. Polluants physiques :**

La pollution physique représente les éléments solides entraînés par l'eau. Ils se subdivisent en plusieurs catégories selon leur nature et leur dimension.

##### **1.2.3.1.1. Les éléments grossiers :**

Leur dimension est suffisamment grande pour être retenue par de simples grilles. Dans les eaux de surface, ces éléments sont généralement : les brindilles, les feuilles, les arbres...etc.

##### **1.2.3.1.2. Les sables :**

Les sables sont des particules minérales d'une certaine dimension. Ils sont généralement à base de silice ou de composition minérale équivalente. Leur masse spécifique est de 2,5 à 2.6 g/cm<sup>3</sup>, ce qui permet leur élimination par simple décantation (**Cardot , 1999**).

##### **1.2.3.1.3. Les matières en suspension (MES) :**

Les solides en suspension sont constitués par la matière en suspension dans l'eau. Ils proviennent des sources naturelles, d'effluents municipaux et industriels, du lessivage des terres agricoles et des retombées de matières particulaires atmosphériques. On distingue les matières décantables, qui se séparent de l'eau par gravité, des matières colloïdales séparées par coagulation. Les matières en suspension limitent la pénétration de la lumière dans l'eau, diminuent la teneur en oxygène dissous en freinant les phénomènes photosynthétiques qui contribuent à l'aération de l'eau (**Etcheber et al., 2011**).

#### **1.2.3.2. Polluants chimiques :**

La pollution chimique d'une eau est autrement plus complexe et peut provenir de plusieurs sources.

On distingue selon la nature de la pollution chimique :

- Les éléments chimiques minéraux.
- Les éléments chimiques organiques.

#### **1.2.3.2.1. Les éléments chimiques minéraux :**

L'eau étant un très bon solvant permettra la mise en solution de nombreux composés avec lesquels elle sera en contact.

La dissolution des sels, la corrosion des métaux et dissolution des acides et des bases sont des phénomènes qui donnent lieu à des eaux de rejets caractérisées par certaines formes de pollution dont les plus représentatives sont :

#### **1.2.3.2.2. La température :**

L'évolution de la température dépend du mode d'utilisation de l'eau avant son rejet et surtout le parcours de l'eau avant l'exutoire ou la station d'épuration. En général l'eau doit être évacuée vers l'environnement à des températures inférieures à 30°C une eau plus chaude constitue une pollution (**Bouziari , 2000**).

#### **1.2.3.2.3. Le pH :**

Le pH d'une eau est dû à la concentration de cette eau en ions  $H^+$  ou  $OH^-$  une eau équilibrée aura un pH neutre de 7. Des variations trop élevées du pH par rapport à cette valeur moyenne de 7 constitue une pollution. Des eaux dont les pH présents de grands écarts par rapport à la neutralité sont pollués (**Bouziari , 2000**).

#### **1.2.3.2.4. Les sels minéraux :**

Présents naturellement dans l'eau en faible quantité, les sels minéraux (chlorures ou sulfates de calcium, de magnésium, de sodium ou de potassium) peuvent voir leur concentration s'élever à la suite de rejets industriels. Cela peut nuire à la biologie aquatique (**Benchikh et Goudjile ,2011**).

#### **- Les nitrates ( $NO_3^-$ ) :**

Les nitrates sont présents naturellement dans les eaux, les apports excessifs ou mal maîtrisés d'engrais azotés provoquent une augmentation des nitrates dans les ressources. Les nitrates se transforment en nitrite dans l'estomac. Ces nitrites peuvent provoquer la transformation de l'hémoglobine du sang en méthémoglobine, impropre à fixer l'oxygène. Ce phénomène est à l'origine de cyanoses, notamment chez les nourrissons. La consommation d'eau chargée en nitrates ou nitrites par la femme enceinte ou le nourrisson peut constituer un risque pour le nouveau-né (**Rejsek , 2002**).

#### **- Les chlorures :**

En plus de l'agressivité et de la minéralisation qu'ils confèrent à ces eaux, des taux élevés modifient la saveur de l'eau et contribuent aux dépôts de sels néfastes pour l'agriculture (Cardot , 1999).

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

En plus des inconvénients qui caractérisent les chlorures, les sulfates participent aux métabolismes des bactéries contenues dans l'eau, les bactéries contenues dans l'eau, les bactéries sulfato-réductrice transforment les sulfates en sulfures avec dégagement de gaz sulfureux (oeufs pourris) créant des désagréments à l'environnement (Cardot , 1999).

**1.2.3.2.5. Les métaux lourds :**

Les métaux lourds, qui parviennent dans les eaux, font partie des polluants de l'eau, les métaux lourds exemple dans les sédiments (Bliefert et Perraud , 2008).

**1.2.3.3. Polluants microbiologiques :**

L'eau peut contenir des micro-organismes pathogènes (des virus, des bactéries, des parasites). Ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau (baignade, élevage de coquillage) (benchikh et Goudjile, 2011).

**1.2.4. Les types de la pollution :**

**1.2.4.1. Pollution physique :**

Les eaux contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes (Bensaci , 2006).

**1.2.4.2. Pollution mécanique :**

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les eaux résiduaires industrielles, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES (Bensaci , 2006).

**1.2.4.1.1. Pollution thermique :**

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries..); l'élévation de température qu'elle induit diminue la teneur en oxygène dissous. Elle accélère la biodégradation et la prolifération des germes. Il se trouve qu'à charge égale, un accroissement de température favorise les effets néfastes de la pollution (Bensaci , 2006).

**1.2.4.1.2. Pollution radioactive :**

La pollution des eaux par des substances radioactive pose un problème de plus en plus grave, a un effet direct sur les peuplements aquatiques en raison de la toxicité propre de ses éléments et des propriétés cancérigènes et mutagènes de ses rayonnements ( **Bensaci , 2006**).

#### **1.2.4.1.3. Polluants chimiques :**

Il s'agit des éléments chimiques minéraux et organiques dissous et des micros polluants, est due essentiellement au déversement des polluants organiques et sels de métaux lourds par les unités industrielles (**Festyet al., 2003**).

#### **1.2.4.1.4. Métaux lourds :**

Parmi ceux-ci, figurent le plomb et le chrome qui affectent les propriétés organoleptiques de l'eau ils sont dangereux même à l'état de trace, car ils s'accumulent dans la chaîne alimentaire par leur ingestion répétée et provoquent de graves altérations chez l'organisme humain (**Tardat , 1984**).

#### **1.2.4.1.5. Pesticides :**

Parmi les pesticides organiques de synthèse on distingue : DDD (Dichlore Diphenyle Dichlorométhane, et DDT (Dichlore Diphenyle Trichloroethane).

#### **1.2.4.1.6. Détergents :**

Ils inhibent les processus d'auto épuration, limitent le développement des micro-organismes et bloquent la réoxygénation du milieu. Les détergents peuvent perturber la flottation et la décantation si leur concentration est élevée (**Degrement ,1984**).

#### **1.2.4.1.7. Hydrocarbures :**

Les hydrocarbures créent d'aspect désagréable, formant un film qui empêche la réoxygénation naturelle de l'eau et inhibent le pouvoir auto épurant du milieu (**Metahri ,2012**).

#### **1.2.4.1.7. Pluies acides :**

Dans l'atmosphère, les gaz sont oxydés et convertis en acide sulfurique et nitrique ce qui contribue à acidifier les précipitations. Ces pluies acides causent des dommages aux forêts et acidifient le système aquatique (**Levêque , 1996**).

#### **1.2.4.2. Polluants organiques :**

L'eau se charge en matières biodégradables ou non, constitue un milieu nutritif favorable au développement des micros organismes notamment pathogènes, comme les huiles et les graisses (**Mizi , 2006**).

#### **1.2.4.3. Polluants biologiques :**

La pollution biologique peut être de nature virale, parasitaire ou bactérienne, ces

micro-organismes sont nuisibles pour la santé de l'homme. Et provoquent des maladies mortelles comme la typhoïde, le cholera.... (Yahi , 1999).

### **1.2.5. Conséquences de la pollution :**

Les conséquences de la pollution sont nombreuses, notamment :

- Les matières organiques solubles abaissent la teneur en oxygène dans les cours d'eau, ce qui conduit à la réduction et à la mort de la faune aquatique.
- Les matières en suspension, s'accumulent au fond des cours d'eau, lacs et étangs et causent l'augmentation de la turbidité.
- Les acides sont toxiques à la vie aquatique et détériorent les réseaux d'assainissement.
- Les huiles et les graisses flottants conduisent au colmatage des conduites et donnent un aspect esthétique indésirable.
- Les matières toxiques et les métaux lourds sont toxiques à la vie aquatique.
- Le phosphore et l'azote conduisent à l'eutrophisation des cours d'eau.
- Le phosphore est un élément limitant la croissance des plantes et du phytoplancton.
- Les coliformes fécaux et les microorganismes pathogènes participent à la contamination bactériologique des cours d'eau ( **Birech et Messaoudi , 2006**).

### **1.3. Les normes de la potabilité des eaux :**

Afin de définir régulièrement une eau potable, des normes ont été établies qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nuisibles et susceptibles d'être présentes dans l'eau. Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, c'est-à-dire potable, ne désigne donc pas qu'elle soit exempte de matières polluantes, mais que leur concentration a été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur (**Alouane , 2012**).

Globalement, la qualité de l'eau de boisson doit obéir à des normes définies par une réglementation nationale. Il peut en résulter, pour un pays ou une région donnée, des dispositions réglementaires différentes de la qualité de l'eau, par rapport aux normes internationales (**Bouziyani , 2000 ; OMS, 2000 ; Taleb , 2005 ; Mostefaoui et Toutaoui , 2018**).

En Algérie, il existe une réglementation nationale pour la qualité de l'eau de boisson notamment le Décret exécutif n°11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine. Par ailleurs, plusieurs normes existent à l'échelle internationale en particulier celle de l'OMS. Les normes nationales (**Jora,**

2014) et internationales (OMS, 2017) relatives à la qualité microbiologique des eaux destinées à la consommation humaine sont récapitulées dans le tableau 01.

**Tableau 01:** Normes nationales et internationales de la qualité microbiologique des eaux

<b>Paramètres</b>	<b>OMS ( 2017)</b>	<b>JORA (2014)</b>
<b>Coliformes totaux</b>	0UFC/100ml	0UFC/100ml
<b>Coliformes fécaux ( E. coli)</b>	0UFC/100 ml	0UFC/100ml
<b>Stréptocoques fécaux</b>	0UFC/100 ml	0UFC/100ml
<b>Clostridium sulfite réducteurs</b>	0SP/20ml	0SP/20ml

# **Chapitre 2**

## **Matériel et méthodes**

## Chapitre 2: Matériel et méthodes :

### 2.1. Présentation de la région d'étude :

#### 2.1.1. Situation géographique :

La région d'Azzaba fait partie de la wilaya de Skikda. Elle est située au Nord-Est Algérien, à 67Km au Sud-Ouest d'Annaba, entre les latitudes  $36^{\circ} 76' 08''$  et  $36^{\circ} 85' 35''$  Nord et les longitudes  $7^{\circ} 20'$  et  $7^{\circ} 40'$  Est, cette plaine occupe une dépression qui relie la plaine d'El Harrouche à celle de Fetzara (Ahmed Hazila , 2008).

#### 2.1.2. Réseau hydrographique :

La zone d'étude est située dans le sous bassin de Kébir Hammam de code (03-11) (source ANRH), Le réseau hydrographique de la zone d'étude (figure 01, 02) est assez dense, caractérisé par les principaux cours d'eau suivants:

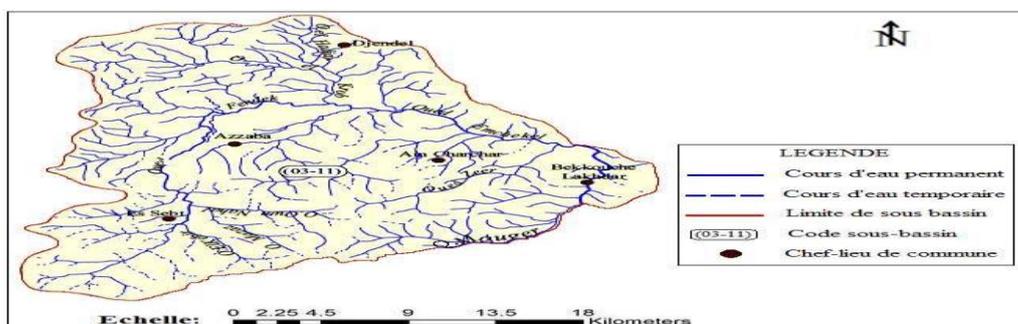
**Oued Fendek:** prend naissance dans les contreforts septentrionaux de la chaîne numidique,

**Oued Emchekel:** la collection d'Oued Fendek et Oued Krob, constitue un important cours d'eau qui s'appelle Oued Emchekel.

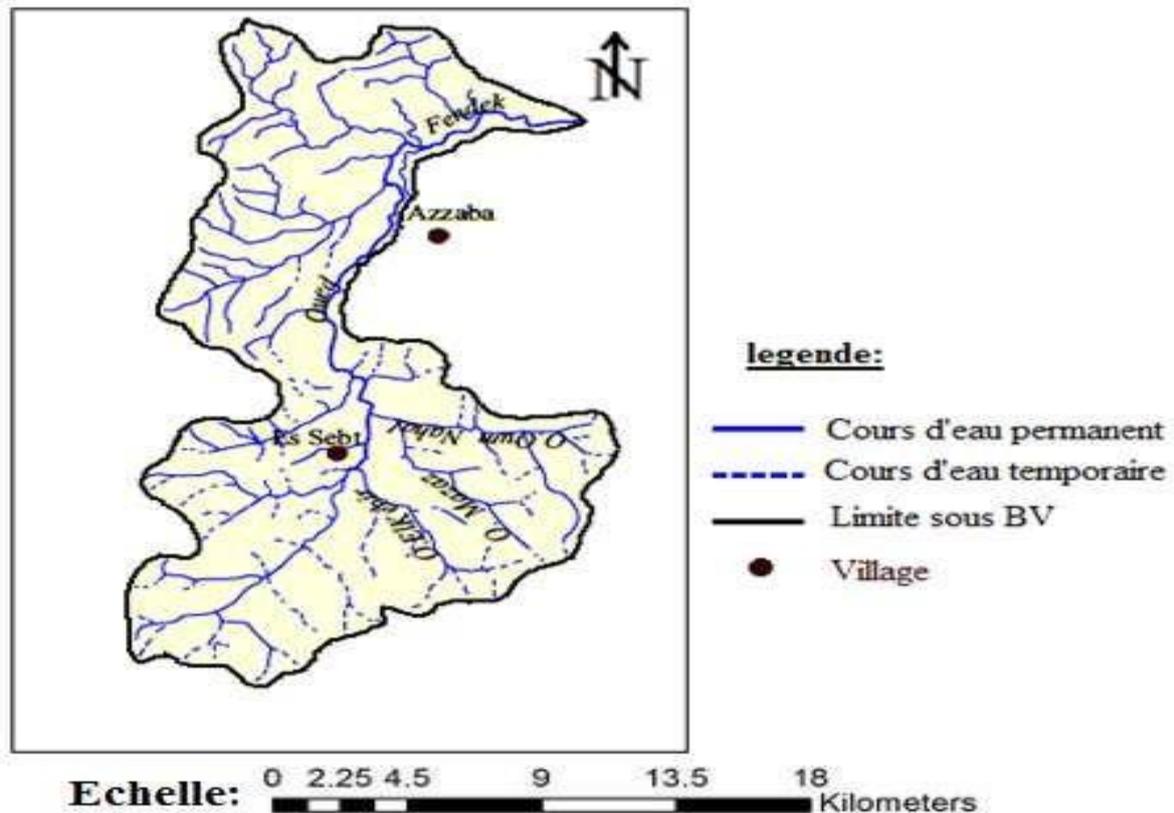
**Oued El Kébir:** C'est le résultat d'une confluence de deux Oueds de Emchekel et El Hammam, Oued El Kébir draine la zone de Guerbès, il poursuit son parcours vers le nord et contourne les dunes pour rejoindre la mer méditerranéenne.

Ces oueds sont:

- Permanents au cours de l'année
- Caractérisés pendant les périodes sèches par des minces filets d'eau alors que lors de saisons pluvieuses ils sont inondés (Labioud et Bouaita , 2017).



**Figure 01:** Carte du réseau hydrographique du sous bassin Oued Emchekel (Labioud et Bouaita , 2017)



**Figure 02:** Carte du réseau hydrographique du sous bassin d'Oued Fendek (Labioud et Bouaita , 2017)

### 2.1.3. Géomorphologie et relief :

Le tell oriental Algérien est caractérisé en général par une morphologie complexe à cause de la tectonique qui affecte la région. Comme notre terrain appartient de ce tell, il est caractérisé par une morphologie variable.

- La dépression d'Azzaba est une plaine peu ravinée, elle se situe dans la zone mercurielle Nord Numidique.
- Des reliefs de pente moyenne en général à sommets arrondis, à l'exception des affleurements calcaires (Djebel Safia et Koudiets Embarek) qui donne des pentes plus raides et escarpées.
- Les terrasses dans la région d'Azzaba constituées de Quaternaire (agrégat, argile, sable), les hautes et moyennes terrasses sont constituées des terrains humides avec la présence d'une couche des eaux souterraines et supporter les glissements de terrain et l'érosion, alors que les basses terrasses ont été connues par le problème des inondations et de creusement des bordures, ces terrasses limoneux-argileux (galet lisse et galet grossier) constituent les terres irriguées par l'eau turbide (PDAU de la commune d'Azzaba) (Labioud et Bouaita , 2017).

2.1.4. Climat et végétation :

Les conditions climatiques caractérisent la wilaya de Skikda en générale et Azzaba spécialement favorisent le développement d'une végétation typique dans la région. On trouve surtout des cultures maraîchères et la céréaliculture ainsi que des orangeraiies et des vignes, les montagnes sont couvertes de maquis et des chaînes lièges. (Labioud et Bouaita , 2017).

2.2. Présentation de la station 1'ADE:

2.2.1. Situation de la Station :

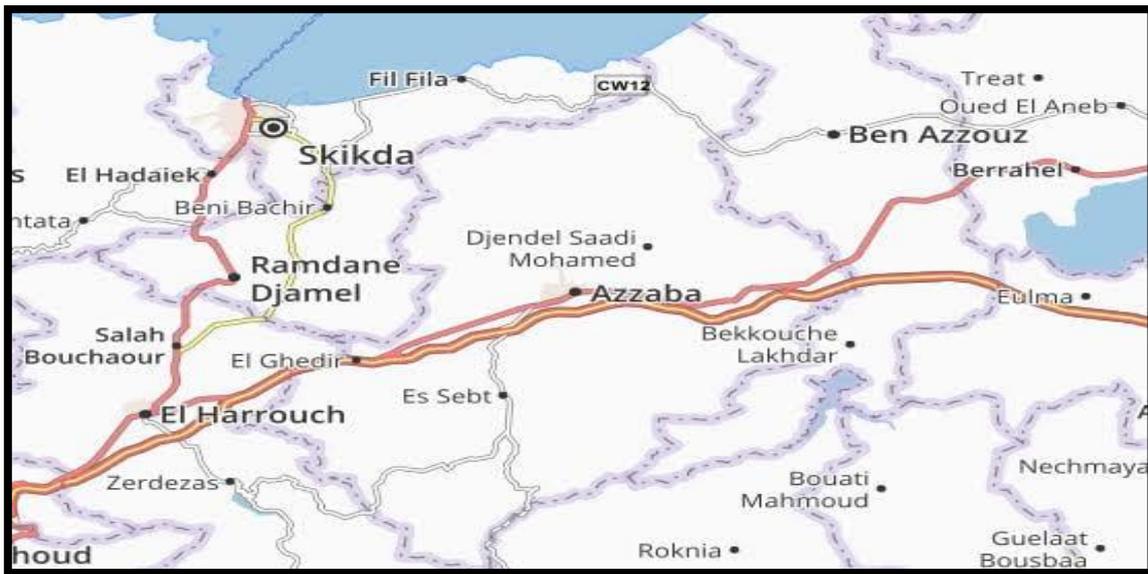


Figure 03:Situation géographique d’Azzaba (Google Earth, 2022).

2.2.2. Les infrastructures de la station :



Figure 04: Les infrastructures de la station (Google Earth, 2022).

- 1. Poste de garde
- 2. Administration
- 3. Les filtres et réservoirs de l’eau filtrée

4. Coagulation –floculation –décanteur
5. Salle des réactifs chimique
6. Brise charge
7. Epaisseur
8. Les lits de séchage
9. Salle de chloration
10. Salle de pompage
11. Réservoirs de l'eau traitée
12. Magasin
13. Château d'eau

### **2.2.3. Les travailleurs**

Voici les différents corps de métier de la station:

- Directeur
- Chef de station
- Agents de traitement
- Agents de pompage.
- Agents de multiservice.
- Agents de sécurité

### **2.2.4. Capacité du traitement de l'eau :**

L'arrivage de l'eau potable se fait à partir du barrage de Zit El-Emba. Le propriétaire est la société - Algérien des eaux (*ADE*). Les travaux dans cette station ont été débuté en **Août 2008** par un essai de quantité qui a atteint **87 l/s**; uniquement pour la ville de azzaba ; puis elle a atteint **2000 à 5000 m<sup>3</sup>** par jour, quand les communes de El-Sebt, Djendel et Ain Charcharont été en travaux.

Au mois de novembre 2008, la commune de Djendel et Ain Charchar ont bénéficié d'une quantité de 700 à 800nt par jour, puis au mois de février **2009** El-Sebt a bénéficié d'environ de **2000 m<sup>3</sup>**.

La dimension de la station est prévue pour **300 l/s**, dont la capacité du traitement est définie à **330 l/s**, le temps de travail est de **20 h** et la qualité de traitement d'eau atteindra **23760 m<sup>3</sup>**(Hamdi et Naamane , 2019).

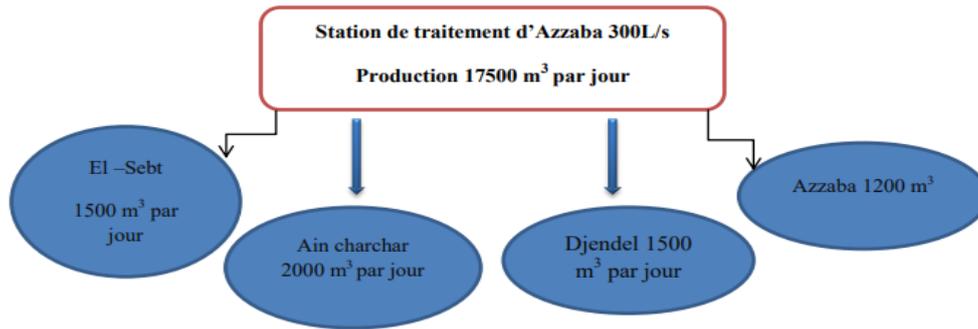


Figure 05: La distribution de l'eau potable (Hamdi et Naamane , 2019).

### 2.2.6. Les points de prélèvement des échantillons de la station d'Azzaba :

#### Barrage Zite El Emba

Le site du barrage zite El Emba se trouve sur l'Oued El Hammam dans la willaya de Skikda, les parties centrale et amont sont dans la willaya de Guelma. La figure suivante présente la situation géographique de barrage Zite El Embu Skikda au nord-est de l'Algérie, la partie avale de la cuvette de la retenue se trouve (Hamdi et Naamane , 2019).

### 2.2.7. Le prélèvement des échantillons d'eau et effectué au niveau du barrage Zite El Emba:

A une profondeur de 15 à 30 cm de la surface de l'eau, en évitant la jusqu'au laboratoire se fait dans une glacière à 4°C.

Lorsque l'échantillon est conserve il est mis aux réfrigérateurs. Avant de procéder aux opérations analytique, il est essentiel que tous les dispositions soient prises, telles que l'homogénéisation au moment du dosage (Hamdi et Naamane , 2019).

### 2.2.8. Les étapes de traitement de la station :

#### 2.2.8.1. Procédés physiques et physico-chimiques :

Le traitement physique et physico-chimique des eaux de surface se déroule en plusieurs étapes (figure 06). (Harrat , 2013).

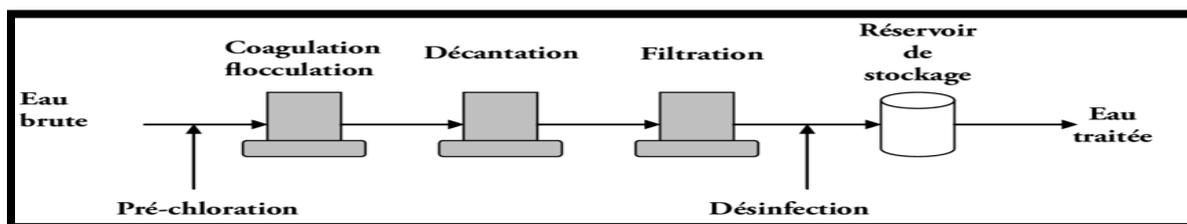


Figure 06:Schéma classique d'une station de traitement des eaux de surface (Google Earth, 2022)

### 2.2.8.1.1. Prétraitement :

Les eaux brutes doivent généralement subir, avant leurs traitements proprement dit, un prétraitement comportant un certains nombres d'opérations physiques ou mécaniques. Il est destiné à extraire de l'eau brute la plus grande quantité possible d'éléments, dont la nature ou la dimension constituerait une gêne pour le traitement ultérieur. Les opérations de prétraitement peuvent comporter un dégrillage, un dessablage ou un tamisage et un déshuilage ( **Harrat , 2013**).

### 2.2.8.1.2. Préoxydation :

A l'issue du prétraitement, on a une eau relativement propre mais qui contient encore des particules colloïdales en suspension. L'oxydation va les détruire dans la mesure de possible. Cette destruction se fait par l'ajout du chlore (pré-chloration), du dioxyde de chlore ou d'ozone ( **Harrat , 2013**).

### 2.2.8.1.3. Traitement de clarification :

C'est une étape indispensable pour le traitement, elle permet d'obtenir une eau limpide par élimination plus poussée des particules en suspension (sable, limon...), des matières colloïdales plus petites (bactéries, argiles fines...) et d'une partie des matières dissoutes (matière organique...). Elle s'effectue par coagulation-floculation, décantation- flottation et une filtration ( **Cieau, 2016**).

•**Coagulation-floculation suivie d'une décantation-flottation** : Ce traitement permet de réduire la couleur et la turbidité normalement causées par les contaminants aux niveaux acceptables pour l'eau potable ou pour les eaux usées. L'introduction d'un coagulant, généralement un sel de fer ou d'aluminium, permet de réduire les forces de répulsion électrostatique qui existent entre les particules. Ces particules déstabilisées se rassemblent pour former un petit agrégat. Après l'étape de coagulation, la floculation a pour objectif d'accroître la cohésion des particules, elle conduit à la formation des floes par l'ajout d'un flocculant. Le floe se dépose au fond sous l'effet de poids ( **Vilagines , 2003**).

A l'inverse de la décantation, la flottation consiste à remonter les floes en utilisant de l'air sous pression. Les floes s'accrochent aux bulles d'air qui les entraînent à la surface. Ils sont ensuite récupérés par un système de raclage ( **Beyade , 2013**).

•**Filtration** : La filtration a pour objectif de retenir les dernières particules en suspension non éliminées dans le décanteur (précipité de fer, aluminium, matière organique...), en faisant circuler l'eau à travers un milieu poreux qui est le plus souvent le sable. L'efficacité de la filtration dépend de la taille des grains de sable, de la hauteur de la couche de sable et de la vitesse de filtration. Au fur et à mesure du passage de l'eau au travers du lit filtrant, les matières retenues s'accumulent dans les interstices entre les grains de sable et le filtre se colmate. Il faut donc le laver régulièrement en envoyant de bas en haut un courant d'eau et d'air qui permet de détacher et d'entraîner les particules fixées sur les grains. A la remise en service du filtre, les premières eaux sont soit rejetées au milieu naturel, soit recyclées en tête de traitement (**Justin, 1995**).

Dans une filière moderne on utilise la filtration rapide qui est la plus répandue. Elle sera d'autant plus efficace que les grains de sables seront fins. Aussi, la filtration biologique lente, nécessite l'usage d'une couche de sable très fine. L'écoulement est suffisamment lent pour le développement d'un bio-film à la surface du sable qui a une activité épuratrice et donc il dégrade partiellement la matière organique (**Justin, 1995**).

#### **2.2.8.1.4. Traitement de désinfection :**

Cette étape a pour objectif d'éliminer les organismes pathogènes et de maintenir un résiduel bactériostatique dans les réseaux de distribution, de manière à éviter la dégradation de l'eau, son efficacité dépend du pouvoir létal du désinfectant utilisé, du temps de contact avec l'eau, et des conditions physico-chimiques (pH, température, turbidité) (**Angelier , 2000**).

La désinfection au chlore est simple à mise en œuvre, le chlore est le plus employé et le plus économique mais il a comme inconvénient de former avec certains micropolluants des composés organochlorés et de générer des mauvais goûts. Aussi, il a l'avantage d'être rémanent : une fois que les réactions d'oxydation ont eu lieu, il ne disparaît que lentement. L'ozone est un désinfectant puissant, capable d'éliminer les virus et les bactéries (**Angelier , 2000**).

#### **2.2.8.1.5. Traitement d'affinage**

L'objectif est d'éliminer les matières organiques et les matières minérales et améliorer la qualité organoleptique de l'eau. L'adsorption est un phénomène de surface consistant en la fixation de certains ions ou molécules du corps adsorbé sur les molécules du corps adsorbant. L'adsorbant le plus utilisé est le charbon actif (**Vilagines , 2003**).

**2.2.8.2. Procédés bactériologiques :**

Les micro-organismes sont les principaux acteurs des traitements biologiques, ils sont utilisés pour transformer la matière organique des effluents. C'est principalement les produits qui contiennent du carbone et de l'azote qui sont visés. Suivant la nature chimique de la pollution elle sera consommée totalement ou partiellement (**Vilagines , 2003**).

**2. 3. Analyses physico - chimiques et microbiologiques de l'eau traitée :****2.3.1. Echantillonnage :**

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté l'échantillon doit être homogène, représentatif, et obtenu sans modifier les caractéristiques physico - chimiques et microbiologiques de l'eau. Il convient que le préleveur ait une connaissance précise du prélèvement et son importance pour la qualité des résultats analytiques. Il est donc nécessaire de mettre en place une organisation structurée, de disposer d'un personnel qualifié, de développer une méthodologie adaptée à chaque cas, de procéder à un choix judicieux des points de prélèvement et d'utiliser le matériel convenable.

**2.3.2. Technique des prélèvements :****2.3.2.1. Matériel de prélèvement :**

Le matériel de prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulière, en cas d'échantillon avec des bouchons en polyéthylène ou en téflon maintenus pendant une heure dans de l'eau distillée, puis séchés.

Pour les analyses bactériologiques, les flacons utilisés doivent assurer une fois bouchés, une protection totale contre toute contamination. Il est conseillé d'utiliser des flacons en verre d'un litre ; avant l'usage, ces flacons doivent être soigneusement lavés, puis rincés à l'eau distillée, car il ne doit rester aucune trace d'un éventuel décapant ou antiseptique. Ils sont ensuite séchés et stérilisés soit à l'autoclave à 125 ° C plus ou moins 1 ° C pendant 15mn, soit dans une étuve à 170 ° C plus ou moins 2 ° C pendant 40mn (**Hamdi et Naamane , 2019**).

**2.3.2.2. Mode de prélèvement de l'eau :**

Le mode de prélèvement varie suivant l'origine de l'eau. Dans le cas de l'eau de robinet (c'est le cas de notre prélèvement), on laisse couler l'eau pendant un certain temps qui ne sera jamais inférieur à 10 mn.

Au moment du prélèvement, pour les analyses physico - chimiques, les flacons seront de nouveau rincés trois fois avec de l'eau à analyser et doivent être remplis jusqu'au bord. Le bouchon sera placé de telle façon qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport.

Pour le cas des analyses bactériologiques, le prélèvement s'effectue dans les meilleures conditions de stérilisation et avant de procéder au prélèvement proprement dit, il est nécessaire de suivre les étapes suivantes :

- Se laver très soigneusement les mains et les avant - bras, les rincer à l'alcool et les laisser sécher
- Flamber le robinet pendant au moins une minute en utilisant par exemple une tige en fer enrobée de coton imbibé d'alcool
- Ouvrir le robinet et laisser couler 10 minutes avant de faire le prélèvement, tout en gardant la flamme allumée à côté du robinet (**Hamdi et Naamane , 2019**).

### **2.3.2. Analyse en laboratoire :**

#### **2.3.2.1. Analyse Physico-chimique :**

Le laboratoire physico-chimique contrôle la qualité de l'eau potable en faisant des analyses complètes et partielles.

##### **2.3.2.1 .1. Analyse complète**

###### **2. 3.2.1.1.1. Partie électrochimique :**

###### **A. Détermination du pH et la température :**

- Appuyer sur le bouton pour allumer le pH mètre.
- Rincer l'électrode à l'eau distillée.
- Verser la solution étalon pH=7 dans un bécher.
- Toucher c
- Plonger l'électrode dans la solution pH=7.
- Laisser stabiliser - Enlever l'électrode en la rinçant à l'eau distillée.

- Répéter l'opération de la même façon avec les autres solutions Étalons.
- Toucher Read disque la mesure est stabilisée.

**B. Détermination de la conductivité, la salinité et TSD :**

- Appuyer sur exit pour allumer le conductimètre.
- Rincer l'électrode à l'eau distillée.
- Plonger l'électrode dans un échantillon n°1.
- Laisser stabiliser un moment (la conductivité mesurée).
- Appuyer sur la touche (Sel) pour mesurée la salinité.
- Appuyer sur la touche (DTS) pour mesurée le taux des sels dissous (TSD).

**C. Détermination la turbidité -Allumer le turbidimètre :**

- Placer la solution tampon turbe 1 t ; 0.1 NTU.
- Laisser stabiliser 60 secondes.
- Placer l'échantillon.



**Figure07:** Appareil Turbidimètre

**2. 3.2.1.1.2. Partie volumétrique :****➤ Détermination du TA \* TAC**

Ces deux valeurs permettent de connaître les concentrations en bicarbonates, carbonate et éventuellement en hydroxyde contenue dans l'eau.

### A. Matériaux utilisés :

- Becher de 250 ml.
- Indicateur coloré phénolphtaléine (TA).
- Indicateur méthyle orange (TAC).
- Buret.
- Solution de  $H_2SO_4$ .

#### ➤ L'alcalinité simple TA

Prendre 100 ml prise d'essai. Ajouter 02 gouttes de phénolphtaléine → coloration rose.

Titre avec l'acide sulfurique → coloration transparente si le  $pH < 8.3$  → TA = 0

#### ➤ L'alcalinité complète TAC

- Prendre 100 ml de prise d'essai.

- Ajouter 02 gouttes d'indicateur méthyle orange → coloration Jaune

- Titre avec l'acide sulfurique [ $H_2SO_4$ ], [N / 50] → coloration Jaune aragne

### B. Principe TA :

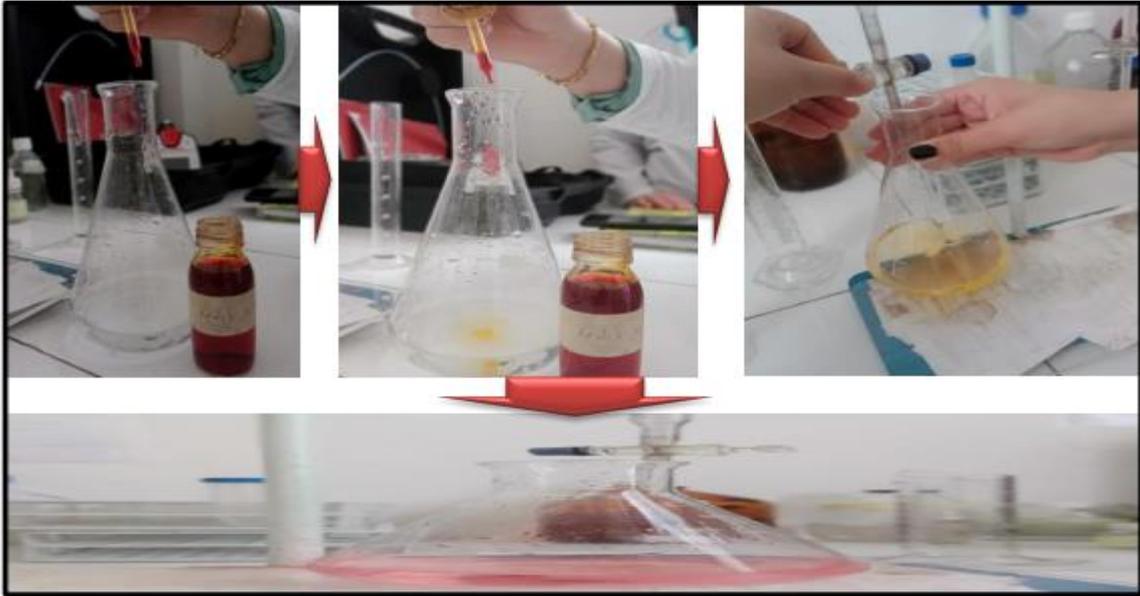
TA est mesuré par un acide fort en présence d'une réactive phénol phtaléine . La couleur rose à  $pH = 8.3$  c'est - à - dire après une interaction entre  $OH$  et des demi électrolytes  $Ca^{+2}$ .



**Figure 08 :** montre l'ensemble des étapes du tirage de TA

### C. Principe TAC

TAC est mesurée par un acide fort  $H_2SO_4$  en sulfurique, où l'on obtient un point d'équivalence lorsque la couleur de la solution passe du jaune à l'orange.



**Figure 9 :** Montre l'ensemble des étapes du titrage de TAC

#### ➤ TAC Expression des résultats

- TAC degré francée.
- Lecture en [ml-volume du blanc) x titre
- TAC (m/g  $CaCO_3$ ) = [lecture en ml volume du blanc] x titre x 10.
- Le TA=0 le teneur en  $HCO_3$  (mg/l) = TAC  $[F^\circ]$  x 10.

#### ➤ Détermination du THT:

##### a. Principe :

Cela dépend de la réaction des ions calcium Ca et magnésium Mg dissous dans l'eau avec le sel disodium EDTA, ou ce composé est formé avec des ions calcium et magnésium dans un dissous dans un milieu aqueux complexe cyclique.

##### b. Matériaux utilisés :

- Becher capacité 250 ml.

- Solution Tampon K10.
- NET (L'aéochrome noir).
- Biuret

### c. Mode opératoire :

- 50 ml d'eau a analysé.
- 04 ml solution tampon K10.
- 03 gouttes de l'indicateur urochrome noir Titre avec EDTA (10 mmol/l) (V le volume titre).

### d. Résultat

$THT = V_2 \times 10 \times 2V_2 \Rightarrow$  volume EDTA



**Figure 10 :** Montre l'ensemble des étapes du titrage de THT

### ➤ Détermination de $TH_{Ca^{+2}}$ :

#### a. Mode opératoire

- 50 ml d'eau a analysé.
- 02 ml de NaOH (02 mol/l).
- Pincée de meruxicle/HSN.
- Titrer avec EDTA (10m mol/l) (V le volume de titrée)

#### b. Résultat:

$[Ca^{+2}] = V \times 10 \Rightarrow \text{mg/l}$



Figure 11: Montre l'ensemble des étapes du titrage de  $\text{Ca}^{+2}$

➤ **Détermination de Chlorure  $\text{Cl}^-$ :**

Le chlorure est mesuré par  $\text{AgNO}_3$ , avec réactif  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ . Où nous obtenons un point d'équivalent la couleur passe du jaune au rouge brique.

**a. Mode opératoire :**

- 05 ml d'eau a analysé.
- 02 gouttes de  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ .
- Titre avec  $\text{AgNO}_3$  (V le volume titrer).

**b. Résultat:**

$$[\text{Cl}^-] = V \times 71 \Rightarrow \text{mg/l}$$

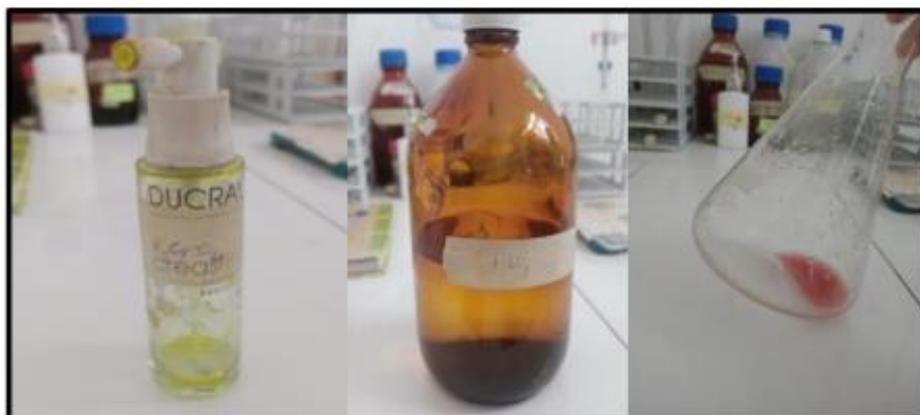


Figure 12 : Montre l'ensemble des étapes du titrage de  $\text{Cl}^-$

**2.3.2.2. Analyse bactériologiques :**

La caractéristique essentielle d'une analyse bactériologique, c'est qu'elle doit se faire dans un milieu d'asepsie (absence totale de micro-organismes). C'est-à-dire que tous les éléments ayant une influence directe sur le déroulement de l'analyse doivent être préalablement contrôlés ; soit l'air ambiant, la paillasse, les milieux de culture, le flaconnage et le matériel (**Ladjel , 2013**).

Introduction à l'analyse de qualité de l'eau de boisson, recherche microbiologique les organismes pathogènes présent dans l'eau sont très nombreux et très variés et ne peuvent donc pas faire l'objet d'une recherche spécifique. De plus leur identification est très difficile voire impossible dans le cas des virus car leur durée de vie peut être très courte. Pour ces différentes raisons, il est préalable de rechercher des germes qui sont toujours présents en grand nombre dans la matière fécale des hommes et des animaux à sang chaud et qui se maintiennent plus facilement dans le milieu extérieur. On parle alors des: Germes totaux, Coliformes Totaux, Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux et Clostridium sulfito- Réducteurs (**Rodier, 2005**).

Pour le dénombrement des coliformes, les streptocoques fécaux et les spores, la technique de filtration sur membrane a été utilisée. Cette méthode consiste à faire passer un certain volume d'échantillon (dans notre étude 100ml d'eau a analysée) à travers d'une membrane filtrante (par exemple une membrane Millipore ou Sartorius ou... de 47 mm de diamètre et dont la porosité moyenne est de 0,45 mm à 0,22 µm) sur laquelle sont retenus les microorganismes recherchés. Après filtration, la membrane est alors posé sur la surface d'un milieu gélosé spécifique du germe à rechercher, face portant les micro- organismes vers le haut. Après incubation, comme dans le cas de la numération en milieu gélosé, on compte les colonies formées à la surface du filtre (**Cuq , 2007**).

➤ **Techniques de prélèvement Bactériologique**

NB : Tous les prélèvements ont été effectués entre 08 h et 11 h.

Pour tous les prélèvements, nous avons utilisé des flacons en verre de 250 ml propres stériles. Les flacons contenant les échantillons d'eau prélevée ont été marqués et étiquetés. Une fiche d'identification de l'échantillon est aussi remplie par les renseignements nécessaires pour chaque point de collecte (**Larpent , 1997**).

### 2.3.2.2.1. Analyse complète :

#### 2.3.2.2.1.1. Recherche des coliformes :

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 bactériologique 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**). La raison du choix de ce groupe de bactéries comme indicateur de contamination de l'eau est du aux facteurs suivants:

- elles se trouvent dans les excréments des animaux à sang chaud, y compris les humains ;
- Elles sont facilement détectables et quantifiables par des techniques simples et économiquement viables, sur n'importe quel type d'eau.

#### 2.3.2.2.1.2. Recherche des Streptocoques :

Cette méthode consiste à détection de signal et le dénombrement des entérocoques intestinaux, ou encore streptocoques fécaux dans l'eau destinée à la consommation humaine.

La recherche et le dénombrement des streptocoques fécaux se fait par deux tests :

- le test présomptif sur le milieu solide Slanetz.
- le test confirmatif sur le milieu BEA.

L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 h à 48 h. La présence des streptocoques fécaux se manifeste par l'apparition des colonies rouge, marron et rose et éventuellement par la formation des colonies noirâtre dans les boites de pétri après le repiquage. Peuvent être limitées à leur centre ou à leur périphérie par une zone plus claire.

#### 2.3.2.2.1.3. Recherche et dénombrement des Clostridium-sulfito-réducteurs :

La recherche et le dénombrement des Clostridium-sulfito-réducteurs s'effectuent en utilisant la méthode par incorporation en gélose viande-foie.

Les ASR se développant en 24 à 48 heures sur une gélose viande-foie (VF) en donnant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe<sup>2+</sup> donne (sulfure de fer) de couleur noire. Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne.

### 2.3.2.2.2. Analyse partielle :

Recherche et numération des coliformes avec indentification des *E. coli* sur l'eau de réseau de distribution (la méthode de la rampe de filtration).

# **Chapitre 3**

## **Résultats et discussion**

## Chapitre 3 : Résultats et discussion

## 3.1. Analyses physico-chimiques :

## 3.1.1. Analyse partielle :

## 3.1.1.1. Température :

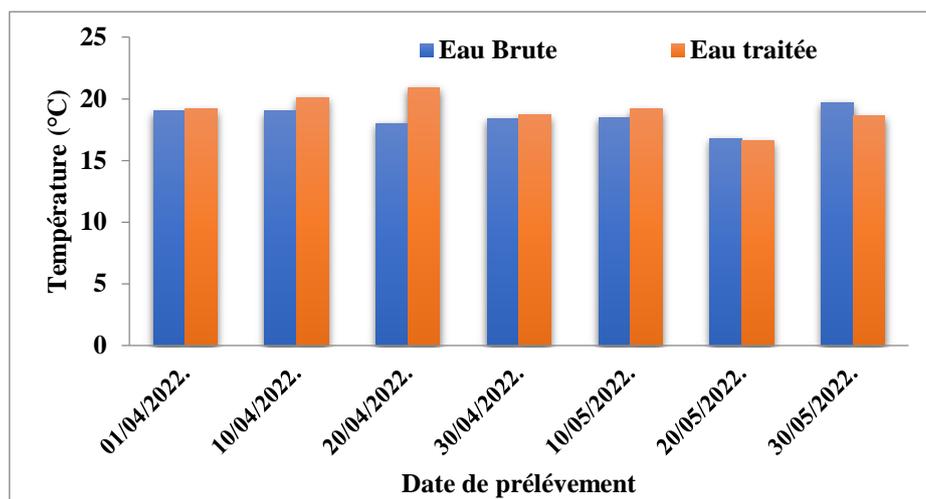


Figure 13 : La variation de la température des eaux étudiées

D'après la figure 13, Les températures enregistrées sont comprises entre 13,46 et 16,47°C pour l'eau brute et entre 13,71 et 16,38°C pour l'eau traitée, ces valeurs sont inférieures à la norme fixée par le journal algérien qui est de 25°C. En effet, cette température est largement inférieure à 25°C comme valeur limite indiquée dans les normes algériennes.

## 3.1.1.2. pH :

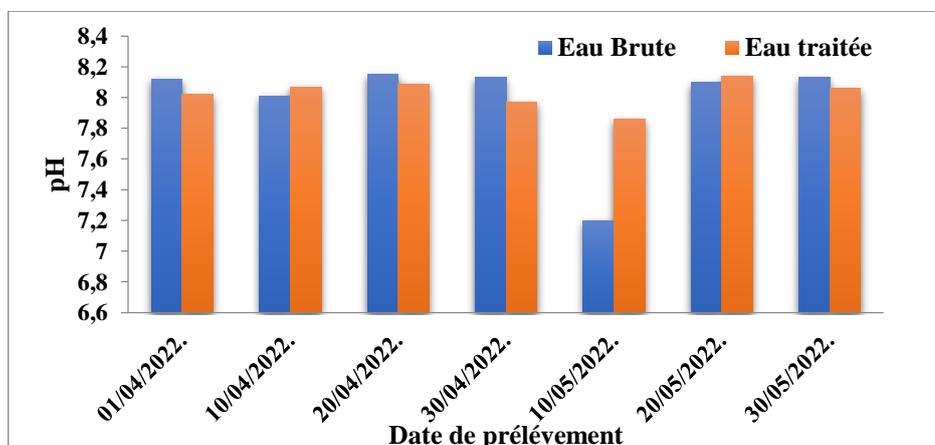
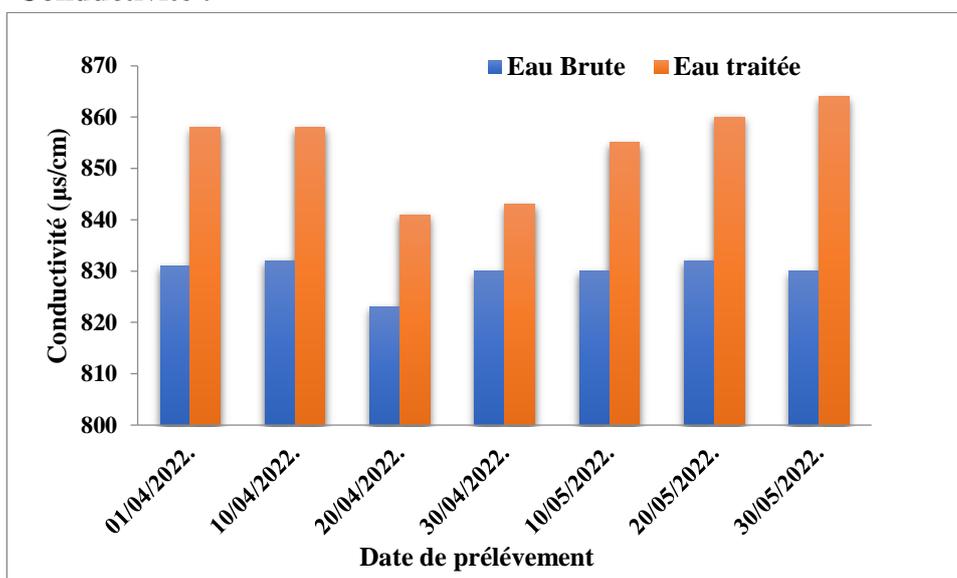


Figure 14 : La variation du pH des eaux étudiée

La figure 14 montre une légère baisse du pH de l'eau traitée par rapport à l'eau brute. Cette variation peut être expliquée par l'utilisation de différentes doses de coagulant lors du traitement qui consomme le TAC et réduisent ainsi le pH. Par ailleurs la chloration peut également entraîner une diminution du pH. Le pH de l'eau brute varie entre 8,29 et 7,82 et de l'eau traitée varie entre 8,27 et 7,5, on constate ainsi que le pH des eaux du station Azzaba ont un pH voisin de la neutralité et répondent aux normes fixées par l'OMS qui sont de 6.5 et 8.5 en 2002 et les normes du journal algérien n° 18 23 de 2011 pour l'eau potable, qui sont comprises entre 6,5 et 9.

### 3.1.1.3. Conductivité :



**Figure 15** : La variation de la conductivité des eaux étudiées

On remarque d'après la figure 15, l'absence de différence significative entre la conductivité de l'eau brute et celle de l'eau traitée. On déduit alors que l'eau brute ne contient pas de charge polluante très élevée et une faible utilisation de produits chimiques lors du processus de traitement.

Selon **Rodier J. (2009)**, la conductivité permet d'apprécier le degré de minéralisation de l'eau dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La classification des eaux en fonction de la conductivité se présente de la manière suivante : Conductivité égale à 0.05 µS/cm: eau déminéralisée ; Conductivité de 10 à 80 µS/cm: eau de pluie; Conductivité de 80 à 100 µS/cm : eau peu minéralisée ; Conductivité de 300 à 500 µS/cm: eau moyennement minéralisée ; Conductivité de 1000 à 3000 µS/cm : eau saline ; Conductivité supérieure à 3000 µS/cm: eau de mer. Les

valeurs de la conductivité électrique de l'eau traitée du barrage, sont comprises entre 388 et 419  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et s'avèrent donc selon ce classement, moyennement minéralisées, ces valeurs sont inférieures à la norme algérienne qui est de  $2800\mu\text{s}/\text{cm}$ .

3.1.1.4. Salinité :

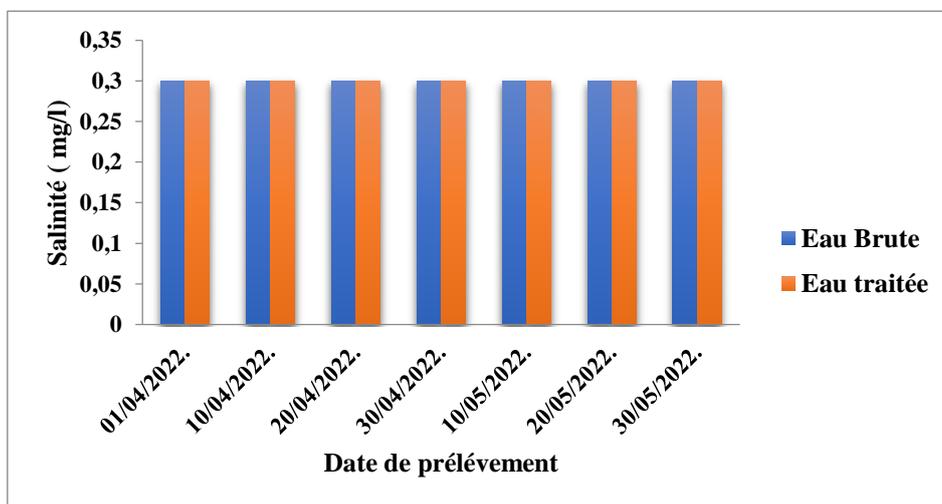


Figure 16 : La variation de la salinité des eaux étudiées

D'après la figure 16, les valeurs moyennes de la salinité sont respectivement de l'ordre 0.3 mg/l pour les eaux brutes et les eaux traitées.

3.1.1.5. Turbidité :

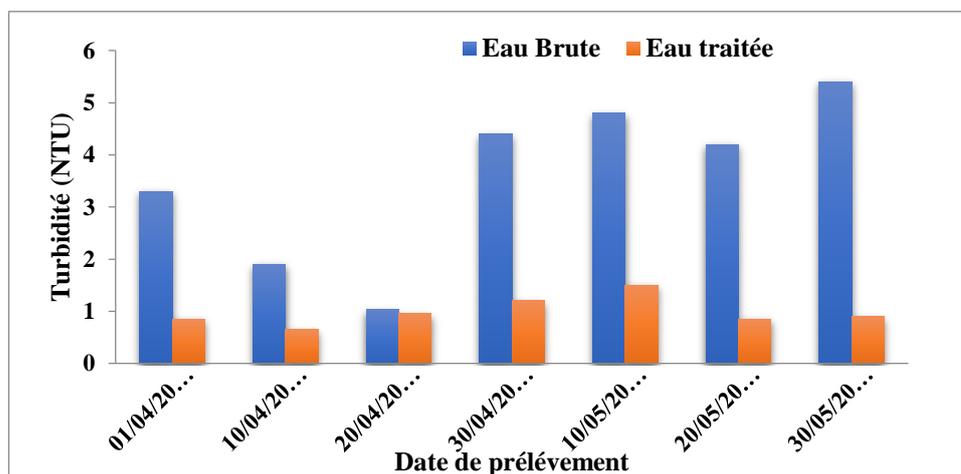


Figure 17 : La variation de la turbidité des eaux étudiées

La figure 17 montre que les valeurs de turbidité pour l'eau brute sont comprises entre 2,49 et 3,75 NTU dues à la présence de MES . Les valeurs pour l'eau traitée sont de 0,71 et 1,4 NTU, ce qui montre une nette évolution due au traitement appliqué. La courbe pour l'eau brute montre des pics de turbidité ceci correspond aux journées où la station effectue le

lavage des filtres. Selon le journal algérien n° 18 23 de 2011 la norme fixée pour la turbidité est de 5 NTU, la turbidité de l'eau du barrage répond donc à la norme.

**3.1.1.6. Ta :**

Le titre alcalimétrique mesure la teneur de l'eau en ions hydroxydes (OH<sup>-</sup>) et une valence de carbonates. D'après les résultats obtenus une valeur de TA nulle est Hydrométrique (dureté totale) (TH).

**3.1.1.7. TAC :**

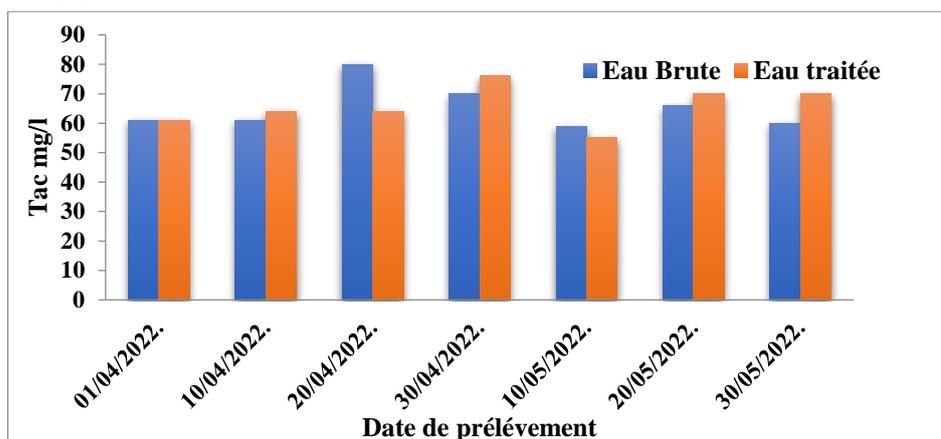


Figure 18: La variation du TAC des eaux étudiées

Le titre alcalimétrique complète ou TAC. Correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres, carbonates et hydrogénocarbonates. D'après les résultats obtenus une valeur varie entre 45- 90,19 pour l'eau brute et 68,8- 79,16mg/l pour l'eau traitée donc dans le domaine optimal. Les résultats obtenus ne dépassent pas les normes Algérienne de < 150 mg / l.

**3.1.1.8. Dureté totale :**

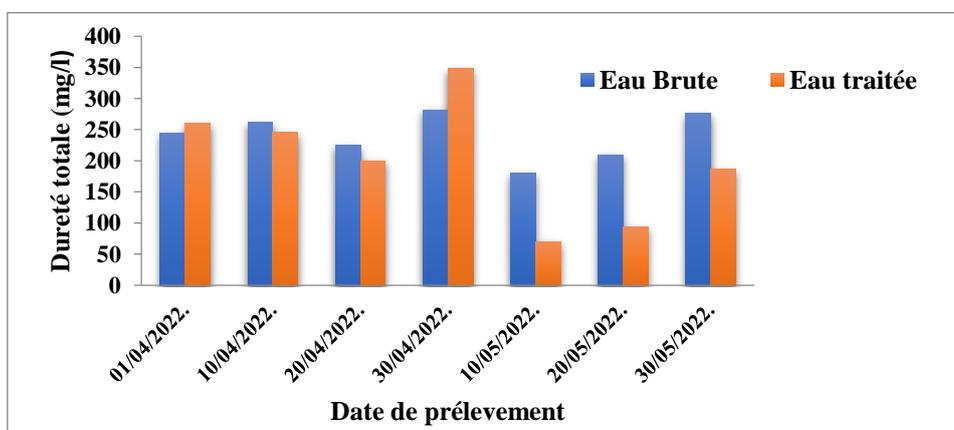


Figure 19 : La variation de la dureté totale des eaux étudiées

La figure 19 montre que la dureté Totale c'est une qualité particulière de l'eau due à la présence de calcium et de magnésium. La dureté dépend de la structure géologique des sols traversés. Les résultats obtenus montrent que la dureté varie entre 165- 219,6 mg / l pour l'eau brute et 197,2 – 218 mg/l pour l'eau traitée, elles ne dépassent pas les normes Algérienne de < 500 mg / l.

3.1.1.9. Ca<sup>+2</sup> :

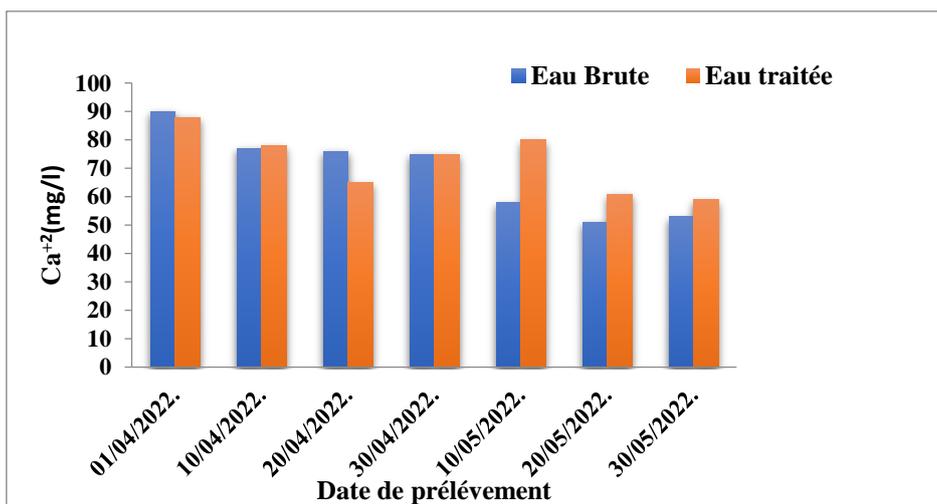


Figure 20 : La variation du Ca<sup>+2</sup> des eaux étudiées

La figure 19 montre que, la présence des ions Ca<sup>2+</sup> dans l'eau est liée principalement à deux origines naturelles : soit la dissolution des formations carbonatées (CaCO<sub>3</sub>), soit la dissolution des formations gypseuses (CaSO<sub>4</sub>). D'après les résultats, l'eau traitée est inférieure à la norme algérienne < 200 mg / l.

3.1.2. Les chlorures :

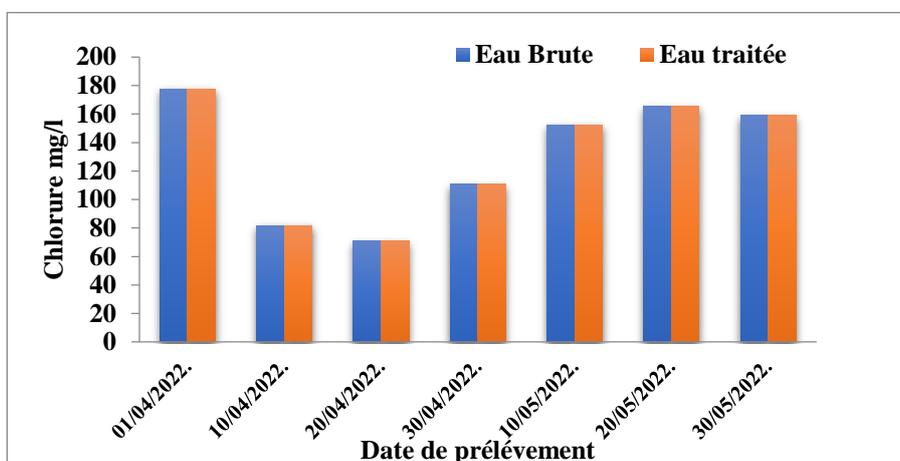


Figure 21 : La variation du chlorure des eaux étudiées

La figure 21 montre que, la concentration des chlorures dans l'eau dépend du terrain traversé. Les eaux trop riches en chlorures sont laxatives et corrosives (Belghiti *et al*, 2013).

Selon les normes algériennes relatives à la potabilité des eaux, les chlorures doivent avoir une teneur inférieure à 500 mg/l dans les eaux de consommation. Sur la base des résultats des analyses effectuées pour l'eau du barrage, la teneur en chlorure est entre 71 mg/l 177,5 mg/l pour l'eau brute et l'eau traitée.

### 3.2. Résultats d'analyses bactériologiques :

#### 3.2.1. Coliformes totaux (C T) :

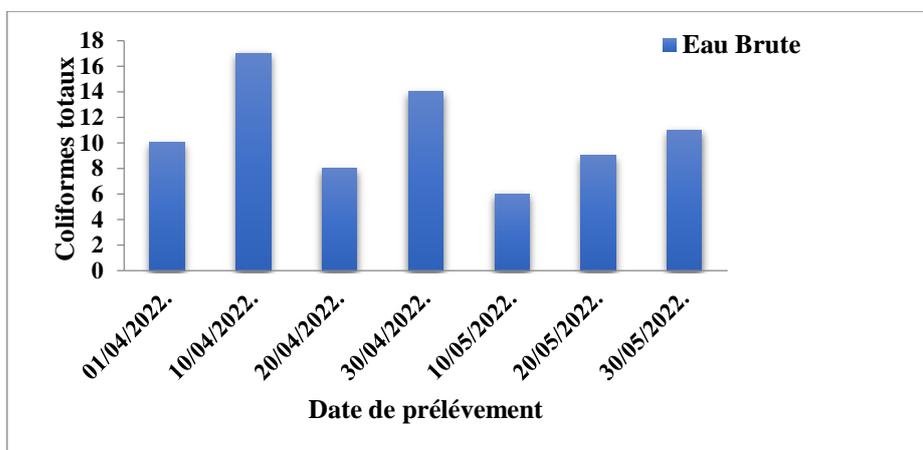


Figure 22: Variation de bactéries coliformes totaux

D'après les résultats obtenus par la figure 21, nous constatons l'absence de coliformes totaux. Les coliformes totaux sont utilisés comme indicateur de la qualité microbiologique de l'eau.

#### 3.2.2. Coliformes fécaux (C.F) :

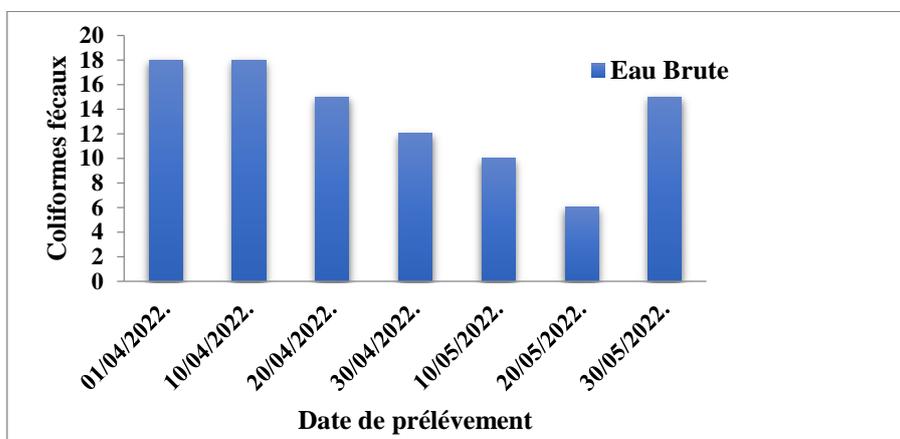


Figure 23: Variation de bactéries coliformes fécaux

La figure 23, On observe l'absence des coliformes fécaux. Elles sont capables de fermenter le lactose à 44 ° C thermo - tolérant du genre d'*Escherichia coli*. Les Coliformes fécaux sont intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait, constituent des indicateurs fécaux de la première importance. Les Coliformes fécaux sont les plus importants des paramètres microbiologiques pris en compte dans le contrôle de la qualité des eaux et leurs présences sont suffisantes à confirmer qu'il y a effectivement une pollution fécale.

### **3.2.3. Streptocoques Fécaux (SF) :**

D'après les résultats on observe l'absence des germes. Les Streptocoques fécaux sont des aérobies - anaérobies facultatifs faisant partie des indicateurs de contamination fécale mais plus résistants dans le milieu extérieur que les coliformes.

### **3.2.4. Clostridium Sulfito-réducteurs (ASR)**

Le nombre de ASR dans la station est de moyenne 00 Sp/100 ml. L'analyse bactériologique indique l'absence totale de ces germes dans la station qui sont de 00 sp/100ml est ne dépasse pas les normes locales (**JORA, 2011**) et celles de l'OMS (1994) de 00 sp/100 ml.

Les Clostridium Sulfito-réducteurs sont des germes capables de sporuler et de se maintenir longtemps dans l'eau. Ils sont donc les témoins d'une pollution ancienne. Plus difficilement tués que les coliformes par les désinfectants, ils constituent donc un bon indicateur de l'efficacité de la désinfection (**Hamed et al. 2012**)

### Conclusion

Une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque pour la sante. Afin de la définir précisément, des normes ont été établie qui fixent notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives et susceptible d'être présentes dans l'eau. Le fait qu'une eau soit conforme aux normes, c'est - à - dire potable, ne signifie donc pas qu'elle soit exempte de matière polluantes, mais que leurs concentration été jugée suffisamment faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur.

Notre étude vise à étudier et évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique deseaux brutes et traitées au niveau de la station de l'eau potable Azzaba dans la wilaya de Skikda.

Pour évaluer la qualité physico-chimiques des eaux de la station de Azzaba, une série d'analyses physico-chimique pour a été effectuée (Température, pH, Conductivité, turbidité, salinité Chlorure, TAC, TA, THT, Tca<sup>2+</sup>) et bactériologiques (Coliformes totaux, Coliformes fécaux, Streptocoques Fécaux, Clostridium sulfito- réducteurs (ASR)).

Les résultats des analyses physico chimiques de l'eau brute et l'eau traitée montre que :

- ✓ La température est saisonnière,
- ✓ Le pH de l'eau brute varie entre 7,20 et 8,15 et de l'eau traitée varie entre 7,97 et

8,14.

- ✓ La conductivité de l'eau brute varie entre 823 et 832 uS/cm et entre 841 et 864 uS/cm pour l'eau traitée,
- ✓ La turbidité de l'eau brute varie entre 5,40 et 1,03 NTU et entre 1,50 et 0,65 NTU pour l'eau brute et traitée respectivement,
- ✓ La salinité est de l'ordre 0,3 mg/l pour l'eau brute et traitée.
- ✓ La dureté totale pour l'eau brute varie entre 180 mg/l et 276 mg/l tandis que pour l'eau traitée varie entre 60 mg/l et 348 mg/l .

- ✓ TAC varie entre 55 et 70 pour l'eau brute et traitée.
- ✓ Le calcium entre 51mg/ l et 90 mg/l et entre 59 mg/l et 88 mg/l pour l'eau brute et traitée respectivement
- ✓ Les chlorures oscillent entre 71 mg/l et 177,5 mg/l pour l'eau brute entre 841 et 864 .pour l'eau traitée.

Malgré l'efficacité du traitement subi dans la station, il faut signaler que cette dernière n'accomplit pas la totalité des tests pour évaluer la qualité de l'eau, ainsi il serait essentiel:

- De faire l'analyse d'autres paramètres tels que les métaux lourds, les pesticides.... ;
- Prendre en considération les risques toxiques qui peuvent être causés par le chlore à long terme.

### Références bibliographiques :

1. **Anonyme . (1993)** : Recherche et quantification des paramètres caractéristique de l'équivalent habitant.
2. **Algéo (Alger Géophysique) (1997)** : Etude Géophysique Dans La Plaine De Guelma. Rapport Interne, 28 p.
3. **Alouane H. (2012)** : Evaluation des teneurs en nitrates dans les sols et dans les eaux captées et émergentes en zones à vocation agricole : Impact des nitrates sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine, Mémoire de Magister. Université Mentouri Constantine, p49.
4. **Amadou H. Laouali M.S. et Manzola A. (2014)** : Analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux de trois aquifères de la région de Tillabery : application des méthodes d'analyses statistiques multi variées, Larhyss Journal, N° 20, 25-41p.
5. **Belghiti m. L., Chahlaoui A., Bengoumi D., El moustaine R. (2013)** : Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de MEKNES (MAROC) larhyss journal, issn 1112-3680,n°14, juin 2013, pp. 21-364
6. **bencheikh M. Goudjile. (2011)** : La pollution minérale et organique des eaux souterraines de la cuvette de Ouargla, Sud-Est Algérien, diplôme de Master, université de kasdi merbah Ouargla 2011.
7. **Bensaci T. (2006)** : Determination De la Qualité Physico-chimique Et Bacteriologiques Des Eaux De Surface: Cas du Barrage Timgad (W. d'Oum El Bouaghi). Mémoire de Magister Centre Université Larbi Ben M'hidi. Oum El-Bouaghi. 98 p
8. **Beyade S.S, (2013)** : Caractérisation de la composition chimique des eaux usées traitées de la STEP de Sebka-. Mémoire de master. Université Cadi Ayyad-Merrakah- : Eau et environnement, 65p.
9. **Birech S. et Messaoudi I. (2006)** : La contamination des eaux par les métaux cas de chott Ain Beida de la région d'Ouargla. Mémoire d'ingénieur, Université d'Ouargla p.22.
10. **Bliefert C. Perraud R. (2002)** : Chimie de l'environnement : air, eau, sols, déchets. p : 271,290, 291.

11. **Bliefert C. Perraud R. (2008)** : Chimie de l'environnement : air, eau, sols, déchets. p : 271,290, 291.
12. **Boeglin J.C. (2001)** : Propriétés des eaux naturelles. Technique de l'ingénieur, traité environnement, G 1110.
13. **Bouchard M. (2008)** : Évolution temporelle et modélisation des coliformes dans une source d'eau potable. Mémoire (M. Sc). Université de Laval. Québec. 98p.
14. **Bouziyani M. (2000)** : L'eau de la pénurie aux maladies, Edition Ibn Khaldoun, (Oran). p247.
15. **Cardot C. (1999)** : Génie de l'environnement : les traitements de l'eau. Edition Paris. p.9.
16. **Chevalier P. (2003)** : Coliformes totaux. Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de santé publique du Québec, p4.
17. **Cieau. (2016)** : Les traitements de l'eau : la qualité de l'eau de robinet.
18. **Cuq J.L. (2007)** : Microbiologie Alimentaire control microbiologique des aliments, Edition Sciences et Techniques du Languedoc, Université de Montpellier 2, Département de Sciences et Technologie des Industries Alimentaires, Montpellier, France.
19. **Dajoz R. (1982)** : Précis d'écologie.4ème édition, Gauthier Villars, p : 525.
20. **Degremont S. (1989)** : Mémento technique de l'eau, Technique et documentation, tome 1, P 5-24-25.
21. **Degremont S. (2005)** : Mémento technique de l'eau, Lavoisier SAS. Lexique technique de l'eau, Paris, dixième édition.
22. **Desjardins R. (1997)** : Le traitement de l'eau. Edition de l'école polytechnique de Montréal.
23. **Eugène A. (2000)**. Ecologie des eaux courantes-. London-Paris- : Tec et Doc, 184p.
24. **Festy B et al., (2003)** : Environnement et santé publique - Fondements et pratiques,
25. **Figarella et Guy L et Michèle, T. (2001)** : MICROB.
26. **Gaujous D. (1995)** : La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. 2ème
27. **Gerard G. (1999)** : L'eau, milieu naturel et maîtrise, Edition INRA, Volume 1 , P 204.
28. **Graindorg E.J. et Landot E, (2005)** : La qualité de l'eau potable, techniques et responsabilités. Editions Techni-Cités. MASSCHELEIN, W-J, 1996. Process.
29. **Hacene H. (2016)** : Microbiologie fondamentale et Appliquée Tome1, 477p

30. **Hamdi H. Naamane A. (2019)** : L'analyse physico - chimique et bactériologique de l'eau potable, Azzaba. P 21, 22, 23
31. **Hamed, M et Guettache, A et Bouamer, L. (2012)** : Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du Barrage Djorf-Torba Bechar. Mémoire d'Ingénieur d'état en Biologie, Université des Sciences et Technologies Béchar, Béchar, Algérie, p1
32. **Harrat N. (2013)** : Elimination de la matière organique naturelle dans une filière conventionnelle de potabilisation d'eau de surface-. Thèse de doctorat. Université Mohamed Khider-Biskra- : Hydraulique, 168p.
33. **Henri L. (2012)** : l'eau potable, Edition réimprimée, P 190.
34. **ISO. (1986)** : Recherche et dénombrement des spores de micro-organismes anaérobies sulfito- réducteurs (clostridia)-partie 1 : méthode par enrichissement dans un milieu liquide.
35. **Jestin E. (1995)** : La production et le traitement des eaux destinées à l'alimentation et à la préparation de denrées alimentaires. Cahier technique : Agence de l'eau seine-Normandie, 34p.
36. **John P. et Donald A. (2010)** : Microbiologie, 3ème Édition, p1216.
37. **Journal officiel de la république algérienne-JORA. (2014)** : Décret exécutif n° 14 - 96 du 2 Joumada El Oula 1435 correspondant au 4 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine.
38. **Labiod N. Bouaita DJ. (2017)** : Etude hydrochimique des eaux de surface de la région d'Azzaba W.Skikda, p 3,4,5.
39. **Ladjel F. ( 2013)** : Introduction à l'analyse de qualité de l'eau de boisson, recherche microbiologique.
40. **Larpent J. (1997)**: Microbiologie alimentaire Technique de laboratoire. Ed. Technique et documentation-Lavoisier, Paris, 1073p
41. **Lefèvre J.G. (1991)** : Les analyses d'eau avec les tests prêts à l'emploi: la potabilité de l'eau, les eaux piscicoles, l'eau des piscines, laboratoire Merck-Clevenot.
42. **Leveque C. (1996)** : Ecosystemes aquatiques. Edition Hachette, Paris.
43. **Leyla G et Ronnefoy C et Guillet F. (2002)**: Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris.
44. **Loup J. (1974)** : Les eaux terrestres, Hydrologie continentale, Edition Masson et Cie paris. Grenoble.ARGING

45. **Makhoukh M. (2011)**: Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya.(Maroc).p46.
46. **Marcel D. (1995)** : Chimie des oxydants et traitement des eaux. L'université de Poitiers (E.S.I.P), P230.
47. **Mekaoussi N. (2014)** : Comportement des éléments chimiques dans les eaux de surface de Hammam Debagh (Est Algérien), Mémoire de Magister, Université Hadj Lakhdar –Batna ; Batna .6-11 P.
48. **Menad K et Metadjer R. (2012)** : Traitement des eaux saumâtre par l'osmose inverse cas de l'eau de Khemis Miliana. Université Khemis Miliana.p14.
49. **Merouani M et Bouguedah A. (2013)** : Etude de la pollution chimique et la vulnérabilité alla pollution des eaux souterraines de la cuvette d'OUARGLA.
50. **Metahri M.S. (2008)** : Elimination de l'azote et du phosphore des eaux usées traitées par valorisation agricole. Cas de l'effluent de la station d'épuration est de Tizi-Ouzou Algérie (perspectives et recommandations). Thèse de doctorat. UMMTO.
51. **Metahri M.S. (2012)** : Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixte. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi Ouzou Thèse doctorat. Université Mouloud Mammeri. Tizi Ouzou.
52. **Mizi A. (2006)** : Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de Bejaia et valorisation de déchets oléicoles. Thèse de doctorat l'état, université d'Annaba, Algérie, p : 26, 27
53. **Molinie L. (2009)** : Dispositifs rustiques d'alimentation et de traitement de l'eau potable pour des services de petites tailles en régions défavorisées.
54. **Mostefaoui W. et Toutaoui M. (2018)**: Contribution à l'évaluation de la qualité des eaux du forage de Ras El Ain (Boumerzoug) Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master, Ecologie Fondamentale et Appliquée, 42p.
55. **Nathalie. (2002)**: Qualité bactériologique de l'eau et impact en élevage bovin laitier thèse université CLAUDE-BERNARD-LYON 1
56. **OMS. (2000)** : Directives de qualité pour l'eau de boisson; volume 2, critères d'hygiène et documentation à l'appui, 2ème édition, 1050 p
57. **OMS. (2017)** : Guidelines for drinking-water: fourth edition incorporating the first addendum. Geneva: World Health Organization; 2017. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. 631p.
58. **Ramade F. (1984)** : Eléments d'écologie-écologie fondamentale. Ed Mac GrawHill. Paris, 397p

- 59. Ramade F. (1998):** Dictionnaire encyclopédique de l'eau, éd. Edi science international, Paris.
- 60. Rejsek F. (2002) :** Analyses des eaux, les aspects réglementaires et techniques. Edition Scérén CRDP AQUITAINE. Bordeaux. p 109.
- 61. Rodier J. (1978):** L'analyse de l'eau : eaux naturels, eaux résiduaires, eaux de mers; Edition : Dunod
- 62. Rodier J. (1996) :** L'analyse de l'eau eaux naturelles., eaux residuaires, eau de mer Edition Lavoisier Tec & Doc
- 63. Rodier J. (2005) :** L'analyse de l'eau, Eaux résiduaires, Eaux de mer. 8ème édition. Dunod. Paris, p .1383 ,1479.
- 64. Samake H. (2002) :** Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S. des eaux de consommation de la ville de BAMAKO. These docteur (Fichier PDF).
- 65. Seghir K. (2008) :** Vulnérabilité à la pollution, protection des ressources en eaux et gestion active du sous-système aquifère de Tébessa Hammamet (Est Algérien), Thèse de Doctorat .en Sciences de La Terre. Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie. p158.
- 66. Taleb S. (2005) :** Confrontation des normes Algériennes des eaux potables aux directives de l'organisation mondiale de la santé (OMS). Actes du Congrès international "De l'eau pour le développement durable dans le bassin méditerranéen" 21-22-23 mai 2005-Alger.
- 67. Tardat H.M. (1992) :** Chimie des eaux. Edition Québec : Griffon d'argile. 65.
- 68. Vilagines R. (2003) :** Eau environnement et santé publique : introduction à l'hydrogéologie 26th edition. Lavoisier. TEC & DOC paris.
- 69. Vilagines R. (2003) :** Introduction à l'hydrologie : eau, environnement et santé publique-. 2eme édition. Paris : Tec et Doc, 531p.
- 70. Weiner R.F. et Mattews. (2003) :** Environmental engineering. Forth Edition. Ed. Butterworth-Heinemann.
- 71. Williams, M et al. (2004):** Phylogenetic diversity of aqueous microorganisms separated after the advanced tertiary of tap water. Vol 36, p184–189.
- 72. Yahy H. (1999):** Traitement des eaux de consommation. Cours polycopie 4<sup>ème</sup> U.M.M.T.O.

## Annexe 01

Mode opératoire de streptocoques fécaux.

<b>Matériels et réactifs</b>	<b>Mode opératoire</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>-Une rampe de filtration (entonnoir 100ml)</li><li>-Pompe à vide</li><li>-Filtres à membrane de (0,45um)</li><li>-Bec Bunsen</li><li>-Boîtes de pétri</li><li>-Milieu de culture Slanetz.</li><li>-Milieu de repiquage BEA.</li><li>- pince.</li><li>- Flacon d'échantillon.</li><li>- Incubateur.</li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>Le teste présomptif</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- allumez le bec bunsen.</li><li>-flamber la surface du support microfilm pondent 3à 5 secondes en insistant particulièrement sur le bord extérieur.</li><li>-stériliser la pince chaque utilisation.</li><li>-placer la membrane (quadrillage vers le haut)Au centre du support.</li><li>-fermer bien l'entonnoir.</li><li>- Après une bonne agitation, verser l'échantillon,filtrer sous vide.</li><li>-la filtration commence lorsque la pompe à vide est mise marche et que la vanne du support est ouverte dès que le filtre parait sec, la vanne à vide du support est fermée, l'entonnoir est retiré</li><li>- placer la membrane dans la boîte de pétri (numéro de la boîte pétré le même numéro de flacon de l'échantillon) contenant un milieu solide (quadrillage vers le haut)</li><li>-le filtre est alors transféré dans le milieu gélosé utilisé(Slanetz).</li><li>-Incuber les boites de pétri à 37 °C pendant 24 à48 heures.</li></ul> <p style="text-align: center;">Les boites présentant une colonie pendant cette période seront considérés comme susceptibles de contenir un streptocoque fécal, ils seront obligatoirement soumis au test confirmatif.</p> <p style="text-align: center;"><b>Le test confirmatif</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Chaque Boite de Slanetz trouvé positif lors du test de présomption e, la boîte fera l'objet d'un repiquage à l'aide de milieu BEA, l'incubation se fait à 44 °C, pendant 2 h.</li></ul> <p style="text-align: center;">Tous les boites de pétri présentant une colonie noirâtre et un jaunissement sont considérés comme positif.</p>

Mode opératoire de *Clostridium-sulfito* réducteur.

Matériels et réactifs	Mode opératoire
<p>-Bain marie                      -Bec Bunsen                      -Tubes à essai                      -Milieu de culture viande-foie,                      -Flacons d'échantillons.                      -Incubateur.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Après l'avoir homogénéisé soigneusement l'échantillon de 10 ml d'eau est introduit dans un tube stérile, ce dernier est placé au bain marie à 80°C pendant 10 minutes, puis refroidi rapidement sous l'eau du robinet dans le but de détruire toutes formes végétatives des ASR éventuellement présentes, ensuite répartir le contenu de ce tube dans 4 tubes stériles, à raison de 1ml par tube.</li> <li>• <b>Préparation du milieu</b>                      On place le flacon du milieu Viande-foie au bain marie bouillant pour assurer la fusion du milieu (régénération du milieu) et l'élimination des gaz dissous. Puis, on le refroidi à environ 45°C par passage sous l'eau du robinet. Le milieu est ainsi prêt à l'emploi.</li> <li>• <b>Inoculation et incubation,</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Répartir l'eau traitée dans 4 tubes stériles, à raison de 1 ml par tube.</li> <li>- Couler dans chacun d'eux 20 ml de gélose VF, additionnée de 20 gouttes (1ml) de la solution de sulfite de sodium et 4 gouttes de la solution d'alun de fer.</li> <li>- Enfin, homogénéiser le contenu doucement sans incorporer de bulles d'air ;Laisser solidifier sur la paillasse pendant 30 minutes environ, puis incubé à 37°C pendant 24 à 48 h.</li> </ul> </li> </ul>

## Annexe 02

**Tableau 1. Normes OMS et algériennes des paramètres physico-chimique pour l'eau potable (OMS, 2003).**

<b>Substances</b>	<b>Unité</b>	<b>Normes OMS</b>	<b>Normes algériennes</b>
<b>Turbidité</b>	NTU	<2,5	<2
<b>Température</b>	C°	<25	<5
<b>TA</b>	mg/l	<15	<5
<b>TAC</b>	mg/l	<15	<
<b>Calcium</b>	mg/l	<270	<200
<b>Magnésium</b>	mg/l	<50	<150
<b>Chlorure</b>	mg/l	<250	<500
<b>Concentration en ions hydrogène</b>	PH	≥ 6,5 et ≤ 9,5	≥ 6,5 et ≤ 9
<b>Dureté</b>	mg/l de CaCO <sub>3</sub>	<500	<500
<b>Conductivité à 20°C</b>	µS/cm	<2100	<2800
<b>Ammonium</b>	mg/l	<0,5	<0,5
<b>Potassium</b>	mg/l	<20	<12
<b>Aluminium</b>	mg/l	<0,2	<0,2
<b>Cadmium</b>	µg/l	<3	<3
<b>Cuivre</b>	mg/l	<2	<2
<b>oxygène dissous</b>	O <sub>2</sub>	<6,5	Pas de valeur guide
<b>Fluorure</b>	mg/l	< 1,5 mg/l (jusqu'a10)	<1,5

<b>Fer</b>	mg/l	<0,3	<0,3
<b>Manganèse</b>	mg/l	<0,4	<0,05
<b>Nitrate</b>	mg/l	<50	<50
<b>Nitrite</b>	mg/l	<0,1	<0,1
<b>Oxydabilité</b>	mg/l O <sub>2</sub>	<5	<5
<b>Sulfate</b>	mg/l	<400	<400
<b>Zinc</b>	mg/l	<3	<5
<b>Phosphate</b>	mg/l	<0,5	<0,5
<b>Cyanure</b>	mg/l	<0,07	<0,07
<b>Résidu sec</b>	mg/l	<1500	<2000

**Tableau 2.** Normes OMS des paramètres bactériologiques pour l'eau potable (OMS, 2003).

<b>Variable</b>	<b>Concentration maximale admissible (eau désinfectée)</b>
<b>Coliformes totaux / 100 ml</b>	0
<b>Coliformes fécaux / 100</b>	0
<b>Streptocoques fécaux / 100 ml</b>	0

Présenté par: **MOURDI Marwa**  
**REKHILI Ouahida**

**Année universitaire : 2021/2022**

**Intitulé : Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux brutes et traitées au niveau de la station d'azzaba (wilaya de Skikda)**

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en  
Ecologie  
Fondamentale et Appliquée

**Résumé** Ce travail a pour but de suivre et d'évaluer la qualité physico-chimique des eaux brutes et traitées au niveau de la Station de l'eau potable Azzaba située dans la wilaya de Skikda. L'échantillonnage est effectué au niveau de la station des eaux brutes et traitées pour les différents paramètres physico-chimiques (pH, Conductivité, turbidité, salinité Chlorure, TAC, TA, THT, Tca<sup>2+</sup>) et bactériologiques (Coliformes totaux, Coliformes fécaux, Streptocoques Fécaux, Clostridium sulfito-réducteurs (ASR)). Les résultats ont montré que ces eaux destinées à la consommation humaine, présentent une bonne qualité et les teneurs des paramètres analysés répondent aux normes de potabilité nationale et internationale. En occurrence, les analyses bactériologiques révèlent l'absence des germes pathogènes de contamination fécale. La surveillance et le contrôle de ces eaux demeure une tâche d'ordre primordial pour la santé publique et les risques environnementaux.

**Mots clés :** eau brute, eau traitée, Analyses physicochimiques, analyses bactériologiques, station Azzaba ,Skikda .

**Jury d'évaluation:**

**Encadreur :** TOUATI Laid (MCA - UFM Constantine 1)

**Examineur 01 :** GANA Mohammed (MCB - UFM Constantine 1).

**Examineur 02 :** BAZRI Kamel Eddine (MCA - UFM Constantine 1).

**Date de soutenance :**