

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique

Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira -  
Institut de Technologie



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة أكلي محمد أولحاج  
- البويرة -  
معهد التكنولوجيا

## Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme

de Licence professionnelle en :

**Génie chimique**

**Thème :**

**ANALYSES PHYSICO- CHIMIQUES ET BACTÉRIOLOGIQUES  
DES EAUX DU BARRAGE DE SIDI MHAMED BEN TAIBA  
AVANT ET APRÈS TRAITEMENT**

**Réalisé par :**

Khelifi Imane

**Encadré par :**

- M<sup>r</sup> Karabagli A. M.C.A/ Institut de technologie-BOUIRA
- BAGHDALI Bakhti Chef de station /station de traitement des eaux du barrage SMBT-AIN DEFLA

**Corrigé par :**

- Examineur : BOUTICHE Ahmed M.C.B/ Institut de technologie-BOUIRA

## Remerciements

*Avant tout je tiens remercier « ALLAH EL KARIM » de m'avoir protégée de cette pandémie "Covid 19", de m'avoir donnée le courage, la foi, la patience et la santé pendant ces moments difficiles tout au long de mon chemin universitaire et enfin d'aller jusqu'à la fin de ce modeste travail et de pouvoir le mettre en forme dans le présent manuscrit.*

*Un remerciement très chaleureux à toutes mes familles chacun par son nom et principalement aux êtres les plus chers au monde « mes parents » qui m'ont fait arriver à cette précieuse étape de ma vie.*

*Je tiens à exprimer toute ma gratitude à mon professeur Monsieur Karabaglı A. pour le grand honneur qu'il m'a fait, en acceptant de mon encadrement avec ses orientations, ses encouragements, sa disponibilité constante et ses conseils pertinents, pour son suivi Parcours Durant la période du stage et du confinement, pour ses remarques judicieuses et*

*Constructives qui ont contribué à l'amélioration de ce mémoire.*

*Je souhaite remercier tous les enseignants au l'Institut Technologie de BOUIRA et les responsables du département de Génie des procédés qui m'ont donné les bases de la science, et qu'ils puissent trouver ici l'expression de notre profond respect.*

*Je remercie également, les membres de jurys pour avoir bien voulu lire, commenter et débattre mon travail.*

*Particulièrement, J'associe à mes remerciements:*

*BAKHITI, chef de station, pour son accueil, sa disponibilité et son soutien, qui m'a permis d'accéder à la documentation et aux*

*archives de la station durant le confinement. Il m'a permis ainsi de faire des connaissances avec le personnel de la station de traitement*

*de SIDI M'Hamed Ben Taïba et du laboratoire.*

*BENALI Hamid, chef de laboratoire, pour son accueil, sa disponibilité, son temps passé à répondre à mes questions qui m'a laissée manipuler et réaliser les analyses au niveau du laboratoire.*

*LAMANI Redwane, Zouhir, ZAHÉF Fatima, LAMMEMRI Redwane, analystes au laboratoire physico chimique et en processus, pour leurs disponibilités, conseils, leurs soutiens et le temps passé à répondre à mes questions. Ils m'ont permis de se familiariser avec l'appareillage du laboratoire, les modes, les méthodes d'analyses ainsi que les étapes de traitement de l'eau de barrage et leur accompagnement durant la période du stage.*

*Enfin, je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.*

# Dédicace

## Au nom de dieu le clément et miséricordieux

Je dédie ce modeste travail pour tous les efforts que vous avez fourni pour me voir arriver à mon but à :

Mon père, le plus grand amour dans mon cœur, la prunelle de mes yeux, le meilleur guide dans ma vie et qui n'a jamais cessé de m'encourager, le meilleur père. Merci à toi pour le sacrifice opéré pour ma réussite et les différents conseils prodigués à ma personne qui m'ont forgée et ont contribué à la réalisation de ce travail ; Que Dieu te récompense pour tout ce que tu as fait pour moi.

Ma mère, la bougie qui a éclairé ma vie, a contribué à ma réussite, m'a toujours aidée avec ses conseils précieux et j'espère rendre tout ce qu'elle a fait pour moi. Merci de tout cœur ma chère mère, que dieu vous accorde santé et longue vie je te remercie pour toutes les prières et les paroles de bénédiction, le soutien que tu m'as apporté durant les moments difficiles que j'ai traversés tout au long de ma vie.

Mes chères sœurs, la source du sourire dans ma vie qui me donnent l'espoir de vivre et de réussite de mes études " Selma" et "Yousra". Je vous remercie pour le soutien que vous m'avez apporté chacun à sa manière.

Mes grands-parents que Dieu les bénisse surtout ma chère grand-mère que j'aime plus que tout et qui n'est plus de ce monde et que Dieu tout-puissant la garde dans son paradis éternel.

Ma famille (tantes et oncles, cousins et cousines).

Ma belle-famille

Une spéciale dédicace à Slimane pour son aide et ses encouragements.

A mes belles amies les plus près dans mon cœur avec qui j'ai passées de bons souvenirs : La belle rose Chaima MIMOUN REZIG, Asma, Manel, yousra, Imane, Abir, Maïssa ,Nawel, Fella .

Sans oublier Hasna, Manel BOUIRA, Sana, Safa, Maïssa TIPAZA , KHALFI Imen ,Hadjer,

Lydia ,Kenza ,Tinhinan

KHERFI Fatima et toute la promotion de génie des procédés.

Mes meilleures amies

## ملخص

حاولت خلال فترة التريص تحديد ورؤية جودة المياه المعالجة من سد سيدي امحمد بن طيبة الواقع بالقرب من مدينة عريب بولاية عين الدفلى. يتم استخدام هذه المياه المعالجة لإمداد مياه الشرب والري. ركز تحليل المعلمات الفيزيو كيميائية والبكتريولوجية على عينتين (الماء الخام و المعالج) على مستوى مخبر محطة معالجة المياه بسيدي امحمد بن طيبة . اظهرت نتائج التحليل الفيزيوكيميائي والميكروبيولوجي ( غيابا كاملا للجراثيم المسببة للأمراض) قيما مطابقة للمعايير المعمول بها .مما سمح لنا بالحكم على ان هذه المياه هي مياه صالحة للشرب.

## Résumé

Durant mon stage j'ai essayé de déterminer et de voir la qualité des eaux traitées du barrage Sidi m'hamed ben taïba situé près de la ville Arib dans la wilaya Ain DEFLA. Cette eau traitée est utilisée pour l'alimentation en eau potable ainsi que l'irrigation. L'analyse des paramètres physicochimiques et bactériologiques a porté sur deux échantillons (Eau brute et traitée) au niveau du laboratoire de la station de traitement des eaux du Sidi M'hamed Ben Taïba.

Les résultats de l'analyse physico-chimique et microbiologique (absence totale de bactéries pathogènes) ont montré des valeurs correspondant aux normes établies. Cela nous a permis de juger que cette eau est potable.

## Abstract

During my training period I tried to determine and see the quality of the treated water from the Sidi m'hamed ben taïba dam located near the town of Arib in the wilaya of Ain DEFLA. This treated water is used for drinking water supply as well as irrigation. The analysis of the physicochemical and bacteriological parameters focused on two samples (Raw and treated water) at the laboratory level of the Sidi M'hamed Ben Taïba water treatment station.

The results of the physico-chemical and microbiological analysis (total absence of pathogenic bacteria) showed values corresponding to the established standards. This allowed us to judge that this water is drinkable.

# Sommaire

**Remerciement**

**Dédicace**

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Introduction Générale ..... 1**

## **Chapitre I: Généralités et Définitions**

I.1	Définition de l'eau .....	3
I.2	Eaux naturelles .....	3
I.2.1	Eaux souterraines .....	3
I.2.2	Eaux de surface .....	3
I.3	Eaux potables .....	4
I.3.1	Paramètres caractéristiques de la qualité des eaux .....	4
I.3.2	Normes de potabilité.....	8
I.3.3	Traitement des eaux potables .....	10
I.4	Barrage .....	11

## **Chapitre II: Chaine de traitement des eaux de la station de Sidi M'Hamed Ben Taïba**

II.1	Barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba (BSMBT) .....	12
II.2	Etapas de traitement .....	14
II.2.1	Arrivée d'eau brute .....	14
II.2.2	Pré chloration .....	15
II.2.3	Cascades d'aération .....	15
II.2.4	Ouvrage de Décantation .....	16
II.2.5	Filtration .....	21
II.2.6	Réservoir d'eau filtrée .....	22
II.2.7	Réservoir de désinfection.....	22

II.2.8 Réservoir d'eau traitée .....	23
II.2.9 Station de pompage .....	23

### **Chapitre III: Protocoles Expérimentaux**

III.1 Échantillonnage .....	25
III.2 Prélèvement de l'eau à analyser .....	25
III.3 Conservation des échantillons .....	25
III.4 Méthodes et appareillages d'analyse .....	26
III.5 Analyses partielles .....	27
III.5.1 Paramètres physico – chimiques .....	27
III.5.2 Paramètres bactériologiques .....	28
III.5.3 Paramètres eau résiduaire .....	31
III.6 Analyses complètes .....	32
III.6.1 Paramètres de pollution .....	32
III.6.2 Minéralisation globale .....	33
III.6.3 Eléments indésirables .....	37

### **Chapitre IV: Résultats Expérimentaux et Discussions**

IV.1 Résultats d'analyses partielles.....	39
IV.2 Résultats d'analyses complètes .....	39
IV.3 Discussions des résultats .....	41
IV.3.1 Discussions des analyses partielles .....	41
IV.3.2 Discussions des analyses complètes .....	42

<b>Conclusion Générale .....</b>	<b>44</b>
----------------------------------	-----------

### **Références bibliographiques**

## Liste des abréviations

<b>C°</b>	: Degré Celsius
<b>µs/cm</b>	: Micro-siémens par centimètre
<b>m<sup>3</sup>/h</b>	: Mètre cube par heure.
<b>Ha</b>	: Hectare
<b>SMBT</b>	:Sidi M'Hamed Ben Taïba
<b>Km<sup>2</sup></b>	: Kilomètre carrée
<b>Hm<sup>3</sup></b>	: Hectomètre cube
<b>RN<sub>4</sub></b>	: Route Nationale numéro 4
<b>hm<sup>3</sup> /an</b>	: Hectomètre cube par an.
<b>mm</b>	: Millimètre
<b>m</b>	: Mètre.
<b>m /s</b>	: Mètre par seconde
<b>MES</b>	: Matière en suspension..
<b>mg/l</b>	: Milligramme par litre.
<b>m<sup>3</sup>/j</b>	: Mètre cube par jour
<b>ml</b>	: Millilitre
<b>NET</b>	: Noir d'Eriochrom T
<b>Nm</b>	: Nano mètre.
<b>DPD<sub>1</sub></b>	: Diethyl-p-Phenylene Diamine numéro1
<b>E.D.T. A</b>	: Acide éthylène-diamine tétra-acétique.
<b>TTC</b>	:Chlorure triphényl 2, 3,5-tétrazolium (additif)
<b>OMS</b>	: Organisation Mondiale de le Santé
<b>ISO</b>	: Organisation Internationale de Normalisation
<b>NA</b>	: Normes Algériennes
<b>ONU</b>	: Organisation des Nations Unies
<b>UCV</b>	: Unités de Couleur Vraie
<b>TDS</b>	: Total des Solides Dissous
<b>UTN</b>	: Unités de Turbidité Néphalométriques
<b>TH</b>	: Titre Hydrométrique
<b>TA</b>	: Titre Alcalimétrique
<b>TAC</b>	: Titre Alcalimétrique Complet

## Liste des figures

<b>Figure II-1:</b> Image satellitaire du barrage de S.M.B.T .....	12
<b>Figure II-2:</b> Cascade d'aération .....	16
<b>Figure II-3:</b> le bassin de coagulation .....	17
<b>Figure II-4:</b> le bassin de floculation .....	18
<b>Figure II-5:</b> Décantation lamellaire .....	20
<b>Figure II-6:</b> Filtration .....	21
<b>FigureII-7 :</b> fonctionnement de la station sidi m'Hamed ben Taïba.....	27
<b>Figure III-1:</b> prélèvement des analyses. ....	26
<b>Figure III-2:</b> (b)Turbidimètre, (a)Multi-paramètre .....	26
<b>Figure III-3:</b> Spectrophotomètre .....	27
<b>Figure III-4:</b> la rampe de filtration .....	27
<b>Figure III-5:</b> préparation de géloses lactosées des coliformes. ....	29
<b>Figure III-6:</b> Etuve d'incubation (37C°) .....	30
<b>Figure III-7:</b> Etuve d'incubation (44C°).....	30
<b>Figure III-8:</b> Les boites pétri des coliformes totaux et fécaux après incubation (eau brute et traitée).....	30
<b>Figure III-9:</b> compteur des colonies.....	30
<b>Figure III-10:</b> dénombrement des colonies des coliformes totaux et fécaux (eau brute et traitée)...	31
<b>Figure III-11:</b> Protocole d'analyse du chlore résiduel .....	32
<b>FigureIII-12:(a,b)</b> Protocole d'analyse des paramètres de la pollution .....	33
<b>FigureIII-13:(a,b,c)</b> Protocole d'analyse de la minéralisation globale .....	37
<b>Figure III-14:</b> Protocole d'analyse du fer dans des conditions à l'abri de la lumière .....	38

## **Liste des tableaux**

<b>Tableau I-1:</b> Principaux éléments présents dans l'eau .....	7
<b>Tableau I-2:</b> Normes bactériologiques de caractérisation de l'eau .....	8
<b>Tableau I-3:</b> Normes physico-chimiques de caractérisation de l'eau .....	9
<b>Tableau II-1:</b> Fiche technique du barrage SMBT .....	13
<b>Tableau IV-1:</b> Résultats d'analyses partielles.....	40
<b>Tableau IV-2:</b> Résultats d'analyse complètes.....	42

## **Introduction Générale**

L'eau est un élément indispensable à la vie et revêt de l'importance pour d'innombrables activités humaines.

L'eau peut être rare à certains endroits, comme les zones arides et semi- arides, ou tout simplement d'une qualité médiocre.

Il est certain que l'augmentation de la demande en eau pour les activités humaines accentuera les contraintes sur cette ressource.

En outre, les facteurs naturels, tels que la sécheresse ou les contraintes géologiques, ont un effet sur l'approvisionnement en eau potable et sa distribution.

IL est donc essentiel de quantifier et d'analyser la quantité et la qualité des réserves en eau et de trouver le moyen de gérer cette ressource pour en assurer la durabilité.

A cet égard un des facteurs majeurs gouvernant le développement des sociétés humaines est la préoccupation d'obtenir et de maintenir une provision adéquate d'eau.

Le fait de disposer d'une quantité d'eau suffisante a dominé les premières phases de développement. Cependant, sous la pression des besoins considérables, on est passé de l'emploi des eaux de source et de nappe à une utilisation de plus en plus poussée des eaux de surface. Cependant, les eaux de surface de bonne qualité sont en quantité limitée ou ont été contaminées par des activités humaines qui ont amené à détériorer la qualité de l'eau. De là apparaît la nécessité de concevoir des installations de traitement de l'eau pour fournir une eau de qualité acceptable même issues de sources en surface contaminées.

La production d'eau potable peut être définie comme la manipulation d'une source d'eau pour obtenir une qualité de l'eau qui satisfait à des buts spécifiés ou des normes érigées par la communauté au travers de ses agences régulatrices.

En effet les ressources en eau proviennent des eaux de surface et des eaux souterraines renouvelables et non renouvelables. En Algérie, l'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants liés à l'essor démographique et le développement accéléré des activités économiques, notamment l'agriculture en irrigué et l'industrie. Mais pour une bonne gestion, la connaissance de ces ressources en eau et de leur qualité est une condition nécessaire. Le développement socio-économique et l'urbanisation rapide ont eu un impact néfaste sur la qualité des ressources en eau.

De nombreux cas de pollution industrielle et urbaine ont été observés en l'occurrence au niveau des barrages, ces derniers étant l'exutoire de rejets extrêmement polluants.

En conséquence, la qualité des eaux continentales dépend de la concentration d'un certain nombre d'éléments qui y sont présent en solution ou en suspension. Le traitement d'une eau brute après son captage dépend de sa qualité et de ses constituants, critères qui varient dans le temps. L'eau puisée dans l'environnement doit donc être analysée en continu avant de subir le traitement de potabilisation approprié.

Ce contrôle exécuté, l'eau subit plusieurs traitements avant d'être distribuée dans les circuits d'eau potable.

L'objectif de notre travail est de décrire les principales étapes de traitement des eaux de surface dans la station de SIDI M'HAMED BEN TAIBA (AIN DEFLA) suivi d'un contrôle de qualité de l'amont à l'aval pour assurer une eau potable propre à la consommation selon les normes en vigueur.

Dans ce contexte ce mémoire est scindé en quatre parties. Le premier chapitre a porté sur des généralités et définitions sur l'eau, le second chapitre sur une présentation de la station SIDI M'Hamed Ben Taïba suivie des étapes de traitement de l'eau, le troisième chapitre sur les protocoles expérimentaux axé sur les prélèvements et les contrôles d'analyse effectués au laboratoire de la station et enfin le quatrième chapitre a porté sur les résultats expérimentaux et leur analyse.

## **Chapitre I: Généralités et définitions**

### **I.1 Définition de l'eau**

L'eau est un composé chimique simple ubiquitaire sur la terre, Sa formule chimique est  $H_2O$ . L'eau est un élément constitutif du milieu naturel dans l'écosystème, c'est également un élément indispensable à toute forme de vie sur notre planète et recouvre les 3/4 de la surface du globe terrestre : sans oublier l'eau contenue dans le sol et la végétation [1]. Elle entre dans la composition du corps humain et la plupart des aliments. Elle est utilisée en alimentation humaine et animale, en industrie, en agriculture et autres secteurs. De par sa consommation, elle joue également un rôle important dans la transmission des maladies hydriques par les agents pathogènes qu'elle véhicule [2]. Une eau potable satisfait un certain nombre de caractéristiques la rendant propre à la consommation humaine.

### **I.2 Eaux naturelles**

Les eaux naturelles sont constituées d'eaux souterraines, des eaux terrestres et des eaux de mer.

#### **I.2.1 Eaux souterraines**

Les eaux souterraines sont toutes les eaux se trouvant sous la surface du sol et en contact direct avec le sol ou le sous-sol et se caractérise par une contamination bactérienne faible, car elle est habituellement à l'abri des sources de pollution [3].

#### **I.2.2 Eaux de surface**

Notre étude a porté sur les eaux de surface en effet les principales sources d'eau potable sont les eaux de surface. Ces eaux s'avèrent souvent impropres à la consommation humaine en raison de la pollution générée par nos activités urbaines, industrielles et agricoles. En effet, la qualité des eaux de surface varie, selon les régions et les périodes de l'année, suivant leurs origines. La nature et l'intensité des activités ne permettent pas toujours au cours d'eau de diluer ou de neutraliser la pollution à un niveau acceptable, si bien que l'eau ne peut pas être utilisée pour la consommation. L'emplacement des prises d'eau par rapport aux sources de pollution est aussi déterminant pour la qualité de l'eau. Il convient ainsi de situer la prise d'eau en amont d'une source importante de pollution et de protéger cette prise d'eau en interdisant l'émission de contaminants aux alentours dans une zone d'une étendue respectable. Les eaux de surface sont constituées des eaux circulantes ou stockées à la surface des continents (Barrages, les lacs, les rivières...). Le coût du traitement, les variations saisonnières des caractéristiques de l'eau et les difficultés engendrées par les produits secondaires issus de la chloration d'eaux trop riches

en matière organiques constitue les inconvénients majeurs des eaux de surface par rapport aux eaux souterraines [4], [5].

### **I.2.2.1 Caractéristiques générales des eaux de surface**

Les eaux de surface contiennent les impuretés qui ont pour origine:

- La dissolution des encaissants (roches, terrains...) qui sont responsable du pH et de la conductivité;
- Les colloïdes minéraux (argiles ; sels de silice ...) responsables de la turbidité;
- Les matières organiques d'origines naturelles telles que produits de dégradation des végétaux ; métabolites des algues et microorganismes ou d'origines artificielles due à la pollution urbaines, industrielle et agricole (pesticides ; fongicides ; herbicides...) [6].

### **I.2.2.2 Pollution des eaux de surface**

La pollution comprend toute nuisance apportée à un écosystème qu'elle soit une modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau. C'est la contamination de l'eau par les corps et substances étrangers tels que des micro-organismes, des produits chimiques, des déchets industriels ; due à des déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matières de toute nature [7].

## **I.3 Eaux potables**

Selon L'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S, 1972) une eau potable peut être définie comme une eau qui est sans danger pour l'usage domestique, y compris pour boire, et la préparation des aliments; elle doit avoir les propriétés organoleptiques, physicochimiques et biologiques qui satisfont les besoins biologiques de l'homme et répondre à certains critères de la qualité très stricte fixée par le ministre de la santé et le conseil supérieur du secteur d'hygiène publique. Aussi elle doit être sans couleur ni odeur, ni goût. Ces critères sont déterminés par l'absence de bactéries, de virus et de toute substance toxique, et la présence de sels physiologiquement nécessaires (calcium, magnésium, sodium et potassium) à des concentrations normalisées [8]. Selon l'Organisation des Nations Unies (ONU), 91% de la population mondiale a accès à une « source améliorée » d'eau potable.

### **I.3.1 Paramètres caractéristiques de la qualité des eaux**

Les qualités admises d'une eau d'alimentation impliquent la garantie de son innocuité vis-à-vis de l'homme qui est appelé à la consommer. Toutefois, ses qualités ne peuvent pas se définir dans l'absolu, ni d'une manière inconditionnelle. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a édicté des normes internationales pour l'eau de boisson [9]. Ces normes sont variables suivant la législation en vigueur.

## ✚ Les Propriétés organoleptiques

Ces paramètres concernent les qualités sensibles de l'eau : la couleur, la saveur, l'odeur et la transparence.

### a. La Couleur

Dans l'idéal, l'eau potable doit être claire et incolore. Le changement de couleur d'une eau potable peut être le premier signe d'un problème de qualité. Dans un échantillon d'eau, l'intensité relative d'une couleur est analysée à l'aide d'une échelle arbitraire composée d'Unités de Couleur Vraie (UCV) [10].

### b. Goût et Odeur

Les eaux de consommation doivent posséder un goût et une odeur non désagréables. La plupart des eaux, qu'elles soient ou non traitées, dégagent une odeur plus ou moins perceptible et ont une certaine saveur. Ces deux propriétés, purement organoleptiques, sont extrêmes subjectives et il n'existe aucun appareil pour les mesurer [10].

### c. Turbidité

La turbidité désigne la teneur d'une eau en particules suspendues qui la troublent. C'est la propriété optique la plus importante des eaux naturelles. On mesure la turbidité en Unités de Turbidité Néphalométriques (UTN) à l'aide d'un turbidimètre [10].

## ✚ Caractères physico-chimiques

### a. Température :

Pour l'eau potable, la température maximale acceptable est de 25°C, car on admet que l'eau doit être rafraîchissante. Quand les eaux naturelles sont au-dessus de 25°C, il y a un risque de croissance accélérée de micro-organismes, d'algues, entraînant des goûts et des odeurs désagréables ainsi qu'une augmentation de couleur et de la turbidité [11].

### b. Potentiel d'hydrogène PH :

C'est une mesure de l'activité des ions H<sup>+</sup> contenus dans une eau. En chimie, par convention, on considère que le pH de l'eau pure comme celui qui correspond à la neutralité d'une solution [10].

### c. Total des Solides Dissous(TDS)

La salinité totale d'une eau correspond à la somme des cations et des anions présents exprimée en mg/l [10].

**d. Les résidus secs à 180°C**

Les résidus secs obtenus par évaporation, représentent les matières dissoutes et en suspensions [10].

**e. Dureté ou titre hydrométrique (TH)**

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau est une grandeur reliée à la somme des concentrations en cations métalliques, à l'exception de ceux des métaux alcalins ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ). Dans la plupart des cas, la dureté est surtout due aux ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et magnésium  $\text{Mg}^{2+}$  (Ions alcalino-terreux). Degré hydrotimétrique ( $^{\circ}\text{TH}$ ) correspond à une concentration en ions  $\text{Ca}^{2+}$  ou  $\text{Mg}^{2+}$ . Un degré hydrotimétrique correspond aussi à un degré français ( $1^{\circ}\text{F}$ ) [10].

**f. Conductivité électrique**

La conductivité des eaux est souvent liée à la concentration en sels minéraux dissous. Son unité est exprimée en ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) [12].

**g. Alcalinité**

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des bicarbonates, carbonates et les hydroxydes, elle est mesurée soit par le titre alcalimétrique ou par le titre alcalimétrique Complet [12].

**h. Titre Alcalimétrique (TA) ou Titre Alcalimétrique Complet (TAC)**

Les valeurs relatives du TA et du TAC permettent de connaître les teneurs en Hydroxydes, carbonates et hydrogénocarbonates contenu dans l'eau. Le TA permet de déterminer en bloc la teneur en hydroxydes et seulement la moitié de celle en carbonate. La TAC assure la détermination de la teneur en hydrogénocarbonates [13].

**i. Chlorure**

Les teneurs en chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Ainsi, les eaux courantes non polluées ont souvent une teneur en chlorures. Dans l'eau, le chlorure n'a ni odeur, ni couleur, mais peut procurer un goût salé [14].

**j. Autres principaux éléments présents dans l'eau**

En plus du chlorure présent dans l'eau, elle contient aussi d'autres éléments chimiques, cations et anions qui sont décrit sur le tableau suivant [3].

**Tableau I-1:** Principaux éléments présents dans l'eau [3].

Cations	Anions
Calcium (Ca <sup>2+</sup> )	Sulfates (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )
Magnésium (Mg <sup>2+</sup> )	Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
Sodium (Na <sup>+</sup> )	Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )
Potassium (K <sup>+</sup> )	Chlorures (Cl <sup>-</sup> )
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Carbonate (CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> )

### ✚ Caractères microbiologiques:

parmi les caractères d'une eau potable, on y trouve les caractères biologiques ou bien Bactériologiques. Les microorganismes recherchés dans l'eau de consommation sont les suivants:

#### a. Coliformes totaux

Les coliformes totaux constituent un groupe de bactéries que l'on retrouve fréquemment dans l'environnement, par exemple dans le sol ou la végétation, ainsi que dans les intestins des mammifères. Les coliformes totaux n'entraînent en général aucune maladie, mais leur présence indique qu'une source d'approvisionnement en eau peut être contaminée par des microorganismes plus nuisibles [14].

#### b. Coliformes fécaux

Présentent les mêmes propriétés que les coliformes totaux mais ils se développent à 44°C dont l'origine fécale est plus nette [14].

### ✚ Paramètres indésirables ou toxiques

#### a) Fer et manganèse

Ces deux éléments existent dans la plupart des eaux et sont généralement liés ; ils entraînent des conséquences similaires : formation de dépôts, goûts désagréables et prolifération bactérienne. Bien que nécessaire à la nutrition humaine, le fer et manganèse ne doivent pas dépasser certaines teneurs.

#### b) Métaux lourds

Certains éléments sont rarement présents dans les eaux à l'état naturel mais sont apportés par les divers rejets. La dose dangereuse est difficile à fixer car la toxicité de ces éléments est surtout d'origine cumulative. Les principaux d'entre eux sont : argent, cadmium, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc etc. [3].

## ✚ Paramètres biologiques

### o Matières organiques

Les matières organiques sont dissoutes dans toutes les eaux et même si elles existent seulement sous forme de traces, leur teneur indique une charge de l'eau en matières polluantes [3].

### I.3.2 Normes de potabilité

Jusqu'au début du siècle on déterminait si une eau était potable à partir des seuls sens. L'eau devait ainsi être agréable au goût, dépourvue d'odeur désagréable et limpide. Ce type sommaire d'évaluation a conduit dans plusieurs cas à des catastrophes. Aujourd'hui on mesure plutôt les caractéristiques les plus appropriées et on les compare à des normes. Ces normes ne sont pas définitives, étant donné que le déversement des eaux usées industrielles augmente la quantité et la diversité des produits toxiques présente dans une eau. Les normes, c'est-à-dire les concentrations maximales acceptables et les modalités d'application, sont différentes d'un pays à l'autre voire d'une province à l'autre. Ils visent à fournir aux consommateurs une eau qui ne constitue pas un risque pour la santé [15].

#### ➤ Les normes bactériologiques

L'eau potable ne doit contenir ni microbes, ni bactéries pathogènes, ni virus qui pourraient entraîner une contamination biologique et être la cause d'une épidémie [16].

**Tableau I-2:** Normes bactériologiques de caractérisation de l'eau [17].

Paramètres	Méthode	Unités	Valeur Limite
Coliformes totaux	ISO 9308-1	n /100 ml	0
Coliformes fécaux	ISO 9308-1	n /100 ml	0
Enterecoques	ISO 7899-2	n /100 ml	0
Sulfito-réducteurs	ISO 6461	n/20 ml	0

#### ➤ Les normes physico-chimiques :

Le tableau suivant représente les normes de l'OMS, algériennes (NA) et internationales (ISO) pour quelque paramètres physico-chimiques de l'eau potable.

**Tableau I-3:** Normes physico-chimiques de caractérisation de l'eau [17].

<b>Structure de l'eau</b>			
<b>Paramètres</b>	<b>Méthode</b>	<b>Unités</b>	<b>V.L</b>
<b>PH</b>	NA 751	Unité PH	$\geq 6,5$ et $\leq 9$
<b>Conductivité</b>	NA 749	$\mu\text{S}/\text{Cm}$	2800
<b>Résidu sec</b>	NA 6945	Mg/L	1500
<b>Température</b>	NA 750	$^{\circ}\text{C}$	25
<b>Turbidité</b>	NA 746	NTU	5
<b>Chlore résiduel</b>	NA 2062	Mg /L	0.5
<b>Oxygène dissous (<math>\text{O}_2\text{dis}</math>)</b>	NA 1654	%	Pas de valeur
<b>Matières oxydables</b>	ISO 8467	Mg/L $\text{O}_2$	5
<b>Chimie de l'eau (Anions et cations)</b>			
<b>Chlorures</b>	ISO 6917	Mg/L	500
<b>Nitrates</b>	NA 1656	Mg/L	50
<b>Sulfates</b>	Méthode interne	Mg/L	400
<b>Nitrites</b>	NA 1657	Mg/L	0.2
<b>Bicarbonates</b>	ISO 9963	Mg/L en $\text{CaCO}_3$	500
<b>Carbonates</b>	ISO 9963	Mg/L	Pas de valeur
<b>Titre alcalimétrique complet (<math>\text{TAC}</math>)</b>	ISO 9963	$\text{F}^{\circ}$	50
<b>Ortho phosphates</b>	NA 2364	Mg/L en P	5
<b>Calcium</b>	NA 1655	Mg /L	200
<b>Magnésium</b>	NA 752	Mg /L	150
<b>Sodium</b>	NA 1653	Mg /L	200
<b>Potassium</b>	NA 1653	Mg /L	20
<b>Ammonium</b>	ISO 7150	Mg /L	0.5
<b>Dureté totale</b>	NA 752	$\text{F}^{\circ}$	50

<b>Micropolluants organiques Indésirables et toxiques</b>			
<b>Fer</b>	ISO 15586	Mg/L	0.3
<b>Manganèse</b>	ISO 15586	µg /L	50
<b>Cuivre</b>	ISO 15586	Mg/L	2
<b>Plomb</b>	ISO 15586	µg /L	10
<b>Cadmium</b>	ISO 15586	µg /L	3
<b>Chrome</b>	ISO 15586	µg /L	50
<b>Nickel</b>	ISO 15586	µg /L	70

### I.3.3 Réglementation sur les eaux potables

L'organisation des nations unies (ONU) a déclaré les années 1981 à 1990 « décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement ». L'ONU s'est ainsi fixée pour objectif l'approvisionnement en eau pure et l'assainissement pour tous les individus de la planète en 1990 ce qui constitue une entreprise de taille. L'organisation mondiale de la santé (OMS) et la banque mondiale estimaient qu'il faudrait investir au départ de 300 à 600 milliards de dollars américains pour atteindre cet objectif. L'organisation mondiale de la santé (OMS) estime par ailleurs que les eaux polluées sont responsables de 50% des cas de mortalité infantile et de 80% des maladies à transmission hydrique affectent la population mondiale on retrouve ainsi en permanence 400 millions de personnes atteintes de gastro-entérite, 200 millions de schistosomiase (bilharziose), 160 millions de paludisme et 300 millions d'onchocercose. Une étude récente a en effet révélé que, chaque année aux Etats-Unis 35000 étaient victimes de salmonellose, 200 000 de shigellose et 75 000 d'hépatite à virus A [15]. Parmi les infections à transmission hydrique que l'on retrouve en Algérie, on peut citer : la fièvre typhoïde, le choléra, les hépatites infectieuses, les dysenteries, la poliomyélite... [18]. Les maladies à transmission hydrique appelées par contraction (MTH) sont des infections dues par l'ingestion d'eau contaminée par certains germes, comme les bactéries, les virus ou les parasites issues d'une fèces humaine ou animale [19].

#### I.3.3.1 Objectifs de traitement de l'eau

Parce qu'il faut respecter les normes de qualité de l'eau avant sa mise en distribution et que la qualité de la ressource ne répond pas toujours à ces normes [20].

Ceux-ci peuvent être répartis en trois groupes :

- La santé publique, qui implique que l'eau destinée à la consommation humaine est exemptée d'éléments chimiques et/ou biologiques susceptibles, à plus ou moins long terme à la sante des individus. Elle doit donc répondre aux normes physicochimiques et bactériologiques.
- L'agrément du consommateur, qui est différent du premier point car une eau peut être agréable à boire tout en étant dangereuse (source polluée...) il s'agit des qualités organoleptiques.
- La protection du réseau de distribution, et aussi des installations des usagers (robinetterie, chauffe-eau...) contre l'entartrage et/ou corrosion. Dans tous les pays, ces objectifs se traduisent par une réglementation officielle.

### **I.3.3.2 Chaîne de traitement**

Toutes les eaux du milieu naturel dites 'brutes' ont besoin d'un traitement avant d'être consommées, afin de répondre aux normes en vigueur définissant une eau bonne pour la consommation humaine. Elles sont alors acheminées jusque dans une usine de production d'eau potable. Le traitement d'une eau brute dépend de sa qualité, liée à son origine. L'eau principale traitée étant les eaux de surface et les eaux souterraines [21]. La chaîne de traitement conventionnelle des eaux de surface destinées à la consommation comprend dans la plupart du temps six étapes à savoir la pré-chloration, la coagulation, la floculation, la décantation, la filtration et la désinfection. Chacune de ces étapes comprend des techniques spécifiques pour améliorer la qualité de l'eau. Cette chaîne de traitement a été conçue à la base pour la réduction de la turbidité en éliminant toutes sortes de matières en suspension.

## **I.4 Barrage**

Un barrage peut être défini comme toute structure qui obstrue temporairement ou en permanence le passage de l'eau, ou bien l'accumulation d'eau derrière elle. La majorité des barrages sont construits par des humains pour contrôler le mouvement de l'eau dans les rivières, les ruisseaux et les estuaires ou pour le stocker. Ils ont été construits dans des sociétés de production d'eau potable, agricoles et industrielles, et semblent être les technologies humaines les plus anciennes et les plus durables conçues expressément pour une meilleure gestion des ressources des eaux [22]. Les barrages permettent de réduire les risques d'inondation, sécheresse ...et de favoriser le développement économique dans de nombreuses régions. Les divers buts d'utilisation d'un barrage sont l'alimentation en eau potable (après traitement), l'irrigation, la production de l'énergie électrique, les besoins industriels.

## **Chapitre II: Chaîne de traitement des eaux de la station de Sidi M'Hamed Ben Taïba**

La station de traitement d'eau potable de Ben Taïba est prévue pour traiter un débit moyen d'eau brute de 1890 m<sup>3</sup>/h. L'eau brute est une eau de surface dont la qualité sera à vérifier régulièrement pour que la potabilisation puisse être assurée. La qualité de l'eau traitée doit respecter les recommandations de l'OMS.

La chaîne de traitement est composée de deux lignes, excepté l'ouvrage. Cependant, le débit est divisé sur certains ouvrages afin d'améliorer la fiabilité, les opérations de maintenance et la souplesse de fonctionnement de la station [6].

### **II.1 Barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba (BSMBT)**

La station est alimentée en eau brute fournie par barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba qui est implanté dans une région à vocation agricole, dont l'habitation se situe en dehors de la cuvette du barrage qui permet de mobiliser un volume de 75 Million m<sup>3</sup> permettant d'assurer un complément d'eau potable de l'agglomération de Ain Defla et des villes d'Arib, Khemis Miliana et Mkhatria, et de satisfaire les besoins agricoles des périmètres d'E1 Amra et d'Abadia d'une superficie nette de 8500 ha.



**Figure II-1:** Image satellitaire du barrage de S.M.B.T

L'aménagement du barrage de SMBT est implanté sur Oued Ebda, affluent de la rive droite de Cheliff, à l'exutoire d'un bassin versant de 273 km<sup>2</sup> avec un apport annuel régularisable de 56 hm<sup>3</sup>. L'aménagement est situé à 8 km au Nord-Est du chef-lieu de la wilaya d'Ain Defla ; dans la Daïra d'El-Amra commune d'Arib, il est accessible par la RN4.

Le site se trouve sur l'oued Ebda immédiatement au Sud de la confluence de deux oueds situés au Nord : oued Ferhat et oued El-Had qui partent dans le bassin versant et s'étendent jusqu'à la montagne de Djebel Boumaàd et Djebel Zaccar Gharbi.

Les caractéristiques du barrage de Sidi M'Hamed Ben Taïba et celles de son bassin versant sont présentées comme suit dans le tableau II.1 [23], [24], [25].

**Tableau II-1:** Fiche technique du barrage SMBT

<b>Date mise en service</b>	<b>2005</b>
<b>Superficie du bassin versant</b>	<b>194 Km<sup>2</sup></b>
<b>Apport moyen interannuelle du bassin versant</b>	<b>49 Hm<sup>3</sup> contre 29 Hm<sup>3</sup> Estimé par l'ABH</b>
<b>Capacité du barrage</b>	<b>75 Hm<sup>3</sup></b>
<b>Volume régularisé</b>	<b>56 Hm<sup>3</sup>/an</b>
<b>Apport moyen annuel</b>	<b>76 Hm<sup>3</sup></b>
<b>Précipitation moyen annuel</b>	<b>938 mm</b>
<b>Volume annuel des apports solide</b>	<b>330000 m</b>
<b>Crue probable de projet</b>	<b>2647 m/s</b>

Ce barrage alimente en eau potable les villes de Ain Defla, Mekhatrîa, Arib, Khemis Miliana, Sidi Lakhdar, El Attaf et Rouina (2003), avec un volume de 35,6 Hm<sup>3</sup> et il renforce aussi l'irrigation du périmètre de Amra Abadia avec un volume de 37,5 Hm<sup>3</sup> [23], [24], [25].

L'eau destinée à la distribution publique doit être traitée pour éliminer les pathogènes responsables des maladies et assurer la satisfaction de l'utilisateur en matière de potabilité. Les eaux de surface devraient subir des modifications physiques, chimiques et biologiques qui les rendent potables. Pour traiter ces eaux de surface, la chaîne de traitement moderne utilise le procédé physicochimique qui consistait en deux primordiales phases :

- Clarification;
- Bactéricide et virulicide [6].

### **✚ Le traitement de clarification**

Le but de la clarification est ainsi l'élimination de ces particules fines indésirables qui confèrent à l'eau des apparences troubles ainsi que des odeurs et saveurs désagréables. Pour ce faire, on a recours aux procédés physicochimiques pour modifier l'état initial des corps présents dans l'eau et créer des conditions favorables à leur décantation, d'où la technique de coagulation-floculation. Elle consiste à former des floes, les matières en suspension organiques et minérales et les substances colloïdes. Ces matières indésirables s'étant agglomérées, elles décantent au fond du bassin de décantation où elles sont régulièrement extraites. Par contre l'eau surnageant est filtrée soit sur sable (afin d'éliminer les fines particules en suspension qui restent), soit sur sable ou charbon actif (afin d'éliminer en plus les couleurs et odeurs dues à la matière organique) [6].

### **✚ Le traitement bactéricide et virulicide**

Cette étape est la phase d'inactivation et éventuellement la destruction des bactéries et des virus pathogènes grâce à l'action des oxydants désinfectants. Les oxydants le plus utilisé est le chlore. Afin d'éliminer les maladies et assurer la satisfaction de l'utilisateur en matière de potabilité.

Ces étapes de traitement doivent nous fournir une eau inodore, incolore et présenter toutes les garanties sous le plan physicochimique et microbiologique [6].

## **II.2 Etapes de traitement**

### **II.2.1 Arrivée d'eau brute**

#### **II.2.1.1 Fonction principale**

C'est le premier ouvrage du site de la station de traitement. Les eaux brutes de la station de traitement Ben Taïba proviennent du barrage. Les eaux brutes s'écoulent gravitairement dans la station de traitement lorsque le niveau d'eau dans le barrage est élevé. Elles sont refoulées dans la station de traitement par des pompes lorsque le niveau dans le barrage est bas. Le niveau critique dans le barrage, déterminant le changement entre l'écoulement gravitaire et le démarrage des pompes, dépend du débit dans la station de traitement [6].

On prélève des échantillons de l'eau brute. On fait des analyses physico-chimiques au niveau de laboratoire, partielles qui sont journalières (3 fois par jour) et des analyses complètes qui sont mensuelles. Ainsi que des analyses bactériologiques avant traitement.

## II.2.2 Pré chloration

Le chlore (l'eau de javel) est un oxydant puissant et un bactéricide utilisé en pré chloration pour la destruction de composés de l'eau brute tels que les micro-organismes et les algues. Par son effet rémanent, il assure la propreté des ouvrages contre la formation de couches d'algues par exemple sur les parois ou sur les plaques du décanteur ou encore en surface du lit filtrant des filtres à sable [6]. L'oxydation par le chlore a une bonne efficacité sur l'ammoniaque, le fer et le manganèse. Il facilite également la clarification. La réaction d'oxydation par le chlore a néanmoins l'inconvénient de former des composés organiques chlorés et de générer des mauvais goûts [20].

La dose optimale est déterminée au laboratoire au moyen de la méthode du breakpoint par l'analyse de la demande en chlore (0.6mg/l).

## II.2.3 Cascades d'aération

### II.2.3.1 Description et fonction principale

Après l'ouvrage de régulation, l'eau brute est introduite dans une chambre de répartition, et ce dans le but d'assurer une équi-répartition du débit vers les deux lignes d'aération par cascade par création d'une perte de charge lors du passage de l'eau au travers de leur cadre calibré.

Les cascades servent à l'aération de l'eau brute. En cas où le niveau de prise d'eau est fixé en niveau bas du barrage, cette aération peut être nécessaire pour assurer les 70 % de saturation requis en fin du traitement.

L'aération, faite naturellement par chute, sera réalisée par une double cascade et a pour objet:

- ✓ d'augmenter la teneur en oxygène de l'ordre de 70% de la saturation;
- ✓ de réduire ou même éliminer les teneurs en bioxyde de carbone ;
- ✓ de réduire ou même éliminer les teneurs en sulfure d'hydrogène ;
- ✓ D'oxyder le fer et le manganèse.

Le réservoir sous cascade assure principalement la distribution vers les lignes de décantations et une zone de mélange avec un temps de contact pour les injections des réactifs qui faites automatiquement.

Chaque cascade est constituée d'un canal central avec des marches créant 4 chutes d'environ 0,3 m sur 10 mètres linéaires chacune. Cette disposition garantie le meilleur contact possible entre l'eau et l'oxygène de l'air [6].

L'injection de sulfate d'alumine, de l'eau de javel (La préparation se faites manuellement) et à l'acide sulfurique se fait au niveau du réservoir.

Le sulfate d'aluminium est utilisé pour la déstabilisation des substances colloïdales contenues dans l'eau brute afin d'initier la formation de floccs [6].

L'acide sulfurique est injecté à l'entrée de la cascade d'aération pour abaisser la valeur du pH de l'eau brute. Le but est d'obtenir un pH d'optimisation pour l'effet du sulfate d'alumine en coagulation. De même il abaisse ce pH si celui-ci est trop élevé en sortie de station [6].



**Figure II-2:** Cascade d'aération

## **II.2.4 Ouvrage de Décantation**

La fonction principale de l'ouvrage de décantation est de réduire la teneur en MES à un niveau suffisamment bas pour permettre un traitement économique par filtration [6].

### **II.2.4.1 Chambres de mélange/coagulation**

#### **1) La coagulation**

Les colloïdes présents dans l'eau brute sont des particules impossibles à décanter naturellement ou spontanément, et pour lesquelles les phénomènes de surface sont primordiaux. Ils sont très généralement chargés négativement (imperfections du réseau cristallin, ionisation

des groupements chimiques périphériques). Ces phénomènes régissent la stabilité des suspensions colloïdales.

La coagulation s'effectue par déstabilisation des colloïdes et cela par neutralisation de cette charge négative de surface, au moyen des ions positifs, présents dans l'eau brute ou ajoutés, qui viennent former une couche autour du colloïde après mélange intime du sulfate d'alumine sous haute turbulence par apport d'énergie mécanique. Il s'agit de la première étape du traitement physicochimique proprement dit.

Dans le système, l'eau arrive dans la première chambre de mélange, équipée d'un électro-agitateur à vitesse rapide. Dans cette, le sulfate d'alumine injecté en tête de station ainsi que l'éventuel débit de recirculation des eaux sales de lavage sont mélangés à l'eau brute.

Le sulfate d'alumine est injecté afin d'initier la formation de floccs ayant de bonnes caractéristiques de décantation. Dans la même chambre, le polymère en solution (poly-électrolyte) est introduit et mélangé énergiquement, compte tenu de sa faible solubilité, pour la floculation. A la sortie de la chambre, la déstabilisation des matières en suspension et matières colloïdales a eu lieu et les floccs en formation sont prêts à grossir dans la chambre de floculation. Il est démontré que pour être efficace, ce mélange doit être effectué au moyen d'une dissipation d'énergie (par agitation rapide) répartie de manière uniforme au sein du fluide, ce qui permet d'obtenir une déstabilisation immédiate de la suspension. Ce mélange doit être effectué très rapidement pour éviter une rupture des microflocs naissants.

Les doses optimales du sulfate d'alumine (7mg/l) et du poly-électrolyte (0.05mg/l) sont déterminées au laboratoire par jar-test. La notation du test doit être faite en fonction de la grosseur des floccs, et surtout en fonction de la qualité du clair surnageant. Ce test doit être effectué à chaque changement considérable de la turbidité [6].



**Figure II-3:** le bassin de coagulation

#### II.2.4.2 Flocculation

##### a) Description et fonction principale

La flocculation est une étape fondamentale du processus d'ensemble de clarification. En effet, de son résultat dépend pour beaucoup le rendement observé dans l'étape suivante de clarification. L'objectif de la flocculation est donc l'agglomération des particules colloïdes déstabilisées ainsi que les autres particules issues de la recirculation des boues et des eaux sales de lavage. Ceci se réalise par une agitation lente et contrôlée favorisant une bonne croissance des flocs sans toute fois les casser après leur formation.

La notion de durée de flocculation est importante, mais les expériences prouvent que 10 à 15 min, correspondent aux temps de rétention optimum, fonction des caractéristiques de l'eau. Le bassin de flocculation de chaque ligne a un volume équivalent à 630 m<sup>3</sup> qui correspond à un temps de séjour dans le bassin de flocculation d'environ 20 minutes y compris les débits des pompes de recirculation des boues et de l'eau de lavage des filtres, permettant ainsi d'assurer une flocculation optimale et efficace.

La mission du brassage lent effectuée au moyen de deux agitateurs suspendus, est bien entendu de favoriser le contact entre les microflocs en cours de formation et en particulier, entre ceux-ci et les particules plus importantes pour accentuer le phénomène de flocculation.

Les traiteurs d'eau appellent souvent par erreur "floculant" les sels d'aluminium et de fer, et "adjuvants de floculation" les polymères. Les adjuvants de floculation sont en réalité des argiles ou autres colloïdes que l'on ajoute parfois pour augmenter la vitesse de floculation .

Le polymère est l'élément de floculation. Il contribue à l'agglomération des particules colloïdales déstabilisées (ou coagulées) ainsi que des autres particules issues de la recirculation des boues et eaux sales de lavage afin d'augmenter la taille des floccs et réduire la turbidité interstitielle [6]. Le dosage du polymère se fait automatiquement par des pompes doseuses.



**Figure II-4:** le bassin de floculation

### II.2.4.3 Décantation lamellaire/Clarification

#### o Description et fonction principale

Après l'étape de coagulation/floculation, dont l'objectif est de former des macro floccs, l'eau est traitée par décantation, c'est-à-dire la séparation physique des matières solides et de l'eau claire.

L'installation de lamelles dans la partie supérieure du décanteur améliore le rendement de cette séparation pour deux raisons:

- Flux contre-courant, c'est-à-dire le flux de boues s'écoule en direction inverse par rapport au débit de l'eau.
- Par le système lamellaire la surface de clarification est très grande, par rapport aux dimensions du bassin.

Afin de limiter les pertes en eau, les boues seront épaissies en fond d'ouvrage par le moyen de l'épaississement mécanique avec un racleur circulaire qui est installé au dessous des plaques lamellaires. En effet, lors de la rotation du pont, le racleur circulaire entraîne la boue vers la fosse centrale et la herse contribue à l'épaississement des boues en facilitant la séparation eau/boue.

Par ce raclage, on obtient une compaction efficace des boues traitées. Cette compaction est encore améliorée par l'effet de la gravité. L'eau clarifiée s'écoule dans des canaux de récupération en surface de l'ouvrage. Afin d'assurer une filtration économique, l'eau clarifiée doit être à moins de 10 mg/l, dépourvue de gros floccs et de polymère résiduel.

Les boues s'écoulent gravitairement vers le bas et seront collectées dans le système d'épaississement. Le débit de surverse de chaque lamelle est collecté par un seuil dans des chenaux situés sur la partie supérieure.

La solution de lait de chaux est injectée à la sortie des décanteurs et ce en fonction de la valeur de pH de l'eau décantée. Cette injection est faite afin d'optimiser l'effet du sulfate d'alumine par maintien d'un pH optimal de l'eau traitée afin que son caractère agressif ou incrustant ne soit maintenu [6].

On prélève des échantillons de l'eau décantée pour faire des analyses physico- chimique partiels.



**Figure II-5:** Décantation lamellaire

#### **II.2.4.4 Evacuation des boues**

L'extraction ou évacuation des boues excédentaires sert à éliminer l'apport de boues constitué essentiellement des matières en suspensions contenues dans l'eau brute et décantées lors de la phase décantation, des composés solides issues des réactions des réactifs chimiques avec l'eau, de l'accumulation sur filtres à sables des particules non piégées à l'étape de décantation.

Les boues sont extraites régulièrement des décanteurs. Cette régularité est nécessaire afin d'éviter la prise en masse des boues et les bouchages des conduites du réseau d'extraction. La fréquence et le débit d'extraction sont choisis par l'opérateur et ce pour créer, maintenir ou réduire le niveau de boue dans le décanteur. En effet, ce choix est étroitement dépendant et fonction de la turbidité d'entrée ou exactement la quantité de matière en suspension d'eau brute et la quantité massique des réactifs de dosage appliqués (principalement le Sulfate d'alumine) [6]. On évacue ces boues vers l'oued EBDA par un réseau de vidange.

#### **II.2.5 Filtration**

##### **II.2.5.1 Description et fonction principale**

L'eau ayant subi préalablement les étapes de coagulation/floculation/décantation présente alors une turbidité stable souvent inférieure à 10 NTU. La filtration de cette eau sur un lit de sable d'une granulométrie adaptée constitue un traitement de finition permettant d'obtenir une eau claire répondant aux normes de potabilité en matière de turbidité avant désinfection.

En particulier, le principe de la durée et la qualité de la filtration est basé sur une équirépartition de la vitesse de filtration entre tous les filtres. Ceci est assuré par un réglage identique des déversoirs en entrée de filtres et calibration des orifices d'entrée. La lame d'eau sur déversoir sera donc identique pour tous les filtres. La régulation de niveau maintiendra une chute du déversoir minimale et une charge d'eau maximale sur le filtre (afin de limiter les lavages).

Afin de régénérer la capacité de filtration des filtres, les MES piégées dans le lit filtrant doivent être évacuées régulièrement par lavage à contre courant. Ceci est nécessaire lorsque la perte de charge au travers du lit filtrant due, pour un débit donné, à l'encrassement (ou colmatage par accumulation de particules entre les grains de sable) du filtre ne permet plus au système de régulation de maintenir le niveau de fonctionnement.

L'ouvrage de filtration est constitué d'un canal de distribution d'eau décantée et d'une batterie de 04 filtres.



Figure II-6: Filtration

L'opération de lavage des cellules de filtration est du type assisté à partir du pupitre des filtres. Chaque cellule peut être lavée séparément tout en continuant à produire le débit initial de traitement sur les autres filtres. Le lavage des filtres sera un lavage à l'air, se fait par les Surpresseurs d'air et lavage à l'eau, se fait par les pompes centrifuges (02 + 1 Réserve). Les eaux sales de lavage seront pompées vers l'ouvrage d'entrée décanteur et mélangé à l'eau brute venant de la cascade d'aération.

Le programme se déroule en cinq étapes principales, arrêt de filtration et mise en lavage, détassage à l'air seul ( $60 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ ) pendant environ 1 minute, barbotage à l'air ( $60 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ ) et à l'eau ( $12,50 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ ) pendant environ 3 minutes, rinçage à grand débit d'eau ( $25 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ ) pendant environ 8 minutes, fin de lavage et remise en filtration [6].

### II.2.6 Réservoir d'eau filtrée

Après la filtration, l'eau collectée en sortie des vannes de régulation des filtres s'écoule dans le réservoir d'eau claire, situé sous la galerie des filtres. Le réservoir d'eau claire d'une capacité qui sera de  $700 \text{ m}^3$  sert au lavage des filtres. Il se termine par un déversoir qui permet de maintenir le réservoir plein pendant la phase de filtration. Ce volume permet de procéder au lavage de deux filtres, même en l'absence de débit entrant dans le réservoir. [6].

On prélève des échantillons de l'eau filtrée pour les analyses physico- chimique partielles.

### II.2.7 Réservoir de désinfection

Après le réservoir d'eau de lavage, l'eau s'écoule dans les réservoirs d'eau traitée (capacités égales à  $1250 \text{ m}^3$  et  $5000 \text{ m}^3$ ).

Le point d'injection de la post-chloration est situé au niveau de l'entrée du réservoir d'eau traitée 1250 m<sup>3</sup> pour l'appoint de la pré-chloration. Ce premier compartiment, dit canal de contact, permet d'assurer, sur la base du débit nominal de la Station, un mélange minimum de 40 min et sert de contact entre le chlore (0.6 mg/l) et l'eau traitée, l'eau est alors acheminée par une conduite DN600 vers les compartiments du réservoir 5000 m<sup>3</sup> [6].

La désinfection a pour objectif d'éliminer les organismes pathogènes et de maintenir un résiduel bactériostatique qui évite la reviviscence bactérienne dans les réseaux de distribution, ce qui permet de préserver la qualité de l'eau [20]. Le chlore assure la destruction nécessaire à la potabilisation de l'eau de la plupart des germes et micro-organismes pouvant être rencontrés dans l'eau filtrée [6]. Son effet rémanent agit également sur les micro-organismes se trouvant ou pouvant être introduits dans les premiers ouvrages de stockage et conduites de d'adduction.

Cependant, l'effet rémanent étant limité dans le temps, la désinfection doit être poursuivie en aval de la station de traitement. La désinfection est assurée, s'il reste dans l'eau une quantité résiduelle de « chlore libre » de l'ordre de 0,1 à 0,2 mg/l après un temps de contact de l'ordre de 30 minutes (Chez le consommateur).

A ce stade, les eaux ont déjà subi un traitement complet normalement vocation à être mises en distribution [20].

### **II.2.8 Réservoir d'eau traitée**

Le réservoir 5000 m<sup>3</sup> est divisé en deux compartiments, dont une partie est munie de chicane en béton (volume d'environ 1/3 du bassin). Chaque compartiment est de capacité de 2500 m<sup>3</sup> et qui peut être isolé en amont et en aval par des vannes murales. Ces compartiments servent également de stockage et de volume tampon pour le fonctionnement des pompes de la Station de refoulement. Il y a également un déversoir de même longueur faisant office de trop plein de chaque compartiment [6].

On prélève des échantillons de l'eau traitée pour faire les analyses physico-chimique partielles et complètes. Ainsi que les analyses bactériologiques.

### **II.2.9 Station de pompage**

Station de pompage est destinée à pomper près de 43 200 m<sup>3</sup>/j d'eau traitée du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba relevant de la commune Arib pour l'approvisionnement en eau potable vers des centres urbains situés dans la wilaya d'Ain Defla.

A travers des tuyaux enterrés L'eau potable sous pression et dans est d'abord acheminée de la station de production jusqu'à un château d'eau. Il transite de ces lieux de stockage jusqu'au pied des bâtiments par le réseau public de distribution d'eau Potable [26].

Le fonctionnement de la station Station M'hamed Ben Taïba est donné par le schéma ci-dessous

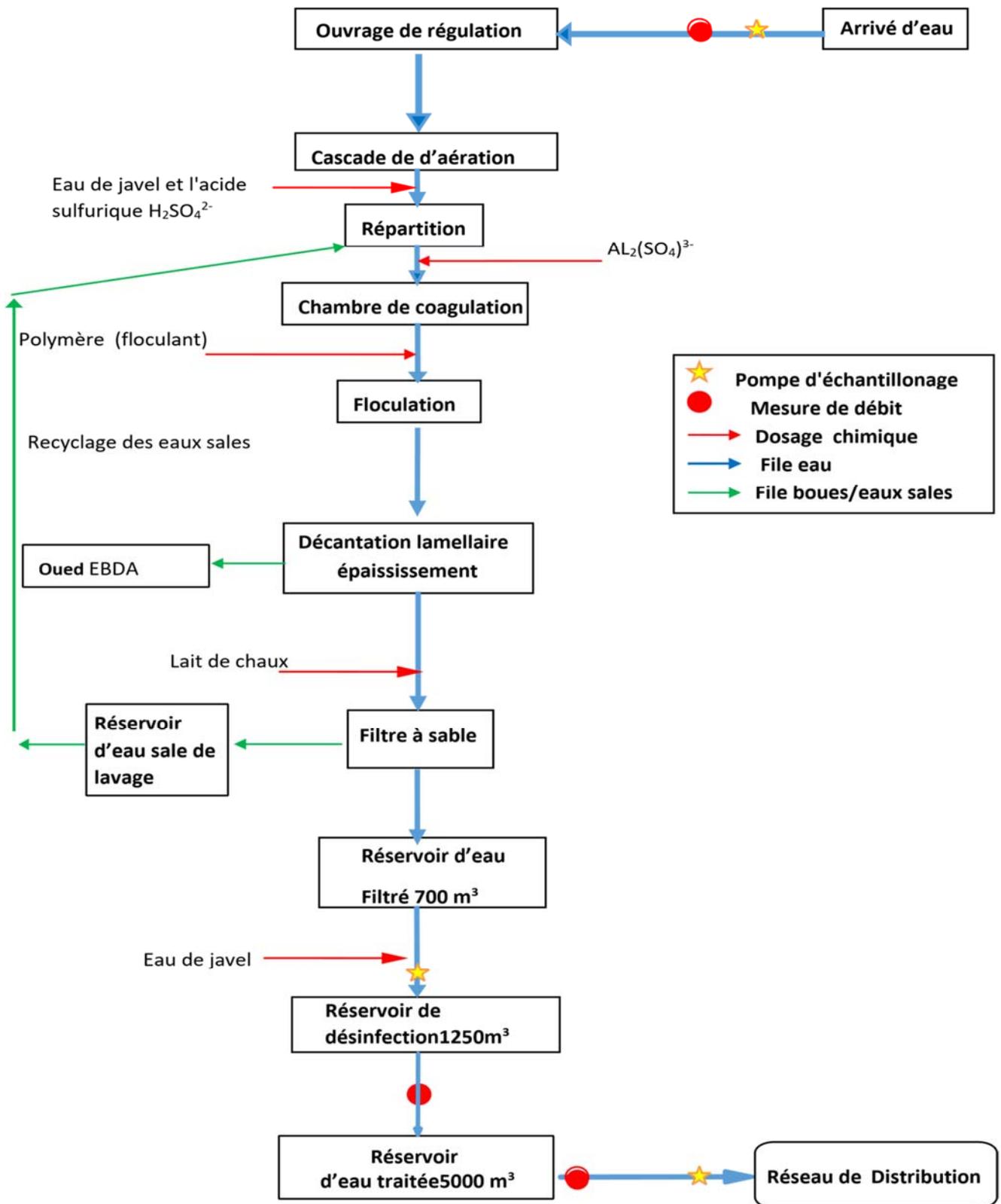


Figure II-7 : fonctionnement de la station sidi m'Hamed ben Taïba

### **Chapitre III: Protocoles Expérimentaux**

L'étude expérimentale est un outil d'évaluation de la qualité des eaux. Pour cela on a fait des analyses physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage de Sidi M'Hamed Ben Taïba avant et après traitement.

#### **III.1 Échantillonnage**

Avant de se prononcer à l'optimisation du procédé de clarification, il faut bien insister sur les très importants problèmes d'échantillonnage que posent les eaux brutes. A noter que l'eau brute peut évoluer entre le moment de prélèvement et celui de l'analyse. Cette évolution peut être:

- Biologique: dégradation de certains composants par les microorganismes éventuellement présents dans le barrage. On peut bloquer ces transformations en conservant l'échantillon aux alentours de 0°C.
- Chimique: oxydation lente par l'oxygène de composés facilement oxydables. On éliminera toute bulle d'air dans le flacon de prélèvement.
- Physique: décantation ou coalescence d'émulsion; adsorption de films superficiels par les parois du flacon [6].

#### **III.2 Prélèvement de l'eau à analyser**

Dans notre travail, le prélèvement se fait dans deux différents points du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba, l'un est à l'entrée, l'autre à la sortie de la station de traitement, dans des conditions réglementaires d'hygiène et d'asepsie. (2flacons de 500 ml en polyéthylène pour l'analyse physico-chimique et 2 flacons de 200ml en verre pour l'analyse bactériologique).

#### **III.3 Conservation des échantillons**

Les prélèvements doivent être réalisés avec le plus grand soin et les échantillons prélevés pour différentes analyses, doivent être conservés dans des flacons en polyéthylène pour les analyses physico-chimiques et en verre pour les analyses bactériologiques (lavés et rincés sur place au moment de la prise de l'échantillon, stérilisés par la chaleur, soit à l'autoclave à 120°C pendant 1 heure, soit au four Pasteur à 170°C pendant 1 h 30 pour les analyses bactériologiques). Les flacons sont remplis jusqu'au bord et bouchés de telle façon qu'il n'y ait aucun contact avec l'air et tout inscrivant les mentions relatives à la date de la prise ainsi que l'origine de la source.



**Figure III-1:** Prélèvement des analyses.

#### III.4 Méthodes et appareillages d'analyse

- Analyse électro métrique par multi paramètre pour la mesure de la température, la conductivité, TDS, l'oxygène dissous, PH...et par turbidimètre pour la mesure de la turbidité.



**(a)**



**(b)**

**Figure III-2: (a) Multi-paramètre, (b) Turbidimètre**

- Analyse volumétrique Titrimétrie utilisée pour la détermination du Titre Alcalimétrique complet(TAC), l'alcalinité ( $\text{HCO}_3^-$ ), Calcium, Magnésium et la titre hydrométrique (TH).

- Analyse par Spectrophotométrie d'absorption moléculaire pour identifier la concentration de l'azote ammoniacal, chlore résiduel et nitrite.



**Figure III-3:** Spectrophotomètre

- Analyse par rampe de filtration et pompe à vide pour identifier la présence des paramètres microbiologiques (coliformes totaux et fécaux).



**Figure III-4:** la rampe de filtration

### III.5 Analyses partielles

#### III.5.1 Paramètres physico – chimiques

##### 1) Mesure de la température (°C), la conductivité électrique ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), TDS ( $\text{mg}/\text{l}$ ) et l'oxygène dissous (%)

###### Mode opératoire

- Remplissez le bécher avec de l'eau à analyser ;
- Rincez bien l'électrode avec de l'eau distillée ;
- Plonger l'électrode dans le bécher et cliquer sur le bouton (On) ;
- L'appareil affiche directement les résultats ;
- Noter la TDS et cliquer sur le bouton (x) pour changer le paramètre ;
- Laisser un moment jusqu'à l'affichage de la conductivité électrique, la température et l'oxygène dissous;
- Noter les résultats.

##### 2) Mesure du pH

###### Mode opératoire

- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser;
- Mettre un agitateur avec une faible agitation;
- ramper l'électrode de pH combinée dans le bécher;
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation;
- Puis noter le pH.

##### 3) Mesure de la turbidité (Turb)

###### Mode opératoire

Remplir une cuvette de mesure propre. Bien essuyer avec du papier hygiénique l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure. Et enfin noter la valeur de la turbidité en NTU.

#### III.5.2 Paramètres bactériologiques

Les paramètres bactériologiques sont les premiers à prendre en compte en matière d'alimentation en eau potable parce qu'ils peuvent avoir des effets directs sur la santé du

consommateur. Les analyses bactériologiques sont aussi faites au niveau de laboratoire de la station de traitement Sidi M'Hamed Ben Taïba.

### III.5.2.1 Recherche et Dénombrement des Coliformes

La colimétrie consiste à dénombrer les germes coliformes revivifiables à 44 °C et à 37 °C sur un milieu de culture gélosé. Le dénombrement est effectué selon la technique sur membrane filtrante.

#### 🚦 Recherche des coliformes totaux (CT) et fécaux (CF)

##### 1. Préparation de milieu de culture (Géloses lactosées)

- Faire fondre la gélose TTC Tergitol dans un bain marie à une température de 100°C;
- Maintenir le milieu à 45.5° C jusqu'à utilisation;
- Ajouter 5ml de TTC et 5ml de Tergitol 7. Bien mélanger en évitant les bulles couler en boîtes de pétri stériles de 60mm. L'épaisseur du milieu doit être de 5mm ;
- Laisser solidifier.



**Figure III-5:** préparation de géloses lactosées des coliformes.

##### 2. Mode opératoire

- Allumer un bec Bunsen dans l'espace de travail ;
- Remplir de façon aseptique l'entonnoir avec 100 ml d'eau à analyser ;
- Actionner la rampe à vide pour permettre le passage de l'eau à travers la membrane;
- Retirer ensuite la membrane à l'aide d'une pince stérile ;
- Ensemencer la membrane qui renferme les germes, dans une boîte de pétri contenant de la gélose lactosée au TTC et Tergitol.

##### 3. Incubation

- **Pour les coliformes totaux :**

L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 heures.

- **Pour les coliformes fécaux :**

L'incubation se fait à 44°C pendant 24 heures.



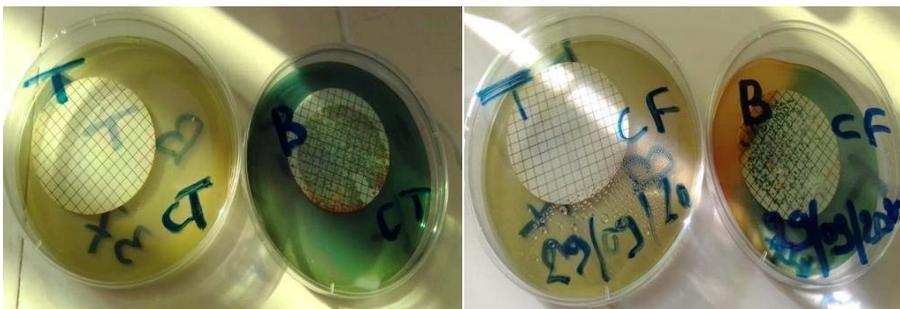
**Figure III-6:** Etuve d'incubation (37°C°).



**Figure III-7:** Etuve d'incubation (44°C°).

#### 4. Lecture et interprétation

Retirer les boîtes des étuves et compter les colonies à l'aide d'un compteur des colonies présentes dans chaque boîte.



**Figure III-8 :**Les boîtes pétri des coliformes totaux et fécaux

après incubation (eau brute et traitée).

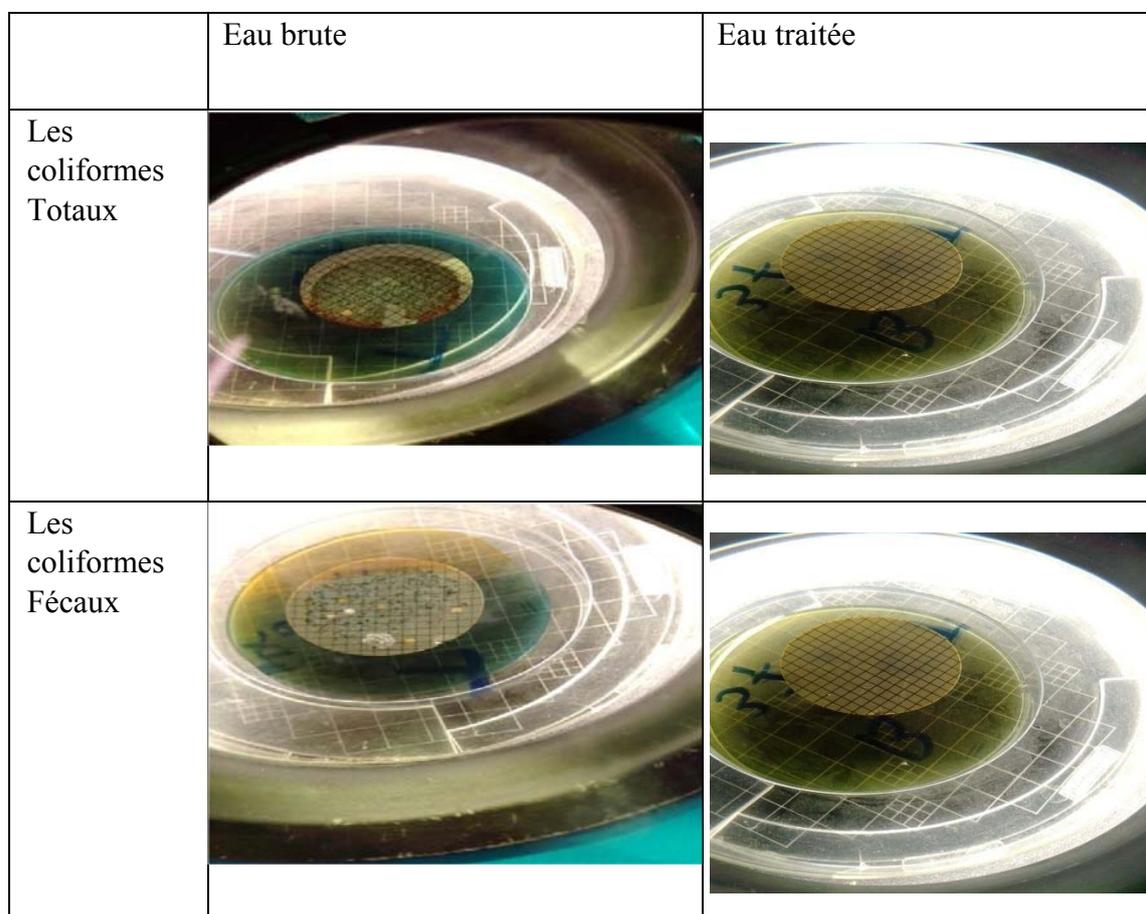


**Figure III-9:** compteur

des colonies .

Après 24 heures d'incubation, les coliformes totaux et fécaux apparaissent sous forme de petites colonies jaunes orangés et dénombrer le nombre des colonies.

Les résultats obtenus pour les deux paramètres sont traduits en n /100 ml (nombre des colonies par 100ml d'eau à analyser).



**Figure III-10:** dénombrement des colonies des coliformes totaux et fécaux (eau brute et traitée).

### III.5.3 Paramètres eau résiduaire

#### III.5.3.1 Détermination du chlore résiduel :

La pastille de DPD<sub>1</sub> ajoutée à l'échantillon d'eau permet de mesurer la quantité du chlore libre, teint l'eau en rose. Et mesurer la valeur du chlore libre résiduel sur spectrophotomètre en mg/l.



**Figure III -11:** Protocole d'analyse du chlore résiduel

### III.6 Analyses complètes

#### III.6.1 Paramètres de pollution

##### a) Dosage des nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

###### ■ Principe

Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le  $\text{N}_1$  Naphtyléthylènediamine dichloride donne naissance à une coloration rose mesurée à 543nm.

###### ■ Mode opératoire

- Prendre 50 ml d'eau à analyser ;
- Ajouter 1 ml du réactif mixte; Attendre 10mn.

L'apparition de la coloration rose indique la présence des  $\text{NO}_2^-$ . Effectuer la lecture à  $\lambda=543$  nm.

###### ■ Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l.

**b) Détermination de l'azote ammoniacal****■ Principe**

Mesure spectrométrique à environ 655nm du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.

**■ Mode opératoire**

- Prendre 40 ml d'eau à analyser Ajouter 4 ml du réactif I ;
- Ajouter 4 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec H<sub>2</sub>O distillée et attendre 1h. 30.

\* L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH<sub>4</sub><sup>+</sup> Effectuer la lecture à  $\lambda=655$  nm.

**■ Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l.



(a) Détermination des nitrites

(b) Détermination de l'azote ammoniacal

**Figure III-12:(a,b) Protocole d'analyse des paramètres de la pollution**

**III.6.2 Minéralisation globale****III.6.2.1 Détermination du calcium (Ca<sup>2+</sup>) et du magnésium (Mg<sup>2+</sup>)****■ Principe**

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'E.D.T. A à pH entre 12 et 13.

Ce dosage se fait en présence du Murexide, l'E.D.T. A réagit tout d'abord avec les ions calcium libres puis avec les ions calcium combinés avec l'indicateur coloré qui vire alors de la couleur rouge au Violet.

### ■ Mode opératoire

Pour le Ca<sup>2+</sup> Calcium (V<sub>1</sub>) :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser;
- Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N;
- Ajouter du Murexide et des barreaux magnétiques ;
- Et titrer avec l'E.D.T. A jusqu'au virage (violet).

Pour le Mg<sup>2+</sup> magnésium (V<sub>2</sub>) :

- Ajouter 2 ml de NH<sub>4</sub>OH (10,1);
- Ajouter noir Eriochrome (NET) et des barreaux magnétiques;
- Et titrer avec l'E.D.T. A jusqu'au virage (bleu).

La titrimétrie du calcium et magnésium se réalisée à l'aide d'un agitateur magnétique.

### ■ Expression des résultats

La détermination du Calcium en mg/l est donnée par la formule suivante :

$$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{V_1 \times N_{\text{EDTA}} \times F \times M_{\text{Ca}^{2+}} \times 1000}{P \cdot E}$$

**V<sub>1</sub>** : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée.

**N<sub>EDTA</sub>** : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l).

**M<sub>Ca<sup>2+</sup></sub>** : Masse molaire du calcium en g.

**P.E** : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).

**F** : Facteur de dilution.

La détermination du magnésium en mg /L est donnée par la formule suivante :

$$[Mg^{2+}] = \frac{(V_2 - V_1) \times N_{EDTA} \times F \times M_{Mg^{2+}} \times 1000}{P.E}$$

$V_1$  : Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée .

$N_{EDTA}$  : Concentration molaire d'EDTA (0,01 M/l ).

$M_{Mg^{2+}}$  : Masse molaire du Magnésium en g.

$P.E$  : Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage).

$F$  : Facteur de dilution.

$V_2$  : Volume total d'E.D.T.A .

La concentration totale en ions calcium et magnésium ( $Ca^{2+} + Mg^{2+}$ ), exprimée en ( $^{\circ}F$ ) est donnée par la formule :

$$TH (F^{\circ}) = V_2 \times 10$$

### III.6.2.2 Détermination de l'alcalinité ( $HCO_3^-$ )

#### ■ Principe

Détermination du volume d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser au niveau de  $pH = 4.3$ , le volume d'eau à analyser. La détermination sert à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC). Elle est la mesure de la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et hydrogénocarbonates.

#### ■ Électrode

Électrode de pH

#### ■ Mode opératoire

- ✓ Prendre 100 ml d'eau à analyser, on l'ajoute des barreaux magnétiques;
- ✓ Noter son pH puis titrer avec HCl à 0,1 N jusqu'à obtention d'un pH de 4,3;
- ✓ Ce montage est réalisé à l'aide d'un agitateur magnétique.

#### ■ Expression des résultats

La détermination des bicarbonates en mg /L est donnée par la formule suivante :

$$[HCO_3^-] = (V_A \times N_A \times M_{HCO_3^-} / V_{P.E}) \times 1000$$

**VA** : Volume d'acide versé.

**NA** : Normalité d'acide versé.

**MHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Masse molaire des bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

**VP.E** : Volume de la prise d'essai.

Cela nous a permis de calculer le titre alcalimétrique :

$$\text{TAC (F}^\circ\text{)} = V_{\text{HCL}} \times 5$$



(a) Détermination du calcium



(b) Détermination du magnésium



## (c) Détermination de l'alcanité

**Figure III-13: (a,b,c) Protocole d'analyse de la minéralisation globale**

**III.6.3 Eléments indésirables****a) Détermination du fer méthode à l'orthophénanthroline****■ Principe**

Addition d'une solution de phénanthroline 1.10 à une prise d'essai et mesurage photométrique du complexe rouge-orange à une longueur d'onde de 510nm.

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

**■ Mode opératoire**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmayer de 100 ml;
- ajouter 1ml de la solution de chlorhydrate d'hydroxylamine. Mélanger soigneusement;
- Ajouter 2ml de tampon acétate;
- Ajouter 2 ml de la solution 1.10 de phénanthroline et conserver à l'obscurité pendant 15 min;
- Enfin passez au spectro pour mesurage à la longueur d'onde de 510 nm.

**■ Expression des résultats**

Le résultat est donné directement en mg/l.



**Figure III-14:** Protocole d'analyse du fer dans des conditions à l'abri de la lumière.

### Chapitre IV: Résultats Expérimentaux et Discussions

A partir des protocoles expérimentaux cités dans le chapitre III, les résultats obtenus sur les eaux brutes et traitées du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba sont présentés comme suit :

#### IV.1 Résultats d'analyses partielles

Le tableau IV.1 ci-dessous présente les résultats d'analyses partielles.

**Tableau IV-1:** Résultats d'analyses partielles.

Paramètre	Eau brute	Eau traitée	Norme
PH	7.64	7.65	$\geq 6.5$ et $\leq 9$
Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{Cm}$ )	534	541	2800
TDS (mg/l)	259	263	/
Température ( $^{\circ}\text{C}$ )	14.1	14	25
turbidité (NTU)	7.76	0.79	5
Oxygène dissous (%)	12.01	12.60	/
Chlore résiduel (mg/l)	0	0.4	0.5
Coliformes totaux( n /100 ml)	1	0	0
Coliformes fécaux (n /100 ml)	2	0	0

#### IV.2 Résultats d'analyses complètes

##### 1) Détermination du calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) et du magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ )

$$[\text{Ca}^{+2}] = \frac{V_1 \times N_{\text{EDTA}} \times F \times M_{\text{Ca}^{2+}} \times 1000}{P. E}$$

$$[\text{Ca}^{+2}] = V_1 \times 0.01 \times 5 \times 40 \times 1000 / 50$$

$$[\text{Ca}^{+2}] = V_1 \times 40$$

**Application Numérique:**

**Pour l'eau brute :**  $[\text{Ca}^{+2}] = 1.5 \times 40 = 60 \text{ mg/l}$

**Pour l'eau traitée :**  $[\text{Ca}^{+2}] = 1.5 \times 40 = 60 \text{ mg/l}$

$$[\text{Mg}^{+2}] = \frac{(V_2 - V_1) \times \text{EDTA} \times F \times M_{\text{Mg}^{2+}} \times 1000}{\text{P. E}}$$

$$[\text{Mg}^{+2}] = (V_2 - V_1) \times 0.01 \times 5 \times 24,3 \times 1000 / 50$$

$$[\text{Mg}^{+2}] = (V_2 - V_1) \times 24,3$$

**Application numérique:**

**Pour l'eau brute :**  $[\text{Mg}^{+2}] = (2.8 - 1.5) \times 24,3 = 31.59 \text{ mg/l}$

**Pour l'eau traitée :**  $[\text{Mg}^{+2}] = (2.5 - 1.5) \times 24,3 = 24.3 \text{ mg/l}$

Cela nous a permis de calculer le TH en °F:

$$\text{TH (F°)} = V_2 \times 10$$

**Application numérique:**

**Pour l'eau brute :**  $\text{TH} = 2.8 \times 10 = 28^\circ\text{F}$

**Pour l'eau traitée :**  $\text{TH} = 2.5 \times 10 = 25^\circ\text{F}$

## 2) Détermination de l'alcalinité ( $\text{HCO}_3^-$ )

$$[\text{HCO}_3^-] = (V_{\text{HCl}} \times N_{\text{HCl}} \times M_{\text{HCO}_3^-} / V_{\text{prise d'essai}}) \times 1000$$

$$= V_{\text{HCl}} \times 0,1 \times 61 \times 1000 / 100 = V_{\text{HCl}} \times 61$$

**Application numérique :**

**Pour l'eau brute :**

$$[\text{HCO}_3^-] = 3.2 \times 61$$

$$[\text{HCO}_3^-] = 195.2 \text{ mg/l}$$

**Pour l'eau traitée :**

$$[\text{HCO}_3^-] = 3.1 * 61$$

$$[\text{HCO}_3^-] = 189.1 \text{ mg /l}$$

Cela nous a permis de calculer le TAC en °F:

**Pour l'eau brute :**

$$\text{TAC} = V_{\text{HCl}} * 5 = 3.2 * 5 = 16^\circ\text{F}$$

**Pour l'eau traitée :**

$$\text{TAC} = V_{\text{HCl}} * 5 = 3.1 * 5 = 15.5^\circ\text{F}$$

Le tableau7 ci-dessous présente les résultats d'analyses obtenus complets.

**Tableau IV-2: Résultats d'analyse complètes**

Paramètre	Eau brute	Eau traitée	Norme
Calcium (mg /l)	60	60	200
Magnésium (mg /l)	31.59	24.3	150
TH(°F)	28	25	50
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg /l)	195.2	189.1	500
TAC(°F)	16	15.5	50
Fer (mg /l)	0.05	0.03	0.3
Ammonium NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg /l)	<0.02	<0.02	0.5
Nitrites NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg /l)	<0.02	<0.02	0.2

### IV.3 Discussions des résultats

#### IV.3.1 Discussions des analyses partielles

##### ❖ **Température**

La valeur mesurée de la température de l'eau traitée du barrage Sidi M'Hamed ben Taïba est conforme à la norme, c'est-à-dire, ne dépasse pas la norme de 25°C.

##### ❖ **PH**

La valeur du pH est 7.65 ce qui conforme à la norme qui est entre 6,5 et 9. Elle est donc une eau légèrement alcaline.

##### ❖ **Conductivité électrique (CE) et total des solides dissous (TDS)**

Les valeurs obtenues sont dans les normes. Ces paramètres ne présentent pas un danger concret sur la santé de l'homme, mais des valeurs élevées de la TDS affectent le goût de l'eau.

##### ❖ **Turbidité**

La valeur de l'eau traitée est conforme à la norme qui ne dépasse pas 5 NTU. D'autre part, la turbidité ou bien les types de particules en suspension qu'on rencontre le plus souvent dans les eaux naturelles ne sont pas considérés comme présentant des risques chimiques importants.

##### ❖ **Oxygène dissous OD et % de saturation en oxygène**

La concentration en oxygène dissous peut être exprimée en mg d'O<sub>2</sub> par litre ou en % de saturation en oxygène. Concernant cela l'OMS n'a pas mentionné une valeur guide.

##### ❖ **Chlore résiduel**

On a obtenu une eau traitée qui présente une valeur de 0.4mg/l de Chlore résiduel. Elle est conforme à la norme qui ne dépasse pas 0.5mg /l.

##### ❖ **Paramètres microbiologiques**

En ce qui concerne les coliformes totaux, La valeur de l'eau traitée est conforme à la norme qui est 0 (n /100 ml). Pour les coliformes fécaux sont absents totalement dans le prélèvement de l'eau traitée. Cela confirme l'absence d'une pollution fécale et l'eau est bien désinfectée.

### IV.3.2 Discussions des analyses complètes

#### a) Calcium

La teneur en calcium de l'eau potable, est dans les normes (200 mg/l) comme une valeur maximale.

#### b) Magnésium

La teneur en magnésium de l'eau potable, est dans les normes (150 mg/l) comme une valeur maximale.

#### c) Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)

La dureté présente une valeur conforme à la norme qu'elle n'est pas dépassée 50F°.

#### d) $\text{HCO}_3^-$ :

La valeur des bicarbonates prend une valeur qui ne dépasse pas la norme 500mg/l.

#### e) Titre alcalimétrique complet (TAC)

La valeur maximale à ne pas dépasser pour le TAC est de 50F°. Alors, Le TAC du résultat obtenu est conforme à la norme.

#### f) Fer

L'eau analysée contient du fer, à une valeur qui ne dépasse pas la norme (0, 3 mg/l).

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

L'eau traitée présente des nitrites presque négligeables vis-à-vis des normes (0,2mg/l: comme valeur maximale).

#### h) Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ):

L'eau traitée présente des valeurs d'ammonium presque négligeables vis-à-vis des normes (0,5mg/l: comme valeur maximale).

Sur la base des résultats de l'analyse physicochimique et microbiologique obtenus on peut affirmer que l'eau destinée à la consommation humaine ne renferme pas de germe de contamination ou des germes pathogènes ceci répond aux normes algériennes (NA) et mondiales (ISO, OMS) de la santé.

### **Conclusion Générale**

Mon travail a consisté à déterminer des paramètres physico – chimiques (température, pH, conductivité électrique, dureté etc.), et bactériologiques (Coliformes Totaux et Coliformes Fécaux) des eaux de surfaces du barrage du SIDI M'Hamed ben Taïba afin d'évaluer leurs qualités suivant les normes de potabilité. Pour cela, une série d'analyses des eaux alimentant la ville d'AIN DEFLA a été menée sur deux échantillons, un correspond à l'eau brute et l'autre à l'eau traitée.

Ce stage m'a permis de faire des connaissances avec le personnel de la station de traitement et de laboratoire qui m'a beaucoup aidé à bien mener ce stage et ceci m'a permis aussi de se familiariser avec l'appareillage de laboratoire et avec les modes, les méthodes d'analyses ainsi que la composition physicochimique et bactériologique de l'eau, sans oublier les étapes de traitement de l'eau de barrage.

Sur le plan physico-chimique, les analyses ont abouti à des valeurs très satisfaisantes et répondent parfaitement aux exigences des normes algériennes en vigueur.

Les analyses microbiologiques effectuées sur les prélèvements ont révélé une absence totale des germes pathogènes et des germes de contamination fécale.

Les eaux traitées par la station du barrage Sidi M'Hamed Ben Taïba demeurent jusqu'à présent aptes et recommandées pour la consommation humaine. Cette qualité ne résulte du fait que le barrage est loin d'être pollué avec les rejets directs soit industriels ou des eaux usées domestiques.

Il est nécessaire de rappeler que l'eau brute du barrage a été traitée suivant les étapes, pré chloration, aération, coagulation-floculation, décantation..., afin d'être utilisée comme eau potable. L'eau, élément naturel doit faire l'objet d'une surveillance attentive pour la prévention de la santé publique.

A la lumière des résultats obtenus au cours de ce modeste travail, on peut confirmer que le procédé de traitement des eaux de la station du SIDI M'Hamed ben Taïba est efficace et bien contrôlé, Les eaux ainsi distribués dans quelques cités dans la ville AIN DEFLA est de très bonne qualité physico-chimique et bactériologique. L'analyse de l'eau reste toujours nécessaire pour protéger le consommateur.

A court terme, il faut sensibiliser les populations et les inciter à protéger l'eau contre la pollution car elle perturbe les conditions de vie et il faut respecter les règles des gestions des

déchets industriels et agricoles et pourrait être assurée l'interdiction des rejets des eaux usées dans le barrage ce qui diminuerait la pollution des eaux superficielles.

## Références bibliographiques

- [1] X. Anglaret, E. Mortier, Maladies infectieuses, Edition, Med-Lin., 2002, p: 40-43.
- [2] H. Guerd, A. Mesghouni, Mémoire de fin d'étude, Performance de la station de dessalement des eaux dans la région d'El-Oued, Université Kasdi Merbah-Ouagla, 2007, p:67
- [3] DEGREMONT, « Mémento technique de l'eau », Deuxième édition Tom1, (2005)
- [4] « Les énergies : l'eau source et facteur de vie Paris », agence de coopération culturelle et technique, 1980.
- [5] « La fabuleuse histoire de l'eau Paris », Casterman, 1985.
- [6] Manuel de l'entreprise, description du fonctionnement et d'exploitation de la station de traitement d'eau potable barrage ben Taïba.
- [7] F. Shukuru Salulum, Mémoire de Licence, Approvisionnement en eau dans la ville de Bukavu et son impact sur les maladies de mains sales, Université officielle de Bukavu, 2010, p: 68.
- [8] Goncharuk, V.V., Drinking Water, Physics, Chemistry and Biology. 1 ed. 2014, Kyiv Ukraine: Springer International Publishing.
- [9] A. KHADRAOUI, S. TALEB, « Qualité des eaux dans le sud algérien (potabilité pollution et impact sur le milieu) », (2008).
- [10] Dégrément, « Mémento technique de l'eau », Première édition, (1952).
- [11] A. Dupont, Hydrologie-captage et traitement des eaux, HYDRAULIQUE, Tome 1, Ed 5, Paris (1981).
- [12] H.TARDATH et J.P.BEAUDRY, « chimie des eaux, les griffons d'argile », (1984).
- [13] Henri Roque, « Fondement théorique du traitement chimique des eaux » vol. I et II, technique et documentation, Lavoisier, Paris (1990).
- [14] H.OUAHRANI, « Suivie de la stabilité des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau », Université de Bejaia, (2012)
- [15] Raymond Desjardins, " le traitement des eaux ", Deuxième édition revue et enrichie.
- [16] « Directives de qualité pour l'eau de boisson Genève ». OMS, 1985-86.
- [17] Manuel de l'entreprise, Journal officiel de la république Algérienne N° 13 dimanche 7 Joumada El Oula 1435 Correspondant au 9 mars 2014, 53ème annexe. page 15-16-17.

- [18] N. Baziz, Thèse de Magister Etude sur la qualité de l'eau potable et risques potentiels sur la santé cas de la ville de Batna, Université Colonel Elhadj Lakhdar Batna (Algérie), 2008, p: 144.
- [19] H. Tourab, Mémoire de fin d'étude Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Haouz, Université des Sciences et Techniques Cadi Ayyad, FST Marrakech (Maroc), 2013, p: 82.
- [20] Manuel de l'entreprise, La production et le traitement des eaux destinées à l'alimentation et à la préparation de denrées alimentaires.
- [21] Technique de la gestion et de la distribution de l'eau ; édition (2009).
- [22] Bampton, M., Dams and their reservoirs, in Environmental Geology.1999. Springer Netherlands: Dordrecht. p. 110-111.
- [23] ONID. Office National de l'Irrigation et du Drainage. 2016.
- [24] ADE. Algérienne Des Eaux. 2016.
- [25] ANBT. Agence Nationales des Barrages et des Transferts ; « fiche technique du barrage SMBT et la carte de situation du cuvette ». 2016.
- [26] Formation/Traitement de l'Eau Etabli par : Hodnia KABOUYA Responsable Affaires.