



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 محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج  
Université Mohamed El Bachir Ibrahim BBA



كلية علوم الطبيعة وعلوم الأرض والكون  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers  
قسم العلوم البيولوجية  
Département des Sciences biologique

# Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

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

**Filière: Science Biologique**

**Spécialité: Toxicologie**

**Intitulé:**

**Evaluation de la qualité physico- chimique de l'eau traitée du  
barrage de Ain Zada, Wilaya Bordj Bou Arreridj**

**Présenté par:**

Laalaoui Rania et Alloul Fatima

**Devant le Jury:**

<b>Nom, Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Affiliation</b>
<b>Président:</b> Mme BENSEGHIR Hadjira	MAA	Faculté SNV-STU, Univ. Bordj Bou Arreridj
<b>Encadrant:</b> Mme SALAMANI Amel	MCB	Faculté SNV-STU, Univ. Bordj Bou Arreridj
<b>Examineur:</b> Mr AIT MECHEDAL Mouloud	MCB	Faculté SNV-STU, Univ. Bordj Bou Arreridj

**Année universitaire: 2021/2022**

## ***Remerciements***

Avant tout, nous remercions Allah le tout puissant qui nous a guidé tout au long de notre vie, il nous a donné le courage et la patience pour passer tous les moments difficiles, nous a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.

Un travail de recherche, nécessite le concours d'un certain nombre de personnes. Ce mémoire est aujourd'hui l'occasion de remercier toutes les personnes qui ont collaboré à ce travail.

Tout d'abord, nous tenons à remercier l'encadreur **Dr Salamani Amel** qui nous a donné une confiance, et a mis à notre disposition tous les moyens et les ressources nécessaires à la réalisation de ce travail.

Nous remercions vivement les membres du **jury** qui nous ont fait l'honneur de juger notre travail.

Nous remercions tous les enseignants du département de

Nous remercions les membres des laboratoires de l'unité de production du barrage de Ain Zada surtout madame Sonia., merci pour votre disponibilité et vos encouragements.

**Merci à tous**

## ***Dédicaces***

*Je dédie ce travail de fin d'études à ma famille Alloul et Ayadi au sens large et à tout mon entourage mais tout particulièrement*  
***Mon père: Baaziz, ma mère: Nora, pour leur patience, conseils, aident et aussi de m'encourager à la réalisation de ce modeste***  
*travail.*

*«Je vous remercie, mes parents»*

***Mes frères: Youcef et Bader Eddine.***

***Ma sœur: Ines***

***Mon oncle : Ben Athman Rabah***

***Mon mari: Antar, Aucun mot ne saurait t'exprimer mon profond attachement et ma reconnaissance pour, la tendresse et la gentillesse dont tu m'as toujours entouré.***

*Cher mari j'aimerais bien que tu trouve dans ce travail l'expression de mes sentiments de reconnaissance les plus sincères car grâce à ton aide et à ta patience avec moi que ce travail a pu voir le jour.*

*Tous mes amis, merci pour vos conseils et vos encouragements, mais aussi pour les bons moments qui ont contribué à rendre ces années inoubliables. Bonne chance à tous.*

***Merci.***

***Fatima***

# ***Dédicace***

*Au tout puissant **Alláh***

*A toi la louange, à la lumière des cieux ; de la terre et de ce qu'ils renferment.  
Gloire à toi de nous avoir assisté de ta lumière et en toute circonstance matin  
etsoir.*

*Je dédie ce Modest travail de fin d'études à ma famille au sens large et à tout  
Mon Entourage mais tout particulièrement à :*

*Ma **mère** et mon **père**, pour leur patience, conseils, aident et aussi  
dem'encourager à la réalisation de ce modeste travail.*

## ***Je vous remercie mes parents***

*Spéciale dédicace à mon mari **Nouari Nasri**  
Je t'aime de tout mon cœur.*

*Mes frères **Abdesamad ; Abd el Ali***

*A toute la famille **Laalaoui***

***Rania***

## Table de matière

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
<b>Introduction</b> .....	1
<b>Partie bibliographique</b>	
<b>I. Généralités sur les barrages</b> .....	3
I.1. Définition d'un barrage.....	3
I.2. Historique.....	3
I.3. Utilisation des barrages.....	3
I. 4 Différents types des barrages.....	4
<b>II. Etapes de traitement</b> .....	6
II.1. Prétraitement.....	6
II.1.1. Dégrillage.....	6
II.1.2. Tamisage.....	6
II.2. Pré-chloration.....	6
II.3. Clarification.....	6
II.3.1. Coagulation.....	7
II.3.2. Flocculation.....	7
II.4. Décantation et flottation.....	7
II.5. Filtration sur sable.....	8
II.6. Désinfection (poste chloration).....	8
II.7. Stockage et refoulement de l'eau traitée.....	9
<b>III. Evaluation de la qualité des eaux (paramètres physico-chimiques)</b> .....	10
III.1. Paramètres physiques.....	10
III.1.1 Potentiel d'hydrogène (pH).....	10
III.1.2. Température.....	10
III.1.3. Conductivité électrique.....	10
III.1.4. Turbidité.....	10
III.1.5. Oxygène dissous.....	11
III.1.6. Résidu sec.....	11
III.2. Paramètres chimiques.....	11

III.2.1. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) .....	11
III.2.2. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ).....	11
III.2.3. Phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).....	12
III.2.4. Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ).....	12
III.2.5. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ).....	12
III.2.6. Chlorures ( $\text{Cl}^-$ ).....	12
III.2.7. Dureté TH ( $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ ).....	13
III.2.8. Matières organiques (oxydable).....	13
III.2.9. Fer (Fe).....	13
III.2.1. Aluminium (Al).....	14

## **Partie Expérimentale**

<b>I. Présentation de la zone d'étude.....</b>	<b>15</b>
I.1. Introduction.....	15
I.2. Présentation du barrage deAin Zada.....	15
I.3. Situation géographique.....	15
I.4. La mobilisation des ressources en eau dans le sous bassin versant de l'oued.....	16
Boussellam amont	
<b>II. Matériels et méthodes.....</b>	<b>18</b>
II.1. Échantillonnage.....	18
II.1.1. Techniques de prélèvement.....	18
II.1.2. Prélèvement physico-chimique.....	18
II.2. Matériels.....	18
II.2.1. Matériels lourds.....	18
II.2.2. Verreries.....	19
II.3. Méthodes des analyses physico-chimiques des eaux.....	19
II.3.1. Les paramètres physiques.....	19
II.3.2. Les paramètres chimiques.....	20
<b>III. Résultats et discussions.....</b>	<b>25</b>
III.1. Résultats des analyses physico-chimiques.....	25
III.1.1. Les résultats des analyses physiques.....	25
III.1.2. Les résultats des analyses chimiques.....	26
III.2. Discussion.....	27

III.2.1. Paramètres physiques.....	27
III.2.2. Paramètres chimiques.....	28
<b>Conclusion Général.....</b>	<b>31</b>
<b>Références Bibliographique</b>	
<b>Annexe</b>	

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau 01</b> : Les principaux rôles des barrages.....	4
<b>Tableau 02</b> : Les résultats des analyses physiques des eaux brutes et traitées.....	25
<b>Tableau 03</b> : Les résultats des analyses chimiques des eaux brutes et traitées.....	26

<b>Figure 01</b> : Catégories des barrages en remblai.....	5
<b>Figure 02</b> : Situation géographique du sous-bassin versant de Boussellam amont.....	14

**WHO:** World Health Organization

**ANRH:** L'Agence Nationale des Ressources Hydraulique °C : degrés Celsius

**C.I.E :** Centre d'Information sur l'Eau

**cm :** centimètre

**EDTA :** Ethylène-Diamine-Tétra-Acétique

**°F :** le degré Français

**JORA :** Journal Officiel de la République Algérien

**Km :** Kilomètre

**M<sup>3</sup>/h :** Mètres cubes par Heure

**mg /l :** Milligrammes par Litre

**MO :** Matière Organique

**NTU :** Unité de Turbidité Néphélométrique

**OMS :** Organisation Mondial de la Santé

**PH :** potentiel d'Hydrogène

**UV :** rayons Ultra- Violets

# **Introduction**

### Introduction

L'eau est l'élément essentiel à la vie, elle représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants, ces principales caractéristiques sont : inodore, incolore et sans goût (**Gerard., 1999**). Sans cette matière simple et complexe la vie sur terre n'aurait jamais existé, donc c'est un élément noble qu'on doit protéger pour les générations futures.

Un barrage est un ouvrage artificiel, généralement établi en travers d'une vallée, transformant un site naturel en un réservoir d'eau. Les barrages jouent et joueront toujours un rôle essentiel pour l'homme puisqu'ils lui permettent d'assurer ses besoins vitaux en eau, en nourriture et en énergie, tout en respectant l'environnement et en garantissant la gestion durable des ressources. La construction de barrages a contribué au développement et à la prospérité économique (**Scheiks et Pougatsch., 2011**).

Une eau destinée à la consommation humaine est potable lors qu'elle est exemptée d'éléments chimiques et/ou biologiques susceptibles à la santé des individus sur un long terme. 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 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. Ces stations de traitement de l'eau brute destinées 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**).

Les 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 de différentes analyses pour l'obtention des résultats demandés (**Henri., 2012**).

L'objectif principal de notre étude vise à l'évaluation de la qualité physico-chimique de l'eau traitée du barrage de Ain Zada par la réalisation des analyses physico-chimiques au niveau des laboratoires de l'unité de production du barrage. Cette unité de traitement a été conçu pour traiter l'eau brute du barrage de Ain Zada et mettre à la disposition des villes limitrophes un grand potentiel en eau potable.

Pour ce faire, notre modeste étude est subdivisée principalement en deux grandes parties, une partie bibliographique et une partie expérimentale.

La partie bibliographique se compose de trois chapitres, dont le premier aborde des généralités sur les barrages, le deuxième chapitre décrit les différentes étapes de traitements que doivent subir l'eau brute pour la production d'eau destinée à la consommation humaine. Le troisième chapitre donne un rappel sur les différentes caractéristiques physico-chimiques afin d'évaluer la qualité de l'eau traitée.

La partie expérimentale comporte trois chapitres, le premier chapitre donne une présentation de la zone d'étude, le deuxième décrit le mode opératoire et la description des matériels utilisés au niveau du laboratoire de l'unité. Le troisième chapitre présente de façon détaillée l'ensemble des résultats obtenus avec une discussion.

Enfin une conclusion générale pour résumer les résultats obtenus au cours de cette étude.

**Partie**  
**bibliographique**

## **I. Généralités sur les barrages**

### **I.1. Définition d'un barrage**

Un barrage est un ouvrage artificiel coupant le lit d'un cours d'eau et servant soit à assurer sa régulation, soit à pourvoir à l'alimentation en eau des villes, à l'irrigation des cultures, ou à produire de l'énergie, une digue est un ouvrage destiné à contenir les eaux, à élever leur niveau ou à guider leur cours (**Christian., 2008**).

Si les barrages sont généralement construits en barrant un cours d'eau, il existe également des ouvrages construits pour stocker de l'eau de ruissellement, en créant une retenue collinaire ainsi que des ouvrages situés hors d'un lit majeur ; et se remplissant par pompage ou par dérivation d'un cours d'eau (**Christian., 2008**).

### **I.2. Historique**

Le XX<sup>ème</sup> siècle a été marqué pour un taux très élevé de construction de barrages sur la planète, la plupart sont concentrés dans les pays les plus industrialisés. Selon le rythme de la croissance démographique et du développement économique, on a assisté à un accroissement de la construction des barrages dans le monde, à la fin du XX<sup>ème</sup> siècle, le total de retenues a atteint les 45 000, distribuées sur plus de 140 pays. Actuellement, près de la moitié des grands fleuves du monde comptent au moins un grand barrage, l'apogée de la construction de ces ouvrages remonte aux années 1960 et 1970, époque à laquelle ils étaient considérés comme un symbole de développement économique, de progrès technologique et de modernisation (**Alberge et al., 2004**).

Le développement des petits barrages a suivi des chemins et des objectifs différents. Le premier trait commun est une volonté politique de développer ce type d'aménagement dans les années à venir. L'évolution des capacités de stockage des petits barrages a été étudiée à travers un modèle d'estimation et de simulation des transports solides. Ces études ont permis de mieux Comprendre les phénomènes d'envasement en relation avec l'érosion des sols sur les bassins versants (**Alberge et al., 2004**).

### **I.3. Utilisation des barrages**

Les barrages jouent deux rôles principaux, d'une part stocker les apports d'eau afin de répondre aux besoins vitaux et économiques des populations (eau potable, irrigation, fourniture d'énergie, navigation), d'autre part, la protection contre des effets destructeurs de

l'eau (maîtrise des crues, rétention de sédiments, protection contre les avalanches). D'autres fonctions assurées par les barrages sont présentées dans le tableau 01 (Anton et Pougatsch., 2011).

**Tableau 01** : Les principaux rôles des barrages.

Eau élément vital	Eau élément destructeur
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stockage de l'eau.</li> <li>- Production d'énergie électrique.</li> <li>- Approvisionnement en eau potable et industrielle, protection contre l'incendie.</li> <li>- Irrigation.</li> <li>- Pêche, pisciculture (élément économique essentiel dans certains pays).</li> <li>- Soutient d'étiage (garantie d'un débit minimal).</li> <li>- Navigation fluviale.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ouvrages de protection.</li> <li>- Bassin de rétention contre les crues (inondation, érosion).</li> <li>- Bassin de rétention de sédiments charriés.</li> <li>-Ouvrage de protection contre les avalanches.</li> <li>- Régulation des lacs.</li> <li>- Rétention des glaces en pays nordiques.</li> </ul>

**Source (Anton et Pougatsch., 2011)**

Certains de ces objectifs peuvent être complémentaires sur un même ouvrage, d'autres sont, à priori, opposés : il est, par exemple, impossible d'avoir en même temps une retenue pleine pour fournir une réserve d'eau potable mais aussi une retenue vide pour limiter au maximum l'impact des crues. (Delliou., 2003).

#### **I.4. Différents types des barrages**

La géologie (nature des roches sur lesquelles sera édifié le barrage, les matériaux disponibles sur le site) et la topographie (largeur de la vallée), déterminent le type de barrage à projeter. Selon la nature du matériau de construction utilisée, on classe les barrages selon deux grandes catégories.

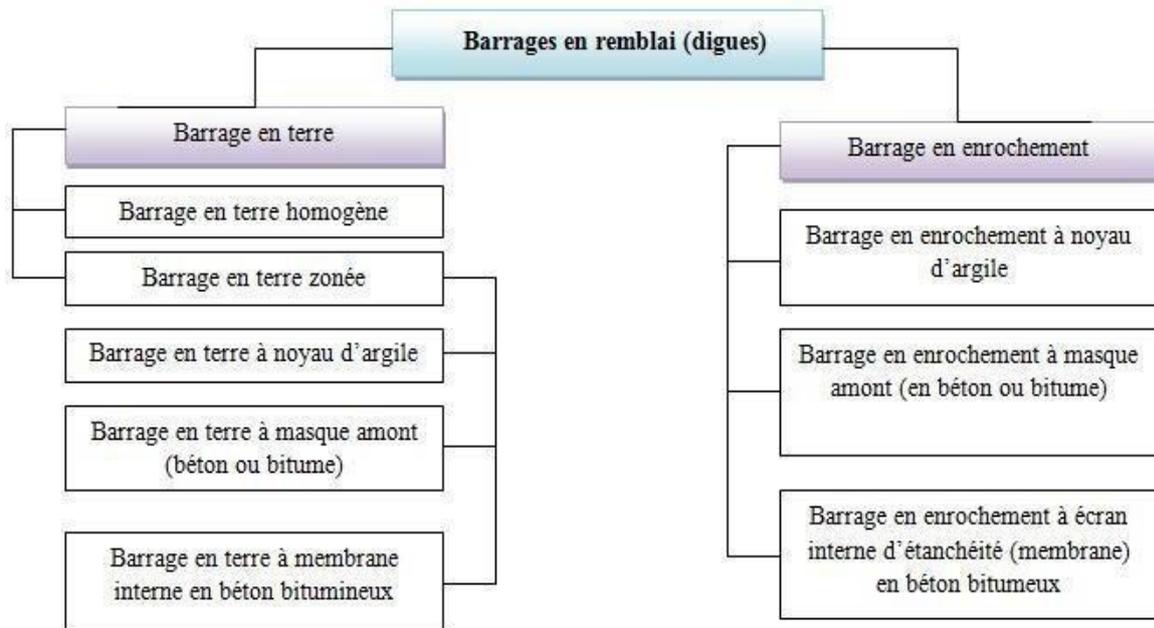
a) Barrages en béton : les barrages en béton se partagent en trois groupes : barrage poids, barrage voûte et barrage à contreforts.

b) Barrages en remblai : on distingue deux catégories :

- Les barrages en terre, réalisés à partir de sols naturels meubles prélevés à proximité du site de l'ouvrage.

- Les barrages en enrochement, dont la majeure partie est constituée de matériaux de carrières concassées (**Anton et Pougatsch., 2011**).

La figure 01, représente les sous catégories de barrages en remblai en fonction des matériaux de constructions et des dispositifs d'étanchéité.



**Figure 01 : Catégories des barrages en remblai (Anton et Pougatsch., 2011).**

## II. Etapes de traitement

On applique des traitements pour rendre l'eau potable, ces traitements sont variables selon l'origine et la qualité de l'eau. Le choix d'une filière de traitement dépend des caractéristiques des eaux ainsi que des normes de qualité à atteindre (**Luc et Lagardette., 2009**).

### II.1. Prétraitement

L'eau, avant d'être traitée, doit être débarrassée de la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature et la dimension constitueraient une gêne pour les traitements ultérieurs. Dans le cas d'une eau potable, les prétraitements sont principalement de deux types (**Luc et Lagardette., 2009**).

#### II.1.1. Dégrillage

Permet de protéger les ouvrages en aval de l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de traitement (**Hernandez., 2006**).

#### II.1.2. Tamisage

Permet d'éliminer des objets plus fins que ceux éliminés par le dégrillage, il s'agit de feuilles ou de morceaux de plastique (**Hernandez., 2006**).

### II.2. Pré-chloration

Le traitement de pré-chloration consiste en une injection d'eau chlorée dans l'eau brute pour oxyder la matière organique, l'ammonium, le fer et le manganèse ainsi que la décomposition des micro-organismes. Les oxydants utilisés sont : le chlore gazeux, l'hypochlorite de sodium et l'hypochlorite de calcium (**Fiche technique de la station de Ain Zada**).

### II.3. Clarification

C'est l'ensemble des opérations permettant d'éliminer les substances toxiques présentes dans l'eau et capter un maximum de matières en suspensions (**Hernandez., 2006**). La coagulation et la floculation sont les processus qui permettent l'élimination des colloïdes, la clarification comprend les opérations suivantes :

### II.3.1. Coagulation

Est définie théoriquement comme l'opération conduisant à la déstabilisation des particules colloïdales ( stables ) pour permettre enfin leur agrégation quand le contact a lieu et pour rendre ainsi la décantation ou la flottation plus performante, techniquement, on la définit plus simplement par agitation rapide (flash mixing). Donc la coagulation permet également d'éliminer les matières organiques sous l'effet d'un coagulant (**Legube., 2015**). Ce dernier est un produit capable de neutraliser les charges des colloïdes présents dans l'eau.

Le type de coagulant et la dose ont une influence sur :

- La bonne ou la mauvaise qualité de l'eau clarifiée.
- Le bon ou le mauvais fonctionnement de la floculation et de la filtration.
- Le coût d'exploitation

Les principaux coagulants utilisés pour déstabiliser les particules et produire des floccs sont le sulfate d'aluminium, l'aluminate de sodium, le chlorure ferrique, le sulfate ferrique, et le sulfate ferreux (**Hadjali., 2012**).

### II.3.2. Floculation

Est un processus lors duquel les produits de la coagulation sont conçus pour former des "floccs" de taille et de poids suffisants pour permettre leurs éliminations par sédimentation ou filtration (**Hernandez., 2006**) ; (**Boni., 2008**) et (**Malteser., 2014**).

Pour choisir un flocculant, il faut considérer la taille, la cohésion et la vitesse de décantation du flocc. Comme pour les coagulants, le taux de traitement à mettre en œuvre est donné par essai de floculation (**Hadjali., 2012**).

Les types de flocculant sont :

- Polymères minéraux : tels que la silice activée, généralement associée au sulfate d'aluminium en eau froide.
- Polymères naturels : extraits de substances animales ou végétales, amidons, alginates (obtenus à partir d'algues marines).
- Polymères de synthèse : plus récents en apparition, ils ont fait évoluer considérablement les performances de la floculation. Ils conduisent souvent à un volume de boue très réduit.

### II.4. Décantation et flottation

Ce sont des procédés physiques intervenant après la coagulation-floculation. L'eau coagulée et flocculée entre dans le décanteur à vitesse réduite de façon à éviter les turbulences,

les floccs se déposent au fond de l'ouvrage (si la densité des floccs est supérieure à celle de l'eau) et l'eau clarifiée est récupérée en surface. Dans les cas de particules de densité inférieure à celle de l'eau, le procédé de flottation est appliqué.

La flottation favorise la clarification par élimination des particules en surface, grâce à la génération des bulles d'air, qui s'accrochent aux matières en suspension et aux floccs. Les floccs sont récupérés en surface par des bras racleurs (Nesrine., 2015).

Elle consiste à laisser déposer les particules les plus lourdes que l'eau sous l'effet de la gravité, ces particules sont en général des particules de floccs ou des particules résultants de la précipitation (Desjardins, 1990) et (Luc et Lagardette., 2009).

### II.5. Filtration sur sable

L'eau est acheminée du collecteur commun des eaux clarifiées des deux décanteurs vers deux batteries de cinq filtres à sable rectangulaires. Ces derniers fonctionnent à niveau d'eau constant. Le débit est régulé par une vanne automatique sur la conduite d'évacuation des eaux filtrées, reliée à une sonde piézométrique. Un turbidimètre permet de contrôler la turbidité de l'eau en sortie des filtres.

La séquence de lavage consiste en un dé tassage à l'air à un débit de 3059m<sup>3</sup>/hd, une durée de 5mn, une phase air et eau puis un rinçage à l'eau jusqu'au retour d'une eau claire. Les eaux propres de lavage des filtres proviennent de deux baches d'eau de lavage. L'eau filtrée récupérée est utilisée dans le lavage du sable de filtration.

Le dispositif de lavage de filtres est constitué de trois pompes d'eau de lavage d'un débit unitaire de 750 m<sup>3</sup>/h, et de deux groupes compresseurs d'air de débit unitaire de 3059m<sup>3</sup>/h.

Les eaux filtrées après leur passage dans les réservoirs d'eau de lavage transitent par un serveur dans une chambre commune d'eau filtrée avant de rejoindre les réservoirs d'eau traitée. A noter que les déflecteurs situés dans ce réservoir à l'extrémité des conduites d'eau filtrée sont tous détachés de leurs supports (Fiche technique de la station d'Ain Zada., 1991).

### II.6. Désinfection (poste chloration)

La désinfection est l'étape ultime du traitement de l'eau de consommation avant distribution. Elle permet d'éliminer tous les micro-organismes pathogènes présents dans l'eau. Il peut cependant subsister dans l'eau quelques germes banals, car la désinfection n'est pas une stérilisation ( Malteser., 2014 ; Nesrine., 2017).

Le principe de la désinfection est de mettre en contact un désinfectant à une certaine concentration pendant un certain temps avec une eau supposée contaminée. Les quatre principaux désinfectants utilisés en production d'eau potable sont : le chlore (l'eau javel et le chlore gazeux), dioxyde de chlore, l'ozone et le rayonnement(UV) (**Boni., 2009**) et (**Cardot., 2010**).

### **II.7. Stockage et refoulement de l'eau traitée**

L'eau traitée est stockée dans un réservoir d'un volume utile de 10 000 m<sup>3</sup>. Une chambre de mesure de la qualité de l'eau est située près des réservoirs, elle permet le contrôle en continu des principaux paramètres de qualité qui sont le pH, la turbidité et la conductivité.

Le refoulement est effectué dans ces directions :

- la ville de Bordj Bou Arreridj, par un groupe de pompage constitué de deux pompes au débit unitaire de 1 080 m<sup>3</sup>/h.
- la ville de Bougaa, avec un groupe de trois pompes au débit unitaire de 360 m<sup>3</sup>/h, une seule pompe étant en service.

### III. Evaluation de la qualité des eaux (Paramètres physico-chimiques)

#### III.1. Paramètres physiques

##### III.1.1. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH d'une eau est une indication de la tendance à être acide ou alcaline. La détermination du pH constitue les mesures de la concentration des ions  $H^+$  dans l'eau. Sa mesure est très importante car le pH conditionne un grand nombre d'équilibre physico-chimique, c'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau, il doit être surveillé au cours de toute opération de traitement (**Rodier., 2005**).

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

##### III.1.2. Température

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

##### III.1.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau entre deux électrodes métalliques de  $1\text{ cm}^2$  et distantes l'une de l'autre de  $1\text{ cm}$  (**Rodier., 1996**).

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Ainsi, plus l'eau contient des ions comme le calcium ( $Ca^{2+}$ ), le magnésium ( $Mg^{2+}$ ), le sodium ( $Na^+$ ), le potassium ( $K^+$ ), le bicarbonate ( $HCO_3^-$ ), le sulfate ( $SO_4^{2-}$ ) et le chlorure ( $Cl^-$ ), plus elle est capable de conduire un courant électrique et plus la conductivité mesurée est élevée (**Hade., 2002**).

##### III.1.4. Turbidité

La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques, etc.). Il est important de connaître la teneur de la turbidité lorsqu'on envisage de traiter l'eau, car elle facilite le développement des

germes indicateurs de contamination, réduit l'efficacité des désinfectants et accroît la consommation du chlore tout en diminuant son efficacité (**Rodier et al., 2009**).

### III.1.5. Oxygène dissous

L'oxygène dissous mesure la concentration du dioxygène dissous dans l'eau. Sa solubilité est liée à plusieurs facteurs particuliers : la température, la pression atmosphérique et la salinité et l'origine de l'eau ; les eaux superficielles peuvent en contenir des quantités relativement importantes proches de la saturation. Les eaux profondes n'en contiennent le plus souvent que quelques milligrammes par litre (**Rodier, 1984**). Il est exprimé en mg/l (**Derwich et al., 2010**).

### III.1.6. Résidu sec

Le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux). Suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l (**Catherine., 2009**).

## III.2. Paramètres chimiques

### III.2.1. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Les nitrates sont assez largement présents, mais à des niveaux bien moindres que les nitrates, se retrouvent dans la plupart des produits alimentaires, dans l'atmosphère et dans une grande partie des eaux (**Belghiti et al., 2013**). Les nitrites peuvent provoquer dans certains cas des phénomènes de méthémoglobinémie pouvant aller parfois jusqu'à l'asphyxie chez les bébés nourris au biberon (**Samake., 2002**).

### . III.2.2. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

Les nitrates sont des ions naturels présents dans l'environnement, ils proviennent de la décomposition des matières organiques (**Dinepa et al., 2013**). Ils font partie des contaminants chimiques les plus omniprésents dans les masses d'eau dans le monde. La contamination de l'eau potable par les nitrates est plus fréquemment associée à une certaine forme de pollution anthropique. Les nitrates sont très solubles dans l'eau et peuvent facilement se déplacer dans le sol, au fil du temps, les nitrates peuvent s'accumuler dans les eaux souterraines qui peuvent ensuite être utilisées comme source d'eau potable (**Hailu., 2017**).

### III.2.3. Phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

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

Les phosphates jouent un rôle important dans le développement des algues. Ils sont susceptibles de favoriser leur multiplication dans le réservoir, les grosses canalisations et les eaux des lacs. La présence excessive de phosphates dans les milieux aquatiques favorise le phénomène d'eutrophisation (Gaugous., 2005).

### III.2.4. Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

Les eaux naturelles contiennent pratiquement des sulfates en proportions très variables (Taradat et Henry., 1992). Ces dernières proviennent principalement des gypses présents dans le sol, comme ils peuvent provenir du lessivage des sulfates de l'air par les précipitations (Ramade., 1998).

La présence des sulfates donne un goût amer à l'eau, comme les sulfates ne sont pratiquement pas assimilables, une eau contenant une teneur élevée en ces anions causera des effets laxatifs chez l'homme (Mabillot., 1986). Les concentrations élevées en sulfates (plus de 400 mg/l) peuvent contribuer à la corrosion des systèmes de distribution surtout avec les eaux faiblement alcalines (Mezhilli., 2003).

### III.2.5. Ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

L'azote ammoniacal se trouve sous la forme toxique  $\text{NH}_4^+$ . Sa présence dans les eaux explique un processus de dégradation incomplète de la matière organique, l'azote ammoniacal se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation. L'ammoniaque présente l'inconvénient de la nécessité d'augmentation de la consommation en chlore lors de la désinfection (Chaden., 2014).

### III.2.6. 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), ces anions ne se combinent pas facilement avec les éléments chimiques et restent très mobiles (Nouayti et al., 2015 ; Ayad et Kahoul., 2016).

### III.2.7. Dureté TH ( $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ )

C'est une qualité particulière de l'eau due à la présence des bicarbonates, des chlorures, des sulfates, de calcium et de magnésium. Ces ions proviennent de dépôts géologiques naturels comme le calcaire et la dolomie, qui sont dissous lorsqu'ils sont en contact avec l'eau (**la Reine du chef du Canada., 2011**). La dureté est détectée principalement par le fait qu'elle empêche plus ou moins l'eau savonneuse de mousser (**Marcel., 1986**).

Selon l'origine de l'eau, la dureté peut être essentiellement calcique ou magnésique, voire les deux à la fois, en fonction de la valeur du TH, on peut déterminer le caractère de la dureté de l'eau:

- entre 0 et 10°F : eau très douce.
- entre 10 et 20 °F : eau moyennement douce.
- entre 20 et 30 °F : eau dure.
- supérieure à 30 °F : eau très dure (**Rejsek., 2002**).

### III.2.8. Matières organiques (oxydable)

Les matières organiques susceptibles d'être en contrées dans les eaux sont constituées par des produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborées sous l'influence des microorganismes. L'inconvénient des matières organiques est de favoriser l'apparition de mauvais goût qui pourra être augmentés par la chloration, une eau riche en matière organique doit toujours être suspectée de contamination bactériologique ou chimique.

Selon la classification de Rodier :

- Une eau est très pure pour des valeurs inférieures à 1mg/l.
- Une eau est dite potable pour des valeurs comprises entre 1 et 2mg/l.
- Une eau est suspecte pour des valeurs comprises entre 2 et 4mg/l (**Catherine., 2009**).

### III.2.9. Fer (Fe)

Très largement utilisé sous forme d'acier dans le domaine de la construction, le fer est un métal qui est très abondant dans la croûte terrestre, principalement dans les roches (**Hem, 1985**).

Les pollutions industrielles et le phénomène de lixiviation des bassins versants sont les principales causes de la présence du fer dans les eaux de surface (**Wanélus., 2016**). À une concentration de 2 mg/l dans l'eau potable, le fer ne présente aucun danger pour la santé des

consommateurs. Au-dessous de ce seuil, le goût et la couleur de l'eau sont généralement affectés (**Who., 2011**).

### **III.2.10. Aluminium (Al)**

Il est présent dans l'eau sous forme de sels solubles, de colloïdes et de composés insolubles. Il peut avoir pour origine les rejets industriels, l'érosion et le lessivage des sols (**Potelon et Zysman., 1998**). L'OMS fixe 0,2 mg/l la valeur de tolérance de l'aluminium dans l'eau potable.

# **Partie Expérimentale**

### I. Présentation de la zone d'étude

#### I.1. Introduction

Le barrage de Ain Zada est un ouvrage constitué de terres compactées et imperméables ayant de très bonnes caractéristiques d'étanchéité. Le barrage en terre hétérogène est privilégié lorsqu'on ne dispose pas de terres imperméables en quantités suffisantes sur le site du barrage. Le barrage de Ain Zada fait partie de cette catégorie d'ouvrages (**Berramdane., 2018**).

Le but de cette partie est la présentation générale du barrage de Ain Zada et de sa station de production d'eau potable. Ainsi que l'étude de la situation géographique et les caractéristiques générales du sous-bassin versant de Boussellam amont.

#### I.2. Présentation du barrage de Ain Zada

L'étude du barrage de Ain Zada est faite au début par le bureau d'étude Américain Bechtel en 1979, et réalisée par l'entreprise Hidrotehnika- Belgrade-Yougoslavie, l'étude d'exécution et l'étude des travaux faites par Atkins Humphrey et Sir M. Mac Donal Angleterre, de 1981 à 1986 l'année de sa mise en service. C'est un barrage en remblai et enrochement avec un noyau central en argile, il est doté d'un évacuateur de crues sans organes de réglage et d'un coursier à ciel ouvert sur l'un des côtés de la digue (**Mebarkia., 2011**).

En 1986, est mis en service le barrage de Ain Zada sur l'oued Boussellam, dont il fait un exutoire du sous bassin destiné initialement à l'irrigation mais rapidement détourné au profit des villes de Sétif, Bougaa , El Eulma et Bordj Bou Arreridj avec une capacité de 125 Hm<sup>3</sup> en plus il existe plus 6 retenus collinaires (**DHW Sétif., 2011**) destinées essentiellement à l'irrigation des moyens et des petits périmètres agricoles et à l'abreuvement du cheptel.

#### I.3. Situation géographique

Le site du barrage de Ain Zada est situé sur les Wilaya de Sétif et de Bordj Bou Arreridj, à 40 km au nord du chef-lieu de la wilaya de Bordj Bou Arreridj et à 25 km à l'ouest du chef-lieu de la wilaya de Sétif. Il se localise à 11 km au nord-est du village Ain-Taghrout sur l'oued Boussellam, il est situé entre le mont de Hodna au sud et les montagnes de Kabylie au nord.

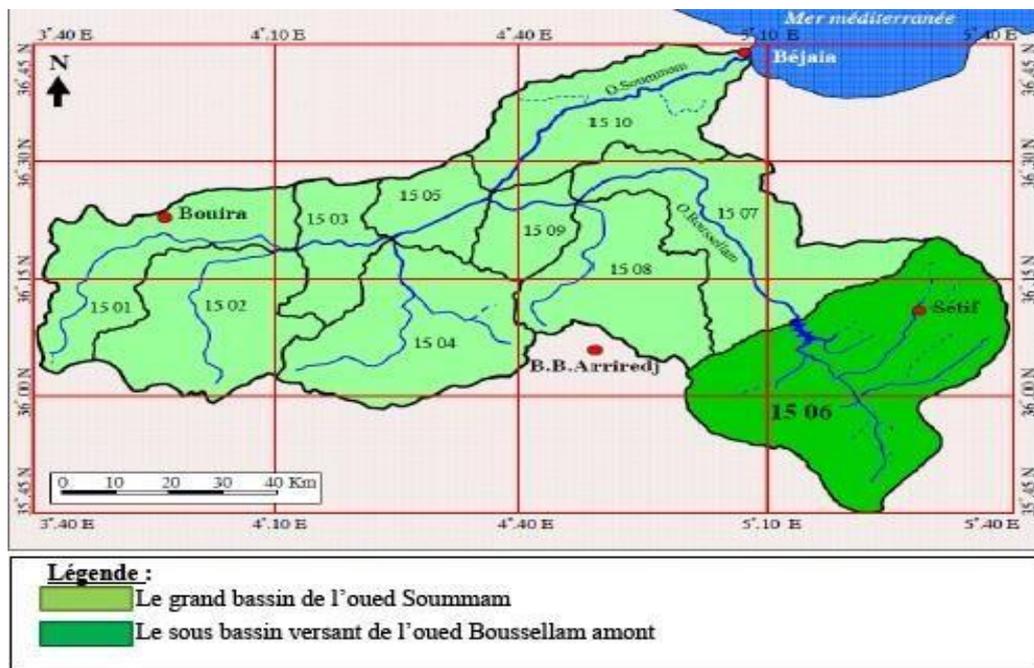
Il est implanté dans la Commune de Ain-Taghrout sur l'Oued Boussellam (direction Sud-Nord) au niveau de la jonction avec l'Oued Ain-Taghrout à l'ouest, l'Oued Kharoua au Nord-est et l'Oued Mellah au Sud-est.

Le bassin versant drainant l'ensemble du site s'étend sur 2080 km<sup>2</sup>. La cuvette du barrage a nécessité la déviation de la Route Nationale n°5 qui délimite maintenant la partie sud du site (Figure 02)

Les coordonnées géographiques sont les suivantes:

- Latitude: 36°08'54''N

- Longitude: 05°09'27''E



**Figure 02 :** Situation géographique du sous-bassin versant de Boussellam amont.

Le sous bassin du Boussellam amont qui fait l'objet de cette étude contient 35 % de la surface du grand bassin Boussellam (1785 Km<sup>2</sup>), du code 15-06 d'après l'Agence Nationale Ressources Hydrauliques (ANRH), il se situe entre le grand bassin Constantinois à l'Est et celui de HODNA au Sud, et le sous bassin de Boussellam moyen à l'Ouest.

#### **I.4. La mobilisation des ressources en eau dans le sous bassin versant de l'oued Boussellam amont**

La plaine de Boussellam est traversé par un seul oued qui est le oued Boussellam, et ses principaux affluents, oued Malah, oued Kharoua, oued Fermatou, oued Guellal, oued

Tixter et oued Ftaisa. Ces ressources naturelles assurent un apport annuel approximatif extrapolé de l'ordre de 50 Hm<sup>3</sup> /an.

Les eaux totales mobilisées au niveau du bassin sont d'environ 10 Hm<sup>3</sup> soit 8,3 % des eaux mobilisables globales (121 Hm<sup>3</sup>).

## II. Matériels et méthodes

### II.1.Échantillonnage

Les principaux aspects, dont il faut tenir compte pour obtenir un échantillon d'eau représentatif sont les suivants:

- La sélection convenable du point d'échantillonnage.
- Le respect des procédures d'échantillonnage.
- La conservation adéquate de l'échantillon (**Rodier., 1997**).

Durant notre travail, le prélèvement des échantillons d'eau s'est effectué durant la période allant de 13 février au 15 mai 2022.

Les principaux renseignements à enregistrer pour une analyse d'eau sont :

- Identité des préleveurs.
- Date et heure de prélèvement.
- Motif de la demande d'analyse.
- Point de prélèvement d'eau.
- Origine de l'eau (barrage AinZada).

#### II.1.1. Techniques de prélèvement

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté, il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation donnée. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physicochimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension...etc.) (**Rodier et al., 2005**).

#### II.1.2. Prélèvement physico-chimique

L'échantillonnage pour les analyses physico-chimiques ne pose pas de problème particulier, des flacons en plastiques sont suffisants. L'échantillon peut être gardé quelques jours mais il est préférable d'effectuer le dosage des éléments chimiques le plus tôt possible, les éléments comme les nitrates peuvent subir des modifications lors de la conservation.

## II.2. Matériels

### II.2.1. Matériels lourds

Le matériel utilisé est : micropipettes, pH-mètre, plaque chauffante, conductimètre, turbidimètre, spectrophotomètre et spectrophotomètre à flamme.

### II.2.2. Verreries

Les verreries utilisées sont : béchers, entonnoirs, éprouvette graduée, fiole jaugée, flacons, pipettes graduées, pipettes pasteur, burette et tubes à essais.

### II.3. Méthodes des analyses physico-chimiques des eaux

#### II.3.1. Les paramètres physiques

##### a. Mesure du pH

Le pH est en relation avec la concentration des ions d'hydrogène présent dans l'eau. La différence du potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans la même solution est mesuré par un pH mètre (**Abdeselem., 1999**).

- Étalonner l'appareil avant la mesure avec des solutions tampons à pH=7 et 4 après avoir rincé l'électrode avec l'eau distillée.
- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser dans un bécher, appliquer une légère agitation puis tremper l'électrode dans le bécher.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation et noter le pH (**Rodier., 1997**).

##### b. Mesure de la température

La mesure de la température a été effectuée en plongeant immédiatement le thermomètre dans le flacon d'eau à analyser pendant 5 minutes. Généralement les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent un thermomètre intégré (**Rodier et al., 2009**).

##### c. Mesure de la conductivité électrique

Pour la détermination de ce paramètre un conductimètre est utilisé, qui consiste à rincer l'électrode plusieurs fois avec l'eau distillée puis en le plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner; faire la mesure en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée. Le résultat de la conductivité est donné en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (**Rodier., 1997**).

#### **d. Mesure de la turbidité**

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau, elle est réalisée à l'aide d'un turbidimètre appelé aussi néphélomètre, en utilisant des cuves en verre bien nettoyées et séchées remplies avec l'eau à analyser (**Hamdi., 2011**).

#### **e. Mesure de l'oxygène dissous**

La mesure de l'oxygène dissous est réalisée à l'aide d'un oxymètre en utilisant des cuves en verre bien nettoyées et séchées remplies avec l'eau à analyser (**Hamdi., 2011**).

#### **f. Mesure du résidu sec**

Tarer une capsule préalablement lavée, rincer avec de l'eau distillée et dessécher; prélever 200 ml d'eau à analyser ; porter à l'étuve à 105 °C pendant 24 heures ; laisser refroidir pendant 1/4 heure au dessiccateur; peser immédiatement.

### **II.3.2. Les paramètres chimiques**

#### **a. Analyse de nitrite ( $\text{NO}_2^-$ )**

- Introduire 50 ml d'échantillon dans un bécher.
- Ajouter 1 ml du réactif mixte (a) et attendre au moins 20 min.
- Faire la lecture par la méthode NITRITE 2019 par un spectrophotomètre (utilisé la cuvette de 10 ml).
- Réactif mixte (a) : sulfamide + acide phosphorique + N-1-Naphytle éthylène diamine + eau distillé.

#### **b. Analyse de nitrate ( $\text{NO}_3^-$ )**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser ajoutée 2 goutte de NaOH à (30 %).
- Ajouter 0,5 ml de salicylate de sodium.
- Evaporer à l'étuve a température de 75 à 88°C, puislaisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 1ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  repos 10 min.
- Ajouter 7,5 ml d'eau distillée.
- Ajouter 7,5 ml de tartrate double, puis lire au spectrophotomètre par la méthode NITRATE 10 (utilisée la cuvette de 10 ml).

#### **c. Analyses de phosphate ( $\text{PO}_4^{-3}$ )**

- Prendre 40 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml d'acide ascorbique.
- Ajouter 2 ml de réactif mixte.
- Attendre 10 min pour le développement de la couleur puis lire au spectrophotomètre par la méthode PHOSPHATE 10 (utilisée la cuvette de 10 ml).
- Réactif mixte : heptamolybdate d'ammonium + tartrate d'antimoine + acide sulfurique pur.

### **d. Analyse de sulfate ( $\text{SO}_4^{-2}$ )**

- Prendre 10 ml d'eau a analyses puis compléter à 50 ml avec l'eau distillée.
- Ajouter 2,5 ml d'une solution stabilisante.
- Ajouter 1ml de  $\text{BaCl}_2$ .
- Agiter énergiquement pendant 1min puis lire au spectrophotomètre par la méthode SULFATE 10 (utilisée la cuvette de 10 ml).

NB : la concentration de  $\text{SO}_4^{-2}$  est égale à la valeur lue x la dilution.

Solution stabilisante : acide chlorhydrique + éthanol + chlorure de sodium + glycérol + eau distillée.

### **e. Analyse d'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )**

- Prélever 40 ml d'échantillon à analyser, ajouter dans l'ordre :
- 4 ml du réactif 1.
- 4 ml du réactif 2, et homogénéiser.
- Après au moins 60 mn attendre le développement de la couleur.
- Faire la lecture par la méthode AMMONIUM 10 (la cuvette de 10 ml).
- Si la concentration de  $\text{NH}_4^+$  est supérieur à 2 mg / l utiliser la cuvette de 1ml et la méthode AMMONIUM 1.

Réactif 1 : acide dichloroisocyanurique + hydroxyde de sodium + eau distillée.

Réactif 2 : tricitrate de sodium + salicylate de sodium + nitropruciate de sodium + eau distillée.

### **f. Analyse de chlorure ( $\text{Cl}^-$ )**

#### ***Réactifs***

- Solution de nitrate d'argent à (0,01 N).
- Solution de chlorure à (71 mg).

- Indicateur coloré  $K_2CO_4$  à (10 %).

### *Mode opératoire*

- Prendre 5 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 gouttes de  $K_2CrO_4$ , (coloration jaunâtre).
- Titrer avec  $AgNO_3$  à (0,01 N) jusqu'à la coloration brunâtre.

### *Expression des résultats*

$$F \cdot G = \left( \frac{V_{AgNO_3} * N_{AgNO_3} * M_{Cl} * 1000}{PE} \right) = \left( \frac{V_{AgNO_3} * 0,01 * 35,5 * F * 1000}{5} \right)$$

$$mg/l Cl^- = V_{AgNO_3} \times 71 \times F$$

$V_{AgNO_3}$  : Volume d' $AgNO_3$  nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

$N_{AgNO_3}$ : Normalité d' $AgNO_3$ .

$M_C$  : masse molaire de chlorure.

PE : prise d'essai.

F : facteur de correction du titre d' $AgNO_3$ .

Pour la détermination de F :

- Prendre 5 ml de la solution mère à (71 mg / l).
- Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré.
- Doser par  $AgNO_3$  à (0,01 N) jusqu'à virage.

$$F=1/V_{AgNO_3}$$

### **g. Détermination de la dureté TH ( $Ca^{2+}$ , $Mg^{2+}$ )**

( $V_1$ )  $Ca^{+2}$

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de NaOH à 2N.
- Ajouter du Murexide.
- Titrer avec L'EDTA jusqu'au virage (violet).

( $V_2$ )  $Ca^{+2} Mg^{+2}$

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 2 ml de  $NH_4OH$  (10,1).
- Ajouter noire riochrome.

- Titrer avec L'EDTA jusqu'au virage (bleu).

### Expression des résultats

$$\begin{aligned} \text{mg/l Ca}^{2+} &= V_1 * N_{\text{EDTA}} * F * M_{\text{Ca}^{2+}} * 1000 / \text{PE} \\ &= V_1 * 0,02 * F * 40\text{g} * 1000 / 50 * 2 \end{aligned}$$

$$\text{mg/l Ca}^{2+} = V_1 * F * 8$$

$$V : \text{Ca}^{2+} \text{ Mg}^{2+}$$

$$\text{TH} = V_2 * 2 F$$

$$\begin{aligned} \text{mg/l Mg}^{2+} &= (V_2 - V_1) * M_{\text{Mg}^{2+}} * 1000 * N_{\text{EDTA}} / \text{PE} \\ &= (V_2 - V_1) * F * 24\text{g} * 1000 * 0,02 / 50 * 2 \end{aligned}$$

$$\text{mg/l Mg}^{2+} = (V_2 - V_1) * F * 4,8$$

Pour la détermination de F :

- Prendre 50 ml de la solution mère à 100 mg/l Ca<sup>+2</sup>.
- Ajouter 2 ml de NaOH.
- Ajouter du Murexide.
- Titrer par l'EDTA jusqu'au virage (violet) (V<sub>p</sub>).

$$F = V_T / V_p = 12,5 / V_p$$

### h. Détermination des matières oxydables en milieu acide (M.O)

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

NB. Un essai à blanc est nécessaire.

### Expression des résultats

On indique les résultats comme oxydabilité (consommation de permanganate de potassium) en mg de KMnO<sub>4</sub> / l, aussi en mg d'O<sub>2</sub>/ l, sur la base des rapports stœchiométriques et selon lesquels :

- 1 ml de  $\text{KMnO}_4$  à 0,01 N correspond à 0,316 mg de  $\text{KMnO}_4$  et 1 ml de  $\text{KMnO}_4$  à 0,01 N correspond à 0,08 mg d' $\text{O}_2$ .

Les valeurs d'oxydabilité sont calculées selon les formules suivantes

$$\text{mg KMnO}_4 / \text{l} = (\text{V}_{\text{Ech}} - \text{V}_0) * \text{F} * 316 / \text{PE}$$

$$\text{mg O}_2 / \text{l} = (\text{V}_{\text{Ech}} - \text{V}_0) * \text{F} * 80 / \text{PE}$$

$$\text{mg O}_2 / \text{l} = (\text{V}_{\text{Ech}} - \text{V}_0) * \text{F} * 0,8$$

D'où

$V_{\text{Ech}}$  : Volume  $\text{KMnO}_4$  à 0,01 N (échantillons).

$V_0$  : Volume  $\text{KMnO}_4$  0,01 N (blanc :  $\text{H}_2\text{O}$  distillée).

F : facteur de correction de la solution de  $\text{KMnO}_4$  à 0,01 N

PE : prise d'essai de l'échantillon (100 ml).

### **i. Analyse du fer (Fe)**

- Prendre 10 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml de HCl, et prendre à douce ébullition, laisser refroidir.
- Ajouter 0,5 ml de solution saturée de  $\text{CH}_3\text{COONa}$
- Ajouter 0,3 ml d'acide ascorbique.
- Ajouter 1 ml d'orthophenanthraline.
- Attendre 30 min pour le développement de la couleur, puis lire au spectrophotomètre par la méthode FER 2019 (utilisée la cuvette de 10 ml).

### **j. Analyse d'aluminium (Al)**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 0,5 ml de thiosulfate de sodium.
- Ajouter 1 ml d'acide ascorbique 10 % (préparation : 0,1 g dans 10 ml  $\text{H}_2\text{O}$ ).
- Ajouter 1 ml d'acide sulfurique (préparation : 0,22 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dans 25 ml  $\text{H}_2\text{O}$ ).
- Ajouter 10 ml de la solution tampon (préparation 3,72 g d'acétate d'ammonium ( $\text{C}_2\text{H}_7\text{NO}_2$ ) dans 100 ml  $\text{H}_2\text{O}$  et quelle que gouttes de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  pH 6,2).
- Ajouter 5 ml d'eriochromecyanine (préparation 0,25 solution mère dans 25 ml  $\text{H}_2\text{O}$ ).
- Attendre 10 min pour le développement de la couleur, puis lire au spectrophotomètre par la méthode ALUMINIUM ECS 06/19 (utilisée la cuvette de 10 ml).

III. Résultats et discussion

III.1. Résultats des analyses physico-chimiques

III.1.1. Les résultats des analyses physiques

Les différents résultats relatifs aux analyses physiques sont illustrés dans le tableau 02.

**Tableau 02** : Les résultats des analyses physiques des eaux brutes et traitées.

Paramètres physiques	Brute				Traitée				Moyenne		Normes Algériennes
	Fév	Mar	Avr	Mai	Fév	Mar	Avr	Mai	B	T	
pH	7,83	7,68	7,83	7,77	7,89	7,76	7,86	7,82	7,77	7,83	6,5 – 9
T (°C)	12,4	14,4	15,4	17,4	12	16	16,1	20,4	14,9	16,1	25
Cond(μS/cm)	1890	1980	1895	1934	1673	1798	1732	1787	1924,7	1747,5	2800
Turbidité (NTU)	44,4	30,5	55,6	23,9	3,04	3,38	3,62	1,88	<b>38,6</b>	2,98	5
O <sub>2</sub> dissous (mg / l)	/	3,11	4,04	2,33	/	4,05	4,50	5,39	3,16	4,64	/
Résidu sec (mg / l)	1128	1566	1488	/	1333	1398	1352	/	1394	1361	1500

B : Brute et T : Traitée

Les résultats des analyses physiques pour l'ensemble des échantillons semblent être conformes aux normes nationales de l'eau potable, à l'exception de la turbidité de l'eau brute qui est largement supérieure à la norme algérienne.

### III.1.2. Les résultats des analyses chimiques

Les différents résultats relatifs aux analyses chimiques sont illustrés dans le tableau 03.

**Tableau 03 :** Les résultats des analyses chimiques des eaux brutes et traitées.

Paramètres chimiques	Brute				Traitée				Moyenne		Normes Algériennes
	Fév	Mar	Avr	Mai	Fév	Mar	Avr	Mai	B	T	
Nitrites (mg / l)	0,115	1,024	0,221	1,180	0,004	0	0,007	0	<b>0,635</b>	0,002	0,2
Nitrates (mg / l)	13,643	11,54	12,84	4,46	10,654	11,749	10,59	5,83	10,72	9,705	50
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg / l)	0,125	0,077	0,158	0,211	0,087	0,081	0,041	0,030	0,142	0,059	5
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg / l)	270,05	47,748	290	266,6	292,5	48,834	300	214,1	218,5	213,8	400
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg / l)	0,075	0,335	0,149	1,104	0,04	0,030	0,045	0,045	0,415	0,04	0,5
Cl <sup>-</sup> (mg / l)	243,6	287,01	278,32	261,28	207,32	246,05	232,88	261,28	267,5	236,8	500
Dureté	56,4	57,8	52	55,2	50	54,2	48,6	37,4	55,35	47,55	500
MO (mg / l)	14,4	9,424	12,24	9,86	<b>6,2</b>	4,94	4,23	4,42	<b>11,48</b>	4,94	5
Fer (mg / l)	0,222	0,077	0,247	0,143	0,087	0,010	0,073	0,057	0,172	0,056	0,3
Al (mg / l)	0	0	0	0	0,149	0	0,156	0,024	0	0,082	0,2

Les résultats des analyses chimiques pour l'ensemble des échantillons traités sont conformes aux normes nationales de l'eau potable. Par ailleurs la plus part des échantillons brutes sont conformes aux normes nationales sauf la concentration des matières organiques et la teneur en nitrites qui dépassent légèrement les normes algériennes.

### III.2. Discussion

Les analyses des eaux permettent de déterminer la concentration en certaines substances qui peuvent rendre ces eaux suspectes ou impropres à la consommation. En ce qui concerne l'eau étudiée, les analyses physico-chimiques ont permis de révéler les résultats suivants :

#### III.2.1. Paramètres physiques

##### a. pH

Le pH est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau (**Abdeselem., 1999**). Le pH de l'eau du barrage avant traitement est égale à une moyenne de 7,77, cette valeur est inférieure à celle de l'eau traitée où le pH est égal à 7,83, ce qui indique que l'eau de barrage de Ain Zada a un pH légèrement alcalin, mais reste conforme aux normes algériennes qui se situe entre 6,5 à 9.

##### b. Température

La température de l'eau brute du barrage enregistrée était de 14,9°C, alors que pour l'eau traitée était de 16,1°C. Les valeurs des températures ne dépassant pas la norme algérienne (25°C).

Cependant une élévation de la température s'accompagne d'une augmentation de la tension en vapeur saturante à la surface (évaporation), et d'une diminution de la solubilité de gaz (oxygène), ainsi l'augmentation de la température favorise le développement des micro-organismes donc la consommation de l'oxygène (**Jacques., 2006**).

##### c. Conductivité électrique

Nous remarquons que les valeurs de la conductivité des échantillons brutes prélevés du barrage sont importante, la valeur maximale est égale à 1980µS/cm et la valeur minimale est égale à 1890µS/cm avec une valeur moyenne de 1924,7µS/cm. Après traitement la conductivité diminue est devient 1747,5µS/cm.

La réglementation algérienne fixe la valeur de 2800µS/cm comme valeur maximale, tous les échantillons sont conformes aux normes, cette eau est considérée donc comme de bonne qualité et sa minéralisation est importante.

### d. Turbidité

La valeur moyenne de la turbidité de l'eau de barrage avant traitement est de 38,6 NTU qui est largement supérieur à la norme algérienne (5 NTU), ceci est dû probablement à la présence de matières en suspension, des substances minérales, des matières organiques ou d'autres matières microscopiques qui forment un obstacle au passage de la lumière dans l'eau (Rodier., 1996; Hade., 2007).

L'ensemble des échantillons de l'eau traitée est de qualité conforme à la norme algérienne avec une moyenne de la turbidité de 2,98 NTU, ces valeurs faibles sont dues à l'effet de la décantation de l'eau de barrage.

### e. Résidu sec

La moyenne du résidu sec de l'eau brute obtenue était de 1394 mg/l qui est supérieur à celle des eaux traitées 1361 mg/l, donc l'ensemble des échantillons ont une qualité conforme à la norme algérienne fixé à 1500 mg/l.

## III.2.2. Paramètres chimiques

### a. Nitrites

Les nitrites sont des indicateurs de pollution, elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrates. La présence des nitrites dans l'eau en quantité importante dégrade la qualité de l'eau et pourrait affecter la santé humaine.

D'après le tableau 03 les échantillons de l'eau brute contiennent des quantités de nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ) comprises entre 0,115 et 1,180 mg/l avec une moyenne de 0,635 mg/l. Tandis que la moyenne des concentrations de nitrite dans l'eau traitée est de 0,002 mg/l. Ces valeurs sont inférieures à la norme algérienne (0,2 mg/l), cela confirme que l'eau traitée de Ain Zada n'est pas polluée. D'autre part les teneurs en nitrites dans l'eau brute dépassent les normes algériennes.

### b. Nitrates

Les nitrates ne représentent qu'une des multiples formes de l'azote présent dans l'eau, tout en constituant, en général, la forme la plus abondante de l'azote minéral. Les résultats obtenus (tableau 03) montre que la moyenne des teneurs en nitrates de l'eau brute étaient de 10,72 mg/l qui est supérieur à celle des eaux traitées qui est de l'ordre de 9,70 mg/l, mais ces

valeurs restent toujours inférieures à la valeur admissible par les normes algériennes (50 mg / l).

### c. Chlorures

En plus de l'agressivité et la minéralisation qu'ils confèrent aux eaux, les taux élevés des chlorures modifient la saveur de l'eau et contribuent aux dépôts de sels néfastes pour l'agriculture (Mizi., 2006).

Les échantillons de l'eau brute du barrage présentent une moyenne de teneurs en chlorures de 267,5 mg/l, pour les échantillons de l'eau traitée, elle est de 236,8 mg/l. Les normes algériennes de l'eau potable pour les chlorures sont fixées à 500 mg/l, donc les résultats obtenus sont acceptables et conforme aux normes susmentionnées.

### d. Dureté

La dureté totale est la quantité du calcium et du magnésium dissoute dans l'eau. La dureté d'une eau, constitue un risque notable dans l'entartrage des canalisations. Pour une eau d'adduction, une dureté élevée contribue également à accroître la consommation du savon (Rodier et al, 2005; Hakmi., 2006).

Les résultats enregistrés pour les eaux brutes et traitées sont respectivement 55,35 °F et 47,55 °F, ces valeurs sont très inférieures à la norme fixée par la législation algérienne (500°F), donc l'eau de barrage de Ain Zada est de bonne qualité vis-à-vis de la dureté, mais on peut la classer comme eau très dure (TH > 30 °F).

### e. Matière organique

L'eau de barrage de Ain zada présente des concentrations élevées en matière organique, Les résultats obtenus (Tableau 03) montre que la moyenne de la concentration des matières organiques dans l'eau brute est de 11,48 mg/l, qui est largement supérieur à la norme algérienne (5NTU). Pour l'eau traitée la moyenne est de 4,94 mg/l, qui reste toujours élevé mais sans dépasser la norme.

Selon (Mouni et al.,(2009), la concentration des matières organiques dans l'eau s'accroît avec l'augmentation de la matière en suspension, ce qui nous renseigne sur le caractère organique de la matière en suspension dans l'eau du barrage de Ain Zada. En effet, lorsqu'elles sont en trop grandes quantités dans l'eau, les filières de potabilisation trouvent

des difficultés à être suffisamment éliminé, ce qui donne à l'eau une couleur et un goût désagréables.

### **f. Fer**

Les échantillons de l'eau de barrage non traitée présentent des teneurs en fer de 0,172 mg/l, tandis que l'eau traitée présente des valeurs trop basses (0,056 mg/l). La norme algérienne de l'eau potable pour le fer est fixée à 0,30 mg/l, donc tous les échantillons sont conformes à la norme algérienne.

### **g. Aluminium**

L'aluminium est non détecté dans les échantillons de l'eau de barrage brute, tandis que l'eau traitée présente des teneurs très faibles en aluminium (0,082 mg/l), mais qui reste toujours inférieures à la norme algérienne de l'eau potable (0,2 mg/l). L'apparition de l'aluminium dans l'eau traitée est due à l'utilisation du sulfate d'aluminium comme coagulant au cours du traitement.

# Conclusion

## Conclusion

La disponibilité de l'eau est une nécessité absolue qui doit être accessible à tous les citoyens en quantité suffisante et de bonne qualité.

Les eaux de surface constituent la source la plus importante pour la production d'eau potable. Si l'eau est indispensable à la vie, elle est parfois à l'origine de plusieurs maladies dites hydriques. Il est donc impératif de faire subir aux eaux destinées à la consommation humaine une série de traitements spécifiques et coûteuse (particulièrement pour les eaux de surface) pour leur débarrasser de tous les germes infectieux qu'elles pourraient contenir.

L'objectif principal de notre travail est d'évaluer la qualité physico-chimique de l'eau traitée du barrage de Ain Zada à travers la réalisation de différentes analyses physico-chimiques. L'expérimentation est réalisée pendant la période débuté de février jusqu'à la fin mai 2022 dans le laboratoire de la station de Ain Zada.

Les résultats des analyses physicochimiques pour l'ensemble des échantillons semblent être conformes aux normes nationales avec:

- Une minéralisation importante de l'eau traitée avec une conductivité moyenne de (1747,5 $\mu$ S/cm).
- Une valeur moyenne de la turbidité de l'eau brute du barrage qui est de 38,6 NTU, tandis que de l'eau traitée est de 2,98 NTU qui est conforme à la norme algérienne, cela indique l'efficacité des étapes de traitements appliqués dans la diminution de la turbidité.
- Des concentrations de nitrites dans l'eau traitée inférieures à la norme algérienne (0,002 mg/l), ce qui traduit une eau de bonne qualité et non polluée. Tandis que les concentrations de nitrites dans l'eau brute est de 0,635 mg/l, ces valeurs dépassent la norme algérienne et confirme l'efficacité des traitements dans la diminution de la teneur en nitrite.
- Des teneurs en nitrates de l'eau brute et traitée inférieures à la valeur admissible par les normes algériennes.
- Des concentrations élevés en matières organiques de l'eau brute (11,48 mg/l), après traitements ces concentrations restent légèrement élevé (4,94 mg/l) mais ne dépassant pas la norme, ce qui donne à l'eau de barrage de Ain Zada une couleur et un goût désagréables.
- Une dureté très inférieure à la norme fixée par la législation algérienne, ainsi on peut considérer que cette eau est très dure (TH > 30 °F).
- Des teneurs très faibles en fer et en aluminium (0,056 mg/ et 0,082 mg/l respectivement), ce dernier est non détecté dans l'eau brute.

A la lumière de ces résultats expérimentaux, l'eau traitée du barrage de Ain Zada présente une qualité physico-chimique satisfaisante avec l'absence totale des paramètres de pollution, L'ensemble des échantillons d'eau brutes étaient d'une qualité au-dessous des normes nationales pour la matière organique et les nitrites. Suite à cette étude, on peut conclure en l'efficacité des étapes de traitements appliquées dans la station du barrage de Ain Zada dans la diminution des teneurs en nitrites et en matières organiques.

A l'issue de cette contribution, nous proposons dans les perspectives de compléter l'étude par l'évaluation de la qualité microbiologique de l'eau traitée du barrage de Ain Zada.

Par ailleurs, il est vivement recommandé de contrôler la qualité de l'eau traitée après l'application d'une nouvelle technique d'ozonation (désinfection par l'ozone), qui va renforcer la station de traitement du barrage de Ain Zada cette année, et étudié son efficacité dans la diminution de la teneur en matières organiques.

# **Références bibliographique**

**Références bibliographiques**

**Abdesselem A. (1999).** Suive De La Qualité Microbiologique Et Physicochimique De Trois Serres Alimentant De La Région De Tlemcen, Mémoire d'ingénieur institut de biologie, Université de Tlemcen. pp 2-18.

**Alberge J., Boufaroua M., Droubi A., Marzouk A. (2004).** Petits barrages et lacs collinaires, aménagements originaux de conservation de eaux et de protection des infrastructures avales : exemples des petits barrages en Afrique du nord et au Proche-Orient. Sécheresse n°1 vol .15, pp 78-86.

**Anton S., Pougatsch H. (2011).** Les barrages du projet a la mise en service. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), école polytechnique fédérale de Lausanne, 714p.

**Ayad W., Kahoul M. (2016).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de puits dans la région d'El-Harrouch (N.E -Algérie).Journal Mater. Environ. Sci. 7 (4). 1288- 1297. ISSN : 2028-2508.

**Boni M., Demoncheaux J. P., Girardet C et Bornert G. (2008).** Maîtrise de la qualité des eaux destinées à la Consommation humaine en situation dégradée : Expérience du service de santé des armées français. Communication : Bull. Acad. Vét. France, Tome 162 - N°1.disponible sur : <http://www.academie-veterinaire-defrance.org>, Pp 16.

**Belghiti M. L., Chahlaoui A., Bengoumi D., El moustaine R. (2013).** Étude de la qualité physico -chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de Meknès (Maroc). Larhyss Journal. ISSN 1112-3680.n°14. Pp21-36.

**Berramdane N. (2018).** Contribution à l'étude des infiltrations dans la digue du barrage en terre par la méthode des réseaux de neurones artificiels. Cas du barrage d'Ain Zada. Mémoire de master, école nationale supérieure d'hydraulique - Arbaoui a département, PP 99.

**C.I.E. (2005):** Centre d'information sur l'eau disponible sur internet [www.Cieau.com](http://www.Cieau.com) ., 89p.

**Christian K. (2008).** Rapport sur l'amélioration de la sécurité des barrages et ouvrages hydrauliques.

**Catherine. G. ( 2009 ).** La qualité chimique de l'eau, 3 ème Éditions, Paris, 2009, p10.

**Chaden M. (2014).** Evaluation de la qualité de l'eau du bassin supérieur de la rivière du Litani, Liban : approche hydrogéochimique. Thèse de doctorat en géosciences. Université de Lorraine, Pp99.

**Desjardins R. (1990).** Le traitement des eaux. 2ème Ed revue et enrichie. Canada. ISBN., Pp 08-47-71-111.

- Delliou p. (2003).** Les barrages : conception et maintenance. Presses universitaires de Lyon, Vaulx-en-Velin, vol .1, PP270.
- Derwiche E. (2010).** Caractéristique physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du haut Sebou en aval de sa confluence avec oued Fès, Larhyss Journal, n°08, Juin, 101-112.
- Dahmane, Zidoune. R. (2020).** Utilisation des bio-coagulants pour le traitement des eaux potables. Master, Aménagement Hydro-agricole, Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi- B.B.A.
- Fiche technique de la station d'AIN ZAD. (1991)**
- Gaujour D. (1995).** La pollution des milieux aquatiques: Aide mémoire. 2eme Edition Tec et Doc. Lavoisier. Pp : 49.
- Gaujous D. (1995).** La pollution des milieux aquatiques, Aide-mémoire. 2eme Ed. Tech et Doc. Lavoisier, Paris. 49 P.
- Gérard G. (1999).** L'eau: Milieu naturel et maîtrise, Édition INRA : Volume 1, p204.
- Gérard G. (1999).** L'eau: Usages et polluants, Editions QUAE, p210.
- Hem J. D. (1985).** Study and interpretation of chemical characteristic of natural, water. 3 nd Edition. University of Virginia. United States of Geological Survey Water-Supply . Paper 2254 Washington, DC, USA. 263p.
- Hade A . (2002).** Nos Lacs – Les Connaître Pour Mieux Les Protéger, Éditions Fides, p360.
- Hakmi A. (2006).** Traitement de l'eau de source Bousfer Oran. Mémoire de licence traitement des eaux, Université des Sciences et de la Technologie Oran, P 48.
- Hade A. (2007).** Les connaitre pour mieux les protéger. Edition Fides. Bibliothèque national du Québec Canada.
- Hernandez H. R. D. L. (2006).** Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable. Automatique / Robotique. Thèse de doctorat, INSA de Toulouse. Français., Pp 7-20
- Hamdi W. (2011).** Qualité hygiénique et caractéristiques physicochimiques des eaux domestiques de quelques localités de la cuvette de .Mémoire magister. Ouargla. Département des sciences de la nature et de la vie. Option: Microbiologie appliqué . P107.
- Henri L. (2012).** L'eau Potable, Édition réimprimée, p190.
- Hadjali Y. (2012).** impact des stations de dessalement de l'eau de mer sur le littoral cas de la station Plage EL Hilel (Ain Témouchent), Master, Ecologie et Environnement, Université Aboubekr Belkaid Tlemcen.
- Jacques M. (2006).** Océan et climat, IRD Editions, P 222.

- John P., Donald A. (2010).** Microbiologie, 3ème Édition, 1216 p.
- Journal Officiel de la République Algérienne (JORA). (2011).**Décret exécutif n° 11- 22 mars 2011 relatif, qualité de l'eau de consommation humaine, Imprimerie Officielle, Les Vergers Alger, Pp: 7-25.
- Le Peltier S. (2005) :** Un bon état écologique des eaux.
- Luc J., Lagardette M. (2009).**Vademecum de l'eau. Copyright Edition Johanet. Paris. ISBN: 978-2-900086-82-7., Pp 66.
- La Reine du chef du Canada. (2011).** Qualité de l'eau 101 Introduction aux microsystemes d'approvisionnement en eau potable. Version 1.1. Conseil interministériel fédéral de formation sur la qualité de l'ea , Pp 36,37.
- Legube B. (2015).** Production d'eau potable: Filières et procédés de traitement. Dunod.
- Maabilot A. (1986).** Le forage de l'eau. Guide pratique .Edition. Johnson .Filtration systèmis. p237.
- Meghzili B. (2003).** Suivi de la qualité des eaux de la station de traitement HamdiKrouma (Skikda). Essais d'optimisation .Thèse de magister Université de Biskra., p77- 89.
- 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 d'état, université d'Annaba, Algérie P: 26,27.
- Mebarkia A. (2011).** Études des caractéristiques physico-chimiques des eaux de surface, cas du barrage de Ain zada wilaya de bordj Bou-Arredj». (Nord-est algérien), mémoire de magister, université Badji Mokhtar-Annaba, PP 288
- Malteser I. (2014).** Lignes directrices sur l'EHA pour les acteurs de terrain Manuel 1 : L'eau [en ligne]. disponible sur :<<https://www.malteser-international.org>>. Pp34-79.
- Nouayti N., Khattach D., Hilali M. (2015).** Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines des nappes du Jurassique du haut bassin de Ziz (Haut Atlas central, Maroc). J. Mater. Environ. Sci.1068-1081. ISSN: 2028-2508. CODEN: JMESCN.
- Nesrine B. (2017).** analyse du système de production d'eau potable ainsi que sa gestion et son exploitation au niveau de la wilaya de Bejaia, Hydraulique, Master, Université Abderrahmane MIRA de Bejaia,
- OMS. (2017).** Directives de qualité pour l'eau de boisson. 4ème Ed. intégrant le premier additif. Genève. ISBN 978-92-4-254995-9. Pp 226-341.
- Potelon J., Zysman K. (1998).** Le guide des analyses d'eau potables. Ed. La lettre du cadre territoriale, paris France. 120p.

- Rodier j. (1984).** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Edition : Dunod. Paris.
- Rodier J. 1996.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 7ème édition.
- Rodier J. (1996).** Analyse De L'eau (Eau Naturelles, Eaux Résiduaires, Eau De Mer), 8 ème Edition, paris, 1260 p.
- Rodier J. (1996).** L'analyse De L'eau, Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires, 8ème Edition, Dunod, paris, 1335p.
- Rodier J. (1996).** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 7ème édition.
- Ramade F. (1998).** Dictionnaire encyclopédique de l'eau. Ed. Science international, Paris. 487p.
- Regsek F. (2002).** Analyse des eaux achevé d'imprimer en France au crdp d'aquitaine, Pp 54-159.
- Rodier J., Bazing C., Broutin J. P., Chambon P., Champsaur H.,Rodi L.(2005).** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie interprétation des résultats.EdDunod, Paris, P 1384.
- Rodier J. (2005).** Analyse de l'eau, eau naturelle, eau résiduelle, eau de mer, analyse physico-chimiques, bactériologiques. 8eme Ed. Dunode, Paris. PP 111-1232.
- Rodier J. (2005).** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8eme édition: Dunod, Paris.
- Rodier J.,Legube B., Merlet N., et coll. (2009).** L'Analyse de l'eau. 9ème édition. Dunod. Paris. P: 50, 418.
- Rodier J., Legube B., Merlet N. (2009).** L'analyse de l'eau, 9ème édition, Ed. Dunod, P 1579.
- Rodier. J. (1997).** L'analyse De L'eau (Eaux Naturelles, Eaux Résiduaires Et Eaux De Mer),8ème Edition, Dunod, Paris, p 66.
- Samake H. (2002).** Thèse de doctorat analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000-2001 faculté de médecine, 58p.
- Schleiks A-J., Pougatsh. H. (2011) .** Les barrages. Projet à la mise en service. PPUR Presses polytechnique, p 714.
- Tardat. Henry M. (1992).** Chimie des eaux .Edition Québec : Griffon d'argile. 560p.

**WHO (World Health Organization). (2011).** Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition. Geneva. 564p.

**Wanélus F. (2016).** Caractérisation physico-chimique de l'eau destinée à la consommation humaine dans la Région Métropolitaine de Port-au-Prince, Haïti. Travail de Fin d'Etudes. 64p.

# **Annexe**

## Annexe 01

**Tableau 01:** Les normes physico-chimiques liées aux substances indésirables selon l'OMS et le Journal Officiel de la République Algérien (OMS, 2006 ; JORA, 2011).

Paramètres	Normes Algériennes de l'eau potable	Normes de l'OMS
pH	6,5 – 9	6,5 – 9,5
Température (°C)	25	/
Conductivité (µS/cm)	2800	/
Turbidité (NTU)	5	5
Oxygène dissous (mg / l)	70	/
Résidu sec (mg / l)	1500	/
Nitrites (mg / l)	0,2	0,2
Nitrates (mg / l)	50	50
Phosphate (mg / l)	5	/
Sulfates (mg / l)	400	/
Ammonium (mg / l)	0,5	0,5
Chlorure (mg / l)	500	250
Dureté	500	200
Matières organiques (mg / l)	5	/
Fer (mg / l)	0,3	/
Aluminium (mg / l)	0,2	0,2

Annexe 02 : Quelques matériels utilisés dans le laboratoire de la station de Ain Zada



Spectrophotomètre à flamme



pH- mètre



Turbidimètre.



Conductimètre.



Spectrophotomètre

## Résumé

Le barrage de Ain Zada passe par des années déficitaires à cause des faibles précipitations et l'apport du cours d'eau qui ont diminué la réserve d'eau du barrage à 8,3 %. Notre travail consiste tout d'abord à évaluer la qualité de l'eau brute et traitée du barrage de Ain Zada par la réalisation des analyses physico-chimiques des deux échantillons. D'après les résultats obtenus nous avons constaté que la qualité physico-chimique de l'eau traitée est acceptable, car tous les échantillons sont conformes aux normes algériennes. La concentration en matières organiques dans l'eau traitée est de 4,94 mg/l, qui constitue la principale raison de l'odeur et du goût désagréables de l'eau du barrage. Pour cela la station de traitement du barrage de Ain Zada sera renforcée cette année par une nouvelle technique de désinfection par l'ozone (ozonation)

**Mots clés :** Barrage de Ain Zada, qualité de l'eau, eau potable, paramètres physico-chimiques

## Abstract

The AinZada dam suffers from a state of deficits due to the of rainfall an drivers supply which have contributed to reduaing the water reserve of the dam to 8.3 %.Our work is priunarily to assess the quality of raw water and treated water of the dam by conducting physico-chemical analysis of the two samples. According to the results obtained, we found that the physico-chemical quality of the treated water is acceptable becauseall the samples comply with the Algerian standars. The concentration of the organic matterin treated wateris 4, 94 mg/l, which is the main cause of the bad smell and taste of the dam water. For this reason, this year the Ain Zada dam treatment plant will be reinforced a new ozone disinfection technology.

**Keywords:** Ain Zada dam, water quality, drinking water, physico-chemical parameters

## الملخص

يمر سد عين زاده بسنوات من العجز بسبب قلة هطول الأمطار ومساهمة النهر التي خفضت الاحتياطي المائي للسد إلى 8.3%. يتمثل عملنا في المقام الأول في تقييم جودة المياه الخام والمعالجة لسد عين زادة من خلال إجراء التحاليل الفيزيائية والكيميائية للعينتين. وفقاً للنتائج التي تم الحصول عليها، وجدنا أن الجودة الفيزيائية والكيميائية للمياه المعالجة مقبولة، لأن جميع العينات تتوافق مع المواصفات الجزائرية تركيز المادة العضوية في المياه المعالجة تقدر بـ 4,94 مغ/ل والتي هو السبب الرئيسي للرائحة الكريهة وطعم مياه السد. لهذا الغرض، سيتم تعزيز محطة معالجة سد عين زادة هذا العام بتقنية جديدة للتطهير بالأوزون.

**الكلمات المفتاحية:** سد عين زاده، جودة المياه، مياه الشرب، المعايير الفيزيائية والكيميائية