

الجزائرية الديمقراطية الشعبية الجمهورية

République Algérienne Démocratique et Populaire

التعليم

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

الجيلالي بخميس مليانة

Université Djilali BOUNAAMA KHEMIS MILIANA

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la terre

Département des sciences Biologiques



Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Protection des écosystèmes

**Thème :**

**Efficacité de la station de traitement d'Ouled Mellouk dans la production de l'eau potable.**

**Date de soutenance : 11 /07/2019**

**Réalisé par :**

Melle : Sadaoui Salima

Melle: Mordjani Fatima Zohra

Devant les Membre de Jury :

<b>Encadrante :</b>	Mme.Touhari F.	MCB	UDBKM
<b>Présidente :</b>	Mme.Guetarni H.	MCA	UDBKM
<b>Examinatrice 1 :</b>	Mme. Mostfaoui H.	MAA	UDBKM
<b>Examineur 2 :</b>	Mme.Benaouda L.	MAA	UDBKM
<b>Invitée :</b>	Mme.Chaachou F.	Chef de laboratoire	Station de Traitement d'Ouled Mellouk

**Année Universitaire : 2018-2019**

## *Remerciements*

*Avant tout, nous remercions « ALLAH », le tout puissant, de nous avoir donné le courage, la patience et la chance d'étudier et de suivre le chemin de la science, afin de réaliser ce modeste travail.*

*Nous tenons particulièrement à remercier notre promotrice de mémoire Madame **TOUHARI Fadhila** maitre de conférence B à l'université de Khemis Miliana, pour avoir accepté de diriger ce travail, pour sa patience, l'encouragement, l'orientation et les conseils précieux.*

*Nous tenons ainsi à remercier les membres de jury pour avoir accepté d'affecter un Temps à ce modeste travail, madame **GUETARNI Hassina** maitre de conférences A à l'université de Khemis Miliana, pour avoir accepté de nous honorer par sa présence comme président de notre jury. Nous remercions aussi madame **MOSTFAOUI Hassiba** et madame **BENAOUDA L** pour avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Nous tenons à remercier sincèrement le Chef de laboratoire dans la station de traitement **CHAACHOU Fadhila** qui a donné un sens à notre travail grâce à ses conseils et ses orientations significatives. Nous remercions également mademoiselle **BAKHATAOUI Fatiha** biologiste au niveau de laboratoire de la station de traitement qui nous a aidées beaucoup et tout le personnel de la station de traitement d'ouled mellouk,*

*Nos remerciements vont aussi à tous les enseignants qui nous ont encadrés durant nos années d'étude y compris le personnel et les responsables et les agents de la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre, département de biologie à l'université de Khemis Miliana sans exceptions.*

*Enfin, nous tiendrons à présenter nos remerciements à ceux qui ont contribué de près ou de loin que ce soit physiquement ou moralement par leurs connaissances dans les différents domaines à la réalisation de ce travail.*



## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect  
A ma mère, qui s'est toujours sacrifiée pour mon éducation, qui m'a  
entourée de son amour et de son affection, je la remercie et je  
n'oublierai jamais son soutien moral dans les moments les plus  
difficiles, qu'Allah lui accorde la santé et le bonheur, et l'héberge  
dans ses vastes paradis.*

*A mon très cher père, qui est à l'origine à ce que je suis arrivée, et pour ses  
encouragements et son aide qui m'ont encouragés et conseillés pendant  
mes plus pénibles moments et qui m'ont guidés vers le bon chemin.*

*A Mes très chères frères : boualem, hamza, mohamed, soufiane et hicham.*

*Pour les enfants Mirel, Racim, Hanine et Douaa*

*A ma tante Halima que je remercie pour ses encouragements*

*A tous mes amis et en particulier : Nawal, Manel, Moufida, Hadjer, Fatima  
zohra, Hanane, Rahma, Faryal, Amina, Houda, Imane, Nessrine, Aicha, et  
Bouthaina*

*A toute ma famille*

*A ma promotrice Dr. Touhari fadhila*

*A ceux qui m'ont connue de près ou de loin*

*A tous mes amis de la promotion du master Protection des  
écosystèmes 2018-2019*

*Salima*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à toutes les personnes que j'aime et en particulier  
A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien  
et leurs prières tout au long de mes études*

*A mon Père,*

*L'épaule solide l'oeil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon  
estime et de mon respect. Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments qu'Allah  
te préserve et te procure santé et long vie.*

*A ma Mère,*

*Tu m'as donné la vie, la tendresse, les conseils et le courage pour réussir. Tout ce que je  
peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte. En  
témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercier pour tes sacrifices et pour  
l'affection dont tu m'as toujours entourée*

*A Mes très chères frères: Hamza et El hadj*

*Mes très chères sœurs: Charifa, Salima, Ghofrane, Manel, Somia*

*Mes amis et collègues notamment les amies qui m'ont encouragés :*

*Aicha, Salima, Malika, Fezia, Imane, merci pour les bons moments qui ont contribué  
à rendre ces années inoubliables. Bonne chance à tous.*

*A toute ma famille*

*A ma promotrice Dr. Touhari fadhila*

*A ceux qui m'ont connue de près ou de loin*

*A tous mes amis de la promotion du master Protection des  
écosystèmes 2018-2019*

*Fatima zohra*

## **Résumé**

L'eau de la station de traitement d'Ouled Mellouk représente une ressource importante pour l'alimentation en eau potable pour les habitants des communes de la wilaya d'Ain defla: Rouina, Bourached, Zeddine, El Mayenne, El-Attaf et Abadia.

A cet effet, le présent travail a pour objectif d'évaluer l'efficacité de la station de traitement d'Ouled Mellouk dans la production de l'eau potable, en analysant les principaux paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau brute et traitée durant l'année 2018, en comparant nos résultats avec les normes algériennes de potabilité des eaux de consommation, ceci pour assurer la santé et le bien-être du consommateur.

Les résultats montrent que l'eau brute est peu minéralisée avec une dureté relativement importante. Les teneurs en turbidité sont très variables et assez importantes, elles atteignent 23,93 NTU. Un pH dépasse les 8, les coliformes sont présents avec des teneurs élevées. Pour les eaux traitées, les valeurs des paramètres physicochimiques et bactériologiques sont conformes aux normes Algériennes de potabilité ce qui montre que la station de traitement d'Ouled Mellouk a un bon fonctionnement et son traitement est efficace.

**Mots clés :** Analyse de l'eau, station de traitement, Ouled Mellouk, efficacité, paramètres physicochimiques.

تمثل المياه الناتجة عن محطة مورداً مهماً لإمدادات مياه الشرب لسكان بلديات ولاية عين

: رويد بوراشيد دين ين بادي

لهذا يهدف تقييم فعالية معالجة مياه

من خلال تحليل العوامل الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية الرئيسية للمياه خلال عام 2018 على أساس معايير جودة مياه الشرب الجزائرية ، لضمان صحة ورفاهية المستهلك.

أظهرت المياه تحتوي على املاح معدنية عالية نسبياً. محتويات التعكر متغيرة ومهمة جداً، حيث 23.93NTU. الرقم الهيدروجيني يتجاوز 8 ، القلونيات موجودة بمستويات عالية. فيما يتعلق بالمياه المعالجة، تتوافق قيم المعلمات الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية مع المعايير الجزائرية لإمكانية الشرب، مما يدل على أن محطة معالجة أولاد ملوك تعمل بشكل جيد وأن علاجها فعال.

الكلمات المفتاحية: تحليل المياه، محطة المعالجة، أولاد ملوك، لفيزيائية كيميائية.

## **Abstract**

The water from treatment station of Ouled Mellouk represents an important resource for the drinking water supply for the inhabitants of the cities of the wilaya of Ain defla: Rouina, Bourached, Zeddine, El Mayenne, El-Attaf and Abadia.

Therefore, the present work aims to evaluate the efficiency of the Ouled Mellouk treatment plant in the production of drinking water, by analyzing the main physico-chemical and bacteriological parameters of raw and treated water. During the year 2018, we compare our results with Algerian drinking water quality standards, to ensure the health and well-being of the consumer.

The results show that the raw water can be mineralized with a relatively high hardness. The turbidity contents are very variable and quite important, they reach 23.93 NTU. A pH exceeds 8, coliforms are present with high levels. For treated water, the values of the physicochemical and bacteriological parameters comply with the Algerian standards of potability, which shows that the Ouled Mellouk treatment station has a good functioning and its treatment is effective.

**Keywords:** Water analysis, treatment plant, Ouled Mellouk, efficiency, the physicochemical parameters.

## Liste des abréviations

**ADE** : Algérienne Des Eaux

**Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>** : sulfate d'aluminium

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

**Ca CO<sub>3</sub><sup>-</sup>**: Bicarbonate de calcium

**CE** : Conductivité Électrique

**CF** : Coliformes Fécaux

**Cl** : Chlorure

**cm** : centimètre

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

**CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>**: Carbonates (**CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>**), (**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>**)

**CT** : Coliformes Totaux

**EB** : eau brute

**ERU** : Eaux Résiduairees Urbaines

**ET** : eau traitée

**Fe**: Fer

**g/m<sup>3</sup>** : gramme par mètre cube

**g/l** : gramme par litre

**h** : heure

**h/j** : heure par jour

**H<sup>+</sup>** : ions hydrogène

**H<sub>2</sub>S** : Hydrogène sulfuré

**ha**: hectare

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

**j**: jour

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

**Kg** : Kilogramme

**Km** : Kilomètre

**L** : litre

**l/h** : litre par heure

**l/s** : litre par seconde

**m** : mètre

**m/h** : mètre par heure

**m<sup>2</sup>** : mètre carré

**m<sup>2</sup>/ m<sup>3</sup>** : mètre carré par mètre cube



**m<sup>3</sup>** : mètre cube  
**m<sup>3</sup>/h** : mètre cube par heure  
**m<sup>3</sup>/j** : mètre cube par jour  
**MES** : Matières en Suspension  
**mg** : milligramme  
**mg/l** : milligramme par litre  
**Mg<sup>2+</sup>** : Magnésium  
**min** : minute  
**ml** : millilitre  
**mm** : millimètre  
**Mn<sup>2+</sup>** : Manganèse  
**MO** : Matières organiques  
**ms** : milli siemens  
**ms/m** : milli siemens par mètre  
**Na<sup>+</sup>** : Sodium  
**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** : Ammonium  
**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** : Nitrites  
**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Nitrates  
**NTU** : Unité Néphrélométrique de Turbidité  
**O<sub>2</sub>** : Oxygène  
**OD** : Oxygène Dissous  
**OH<sup>-</sup>** : ions hydroxyles  
**OMS**: organisation mondial de la santé  
**pH** : potentiel d'Hydrogène  
**PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>** : Ortho Phosphates  
**SF** : Streptocoques Fécaux  
**SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>**: Sulfate  
**T** : Température  
**TA** : Titre Alcalimétrique  
**TAC** : Titre Alcalimétrique Complet  
**TDS** : Totaux Dissous Solides  
**TH** : Titre Hydrotimétrique  
**U** : Unité  
**u/m<sup>3</sup>** : unité par mètre cube  
**UFC** : Unité Formant Colonie

**μm** : micromètre

**μs/cm** : micro-siémens par centimètre

**μg / l** : microgramme par litre

**μs** : micro siemens

**°C** : degré Celsius

**°F** : degré Français

# Table des matières

**Remercîment**

**Dédicace**

**Résumé**

**Abstract**

**Liste des abréviations**

**Table des matières**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Liste des photos**

**Introduction Générale.....1**

## **CHAPITRE I : APERÇU BIBLIOGRAPHIQUE**

I.1. Les eaux de surface .....	3
I.1.1. Origines des eaux de surface.....	3
I.1.2. Caractéristiques des eaux de surface.....	3
I.1.3. Potabilité des eaux de surface .....	4
I.2. Paramètres de la qualité de l'eau .....	5
I.2.1. Paramètres physiques et organoleptiques .....	5
I.2.1.1. Température .....	5
I.2.1.2. Résidu sec .....	5
I.2.1.3. Conductivité électronique : .....	5
I.2.1.4. Matières en suspension .....	6
I.2.1.5. Couleur.....	6
I.2.1.6. Turbidité.....	6
I.2.1.7. Odeur : .....	6
I.2.1.8. Saveur .....	6
I.2.1.9. Le goût .....	7
I.2.2. Paramètres chimiques .....	7
I.2.2.1. Potentiel d'Hydrogène (pH).....	7
I.2.2.2. Oxygène dissous .....	7
I.2.2.3. Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH).....	7
I.2.2.4. Titre Alcalimétrique (TA et TAC).....	8

I.2.2.5.Sels Minéraux Dissous.....	8
I.3.2.6.Minéralisation globale .....	10
I.3.3. Paramètres Microbiologiques .....	10
I.3.3.1.Germes totaux .....	10
I.3.3.2.Coliformes totaux.....	10
I.3.3.3. Coliformes fécaux ou Coliformes thermo- tolérants .....	11
I.3.3.3.1.Escherichia coli .....	11
I.3.3.3.2. Clostridium sulfito-réducteurs .....	11
I.3.3.3.3. Salmonelles .....	11
I.3.3.4.Streptocoques fécaux .....	11
I.4.Les maladies à transmission hydrique .....	12
I.5. choix de l'eau à traiter.....	12
I.5.1.la quantité.....	12
I.5.2. la qualité.....	13
I.5.3. le cout.....	13
I.6.Norme de potabilité des eaux de consommation : .....	13
I.7.Procèdes de traitement appliqués à l'eau de surface.....	13
I.7.1. Prétraitements .....	14
I.7.1.1. Dégrillage.....	14
I.7.1.2.Tamisage. ....	15
I.7.1.3.Débouillage .....	15
I.7.3.Clarification .....	16
I.7.3.1Coagulation - Flocculation: .....	16
I.7.3.3.Filtration.....	16
I.7.3.4.Désinfection : .....	17

## **CHAPITRE II: DESCRIPTION DE LA STATION DE TRAITEMENT**

II.1.Implantation.....	18
II.1.1.Localisation géographique.....	18
II.2. Descriptions de la station de traitement à l'état actuel .....	18
II.2.1. Débit de fonctionnement .....	19
II.2.2. Arrivée d'eau brute.....	19
II.3. Filière de traitement.....	19
II.3.1. Aération et Pré-chloration .....	19
II.3.2. Coagulation-Flocculation .....	21
II.3.3. Décantation : .....	26

II.3.4. Filtration sur lit de sable : .....	28
II.3.5. Désinfection finale : .....	30
II.4. La distribution d'eau vers le réseau : .....	31
II.5. Description du laboratoire : .....	33

### **CHAPITRE III: MATERIELS ET METHODES**

III.1.Méthodes d'acquisition des données.....	34
III.1.1.Échantillonnage et prélèvement .....	34
III.1.1.1. Modes de prélèvement .....	34
III.1.1.2. Procédure de prélèvement .....	35
III.2.Modalités d'analyse.....	35
III.2.1. Paramètres physico-chimiques .....	36
III.2.1.1. Mesure pH, conductivité électrique, température, OD, TDS, Salinité.....	36
III.2.1.2. Mesure de La turbidité .....	36
III.2.1.3. Les autres paramètres .....	37
III.2.2.Analyses bactériologiques .....	37
III.2.2.1.Principe de la technique de la rampe filtrante .....	38
III.3. Traitement des données .....	38
III.4. Méthodes d'évaluations de la qualité des eaux .....	38
III.4.1. Potabilité de l'eau .....	38
III.4.2. Norme de potabilité des eaux de consommation : .....	38
III.4.2.1. La réglementation Algérienne .....	38

### **CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS**

IV.1. Résultats d'analyses physico-chimiques .....	40
IV.1.1. Potentiel d'Hydrogène .....	40
IV.1.2. Température .....	40
IV.1.3. Conductivité Electrique.....	42
IV.1.6. Turbidité : .....	44
IV.1.7. Oxygène dissous OD.....	45
IV.1.8. Matières organiques MO.....	46
VI .1.9. Sulfate $SO_4^{2-}$ .....	48
VI .1.10. Chlorures $Cl^-$ .....	48
VI .1.11. Calcium $Ca^{2+}$ .....	49
VI .1.12. Magnésium $Mg^{2+}$ .....	50
VI .1.13. Dureté TH .....	50

IV.1.14. Azote ammoniacal $\text{NH}_4^+$ .....	51
IV.1.15. Nitrites $\text{NO}_2^-$ .....	52
IV.1.16. Nitrate $\text{NO}_3^-$ .....	53
IV.1.17. Ortho phosphates $\text{PO}_4^{3-}$ .....	53
IV.1.18. Fer et manganèse.....	54
IV.2. Résultats des paramètres bactériologiques.....	55
<b>Conclusion générale</b> .....	<b>57</b>

## **Références bibliographiques**

## **Annexes**

## Liste des tableaux

Tableau 1: Les éléments caractéristiques des eaux de surface.....	4
Tableau 2: Dimensionnement de Cascade d'aération .....	19
Tableau 3: Dimensionnement pour la pré-chloration.....	20
Tableau 4: Dimensionnement pour le dosage de l'acide sulfurique .....	21
Tableau 5: Dimensionnement du bassin de coagulation .....	22
Tableau 6: Dimensionnement du bassin de floculation .....	24
Tableau 7: Dimensionnement du poste polymère .....	25
Tableau 8: Dimensionnement sur le décanteur .....	27
Tableau 9: Dimensionnement de filtres à sable .....	29
Tableau 10: Dimensionnement bassin de désinfection .....	30
Tableau 11: Dimensionnement bâche de désinfection.....	31
Tableau 12: Les normes de potabilité des eaux destinées à la consommation.....	39
Tableau 13: Résultats bactériologique des eaux traitées.....	56

## Liste des figures

Figure 1: Etapes et unités de traitement d'une eau de surface .....	14
Figure 2: Localisation géographique de la station de traitement d'Ouled Mellouk .....	18
Figure 3: Schéma de fonctionnement de la station de traitement d'Ouled Mellouk .....	32
Figure 4: Evolution mensuelle du pH de l'eau brute et traitée durant l'année 2018.....	40
Figure 5: Evolution mensuelle de la température de l'eau brute et traitée durant l'année 2018.....	41
Figure 6: Evolution mensuelle de la conductivité de l'eau brute et traitée durant l'année 2018. ....	42
Figure 7: Evolution mensuelle de la salinité de l'eau brute et traitée durant l'année 2018. ....	43
Figure 8: Evolution mensuelle de le TDS de l'eau brute et traitée durant l'année 2018. ....	44
Figure 9: Evolution mensuelle de la turbidité de l'eau brute et traitée durant l'année 2018. ....	45
Figure 10: Evolution mensuelle d'oxygène dissous de l'eau brute et traitée durant l'année 2018....	46
Figure 11: Evolution mensuelle de la matière organique de l'eau brute et traitée durant l'année 2018. .....	47
Figure 12: Evolution mensuelle de Sulfate de l'eau brute et traitée durant l'année 2018. ....	48
Figure 13: Evolution mensuelle de chlorures de l'eau brute et traitée durant l'année 2018.....	49
Figure 14: Evolution mensuelle de Calcium de l'eau brute et traitée durant l'année 2018 .....	49
Figure 15: Evolution mensuelle de Magnésium de l'eau brute et traitée durant l'année 2018.....	50
Figure 16: Evolution mensuelle de La dureté de l'eau brute et traitée durant l'année 2018 .....	51
Figure 17: Evolution mensuelle d'Azote ammoniacal de l'eau brute et traitée durant l'année 2018. .....	51
Figure 18: Evolution mensuelle de Nitrite de l'eau brute et traitée durant l'année 2018. ....	52
Figure 19: Evolution mensuelle de Nitrate de l'eau brute et traitée durant l'année 2018.....	53
Figure 20: Evolution mensuelle des ortho- phosphates de l'eau brute et traitée durant l'année 2018. .....	54
Figure 21: Evolution mensuelles de fer de et manganèse l'eau brute et traitée durant l'année 2018. .....	54
Figure 22: Evolution mensuelles d'analyses bactériologique de l'eau brute durant l'année 2018. ....	55



## Liste des photos :

Photo 1: Cascade d'aération (24/04/2019).....	20
Photo 2: Bassin de coagulation (29/04/2019).....	23
Photo 3: Bassin de floculation(29/04/2019).....	25
Photo 4: Filtres à sable (29/04/2019).....	30
Photo 5: Réservoir d'eau traitée (29/04/2019).....	31
Photo 6: Laboratoire de station de traitement d'OuledMellouk (24/04/2019).....	33
Photo 7: Prélèvement de l'eau brute et traitée (06/05/2019).....	35
Photo 8: Multi paramètres de type HQ440d (06 /05 / 2019).....	36
Photo 9: Mesure de turbidité par turbidimètre 2100N IS (06/05/2019).....	36
Photo 10: Spectrophotométrie type DR 6000 (06/05/2019).....	37
Photo 11: Analyses bactériologiques (06/05/2019).....	37

# INTRODUCTION GENERALE

### Introduction Générale

L'eau est une ressource vitale pour le développement démographique et économique de la planète et sa problématique ne se pose pas dans les mêmes termes selon le niveau de développement économique social et politique atteint par les différents pays. Le déséquilibre entre une demande sans cesse croissante et une offre réduite, pose le problème de la gestion de sa rareté. La répartition inégale de cette ressource sur l'ensemble des pays, crée des tensions et en fait une source de conflits. Ces constats ont été à la base de rencontres internationales sur la question et à l'émergence de certaines décisions universellement admises. Dans le bassin méditerranéen et en Algérie, la question de l'eau se pose surtout en termes de disponibilité, de qualité de l'eau et de gestion de cette ressource rare en fonction des priorités des secteurs utilisateurs (**Bouziati, 2000**).

L'Algérie se situe parmi les pays les plus pauvres en matière de potentialités hydriques et se trouve loin de la consommation théorique fixée par habitant et par an par la Banque Mondiale et qui est de 1000 m<sup>3</sup> (**Bouziati, 2000**).

En matière de ressources conventionnelles, c'est-à-dire eaux superficielles et eaux souterraines, les statistiques révèlent une grande insuffisance ainsi qu'une faible mobilisation et une mauvaise gestion des ressources hydriques (**Boudjadja et al, 2003**)

Une eau potable doit satisfaire à un certain nombre de caractéristiques la rendant propre à la consommation humaine. Les standards de ce point de vue sont extrêmement différents selon les usages et la situation (**Mr Selka, 2013**).

L'eau distribuée, au niveau de la wilaya Ain Defla, présente parfois, des problèmes de potabilités. De ce fait, la présente étude a pour objectif de vérifier l'efficacité de la station d'ouledmellouk à l'état actuel qui est destinée à la consommation humaine des villes de Rouina, Bourached, Zeddine, Abadia, El Mayenne et El-Attaf de wilaya Ain-defla.

Notre étude est basée sur l'analyse des principaux paramètres physico-chimiques bactériologique tel que: (pH, conductivité électrique, température, l'oxygène dissous, TDS, Salinité, turbidité, la dureté TH, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, MO, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Fer et Manganèse....) durant l'année 2018. Les résultats seront comparés avec les normes nationales de potabilité.

Pour arriver à cet objectif, nous avons structuré notre travail comme suit :

-Le premier chapitre donne un aperçu sur les eaux surfaces, pour donner une idée sur leurs origines, leurs caractéristiques, les sources de pollution ainsi que les différentes techniques et procédés utilisées pour leur traitement.

- Le deuxième chapitre : sera consacré à la description de la station de traitement étudiée on abordant toutes les étapes de traitement appliquées.

.-Dans le troisième chapitre, on donnera le matériel et les méthodes d'analyse utilisées dans cette étude qui nous permettront par la suite d'évaluer l'efficacité de cette station de traitement.

-Dans le quatrième et le dernier chapitre, on présentera tous les résultats d'analyses obtenus ainsi que leurs interprétations.

En fin, une conclusion générale et des recommandations seront données.

# Chapitre I

## Aperçu bibliographique

## I.1. Les eaux de surface

Les eaux de surface ne sont pratiquement jamais potables sans aucun traitement, du fait de diverses substances d'origine naturelle ou apportées par la pollution. Pour améliorer leur qualité (potabilité), elles nécessitent des traitements appropriés c'est-à-dire leur faire subir des modifications physicochimiques ou biologiques, dans une chaîne de traitement classique (**Degrement, 2005**).

### I.1.1. Origines des eaux de surface

Les eaux de surface ont pour origine, soit des nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseau, de rivière, soit les eaux de ruissellement. Ces eaux se rassemblent en cours d'eau, caractérisés par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable (**Degremont, 1984**).

Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (lacs) ou artificielles (retenues, barrages) caractérisés par une surface d'échange eau-atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour appréciable (**Degremont, 1984**).

### I.1.2. Caractéristiques des eaux de surface

La composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains.

Par échange à la surface eau-atmosphère, ces eaux se chargent en gaz dissous (Oxygène, azote, gaz carbonique) (**Degrement, 2005**).

Le tableau 1 donne les éléments caractéristiques des eaux de surface. Il faut noter:

- ) La présence quasi-générale de gaz dissous, en particulier l'oxygène.
- ) La concentration importante en matières en suspension, tout au moins pour les eaux courantes. Ces matières en suspension sont très diverses, allant des particules colloïdales aux éléments entraînés par les rivières en cas d'augmentation importante du débit dans le cas des eaux de barrage, le temps de séjour provoque une décantation naturelle des éléments les plus grossiers: la turbidité résiduelle est alors colloïdale (**Degrement, 2005**).

Tableau1: Les éléments caractéristiques des eaux de surface

Caractéristiques	Eaux de surface
Température	Variable suivant les saisons
Turbidité / MES vraies ou colloïdales	Variable (parfois élevée / crues, rejets de carrières, fortes pluies)
Couleur	Dépend essentiellement des MES, des acides humiques, tannins, etc. et des algues
Goûts et odeurs	Fréquents
Minéralisation globale / Salinité	Variable (précipitations rejets, nature des terrains traversés, etc.)
Fe et Mn divalents dissous	Normalement absents sauf dystrophisation des eaux profondes
CO <sub>2</sub> agressif	Généralement absent
O <sub>2</sub> dissous	Variable (proche de la saturation dans les eaux propres / absent dans les eaux polluées)
H <sub>2</sub> S	Présent
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Seulement dans les eaux polluées
Nitrates Variable	(normalement absent, parfois en quantité dans les zones d'excédent azoté)
Silice	Teneur normalement modérée
Micropolluants minéraux et organiques	Surtout présents dans les eaux des régions industrialisés
Solvants chlorés	Normalement absents
Éléments vivants	Virus, bactéries, algues, protistes, etc. / Présence d'organismes pathogènes toujours possible
Eutrophie	Possible, davantage si les eaux sont chaudes
Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup>	Teneur modérée

Source : Degrement, 2005

### I.1.3. Potabilité des eaux de surface

Les eaux de surface sont rarement potables sans aucun traitement et sont toujours plus ou moins polluées par divers rejets (Degrement, 1989):

- J) **D'origine urbaine** : Les rejets provenant de la collecte des eaux résiduaires urbaines ERU (métabolisme de l'homme, confort domestique), même après leur traitement en station d'épuration.
- J) **D'origine industrielle** : Polluants et micropolluants organiques (hydrocarbures, solvants, produits de synthèse, phénols) ou inorganiques (métaux lourds, ammoniacque, produits toxiques).
- J) **D'origine agricole** : Engrais et produits pesticides (herbicides, insecticides, fongicides), entraînés par les eaux de pluie et le ruissellement ; dans les zones d'élevage intensif, rejets riches en composés de l'azote et du phosphore ainsi qu'en pollution organique, pollution bactériologique d'origines humaine et animale.

## I.2. Paramètres de la qualité de l'eau

### I.2.1. Paramètres physiques et organoleptiques

#### I.2.1.1. Température

La température de l'eau joue un rôle important en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10 °C. L'activité métabolique des organismes aquatiques est également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît. La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduaires chaudes (**De Villers et al, 2005**).

#### I.2.1.2. 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 (**Berne et Jean, 1991**). Ce sont les solides dissous et les solides en suspension qui restent après évaporation à 180°C. La détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, non volatiles, obtenues après une évaporation d'eau (**Rodier, 2009**).

#### I.2.1.3. Conductivité électronique :

La conductivité électrique (CE) est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre, les composés organiques sont de mauvais conducteurs. La conductivité électrique standard s'exprime généralement en milli siemens par mètre (ms/m). La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500µs / cm (**De Villers, 2005**).



#### **I.2.1.4. Matières en suspension**

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

La présence des matières en suspension augmente la turbidité de l'eau et diminue sa transparence (**Rodier, 2005**).

#### **I.2.1.5. Couleur**

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances dissoutes (**Degrement, 2005**). La couleur d'une eau est liée à la présence de matières organiques dissoutes et de la matière en suspension (**Rodier, 2009**). Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration (**Degrement, 2005**).

#### **I.2.1.6. Turbidité**

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales: argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace (**Rodier, 2009**).

#### **I.2.1.7. Odeur**

Le test de l'odeur ne constitue pas une mesure mais une appréciation et celle-ci a donc un caractère personnel. L'eau potable doit être sans odeur, non seulement au moment du prélèvement, mais encore après une période de 10 jours en vase clos à la température de 26°C. Les odeurs proviennent soit des produits chimiques, soit de matière organiques en décomposition, soit de protozoaires, soit d'organismes aquatiques (**Rodier, 2009**).

#### **I.2.1.8. Saveur**

Elle peut être définie comme : l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation, par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs (**Rodier, 2009**).

### I.2.1.9. Goût

Peut être défini comme : l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçues lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche; La propriété des produits provoquant ces sensations (**Rodier, 2009**).

### I.2.2. Paramètres chimiques

La qualité chimique de l'eau est l'ensemble des caractéristiques générales de l'eau et des concentrations de minéraux dissous dans l'eau. Elle dépend des types de matériaux présents dans le sol et du temps de contact de l'eau avec ces matériaux. Le terme technique qui désigne les éléments à analyser est « paramètres » (**Catherine, 2009**).

#### I.2.2.1. Potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions  $H^+$  de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques, et dépend de facteurs multiples, dont la température et l'origine de l'eau, il représente une indication importante en ce qui concerne l'agressivité de l'eau (aptitude à dissoudre le calcaire). Les valeurs du potentiel Hydrogène se situent entre 6,5 et 8,5 dans les eaux naturelles (**Ghazali et al, 2013**).

#### I.2.2.2. Oxygène dissous

L'oxygène dissous mesure la concentration du dioxygène dissous dans l'eau, il participe à la majorité des processus chimiques et biologiques en milieu aquatique (**Ghazali et al, 2013**).

#### I.2.2.3. Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)

La dureté a un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés. Elle correspond à la somme des concentrations en cations métalliques, excepté celles des métaux alcalins ( $Na^+$ ,  $K^+$ ) et  $H^+$ . Elle est souvent due aux ions  $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$ . La présence de ces deux cations dans l'eau tend souvent à réduire la toxicité des métaux. On distingue la dureté carbonatée ou dureté temporaire qui provient des carbonates et bicarbonates et la dureté non carbonatée ou dureté permanente qui provient des sulfates et chlorures. Une eau très dure présente des inconvénients d'utilisation, tels que la diminution des propriétés des détergents des lessives, savons et les dépôts de tartre sur les parois des canalisations d'eau. Une eau trop douce est une eau corrosive. Elle attaque les parois des canalisations d'eau et contribue à la dégradation de la qualité de l'eau à la suite de la dissolution de métaux lourds tels que le plomb. (**Degremont, 2005**).

#### I.2.2.4. Titre Alcalimétrique (TA et TAC)

Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en ions hydroxydes « OH<sup>-</sup> » et une valence de carbonates. Le titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres, carbonates et hydrogénocarbonates (**Berne et Cordonnier, 1991**).

#### I.2.2.5. Sels Minéraux Dissous

##### ➤ Calcium (Ca<sup>2+</sup>)

Le corps humain comprend une moyenne 1,2 kilogramme de calcium essentiellement dans le squelette (**Mercier, 2000**). L'eau potable de bonne qualité renferme de 100 à 140 mg/L de calcium (**Rodier, 2005**). Le calcium ne peut en aucun cas poser des problèmes de potabilité, le seul inconvénient domestique lié à une dureté élevée est l'entartrage (**Gaujour, 1995**).

##### ➤ Magnésium (Mg<sup>2+</sup>)

Éléments indispensables à la vie, jouant un rôle important dans la respiration, leurs origines sont naturelles (dissolution des roches magnésites basaltes, argiles) ou industrielle (industrie de la potasse de cellulose, brasserie). La dureté manganésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale. Le magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau (**Kemmer, 1984**).

##### ➤ Sodium (Na<sup>+</sup>)

Les eaux très riches en sodium deviennent saumâtres, prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées (**Rodier, 2005**).

##### ➤ Potassium (K<sup>+</sup>)

Le potassium règle la teneur en eau à l'intérieur des cellules (**Mercier, 2000**). Il est un métal alcalin, étroitement rattaché au sodium à tel point, qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses de l'eau. Sa présence est moins répandue dans la nature (**Kemmer F, 1984**).

##### ➤ Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

Dans l'eau, L'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes; l'ion ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) et la seconde non dissociée communément appelée ammoniaque (NH<sub>3</sub>) (**Gaujour, 1995**). En ce qui concerne la toxicité de l'ammoniaque, il est reconnu que ce n'est pas la forme ammoniaque ionisée qui est toxique, mais celle non ionisée dont la proportion dépend du PH et de la température (**Rodier, 1996**).

**➤ Fer ( $\text{Fe}^{2+}$ ) et Manganèse ( $\text{Mn}^{2+}$ )**

Le fer et le manganèse étant présents dans la plupart des sols sous forme de minéraux, la solubilisation de ces derniers est responsable des concentrations élevées de fer et le manganèse des eaux. Le fer et le manganèse ne sont pas des éléments nuisibles pour la santé au contraire même. Le fer est un élément nutritif essentiel, on doit cependant en contrôler les concentrations. En effet, la présence d'une certaine quantité de ces métaux dans l'eau peut entraîner certains inconvénients ; cela peut : donner à l'eau un goût métallique désagréable, tacher les tissus lors de la lessive, tacher les équipements sanitaires (**Desjardin, 1990**). Dans les eaux de surface, le fer et le manganèse se trouvent en général à l'état oxydé et précipité ; ils sont donc éliminés par les traitements classiques de clarification (**Degremont, 1984**).

**➤ Carbonates et Bicarbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), ( $\text{HCO}_3^-$ )**

L'ion Bicarbonate est le principal constituant alcalin de la plupart des eaux courantes. Sa présence dans l'eau est due à l'action des bactéries qui fournissent du  $\text{CO}_2$  à partir des minéraux contenant des carbonates (**Rodier J, 2005**).

**➤ Chlorures ( $\text{Cl}^-$ )**

Les teneurs en chlorures des eaux extrêmement variées sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau à partir de 250 mg/l surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (**Rodier, 2005**).

**➤ Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ )**

Le sulfate qui se dissout dans l'eau provient de certains minéraux en particulier du gypse, où apparaît à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux. La limite supérieure admise dans l'eau potable est 250 mg/l (**Kemmer, 1984**).

**➤ Phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )**

Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération du phénomène eutrophisation dans les lacs ou les rivières. S'ils dépassent les normes, ceux-ci sont considérés comme indice de contamination fécale entraînant une prolifération des germes, goût et coloration (**Rodier J, 2005**).

**➤ Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) et nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )**

Présent à l'état naturel et soluble dans le sol, les nitrates pénètrent dans le sol, se déversent dans les cours d'eau. Mais ils sont aussi apportés de manière synthétique par les engrais. Ils sont l'une des causes de la dégradation de l'eau. Transformés en nitrites par l'organisme, ils peuvent provoquer la transformation de l'hémoglobine en "méthémoglobine" et provoquer un mauvais transfert de l'oxygène vers les cellules. Cette pathologie peut affecter les nourrissons de moins de 6 mois. Le risque est très difficile à établir. Partant d'un principe de précaution, la norme de potabilité pour l'eau a été fixée à 50 mg/l. Au-delà de 100 mg/l, l'eau ne doit pas être consommée. Les nitrites sont

considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées en milieu aquatique (quelques micromoles par litre d'azote nitreux). Une concentration supérieure à 0,10 mg/l ne devrait pas être dépassée dans une eau d'origine profonde (**Ghazali et al, 2013**).

#### **I.2.2.6. Minéralisation globale**

La minéralisation globale correspond à la concentration en sels minéraux dissous (**Degremont G, 1990**). La minéralisation de l'eau est fonction de la géologie des terrains traversés. D'une façon générale, elle est plus élevée dans les eaux souterraines que dans les eaux superficielles. Les eaux très minéralisées, du fait de leur teneur en sels dissous, semblent bien contribuer à l'homéostasie de l'homme et surtout de l'enfant; cependant, elles peuvent poser des problèmes endocriniens très complexes (**Rodier, 2005**).

#### **I.2.3. Paramètres Microbiologiques**

L'eau destinée à l'alimentation humaine contient une multitude de microorganismes pathogènes, agents d'infections humaines redoutables. Ce sont des bactéries, des virus, voire des champignons et des algues (**Sari, 2014**).

##### **I.2.3.1. Germes totaux**

Ce sont des germes qui se développent dans des conditions aérobies. Leur présence est indicatrice de pollution bactérienne. Leur dénombrement donne une information sur la qualité hygiénique de l'eau destinée à la consommation humaine (**Bourgeois et al, 1991**).

Ainsi, ils renseignent sur le degré de protection des nappes souterraines d'où provient l'eau à analyser (**Rodier, 2005**).

##### **I.2.3.2. Coliformes totaux**

Les coliformes appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae*. Le terme « coliforme » correspond à organismes en bâtonnets, non sporogène, Gram-négatifs, oxydase négative, aéro-anaérobies facultatif, capable de fermenter le lactose (et mannitol) avec production d'acide et gaz en 48 heures à des températures de 35 et 37 °C.

Les coliformes comprennent les genres : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia* (**Rodier, 2005**).

### I.2.3.3. Coliformes fécaux ou Coliformes thermo- tolérants

Les coliformes fécaux ou coliformes thermo tolérants correspondent à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés (caractéristiques des coliformes) après incubation à la température de 44 °C (Edberg et al, 2000).

#### I.2.3.3.1. Escherichia coli

Est sans doute le plus spécifique de tous les germes de contamination fécale. Le terme « Escherichia coli présumé » correspond à des coliformes thermo-tolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane à 44 °C et ont des caractères biochimiques propres à cette espèce (Bourgeois et Mescle., 1996).

#### I.2.3.3.2. Clostridium sulfito-réducteurs

Clostridium sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale ancienne ou intermittente. Leur permanence marque la défaillance en un point donné du processus de filtration naturelle (Armand, 1996).

Ce sont des bacilles Gram positifs, anaérobies stricts, isolés ou en chaînettes, mobiles, catalase positive, réduisent le sulfite de sodium en sulfure. La forme sporulée des Clostridium sulfito-réducteurs est beaucoup plus résistante que les formes végétatives (Bourgeois et Mescle., 1996).

#### I.2.3.3.3. Salmonelles

Les Salmonelles appartiennent à la famille des *Entérobacteriaceae*, bacille à Gram négative, anaérobie facultatif, habituellement mobiles grâce à une ciliature péritriche, mais des mutants immobiles peuvent exister (Bourgeois et Mescle., 1996).

Les Salmonelles sont en général considérées comme pathogènes bien que leur virulence et leur pouvoir pathogène varient énormément (Rodier, 2009).

#### I.2.3.4. Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont en grande partie d'origine humaine. Cependant, certaines bactéries placées dans ce groupe peuvent être retrouvées également dans les fèces animales, ou se rencontrent sur les végétaux. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs de pollutions fécales et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants à la dessiccation. Ils apportent donc une information supplémentaire sur une pollution (Sari, 2014).

### I.3. Les maladies à transmission hydrique

Les maladies à transmission hydrique constituent un groupe de maladies à allure épidémique, dont la symptomatologie est le plus souvent digestive (diarrhées, vomissements...) et dont la nature et la propagation sont liées à divers facteurs, comme la mauvaise qualité de l'eau, le manque d'hygiène et la pauvreté (**Bouziyani, 2006**).

Parmi les maladies à transmission hydrique nous avons :

- **Choléra** : Maladie contagieuse d'origine bactérienne qui provoque des infections intestinales aiguës, dont les symptômes sont diarrhées fréquentes, vomissements incontrôlables, soif intense et une déshydratation rapide. Cette maladie peut entraîner la mort dans 80% des cas graves non traités (**Sari, 2014**).
- **Fièvre typhoïde** : Fièvre d'origine bactérienne qui entraîne de la fièvre, des maux de tête, de l'anorexie, un ralentissement du rythme cardiaque, une augmentation du volume de la rate, la formation de taches roses sur le corps, une toux sèche et de la constipation. Cette maladie, qui peut-être bénigne et asymptomatique, peut entraîner la mort dans 1% des cas (**Sari, 2014**).
- **Fièvre paratyphoïde** : Maladie d'origine virale, cliniquement semblable à la fièvre typhoïde. Le taux de mortalité est toutefois plus faible (**Sari, 2014**).
- **Dysenterie** : Terme générique qui caractérise des maladies entraînant une diarrhée douloureuse et sanglante accompagnée de coliques, de nausées et de vomissements, dysenterie bacillaire ou shigellose (causée par diverses bactéries), dysenterie amibienne ou amibiase (causée par des amibes). Seule la shigellose peut entraîner la mort, les taux de mortalité peuvent atteindre 20(**Sari, 2014**).
- **Diarrhées infectieuses** : Maladies causées par diverses bactéries et dont les symptômes sont des selles liquides, des vomissements et de la fièvre. En général, elles n'entraînent pas la mort (**Sari, 2014**).

### I.4. Choix de l'eau à traiter

Le choix de l'eau à traiter avant distribution dépend de plusieurs facteurs. Pour chacune des ressources dont on dispose, on évalue (**Mokdem,1998**) :

#### I.4.1. La quantité

La source doit être capable de fournir, en toute circonstance, la quantité d'eau nécessaire.

### **I.4.2. La qualité**

La qualité de l'eau brute dont on dispose doit être compatible avec législation en vigueur. Il faut déterminer le procédé de traitement le mieux adapté pour rendre potable cette eau.

### **I.4.3. Le cout**

Par la suite il faut comparer les couts d'investissement et de fonctionnement relatifs à chacun des ressources disponible, pour assurer à la fois la quantité de l'eau à distribuer.

## **I.5. Norme de potabilité des eaux de consommation**

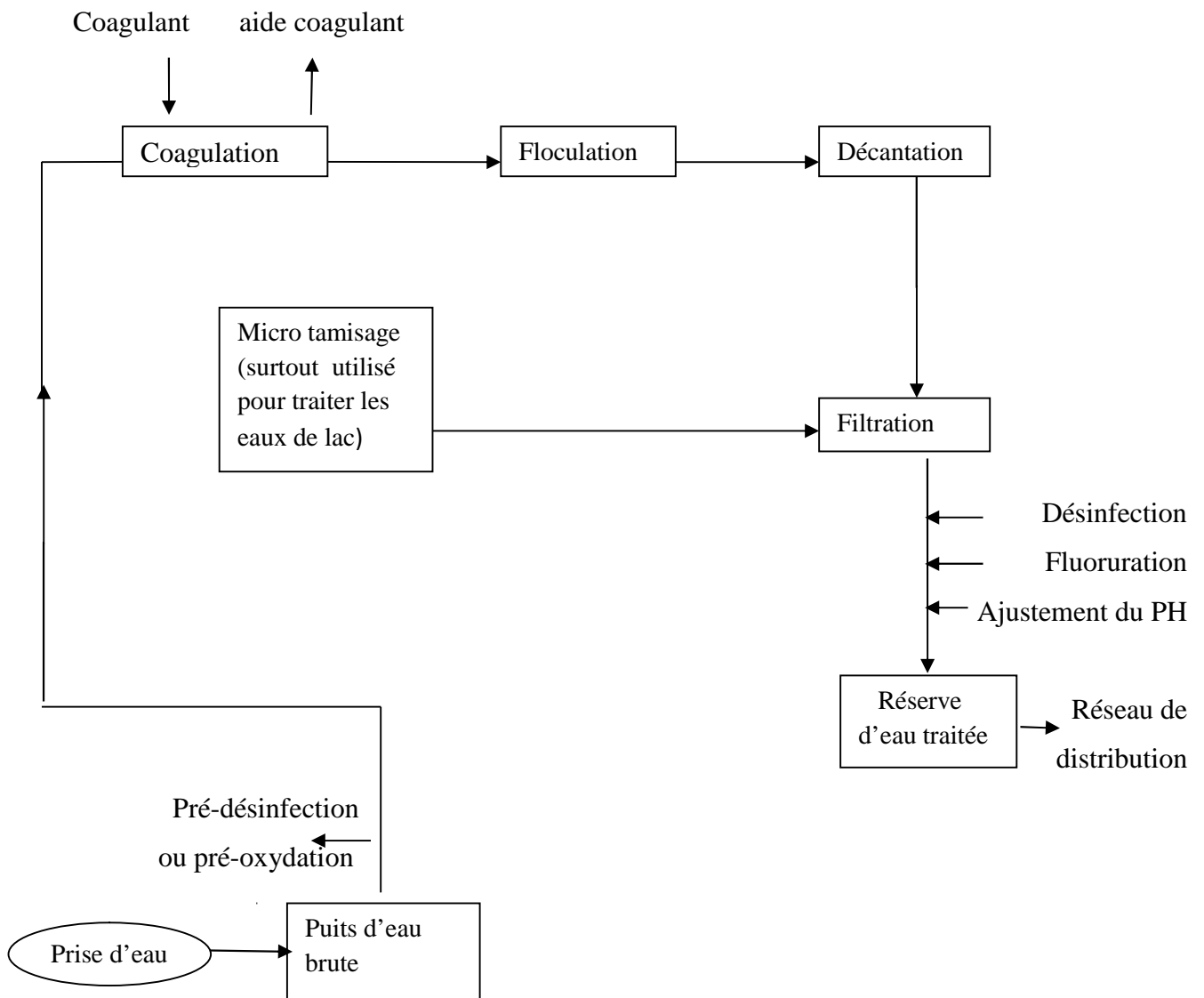
### **La réglementation Algérienne**

Ces textes sont tirés du journal officiel de la République Algérienne ,notamment, le décret exécutif (n°14-96 du 2 Joumada El Oula 1435 correspondant au 4 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011).

## **I.6. Procèdes de traitement appliqués à l'eau de surface**

Le traitement d'une eau brute dépend de sa qualité, laquelle est fonction de son origine et peut varier dans le temps. L'eau à traiter doit donc être en permanence analysée car il est primordial d'ajuster le traitement d'une eau à sa composition et, si nécessaire, de la moduler dans le temps en fonction de la variation observée de ses divers composants. Il peut arriver cependant qu'une pollution subite ou trop importante oblige l'usine à s'arrêter momentanément (CNRS, 2013) .Le traitement d'une eau s'effectue en plusieurs étapes (Prétraitement, Coagulation-floculation, Décantation, Filtration et Désinfection ...) (SPGE , 2013).





**Figure 1:** Etapes et unités de traitement d'une eau de surface (Desjardins, 1990)

### I.6.1. Prétraitements

Avant de procéder au traitement d'une eau, il faut la débarrasser de façon simple des éléments les plus grossiers qui pourraient gêner la mise en œuvre des procédés complexes

On utilise pour cela des moyens mécaniques (Moufki et Tahraoui, 2006) :

- Le dégrillage.
- Le tamisage.
- Le dessablage et le débouage.

#### I.6.1.1. Dégrillage

Le dégrillage, premier poste de traitement, indispensable aussi bien en eau de Surface qu'en eau résiduaire, permet (Degrement, 2005):

- De protéger les ouvrages aval contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation.
- De séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses charriées par l'eau brute, qui pourraient nuire à l'efficacité des traitements suivants, ou compliquer l'exécution.

### I.6.1.2. Tamisage

Cette opération constitue un dégrillage fin ; elle est mise en œuvre dans le cas d'eaux résiduaires chargées de matières en suspension de petites taille (**Boursali, 2011**).

Le tamisage est une filtration sur toile utilisable dans de nombreux domaines du traitement de l'eau. Suivant la dimension des mailles de la toile, on distingue (**Degrement, 1972**):

- ❖ La macro tamisage qui est destiné à tenir certaines matières en suspension, flottantes ou semi flottantes (débris végétaux ou animaux, insectes, brindilles, algues, herbes, etc...) de dimension comprise entre 0,2 et quelques millimètres.
- ❖ Le micro tamisage qui est destiné à tenir les matières en suspension de très petites dimensions contenues dans les eaux de consommation (plancton), les dimensions des mailles comprises entre 30  $\mu\text{m}$  et 150  $\mu\text{m}$ .

### I.6.1.3. Débourage

Est un étape de traitement qui précède la clarification dans le cas d'eau très chargée en limons et en sable fin.

Il est utilisé principalement en amont des décanteurs principaux quand la teneur en matière en suspension de l'eau brute est supérieur a 2g/l, le débourage est généralement amélioré par l'utilisation d'un coagulant : sulfate d'alumine ou chlorure ferrique (**Rodier, 1996**).

### I.6.2. Pré-oxydation

L'injection l'hypochlorite de sodium en entrée a pour but d'empêcher le développement des algues qui ne manqueraient pas d'apparaître grâce à l'action de la photosynthèse. Elle permet également une pré-désinfection bactérienne sur l'eau brute afin d'empêcher leur développement par la suite, il y a aussi d'autres objectif de pré-oxydation (**Moufki et Tahraoui, 2006**):

- L'élimination de l'azote ammoniacal.
- L'élimination du fer et du manganèse.
- L'élimination de la couleur.

### I.6.3. Clarification

En traitement des eaux, la clarification est l'ensemble des opérations permettant d'éliminer les MES (Matières en suspension) et colloïdes d'une eau ainsi que les polluants (organiques et minéraux) adsorbés à ces MES (Aconsult ,2013).Les étapes de clarification sont :

#### I.6.3.1 Coagulation - Flocculation

Les colloïdes sont des particules de très faible diamètre notamment responsables de la couleur et de la turbidité de l'eau de surface. En raison de leur très faible vitesse de sédimentation la seule solution pour éliminer les colloïdes est de procéder à une coagulation-flocculation. La coagulation consiste à les déstabiliser en éliminant la charge électrostatique de manière à ensuite favoriser leur rencontre (Lenntech, 2013).

Les particules colloïdales en solution sont « naturellement » chargées négativement. Ainsi, elles tendent à se repousser mutuellement et restent donc en suspension. On dit qu'il y a stabilisation des particules dans la solution (Valiron, 1989).

L'opération de coagulation-flocculation a donc pour but la croissance des particules (qui sont essentiellement colloïdales) par déstabilisation des particules en suspension puis formation de flocons par absorption et agrégation (Valiron, 1989).

#### I.6.3.2. Décantation

La décantation est la méthode de séparation la plus fréquente des MES et des colloïdes (rassemblés sous forme de floc après une étape de coagulation flocculation) .Il est bien connu que les particules en suspension sédimentent en fonction de leur taille, donc pour obtenir une bonne décantation, il est nécessaire d'augmenter le diamètre des particules d'où l'utilité impérieuse du phénomène de coagulation- flocculation (Degrement, 2005 ).

#### I.6.3.3. Filtration

La filtration est un procédé de séparation solide/ liquide qui utilise le passage à travers un milieu poreux constitué d'un matériau granulaire (la plus courante est le sable) qui retient les particules en suspension dans l'eau brute ou l'eau prétraitée (floculée et décantée) (Degrement, 2005 ; Desjardins, 1997 ; Kemmer, 1984).

Si ces matières à retenir sont de dimensions supérieures à celle des pores de filtre, elles sont retenues à la surface et la filtration est dite « en surface », ou en « gâteau » ou encore « sur support ». Dans le cas contraire, les matières en suspension sont retenues à l'intérieur de la masse poreuse, et

la filtration est dite « en volume » ou « en profondeur » ou encore « sur lit filtrant » (**Degrement, 2005 ; Desjardins, 199 ; Kemmer , 1984** ).

Les solides en suspensions ainsi retenus par le milieu poreux s'y accumulent ; il faut donc nettoyer ce milieu de façon continue ou de façon intermittente.

La filtration, habituellement précédée des traitements de décantation, permet d'obtenir une bonne élimination des bactéries, de la couleur, de la turbidité et, indirectement, de certains goûts et odeurs (**Cardot , 2005** ).

#### **I.6.3.4. Désinfection**

Dernière étape, indispensable pour la fabrication de l'eau potable, elle élimine tous les micro-organismes qui pourraient être dangereux pour notre santé. Il existe diverses méthodes de désinfection: les plus répandues sont la chloration, l'ozonation, et la stérilisation aux rayons ultra-violets (**Degrement, 2005 ; Les agences de l'eau, 2013**).

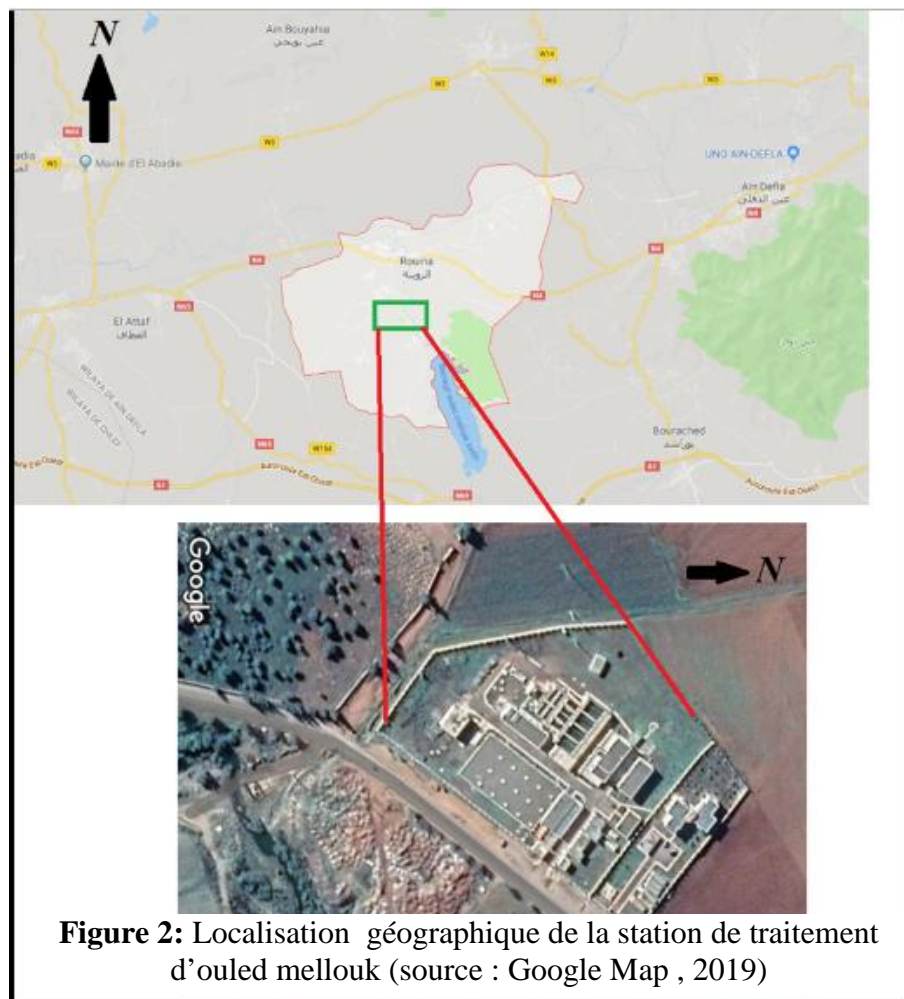
# Chapitre II

## Description de la station de traitement

## II.1. Implantation

### II.1.1. Localisation géographique

La station de traitement d'Ouled Mellouk est située dans la commune de Rouina ( à environ 2 km ) à l'ouest la wilaya d'Ain Defla. Elle est située au Nord – ouest du barrage Ouled Mellouk juste à l'amont des anciennes mines de Rouina , à une distance de 1 400 m avec une altimétrie qui varie entre 218 et 205 m NGA. Actuellement la station occupe une superficie d'environ 1,80 ha (ADE, 2019).



## II.2. Descriptions de la station de traitement à l'état actuel

La station de traitement d'Ouled Mellouk a été mise en service le 22/04/2015. L'objectif du traitement désiré est de produire une eau potable, répondant aux normes de potabilité et convenant aux usages domestiques à partir de l'eau du barrage d'Ouled Mellouk (ADE, 2019).

### II.2.1. Débit de fonctionnement

La station produit actuellement un débit d'eau traitée de 1800 m<sup>3</sup>/h dont 500 l/s destiné pour l'alimentation des communes suivantes : Rouina, Bourached, Zeddine, El Mayenne, El-Attaf et El abadia. L'installation est dimensionnée pour une capacité de production de 43 200 m<sup>3</sup>/j pour la phase finale (horizon 2030) et 24 h/j de temps de fonctionnement (ADE, 2019).

### II.2.2. Arrivée d'eau brute

L'eau brute du barrage d'Ouled Mellouk amenée à partir des deux points d'alimentation (gravitaire ou barge flottante) vers l'ouvrage de tête de la chaîne de traitement par une canalisation 600 mm.

La canalisation d'arrivée du barrage est équipée d'un débitmètre. Un ouvrage de régulation permet de régler le débit d'alimentation en eau brute à la valeur choisie par l'exploitant, quelque soit la cote du plan d'eau dans le barrage, donc quelle que soit la charge hydraulique amont (ADE, 2019).

## II.3. Filière de traitement

La station d'Ouled Mellouk comporte les principales étapes de traitement suivantes :

- ) Aération et Pré-chloration.
- ) Coagulation- Flocculation.
- ) Décantation lamellaire.
- ) Filtration sur sable.
- ) Désinfection.

### II.3.1. Aération et Pré-chloration

L'aération en cascade consiste en une série de chutes d'eau successives permettant d'augmenter la turbulence de l'eau aérée. Afin de maximiser l'aération des eaux brutes et de minimiser le besoin en réactifs chimiques oxydants la cascade d'aération a été réalisée avec de 3 chutes de 80cm par chute et de 60cmde longueur (ADE, 2019).

**Tableau 2:** Dimensionnement de cascade d'aération

	Unite	Valeur
Débit maximum	m <sup>3</sup> /h	1800
Débit maximum	l/s	500
Géométrie en eau :		
• Longueur	m	6
• Hauteur	cm	80cm par chute

Source : ADE, 2019



**Photo 1:** Cascade d'aération (24/04/2019).

La pré-chloration permet d'inhiber tout développement de vie aquatique au sein de la station (algues) et permet en outre d'améliorer le rendement global de l'étape coagulation-floculation notamment au niveau de l'élimination des matières responsable des goûts, odeur ou couleur.

Elle est également prévue pour agir par oxydation sur les ions ferreux et manganés, sur l'ammoniaque sur toutes les matières organiques oxydables. Etant donné de l'installation, la chloration est prévue au chlore gazeux ou eau de javel (ADE, 2019).

**Tableau 3:** Dimensionnement de pré-chloration

	<b>Unite</b>	<b>Valeur</b>
Débit maximum à traiter	$m^3/h$	1800
Dose maximum	$g/m^3$	4
Débit unitaire au dosage maximum	l/h	45

**Source : ADE, 2019**

➤ **Acide sulfurique**

L'injection d'acide sulfurique en entrée a pour but de corriger le pH de l'eau si celui est trop basique .elle est asservie à la sonde pH sur l'arrivée d'eau brute (ADE, 2019).



**Tableau 4:** Dimensionnement pour le dosage de l'acide sulfurique

	Unité	Valeur
Débit maximum à traiter	$m^3/h$	1800
Dose moyenne	$g/m^3$	35
Concentration de la solution	g/l	1840
Nombre de pompes doseuses	U	1+1 en secours en caisse
Débit unitaire pompes doseuses	l/h	34,24
Débit unitaire retenu	l/h	40
Nombre de bac	U	1
Autonomie de stockage	j	30
Consommation journalière	l	822
Capacité du stockage	$m^3$	25

Source : ADE, 2019

#### ➤ Charbon actif en poudre

Le charbon actif a tout d'abord été utilisé pour améliorer les qualités organoleptiques d'une eau par élimination de matières organiques responsables de goûts, d'odeurs et de couleur.

Le charbon actif en poudre se présente sous forme de particules de dimension comprise entre 10 et 50  $\mu m$  et utilisé en combinaison avec le traitement de clarification. Introduit dans l'eau avec les réactifs de floculation, il se trouve inséré dans les floes et ensuite extrait de l'eau avec eux (ADE, 2019).

### II.3.2. Coagulation-Floculation

La coagulation s'effectue par déstabilisation des colloïdes. L'ajout de coagulant (sulfate d'aluminium  $Al_2(SO_4)_3$ ) ainsi qu'une agitation rapide du volume à traiter, suppriment les répulsions inter colloïdales et permet aux colloïdes de se rencontrer (ADE, 2019).

Dans notre système, l'eau traverse deux bassins placés en série. Chaque bassin est équipé d'un électro-agitateur pour optimiser l'homogénéité. L'eau passe alternativement par le haut et par le bas de ces bassins (ADE, 2019).

**Tableau 5:** Dimensionnement du bassin de coagulation

	Unité	Valeur
Débit de recirculation des eaux	$m^3/h$	100
Débit maximum à traiter	$m^3/h$	1900
Nombre de ligne	U	2
Débit par ligne	$m^3/h$	950
Chambre 1 :		
• Volume	$m^3$	32,18
• Longueur	m	3,00
• Largeur	m	2,50
• Hauteur d'eau	m	4,29
• Surface	$m^2$	7,5
• Temps de contact	min	2
Chambre 2 :		
• Volume	$m^3$	32,18
• Longueur	m	3,00
• Largeur	m	2,50
• Hauteur d'eau	$m^2$	4,29
• Surface	min	7,5
• Temps de contact		2
Volume total des 2 chambres	$m^3$	64,36
Volume total des 2 lignes	$m^3$	128,7
Temps de contact total	min	4

Source : ADE, 2019



**Photo 2:** Bassin de coagulation (29/04/2019).

Pour la floculation, elle s'effectue par l'adjonction de flocculant (polymère) ainsi qu'une agitation lente du volume d'eau à traiter, provoque l'agglomération des colloïdes se transformant dès lors en une masse suffisante appelée "floc" permettant la sédimentation nécessaire pour le traitement. Chaque bassin est divisé en deux compartiments égaux en série de manière à avoir un gradient de vitesse décroissante en direction de l'entrée du décanteur (**ADE, 2019**).

**Tableau 6:** Dimensionnement du bassin de floculation

	Unité	Valeur
Débit de recirculation des eaux sales de lavage des filtres à sable	m <sup>3</sup> /h	100
Débit maximum de traiter	m <sup>3</sup> /h	1900
Débit maximum de traiter	l/h	528
Nombre de ligne	U	2
Débit de ligne	m <sup>3</sup> /h	950
Compartiment 1 et 2		
Volume	m <sup>3</sup>	125,5
Longueur	m	6,50
Largeur	m	4,50
Hauteur d'eau	m	4,29
Surface	m <sup>2</sup>	29,25
Temps de contact	min	8
Volume total des 2 compartiments	m <sup>3</sup>	251
Volume total des 2 lignes	m <sup>3</sup>	502
Temps de contact total	Min	16

Source : ADE, 2019



**Photo 3:** Bassin de floculation (29/04/2019)

➤ **Poste polymère**

**Tableau 7:** Dimensionnement du poste polymère

	Unité	Valeur
Débit maximum à traiter	$m^3/h$	1800
Dose maximum polymère	$g/m^3$	1
Concentration de la solution	$g/l$	1,5
Nombre de pompes de doseuses	U	2+1 en secours installé
Débit à traiter par pompe	$m^3/h$	900
Débit de la pompe au dosage maximum	$l/h$	600
Débit choisi	$l/h$	600
Concentration de la solution dilue	$g/l$	0,5
Débit l eau de dilution par ligne	$l/h$	1200
Préparateur automatique commun	U	1
Débit de soutirage maximum	$l/h$	1200
Temps de maturation	h	1,5
Capacité du préparateur choisie	$m^3$	1,34
Autonomie de stockage	J	11,6
Dosage retenu pour le stockage	$g/m^3$	1
Consommation journalière	Kg	43,2
Capacité du stockage	Kg	500
Nombre du sac de 25 Kg	U	20

Source : ADE, 2019

### II.3.3. Décantation

Après l'étape de coagulation-floculation, L'eau coagulée et floculée entre dans le décanteur, une chambre de transit permet de réduire les turbulences à l'entrée de l'ouvrage de clarification les floccs se déposent au fond de l'ouvrage et l'eau clarifiée est récupérée en surface.

Le but d'un décanteur est donc de permettre aux floccs de sédimenter au fond d'un bassin pour les éliminer des eaux. On récupère alors au fond des boues primaires qui seront traitées par la suite .Deux sondes de mesure de turbidité ; de chlore sont mis en place en sortie de décantation ; afin d'optimiser le dosage chimique. Une sonde pH permet de vérifier le pH après les étapes de coagulation et floculation.

Les décanteurs lamellaires intègrent un épaissement mécanique en fond d'ouvrage. Les boues seront collectées et épaissie mécaniquement à l'aide d'un pont épaisseur tournant en permanence. Ce pont est équipé d'une herse et de racles permettant de concentrer la boue dans un puit central. Les boues épaissies seront extraites par des pompes volumétriques et refoulées vers l'oued.

Un détecteur de voile de boues est installé dans chaque décanteur (ADE, 2019).

**Tableau 8:** Dimensionnement du décanteur

	Unité	Valeur
Débit maximum à traiter	m <sup>3</sup> /h	1900
Débit maximum à traiter	l/s	528
Nombre de ligne	U	2
Débit par ligne	m <sup>3</sup> /h	590
Type	/	Lamellaire avec épaisseur intégrée
Vitesse de hazan à vitesse nominale	m/h	1,05
Surface spécifique lamellaire nécessaire	m <sup>3</sup>	905
Surface spécifique lamelles	m <sup>2</sup> / m <sup>3</sup>	11
Inclinaison des lamelles	°	60
Hauteur des lamelles choisie	M	1,50
Géométrie en eau :		
• Longueur	m	9,30
• Largeur	m	9,30
• Hauteur d'eau	m	5,38
• Volume	m <sup>3</sup>	465
Vitesse au miroir correspondante	m/h	17,29
Nombre de goulotte par décanteur	U	24
Sens des goulottes		Transversale
Dimension des goulottes		
• Longueur	mm	3850
• Largeur	mm	400
• Hauteur	mm	300

Source : ADE, 2019



**Photo 06:** Bassin de décantation (29/04/2019).

#### **II.3.4. Filtration sur lit de sable**

La filtration permet de retenir les matières en suspension qui n'ont pas été piégées lors des étapes précédentes ou qui ont été formées lors de la pré-oxydation. Elle est réalisée sur filtre à sable.

Dans notre système et après l'étape de décantation, l'eau emprunte le canal de distribution d'eau décantée, construit en béton et muni d'un trop-plein. Le débit total de la station est divisé entre les 04 filtres.

La masse filtrante (sable) et la couche de support (gravier) sont supportées par un plancher filtrant en béton armé. Ce plancher est équipé de crépines filtrantes à raison de 60 pièces par m<sup>2</sup>. Chaque filtre est équipé d'une sonde de mesure de niveau (ADE, 2019).



**Tableau 9:** Dimensionnement des filtres à sable

	Unité	Valeur
Débit maximum à traiter	m <sup>3</sup> /h	1900
Débit maximum à traiter	l/s	528
Nombre de filtres	U	4
Nombre de sous-filtres par litre	U	2
Vitesse de filtration dans les filtres avec 4 filtres en fonctionnement	m/h	5,75
Vitesse de filtration dans les filtres avec 3 filtres en fonctionnement	m/h	7,54
Dimensions d'un filtre :		
• longueur	m	12
• largeur	m	7
• surface	m <sup>2</sup>	84
Couche de support (gravier) :		
• granulométrie	mm	3 à 5,6
• hauteur	m	0,1
• volume par filtre	m <sup>3</sup>	8,4
• volume total	m <sup>3</sup>	33,60
Couche filtrante (sable) :		
• granulométrie	mm	0,8 à 1,25
• hauteur	m	1,00
• volume par filtre	m <sup>3</sup>	84
• volume total	m <sup>3</sup>	336,00
Nombre de buse/m <sup>2</sup>	u/m <sup>3</sup>	60
Nombre de buse par filtre	U	5040
Nombre de buse total	U	20 160

Source : ADE, 2019



**Photo 4:** Filtres à sable (29/04/2019).

### II.3.5. Désinfection finale

La désinfection est l'étape ultime de traitement de l'eau de consommation avant distribution. L'ajout de chlore les dernières bactéries et maintient une bonne qualité de l'eau tout au long de son parcours dans les canalisations. L'eau est ainsi désinfecté .Elle permet d'éliminer tous les micro-organismes pathogènes de l'eau. La désinfection finale aura lieu dans une bache de capacité  $1250\text{m}^3$  ; elle se fait à l'hypochlorite de sodium, un secours de l'hypochlorite de calcium est prévu. Deux pompes doseuses dont une en secours sont installées (ADE, 2019).

**Tableau 10:** Dimensionnement bassin de désinfection

	Unité	Valeur
Débit maximum à traiter	$\text{m}^3/\text{h}$	1800
Dose maximum	$\text{g}/\text{m}^3$	2
Débit unitaire au dosage maximum	l/h	22,5



Source : ADE, 2019

Photo 5: Réservoir d'eau traitée (29/04/2019).

Tableau 11: Dimensions bache de désinfection

	Unité	Valeur
Nombre de bache	U	1
Volume	$m^3$	1250
Temps de séjour	Min	42
Nombre de pompes doseuse de chlore	U	1+ 1 secours installé
Débit unitaire pompe doseuse de chlore	l/h	50

Source : ADE, 2019

#### II.4. La distribution d'eau vers le réseau

Finalement, l'eau sera stockée dans un réservoir de 5000m<sup>3</sup> dans le dut de satisfaire à la demande.

La teneur en chlore résiduel dans l'eau distribuée est en générale de 0,1 à 0,2 mg/l (ADE, 2019).

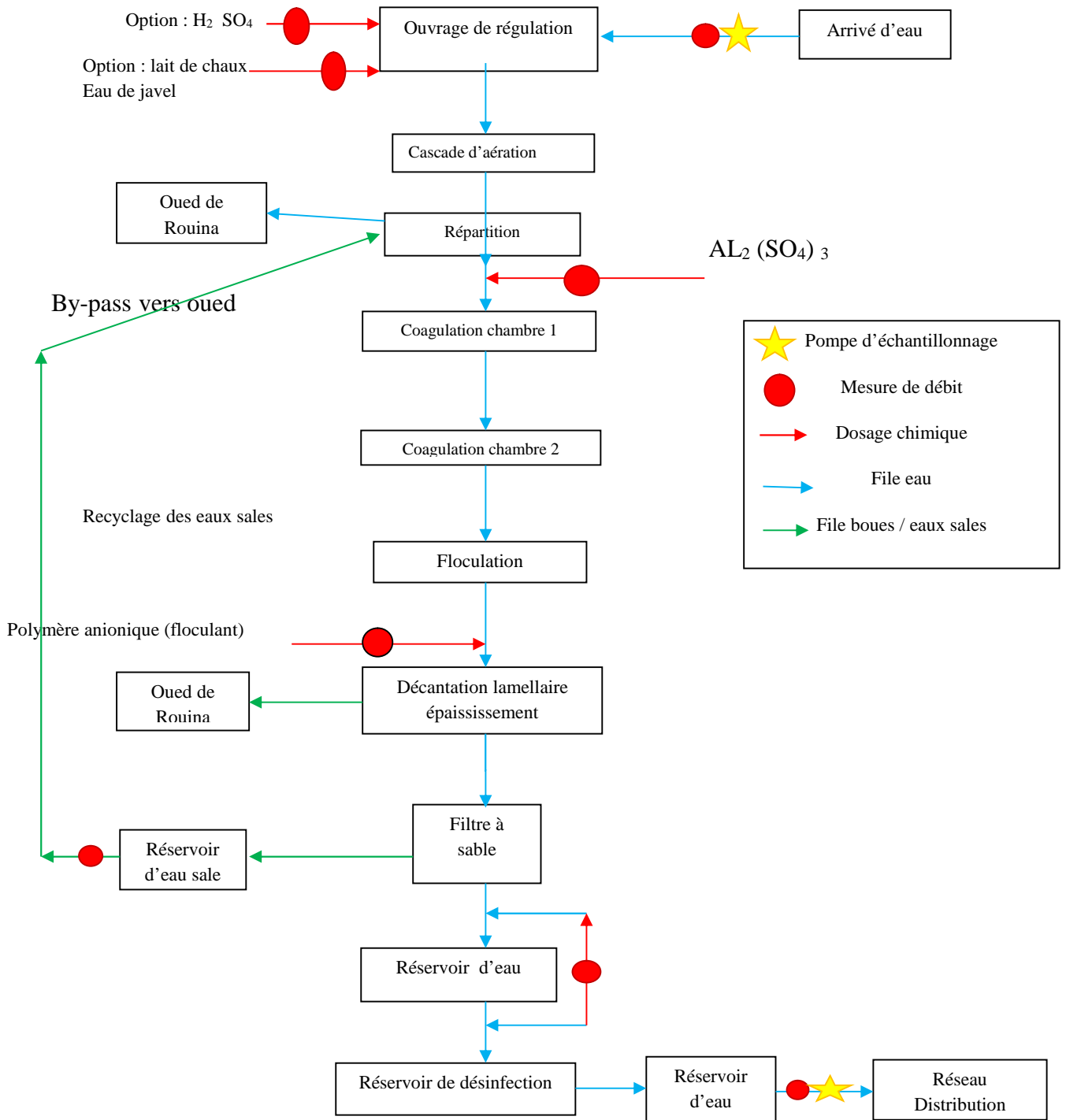


Figure 3: Schéma de fonctionnement de la station de traitement d'Ouled Mellouk (ADE, 2019)

### II.5. Description du laboratoire

Le laboratoire d'exploitation se trouve dans le bâtiment d'exploitation de la station de traitement d'Ouled Mellouk dispose 2 partie : laboratoire physico –chimique et bactériologique pour effectuer les analyses suivantes : Coliforme totaux , Coliforme fécaux , Streptocoques , pH, conductivité électrique, température, l'oxygène dissous, TDS, Salinité , turbidité ,la dureté TH ,Ca<sup>2+</sup> ,Mg<sup>2+</sup> ,Cl<sup>-</sup> ,SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> , NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ,MO , NO<sub>2</sub><sup>-</sup> , PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> , Fer et Manganèse. Ce laboratoire est équipé principalement de divers instruments de mesure et des appareils spécialisés, automatisés ainsi des produits et réactifs chimiques.



**Photo 6:** Laboratoire de station de traitement d'Ouled Mellouk (24/04/2019)

# Chapitre III

## Matériels et méthodes

### III.1.Méthodes d'acquisition des données

#### III.1.1.Échantillonnage et 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 qui en sera donné, l'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous et matières en suspension) (Mesarat, 2017).

Dans la présente étude, l'échantillonnage et le prélèvement des échantillons d'eau brute et traitée à été assuré par le personnel de la station de traitement durant l'année 2018. Durant notre stage de pratique qui s'est déroulé pendant deux mois (du 10/03/2019 au 10/05/2019) au sein de la station de traitement d'ouled mellouk, un apprentissage de toutes les étapes d'échantillonnage, de prélèvements et des analyses ont été effectuées tout en respectant les étapes suivantes :

##### III.1.1.1. Modes de prélèvement

Le prélèvement doit s'effectuer dans les meilleures conditions d'asepsie, afin d'éviter toute contamination accidentelle de l'échantillon durant le prélèvement.

##### III.1.1.1.1. Analyses bactériologiques

- utiliser des flacons en verre et stériles (les flacons doivent être maintenus dans l'autoclave pendant 20 minutes).
- Se laver les mains, les rincer à l'alcool.
- Flamber le robinet pendant au moins 1 min.
- Ouvrir le robinet et laisser couler 3 à 5 min.
- Remplir le flacon tout en maintenant près de la flamme le col du flacon de la face intérieure du bouchon.
- Fermer immédiatement le flacon après le prélèvement, ne pas ouvrir le flacon avant l'analyse.
- Inscrire sur le flacon les indications nécessaires à son identification.

##### III.1.1.1.2. Analyses physico-chimiques

- les flacons de prélèvement doivent être propre et rincer avec l'eau distillée.
- ouvrir de robinet et laisse couler 2 à 3 minutes.
- rincer les flacons avec l'eau à analyser.
- remplies jusqu'au bord et fermés hermétiquement sans laisser de bulles d'air.

### III.1.1.2. Procédure de prélèvement

La station de traitement équipée de tous les instrument au suivi de son bon fonctionnement comme des sondes en ligne immergé dans le cascade d'aération et de réservoir eau traitée qui nous permettent de suivre la qualité de l'eau brute et traitée en 24h/ 24h.

Dans la Présent étude, les prélèvements ont été effectués sur des échantillons d'eau brute (à l'entrée de la station) et l'eau traitée (à la sortie de la station après passage de l'eau à travers tous les ouvrages de traitement) une fois par jour.



**Photo 7:** Prélèvement de l'eau brute et traitée (06/05/2019)

### III.2. Modalités d'analyse

Les analyses physicochimiques et bactériologiques ont été effectuées au sein du laboratoire de l'ADE de la station de traitement des eaux potables d'Ouled Mellouk à Rouina unité d'Ain Defla. Les analyses effectuées concernent deux types de paramètres : paramètres physico-chimiques (Mesure pH, conductivité électrique, température, l'oxygène dissous, TDS, Salinité , turbidité ,la dureté TH ,Ca<sup>2+</sup> ,Mg<sup>2+</sup> ,Cl<sup>-</sup> ,SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> , NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ,MO , NO<sub>2</sub><sup>-</sup> , PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> , Fer et Manganèse ) et paramètres bactériologiques ( Les coliformes totaux et fécaux, streptocoque fécaux ).



### III.2.1. Paramètres physico-chimiques

#### III.2.1.1. pH, CE, T°, OD, TDS, Salinité

La mesure de la température, le pH, la conductivité électrique, le taux des sels dissous (TDS), salinité, et l'oxygène dissous (OD) ont été mesurés au laboratoire à l'aide d'un appareil Multi paramètres de type HQ440d (**Annexe I**).



**Photo 8:** Multi paramètres de type HQ440d (06 /05 / 2019)

#### III.2.1.2. Turbidité

La turbidité a été mesurée à l'aide d'un turbidimètre 2100N IS, en utilisant des cuves en verre bien nettoyées et bien séchées, remplies avec de l'eau à analyser (**Annexe I**).



**Photo 9:** Turbidimètre 2100N IS (06/05/2019)

### III.2.1.3. Les autres paramètres

la dureté ( $\text{Ca}^{2+}$   $\text{Mg}^{2+}$ ), le calcium, le magnésium, les sulfates, les nitrates, les phosphates, l'azote ammoniacal, le fer et le manganèse ont été analysés par spectrophotométrie d'absorption type DR 6000, pour la matière organique et les chlorures et les bicarbonates ont été dosés par titrage (Annexe I).



**Photo 10:** Spectrophotométrie type DR 6000 (06/05/2019)

### II.2.2. Analyses bactériologiques

L'analyse bactériologique (les coliformes totaux et fécaux, streptocoque fécaux) de l'eau est effectuée par la technique de la membrane filtrante. Cette analyse est effectuée de façon quotidienne afin de s'assurer le fonctionnement correcte de la station de traitement de Rouina (Annexe I).



**Photo 11:** Analyses bactériologiques (06/05/2019)

### III.2.2.1. Principe de la technique de la rampe filtrante

C'est la plus utilisée au laboratoire, elle est applicable à toutes les eaux et en particulier à celles contenant une faible quantité de matières en suspension et un nombre relativement faible de germes (eaux traitées). Généralement, on procède à une filtration par un appareil de filtration sur membrane. La membrane est en esters de cellulose, de porosité 0,45µm, susceptible de retenir les bactéries d'un échantillon de 100 ml d'eau est filtré sur cette membrane et est déposée à la surface d'un milieu gélosé. Après incubation, on compte le nombre de colonies exprimé en UFC/100ml.

### III.3. Traitement des données

Dans la présente étude, nous avons récupérées les données mensuelles des résultats d'analyse effectuée durant l'année 2018, ces données ont été traitées on utilisant le Microsoft Excel .

### III.4. Méthodes d'évaluations de la qualité des eaux

#### III.4.1. Potabilité de l'eau

L'eau potable doit obligatoirement respecter les seuils réglementaires de différents paramètres, divisés en différents groupes : les qualités organoleptiques (odeur, couleur, saveur), les éléments microbiologiques (virus, bactéries), les substances indésirables (nitrate, fluor), toxiques (chrome, plomb), les pesticides ainsi que la composition naturelle de l'eau (pH, taux de calcium,...) (Sari, 2014).

Les normes de potabilité sont l'ensemble des critères organoleptiques, physiques, chimiques, toxiques, éléments indésirables et bactériologiques que doit respecter une eau pour pouvoir être offerte à la consommation humaine (Sari, 2014)

#### III.4.2. Norme de potabilité des eaux de consommation

##### III.4.2.1. La réglementation Algérienne

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

Ces textes sont tirés du journal officiel de la République Algérienne ,notamment, le décret exécutif (N°14-96 du 2 Jomada El Oula 1435 correspondant au 4 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011).

Tableau 12: Les normes de potabilité des eaux destinées à la consommation.

Groupe de paramètres	Paramètres	Unités	La norme
<b>Paramètres Organoleptiques</b>	Couleur	mg / l platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur à 25 °C	Taux dilution	4
	Saveur à 25 °C	Taux dilution	4
<b>Paramètres physico-chimique en relation avec la structure naturelle des eaux</b>	Alcalinité	mg / l CaCO <sub>3</sub>	65 Pour les eaux dessalées ou déminéralisées (valeur minimale)
	Calcium	mg / l	200
	Chlorure	mg / l	500
	pH	-	6,5 et 9
	Conductivité à 20 °C	µS /cm	2800
	Dureté (TH)	mg / l en CaCO <sub>3</sub>	500
	Fer total	mg / l	0,3
	Manganèse	µg / l	50
	Phosphate	mg / l	0,5
	Potassium	mg/l	12
	Sodium	mg/l	200
	Sulfates	mg/l	400
	Température	°C	25
	Magnésium	mg/l	150
	Nitrate	mg/l	50
Nitrite	mg/l	0,2	
Ammonium	mg/l	0,5	
Matière organique	mg/l	5	
<b>Paramètres bactériologiques</b>	Coliformes totaux	UFC	0
	Coliformes fécaux	UFC	0
	Streptocoques fécaux	UFC	0

Source : Journal officiel, 2014

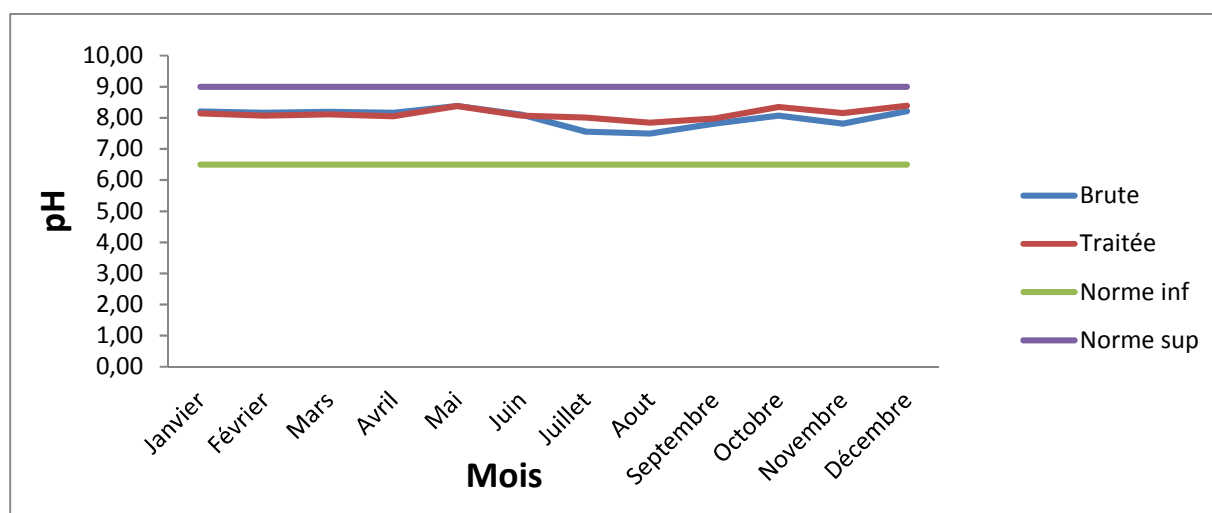
# Chapitre IV

## Résultats et discussions

## IV.1. Résultats d'analyses physico-chimiques

### IV.1.1. Potentiel d'Hydrogène

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est -à-dire de la concentration en ions d'hydrogène ( $H^+$ )(De Villers et all, 2005). La figure 04 représente la variation du pH de l'eau brute et des eaux traitée de la Station de traitement d'Ouled Mellouk durant l'année 2018.



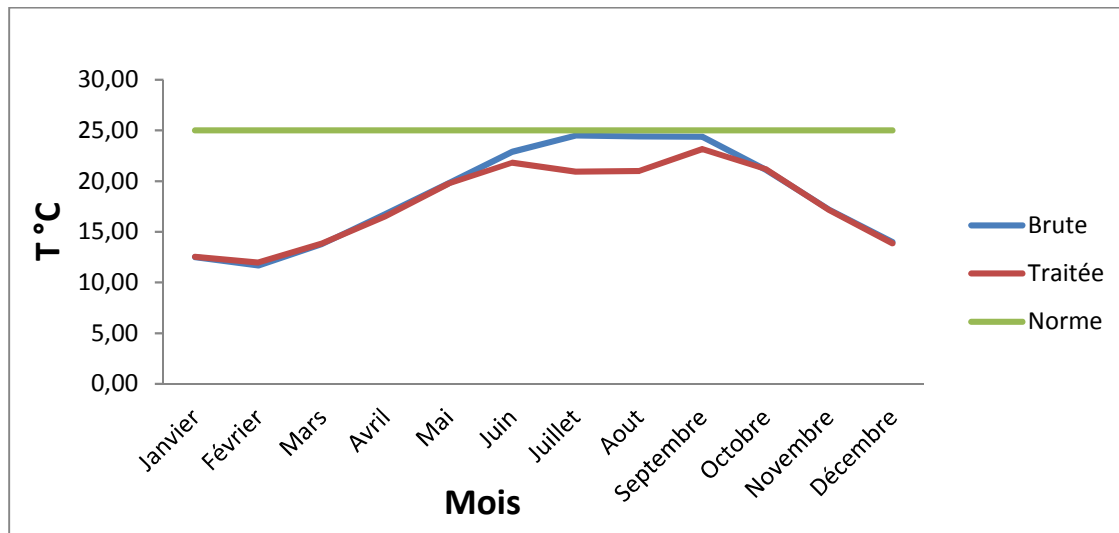
**Figure 4:** Evolution mensuelle du pH de l'eau brute et traitée durant l'année 2018

D'après la figure 04, on remarque que le pH de l'eau brute varie entre 7.49 et 8.38 enregistrée au mois d'Aout et mai respectivement. Pour les eaux traitées les valeurs du pH varient entre 7.84 (aout) et 8.39 (décembre).

Les valeurs de pH obtenus ne dépassent pas les limites des normes Algériennes [pH : 6.5-9] caractérisent des eaux où la vie se développe de manière optimale.

### IV.1.2. Température

C'est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels dissous et dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et les mélanges éventuels, etc (Ghazali et al, 2013). Les résultats obtenus sont représentés sur la figure 5.



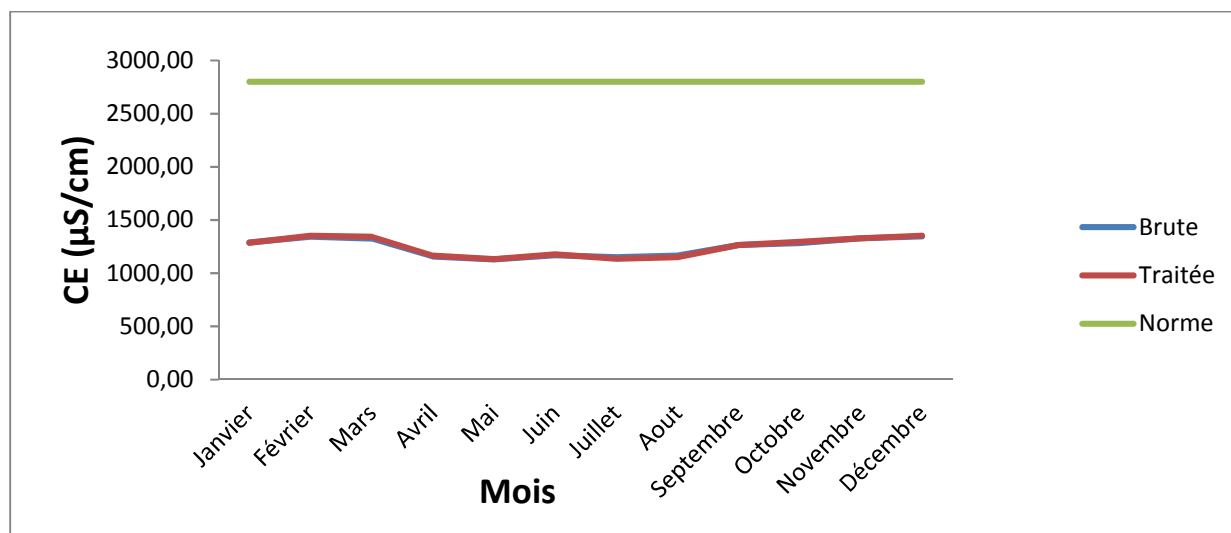
**Figure 5:** Evolution mensuelle de la température de l'eau brute et traitée durant l'année 2018

D'une manière générale, les températures de l'eau brute et traitée de la Station de traitement suivent la même courbe de tendance qui est caractérisée par deux phases (figure 05): une phase croissante allant du mois du janvier jusqu'au mois de septembre et une phase décroissante allant du mois de septembre jusqu'au mois de décembre qui est liée principalement à la température saisonnière. Néanmoins, on remarque une diminution de la température de l'eau traitée par rapport à l'eau brute durant les mois juin, juillet et aout, du fait du stockage de l'eau traitée dans une bache de capacité de 5000 m<sup>3</sup> sous-sol.

La variation de la température varie entre 11.67°C (février) et 24.49°C (décembre) pour l'eau brute. Pour l'eau traitée, elle varie entre 8.38 et 11.97 enregistrée au mois de mai et d'aout respectivement. On note que ces valeurs restent inférieures à la norme 25°C.

### IV.1.3. Conductivité Electrique

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau (Rodier, 1984). Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure 06



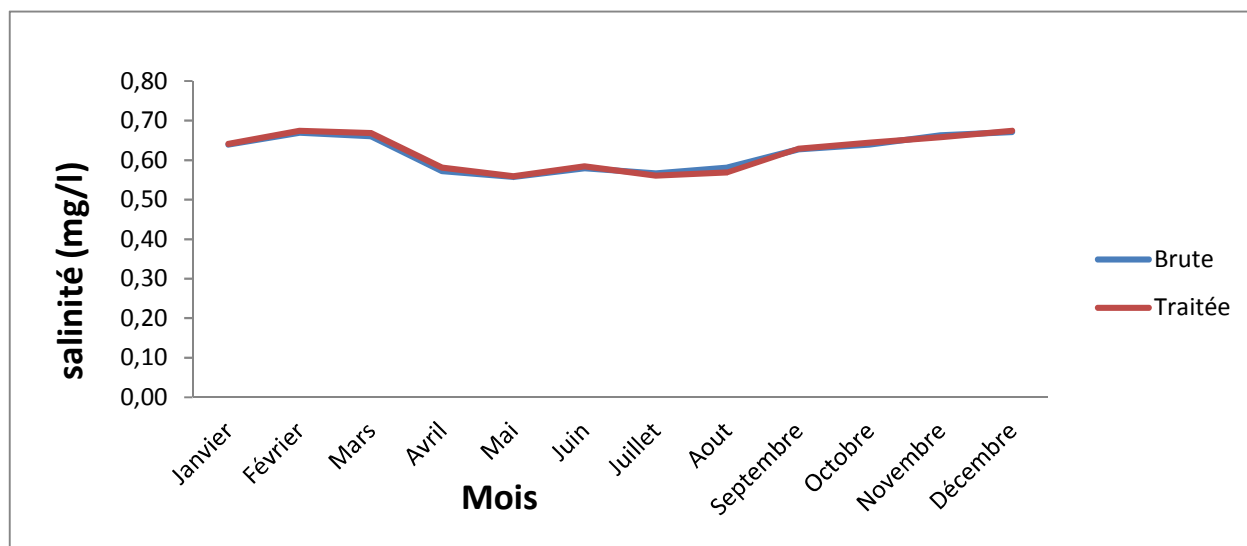
**Figure 6:** Evolution mensuelle de la conductivité de l'eau brute et traitée durant l'année 2018

D'après la figure 6, on remarque que l'évolution de la conductivité électrique de l'eau brute et traitée durant l'année 2018 est constante, toutes les valeurs de la conductivité sont plus proches varient entre un minimum de 1130.58 µs/cm au mois de mai, et à un maximum de 1344.81 µs/cm au mois de décembre pour l'eau brute. Pour l'eau traitée les valeurs varient entre un minimum de 1133.06 µs/cm au mois de mai et un maximum de 1354.29 µs/cm au mois de décembre. On note que ces valeurs sont inférieures à la norme algérienne fixée à 2800 µs/cm

### IV.1.4. Salinité

La concentration totale d'ions chargés électriquement (cations : Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, anions : CO<sub>3</sub><sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup> et d'autres composants tels que NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> et PO<sub>4</sub><sup>-</sup>). (Bhatnagar et al, 2013). La figure 7 représente l'évolution de la salinité de l'eau brute et traitée.





**Figure 7:** Evolution mensuelle de la salinité de l'eau brute et traitée durant l'année 2018

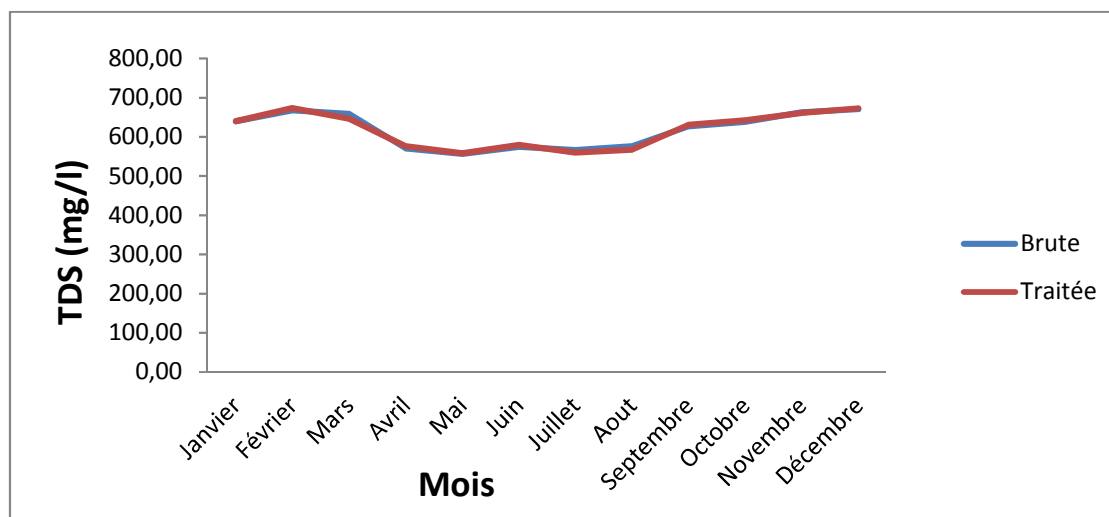
D'après la figure 7, on remarque que l'évolution de la salinité de l'eau brute et traitée durant l'année 2018 est constante, toutes les valeurs sont plus proches.

Les valeurs de salinité de l'eau brute et l'eau traitée varient entre 0,56mg/l (au mois de mai), et 0,67mg/l (les deux mois de février et décembre).

#### IV.1.5. Minéralisation (TDS)

La conductivité électrique donne une idée sur la minéralisation des eaux, elle accroît avec l'augmentation de la teneur de l'eau en sels dissous. La conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (Abdellatif, 2006).

Les résultats de la mesure de la minéralisation des eaux brutes et traitées sont représentés sur la figure 8.



**Figure 8:** Evolution mensuelle de le TDS de l'eau brute et traitée durant l'année 2018

D'après la figure 08, on remarque que l'évolution de le TDS de l'eau brute et traitée durant l'année 2018 est constante, toutes les valeurs sont plus proches.

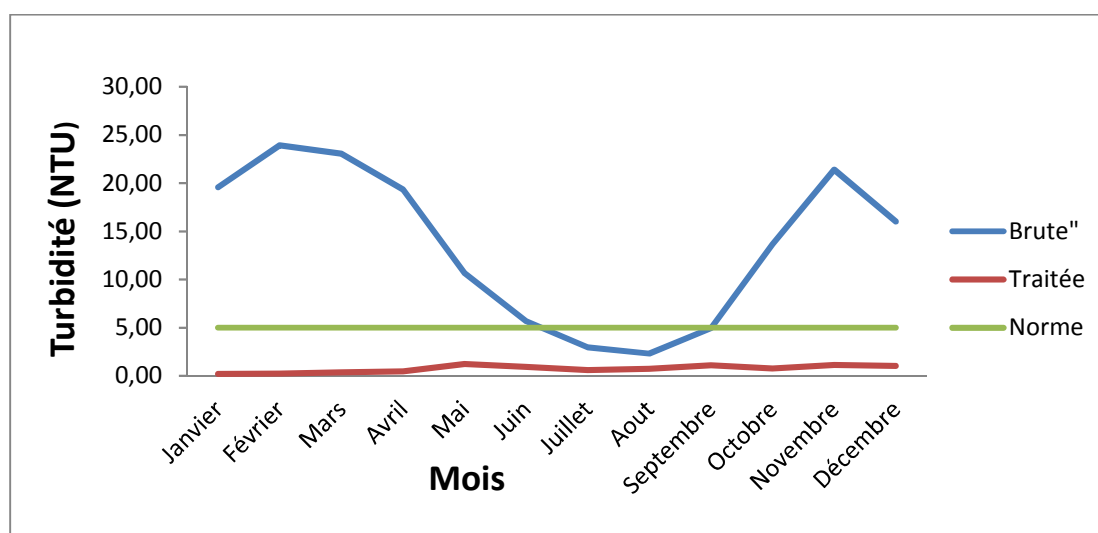
Les valeurs de la minéralisation (TDS) varient entre 656.94 mg/l au mois de mai, et 670.71 mg/l au mois de décembre pour l'eau brute. Les valeurs varient entre un minimum 558.42mg/l au mois Mai et un maximum de 673.13 au mois de décembre pour l'eau traitée.

### Remarque

D'après les figures 06,07 et 08, on remarque que les trois paramètres (conductivité, TDS, salinité) évoluent de la même façon durant toute la période étudiée. Ceci s'explique par le rapport existant entre ces paramètres.

#### **IV.1.6. Turbidité**

La turbidité traduit la présence des particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...etc.)(Ghazali et al, 2013). Les résultats de la mesure de turbidité sont représentés sur la figure suivante.



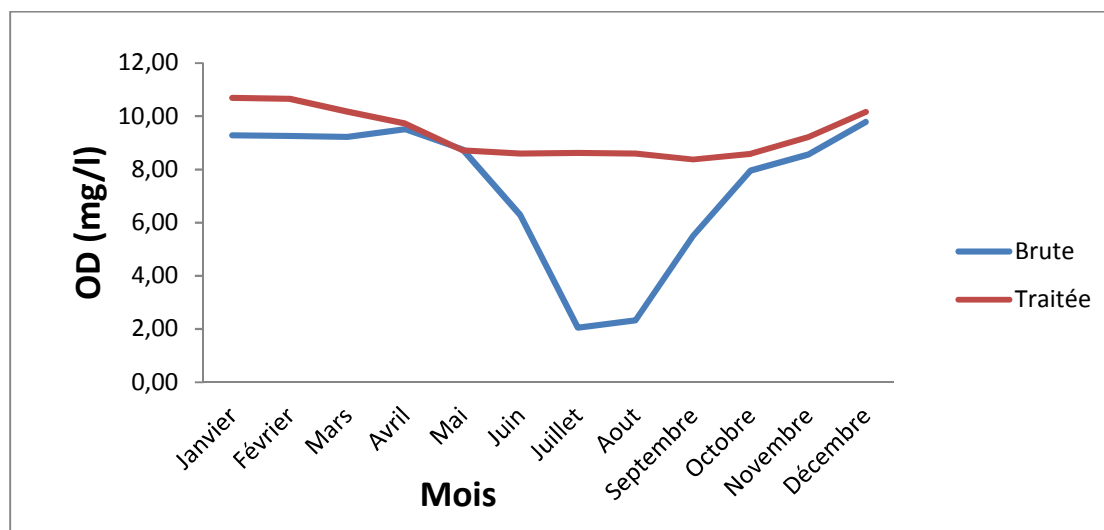
**Figure 9:** Evolution mensuelle de la turbidité de l'eau brute et traitée durant l'année 2018

D'après la figure 09 les variations mensuelles de la turbidité des eaux brutes varient entre une valeur minimum de 2,31 NTU au mois aout et un maximum de 23,93 NTU au mois février. Ceci indique qu'il y a présence de particules organique diverses, de colloïdes, de plancton...etc. L'augmentation de la turbidité est due à la variation du climat (pluie, vent) qui influent sur le mouvement d'eau du barrage Ouled Mellouk.

En effet, la turbidité de l'eau traitée a diminuée suite aux traitements appliqués lors de l'étape de coagulation floculation ainsi que les deux étapes de décantation et filtration. La turbidité de l'eau traitée varie entre 0.22 NTU au mois de janvier et 1.23 NTU au mois de mai et se trouve inférieure à la norme <5NTU durant toute la période d'étude.

#### IV.1.7. Oxygène dissous (OD)

La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments (De Villers, 2005). La figure 10 représente l'évolution d'O<sub>2</sub> dissous de l'eau brute et traitée



**Figure 10:** Evolution mensuelle d'oxygène dissous de l'eau brute et traitée durant l'année 2018

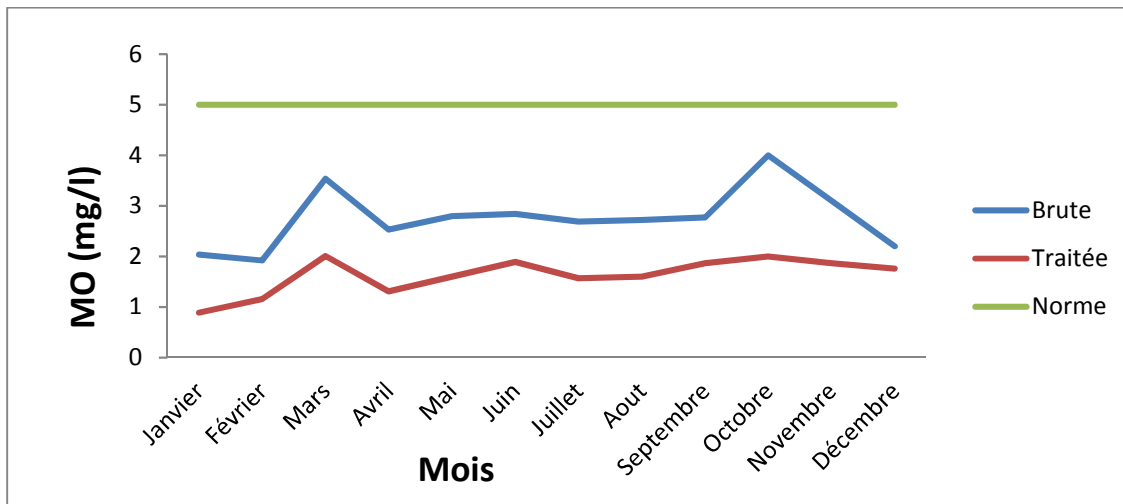
D'après la figure 10, On remarque que l'évolution de l'oxygène dissous de l'eau brute est caractérisé par :

- Une phase décroissante allant du mois de mai jusqu'au mois d'aout avec une valeur minimal de 2.05mg/l, ceci est essentiellement dû à l'augmentation de la température et la présence de grand nombre des micro-organismes (bactéries, champignons ...) que la consommation d'une grande quantité d'oxygène à être exploitée dans le travail et l'activité des processus d'oxydation.
- Une phase croissante allant du mois de mai jusqu'au mois de décembre avec une valeur maximale de 9.8 mg/l.pour le reste de l'année l'oxygène est presque constant.

Concernant les eaux traitées, la concentration d'O<sub>2</sub> dissous varie entre 8.37mg/l au mois de septembre et 10.69mg/l au mois de janvier. Nous notons en effet, une augmentation dans les valeurs pour les eaux traitées par rapport aux eaux brutes. Cette augmentation s'explique par la présence de l'aération artificielle dans la cascade.

#### IV.1.8. Matières organiques (MO)

Les matières organiques sont responsables de la coloration des eaux de surface et elles sont issues de processus de biodégradable des végétaux et des détritux animaux (**Ben attallah et Daoudi ,2017**). L'évolution des matières organique est illustrée sur la figure 11.

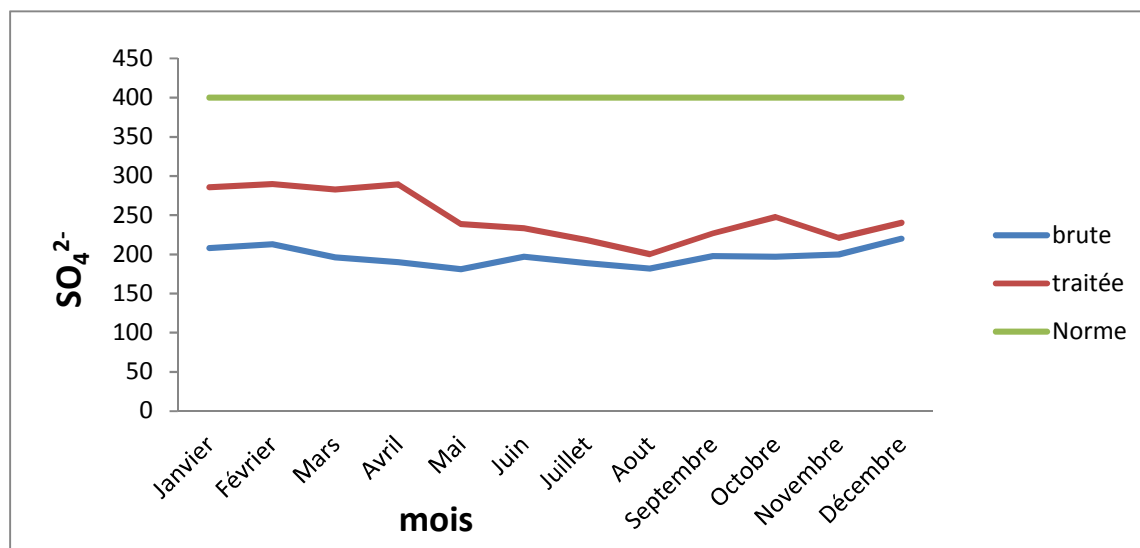


**Figure 11:** Evolution mensuelle de la matière organique de l'eau brute et traitée durant l'année 2018. D'après les résultats obtenus, l'évolution de la charge en matières organiques est importante dans les eaux brutes par rapport à celle des eaux traitées.

Pour les eaux brutes les valeurs varient entre 1.92mg /l au mois de février 4.0mg/l au mois d'octobre. Pour l'eau traitée, les valeurs de la MO varient entre 0.89 mg/l (janvier) et 2mg/l (octobre). Cependant, on constate une diminution significative de la MO suite à l'action de l'oxydation et la filtration de l'eau brute. Ces valeurs restent inférieures à 5 mg/l considérée comme valeur limite des normes algérienne.

### VI .1.9. Sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ )

Leur teneur élevée dans l'eau de boisson entraîne des nuisances d'ordre organoleptiques et sanitaires. En effet, ils provoquent des troubles gastro-intestinaux et peuvent donner un goût désagréable (Rodier, 2005). Les résultats d'analyse des sulfates sont représentés sur la figure 12.



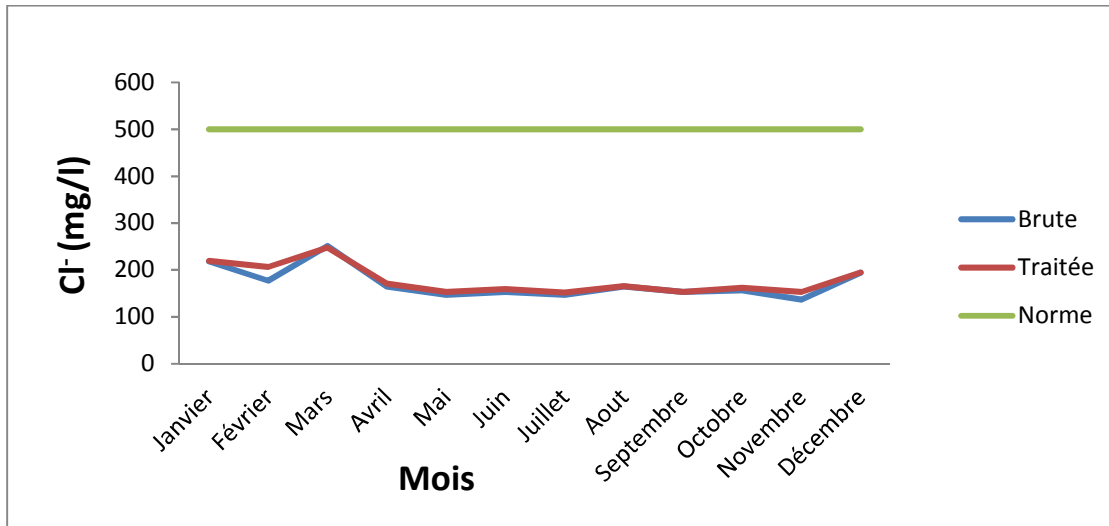
**Figure 12:** Evolution mensuelle des sulfates de l'eau brute et traitée durant l'année 2018

La figure 12 montre que la concentration du sulfate dans l'eau brute de la station de traitement oscille entre 181 mg/l et 220 mg/l enregistrée au mois de mai et décembre respectivement. Pour l'eau traitée, on remarque une augmentation significative de la teneur en sulfate par rapport à l'eau brute avec un maximum de 289,77 mg/l enregistré au mois de février. Cette augmentation est due à l'injection du sulfate d'alumine utilisé lors de l'étape de coagulation-floculation.

La réglementation algérienne indique une valeur maximale de 400 mg/l. donc la teneur en sulfate reste dans les normes pour l'eau brute et traitée.

### VI .1.10. Chlorures ( $\text{Cl}^-$ )

Les teneurs en chlorures des eaux de surface sont extrêmement variées. Elles sont principalement liées à la nature des terrains traversés. (Rodier, 1984). Le résultat d'analyse des chlorures sont représentés sur la figure 13.



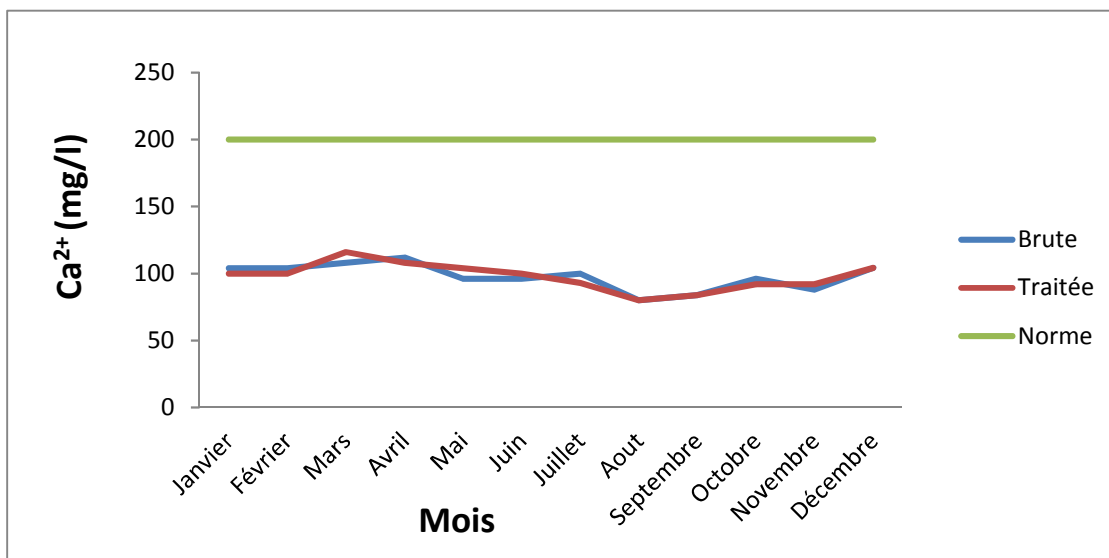
**Figure 13:** Evolution mensuelle de chlorures de l’eau brute et traitée durant l’année 2018

Sur la base des résultats des analyses effectuées sur les échantillons d’eau brute, les teneurs en chlorures oscillent entre 136,67 mg/l enregistrée au mois de novembre et 251,07 mg/l enregistrée au mois de mars. Les concentrations des chlorures dans l’eau traitée, varient entre 151,86 mg/l et 219.3 mg/l enregistrées aux mois de juillet et janvier respectivement.

La réglementation algérienne indique une valeur maximale de 500 mg/l. donc la teneur en chlorure reste conforme aux normes.

**VI .1.11. Calcium (Ca<sup>2+</sup>)**

Le calcium est un élément principal dans le squelette (99%). Le calcium, élément essentiel de la dureté de l’eau, est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Ses sels se rencontrent dans presque toutes les eaux naturelles (Savary, 2010). Les résultats obtenus sont illustrés sur la figure 14.



**Figure 14:** Evolution mensuelle de calcium de l’eau brute et traitée durant l’année 2018

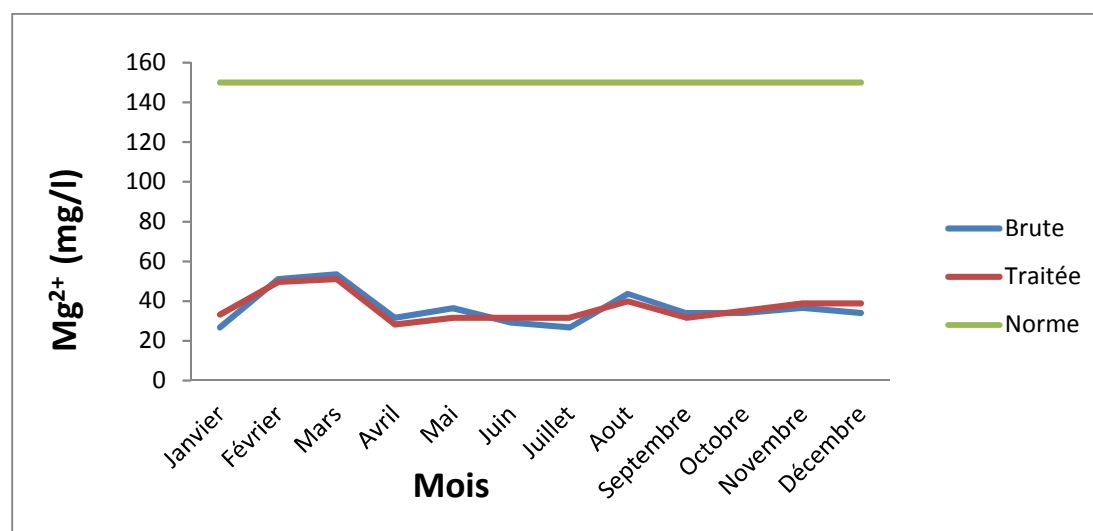
D'après les résultats d'analyses, on remarque qu'aucune tendance significative n'est observée dans l'évolution du calcium de l'eau brute et traitée.

Le teneur en calcium varie entre 80 mg/l (aout) et 112 mg/l (avril) dans l'eau brute et entre 80mg/l (aout) et 116mg/l (mars) dans l'eau traitée.

Les normes algériennes préconisent une concentration de 200mg/l comme concentration maximale. D'après les résultats de nos analyses, le taux de calcium est conforme aux normes.

### VI .1.12. Magnésium ( $Mg^{2+}$ )

L'ion magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrés (calcaires dolomitiques, dolomies du jurassique ou du trias moyen) (Rodier et al, 2009). Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure 15.



**Figure 15:** Evolution mensuelle de magnésium de l'eau brute et traitée durant l'année 2018

A partir de la figure 15, on constate que les teneurs mensuelles de magnésium des eaux brutes oscillent entre 26,73 mg/l pour les deux mois de janvier et juillet et 53,46 mg/l au mois de mars. Pour l'eau traitée, les concentrations varient entre un minimum de 28,2 mg/l au mois d'avril et un maximum de 51,03mg/l au mois février.

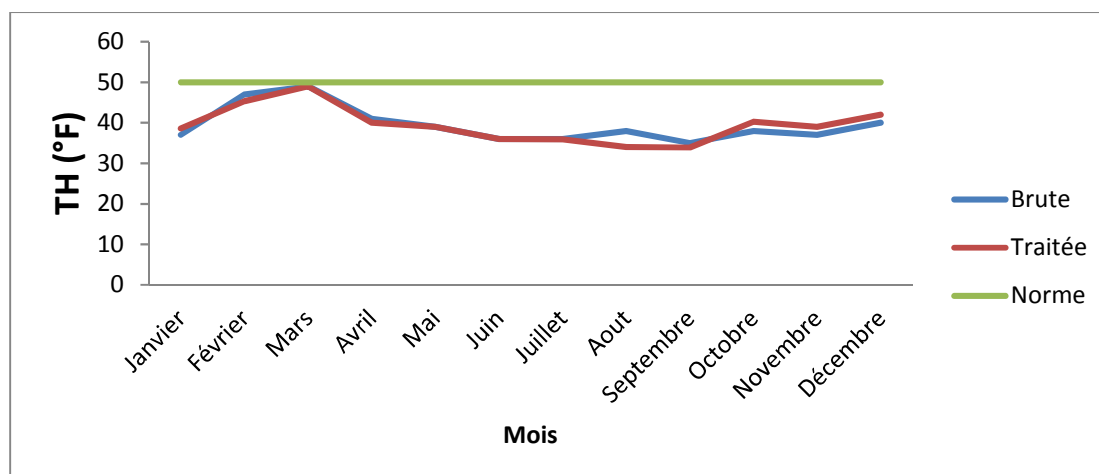
La réglementaire algérienne indique une valeur limite inférieure à 150 mg/l. bien que dans notre résultat, les valeurs sont bien inférieures aux normes.

### VI .1.13. Dureté TH

Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium, manganèse. La dureté est encore appelée dureté calcique et



magnésienne ou consommation de savon. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en  $\text{CaCO}_3$ . Elle est aussi très souvent donnée en degrés français (Rodier, 2009). Le résultat d'analyse de la dureté totale est représenté sur la figure 16.

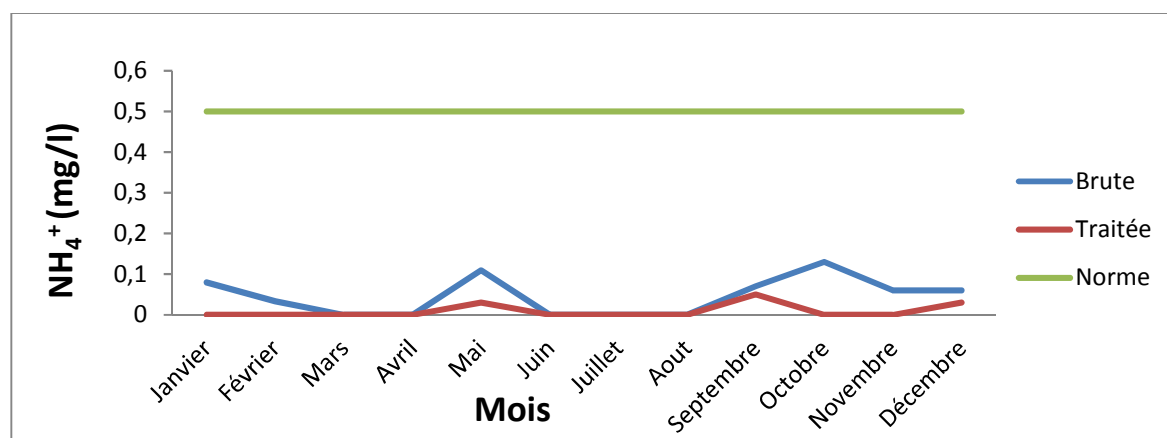


**Figure 16:** Evolution mensuelle de La dureté de l'eau brute et traitée durant l'année 2018

Selon les résultats illustrés sur la figure 16, on remarque que l'évolution de la dureté de l'eau brute et traitée durant l'année 2018 est constante, toutes les teneurs dureté sont plus proches varient entre un minimum de 35°F au mois septembre au, et à un maximum de 49 °F au mois de mars pour l'eau brute. Pour l'eau traitée les valeurs varient entre un minimum de 33,91 °F au mois de septembre et un maximum de 49°F au mois de mars. On note que ces valeurs sont inférieures à la norme algérienne fixée à 50 °F.

#### IV.1.14. Azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ )

L'azote ammoniacal est assez souvent rencontré dans les eaux superficielles. Il a pour origine la matière organique végétale et animale des cours d'eau (Bremond., Vuichard. 1973). Les résultats obtenus sont représentés sur la figure 17



**Figure 17:** Evolution mensuelle d'azote ammoniacal de l'eau brute et traitée durant l'année 2018

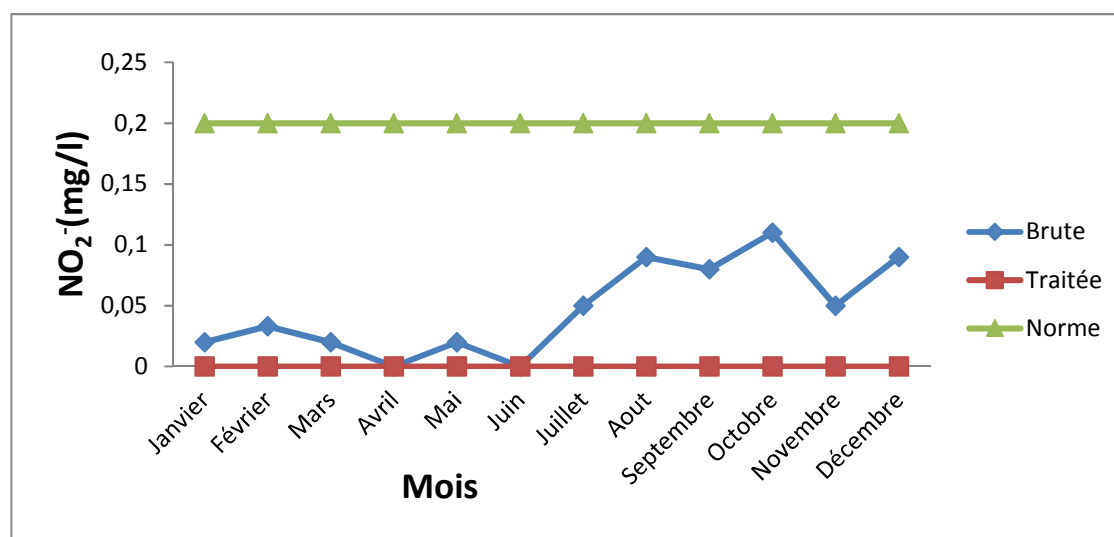
Nos analyses, montrent que notre eau brute à une teneur en ammonium qui varie entre  $<0,02$  mg/l durant les mois (d'avril, mars, juin, juillet et aout) et  $0.13$ mg/l au mois de octobre. Pour l'eau traitée, les teneurs en ammonium sont de l'ordre de  $0.05$ mg/l au mois septembre et  $<0,02$  mg/l Presque pour tous les mois.

On remarque une diminution de la teneur en ammonium de l'eau traitée par rapport à l'eau brute, du fait du l'injection du hypochlorite du sodium utilisé lors de l'étape de pré- chloration et de la désinfection.

Les concentrations obtenues au cours des analyses sont inférieures à la teneur admissible [ $0.5$ mg/l].

#### IV.1.15. Nitrites ( $\text{NO}_2^-$ )

Les nitrites sont des indicateurs de la pollution. Elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrates (Mezzar, 2016). Les résultats d'analyse des Nitrites sont représentés sur la figure 18



**Figure 18:** Evolution mensuelle de nitrite de l'eau brute et traitée durant l'année 2018

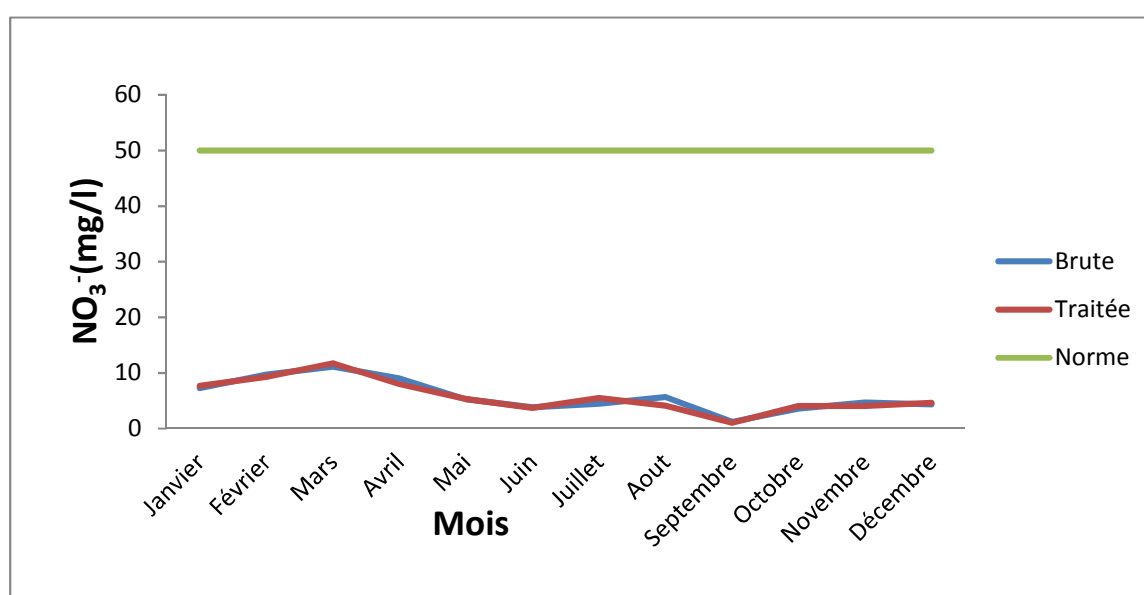
D'après la figure 18, on observe une augmentation des teneurs en nitrite de l'eau brute durant la période allant du mois de juin jusqu'au mois d'octobre qui peut être expliquée par les déversements des eaux usées dans le lac du barrage d'ouled mellouk, pour le reste des mois on constate une diminution des teneurs en nitrite suite à la dilution des eaux par les eaux météoriques. Pour l'eau traitée, on remarque une diminution de la teneur en nitrite par rapport à l'eau brute. Cette diminution est due à l'injection chlore utilisé lors de l'étape pré- chloration et de la désinfection. Ce qui confirme l'efficacité de traitement de l'eau.

On note que, les valeurs en nitrite enregistrées dans l'eau brute (<0,02 mg/l - 0,11 mg/l) et traitée (<0,02mg/l) sont inférieures à la norme Algérienne durant toute la période d'étude.

#### IV.1.16. Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )

Les eaux naturelles non polluées contiennent généralement peu de nitrates. Les nitrates présents dans l'eau peuvent provenir de sources indirectes ou directes (De Villers, 2005).

Très solubles dans l'eau, ils sont facilement lessivés dans les sols et entraînés par les eaux de ruissellement vers les milieux aquatiques. L'emploi de grande quantité d'engrais (Rey-Bellet, 2007). Les résultats d'analyse de sulfate sont représentés de la figure 19.



**Figure 19:** Evolution mensuelle de nitrate de l'eau brute et traitée durant l'année 2018

D'après la figure 19, l'évolution de la teneur en nitrate de l'eau brute et traitée durant l'année 2018 est constante et ne présente aucun changement, toutes les valeurs de le  $\text{NO}_3^-$  sont plus proches varient entre un minimum de 1.2 mg/l au mois de septembre, et à un maximum de 11.14mg/l au mois de mars pour l'eau brute. Pour l'eau traitée, les valeurs varient entre un minimum de 1.04mg/l au mois de septembre et un maximum de 11.77mg/l au mois de mars. L'augmentation des nitrates pendant la période d'hiver est due à l'utilisation des engrais dans l'agriculture et le lessivage de ces derniers par les eaux de ruissellement.

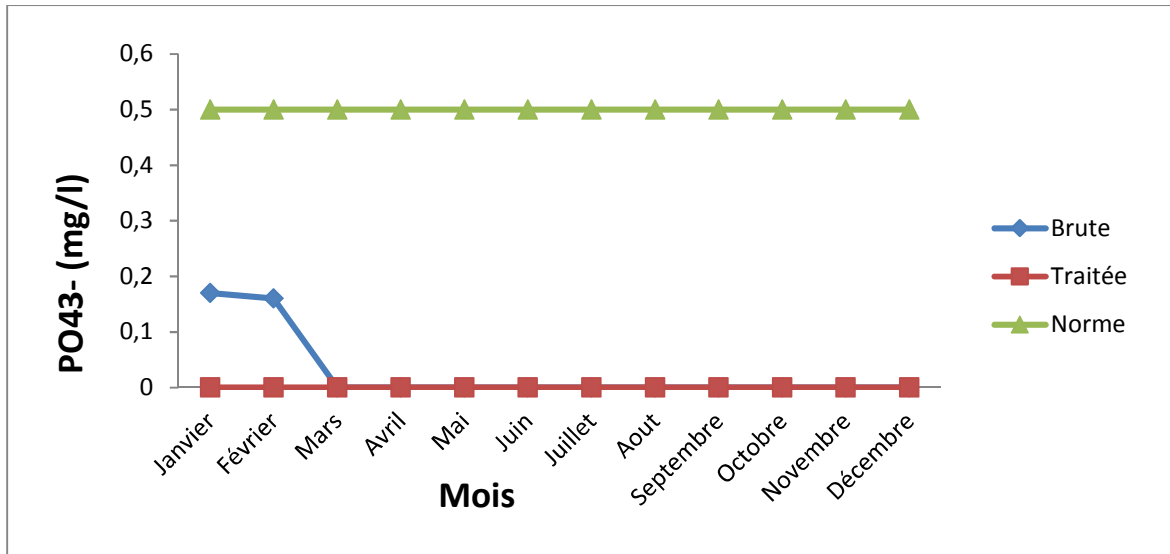
Les concentrations obtenues au cours des analyses sont inférieures à la teneur admissible [50 mg/l].

#### IV.1.17. Ortho phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

Les phosphates peuvent être d'origine naturelle (produit de décomposition de la matière vivante, lessivage de minéraux) mais, à l'heure actuelle, leurs présences dans les eaux sont plutôt d'origine

artificielle (engrais, polyphosphates des formulations détergentes, eaux traités aux phosphates, industrie chimique...) (De Villers, 2005).

L'évolution des concentrations durant la période d'étude est illustrée dans la figure 20.



**Figure 20:** Evolution mensuelle des ortho-phosphates de l'eau brute et traitée durant l'année 2018. Les valeurs des ortho phosphates de l'eau brute (<0,09- 0.17) et traitée sur toute la période sont <0,09, Ce que signifie que ces concentrations restent avoisinante des teneurs des eaux naturelles car ils ne sont pas infectée par les activités anthropiques.

**IV.1.18. Fer et manganèse**

Les eaux de surface peuvent être riches en fer et en manganèse lorsque leur concentration en oxygène dissous est faible ou nulle (Desjardin, 1988).

Les résultats d'analyse de fer et manganèse est représenté sur les figures 21.

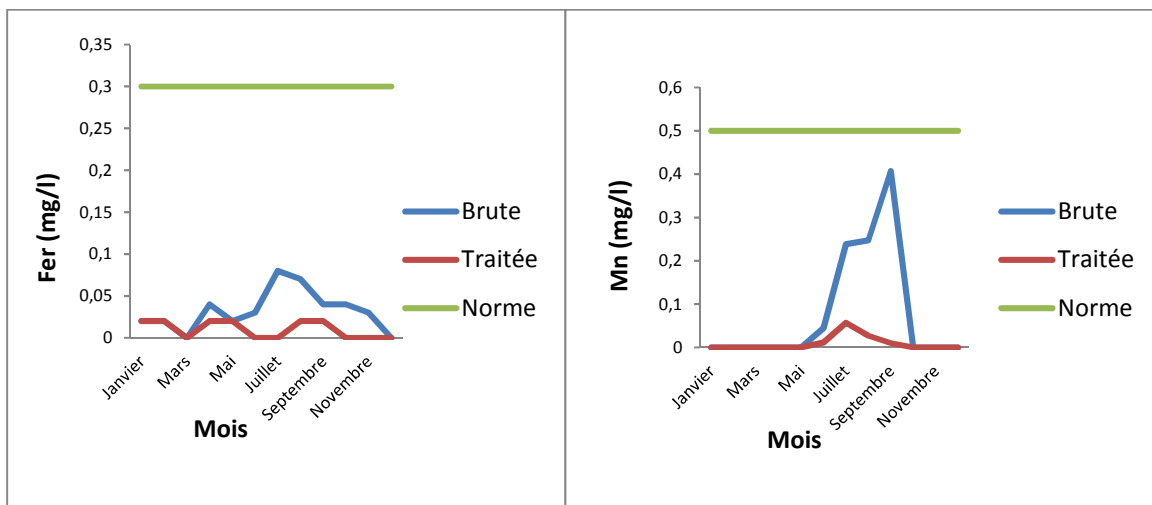


Figure 21: Evolution mensuelle de fer de et manganèse l'eau brute et traitée durant l'année 2018

D'après la figure 21, on observe une augmentation significative des teneurs en fer et manganèse dans l'eau brute durant la période estivale. Cela est dû à l'augmentation de la température (figure 05), à la diminution d'oxygène dissous (figure 10), à l'abaissement de niveau d'eau de barrage suite à l'évaporation durant la période estivale et à la nature de sol (présence des minerais de fer et manganèse dans le sol).

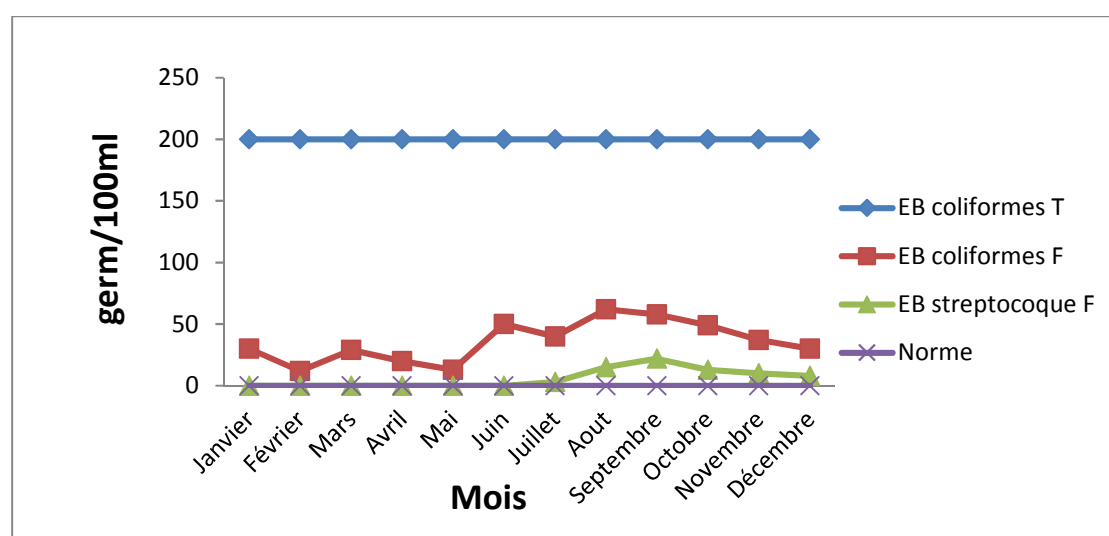
On remarque une diminution des teneurs en fer et manganèse en suite à l'injection du chlore utilisé lors du traitement notamment l'étape de pré-chloration et de désinfection.

On note que, les valeurs en manganèse enregistrée dans l'eau brute ( $<0,05\text{mg/l}$  -  $0,407\text{mg/l}$ ) et traitée ( $<0,05\text{mg/l}$  -  $0,057\text{mg/l}$ ) sont inférieures à la norme Algérienne durant toute la période d'étude.

Les valeurs en fer enregistrée dans l'eau brute ( $<0,02\text{mg/l}$  -  $0,057\text{mg/l}$ ). Dans les eaux traitées, les teneurs en fer ne dépassent pas  $0,02\text{ mg/l}$ . Les résultats obtenus durant toute la période d'étude sont conformes aux normes prescrites par la réglementation algérienne ( $0,3\text{ mg/l}$ ).

#### IV.2. Résultats des paramètres bactériologiques

L'étude bactériologique des eaux mis en évidence le degré de pollution de ces eaux et avoir l'origine de ses polluants. Les germes que nous avons dénombrés sont les indicateurs de pollution tels que les coliformes totaux, les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux. D'après le (Figure 22) qui illustre les concentrations des différents germes on remarque des concentrations très variables.



**Figure 22:** Evolution mensuelles d'analyses bactériologique de l'eau brute durant l'année 2018

### ➤ Eau brute

#### Coliformes totaux

On note la présence de coliformes totaux dans les échantillons analysés des eaux brutes de barrage d'Ouled Mellouk.

Les coliformes totaux se trouvent généralement dans la nature associés à la matière organique en décomposition. Si le dénombrement de ceux-ci est supérieur à 200 colonies par 100 ml, l'eau est considérée impropre à la consommation et une désinfection d'eau doit être effectuée. La contamination par les coliformes totaux dans ce cas, peut provenir d'une infiltration d'eau de surface.

#### Coliforme fécaux

Les coliformes fécaux sont des bactéries d'origine fécale qu'on retrouve dans le tube digestif des humains et des animaux, elles sont considérées comme étant des organismes indicateurs de pollution. Les analyses des coliformes fécaux ont montré une variation du nombre de colonies durant les mois analysés dans l'intervalle (12 UFC à 62 UFC) au mois février et d'août respectivement. Leur présence dans les eaux témoigne d'une contamination fécale, probablement dû à un problème d'une installation septique défectueuse ou d'activités à proximité générant une pollution fécale.

#### Streptocoques fécaux

Les analyses des Streptocoques fécaux ont montré une absence de colonies durant les mois (allant janvier jusqu'à juin), ce qui révèle la bonne qualité de l'eau sans aucune contamination fécale, à l'inverse on remarque la présence des Streptocoques fécaux durant les mois (allant Juin jusqu'à Décembre), qui indique une pollution fécale à cause des rejets domestiques.

### ➤ Eau traitée

Pour qu'une eau soit considérée potable, La réglementation Algérienne exclut impérativement la présence des colonies dans 100 ml.

D'après les résultats, nous remarquons l'absence de tous les germes indicateurs de la contamination fécale, donc l'eau traitée de bonne qualité bactériologique et les étapes de traitement sont efficaces.

**Tableau 13:** Résultats bactériologique des eaux traitées

paramètres bactériologiques	Nombre des germes après traitement
Coliformes totaux	0
Coliforme fécaux	0
Streptocoques fécaux	0

# Conclusion générale

### Conclusion générale

L'étude de la qualité d'une eau révèle la présence de gaz, de matières minérale et organiques en suspension ou une solution, d'origine diverse et éventuellement des microorganismes. La qualité et la quantité de ces divers constituants précisent et limitent son aptitude aux diverses utilisations.

L'expérience dans le domaine de la qualité de l'eau montre que : quelque soit la nature d'une eau destinée à la consommation humaine, un traitement lui est toujours indispensable.

Il est bien évident que la station de traitement réalisée doit répondre aux besoins de la qualité fixée par la réglementation en vigueur, quelque soit la qualité de l'eau brute et les conditions d'exploitation.

Au terme de cette étude , qui a été consacrée à l'examen de l'état actuel de la station de traitement d'Ouled Mellouk, ainsi qu'à une évaluation de la qualité des eaux brutes et de la potabilité des eaux produites par la station destinée à la consommation humaine des communes de Rouina, Bourached, Zeddine, Abadia, El Mayenne et El-Attaf de wilaya Ain-defla , on peut dégager les conclusions suivantes :

Les eaux brutes de la station sont caractérisées par :

- une conductivité moyenne de 1226,5  $\mu\text{s}/\text{cm}$  donc c'est une eau minéralisée.
- Une dureté relativement importante qui dépasse 30 °F avec une valeur maximale de 49 °F. Ceci est confirmé par les valeurs moyennes des ions de calcium et magnésium.
- Les eaux présentent une augmentation significative des teneurs en fer et manganèse dans l'eau brute durant la période estivale.
- Les teneurs en nitrites et nitrates présentent une moyenne concentration à cause de l'utilisation des engrais.
- Un pH dépasse les 8, donc les eaux brutes sont alcalines.
- Les teneurs en turbidité sont très variables et assez importants, en fonction du régime pluviométrique. Elles atteignent 23,93 NTU.



- Pour les analyses bactériologiques du barrage d'Ouled Mellouk, le nombre des coliformes indique la présence des bactéries pathogènes, donc cette eau est de mauvaise qualité du point de vue bactériologique.

Les eaux traitées par la station d'Ouled Mellouk présentent des valeurs des paramètres physicochimiques conformes aux normes Algériennes de potabilité donc acceptables pour l'alimentation en eau potable. Du point de vue bactériologique les résultats obtenus montrent l'absence de tous germes indicateurs de pollution telle que les coliformes totaux et fécaux, les streptocoques fécaux, les résultats obtenus prouvent la bonne qualité bactériologique de l'eau de la station susvisée. Elle ne présente aucun danger pour la consommation humaine sur le plan bactériologique. Il est nécessaire de continuer cette étude en portant la lumière sur le dosage des métaux lourds et produits phytosanitaires (pesticides).

### **Recommandations :**

Afin d'apporter un complément à cette étude nous recommandons ce qui suit :

- ) L'installation de station d'épuration, pour chaque agglomération importante située en l'aval du barrage et dont leurs eaux usées se déversent directement dans talwegs et cour d'eau s'acheminant vers le barrage.
- ) Etudier les moyens assurant l'amélioration de la qualité des eaux produites par la station, en appliquant un traitement complémentaires : adsorption, traitement, membranaires. Ceci permet de préserver la qualité de l'eau de ce barrage et de se prémunir contre toutes formes de pollution.

# Références bibliographiques

### Références bibliographiques

**Abdellatif., 2006**-traitement des eaux " traitement de de l'eau de source bousfer ORAN .université des sciences et de la technologie Oran - Licence 2006.

**Aconsult ,2013**- service de l'ensemble des acteurs concernés par la problématique de la gestion des déchets organiques, et de la qualité des eaux. <http://atout.boues.pagesperso-orange.fr/lexique.html> (consulté le 06/04/2013).

**ADE, 2019**-Algérienne Des Eaux, Ain Defla.

**Armand., 1996**- Mémento technique de l'eau. Edition : Tec et Doc. P : 37.

**Ben attallah et Daoudi. ,2017**- Caractérisation physico-chimique et bactériologique des eaux Du barrage Ouled Mellouk Willaya.Ain Defla .Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme de Master en sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre. Université Djillali BOUNAAMA de Khemis Miliana, 2017.

**Berne et Cordonnier., 1991**. Traitement des eaux. Edition : Tec. P : 6-14.

**Berne et Jean., 1991**- Traitement des eaux, Édition TECHNIP, 306 p

**Bhatnagar et al., 2013** - Water quality guidelines for the management of pond fish culture. (K. U.- 1. Department of Zoology, Éd.) International Journal Of Environmental Sciences, 3(No 6). Récupéré sur [anitabhatnagar@gmail.com](mailto:anitabhatnagar@gmail.com).

**Boudjadja. Messahel. Pauc.2003**- les ressources hydriques en Algérie du Nord" Revue des Sciences de l'Eau 16/03/2003

**Bourgeois C.M., Mescle J.F., 1996**- Microbiologie alimentaire: aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Edition Lavoisier .P: 5- 6.

**Boursali., 2011** - Etude expérimentale de la coagulation-floculation par le sulfate ferrique et le chlorure ferrique des matières en suspension. Mémoire d'ingénieur d'états en géologie, Université Abou BekrBelkaïd, Tlemcen, Juin 2011.

**Boussafsaf et Kartel., 2017**- Caractérisation de la qualité physico biologique des eaux piscicoles et de forage. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre. Université Djillali BOUNAAMA de Khemis Miliana, 2017.

**Bouziani., 2006**- L'eau dans tous ses états, Editions Dar El Gharb, PP : 31,113.

**Bouziati., 2000** - "L'eau de la pénurie aux maladies" - Editions Ibn-Khaldoun Alger – 2000.

**Cardot., 2005** - Génie de l'environnement; Les traitements de l'eau Procédés physico- chimiques et biologiques cours et problèmes résolus, Edition Ellipse, février 2005 Office international de l'eau [www.oieau.fr](http://www.oieau.fr), <http://www.oieau.fr/ReFEA/fiches/TraitementPotable/FiltLenteConcept4.pdf> (consulté le 20/05/2013).

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

**CNRS, 2013** - Eau Potable, Les procédés classiques de traitement des eaux, <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/potable/traiteEau.html>(Consulté le 06/04/2013).

**De Villers., Squilbin., Yourassowsky., 2005**- Qualité physicochimique et chimique des eaux de surface. Institut Bruxellois pour la gestion de l'environnement.

**Degrement, 1972** - Mémento technique de l'eau, Lavoisier, Paris.

**Degrement, 1989** - Mémento technique de l'eau, tome 1, édition Technique et documentation.

**Degremont G., 2005**.Mémento technique de l'eau. , Tome I, Lavoisier, Paris. 10eme édition : Tec et doc. P: 3- 38.

**Dégrémont ,1984**: 9<sup>ème</sup> Ed.1984 Tome 1 .

**Desjardin. ,1990**- Traitement des eaux, école polytechnique de Monteriel, ,2<sup>ème</sup> édition revue et améliorée janvier 1990.P :14,199-200.

**Desjardins. ,1988** - le traitement des eaux, Edition : Ecole polytechnique, Montréal.

**Desjardins., 1997** - Traitement des eaux ; Edition de l'école polytechnique de documentation.

**Edberg., Raczynski., Prost J.C. et Elmur., 2000**- Aide à la fiabilisation de l'eau potable en milieu rural. Aspect techniques et financiers .Oieau, France .P : 5.

**Gaujour., 1995**- La pollution des milieux aquatiques : Aide mémoire. 2eme édition : Lavoisier. P : 49 .

**Ghazali., Zaid., 2013** - Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (région de Meknes –Maroc), Larhyss Journal.

<http://www.lenntech.fr/colloide.htm> consulté le (22/03/2013).

**ISO., 1990** : Qualité de l'eau. Dosage de l'ammonium. Méthode par distillation et titrimétrie. NA 1848, ISO 5664. Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger, 3 p.

**ISO., 1994** : Qualité de l'eau. Dosage des nitrites. Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire. NA 1657, ISO 6777. Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger,

**ISO., 1994** : Qualité de l'eau. Dosage des nitrates. Méthode spectrométrique avec l'acide Sulfosalicylique. NA 1656, ISO 7890/3, Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger,

**ISO., 1994** : Qualité de l'eau. Dosage du phosphore. Dosage par méthode spectrométrique à l'aide du molybdate d'ammonium. NA 2364, ISO 6878/1. Ed. INAPI. Edition et diffusion, Alger, 20 p.

**Kemmer., 1984.** Manuelle de l'eau .Edition : NALCO Lavoisier technique et documentation. P: 95- 96-1120

**Lenntech ,2013** -Water Treatment & Purification Holding B.V.Solutions de traitement de l'eau pour tous types d'applications, équipements domestiques,

**Les agences de l'eau ,2013-** faire de l'eau une ressource d'avenir, [http://www.lesagencesdeleau.fr/wp-content/uploads/2012/07/9-Fiche-eau-potable\\_web.pdf](http://www.lesagencesdeleau.fr/wp-content/uploads/2012/07/9-Fiche-eau-potable_web.pdf),(Consulté le 20/04/2013).

**Merabet., 2010** - Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux brutes et distribuées du barrage réservoir de beni haroun .Mémoire de Magister en sciences exactes - département de chimie. Université Mentouri de Constantine .2010

**Mercier. ,2000-** Le grand livre de l'eau. Edition: La reconnaissance du livre. Collecte art de vivre. P 91.

**Mesarat., 2017-** Impact des rejets liquides industriels sur la qualité des eaux d'oued de Cheliff cas de l'unité de SAIDAL (Médéa), Mémoire de master, Université Djilali Bounaama de Khemis-Miliana.

**Mezzar., 2016** - Etat de la qualité chimique et bactériologique de la nappe alluviale de Guerrara thèse de Magister. Ouargla: Universite Kasdi Merbah.

**Mokdem., 1998-** contribution à l'étude de filière de traitement des eaux de barrage en Algérie optimisation et dimensionnement par traitement numérique, thèse de magister, centre universitaire de chlef ,1998.

Montréal, 2éme édition revue et améliorée. Dunod, Paris.

**Moufki et.Tahraoui., 2006** -Efficacité de la station de traitement de Sidi yacoub dans la production de l'eau potable. Mémoire d'ingénieur d'états en hydraulique : Département de

hydraulique, Faculté des sciences et sciences de l'ingénieur ; Université Hassiba Ben Bouali Chlef 2006.

**Mr Selka., 2013-** Influence des particules argileuses sur la coagulation – floculation. Mémoire de Master en Hydraulique Université Abou Bekr Belkaid- Tlemcen.

P: 95- 96-112.

Presses de l'école Nationale des ponts et chaussées, Paris.

**Rey-Bellet., 2007 -** Qualité des cours d'eau en valais. Département des transports, de l'équipement et de l'environnement: Service de la protection de l'environnement. Récupéré sur [www.vs.ch](http://www.vs.ch)

**Rodier., 1984-** L'analyse de l'eau, Eaux naturelles, Eaux résiduaires et Eaux de mer, 7<sup>ème</sup> édition, DULOD, Paris.

**Rodier., 1996-** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 7<sup>ème</sup> Édition.

**Rodier., 2005 -** l'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8<sup>ème</sup> édition : Dunod, Paris.

**Rodier., 2009 -**l'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 9<sup>ème</sup> édition : Dunod, Paris.

**Sari., 2014 -** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source Attar (Tlemcen), Mémoire de Master en sciences des aliments, Université Abou-Bekr Belkaid Tlemcen.

**Satin et Selmi., 1999 -** Guide technique de l'assainissement. 2<sup>ème</sup> édition: Moniteur. P:75.

**Savary., 2010-** Guide des analyses de la qualité de l'eau. Ed. Territorial Voiron.

**SPGE., 2013 -** Société publique de gestion de l'eau, <http://www.spge.be/fr/traitement-des-eaux-de-distribution.html?IDC=1306> (Consulté le 06/04/2013).

**Valiron., 1989-** Gestion des Eaux : alimentation en eau - assainissement, édition.

# ANNEXES

---

## Annexe I

### A. Matériels et méthodes d'analyses physico-chimiques

#### ➤ Modes opératoires

#### 1. Turbidité (NF T 90 – 033 ISO 7027)

##### Définition

Réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute.

##### Principe

Comparaison de la lumière diffusée et la lumière transmise par l'échantillon d'eau et par une gamme d'étalon constituée de solutions de formazine.

La mesure de la lumière diffusée est significative pour les eaux de faible turbidité non visible à l'œil nu (par exemple les eaux de boisson).

La mesure de la lumière transmise est significative pour les eaux de turbidité visible à l'œil nu (par exemple les eaux polluées) et pour les eaux de faible turbidité contenant des substances qui ne diffusent pas.

Permet la détection de matières non dissoutes, absorbant mais diffusant mal, qui passeraient inaperçues par la seule mesure de la lumière diffusée.

##### Appareillage

Turbidimètre HACH 2100N

Cuvette d'évaluation de la transparence constituée d'une cuvette de verre

Incolore de 50 mm de diamètre.

##### Étalonnage de l'appareil

A l'aide des solutions d'étalonnage de formazine de 400 NTU on prépare une solution fille de 40 NTU et effectuer la mesure

Ou faire l'étalonnage avec les solutions fournies avec l'appareil.

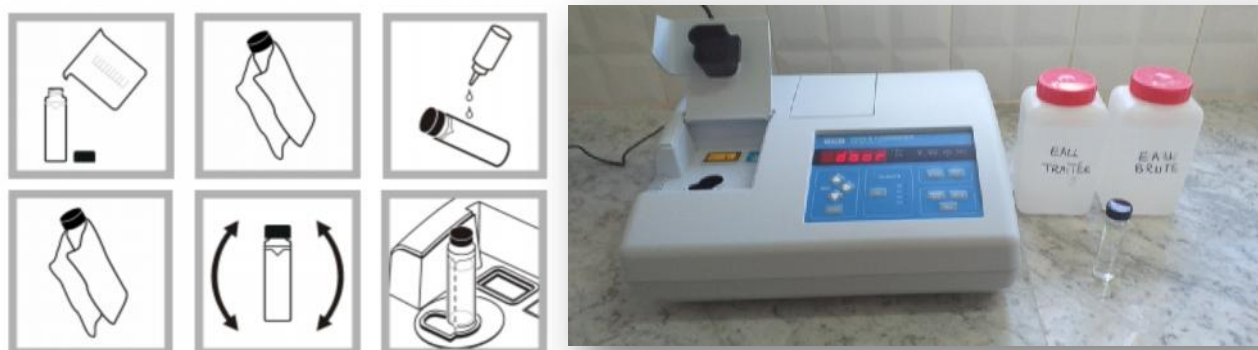
##### Mode opératoire

Remplir une cuvette de mesure propre. Bien essuyer avec du papier hygiénique avec 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.



## Expression des résultats

La mesure est obtenue directement en NTU.



**Photo1** : Etapes de mesure de la turbidité par turbidimètre 2100N IS

## 2. Mesure de la conductivité

### Appareillage

- ) Multi paramètre HQ440d
- ) Sonde de conductivité CDC40101

### Procédure de mesure :

**1.** Branchez la sonde sur l'appareil de mesure.

Assurez-vous que la fiche du câble est fermement connectée à l'appareil de mesure.

Allumez l'appareil de mesure.

**2.** Rincez la sonde avec de l'eau distillée.

Séchez sans essuyer avec un chiffon non pelucheux

**3.** Plongez la sonde dans l'échantillon de façon à immerger totalement le capteur de température.

Ne faites pas reposer la sonde sur le fond ou les côtés du récipient.

**4.** Appuyez sur mesure. L'écran indique « Stabilisation », et une barre de progression s'affiche à mesure que la sonde se stabilise dans l'échantillon.

L'écran affiche l'icône du verrou quand la mesure se stabilise.

La mesure est automatiquement corrigée sur la température de référence sélectionnée (20 ou 25 °C).

**5.** Répétez les étapes 2 à 4 pour effectuer des mesures supplémentaires.

Une fois les mesures terminées, rangez la sonde.

### 3. Mesure du pH

#### Appareillage

Multi paramètre HQ440d

Sonde PHC10101.

#### Procédure de mesure

1. Connecter la sonde au compteur. Assurez-vous que l'écrou de fixation du câble est bien branché à l'appareil en toute sécurité. Allumer l'appareil.
2. le conditionnement de la sonde avant le premier échantillon de mesure pendant plusieurs minutes dans un échantillon ou d'une solution qui est comparable en termes de la valeur du pH et la force ionique de l'échantillon afin d'obtenir le meilleur temps de réponse.
3. Rincer la sonde avec de l'eau déminéralisée, puis avec l'échantillon. Séchez avec un chiffon non pelucheux.
4. Insérez la sonde dans l'échantillon et remuer doucement. Assurez-vous que la sonde froide est complètement immergée. Ne pas placer la sonde sur le fond ou sur les côtés du récipient.
5. Appuyez sur Lire. Sur l'écran «Stabilisation» (stabilisation) et une barre de progression s'affiche alors que la sonde stabilisée dans l'échantillon. Sur l'écran l'icône de verrouillage s'affiche lorsque la lecture se stabilise

### 4. Oxygène dissous

#### Appareillage :

) Multi paramètre HQ440d

) Sonde à luminescence pour oxygène dissous LDO 10101.

#### Procédure de mesure

1. Branchez la sonde sur l'appareil de mesure.
2. Rincez le capuchon de la sonde avec de l'eau distillée.  
Séchez sans essuyer avec un chiffon non pelucheux.
3. Placez la sonde dans l'échantillon et agitez légèrement, ou ajoutez un agitateur.  
Ne faites pas reposer la sonde sur le fond ou les côtés du récipient.  
Agitez l'échantillon à un rythme modéré ou placez la sonde au niveau de l'écoulement
4. Enfoncez la sonde dans au moins 25 mm d'échantillon.  
Appuyer sur Mesure. L'écran indique « Stabilisation », et une barre de progression s'affiche à mesure que la sonde se stabilise dans l'échantillon. L'écran affiche l'icône du verrou lorsque la mesure se stabilise.

## 5. Température, TDS, salinité

La température, TDS, salinité ont été mesurés à l'aide d'un appareil multi paramètre de type HQ440d



**Photo 2 :** Multi paramètres HQ440d

## 6. Détermination de l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) (ISO N°7150)

### 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.

### Réactifs

#### Réactif I

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

#### Réactif II (coloré )

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

### Appareillage

Spectrophotomètre UV-Visible

### 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.



**Photo3** : Etapes de dosage de l'azote ammoniacal

## 7. Dosage des nitrite (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) (ISO 5667)

### Principe

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

### Réactifs

#### Réactif Mixte

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

## Appareillage

Spectrophotomètre UV-Visible

## Mode opératoire

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

\* L'apparition de la coloration rose indique la présence des  $\text{NO}_2^-$ .

Effectuer la lecture à  $\lambda = 543 \text{ nm}$ .

## Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l.



**Photo4** : Etapes de dosage des nitrites

## 8. Dosage des nitrates $\text{NO}_3^-$ méthode au salicylate de sodium

### Principe

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosoulate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

### Réactifs

Solution de salicylate de sodium à 0.5 % (renouveler toutes les 24 h)

0.5 gr de salicylate de sodium dans 100 ml d'eau distillée.

0.6 Solution d'hydroxyde de sodium à 30 %.

30 gr de NaOH dans 100 ml d'eau distillée.

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentré.

Tartrate double de sodium et de potassium.

Hydroxyde de sodium NaOH .....400 g.

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

Eau distillée.....qsp 1000 ml.

Laisser refroidir avant de compléter à 1000 cc.

Cette solution doit être conservée dans un flacon de polyéthylène.

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

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

Eau distillée ..... 1000 ml.

Chloroforme ..... 1 ml.

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

### **Appareillage**

Etuve.

Spectrophotomètre U.V visible.

### **Mode opératoire**

-Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser.

-Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.

-Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.

-Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C.

( ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps ) laisser refroidir.

-Reprendre le résidu avec 2 ml. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> laisser reposer 10 mn.

-Ajouter 15 ml d'eau distillée.

-Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre au 420 nm.

## Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 420 nm.

Multiplier par 4,43 pour obtenir le résultat en  $\text{NO}_3^-$

## 9. Détermination des phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) (ISO N° 6878)

### Principe

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

**Appareils** Spectrophotomètre UV. visible

### Réactifs

#### Réactif Mixte

Heptamolybdate d'ammonium .....	13 g.	A
Eau distillée .....	100 ml.	
Tartrate d'antimoine .....	0.35 g.	B
Eau distillée .....	100 ml.	
Acide sulfurique pur .....	150 ml ©	C
Eau distillée .....	150 ml.	
( A + B ) + C →	500 ml d'eau distillée.	

#### Acide ascorbique à 10 %

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

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

Solution fille à 25 mg/l  $\text{PO}_4^{3-}$

## Mode opératoire

1. 40 ml d'eau à analyser.
2. 1 ml acide ascorbique
3. 2 ml du réactif mixte.
4. Attendre 10 min le développement de la couleur bleue.
5. Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm.

## Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l.



**Photo5** : Etapes de dosage des phosphates

## 10. Détermination des matières oxydable en milieu acide (M.O)

### Principe

Le test consiste à mesurer en milieu acide la quantité d'oxygène utilisée pour la réduction du permanganate de potassium par les matières oxydables contenues dans une eau.

### Réactifs

#### Solution d'acide oxalique à 0.1 N

- $C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$  ..... 6.3033 g.
- $H_2SO_4$  (d=1.84) ..... 50 ml.
- $H_2O$  distillée ..... q.s.p 1000 ml.

#### Solution d'acide oxalique à 0.01 N

- $C_2H_2O_4$  à 0.1N ..... 100 ml.
- $H_2SO_4$  concentré ..... 50 ml.
- $H_2O$  distillée ..... q.s.p 1000 ml.



**Solution d'acide sulfurique diluée (d=1.27)**

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (d=1.84) ..... 1 volume
- H<sub>2</sub>O distillée ..... 3 volumes

**Solution de permanganate de potassium à 0.1 N**

- KMnO<sub>4</sub> .....3.1608 g
- H<sub>2</sub>O distillée bouillante ..... q.s.p 1000 ml.

**Solution de permanganate de potassium à 0.01 N**

- Solution de KMnO<sub>4</sub> à 0.1 N ..... 100 ml
- H<sub>2</sub>O distillée ..... q.s.p 1000 ml.

**Mode opératoire**

1. Prendre 100 ml d'eau à analyser
2. Ajouter 5 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dilué et porter à ébullition pendant 1 mn
3. Ajouter 15 ml de KMnO<sub>4</sub> à 0.01N avec 10 mn d'ébullition régulière et douce
4. Ajouter 15 ml d'acide oxalique à 0.01 N
5. Titrer à chaud avec KMnO<sub>4</sub> à 0.01 N jusqu'à coloration rose claire qui persiste 15 à 20 secondes.

N.B : 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 KMnO<sub>4</sub> à 0.01 N correspond à 0.316 mg de KMnO<sub>4</sub>

et **1 ml** de KMnO<sub>4</sub> à 0.01 N correspond à 0.08 mg d'O<sub>2</sub>

$$\text{en mg KMnO}_4 / \text{l} = \frac{(V_{\text{ech}} - V_0) * F * 3.16}{\text{P.E}}$$

$$(V_{\text{ech}} - V_0) * F * 80$$

$$\text{en mg O}_2 / \text{l} = \frac{\text{P.E}}$$

$$\text{En mg O}_2 / \text{l} = (V_{\text{ech}} - V_0) \times F \times 0.8$$

**Où :**

**V<sub>0</sub>** : Volume KMnO<sub>4</sub> à 0.01 N (blanc : H<sub>2</sub>O distillée).

$V_{ech}$  : Volume  $KMnO_4$  à 0.01 N de l'échantillon

F est le facteur de correction de la solution de  $KMnO_4$  à 0.01 N.

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



**Photo6** : Titrage de la matière organique

## 11. Détermination des chlorures ( $Cl^-$ )

### Principe

Réaction des ions chlorure avec des ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation.



### Réactifs

#### Solution de nitrate d'argent à 0,01 N:

1,6987 g d'  $AgNO_3$  1000 ml d'eau distillée

#### Indicateur coloré $K_2CrO_4$ à 10 %:

10 g de  $K_2CrO_4$  Q.S.P 100 ml d' $H_2O$  distillée.

#### Solution de chlorures à 71 mg/l:

0.107g de  $NH_4Cl$ .....1000ml d'eau distillée.

### 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 coloration brun rougeâtre

**Expression des résultats**

$$[\text{Cl}^-] \text{ en mg/l} = \frac{\text{VAgNO}_3 \times \text{NAgNO}_3 \times \text{MCl}^-}{\text{PE}} \times 1000$$

$$[\text{Cl}^-] \text{ en mg/l} = \text{VAgNO}_3 \times 71 \times \text{F}$$

VAgNO<sub>3</sub> : Volume d'AgNO<sub>3</sub> nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

NAgNO<sub>3</sub> : Normalité d'AgNO<sub>3</sub>

MCl<sup>-</sup> : Masse molaire des chlorures.

F : facteur de correction du titre d'Ag NO<sub>3</sub>.

prise d'essai.

- Pour le F :
- Prendre 5 ml de la solution mère à 71 mg/l.
  - Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré.
  - Doser par AgNO<sub>3</sub> à 0,01 N jusqu'au virage. (Couleur brun rougeâtre).

$$F \times \frac{1}{\text{VAg NO}_3}$$

**12. Fer Total****0.02-3.00 mg/l Fe .Méthode 8008 Méthode au FerroVer1**

1 Adaptée par *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*

**Préparer les articles suivants**

Pochettes de réactif pour fer FerroVer (pour 10 ml d'échantillon)

2Cuves carrées, 1-pouce, 10 ml

**Mode opératoire**

1. Appuyer sur **Programmes enregistrés**.
2. Sélectionner le programme d'analyse. « **265 FER FERROvER** »
3. **Préparation de l'échantillon** : Remplir une cuve carrée de 1" jusqu'au trait de 10 ml avec l'échantillon.
4. Transférer le contenu d'une pochette de réactif pour fer FerroVer dans la cuve. Agiter pour homogénéiser. Une coloration orange apparaîtra en présence de fer.

5. Appuyer sur l'icône représentant la minuterie. Appuyer sur **OK**. Une période de réaction de 3 minutes va commencer. (Laisser réagir les échantillons contenant des oxydes de fer en suspension pendant au moins 5 minutes.)

6. **Préparation du blanc** : Remplir une autre cuve carrée de 1" jusqu'au trait de 10 ml avec l'échantillon.

7. Lorsque la minuterie retentit, essuyer l'extérieur du blanc et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite.

Sélectionner sur l'écran : **Zéro**

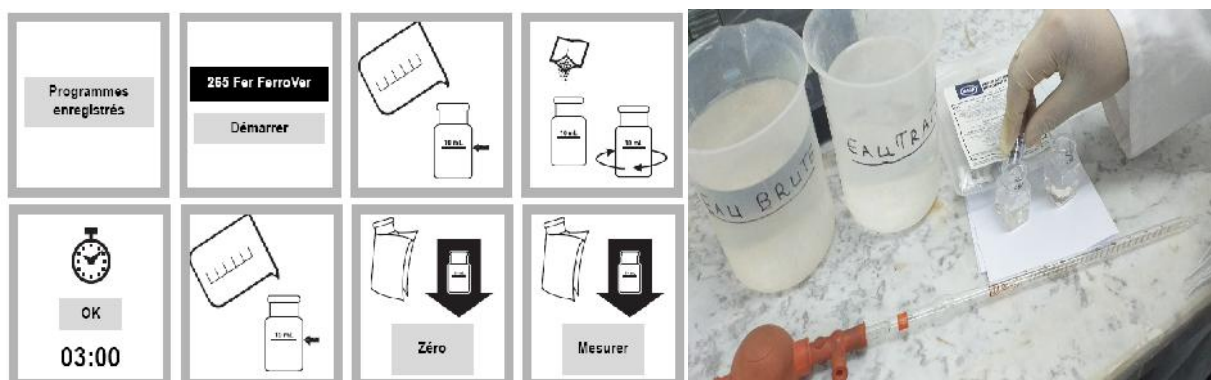
Indication à l'écran : **0.00 mg/L Fe**

8. Essuyer l'extérieur de la cuve contenant l'échantillon préparé et l'introduire dans le compartiment de cuve en dirigeant le trait de remplissage vers la droite.

La prise de mesure de la cuve d'analyse est automatique en mode de mesure continue.

La touche **Mesurer** n'est pas affichée.

Mesure simple: Sélectionner sur l'écran : **Mesurer** .Les résultats est indiqués en mg/L



**Photo 7:** Etapes dosage de fer

### 13. Manganèse (LCW 532)

**0.005 – 0.5 mg/l Mn**

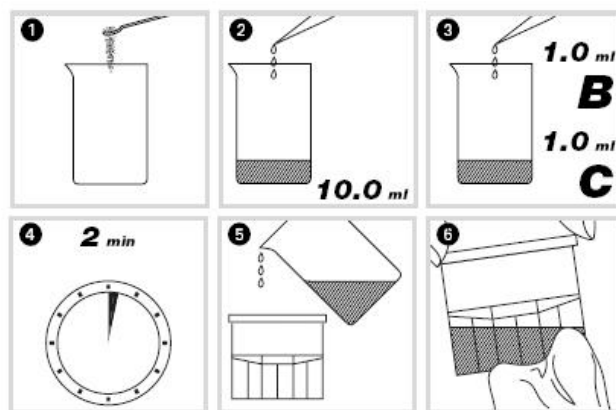
#### Principe

Les ions manganèse sont réduits en ions manganèse (II) avec l'acide ascorbique. Ils réagissent dans des solutions de faible alcalinité avec le 1-(2-pyridylazo)-2-naphthol pour former un complexe rouge-orangé.

#### Principe de mesure :

- ✓ Doser 1 cuillère rase du réactif A (LCW 532 A) dans un bécher.
- ✓ Pipetter 10.0 ml d'échantillon.
- ✓ Mélanger jusqu'à ce que le réactif se soit complètement dissous.
- ✓ Pipetter 1.0 ml de la solution B (LCW 532 B).

- ✓ Mélanger. Pipetter ensuite immédiatement 1.0 ml de la solution C (LCW 532 C).
- ✓ Mélanger, laisser reposer pendant 2 min.
- ✓ Transférer dans une cuve rectangulaire (50 mm) adéquate.
- ✓ Attention aux effets de mousse et bulles d'air!
- ✓ Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer



**Photo8** : Etapes dosage de Manganèse

#### 14. Sulfates (LCK353)

150 – 900 mg/L  $\text{SO}_4$

##### Principe de mesure

Les ions sulfate réagissent en solution aqueuse avec le chlorure de baryum pour donner du sulfate de baryum difficilement soluble

Pipetter 2.0 ml d'échantillon.

Doser 1 cuillère rase du réactif A (LCK 353 A).

Fermer immédiatement la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs

fois d'Attendre 30 secondes.

Pendant ce temps bien nettoyer l'extérieur de la cuve et après mesurer. et suite pendant 1



**Photo9:** Analyse des sulfates LCK

### Remarque

PH échantillon 2 – 10

Température échantillon/réactifs 15 – 25°

### 15. Détermination de la dureté de l'eau, de calcium et de magnésium (LCK327)

#### Principe de mesure

Pipetter dans le Test en Cuve Solution tampon A (LCK 327 A) 4.0 ml

Fermer la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à dissolution du lyophilisat.

Attendre 2 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.

Introduire la cuve d'analyse (affichage CA/MG).

Retirer la cuve d'analyse.

Pipetter dans la même cuve Echantillon d'eau 0.2 ml

Fermer la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite. Puis nettoyer l'extérieur de la cuve.

Attendre 30 secondes avant d'introduire de nouveau la cuve d'analyse.

Retirer la cuve d'analyse.

Pipetter dans la même cuve Solution masquant B (LCK 327 B) 0.2 ml

Fermer la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite. Puis nettoyer l'extérieur de la cuve

Attendre 30 secondes avant d'introduire de nouveau la cuve d'analyse.

#### Remarque :

pH de l'échantillon d'eau doit se situer entre 4 et 9.

La température de l'échantillon d'eau et celle des réactifs doit se situer entre 15 et 25°C.

Les résultats du TH sont en degré allemand.

Paramètre	Affichage	Gamme d. mes.
Dureté de l'eau (°dH)	Ca/Mg LCK 327	1 – 20 °dH
Calcium (Ca)		5 – 100 mg/L
agnésium (Mg)		3 – 50 mg/L



**Photo 10** : Analyse de la dureté, calcium, magnésium **LCK327**

## **B. Matériels et méthodes d'analyses bactériologiques**

### **1. Coliformes totaux et fécaux**

- **Matériel**

- Rampe de filtration
- Pompe à vide un flacon aspirateur
- Boite de pétri
- Membrane filtrante (pore 0.45um)
- Pince
- Bec benzène
- Gélose Endo
- Gelose TSI

- **Méthode**

- Flamber la surface supérieure de la rampe de filtration ainsi que la plaque poreuse (en ouvrant le robinet pour aspirer la flamme) et le réservoir

- Laisser refroidir
- Prélever une membrane de son emballage à l'aide de pince stérile (flambée et refroidie). - La poser sur la plaque poreuse de la rampe de filtration
- Agiter soigneusement le flacon a analysé.
- Verser stérilement 100ml d'eau
- Ouvrir le robinet pour laisser l'eau s'écouler.
- Dès que la membrane parait sèche enlever le réservoir et prélever la membrane avec une pince stérile en la saisissant par son extrême bord.
- Déposer la membrane sur le milieu sélectif (gélose Endo) en prêtant attention à ne pas piéger de bulles d'air.
- Incuber à 37°C les boites pétries pour les coliformes totaux et 44°C pour les coliformes fécaux, le couvercle vers le bas.
- La lecture se fait après 24h d'incubation. Toutes les colonnes suspectes lactose positif sont comptées puis repiquer sur le milieu TSI pour confirmer.
- L'utilisation du lactose et le dégagement de gaz caractère principale des coliformes.

- **Expression des résultats**

Le résultat est donné en nombre de germe par 100ml

## 2. Streptocoques fécaux

- **Matériel**

- Rampe filtrante
- Pompe à vide
- Flacon aspirateur
- Boite pétri
- Membrane filtrante (pore 0.45um)
- Pince
- Bec benzène gélose Slanetz + TTC (chlorure de triphénil2.3.5-tetrazolium)

- **Méthode**

- Placer le filtre sur la membrane
- Déverser dans l'entonnoir graduer (placer sur la rompe) 100ml d'eau à analyser
- Mettre en marche la pompe à vide pour vider l'eau



- Retirer le filtre et les disposer dans la boîte pétrie

Après filtration, les membranes sont déposées sur le milieu puis incubé à 37°C pendant 48h. Les colonies roses à marrons avec un diamètre de 0.5mm à 2mm seraient celles des streptocoques fécaux.

Toutes ces colonies sont comptées puis consignées sur un registre.

- Expression des résultats

Les résultats sont donnés en nombre de germe par 100ml.

### **3. Germe totaux**

Elle consiste en une estimation du nombre total des germes présents dans l'eau

- **Matériel**

- Gélose TGEA( Gélosetryptone glucose Agar)
- Boîtes de pétri.
- Eau distillée stérile en tube de 9ml.
- Bain marie.
- Pipette graduée

- **Consigne**

- Utiliser un échantillon témoin dans le but de contrôler la gélose
- Pour chaque échantillons utiliser 2ou 3 boîtes
- La moyenne des résultats obtenus représentera le résultat de notre travail
- Dans notre cas nous avons utilisé 2 boîtes

- **Méthode**

- Prélever 1ml d'eau a analysé à l'aide d'une pipette graduée
- Les disposer par goutte dans la boîte pétrie (20gouttes) par boîte
- Ajouter 15ml de la gélose TGEA
- Agiter sous forme de 8 (circulaire)
- Mettre dans l'incubateur à 37°C.
- Lire les résultats après 48h Remarque

**C.Matérielle pour les analyses physico-chimiques**



Jar teste



Etuve



Rampe filtrante et bec benzène et boîtes de pétrie

## Annexe II: Les analyses des eaux brutes de la station de traitement Ouled Mellouk durant l'année 2018

Mois	T°C	pH	Turb (NTU)	Cond (µS/cm)	TDS	Salinité	NH4+ (mg/l)	PO43- (mg/l)	NO3-(mg/l)	NO2-(mg/l)	MO (mg/l)	OD (mg/l)
Janvier	12,52	8,21	19,58	1288,10	639,87	0,64	0,08	0,17	7,32	0,02	2,04	9,28
Février	11,67	8,17	23,93	1342,68	667,39	0,67	0,03	0,16	9,71	0,03	1,92	9,26
Mars	13,75	8,19	23,06	1325,33	658,7	0,66	<0,02	<0,09	11,14	0,02	3,54	9,23
Avril	16,74	8,16	19,34	1156,37	570,33	0,57	<0,02	<0,09	9	<0,02	2,53	9,51
Mai	19,80	8,38	10,66	1130,58	556,94	0,56	0,11	<0,09	5,28	0,02	2,8	8,75
Juin	22,88	8,10	5,68	1167,70	574,52	0,58	<0,02	<0,09	3,85	<0,02	2,84	6,29
Juillet	24,49	7,56	2,95	1150,39	566,32	0,57	<0,02	<0,09	4,47	0,05	2,69	2,05
Aout	24,41	7,49	2,31	1167,19	576,48	0,58	<0,02	<0,09	5,68	0,08	2,72	2,33
Septembre	24,39	7,81	4,94	1264,70	627,27	0,63	0,07	<0,09	1,21	0,09	2,77	5,50
Octobre	21,14	8,07	13,66	1283,72	638,11	0,64	0,13	<0,09	3,59	0,11	4,0	8,0
Novembre	17,22	7,81	21,40	1329,70	662,97	0,66	0,06	<0,09	4,68	0,05	3,1	8,6
Décembre	13,98	8,21	16,00	1344,81	670,71	0,67	0,06	<0,09	4,38	0,04	2,2	9,8

Mois	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	SO42-(mg/l)	Cl-(mg/l)	Ca2+(mg/l)	Mg2+(mg/l)	TH(°F)	formes totaux	formes fecaux	Strept F
Janvier	0,02	<0,05	285,75	218,04	104	26,73	37	>200	30	0
Février	0,02	<0,05	289,77	176,8	104	51,03	47	>200	12	0
Mars	<0,02	<0,05	282,79	251,07	108	53,46	49	>200	29	0
Avril	0,04	<0,05	289,53	165	112	31,59	41	>200	20	0
Mai	0,02	<0,05	238,74	147,32	96	36,45	39	>200	13	0
Juin	0,03	0,045	233,43	153,21	96	29,16	36	>200	50	0
Juillet	0,08	0,238	218,26	147,32	100	26,73	36	>200	40	3
Aout	0,07	0,247	200,22	165	80	43,74	38	>200	62	15
Septembre	0,04	0,407	226,83	153,22	84	34,02	35	>200	58	22
Octobre	0,04	<0,05	247,75	156,48	96	34,02	38	>200	49	13
Novembre	0,03	<0,05	221,22	136,67	88	36,54	37	>200	37	10
Décembre	<0,02	<0,05	240,19	194,36	104,2	34	40	>200	30	8

### Les analyses des eaux traitée de la station de traitement Ouled Mellouk durant l'année 2018

Mois	T°C	pH	Turb (NTU)	Cond (µS/cm)	TDS	Salinité	NH4+ (mg/l)	PO43- (mg/l)	NO3-	NO2-	MO (mg/l)	OD (mg/l)
Janvier	12,53	8,14	0,20	1287,35	639,68	0,64	<0,02	<0,09	7,69	<0,02	0,89	10,69
Février	11,97	8,07	0,22	1353,75	673,18	0,67	<0,02	<0,09	9,33	<0,02	1,16	10,66
Mars	13,83	8,11	0,38	1342,43	646,19	0,67	<0,02	<0,09	11,77	<0,02	2,01	10,17
Avril	16,51	8,05	0,47	1166,67	576,27	0,58	<0,02	<0,09	8,01	<0,02	1,31	9,73
Mai	19,78	8,38	1,23	1133,06	558,42	0,56	0,03	<0,09	5,36	<0,02	1,6	8,72
Juin	21,81	8,07	0,93	1176,96	579,48	0,58	<0,02	<0,09	3,72	<0,02	1,89	8,59
Juillet	20,95	8,01	0,60	1136,39	560,10	0,56	<0,02	<0,09	5,52	<0,02	1,57	8,63
Aout	21,00	7,84	0,74	1149,84	567,42	0,57	<0,02	<0,09	4,12	<0,02	1,6	8,60
Septembre	23,17	7,98	1,10	1266,10	631,27	0,63	0,05	<0,09	1,04	<0,02	1,87	8,37
Octobre	21,19	8,35	0,78	1294,44	642,83	0,64	<0,02	<0,09	4,08	<0,02	2	8,58
Novembre	17,15	8,16	1,12	1328,80	661,00	0,66	<0,02	<0,09	4,05	<0,02	1,87	9,21
Décembre	13,87	8,39	1,03	1354,29	673,19	0,67	0,03	<0,09	4,67	<0,02	1,76	10,16

Mois	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	SO42-	Cl-	Ca2+	Mg2+	TH	ifformes totaux	ifformes fecaux	Strept F
Janvier	0,02	<0,05	208	219,3	100	33,2	38,61	0	0	0
Février	0,02	<0,05	213	206,3	100	49,6	45,34	0	0	0
Mars	<0,02	<0,05	196	247,5	116	51,03	49	0	0	0
Avril	0,02	<0,05	190	170,89	108	28,2	40	0	0	0
Mai	0,02	<0,05	181	153,2	104	31,59	39	0	0	0
Juin	<0,02	0,012	197	159,11	100	31,59	36	0	0	0
Juillet	<0,02	0,057	189	151,86	92,9	31,59	35,9	0	0	0
Aout	0,02	0,027	182	165,2	80	39,8	34	0	0	0
Septembre	0,02	0,01	198	153,22	84	31,59	33,91	0	0	0
Octobre	<0,02	<0,05	197	161,88	92	35,1	40,3	0	0	0
Novembre	<0,02	<0,05	200	153,1	92	38,88	39	0	0	0
Décembre	<0,02	<0,05	220	195,1	104,2	38,8	42	0	0	0