REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En biologie

Spécialité : Ecologie et Protection de l'environnement

préparé par :

FEKKAK DJAMEL EDDINE
CHOUAT HAMZA

Thème :

Contribution à l'étude physicochimique et microbiologique de l'eau Brute et l'eau traitée de la station de traitement « Chiffa » (W.Médéa)

Soutenue publiquement le : 14/09/2017 devant le jury composé de :

Mr CHAOUCH Abderrezak	MCB	Université de Médéa	Président
Mr GHENNAM Kamel	MAB	Université de Médéa	Examinateur
Mr LICIR Mourad	MAB	Université de Médéa	Examinateur
Mr BELHADJ Hichem	MAA	Université de Médéa	Encadreur

Année universitaire : 2016/2017

REMERCIEMENTS

*Avant tout nous remercions ALLAH tout puissant de nous avoir guider toutes les année*s *d'étude et m'avoir donner la volonté, la patience ,et le courage pour rédiger ce travail , et nous tenons a remercier notre encadreur Monsieur BELHADJ Hichem ,* enseignant *a l'université de* Médéa *pour nous avoir assuré* l'encadrement *de ce travail , et pour ses suggestions pertinentes ,ses conseils et commentaires pratiques, qui ont été fondamentaux pour mener a bon terme ce* mémoire *et pour m'avoir fourni des documents* servant *a l'enrichissement de ce manuscrit. Nous tenons aussi a Remercier Monsieur chaouch , monsieur Ghennam et monsieur Licir Mourad sans oublié madame DJEZZAR Chef de* Service *de l'Algérienne des eaux et son équipe de laboratoire pour leurs aides et*

encouragements et de m'avoir fait profiter de leur plateforme, de leurs matériels, méthodes et surtout de leurs connaissances scientifiques.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en premier lieu à mes parents qui m'ont soutenus pour réalisation de mes objectifs qu'ils trouvent ici toute ma reconnaissance et ma gratitude.

A mon frère, ma soeur et toute ma famille

A mon binôme Chouat Hamza

A tous mes enseignants depuis le primaire jusqu'à l'achèvement de mes études universitaires et à nos enseignants du département de Biologie et en particulier M_{me} Mostfaoui, , Mme Ait Ouamer , Mr Khamess ,Pr Oumouna , Mr Atsamnia

A tous mes camarades et mes amis en particulier Hocine, Bouzid,Abdenour,Djalil,Islem ,Nouh,Ghani , abdenour, Brahim,walid

Djamel Eddine

Dédicaces :

Je dédie ce modeste travail en premier lieu à mes parents qui m'ont soutenus pour la réalisation de mes objectifs et qu'ils trouvent ici toute ma reconnaissance et ma gratitude.

A mes frères, mes soeurs et toute ma famille

A mon binôme johnny

A tous mes enseignants depuis le primaire jusqu'à maintenant surtouts nos enseignants du département de Biologie et en particulier, Mme Ait Ouamer , Mr Khamess ,Pr Oumouna , Mr Atsamnia et toute l'équipe de notre département

Et A tous mes camarades et mes amis en particulier hocine, yasine ,Amine, Samir ,Djelloul .

Hamza

Introduction …….. 1

CHAPITRE I : Synthèse l graphique

I – Généralités sur l'eau…….. 2
I -1 - Définition de l'eau…….. 2
I -2- Répartition de l'eau sur terre…….. 2
I -3- Cycle de l'eau…….. 3
I -3-1-L'évaporation…… 4
I -3-2- Condensation et précipitation…… 4
I -3-3-Ruissellement et infiltration…….. 4
I -3-4-Influence du réservoir géologique…….. 5
I-4 Propriétés de l'eau…….. 5
II -- Les paramètres physicochimiques de l'eau…….. 6
II -1-- Les paramètres physiques …….. 6
II -1-1-La température de l'eau…….. 6
II -1-2-La conductivité électrique…….. 6
II -1-3- Le taux des solides dissous (TDS)…… …… 6
II -1-4-La turbidité…… 6
II -2-Les paramètres chimiques…… 7
II -2-1- Le potentiel d'hydrogène (pH)…….. …… 7
II -2-2- La Matière organique…… 7
II -2-3- La salinité …… 7
II -2-4- La dureté totale (TH) …… 7
II -2-5- Le calcium…… 7
II -2-6- Le magnésium…… 8
II -2-7- Le sodium…… 8
II -2-8- Le sulfate…… 8
II -2-9- Le potassium…… 8
II -2-10-Le chlorure …… 8
II -3- Les substances indésirables…… 9
II -3-1- Les nitrates…… 9
II -3-2- Les nitrites…… 9
II -3-3- L'ammonium…… 9
II -3-4- Bicarbonates…… 9
II -3-5-Le fer…… 9
II -3-6-Le manganèse…… 9

II -4-Importance de ces paramètres…… 10
III - Les paramètres bactériologiques…… 10
III -1-Les germes totaux…… …… 10
III -1-1-Les coliformes totaux…… 10
III -1-2-Les coliformes fécaux…… 10
III -1-3-Les streptocoques fécaux…… 10
III -2-Les Clostrodiums sulfito-réducteurs…… 11
VI- Pollution des eaux…… 11
VI- 1-L'origine de la pollution…… 11
VI- 1-1-L'origine domestique…… 11
VI- 1-2-L'origine industrielle…… 11
VI- 1-3-L'origine agricole…… 11
VI- 1-4-L'origine urbaine et routière…… 12
VI- 2- Les types de pollution…… 12
VI- 2-1- La pollution physique…… 12
VI- 2-1-1-La pollution mécanique…… 12
VI- 2-1-2-La pollution thermique…… 12
VI- 2-1-3-La pollution radioactive…… 12
VI- 2-2-La pollution chimique…… 12
VI- 2-2-1-La pollution organique…… 12
VI- 2-2-2-La pollution minérale…… 13
VI- 2-3-La pollution microbiologique…… 14
VI- 3-Les conséquences de la pollution…… 15
VI- 3-1-Les conséquences écologiques…… 15
VI- 3-2-Les conséquences sanitaires…… 15

Chapitre II présentation de la zone d'étude

I-Présentation de la région de Chiffa …… 18
I-1- Localisation de la Chiffa …… 18
I-2- La géologie…… 18
I-3- Pédologie…… 18
I-4- Hydrographie…… 19
II- Climat…… 20
II- 1-La température…… 20
II- 2-Pluviométrie …… 21
II- 3- Diagramme ombrothermique…… 22
II- 4- L'étage climatique…… 22
II- 5- Les crues …… 24

III. présentation de la station de traitement de la Chiffa……..
18
III- 1- Situation géographique…….. 24
III- 2- Description générale de la station de traitement de Chiffa …… 25
III- 1- Caractérisation des eaux brutes reçues par la station de traitement…… 25
III- 4- Prise d'eau …… 25
III- 4-1-Prise d'eau Oued Chiffa …… 25
III- 4-2- Prise d'eau oued EL_DJIR …….. 26
III- 4-3-Prise d'eau oued EL_MERDJA …… 26
III- 5- Mode de fonctionnement de la station de traitement…… 27
III- 6-Traitement de clarification …… 28
III- 6-1 Le débourbage …… 28
III- 6-2- La coagulation …… 29
III- 6-3-La floculation …… 30
III- 6-4-La décantation …… 31
III- 6-5-La filtration …… 31

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

I- Le but général de la manipulation…….. 34
II- Méthodologies …….. 34
II- 1 Echantillonnages …… 34
II- 2 Prélèvement des échantillons…….. 34
II- 3 Matériel de prélèvement…… 34
II- 4 Les techniques expérimentales…….. 35
II- 5 Conditions d'échantillonnage d'eau pour analyses physico-chimiques …… 35
II- 6 Conditions d'échantillonnage d'eau pour analyses microbiologiques…… 35
II- 7Le choix et le mode de lavage du flacon…….. 35
II- 8 Conditions de transport …… 36
III-Analyse physicochimique …….. 36
III-1. Température …….. 36
III-2. La conductivité …….. 36
III-3. pH…….. 37
III-4.Salinité …….. 39
III-5.TDS…… 39
III-6. La turbidité …….. 39
III-7..la dureté totale TH …….. 39
III-8 . Calcium (Ca+2) …….. 40

III-9.Le magnésium (Mg2+) …… 40
III-10.Bicarbonates Hco3- …… 41
III-11. Les nitrites …… …… 41
III-12..l'azote Ammoniacal (NH4+)…… 41
III-13. Les sulfates…… 41
III-14.Matière Organique…… 42
III-15.les ions chlorure (Cl-)…… 42
III-16.17. le sodium (Na+) et le Potassium (K+)…… 42
III-18. le fer total …… 43
III-19..le Manganèse (Mn2+) …… 43
III-20. Les nitrates …… 43
IV-Méthodes d'analyses bactériologiques…… 43
CHAPITRE IV :Résultats et discussions
I. Variation spatiale des paramètres physico-chimiques…… 47
II. Variation Spatiale des paramètres microbiologique…… 63
III.1 : Evolutions Temporelles des paramètres physicochimiques…… 66
III.2 : Evolutions Temporelles des paramètres microbiologiques…… 76
IV :Comparaison des résultats avec des études antérieures…… 77
Conclusion…… 81
Références bibliographiques …… 83

Liste des figures

Figure n°1 : Cycle général de l'eau……..……3

Figure n°2 : localisation de la région de Chiffa……...……..18

Figure n°3 : localisation du site d'étude.....19

Figure n°4 : Les températures mensuelles moyennes des années 2010-2015……20

Figure n°5 : Les précipitations mensuelles moyennes des années 2010-2015…...……21

Figure n°6 : Le Diagramme Ombrothermique……22

Figure n°7 : position de la station d'étude sur le climagramme d'Emberger…….……23

Figure n°8 : photo satellitaire de la station de traitement de Chiffa (juin 2017)…….24

Figure n°9 : Les deux oued (Medea , Tamezghuida) avant la rentrer ou station ……26

Figure n°10 : Mode de fonctionnement de la station de traitement……27

Figure n°11 : Le débordeur…….28

Figure n°12 : Le Bassin de régulation……29

Figure n°13 : Les floculateurs…….30

Figure n°14 : Filtre à sable……..32

Figure n°15 : Le Système d'alimentation en chlore……...……33

Figure n°16 : Conductimètre (marque : WTW LF 197)……37

Figure n°17 : pH Mètre (marque : pH 540 GLP) ……..38

Figure n°18 : Turbidimètre (marque : HACH 2100 N)……..39

Figure n°19 : Spectrophotomètre (marque : HACHDR/4000U)……..42

Figure n°20 : schéma du principe de la technique de culture sur membrane……..…44

Figure 21 : Variations avant et après des températures moyennes de l'eau brute et traitée..46

Figure 22 : Variations avant et après des conductivités électriques moyennes (µs/cm) de l'eau brute et traitée……..47

Figure 23 : Variations avant et après de TDS de l'eau brute et l'eau traitée…….48

Figure 24 : Variations avant et après de pH de l'eau brute et l'eau traitée……49

Figure 25 : Variations avant et après de Salinité de l'eau brute et l'eau traitée…….50

Figure 26 : Variations avant et après de turbidité de l'eau brute et l'eau traitée……..51

Figure 27 : Variations avant et après du TH de l'eau brute et l'eau traitée……..……52

Figure 28 : Variations avant et après de Calcium de l'eau brute et l'eau traitée……..52

Figure 29 : Variations avant et après du magnésium de l'eau brute et l'eau traitée…….53

Figure 30 : Variations avant et après des bicarbonates de l'eau brute et l'eau traitée……..54

Figure 31 : Variations avant et après de nitrite de l'eau brute et l'eau traitée……..…55

Figure 32 : Variations avant et après de nitrate de l'eau brute et l'eau traitée……..56

Figure 33 : Variations avant et après des sulfates de l'eau brute et l'eau traitée……..57

Figure 34 : Variations avant et après de la matière organique de l'eau brute et l'eau traitée…..…….58

Figure 35 : Variations avant et après du Chlorure de l'eau brute et l'eau traitée……...59

Figure 36 : Variations avant et après du sodium de l'eau brute et l'eau traitée……60

Figure 37 : Variations avant et après du potassium de l'eau brute et l'eau traitée……..…..61

Figure 38 : Variations avant et après du fer de l'eau brute et l'eau traitée……62

Figure 39 : Variations avant et après des Coliformes totaux dans l'eau brute et l'eau traitée……..63

Figure 40 : Variations temporelles des températures de l'eau brute et l'eau traitée……..66

Figure 41 : Variations temporelles des conductivités électriques de l'eau brute et l'eau traitée……..66

Figure 42 : Variations temporelles des salinités de l'eau brute et l'eau traitée……67

Figure 43 : Variations temporelles des TDS de l'eau brute et l'eau traitée…….67

Figure 44 : Variations d'évolution temporelles des turbidités de l'eau brute et l'eau traitée……..68

Figure 45 : Variations temporelles du pH de l'eau brute et l'eau traitée……68

Figure 46 : Variations temporelles de Titre Hydrométrique de l'eau brute et l'eau traitée..69

Figure 47 : Variations temporelles de calcium de l'eau brute et l'eau traitée……..69

Figure 48 : Variations temporelles de magnésium dans l'eau brute et l'eau traitée……..70

Figure 49 : Variations temporelles de bicarbonate dans l'eau brute et l'eau traitée…….70

Figure 50 : Variations temporelles des nitrites dans l'eau brute et l'eau traitée……71

Figure 51 : Variations temporelles des nitrates dans l'eau brute et l'eau traitée……71

Figure 52 : Variations temporelles des sulfates dans l'eau brute et l'eau traitée……...72

Figure 53 : Variations temporelles des matières organiques dans l'eau brute et l'eau traitée……..72

Figure 54 : Variations temporelles des chlorures dans l'eau brute et l'eau traitée…….73

Figure 55 : Variations temporelles de sodium dans l'eau brute et l'eau traitée……..73

Figure 56 : Variations temporelles de potassium dans l'eau brute et l'eau traitée…….74

Figure 57 : Variations temporelles du fer dans l'eau brute et l'eau traitée……74

Figure 58: Variations temporelles des coliformes totaux dans l'eau brute et l'eau traitée….76

Liste des tableaux

Tableau n°1: Les températures mensuelles moyennes des années 2010-2015 selon la station météorologique de Blida……20

Tableau n°2 : Les précipitations mensuelles moyennes des années 2010-2015 ……..21

Tableau n°3: températures et pluviométries mensuelles moyennes et annuelle pour la station météorologique de Blida ……..23

Tableau n° 4: les dates des prélèvements……...……...…34

Tableau n°5:Résultats des analyses physicochimiques effectuées pour l'eau brute et traitée……...…....44-45

Tableau n°6:Résultats d'analyses bactériologiques des eaux brutes et traitées (décembre2016-mai2017)……...…….....…63

Tableau n° 7:Tableau comparatif de nos résultats ……**.....**77-78

Liste des abréviations

TH :	**Titre Hydrométrique**
OMS :	**Organisation Mondiale de la Santé**
MO :	**Matière Organique**
EDTA :	**Ethylène Diamino Tétra Acétique**
UFC :	**Unité Formant Colonie**
ANRH :	**Agence National des Ressources Hydriques**
TDS :	**Taux des Solides Dissous**
ADE :	**Algériennes des Eaux**
NA :	**Norme Algérienne**
Mg/l :	**Milligramme par litre**
NTU :	**Unité de turbidité**
ppm :	**Partie par millions**
MTH :	**Maladies à Transmission Hydrique**
STEP :	**Station d'épuration**
CT :	**Coliformes totaux**
CF :	**Coliformes Fécaux**
S.R :	**Sulfito-Réducteurs.**
Moy :	**Moyenne**
ET :	**Ecart-type**
T° :	**Température**
R.A.D.P :	**République Algérienne Démocratique Populaire**
RN :	**Route Nationale**

Résumé

L'eau de l'oued Chiffa représente une ressource importante pour l'alimentation en eau potable. Ainsi, la majorité de la population locale ont des préférences à l'eau naturelle (oueds, sources, puits) de notre région.

L'usage de l'eau a des fins alimentaires ou d'hygiènes nécessite une excellente qualité physico-chimique et microbiologique. L'eau distribuée par réseau constitue un des produits alimentaires les plus contrôlés. Ses analyses sont réalisées depuis son origine jusqu'au robinet. L'eau de distribution doit répondre aux exigences de qualité. Ainsi, elle ne doit contenir aucun micro-organisme, aucun parasite ni aucune substance constituant un danger potentiel pour la santé des personnes ; elle doit également être conforme vis-à-vis d'un ensemble de normes de potabilité.

Afin de contribuer au contrôle de la qualité des eaux destinées à la consommation dans la ville de Médéa, notre étude a portée sur l'évaluation de la qualité physicochimique et microbiologique des eaux brutes et traitées destinées à la consommation. Pour apprécier la qualité de ces eaux, nous avons mesuré plusieurs paramètres physicochimiques tel que la température, pH, conductivité, dureté et teneur en nitrates, teneur en chlorures et en calcium, coliformes, streptocoques fécaux et beaucoup d'autres paramètres sur plusieurs échantillons prélevés pendant une durée de six mois.

Les résultats obtenus, montrent que la plupart des paramètres physico-chimiques et microbiologiques de l'eau de Chiffa respectent les normes algériennes admises pour les eaux potables et par conséquent la qualité des eaux contrôlées est relativement bonne.

Mots clés : paramètres physicochimiques, paramètres microbiologiques, normes, eaux, Station de traitement, Oued Chiffa, Médéa.

Abstract

River water of "Chiffa" represents an important resource for the drinking water supply to the inhabitants of (Medea) neighboring village. Thus, the majority of the local population have preference to the wells water.

The use of water for food or hygiene purposes requires an excellent physicochemical and microbiological quality. Distributed water by network is one of the most controlled food products. Its analyzes are carried out from its origin until to the tap. The distribution water must meet the quality requirements. Thus, it must not contain any micro-organisms, parasites or substances which constitute a potential danger to human health; It must also meet the drinking set water standards.

In order to contribute to the quality control of drinking water in the town of (Médéa), our study focused on the physico-chemical quality evaluation of raw water and treated water intended for consumption. To assess the quality of these waters, we measured each of this parameters: temperature, pH, conductivity, hardness and Nitrate contents, chloride and calcium contents, total coliforms, fecal streptococci and much other parameters on several samples taken. on several samples taken for a period of six months. is clear from the results obtained that most of the physico-chemical and microbiological parameters of the Chiffa water are within the accepted standards and consequently the quality of the controlled waters is relatively good.

Key words: physicochemical parameters, microbiological parameters, standards, waters, Treatment plant, Oued Chiffa, Medea

الملخص

وادي "الشفة" يمثل مصدرا مهما لمياه الشرب لسكان القرى المجاورة للمدية. و مع العلم فإن الغالبية العظمى من السكان المحليين يفضلون المياه الطبيعية (الوديان ,العناصر,الآبار).

استخدام الماء للطعام أو النظافة يتطلب النوعية الممتازة الفيزيائية الكيميائية والميكروبيولوجية. شبكة توزيع المياه التي هي واحدة من العناصر الأكثر مراقبة.حيث يتم تنفيذ تحليلات المياه من مصدرها إلى غاية وصولها للحنفية. المياه يجب أن تستوفي متطلبات الجودة. وبالتالي، فإنه لا ينبغي أن تحتوي على أي لكائنات دقيقة مضرة، ولا تسبب خطرا محتملا على صحة الإنسان؛ يجب عليها أيضا الامتثال الى مجموعة من معايير مياه الشرب.

بقصد المساعدة في السيطرة على نوعية المياه المخصصة للاستهلاك في مدينة (المدية)، دراستنا تركز على تقييم النوعية الفيزيائية للمياه على طبيعتها والمياه المعالجة الموجهة للاستهلاك.

لتقدير الجودة من الماء، قمنا بقياس كل من درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، و الناقلية الكهربائية، والصلابة و تحديد مستويات النترات والكلور والكالسيوم،و و مجموع القولونيات ، العقديات البرازية والعديد من العوامل الأخرى على عدة عينات مأخوذة لمدة ستة أشهر, ويبدو وفقا لنتائج الفحوصات الفيزيائية الكيميائية والميكروبيولوجية لمياه واد الشفة تبين أنها ضمن المعايير المقبولة،

الكلمات المفتاحية : الضوابط الفيزيائية الكيميائية , الضوابط الميكروبيولوجية, المعايير,الماء , مركز المعالجة,وادي الشفة , المدية

INTRODUCTION :

L'homme pour satisfaire sa soif, puise de l'eau dans les réserves disponibles dans la nature, que ce soit des eaux souterraines ou des eaux de surface stagnantes (lacs) ou en écoulement (rivières, fleuves).

Malheureusement, les activités humaines ont provoqué la dégradation de la qualité de cette eau naturelle qui est devenue un vecteur de transmission privilégié de nombreuses maladies hydriques(MTH). De ce fait et grâce à l'évolution de la technologie et aux recherches scientifiques, l'eau subit plusieurs traitements physiques, chimiques et biologiques pour devenir potable.

La plupart des eaux souterraines sont généralement de bonne qualité et ne demandent qu'une simple chloration pour répondre aux exigences de potabilité. Les eaux superficielles sont toujours plus ou moins polluées par des rejets d'origine urbaine, industrielle, agricole et même des pollutions bactériennes d'origine animale et humaine et demandent généralement un traitement qui varie en fonction du degré de pollution pour devenir potables. Notons qu'une eau potable n'est pas une eau stérile ou distillée. C'est une eau qui contient des éléments minéraux en solution qui sont indispensables au bon goût et participent à l'équilibre du régime alimentaire. Elle peut même contenir des micro-organismes dans la mesure où ils ne représentent aucun risque pour la santé du consommateur. L'eau potable doit aussi satisfaire à des exigences industrielles nécessaires pour son séjour dans les réseaux de distribution. Sans oublier que la qualité de l'eau joue un rôle primordial dans le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. L'eau contient des substances ou des micro-organismes qui par leur nature et leur concentration peuvent êtres indispensables acceptables, indésirables, voire toxiques ou dangereuse.

Dans ce cadre, et dans le but de connaitre la qualité physicochimique et microbiologique de l'eau d'oued Chiffa, un des plus important Oued de notre région qui a connu plusieurs actions (pompages, dérivations, pollutions…) et notamment aussi ces derniers temps où plusieurs actions anthropiques accompagner avec le projet de l'autoroute Nord-Sud demeurant a ce jour non achevé.

Cette étude a pour objectifs:

1. Evaluer la qualité physicochimique et microbiologique de l'eau d'oued Chiffa (eau brute) provenant de la rencontre des eaux d'oued chiffa, Tamezguida, elDjir, et oued el Merdja.
2. Etudier les variations temporelles des différents paramètres physicochimiques et microbiologiques.

3. Evaluer la qualité physicochimique et microbiologique de l'eau traitée (par la station de traitement de Chiffa).

4. Faire une comparaison par rapport à la norme algérienne pour les eaux destinées à la consommation.

Notre manuscrit est répartit en 04 chapitres avec une introduction et une conclusion. Le premier chapitre est une synthèse bibliographique sur l'eau et sa pollution et ses impacts sur l'homme et l'environnement. Le deuxième chapitre concerne la présentation de la zone d'étude. Le troisième chapitre présente le matériel et les méthodes utilisés pour les différentes analyses effectuées. Enfin, le quatrième chapitre présente les différents résultats obtenus, leurs interprétations avec des comparaisons par rapport aux normes algériennes des eaux destinées à la consommation (eaux potables).

2. Etudier les variations temporelles des différents paramètres physicochimiques et microbiologiques.

3. Evaluer la qualité physicochimique et microbiologique de l'eau traitée (par la station de traitement de Chiffa).

4. Faire une comparaison par rapport à la norme algérienne pour les eaux destinées à la consommation.

Notre manuscrit est répartit en 04 chapitres avec une introduction et une conclusion. Le premier chapitre est une synthèse bibliographique sur l'eau et sa pollution et ses impacts sur l'homme et l'environnement. Le deuxième chapitre concerne la présentation de la zone d'étude. Le troisième chapitre présente le matériel et les méthodes utilisés pour les différentes analyses effectuées. Enfin, le quatrième chapitre présente les différents résultats obtenus, leurs interprétations avec des comparaisons par rapport aux normes algériennes des eaux destinées à la consommation (eaux potables).

I – Généralités sur l'eau :

I -1 - Définition de l'eau:

L'eau est un liquide incolore, transparent, inodore et insipide on l'appelle parfois le solvant universel car il dissout plus de substances que tout autre fluide connu. A l'échelle moléculaire l'eau est composée, résultant de la combinaison de deux volumes d'hydrogène à un volume d'oxygène de formule H_2O **[1].**

I -2- Répartition de l'eau sur terre:

La totalité de l'eau contenue sur terre forme ce qu'on appelle l'hydrosphère, elle constitue la ressource la plus abondante sur terre. L'eau recouvre les trois quarts de la surface de notre planète **[2].** La quantité d'eau présente sur la planète est estimée à environ 1400 millions km^3, dont 97% se trouvent dans les mers et les océans, parmi les 3% qui restent c'est de l'eau douce dont les trois quarts sont bloqués dans les glaciers et les nappes phréatiques très profondes **[3].Erreur ! Signet non défini.**

I -3- Cycle de l'eau :

Le mouvement incessant de l'eau sur la planète, tant des océans vers les continents par la voie atmosphérique, que son retour plus ou moins direct et rapide aux océans, par écoulement fluvial ou souterrain est appelé cycle de l'eau **[4].**

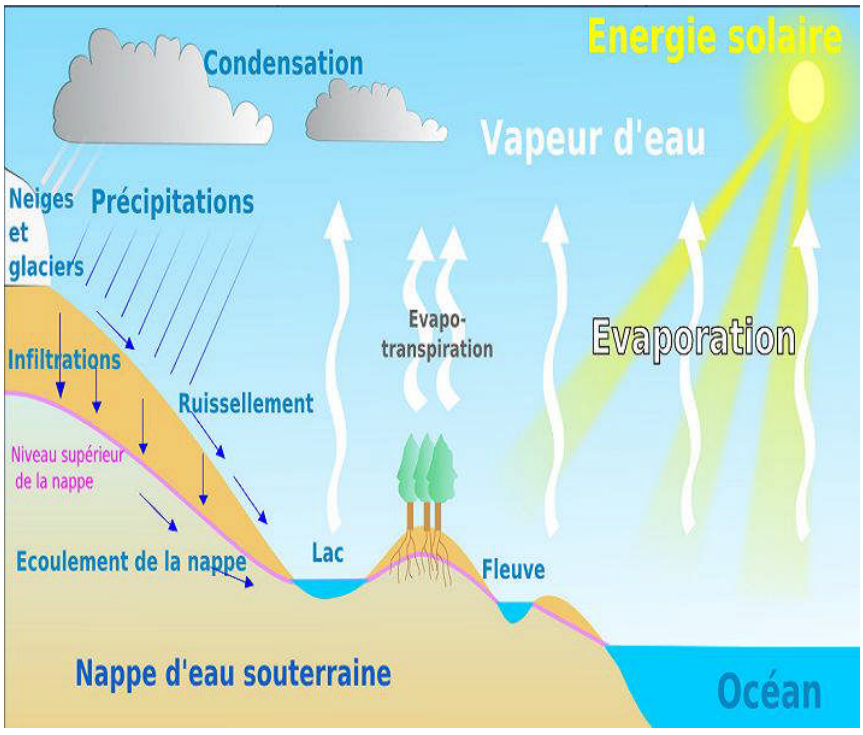


Figure 01 : Cycle général de l'eau **[5].**

L’acquisition de la minéralisation au cours du cycle de l'eau se fait comme suit :

I -3-1-L’évaporation:

L‘évaporation désigne le passage de la phase liquide à la phase vapeur, il s'agit de l'évaporation physique. Elle nécessite un apport énergétique (énergie solaire) et peut être importante si l’étendue d’eau est vaste. Au cours de ce processus, les molécules d’eau (H_2O) de l’étendue (mer, lacs…) sont vaporisées vers l’atmosphère. L'évaporation partielle laisse la phase liquide enrichie en éléments solubles, augmentant ainsi la minéralisation de cette dernière. Ce processus peut aller jusqu'à la formation de saumures et engendrer, si la saturation vis-à-vis de certaines phases minérales est atteinte, la précipitation de minéraux évaporitiques **[6].**

I -3-2- Condensation et précipitation:

Lorsque les conditions de pression et de température favorables à la condensation sont réunies, les molécules d’eau passent de l’état gazeux à l’état liquide. Cette transformation nécessite la présence de grains de poussières atmosphériques qui agissent comme noyaux de condensation. La minéralisation de la gouttelette initiale dépend donc directement de la nature du noyau sur lequel elle se forme. Ce phénomène est à l’origine de la formation des nuages. Les gouttelettes interagissent avec la phase gazeuse et dissolvent les gaz atmosphériques en fonction de leur pression partielle et la température. Lorsque le poids de la goutte d’eau est suffisamment important, celle-ci est entrainée par gravité vers la surface terrestre **[6],** on parle de précipitation. Pendant sa chute, l’eau de pluie lessive les couches basses de l’atmosphère, interagit avec les aérosols qui s’y trouvent et s’enrichit considérablement en éléments dissous, les eaux de pluie participant ainsi à la minéralisation des eaux de surface (rivières, lacs, zones humides). Globalement, les concentrations en Chlorures des eaux de pluies décroissent de la côte vers le continent et diminuent avec l’altitude **[6].**

I -3-3-Ruissellement et infiltration :

Au cours de l’évènement pluvieux l’eau météorique est retenue dans les dépressions du sol. L’interaction eau-roche commence dès l’arrivée des premières gouttes sur le sol. Les réactions avec le réservoir géologique dépendent directement du caractère agressif de la pluie qui est en conditions naturelles, essentiellement lié à sa teneur en dioxyde de carbone (CO_2) dissous. Dans un milieu pollué, les composés du soufre et azotés (SO_2, NO_x) peuvent jouer un rôle déterminant dans la formation de pluies acides. Les eaux de ruissellement et d’infiltration interagissent avec les minéraux, les gaz, la matière organique, les végétaux et la microbiologie du sol et de la zone non saturée. Sur tout le trajet du transfert sol-rivière et sol-aquifère, la minéralisation des eaux est influencée par les gaz du sol et par la minéralogie des ensembles pédologiques et lithologiques traversés **[6].**

I -3-4-Influence du réservoir géologique:

Une fois en contact avec l'aquifère, l'eau de la nappe peut s'enrichir d'éléments nouveaux provenant du réservoir géologique. Cette interaction est d'autant plus importante que le temps de résidence est long et les minéraux des roches aquifères solubles. De plus, la nappe peut être contaminée par d'autres systèmes hydrologiques contigus ou sous-jacents au moyen de processus comme la convection, la diffusion ou la dispersion. La minéralisation/salinisation de la nappe peut également être imprégnée par des systèmes plus profonds, à travers des phénomènes de drainance, de migration de saumures et de remontées de gaz profonds (CO_2, He, Rn…) ou de fluides hydrothermaux **[7].**

I -4- Propriétés de l'eau:

L'eau est une molécule rigide à liaison hydrogène de masse volumique de 999,8 à 0°C et 958,4 à 100°C (maximale à 3,98°C; 999,972 kg/m^3). L'eau pure est inodore et sans goût. Elle a une teinte bleuâtre, qui peut être perçue uniquement lorsqu'elle forme une couche épaisse. Sous une pression atmosphérique normale (760 mm de mercure), le point de congélation de l'eau est de 0°C et son point d'ébullition est à 100 °C. L'eau atteint sa densité maximale à une température de 4°C et se dilate en se congelant. Comme la plupart des autres liquides, l'eau peut se trouver dans un état surfondu, c'est-à-dire qu'elle peut rester à l'état liquide à une température inférieure à son point de congélation: elle peut facilement être refroidie à -25°C sans se congeler. L'eau surfondue se congèle lorsque sa température est abaissée ou lorsqu'un cristal de glace ou une autre particule lui est ajoutée.

Ses propriétés physiques ont fait de l'eau un étalon pour les échelles de température et pour la définition originale de l'unité de masse dans le système métrique, le gramme.

L'eau est l'un des agents ionisants les plus connus. Comme la plupart des substances sont solubles dans l'eau, on l'appelle fréquemment le solvant universel. L'eau s'allie avec certains sels pour former des hydrates et réagit avec des oxydes de métaux pour former des acides. Elle est utilisée comme catalyseur dans de nombreuses réactions chimiques importantes. **[8].**

II -- LES PARAMETRES PHYSICOCHIMIQUES DE L'EAU:

II - 1-- Les Paramètres Physiques :

II - 1-1- Température de L'eau:

On admet que l'optimum de température se situe entre 9 et 12°C avec un maximum de 15°C pour l'eau potable **[9].**

La température maximale acceptable est de 15°C car on admet que l'eau doit être rafraichissante **[10].** La température de l'eau joue également un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous et donc agit sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. Cette mesure est donc très utile pour les études limnologiques.

II - 1-2- Conductivité Electrique:

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous formes d'ions chargés électriquement, la mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

La conductivité est également fonction de la température de l'eau**:** elle est plus importante lorsque la température augmente. Les résultats de mesure doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25°C. Les appareils de mesure utilisés sur le terrain effectuent en générale automatiquement cette conversion, la conductivité électrique est exprimée en milli siemens/centimètre (ms/cm) ou micro siemens/centimètre (µs/cm). **[10] .**

II - 1-3- Taux des Solides Dissous (TDS):

Le taux de solides dissous (TDS) signifie le totale des solides dissous. Ce taux représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques. Le TDS est exprimé en mg/l et il est aussi mesuré en utilisant la conductivité électrique (plus l'eau est salée, plus le courant passe et plus le TDS est élevé) **[10].**

II - 1-4- Turbidité:

La turbidité est la réduction de la transparence d'un liquide et elle est due à des particules en suspension dans l'eau qui diffusent la lumière. L'origine de ces particules peut être extrêmement variable: érosion des roches, entrainement des matières minérales ou organiques des sols, déversement d'eaux usées domestiques ou industrielles riches en matières en suspension grossières.

La turbidité est exprimée en NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Les eaux convenablement filtrées et désinfectées ont des turbidités inférieures à 0.5 NTU **[11].**

II - 2-Les Paramètres Chimiques:

II - 2-1- Potentiel d'Hydrogène (pH):

Dans la nature le pH de l'eau est compris entre 5 et 9 mais l'on trouve des eaux très acides (eau de tourbière avec pH < 1.8 ou très basiques (pH de 11) **[12].**

II - 2-2- Matière Organique:

La matière organique (MO) est principalement issue de la décomposition des végétaux, des animaux et des micro-organismes, il est donc difficile d'en donner une description précise ou une composition moyenne, elle participe à beaucoup de paramètres de qualité de l'eau , la Matière organique exprimée en mg/l **[11].**

II - 2-3- Salinité :

Les principaux sels responsables de la salinité des eaux sont les sels de calcium de magnésium, de sodium, les chlorures, les sulfates et les bicarbonates. Une valeur élevée de la salinité signifie une grande quantité d'ions en solution ce qui rend plus difficile l'absorption de l'eau et des éléments minéraux par les plantes.

La salinité peut se mesurer aussi en utilisant soit le TDS ou plus couramment par la conductivité électrique. **[13].**

II - 2-4- Dureté Totale (TH) (ppm) :

La dureté ou titre hydrotimétrique (TH) correspond à la concentration totale en ions calcium et en ions magnésium. La dureté provient de la dissolution à partir des roches calcaires ou dolomitiques **[14],** la présence de CO_2 dans l'eau favorise cette dissolution.

II - 2-5- Calcium:

Le calcium est un élément de la dureté de l'eau, et il est généralement l'élément dominant des eaux potables, Une forte présence en calcium dans l'eau donne des eaux dures. En plus de son origine industrielle, le calcium peut provenir d'une origine naturelle par la dissolution du gypse, sous l'attaque chimique des roches carbonatées. Le calcium est exprimé en mg/l **[12]**

II - 2-6- Magnésium (mg/l):

C'est l'un des éléments les plus répandus dans la nature, sa présence naturelle dans l'eau résulte de la dissolution des roches magnésites, basaltes et argiles**.** Le magnésium se trouve dans l'eau sous les mêmes formes que le calcium, il possède les mêmes inconvénients et rend l'eau dure le magnésium est exprimé en mg/l **[12].**

II - 2-7- Sodium (mg/l):

Le sodium est un élément constant de l'eau,*Erreur ! Signet non défini.* **Erreur ! Signet non défini.**sa présence dans l'eau provient de sa présence dans certain types d'argiles, le chlorure de sodium est perceptible nettement à partir de 500 mg/l **[15] .Erreur ! Signet non défini.**

II - 2-8- Sulfate (mg/l):

Les sulfates peuvent être, d'origine naturelle à partir du gypse ou pyrite, d'origine industrielle ou à partir des produits de traitement agricole. Les eaux naturelles contiennent pratiquement toujours des sulfates en proportion très variables**, le** sulfate est exprimé en mg/l **[16].**

II - 2-9- Potassium (mg/l):

Le potassium est un élément naturel des eaux, sa concentration est à peu prés constante, ne dépassant habituellement pas (10 à 15mg/l)**,** sauf dans certaines exceptions **[17].** Certains rejets industriels, en particulier des mines de potasse et d'usines d'engrais, peuvent entrainer dans l'eau des quantités de potassium relativement importantes **[11]** Erreur ! Signet non défini..

II - 2-10- Chlorures (mg/l) :

Très répandus dans la nature, généralement sous forme de NaCl, KCl ou $CaCl_2$, les chlorures constituent 0,05% de la lithosphère. Les chlorures présents dans une eau peuvent avoir plusieurs origines :

- percolation de l'eau au travers de terrains salés ;
- infiltration d'eaux marines dans la nappe souterraine, de manière naturelle ou par intervention humaine par pompage excessif ;
- rejets humains, en particulier d'urine ;
- industries extractives comme des mines de potasse ou des salines,Le chlorure est exprimé en mg/l. **[18] .**

II - 3- Les Substances indésirables:

II - 3-1- Nitrates (mg/l):

Les nitrates, sont des ions minéraux nutritifs solubles dans l'eau directement assimilables par les plantes**,** dans les eaux naturelles non polluées, le taux de nitrate est très variable suivant la saison et l'origine des eaux, il peut varier de 1 à 15 mg/l **[11] .**

II - 3-2- Nitrites (mg/l) :

Une eau contenant des nitrites est à considérer comme suspecte car cette présence est souvent liée a une détérioration de la qualité microbiologique. Suivant l'origine des eaux, la teneur en nitrite est assez variable**Erreur ! Signet non défini.** les nitrites sont exprimés en mg/l **[19] .**

II - 3-3- Ammonium (mg/l) :

L'ion ammonium est la forme réduite de l'azote organique, il provient principalement de la décomposition des protéines naturelles contenues dans le phytoplancton et les micro-organismes, il peut être aussi issu de l'apport d'effluents urbains épurés, des rejets industriels ou agricoles, il se trouve dans les eaux naturelles à des concentrations qui peuvent varier de 0,1 à plus de 10 mg/l**. [20].**

II - 3-4- Bicarbonates (mg/l) :

La présence des bicarbonates dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées (calcaire, dolomite, etc.) Par des eaux chargées en gaz carbonique. La somme des équations de dissolution est donnée comme suit :

$CaCO_3(s)+H_2O\ (l) + CO_2(g) = 2HO_3^- + Ca^{2+}{}_{(a\ q)}$ **Erreur ! Signet non défini.[21] .**

II - 3-5- Fer (mg/l):

Le fer est retrouvé dans les roches éruptives et dans les minéraux argileux, **Erreur ! Signet non défini.**Il se retrouve de manière plus importante dans les eaux souterraines car le fer est un élément de la croute terrestre à raison de 4.5 à 5%, le fer est exprimé en mg/l **[22] .**

II - 3-6- Manganèse (mg/l):

Le manganèse est présent, en quantité moindre que le fer, dans les roches et dans l'eau sous trois formes principales: ion manganeux (Mn^{2+}) à l'état naturel (sans influence notable sur la couleur, à l'état dissous); ion manganique (Mn^{4+}) au cours de traitement (généralement insoluble et précipité sous forme de MnO_2 (brun-noir); ion permanganique (Mn^{7+}) à l'état dissous (permanganate de couleur rose à violette). Le manganèse peut se trouvé complexé à des substances organiques ou lié à des bactéries. Son origine dans l'eau provient essentiellement de la dissolution des roches, et d'éventuels rejets industriels. Le manganèse est exprimé en mg/l **[23].**

II - 4- Importance de ces Paramètres:

Les eaux naturelles contiennent non seulement les produits de la dissolution des roches et des gaz de l'atmosphère mais aussi des substances entraînées par le lessivage des sols et les rejets urbains. Ces différentes substances influent sur la qualité de l'eau et par conséquent sur le développement de la faune et de la flore **[24] .Erreur ! Signet non défini.**

III- LES PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES :

Les analyses microbiologiques ont pour but de mesurer le degré de protection de la nappe aquifère et déceler la présence de contamination fécale, elles comportent la numération des germes totaux, la recherche et la numération des pathogènes, la recherche des parasites **[9].**

III- 1-Les Germes Totaux:

Ce sont des bactéries dites «revivifiables » **[17] ,Erreur ! Signet non défini.** capables de former des colonies sur milieu nutritif gélosé. En générale deux températures sont retenus pour les contrôles régimentaires: 22°C pour les germes psychrophiles et 37°C pour les germes mésophiles **Erreur ! Signet non défini.[25]**

III- 1-1- Coliformes Totaux:

Les coliformes appartiennent à la famille de *Enterobacteriaceae***,** le groupe de coliformes totaux comprend toute les bactéries aérobies et anaérobies facultatives Gram négatives non sporules cytochromes oxydases négatives en forme de bâtonnets qui font fermenter le lactose avec dégagement de gaz en moins de 48h à 35°C **[26].**

III- 1-2- Coliformes Fécaux:

Les coliforme fécaux ou coliformes thermo-tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44,5°C, la présence des coliformes fécaux témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale, provenant plutôt d'eaux enrichies en matières organiques **[27].**

III- 1-3- Streptocoques Fécaux:

Les streptocoques fécaux ou les entérocoques fécaux fuguèrent parmi les paramètres microbiologiques à rechercher, plus précisément, cette appellation correspond à des streptocoques du groupe D **[26],** il s'agit de Cocci à Gram positif de forme sphérique ou ovoïde, **Erreur ! Signet non défini.**ce sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud, et ne sont pas considérés comme pathogènes **Erreur ! Signet non défini.[28].**

III- 2- Clostrodiums sulfito-réducteurs:

C'est un groupe important de bactérie Gram positive, anaérobies, qui forment des spores, leur habitat naturel est le sol ou le gros intestin de l'homme ou des animaux. La plupart de ces espèces sont des organismes saprophytes dans le sol, leur présence dans l'eau peut être utilisée pour détecter une pollution fécale ancienne ou intermittente **[29].**

VI- POLLUTION DES EAUX :

Bien que l'eau soit un élément vital, elle peut être aussi un agent efficace de transport et de dissémination de la pollution et des maladies .C'est pourquoi nous devons prendre garde avec un soin extrême et une vigilance constante, de sa qualité et de sa potabilité**.**

La notion de la pollution ne se réfère donc pas à la pureté des eaux, ni même à leurs aptitude, mais aux modifications de leurs caractéristiques dues aux actions humaines**,** la pollution peut avoir plusieurs origines **[30].**

VI- 1-L'Origine de la Pollution:

VI- 1-1-L'Origine Domestique:

Provenant des habitations, elle est en générale véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration, la pollution domestique se caractérise selon Abdo et oukhelaf 2002 **[44]** par :

- Des germes fécaux.
- Des fortes teneurs en matières organiques.
- Des sels minéraux.
- Des détergents.

VI- 1-2-L'Origine Industrielle:

Les polluants de cette origine sont très variés selon le type d'activité (substances organiques, hydrocarbures, métaux lourds...). Les pollutions ici sont exceptionnelles et insidieuses. Un cas particulier est celui des exploitations minières. L'extraction des granulats en plaine alluviale met en contact l'eau de la nappe avec les polluants éventuels. **[44]**

VI- 1-3-L'Origine Agricole:

La pollution est étendue dans l'espace et dans le temps. En effet, elle est influencée par les pratiques de culture (utilisation massive des engrais et produits chimiques de traitement des plantes, l'irrigation), de l'élevage (élevage intensif des bovins et volailles)**.[44]**

VI- 1-4-L'Origine Urbaine et Routière:

Les risques de pollution apparaissent à la construction des réseaux routiers puis à leur exploitation (métaux lourds libérés par les véhicules, substances dangereuses échappées par accident) **[31].**

VI- 2- Les Types de Pollution:

VI- 2-1- La Pollution Physique:

VI- 2-1-1-La Pollution Mécanique:

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les eaux résiduaires industrielles, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension. **[32].**

VI- 2-1-2- La Pollution Thermique:

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries..); l'élévation de température qu'elle induit diminue la teneur en oxygène dissous. Elle accélère la biodégradation et la prolifération des germes. Il se trouve qu'à charge égale, un accroissement de température favorise les effets néfastes de la pollution**. [32].**

VI- 2-1-3-La Pollution Radioactive:

La pollution des eaux par des substances radioactives pose un problème de plus en plus grave, a un effet direct sur les peuplements aquatiques en raison de la toxicité propre de ses éléments et des propriétés cancérigènes et mutagènes de ses rayonnements **[32].**

VI- 2-2-La Pollution Chimique:

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle, domestique et agricole. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories:

*** Organique** (hydrocarbures, pesticides, détergents..).

*** Minérale** (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...).

VI- 2-2-1-La Pollution Organique:

Elle est due aux effluents chargés de matières organiques fermentescibles (Biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...), et par les effluents domestiques (déjections humaines, graisses,...etc.). La première conséquence de cette pollution est la consommation d'oxygène dissous de ces eaux. Les polluants organiques ce sont principalement les détergents, les pesticides et les hydrocarbures. **[33].**

a. Les Détergents:

Les détergents sont des composés tensioactifs synthétiques dont la présence dans les eaux est due aux rejets d'effluent urbains et industriels. Les nuisances engendrées par l'utilisation des détergents sont:

- L'apparition de goût de savon.
- La formation de mousse qui freine le processus d'épuration naturelle ou artificielle.
- Le ralentissement du transfert et de la dissolution de l'oxygène dans l'eau **[33].**

b. Les Pesticides:

On désigne généralement comme des produits utilisés en agriculture, les conséquences néfastes dues aux pesticides sont liées aux caractères suivants:

- Rémanence et stabilité chimique de ces produits conduisant à une accumulation dans les chaines alimentaires.
- Rupture de l'équilibre naturel. **[33].**

c. Les Hydrocarbures:

Provenant des industries pétrolières et des transports, qui sont des substances peu solubles dans l'eau et difficilement biodégradables, leur densité inferieure à l'eau les faits surnager. En surface, ils forment un film qui perturbe les échanges gazeux avec l'atmosphère **[33].**

VI- 2-2-2-La Pollution Minérale:

La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou des troubles physiologiques chez les animaux. Les polluants minéraux sont principalement les métaux lourds et les éléments minéraux nutritifs **[32].**

a. Les Métaux Lourds :

Les métaux lourds sont essentiellement le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le plomb (Pb), l'argent (Ag), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le nickel (Ni) et le zinc (Zn). Ces éléments, bien qu'ils puissent avoir une origine naturelle (roches du sous-sol, minerais), proviennent essentiellement de la contamination des eaux par des rejets d'activités industrielles diverses. Ils ont la particularité de s'accumuler dans les organismes vivants ainsi que dans la chaine trophique **[32].**

b. Les Eléments Minéraux Nutritifs:

Les principaux éléments nutritifs sont les nitrates et les phosphates provenant pour l'essentiel de l'agriculture et des effluents domestiques, ils sont à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques **[32].**

VI- 2-3-La Pollution Microbiologique:

Les eaux usées contiennent tous des microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille: les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes **[34].**

a. Les Virus:

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement.

L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation.

On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 103 et 104 particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel.

Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal; parmi les virus entériques humains les plus importants, il faut citer les entérovirus (exemple: polio), les rotavirus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A **[35].**

b. Les Bactéries:

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm. La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ 1012 bactéries/g. Les eaux usées urbaines contiennent environ 106 à 107 bactéries/100 ml dont 105 Proteus et entérobactéries, 103 à 104 streptocoques et 102 à 103 clostridiums. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonelles dont on connaît plusieurs centaines des écotypes différents, dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Des germes témoins de contamination fécale sont communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau ce sont les coliformes thermo tolérants **[36].**

c. Les Protozoaires:

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées. Parmi les protozoaires les plus importants du point de vue sanitaire, il faut citer *Entamoeba histolytica*, responsable de la dysenterie amibienne **[34].**

VI- 3-Les Conséquences de la Pollution:

La pollution peut avoir des conséquences graves sur la santé de l'homme et son milieu écologique.

VI- 3-1-Les Conséquences Ecologiques:

Les conséquences écologiques se mesurent en comparant l'état de milieu pollué par rapport à ce qu'il aurait été sans pollution. D'une manière générale ces conséquences sont à considérer au travers de la réduction des potentialités d'exploitation du milieu (pêche, tourisme, etc.) à court et à long terme **[37].**

VI- 3-2-Les Conséquences Sanitaires:

Les conséquences sanitaires sont donc celles à prendre en compte en priorité .la mauvaise qualité de l'eau, le manque d'hygiène et la pauvreté peuvent provoquer des maladies à transmission hydrique :

Les Maladies à Transmission Hydrique (MTH):

Sont des maladies contractées par ingestion, par contact direct ou encore les maladies pour lesquelles l'eau est un habitat d'hôtes de larves ou de parasites**.**

a- Les Maladies de Mains sales :

Les maladies liées à l'eau portent gravement atteinte à la santé humaine. Elles sont variées mais toutes indiquent le besoin crucial d'une eau salubre. De nombreuses maladies, proviennent uniquement du fait d'employer une eau non salubre, pour boire et préparer les aliments. D'autres sont dues à la pénurie d'eau responsable d'une mauvaise hygiène corporelle et vestimentaire. Autrement dit, les maladies de mains sales sont des risques sanitaires liés à la quantité insuffisante de l'eau (problème d'hygiène) **[38].**

b- Le Choléra:

Quand on absorbe de la nourriture souillée ou de l'eau non potable. Le choléra est une infection intestinale aiguë qui commence par une diarrhée aqueuse indolore, des nausées et des vomissements. La plupart des sujets atteints ont une diarrhée très bénigne ou une infection asymptomatique, Le choléra est causé par la bactérie *Vibrio cholerae*. Les gens sont infectés après avoir consommé des aliments ou de l'eau qui ont été contaminés par les selles de personnes infectées **[39].**

c-Les Diarrhées:

Une diarrhée est définie par l'émission de selles trop fréquentes, trop abondantes, de consistance anormale (liquides ou très molles) et quand on absorbe de la nourriture souillée ou de l'eau non potable. Quand on mange avec les mains sales. Quand on met les objets souillés à la bouche **[38].**

d- La Poliomyélite:

La poliomyélite est une maladie infectieuse transmissible aiguë, essentiellement neurotrope, immunisante, endémo-épidémique, due à un poliovirus sauvage, entérovirus de la famille des *Picornaviridae*. Il y a trois stéréotypes différents de poliovirus sauvages (PVS1, PVS2, PVS3). La gravité, en termes de santé publique, de la poliomyélite est surtout liée aux séquelles motrices définitives qu'elle entraîne. Cette maladie se transmet par l'intermédiaire de la nourriture et de l'eau contaminées par les matières fécales (excréments) des personnes infectées **[39].**

e- La Fièvre Typhoïde:

La fièvre typhoïde est due à *Salmonella enteritica sérova typhi*. (Bacille d'Eberth). Les fièvres paratyphoïdes sont dues à *Salmonella paratyphi* A, B et C. La fièvre typhoïde est devenue rare dans les pays industrialisés du fait des progrès de l'hygiène et de l'amélioration des conditions d'approvisionnement en eau potable **[39].**

f- La Méningite:

Les méningites infectieuses de l'enfant représentent des maladies hétérogènes comportant d'une part les méningites virales de loin les plus fréquentes et dont l'évolution est en règle simple sans traitement particulier et d'autre part les méningites bactériennes sont plus rares mais graves. Trois espèces bactériennes se partagent la quasi-exclusivité des cas: *Streptocoques pneumonie*, *Neisseria meningitidis* et *Haemophilus influenza* **[40].**

g- Les Hépatites A et E:

Le virus de l'hépatite A (VHE A) et E (VHE) se transmet en général par voies fécaux orales, soit par contact direct d'une personne à l'autre, soit par ingestion d'eau ou d'aliments contaminés. Il peut aussi se propager lors de certaines pratiques sexuelles **[41].**

Erreur ! Signet non défini.

I- PRESENTATION DE LA REGION DE CHIFFA :

1- Localisation de la Chiffa :

La région de la Chiffa est située à environ 10km à l'ouest de willaya de Blida, à environ 55km au sud ouest de la wilaya d'Alger et à environ 17km au nord de Médéa (figure 2).

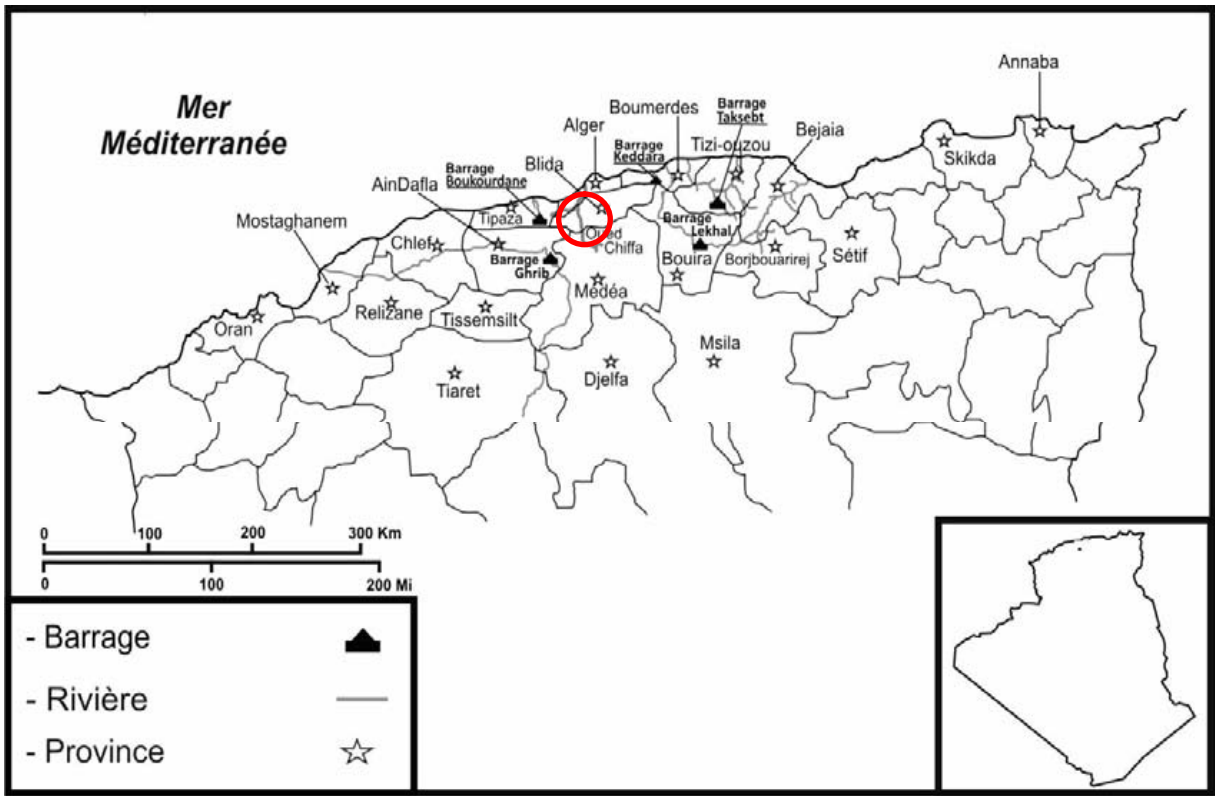


Figure 2: Localisation de la région de Chiffa [42].

2-La géologie :

La région de Chiffa se présente comme une barrière rocheuse à topographie très tourmentée, accentuée par des profonds ravinements faisant apparaitre une multitude de bas-fonds et de thalwegs, la déclivité observée est importante (50-70%).

L'oued Chiffa traverse de sa naissance deux vastes anticlinaux de l'Atlas Blidéen de direction Nord-est Sud-ouest, le plus septentrionale, celui de Blida s'étend sur plus de 25 km, ces massifs sont éthologiquement très homogènes constitués essentiellement de schistes plus ou moins argileux **[43].**

3-Pédologie :

La nature du sol et l'épaisseur des horizons sont étroitement liés à la nature de la végétation et au type de roche mère. Cette dernière justifie le type de sol de la Chiffa qui est constitué essentiellement de schistes, grés et calcaires. **[43].**

4-Hydrographie :

La topographie et la nature des roches (schistes) de la Chiffa favorise l'installation d'un réseau hydrographique creusé profondément sur les versants septentrionaux on distingue une série d'oueds d'orientation générale Sud-ouest et Nord-est qui déversant leurs eaux dans une artère de drainage collective du bassin versant de l'oued Mazafran. Parmi ces Oueds , Oued Chiffa qui est le plus important par sa largeur et son débit et qui prend sa source dans les monts de Médéa et coule au fond des gorges de la Chiffa. Il prend naissance de la confluence de l'oued Mouzaia et de l'oued Sidi-Bahloul. Il longe la plaine de la Mitidja jusqu'à l'oued Mazafran pour se déverser dans la mer méditerranéenne (figure 3). [**44**].

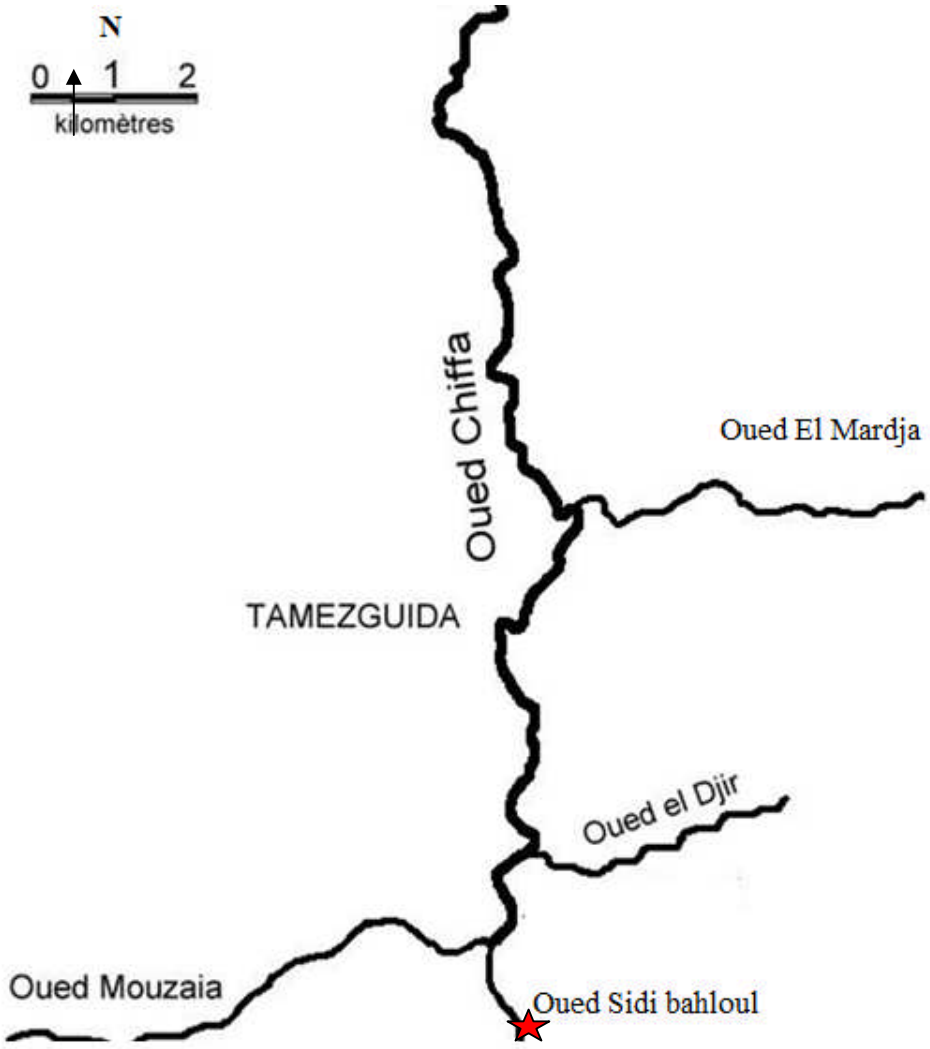


Figure 3: Oued Chiffa et ses affluants (l'étoile rouge c'est notre zone d'étude) **[45]**

II-LE CLIMAT :

1-La température:

La région de Chiffa appartient au diamètre du climat méditerranéen, alternant une saison sèche et une saison humide .les températures varient selon les régions et les saisons.

La zone de la Chiffa est comprise entre les isothermes 8 et 11°C de température moyenne annuelle, les sommets étant plus froids et les piémonts plus chauds.

Pour ce qui est des températures moyennes mensuelles leur minimums se situe entre décembre et février, les températures les plus basses sont enregistrées à la région avec 3°C le maximum a lieu généralement au mois d'aout.

Tableau 1: Les températures mensuelles moyennes des années 2010-2015 selon la station météorologique de Blida

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2010	2,51	8,81	7,26	6,61	12,66	20,01	21,21	21,41	21,21	12,76	6,51	1,85
2011	2,45	1,44	5,86	6,16	9,26	18,26	22,91	23,31	18,81	10,16	6,66	2,95
2012	2,45	4,51	4,51	7,66	13,06	13,51	20,11	22,66	19,76	10,96	8,86	4,91
2013	3,96	2,51	5,96	7,66	12,66	18,66	22,56	23,41	16,35	12,03	6,41	4,66
2014	3,96	3,3	5	8	12,7	16,6	21,8	22,2	18,3	11,04	6,9	3,7
2015	4	2,6	6	7,5	14,5	17,02	22,66	23,4	19,4	12,6	7,34	4,65
Moy	**3,22**	**3,86**	**5,67**	**7,26**	**12,47**	**17,34**	**21,87**	**22,73**	**18,97**	**11,59**	**7,11**	**3,78**

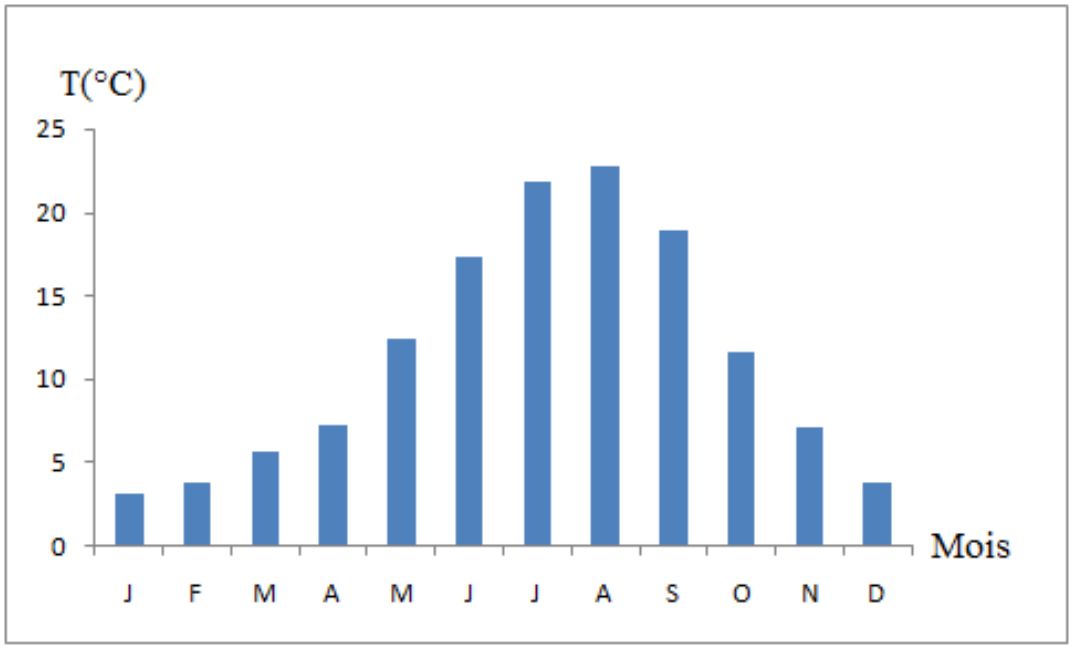


Figure 4 : Les températures mensuelles moyennes des années 2010-2015

2-La pluviométrie :

La pluviosité augmente avec l'altitude. Elle est plus élevée sur les versants exposés aux vents humides. Elle augmente également d'Ouest en Est et diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral vers le sud à cause de l'appauvrissement progressif de l'atmosphère en vapeur d'eau. Cet appauvrissement est dû aux courants aériens qui abandonnent leurs pluies en franchissant les chaines montagneuses successives .l'atlas Blidéen est caractérisé par d'importantes précipitations, le gradient pluviométrique moyen est de 19,2 mm pour 100m.

Les premières pluies apparaissent en général au mois de Septembre mais en très faibles quantités. Les précipitations les plus élevées se situent essentiellement d'Octobre à Avril, avec un maximum entre Décembre et Mars, puis diminuent progressivement jusqu'à devenir pratiquement nulles en Juillet et Août. **[46]**

Tableau 2: Les précipitations mensuelles moyennes des années 2010-2015 selon l'agence nationale des ressources hydriques.

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2010	80,47	54,91	39,45	57,92	37,08	2,37	3,07	4,52	23,18	37,86	69,46	70,76
2011	83,46	55,03	38,56	56,34	35,09	2,04	3,45	4,62	25,63	39,38	70,34	70,83
2012	90,35	54,68	37,45	58,64	38,48	3,53	3,02	4,85	22,55	37,23	68,36	73,48
2013	85,45	59,36	39,04	57,98	35,89	1,45	2,85	5,05	24,35	40,42	69,05	68,76
2014	83,95	54,16	38,26	57,45	39,34	2,35	2,90	4,25	30,27	35,48	65,07	75,69
2015	78,34	56,48	39,35	55,83	38 ,94	2,11	3,05	4,75	21,83	36,76	71,06	72,46
Moy	**83,67**	**55,77**	**38.68**	**57.36**	**37.47**	**2.27**	**3.05**	**4.67**	**24.63**	**37.85**	**68.90**	**71.99**

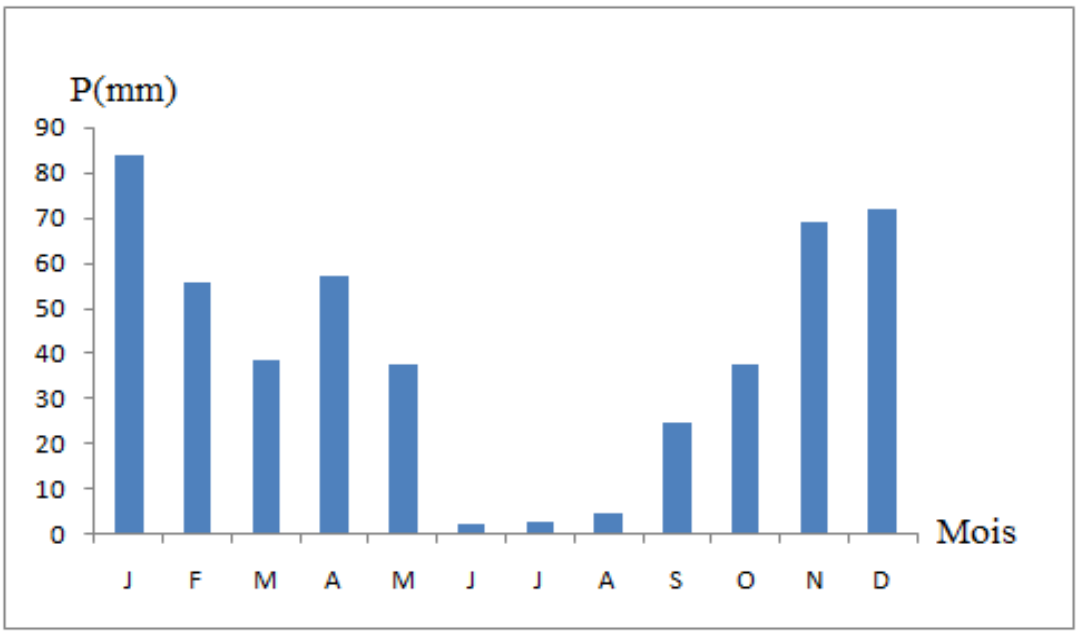


Figure 5: Les précipitations mensuelles moyennes des années 2010-2015

3-Diagramme Ombrothermique :

En climatologie, les données thermométriques et pluviométriques prises isolément n'ont qu'un intérêt réduit. Par contre, si ces deux paramètres sont regroupés ensemble plusieurs indices peuvent être élaborés :

- Le quotient pluviométrique d'Emberger
- Le diagramme ombrotherrnique de BAGNOULS et (GAUSSEN

a- Le quotient pluviométrique d'Emberger (Q2) a été mis au point en 1955. Il met en évidence 5 étages bioclimatiques. Il tient compte de la pluviosité moyenne *annuelle (* P en mm), et la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (M), et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid (m) et de l'évaporation proportionnelle à l'amplitude thermique (M-m). Il est donné par la formule Q2 = 1000p / [(M+m/2) (M-m)]

Ce quotient permet de déterminer le bioclimat de la station étudiée et caractérise la richesse du climat. Une région est d'autant plus sèche que la moyenne (M + m)/2 est plus élevée et que l'amplitude extrême (M-m) est plus grande **[47]** et par conséquent le quotient pluviométrique est le plus petit.

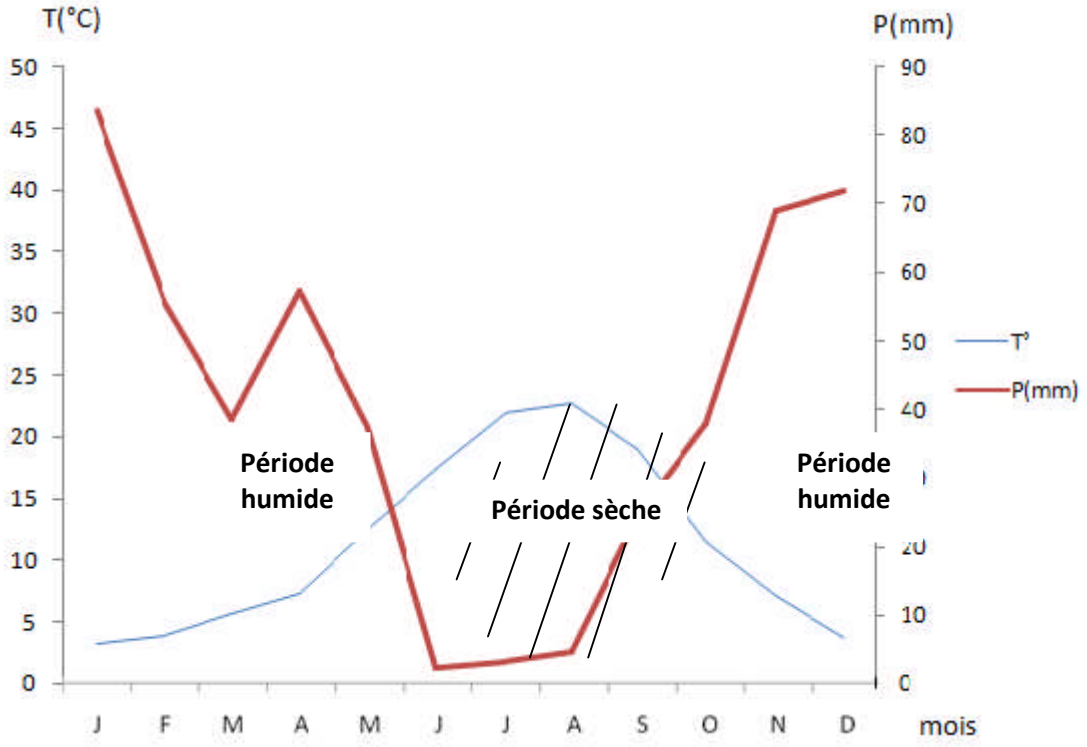


Figure 6: Le Diagramme Ombrothermique

On observe à partir ce diagramme que la saison sèche est située entre le mois de Mai et le mois de septembre délimité par deux saisons humides.

4-L'étage climatique : pour déterminer l'étage climatique on a utilisé des données de l'année 1972 (absence de données récentes)

Tableau 3 : températures et pluviométries mensuelles moyennes et annuelle pour la station météorologique de Blida **[46]**

Paramètre \ Mois		J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	Moy annuelle
T(°C)	M	14,45	15,75	18,45	20,75	25,45	28,35	33,75	33,85	30,95	24,15	18,65	16,35	22,48
	M	7,4	8,3	9,1	11,6	15,4	18,1	21,6	21,4	20	14,7	11	18	14,72
	(M+m)/2	10,9	12,02	13,7	16,07	20,4	23,2	27,7	27,6	25,5	19,4	14,8	17,2	19,84
P (mm)		98,35	82,46	55,35	48,62	37,64	4,65	3,47	6,47	34,94	41,32	74,64	83,46	571.37

La détermination de la valeur de Q_2 :

$Q_2 = 1000p / [(M+m/2)(M-m)]$

$Q_2 = 1000 \times 47.61 / (19.84)(33.84-7.4)$ $\quad Q_2 = 90.72$

p : moyenne des précipitations annuelles en mm

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud .en °C.

M : moyenne des températures minimales du mois le plus froid en °C.

M-m : l'amplitude thermique extrême.



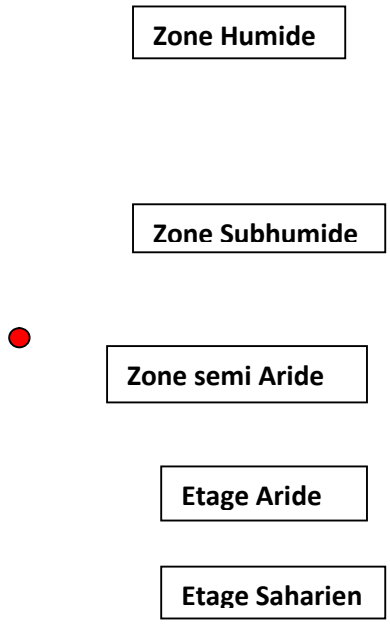


Figure7 : La position de la station d'étude sur le Climagramme d'Emberger

Avec une valeur de Q_2 égale à 90.7 et une température m de 7.4°C la zone de Chiffa est située dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver doux.(figure 7).

5- Les crues :

Les premières pluies apparaissent en Algérie en général au Mois d'octobre rarement au mois de septembre. Les crues les plus importantes s'observent en novembre et décembre entraînant un remaniement total du lit de l'oued surtout dans la partie amont de l'oued Chiffa qui draine les eaux de ses affluents. L'importance des crues est favorisée par l'absence de végétation important sur les bassins versants. A l'oued Mouzaïa la pente du cours d'eau facilite ce phénomène **[48].**

III- PRESENTATION DE LA STATION DE TRAITEMENT DE LA CHIFFA :

1- Situation géographique:

La station de traitement de la Chiffa est mise en marche en 1973. Cette station se situe à proximité de la route reliant Blida à Médéa (figure 8), à une douzaine de kilomètres au nord de la ville de Médéa (en allant vers Blida). Cette usine est destinée à alimenté en eau potable la ville de Médéa et le complexe SONACOME et la ville de Bourouaghia, elle assure environ 50% de l'alimentation en eau potable. La station est conçue pour traiter un débit de 10368m^3 /jour **[48].**

2- Description générale de la station de traitement de Chiffa :



Figure 8 : photo satellitaire de la station de traitement de Chiffa (Google earth, juin 2017)

3- Caractérisation des eaux brutes reçues par la station de traitement:

L'Oued Chiffa prend son origine de 3 Oueds :

- Oued EL.DJIR
- Oued MERDJA
- Oued CHIFFA : alimenté par : oued MEDEA et TEMZGUIDA.

Les eaux brutes peuvent être chargées en période de crue et leur charge peut atteindre 20 g/ l de matière solide

L'eau brute d'oued EL_MERDJA traitée au niveau du monobloc d'EL_HAMDANIA, arrive directement à une conduite de 300mm de diamètre.

Dans le cas ou l'eau ne serait pas traitée au niveau de la station monobloc, l'eau alimente suivant sa charge, soit les débordeurs, soit directement les décanteurs ou les filtres de la station à l'aide d'un jeu de by-pass. **[48].**

4-Prise d'eau :

4-1 Prise d'eau Oued Chiffa :

Le Prise d'eau d'Oued Chiffa est implantée juste à proximité de la station, se situe à100m vers l'aval du confluant des oueds Tamezghida et Medea (figure9). Elle est constituée d'une digue

en béton armé .les eaux accumulées sont déviées vers une bâche qui refoulement ces eaux brutes vers la station de traitement. **[48]**

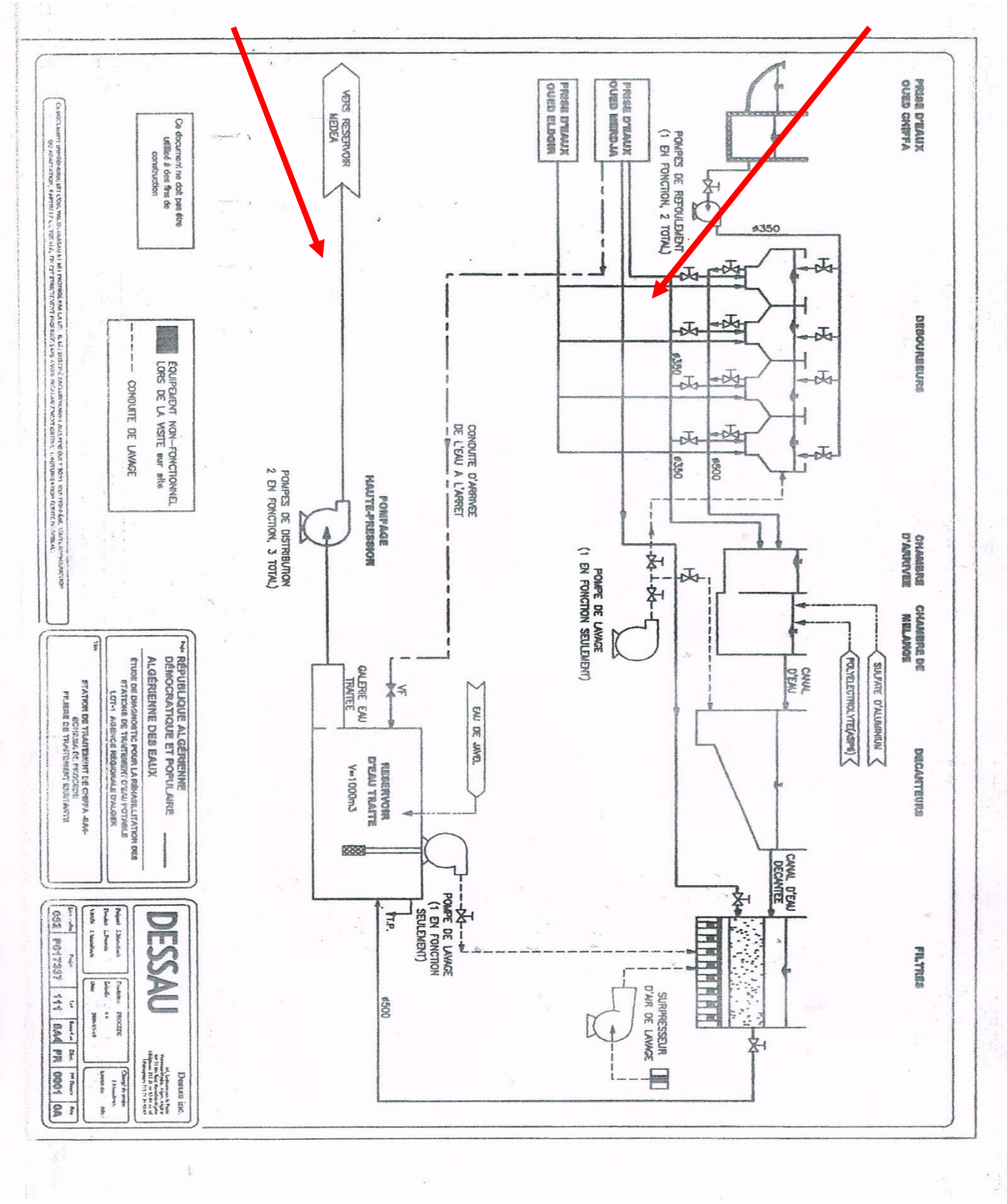


Figure 10 : Mode de fonctionnement de la station de traitement **[49].**

4-2 Prise d'eau oued EL_DJIR :

Le Prise d'eau oued EL_DJIR réalisé en 1980 pour renforcer l'apport en eau pendant la période d'étiage, elle est située à environ 1km en aval de la station de traitement; elle est constituée d'une digue gabion et en béton.

Une bâche à environ 100m a été installée avec pompe submersible qui refoule vers la station de traitement **[48].**

4-3 Prise d'eau oued EL_MERDJA :

elle constituée d'une digue en béton armé au seuil de dérivation sur L'Oued EL_MERDJA, 3 pompes submersibles 2 qui refoulent vers la station monobloc et1 vers la station de traitement **[48]**

6- Traitement de clarification :

6-1 Le débourbage : c'est au but de débarrasser le labour dans le bassin de 460m^3.

430 m^3exploitables le reste 30m^3 labour.

Le débordeur :

Les débordeurs étaient dimensionnés de telle sorte que le temps de séjours de l'effluent soit d'une heure le cycle complet permet d'éliminer 70% environ des boues lorsque l'eau atteint la charge de 20g/l. La capacité totale d'un bassin est de 540$m^{3,}$ sa capacité réelle de l'effluent pré clarifier est de 432 m^3

Le cycle totale de fonctionnement des quatre bassins dure 4heures, au débit maximum de l'installation, et se répartit comme suit :

- 1heure de remplissage au débit de 540 m^3/h
- 1heure de repos intégral.
- 1heure de soutirage à raison de 432 m^3/h.
- 1heure de nettoyage.

La capacité totale de soutirage est de 1730 m^3 pour les quatre bassins, chaque bassin est isolé de l'ensemble par une vanne.

L'eau débordée et prise en surface à l'aide d'un tuyau perforé supportée par un flotteur, puis refoulée par une conduite vers la tour d'équilibre **[48].** (figure11).



Figure 11 : Le débordeur (Originale, 2017)

Figure 11 : la tour d'équilibre **(Originale, 2017)**

6-2 La coagulation :

La coagulation se fait par l'ajout des sels métalliques (généralement le fer ou l'aluminium) permet de supprimer la répulsion inter colloïdales : les cations métalliques se lient aux colloïdes et les neutralisent, les particules colloïdales peuvent désormais se rencontres. **[50].**

- **Tour d'équilibre :**

L'eau pré-clarifié arrivée gravitairement du débordeur en vidange sous une charge variable d'où la nécessité de régler le débit par une vanne cylindrique de régulation située après une tour d'équilibre.



<u>Figure 12</u> : Bassin de régulation.
(Originale, 2017)

- **Chambre coagulation – régulation :**

La vanne cylindrique permet de maintenir le niveau constant à l'entrée des décanteurs malgré les variations de la charges dues au vidange du débordeur. (figure12)

Les réactifs de coagulation et pré chloration sont injectées dans la chambre .les mélanges bruts et réactifs sont canalisé vers les floculateurs **[48].**

6-3 La floculation :

La floculation permet de s'attaquer au problème des faibles diamètres des colloïdes, le véritable souci est en fait la masse, qui ne permet pas une sédimentation naturelle et exploitable dans le cadre d'un traitement.

Les floculateurs :

La station est pourvue de deux floculateurs dont les caractérisations sont les suivantes :

- A ciel ouvert –carré.
- Fonctionnement : parallèle.
- Capacité : 140 m^3
- Surface de bassin : 73.92 m^3
- Surface totale : 148.8 m^2
- Volume 140 m^3
- Profondeur : 3.78 m
- Dimension : 11.20 x 6.60m
- Temps de séjour total au début de fonctionnement : 20mn
- Fréquence de nettoyage : 1 foi /moi
- Vitesse (m/s) :2m^3/m^2/h

Le système de dosage a l'aide floculent :

- Type de floculent : ASP6
- Capacité de réservoir de stockage : 2600 L (2bacs)
- Dose moyenne de floculant : 0.30ppm
- Points d'injection : bassin mélangé
- Mode de livra : sac de 20 kg
- Mode de préparation : manuelle avec agitation mécanique **[48].**



<u>Figure 13</u>: Les floculateurs (Originale, 2017).

6-4 La décantation :

La décantation une technique de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemble en floc, après l'étape de coagulation-floculation

- **Les décanteurs :**

Ils sont au nombre de deux formes rectangulaire, la répartition de l'eau se fait comme suit :
A l'entrée par les orifices déflecteurs d'équine répartition ;
A la sortie par des orifices de collecte
Les caractéristiques des bassins de décantation sont la suivant :
Nombre de bassin : 02

- Fonctionnement : parallèle.
- Capacité : 900 m^3
- Surface de bassin : 449m^2
- Surface totale :(449x2) m^2
- Volume : 900 m^3
- Profondeur : variable (2et4m)
- Dimension de bassin : 30m x14.90m
- Temps de séjour total au début de fonctionnement : 2 heurs
- Description de mode d'entré de l'eau floculée au décanteur : par goulates
- Fréquences de vidange de l'eau clarifiée : 1 fois par mois
- Vitesse de remonté au débit de 1281L/S **[48].**

6-5 La filtration :

La filtration est un procédé destiné à clarifier un liquide qui contient des MES en le faisant passer à travers un milieu poreux constitué d'un matériau granulaire .

- **Les filtres à sables :**

Ils sont constitué par une batterie de trois filtres rapides (figure 14)et caractérisé par :

- Type de filtre : rapide a ciel ouvert.
- Fonctionnement : parallèle.
- Surface de filtre : 30 m^2.
- Surface totale : 90 m^2.
- Volume : 81 m^3.
- Profondeur du sable : 0.90m.

- Dimension de bassin : 3m x 10m.
- Vitesse de filtration : 5 m^3/m2/j.



Figure 14 : Le Filtre à sable (Originale, 2017).

Milieu filtrant :

- Matériel : sable siliceux.
- Granulométrie : 0.8 à1.2mm.
- Grandeur effective : 0.3-1mm.
- Milieu filtrant : fin.
- Profondeur : 90cm.

Lavage des filtres :

- Fréquences de lavage des filtres :
- Hiver : 2foi par j.
- Été : 1foi par j.
- Volume moyen d'eau requise : 100 m3.
- Origine de l'eau de lavage : eau traitée.
- Destination de l'eau de lavage : récupération pour lavage de l'autre ouvrage . **[48].**

La désinfection (réservoir) :

C'est l'étape ultime de traitement de l'eau de consommation avant distribution, elle permet d'éliminer tous les micro-organismes pathogènes de l'eau, il peut subsister dans l'eau quelques graine banals car la désinfection n'est pas une stérilisation. Les caractéristiques du bassin de désinfection sont les suivant :

- Souterrain en béton,
- Nombre de bassin : 01.
- Capacité : 1000 m^3.
- Surface de bassin : 225m^2.
- Volume 1000 m^3.
- Profondeur : 4m.
- Dimension des bassins : 15 m x4m.
- Temps de contact moyen avec le désinfectant : 30 min.
- Points de prélèvement : eau traité. **[48].**

1.7.7 Caractéristique du système d'alimentation de chlore :

- Nombre de chloration : 01citerne de 3500L
- Localisation des points d'injection : pré chloration :bassin de coagulation .
- Chloration : bassin de désinfection.
- Temps de contact : 20 mn.
- Type de dosage : en continu.
- Mode de fonctionnement du système : en continu.

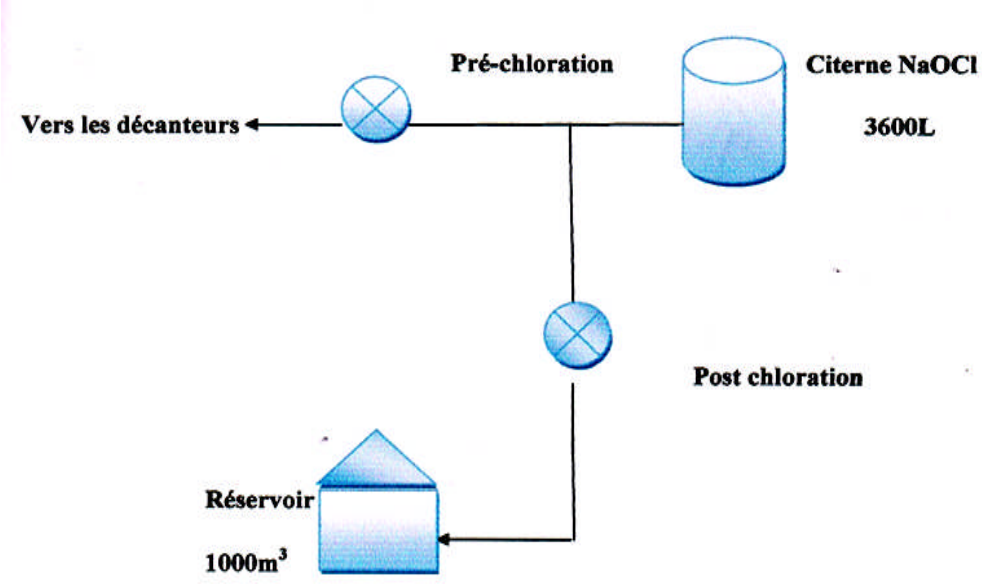


Figure15 : Le Système d'alimentation en chlore. [48].

I- Le but général de la manipulation :

Nous avons effectués des analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau brute et de l'eau traitée et nous avons suivi l'évolution de ces paramètres pendant une période de 6 mois .

II- Méthodologies

II- 1 Echantillonnages :

Afin d'effectuer l'analyse physicochimique et bactériologique des différentes eaux de oued Chiffa, 6 compagnes d'échantillonnage ont été programmées du mois de décembre 2016 au mois de mai 2017, ces compagnes sont espacées entre elles d'environ 30 jours. La date de chaque prélèvement est illustrée dans le tableau.

Tableau4: les dates de prélèvements**.**

Prélèvements	**P1**	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**	**P6**

Dates	25/12/16	03/01/17	12/02/17	25/03/17	03/04/17	02/05/17

L'objectif de l'échantillonnage est d'obtenir des prélèvements représentatifs de l'élément que l'on désire analyser **.**

II- 2 Prélèvement des échantillons:

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifié les caractéristiques physico-chimiques ou bactériologiques étudiés [**50]**

II- 3 Matériel de prélèvement :

Le Matériel de prélèvement doit faire l'objet d'une attention particulier [**51].** Les échantillons sont pris dans des flacons en verre de 250 ml stérilisés, s'ils font objet d'une analyse physico-chimique et pour l'analyse microbiologique on utilise des bouteilles ou des flacons de 1,5 litre en plastique préalablement bien lavés et rincés avec de l'eau à examiner.

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physicochimiques et microbiologiques de l'eau d'Oued Chiffa,

Les analyses microbiologiques et physicochimiques ont été réalisées au sein du laboratoire de l'Algérienne des eaux (ADE) de MEDEA. L'étude de la qualité de l'eau comporte trois étapes:

*Prélèvements, échantillonnages**.**

*Analyses.

*Interprétations.

Dans chaque site on a pris 02 échantillons, un pour les analyses physicochimiques et un pour les analyses microbiologiques. La température de l'eau est déterminée sur le site. L'étiquetage des échantillons est effectué également sur le site (type d'eau, date, heure de prélèvement).

II- 4 Les techniques expérimentales:

L'analyse a pour but la surveillance de la qualité de l'eau d'oued Chiffa. La première démarche consiste à choisir le compartiment où se fera l'échantillonnage toute en tenant compte d'un certain nombre de paramètres (accessibilité, sécurité de l'échantillonnage, ..).

Point1 : Eau brute : le point d'entrée de l'eau à la station de traitement de Chiffa.

Point2 : Eau traitée: le point de sortie de l'eau de la station de traitement de Chiffa (après traitement).

II- 5 Conditions d'échantillonnage d'eau pour analyses physico-chimiques :

Le prélèvement des échantillons pour nos analyses physico-chimiques est d'une grande importance puisque les résultats reflètent directement les caractéristiques chimiques de l'eau

prélevée. Nos échantillons prélevés dans des récipients propres rincés plusieurs fois avec l'eau à analyser puis fermés hermétiquement sans laisser de bulles d'air dans le flacon pour éviter les faux résultats.

II- 6 Conditions d'échantillonnage d'eau pour analyses microbiologiques:

Pour les échantillons destinés à l'analyse microbiologique on a effectué notre prélèvement pendant les premières heures du matin (9h du matin). Dans des bouteilles stérilisés, on a remplis de l'eau jusqu'à l'épaulement en laissant un espace d'air d'au moins 2,5 cm, le bouchon est remis immédiatement après le prélèvement.

II- 7 Le choix et le mode de lavage du flacon:

Pour le dosage nous avons utilisé des récipients en verre pour éviter toute contamination possible. Les récipients sont préparés la veille du prélèvement selon le mode opératoire suivant :

- Laver le récipient et le bouchon avec une solution diluée de détergent et d'eau du robinet.
- Rincer abondamment avec l'eau du robinet.
- Rincer avec une solution aqueuse d'acide Nitrique à 10%.
- Vider et remplir complètement avec une solution aqueuse d'acide Nitrique 10%.
- Fermer avec le bouchon et laisser reposer pendant au moins 24h.
- Vider le récipient, rincer avec de l'eau d'une qualité appropriée (eau ultra pure), et replacer immédiatement le bouchon.

II- 7.1 Pour l'eau brute:

On a remplis les bouteilles et les flacons depuis l'oued Chiffa après avoir rincé les flacons avec de l'eau à analyser après on a effectué l'étiquetage.

II- 7.2 Pour l'eau traitée:

L'eau traitée mise directement dans des flacons et des bouteilles est prélevée à partir d'un tuyau sortant de la station après traitement. Dans le cas de l'analyse bactériologique, on laisse donc l'eau couler pendant un certain moment au voisinage d'une flamme puis on rempli les flacons.

II- 8 Conditions de transport :

L'analyse doit être effectuée le plus vite possible. Les échantillons sont transportés dans des glacières dont la température est comprise entre 4 et 6°C car la variation de cette dernière est susceptible de modifier la population bactérienne

III-Analyses physicochimiques :

III-1. Température :*principe : La température est mesurée par un thermomètre et les valeurs obtenues sont estimée en °C.

***Mode opératoire :**

Rincer le thermomètre dans l'échantillon et laisser l'appareil se stabiliser puis noter la valeur de la température.

III-2. La conductivité :

Principe : la conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique. La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en micro-siemens par centimètre (µS/cm).



<u>Figure 16</u> : Conductimètre (marque : WTW LF 197) (Originale,2017)

Mode opératoire:

D'une façon générale, on a opéré la verrerie rigoureusement propre et la rincée, avant usage, avec de l'eau distillée, puis on a rincé plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soit complètement immergées**. (figure 16)**

Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes.

Expression des résultats: Le résultat final est donné directement en µS/cm.

III- 3. pH:

Principe : le pH en relation avec la concentration des ions (H^+) présent dans l'eau ou les solutions .la différence du potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongent dans même solution est une fonction linéaire du Ph de celle-ci. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+



Figure 17: pH Mètre (marque : pH 540 GLP) (Originale,2017)

Mode Opératoire:

- Allumer le pH Mètre.
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Prendre dans un petit bêcher, la solution tampon pH = 7
- Régler l'agitation à faible vitesse.
- Tremper l'électrode de pH dans la solution tampon pH = 7
- Laisser stabiliser un moment jusqu'à affichage du standard 2.
- Enlever l'électrode et la rincer abondamment avec l'eau distillée.
- Ré étalonner de la même manière avec les solutions tampon pH = 9 où pH = 4.

Puis rincer abondamment l'électrode avec l'eau distillée. **(figure 17)**

Dosage de l'échantillon:

Prendre environ : 100 ml d'eau à analyser.

 Mettre un agitateur avec une faible agitation.

 Tremper l'électrode dans le bêcher.

 Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.

 Puis noter le pH.

III-4.Salinité :

On a les mesurés dans le même appareil Multimètre ou Conductimètre dans (la figure 16).

Salinité = Conductivité /0.66. [**49]**

III-5.Taux des Solides dissous (TDS) :

On l'a mesurés dans le même appareil Multimètre ou Conductimètre dans la photo précédente TDS = Conductivité ×0.64. [**49]**

III-6. La turbidité :

Principe : La détermination de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute.



Figure18 : Turbidimètre (marque HACH 2100 N). (Originale,2017)

Mode opératoire :

Remplir une cuvette de mesure propre et 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. (figure 18)

* **Expression des résultats :**

La mesure est obtenue directement en NTU.

III-7. la dureté totale (TH) :

Principe : Le titre hydrotimétrique correspond à la teneur globale en sels de calcium et de magnésium,

Dans la plupart des eaux naturelles, le calcium contribue au TH dans la proportion de 70 à 90%. Le TH total correspond à la totalité des sels de calcium et de magnésium. Cette valeur est utilisée lorsqu'on parle couramment du TH de dureté de l'eau.

Mode Opératoire :

Calcium + Magnésium Acidifier (jusqu'au pH 4-5)

250 ml de l'échantillon à analyser avec de l'acide chlorhydrique dilué (environ 1 M). Ajouter environ 0.1 g de complexonate de magnésium (Na2MgY). Ajouter de la solution tampon ammoniacal jusqu'à pH 10 (vérifier avec le papier indicateur de pH), ajouter une pointe de spatule de noir d'Eriochrome T comme indicateur et titrer à l'EDTA 2 10-2 M jusqu'au virage de l'indicateur. Celui-ci passe du rouge bordeaux au bleu. Titrer lentement vers la fin.

Déterminer la teneur en calcium dans la pipette gradué, puis on a pu trouver la somme calcium-magnésium et par différence le magnésium (mole l-1). Déterminer la dureté calcaire, magnésienne et totale des différents échantillons d'eau.

Expression des résultats :

La dureté s'exprime couramment en degrés.

Dureté calcaire = teneur en Ca seule

Dureté magnésienne = teneur en Mg seule

Seul dureté totale = teneur en Ca et Mg

Mg2+ = TH-Ca2+ (en mg /L).

III-8 Calcium (Ca^{+2}) :

Le dosage est effectué selon la norme ISO 6058 :

On a mis une 10 ml de l'échantillon et le mettre dans une éprouvette graduée puis le volume est complété jusqu'à 50 ml avec de l'eau distillé. 2ml de la solution de soude (2N) sont ajouté pour ajusté le PH entre 12 et 13. L'indicateur utilisé est le murexide qui forme un complexe rose avec le calcium.

Lors du tirage, L'EDTA réagit avec des ions calcium et l'indicateur vire alors on peut remarqué le virage de couleur Rose vers la couleur violette ..

III-9 Le magnésium (Mg^{2+}) :

L'origine de magnésium dans les eaux est liée à la dissolution des formations carbonatées à fortes teneurs en magnésium (Magnésite et dolomite).

La teneur en magnésium est calculée par la formule suivante :

$$[Mg^{+2}] = TH - [Ca^{+2}]$$

III-10 Bicarbonates (HCO^{3-}) :

Technique

Le dosage des bicarbonates est effectué en utilisant l'indicateur de méthyle orange quand le pH est inférieur de 8 et le phénol phtaléine qu'au pH supérieure de 8

Le principe

- On prend 100 ml d'eau à analyser ;
- On ajoute quelques gouttes de méthyle orange ;
- On titre avec l'acide sulfurique.

III-11 Les nitrites (No^{2-}) :

Principe: la réaction des ions nitrites présents dans une prise d'essai, à ph = 1.9 avec le réactif amoni-4 benzéne sulfonamide en présence d'acide ortho-phosphorique forme un sel diazoique qui se complexe avec le dichlor-hydrate de N-(naphtyl-1) diamino -1.2 éthane pour donner une coloration rose .

Le Principe :

40 ml de l'échantillon sont prélevés puis 1 ml du réactif mixte y est ajouté , après 10 minute si une couleur rose est décelée , une lecture au spectrophotomètre (figure19) à 543 nm est automatiquement imposée . Noter la valeur et enregistrer.

III-12 l'azote Ammoniacal (NH_4^+):

Les ions ammonium ont été dosés par la méthode HACH de Nessler, après filtration de l'échantillon.

On fait ensuite une mesure spectrophotométrique à 425 nm.

Le Principe :

40 ml de l'échantillon sont prélevé ,4 ml de réactif 1 et 4 ml de réactif 2 coloré sont ajoutés puis le volume est ajusté à 50 ml.

Après une incubation de 1e heurs et demi, l'apparition d'une couleur verte indique la présence de l'ammonium, les lectures au spectrophotomètre sont réalisé à une longueur d'onde de 665 nm

III-13 Les sulfates (So_4):

Le Principe :

Les ions sulfates sont précipités et dosés à l'état de sulfate de baryum suivant la réaction : $BaCl2 + SO4^{-2} \leftrightarrow BaSO4 + 2\ Cl^-$

Mode opératoire :

20 ml de l'échantillon sont dilués dans 100 ml d'eau distillé.

5 ml de la solution stabilisante et 2 ml de chlorure de baryum sont ajoutés , après une agitation d'une minute environ , la présence de la turbidité indique la présence des sulfate implique une lecture au spectrophotomètre à 420 nm.

III-15 les ions chlorure (Cl^-):

On prélève 10 ml d'eau à analyser dans un bécher + 40 ml d'eau distille puis ajoute 1 ml de K2CrO4, on titre par AgNO3 jusqu'au virage du couler rouge briquent, puis on note le dosage gradué au virage de couleur.

Expression des résultats :

[CL-]= (NAgN03 x VAgNO3) x 10000/Vo x 35.45 (en mg/L).

NAgN03: Normalité d'AgNO3.

VAgNo3: Volume d'AgN03.

Vo: Volume de l'échantillon.



<u>Figure 19</u> : Spectrophotomètre (marque : HACH DR/4000U) (Originale,2017)

III-16.17 le sodium (Na+) et le Potassium (K+):

A l'aide d'un spectrophotomètre **(figure19)** sur flamme, une gamme de solutions files étalons en sodium et en potassium sont d'abord réalisé à partir de solutions mères à des concentration connues . la solution étalons filles suivrons et les indications correspondantes à chaque solutions sont notées.

Le passage des échantillons sur l'appareil se fait par un petit tube sortant de dernier qu'on émerge dans l'eau à analyser

Le tube est rincé dans l'eau distillé, et pour chaque mesure pour pouvoir régler le Zéro .

Les concentrations massiques en sodium et en potassium des eaux a analysées sont déterminées avec ses unités de mesures puis on fait l'enregistrement sur l'appareil .

III-18 le fer total (Fe^{3+}):

Principe :

Le dosage est basé sur l'addition d'une solution de phénantroline-1,10 à une prise d'essai et le mesurage photométrique du complexe Rouge –Orange formé à une longueur d'onde de 510 nm . le complexe fer II- phénantroline 1.10 est stable dans l'intervalle de PH compris entre 2.5 et 9 . L'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité du fer .

Mode opératoire :

50 ml de l'eau à analyser sont transvasés dans une fiole de 100 ml .

1 ml de la solution chlorhydrate hydroxylamine est ajouté tout en mélangeant soigneusement.

2 ml du tampon acétate sont additionnés pour obtenir un pH de préférence égale à 4,5.

enfin , 2 ml de la solution phénantroline sont ajoutés . une conservation à l'obscurité pendant 15 min est recommandée. L'absorbance est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre UV à 510 nm.

III-19 le Manganèse *(Mn^{2+})* :

principe : Le manganèse est oxydé en permanganate à l'aide de periodate de potassium en milieu acide. Le permanganate ainsi formé est dosé spectrométriquement.

Verser dans un bécher 100 mL d'eau à analyser qui doit contenir entre 5 et 100 µg de manganèse. Diluer si nécessaire. Traiter ensuite l'échantillon comme indiqué pour l'établissement de la courbe d'étalonnage. Effectuer les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 525 nm et tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

III-20 Les nitrates (No_3^-):

2 à 3 gouttes de NaOH à 30% et 1 ml de salicylates de sodium sont additionnés. les capsules sont portées dans l'étuve à 80 °c jusqu'à vaporisation de l'eau , après leur séchage , elle sont ressorties de l'étuve et laisser refroidir dans le dessiccateur .

Les résidus sont repris avec 2 ml de H_2So_4

Laisser se reposer 10 Minutes avant de leur ajouter 15 ml d'eau distillée et 15 ml de double tartrate de sodium et de potassium.

L'apparition d'une couleur jaune signale la présence des nitrates et implique une lecture au spectrophotomètre à 420 nm.

IV-Méthodes d'analyses bactériologiques:

Les analyses bactériologiques qui ont été effectuées au niveau du laboratoire de l'A.D.E consistent à rechercher :

- Les Coliformes totaux et fécaux.
- Les Streptocoques fécaux.
- Les Clostrodium sulfito-réducteur

Se basent essentiellement sur ces quatre étapes :

- Le passage par la membrane filtrante : L'eau à analyser passe à travers une membrane de 0.45 µm de porosité. La membrane, ayant retenu les bactéries éventuellement présentes dans l'eau, est déposée sur un milieu de culture gélosé approprié dans une boite de Pétrie.
- La fermentation dans les tubes multiples : Après homogénéisation de l'échantillon, prise d'une quantité de l'eau à analyser 1ml pour 10ml. On dépose cette prise d'essai dans un milieu liquide approprié.
- Incubation selon la température spécifiée : Les échantillons sont incubés à différentes températures selon les germes recherchés (22°C, 37°C, 44°C).

Incubateur (type SELECTA).

-Après 24 heures on a fait la lecture des boites où on a pu dénombrer à l'aide d'une loupe sur chaque papier filtrant les points colorés (bactéries).

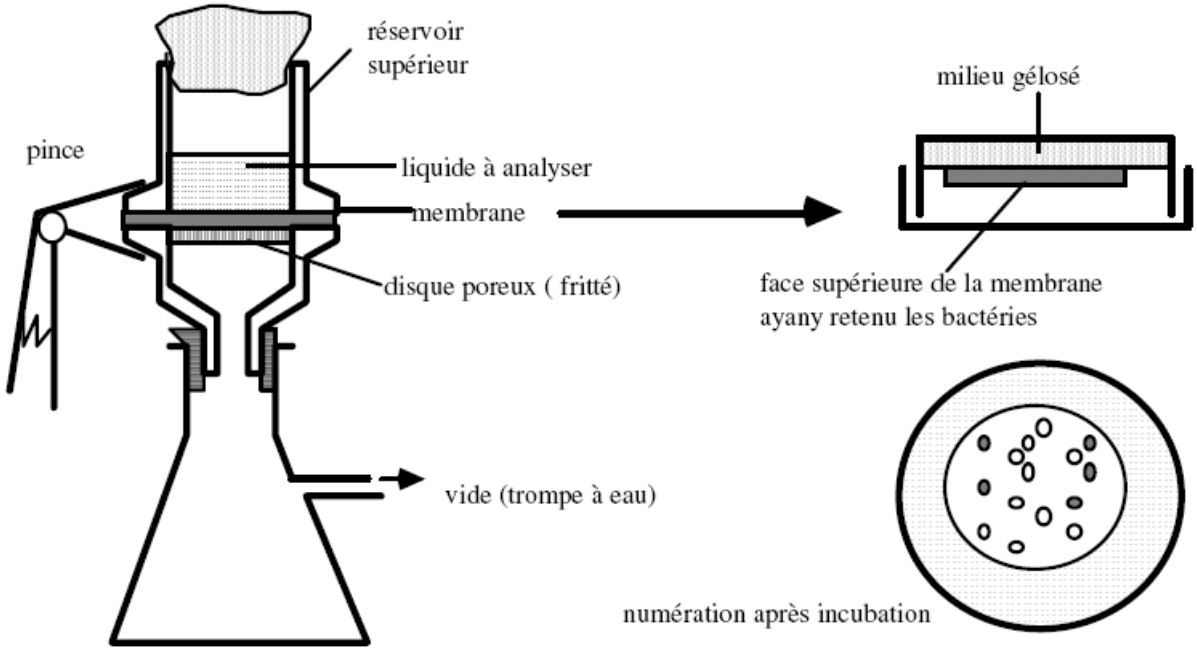


Figure 20 : Schéma du principe de la technique de culture sur membrane **[49] .**

Chapitre 04 : résultats et discutions

I. LES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES:

Le tableau n°05 et les figures 21-68, représentent les résultats des paramètres physicochimiques dans l'eau brute et traitée. La ligne horizontale (en rouge) représente la valeur de la norme algérienne (RADP, 2014) .

Tableau05: Résultats d'analyses physicochimiques des eaux brutes et traitées (décembre2016-mai2017)

Paramètres physicochimiques		Eau brute	Eau traitée
T° (°C)	Max	22,3	22,5
	Moy	14,4	15,2
	Min	8,7	10
	ET	4,61	4,25
Conductivité électrique (µs/cm)	Max	771	753
	Moy	626	658
	Min	96,5	77,63
	ET	86,6	72.8
pH	Max	8,1	8,26
	Moy	7,98	7,93
	Min	7,9	7,62
	ET	0,08	0,23
Salinité (‰)	Max	0,1	0,2
	Moy	0,1	0,1
	Min	0,1	0,1
	ET	0	0,04
TDS (µs/cm)	Max	625	741
	Moy	577	618
	Min	546	539
	ET	31,1	68,2
Turbidité (NTU)	Max	2,64	1,48
	Moy	1,88	0,72
	Min	0,42	0,2
	ET	1,02	0,55
TH (mg/l)	Max	46	48
	Moy	42,8	41,16
	Min	41	39
	ET	1,94	2,56
Ca^{2+} (mg/l)	Max	100	125
	Moy	87,8	111,3
	Min	80,2	100,2
	ET	8,26	9,29
Mg^{2+} (mg/l)	Max	55,2	51,01
	Moy	49	41,92
	Min	34,12	31,51
	ET	8,1	7,46
Hco^{3-} (mg/l)	Max	315,4	306,2
	Moy	278	256,68
	Min	265	221
	ET	25,8	28,42
No^{2-} (mg/l)	Max	0,04	0
	Moy	0,01	0
	Min	0	0
	ET	0,02	0

Tableau n°05 (Suite)

Paramètres physicochimiques		Eau brute	Eau traitée
NH_4^+ (mg/l)	Max	0	0
	Moy	0	0
	Min	0	0
	ET	0	0
SO_4 (mg/l)	Max	57,91	62,95
	Moy	42,75	54,1
	Min	6,21	6,4
	ET	8,73	5,14
MO (mg/l)	Max	1,6	1,4
	Moy	0,81	0,48
	Min	0,4	0
	ET	0,50	0,64
Cl^- (mg/l)	Max	193,2	314
	Moy	120,21	164
	Min	39,76	31,9
	ET	70,53	105
Na^+ (mg/l)	Max	38	43
	Moy	26,66	29,8
	Min	22	25
	ET	5,78	6,82
K^+ (mg/l)	Max	5,2	4,4
	Moy	2,48	2,7
	Min	1,4	1,7
	ET	1,52	2,28
Fe^{3+} (mg/l)	Max	0,06	0,02
	Moy	0,02	0
	Min	0	0
	ET	0,02	0,01
Mn^{2+} (mg/l)	Max	0	0
	Moy	0	0
	Min	0	0
	ET	1	1
NO_3^- (mg/l)	Max	7,63	7,95
	Moy	4,97	5,45
	Min	1,22	2,30
	ET	2,64	2,3

I.1 La température de l'eau:

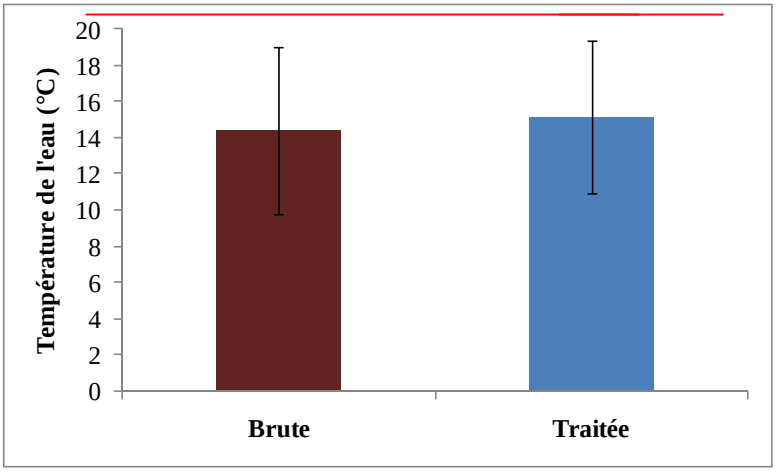


Figure 21 : Variations Avant et après traitement des températures moyennes de l'eau brute et traitée.

D'après la figure 21 et le tableau 5 on remarque que la température moyenne de l'eau au niveau de l'eau brute est de 14.4°C alors qu'elle est de 15.2°C pour l'eau traitée. Par ailleurs, nos valeurs sont inférieures par rapport à la norme algérienne pour les eaux potables destinées à la consommation qui est de 25°C.

Les variations de ces résultats obtenus sont en relation avec les conditions climatiques locales et plus particulièrement avec la température de l'air et les phénomènes d'évaporation d'eau **[52]**

La mesure de la température est indispensable pour l'interprétation ou le traitement d'autres paramètres de l'eau. La saturation des gaz dissous est aussi en fonction de la température**[53],**. Selon **Beaugrand G [54]**, la température étant un facteur très important pour le fonctionnement des écosystèmes, pour les eaux superficielles elle est due aux influences atmosphériques et particulièrement les changements de la température de l'air.

D'après **El Hachemi 2012[55]** ont révélé que la fluctuation thermique a un impact sur le développement, la dominance et la croissance des populations algales, et donc, il y a une grande influence sur le taux de photosynthèse, la circulation des masses d'eau, et aussi, le processus d'assimilation et de recyclage des nutriments.

I.2 La conductivité électrique:

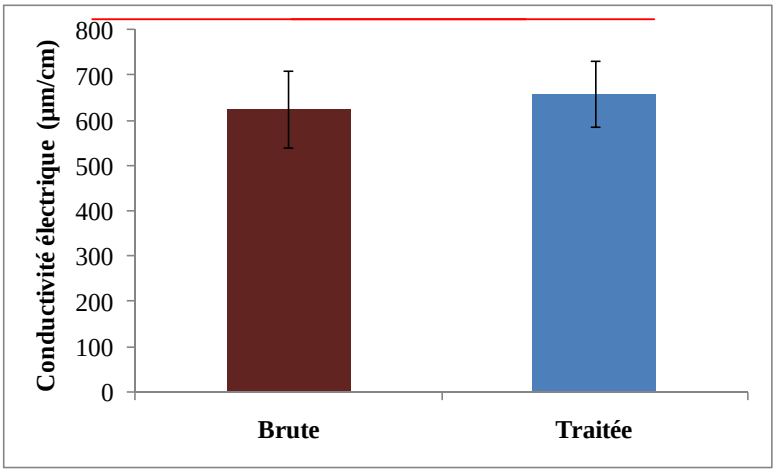


Figure 22 : Variations Avant et après traitement des conductivités électriques moyennes (µs/cm) de l'eau brute et traitée.

Selon la figure 22 et le tableau 05; on constate que la conductivité électrique respecte la norme algérienne puisqu'elle ne dépasse pas les 2800 µs/cm pour l'ensemble des eaux prélevées, la valeur moyenne est de l'ordre 626 (µs/cm) pour l'eau brute et elle est presque similaire pour l'eau traitée (moy=658 µs/cm).

La conductivité de l'eau est une mesure de sa capacité à conduire le courant électrique, **[56],** La conductivité et aussi proportionnelle à la concentration en minéraux dissous ionisées. la conductivité augmente beaucoup lorsque la température s'accroit, ce phénomène s'explique par le fait que la mobilité des ions augmente à cause de la diminution de la viscosité du milieu. **[57],**

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution.

dans les eaux de surface et les rejets d'eaux usées, des modifications importantes de la conductivité peuvent intervenir rapidement au cours de la journée **[57].**

Dans notre étude on a pu constater que l'eau de oued Chiffa quelle soit brute ou traitée destinée à la population note une conductivité électrique moyenne comprise entre 200 et 1000uS.cm-1**.**

I.3 Solides totaux dissous (TDS):

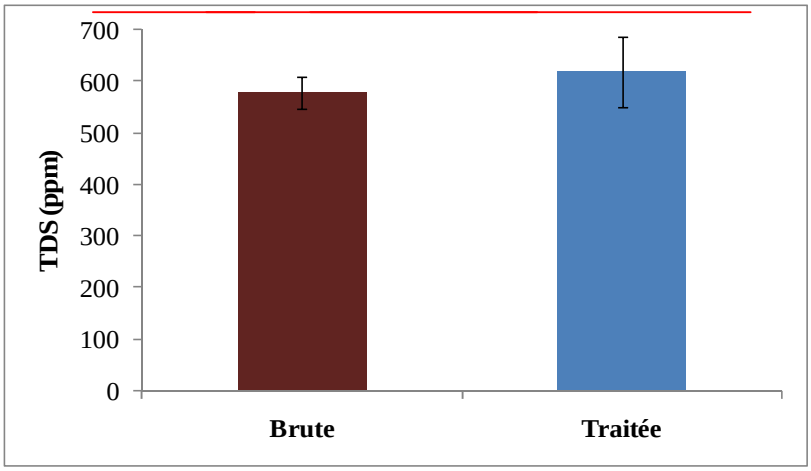


Figure 23 : Variations Avant et après traitement de TDS de l'eau brute et l'eau traitée.

Les résultats de la TDS obtenues dans la figure 23 et le tableau 05 montrent que les valeurs de solides dissous au niveau de l'eau brute varient entre 546 et 625 ppm alors qu'elles sont entre 539 et 741 ppm pour l'eau traitée. Ces résultats obtenus respectent la norme Algérienne fixée pour ce paramètre à 3697.22 mg/l.

Les équipements de traitement des eaux utilisent le traitement d'osmose inverse pour enlever les solides dissous présents dans l'eau car ils sont responsables de la forte concentration TDS. Le traitement d'osmose inverse enlève pratiquement toutes les substances dissoutes et beaucoup de substances nuisibles comme le sel et le plomb. Il enlève aussi des minéraux sains comme le calcium et le magnésium et idéalement une telle eau devrait être filtrée pour former un lit minéral de magnésium et de calcium pour ajouter des minéraux à l'eau. Le lit minéral augmente le pH et diminue le potentiel corrosif de l'eau**[58].**.

Par contre, une forte concentration de TDS indique que des polluants nuisibles comme le fer, le manganèse, le sulfate, le bromure et l'arsenic peuvent être présent dans l'eau. C'est particulièrement vrai lorsque des quantités de solides dissous sont ajoutés à l'eau comme par la pollution humaine, le déversement d'eaux usées et l'eau de ruissellement**[58].**

Dans notre étude on peut dire que l'eau de oued chiffa a une excellente qualité de Taux des Solides dissous

I.4 : Le potentiel d'Hydrogène (pH) :

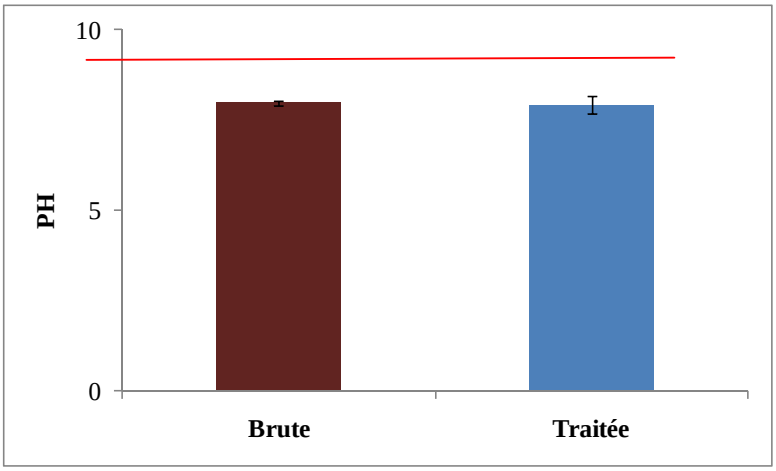


Figure 24 : Variations Avant et après traitement de pH de l'eau brute et l'eau traitée.

On remarque d'après la figure 24 et le tableau 05 que le pH de l'eau varie au cours de l'étude entre 7.9 et 8.1 pour l'eau brute et entre 7,62 et 8.26 pour l'eau traitée. Le pH est un facteur d'investigation de l'acidité ou de l'alcalinité d'une eau **[59].**

Selon la norme de l'OMS (pH compris entre 6,5 et 8,5) pour l'eau potable, nos eaux analysées sont recommandées à la consommation humaine.

Des valeurs inférieures à 5 favorisent la désagrégation des minéraux argileux par exemple, et peuvent entraîner ainsi des concentrations excessives en substances toxiques contenant de l'aluminium **[60].**. Des valeurs supérieures à 9 favorisent la dissociation d'ammonium ,donc la formation d'ammoniac. Il faudrait donc que le pH se maintien dans une fourchette de 6,5 à 8,5 comme notre cas d'étude sur le oued de chiffa. Sa valeur peut devenir critique en cas de production végétale excessive,

Donc le pH de l'eau de chiffa porte une excellente qualité de potentiel hydrogène et permettre la vie aquatique.

I.5 : La Salinité:

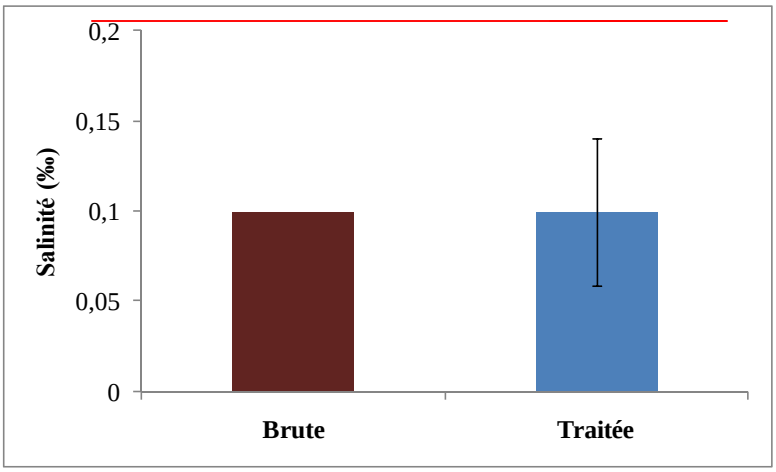


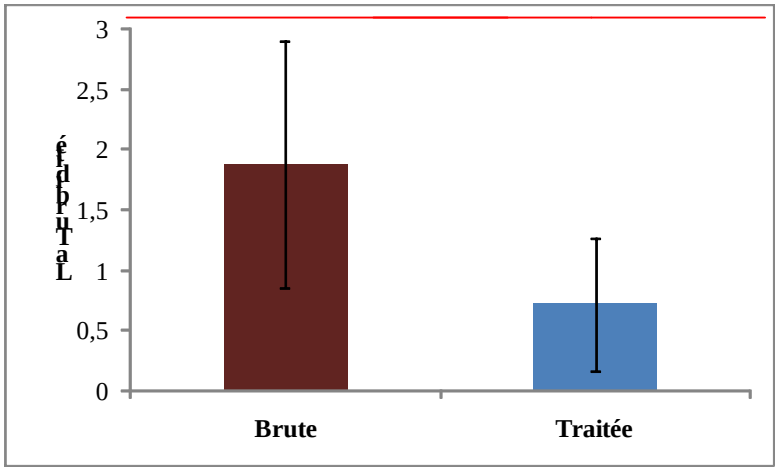
Figure 25 : Variations Avant et après traitement de Salinité de l'eau brute et l'eau traitée.

La salinité de l'eau au cours de notre étude (la figure 25 et le tableau 05) se situe à 0.1‰ pour l'eau brute et l'eau traitée. Cependant, la valeur maximale atteinte pour l'eau brute est de 0.1‰ alors qu'elle est plus élevée 0.2 ‰ pour l'eau traitée probablement à cause de l'utilisation du chlore lors du traitement de l'eau (d'après les laborantins de ADE).Malgré cela nos valeurs restent largement inférieures à la norme algérienne de salinité qui est de 6.06 ‰.

La salinité traduit le caractère salin de l'eau. Les mesures de la salinité de l'ensemble des échantillons montrent qu'elles sont comprises entre 0 à 0.2 ‰ ce qui montre l'absence du caractère de la salinité de l'eau, et elle est constante .La faible salinité d'eau de oued chiffa peut être explique par les apports en eau douce des pluies qui diluent l'eau du l'oued, et la faible évaporation de l'eau qui augmente la concentration de sel au milieu. **[61]**

La baisse de la salinité dans les oueds peut être favorable à la prolifération des espèces aquatiques plus précisément les algues verts qui en se développant empêchent la pénétration des rayons solaires dans l'eau et contribuent à la diminution de l'aération de l'eau, cette dernière présente une menace pour les autres êtres vivants aquatiques. **[62]**,

I.6 : <u>La Turbidité:</u>



<u>Figure 26</u> : Variations Avant et après traitement de turbidité de l'eau brute et l'eau traitée.

La moyenne de la turbidité de nos eaux est différente entre nos deux prélèvements(la figure 26 et le tableau05).Au fait, on observe que la turbidité varie entre 0.42 – 2.64 NTU pour l'eau brute alors qu'elle varie entre 0.2 et 1.48 NTU pour l'eau traitée. Cette diminution de la turbidité est du peut être à la décantation effectuée durant le traitement des eaux brute au niveau de la station d'épuration (chiffa). D'autres part l'ajout de sulfate d'alumine et l'injection du chlore pendant la phase de floculation et de décantation contribue également a la diminution de la turbidité dans les eaux traitées. Par ailleurs, les fortes précipitations survenant par exemple lors d'orages estivaux sont un facteur de turbidité qui produit des effets considérables sur la quantité de matières en suspension dans l'eau**[63].**

Finalement nos eaux prélevées (brute et traitée) restent inférieures à la limite de la norme Algérienne d'eau potable (≤ 5 NTU).

- **NTU < 5** = Eau claire*
- **5< NTU< 30** = Eau légèrement trouble*
- **NTU > 50**= Eau trouble*

Donc on peut dire que notre eau étudiée est de bonne qualité et classées parmi les eaux claires (NTU<5)

I.7 : Le Titre hydrométrique (dureté totale):

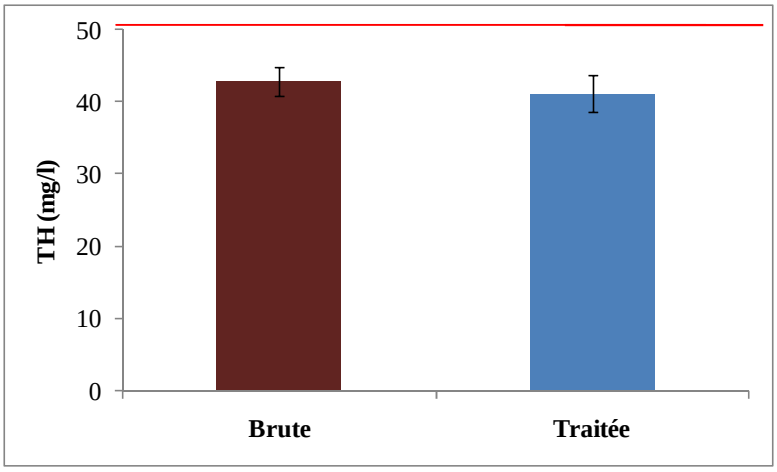


Figure 27 : Variations Avant et après traitement de la TH de l'eau brute et l'eau traitée.

D'après la figure 27 et le tableau 05, nos résultats de ce paramètre présentent une variation suivant le point de prélèvement. On observe une moyenne de 42.8 mg/l pour l'eau brute et une moyenne de 41.16 mg/l pour l'eau traitée. On remarque que le TH de nos eaux prélevées ne dépasse pas la norme Algérienne du TH d'eau potable qui est de 500 mg/l.

D'après**, Rodier 1978 [64]**, le titre hydrométrique est une qualité particulière de l'eau due à la présence des bicarbonates, des chlorures et des sulfates de calcium et de magnésium, il est détecté par le fait qu'il empêche plus ou moins l'eau savonneuse de mousser .

Dans notre étude la dureté de l'eau classe notre eau comme eau douce parce qu'elle est peu chargée en calcium et en magnésium. La somme des deux constitue le Titre Hydrotimétrique. à l'inverse une eau sera dite dure. (> 10 TH) .

I.8 : Le Calcium (Ca^{2+}):

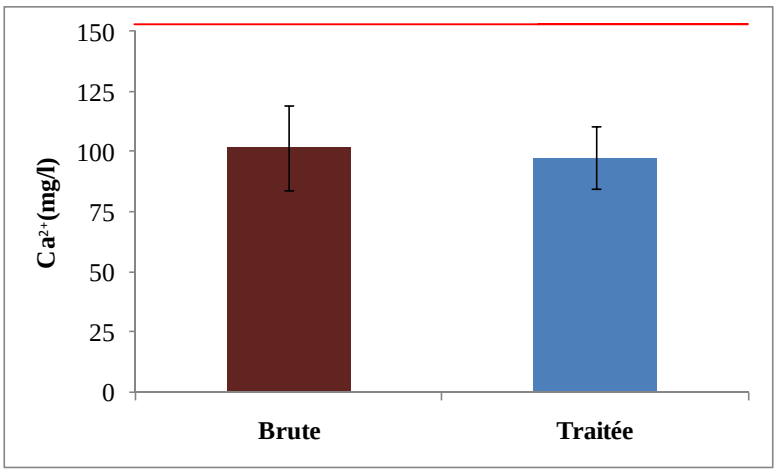


Figure 28 : Variations Avant et après traitement du Calcium de l'eau brute et l'eau traitée.

A partir des données obtenues représentées sur la figure 08 et le tableau05, on peut voir la variation moyenne des Ca^{2+} entre les deux points de prélèvements et en comparaison avec la norme algérienne pour l'eau potable, on observe que l'eau brute à une moyenne de Ca^{2+} (87,8 mg/l) que l'eau traitée (111,3mg/l). Ces valeurs ne dépassent pas les normes Algériennes pour une eau potable qui est de 200 mg/l.

Le Ca^{+2} est un élément dominant dans les eaux potables**[65]**,. Composant majeur de la dureté de l'eau. **[67],** montre que l'origine du calcium est liée généralement au terrain traversé et les eaux d'alimentation. Plusieurs types des formations géologiques sont à l'origine du calcium parmi lesquelles nous citons : les roches carbonatées et les roches gypseuses (dans notre cas au voisinage de Chiffa). Les roches carbonatées libèrent le calcium par l'attaque des eaux en présence de gaz carbonique (CO2) et par dissolution dans le cas des roches gypseuses.

La concentration devient légèrement moins importante dans les eaux traitées cela peut expliquer par la précipitation précoce des minéraux calcique au niveau de la station d'épuration.

Les concentrations en ions calcium (Ca2+) dans notre étude sont acceptables par rapport à la norme algérienne.

I.9 : Le magnésium (Mg^{2+}):

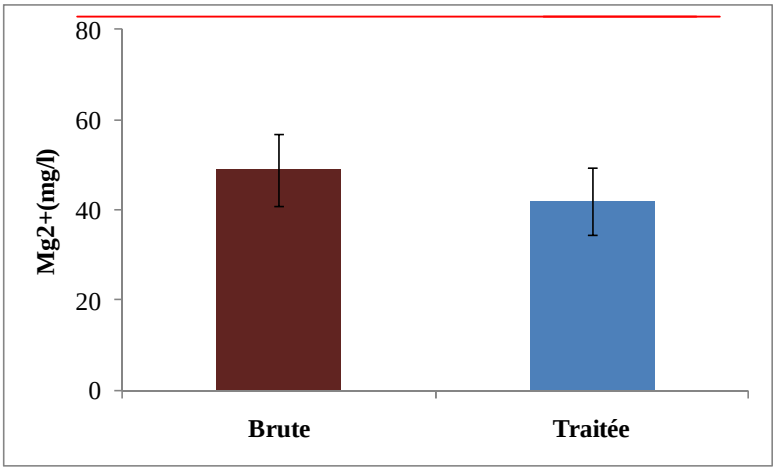


Figure 29 : Variations Avant et après traitement du magnésium de l'eau brute et l'eau traitée.

Selon la figure 29 et le tableau 05 les concentrations des ions de magnésium dans les eaux analysées oscillent entre 34,12 et 55,2 mg/l pour l'eau brute et entre 31,51 et 51.01 mg/l pour l'eau traitée. Ces valeurs du Mg^{+2} restent largement en dessous de la concentration maximale admissible du magnésium dans l'eau potable qui est de 150mg/l selon la norme algérienne pour les eaux destinées à la consommation.

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 **[68]**. Sa teneur dépend de la composition des

roches sédimentaires rencontrés (calcaires dolomitiques, dolomies du jurassique ou du trias moyen **[69]** .

I.10 : Les Bicarbonates (HCO_3^-) :

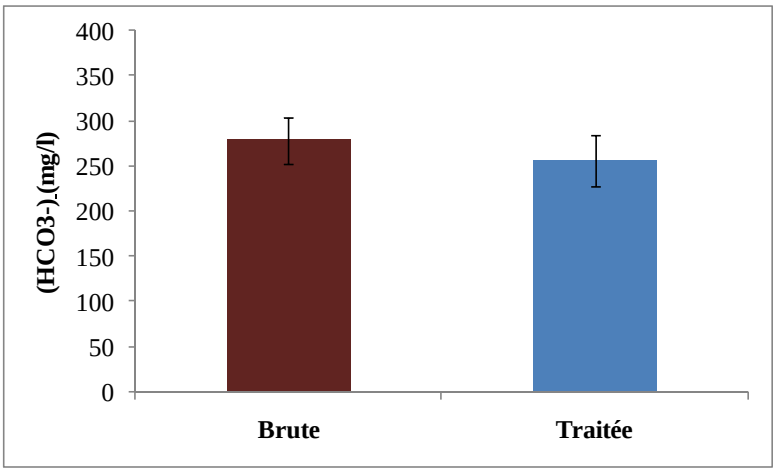


Figure 30 : Variations Avant et après traitement des bicarbonates de l'eau brute et l'eau traitée.

La teneur des bicarbonates dans l'eau dépend des terrains traversés **[70].** Les normes algériennes ne fixent aucune valeur pour ce paramètre, puisque, quel que soit les teneurs en bicarbonates dans les eaux de consommation, la potabilité n'est pas affectée.

D'après la figure 30 et le tableau 05 montrant que la teneur moyenne en bicarbonates est de 278 mg/l pour l'eau brute alors qu'elle est de 256.68 mg/l pour l'eau traitée.

Le bicarbonate de sodium est naturellement présent dans certaines eaux minérales. Le bicarbonate a toujours été utilisé pour combattre l'acidité. En médecine, il semblerait que le bicarbonate facilite la digestion et aide à réguler le pH d'un estomac trop acide. C'est un sel alcalinisant qui lutte donc contre l'acidité souvent impliquée dans les troubles de santé.

I.11 : Les nitrites (NO_2^-) :

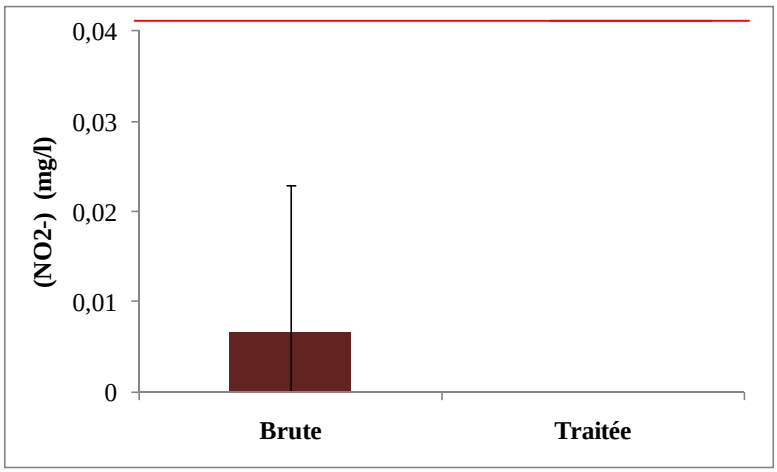


Figure31 : Variations Avant et après traitement des nitrites de l'eau brute et l'eau traitée.

Les résultats d'analyses effectuées montrent selon la figure 31 et le tableau 05 que la teneur moyenne en azote nitreux est très faible (moy=0.01mg/l) pour les eaux brutes voir absente au niveau de l'eau traitée (moy=0mg/l). Au niveau de ce dernier point une seule valeur de 0.04 mg/l est notée. Ces valeurs restent en dessous de la norme algérienne qui est de 0.1 mg/l pour l'eau potable.

Les nitrites étant toxiques pour l'organisme humain la présence en quantité importante dégrade la qualité de l'eau. La toxicité liée aux nitrites est très significative en raison de leur pouvoir oxydant. Notre étude montre que la teneur de l'eau de chiffa est presque absente à l'état brute et totalement absente à l'état traité. **[71]**

I.12 : Les nitrates (NO_3^-) :

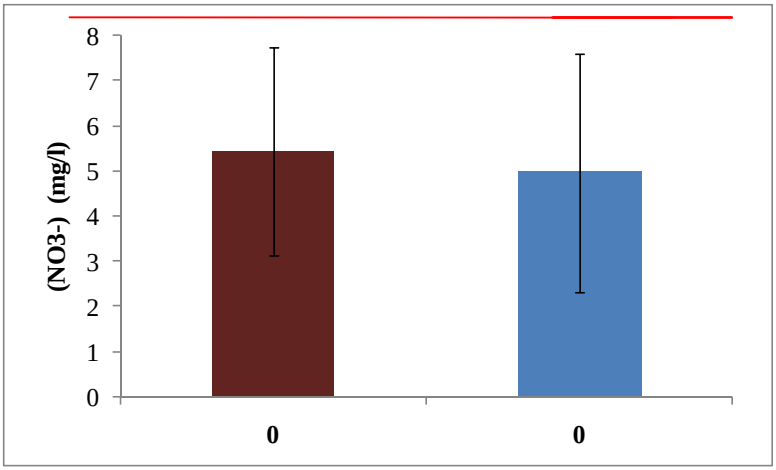


Figure 32 : Variations Avant et après traitementdes nitrates de l'eau brute et l'eau traitée.

-

Les valeurs des nitrates obtenues la figure 32 et le tableau 05 sont comprises entre 2,30 mg/l et 7,95 mg/l pour l'eau brute et entre 1,22 mg/l et 7,63 mg/l pour l'eau traitée. Il s'avère clairement que ces valeurs sont inférieures à la norme prescrite dans la réglementation algérienne qui recommande pour les eaux naturelles une valeur limite de 50 mg/l.

Les teneurs montrent une pollution d'origine organique liée à l'infiltration des eaux des fosses d'aisance. Cette infiltration s'accentue pendant la crue avec la montée générale du niveau de la nappe ; ces transferts de polluants étant faibles par rapport au résultat obtenues qui ne rapproche pas de la norme limité donc on peut considérer que l'eau étudié est à une excellente qualité pour son utilisation suivant nos résultats.

I.13 : Ammonium (NH_4^+):

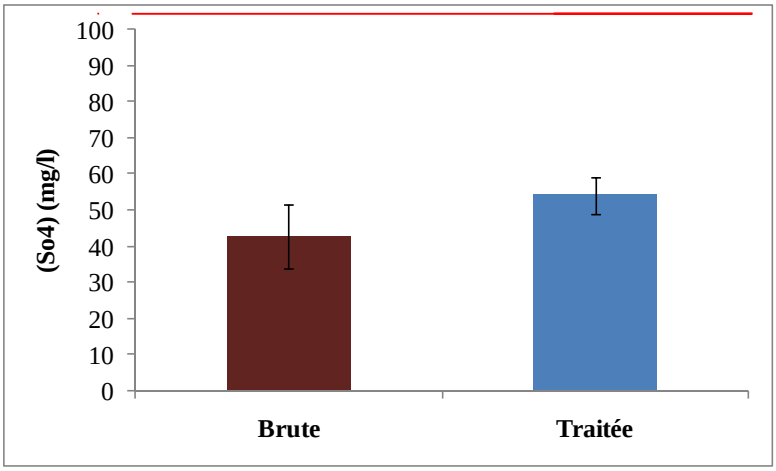
Suivant le tableau05, on constate que l'ammonium au niveau de nos points de prélèvement est totalement absent. La réglementation en vigueur dans notre pays pour cet élément est fixée à 0.5 mg/l. Au fait, les eaux des oueds peuvent se charger en ammonium par réduction des nitrates sous l'action des bactéries **[73]**.

Les concentrations d'ammonium lorsqu'elles soient présentes, qu'elles soient d'origine naturelle dans la source d'eau, ou ajoutées dans le cadre d'une stratégie de désinfection, peuvent affecter la qualité de l'eau dans le réseau de distribution (p.ex. nitrification), et devraient faire l'objet d'une surveillance. La présence d'ammonium d'origine naturelle peut diminuer l'efficacité des processus de traitement **[73]**.

Dans le cas de présence d'ammonium dans l'eau brute, cette présence sollicite fortement les oxydants et fait décroître l'efficacité de la désinfection. La réaction entre l'ammoniac et le chlore est très rapide, et elle peut avoir un effet indésirable sur l'élimination des composés organiques et inorganiques comme le fer, le manganèse et l'arsenic en réduisant la disponibilité du chlore pour l'oxydation **[75].**

Toute variation de la tendance des principaux paramètres relatifs à la nitrification au sein du réseau de distribution, comme le chlore résiduel total, les nitrites et les nitrates, devrait faire augmenter la fréquence de la surveillance de l'ammoniac libre **[75].**

I.14 : <u>Les Sulfates (SO_4):</u>



<u>Figure33</u> : Variations Avant et après traitement des sulfates de l'eau brute et l'eau traitée.

D'après les données obtenues lors de nos analyses (figure 33 et le tableau05) on remarque que les sulfates augmentent après les traitements effectuées, la moyenne est de 42,75 mg/l pour l'eau brute et elle devienne 54,1 mg/l pour l'eau traitée.

Pour la norme algérienne concernant les eaux destinées à la consommation elle est de 200 mg/l.

Les sulfates parmi leurs origines naturelles sont les gypses, pyrites, volcans. Dans notre cas il se peut que la plâtrière se trouvant à proximité d'oued de chiffa serait probablement la cause par un transfert de matériaux vers l'oued.

Les organismes ont besoin de sulfates (acides aminés soufrés) mais un excès peut limiter la production biologique **[76]**, dans notre cas étudié on constate qu'on a des résultats normales des sulfates dans les eaux brutes et traitées parce que cet élément provoque un goût désagréable dans le cas d'un excès dans l'eau de consommation et la rende corrosive vis-à-vis des conduites. Les sulfates sont aussi nocifs pour les plantes. **[77]**

I.15 : La matière organique (MO):

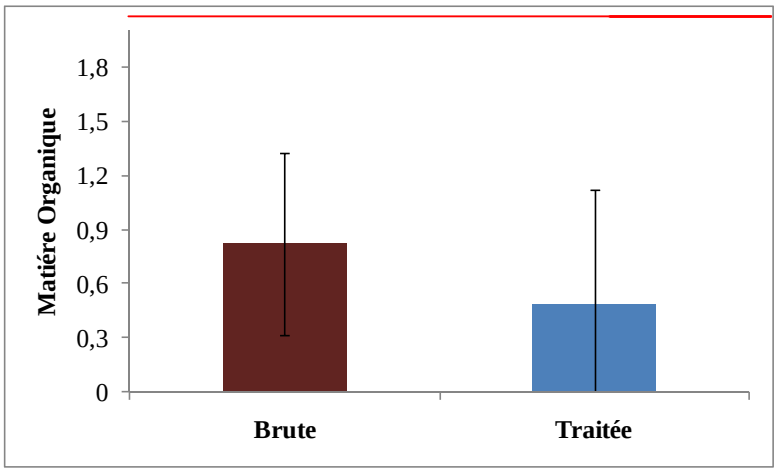


Figure34 : Variations Avant et après traitement de matière organique de l'eau brute et l'eau traitée.

On observe d'après la figure34 et le tableau05 que la quantité de la matière organique est très faible surtout après le traitement où on a pu avoir des valeurs entre 0 et 1,4 mg/l de MO pour l'eau traitée alors qu'elle se situe entre 0.4 et 1.6 mg/l pour l'eau brute.

La norme algérienne fixe une norme limitée à 3 mg/l pour l'eau potable. Il est nécessaire d'évaluer la quantité de matières organiques d'une eau pour juger de la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. **[78]**.

La présence de matières organiques dans l'eau provoque l'existence et la prolifération des micro-organismes qui peuvent être pathogènes, donc la détermination de ces matières organiques est indispensable dans la surveillance de la qualité des eaux **[79].**

Les valeurs de matières organiques de l'eau traitée sont inférieures à celles de l'eau brute ce qui justifie le bon traitement effectué au niveau de la station de Chiffa, la présence de matière organique est due à la présence des végétaux et animaux dans la région, et parce que on a pas marqué des valeurs élevées de matières organiques la coloration de l'eau est acceptable à l'état brute .

La présence de matières organiques dans une eau de consommation n'est pas directement liée à un risque sanitaire, par contre son augmentation peut être indiquée une contamination chimique et/ou bactériologique **[80]**.

I.16 : Les Chlorures (Cl^-):

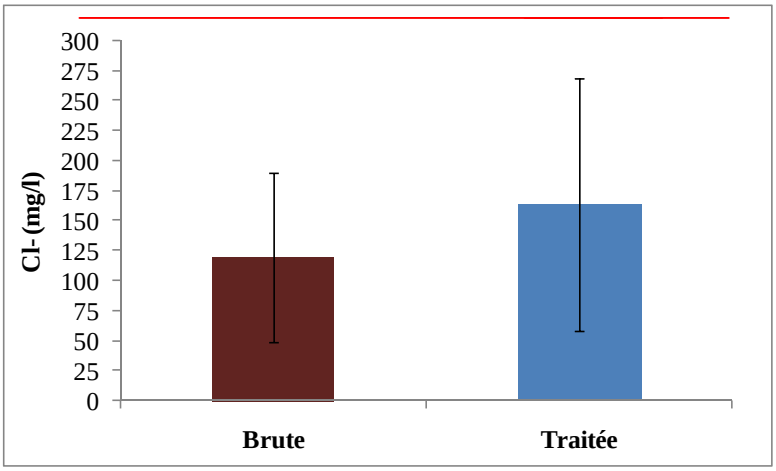
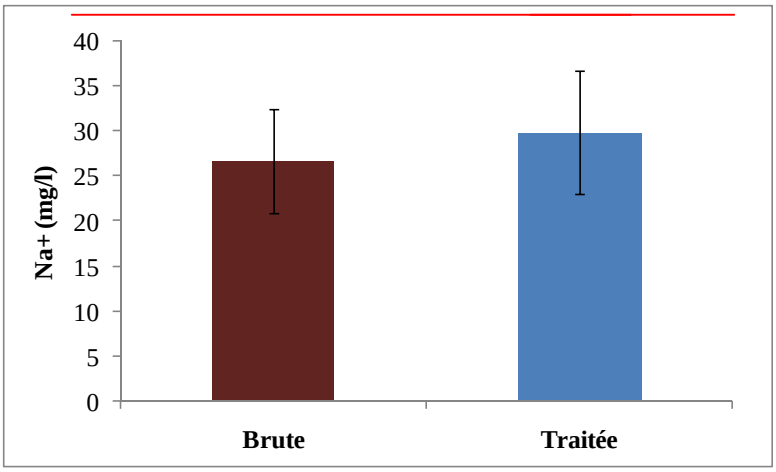


Figure35 : Variations Avant et après traitement de Chlorure de l'eau brute et l'eau traitée.

Les résultats des chlorures trouvés sont représentés dans la figure 35 et le tableau1. Ces derniers présentent des teneurs variables. Pour l'eau brute les chlorures varient entre 39.76mg/l et 193.2 mg/l. pour l'eau traitée elles varient entre 31.9 mg/l et 314 mg/l. Il se montre également qu'après chaque traitement une augmentation de chlorure est observée. Malgré cela les eaux étudiées ne dépassent pas la norme d'eau potable limitée à 500 mg/l. La présence des chlorures bien qu'ils ne soient pas nocifs, mais constituent un important indicateur d'arrivée de pollution. Ils ne sont pas éliminés par les stations d'épuration. Dans la nature ils sont souvent indicateurs d'arrivée d'effluents urbains. Selon **Mekaoussi 2014 [81],** les chlorures sont toujours présents dans les eaux naturelles et peuvent être liées principalement à la nature des terrains, mais à des proportions variables. Ils proviennent essentiellement de la dissolution des sels naturels par le lessivage des terrains salifères; des rejets des eaux usées d'origine domestique et industrielle.

On peut classer l'eau étudiée par rapport aux résultats obtenues par une bonne teneur en chlorures et on justifiant l'augmentation de teneur de chlorure après le traitement par la chloration utilisée pour désinfecter l'eau en vue de la rendre potable. Elle consiste à introduire des produits chlorés (pastilles de chlore, eau de javel,….) dans de l'eau pour tuer les micro-organismes qu'elle contient. Après un temps d'action d'environ 30 minutes, l'eau est normalement potable. Elle le reste pendant quelques heures ou jours (en fonction des conditions de stockage) grâce à l'effet rémanent du chlore **[82].**

I.17 : <u>Le sodium (Na^+):</u>



<u>Figure 36</u> : Variations Avant et après traitement de sodium de l'eau brute et l'eau traitée.

D'après la figure36 et le tableau05 qui représentent les résultats obtenus de la concentration du sodium Avant et après traitement, on observe que les valeurs du sodium sont très basses dans toutes les analyses effectuées pour l'eau brute ainsi que pour l'eau traitée par rapport à la norme algérienne (200mg/l). Au fait, la concentration du sodium pour l'eau brute s'échelonne entre 22 mg/l et 38 mg/l et entre 25mg/l et 43 mg/l pour l'eau traitée.

L'utilisation de fortes quantités de produits chimiques contenant du sodium pour le traitement de l'eau potable distribuée par les réseaux publics ainsi que pour la déminéralisation domestique de l'eau peut accroître fortement le taux de concentration de ce métal dans l'eau potable**, [83]**.L'augmentation de teneur en sodium après le traitement dans le cas étudié est due à l'hypochlorite de sodium (NaOCl) utilisé efficacement dans le cadre de la purification de l'eau. Il est utilisé pour de nombreuses applications telles que la purification de surface, le blanchiment, l'élimination d'odeurs et la désinfection de l'eau **[84]**.

I.18 : Le potassium (K^+) :

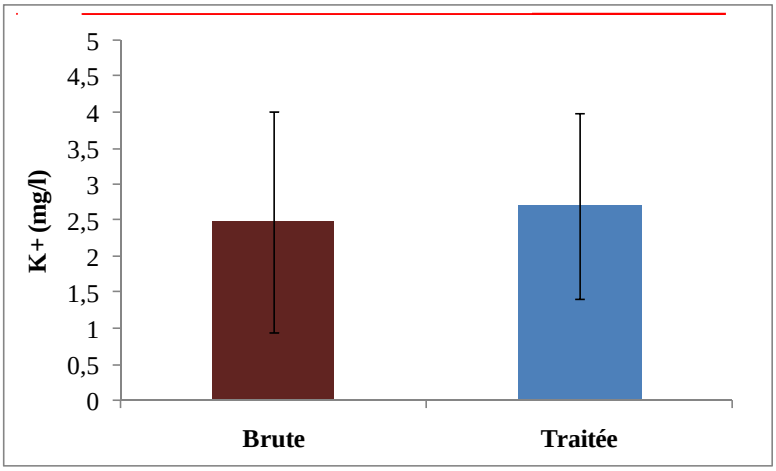


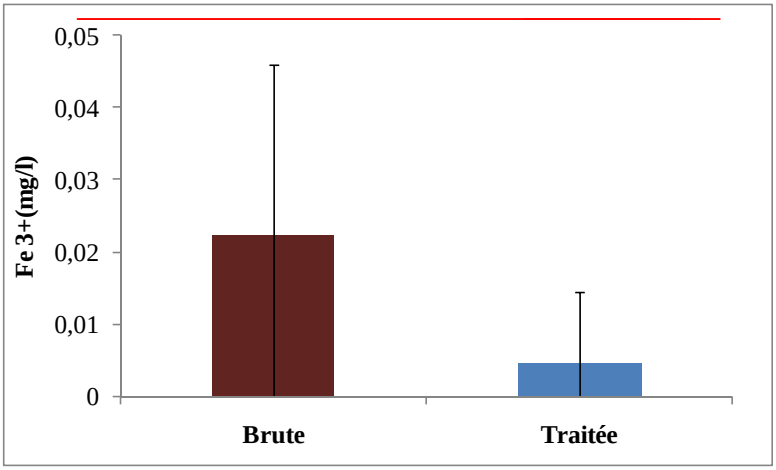
Figure37 : Variations Avant et après traitement de potassium de l'eau brute et l'eau traitée.

Les résultats de potassium obtenues lors de nos analyses pour l'eau brute et traitée de l'oued chiffa représentés dans la figure37 et le tableau 05 sont très bas par rapport à la norme algérienne qui exige une valeur de 20mg/l du potassium dans les eaux potables alors que nous avons obtenues une moyenne de 2,48 mg/l pour l'eau brute et une moyenne de 2,7 mg/l pour l'eau traitée.

Le permanganate de potassium est utilisé fréquemment pour oxyder le fer et le manganèse dans les usines de traitement d'eau de consommation, Il est également utilisé comme désinfectant des eaux c'est pour ça on a remarqué l'élévation de sa teneur après son traitement**[85]**.

La teneur de potassium dans l'eau étudié (oued chiffa) est idéale pour les eaux destinées à la consommation.

I.19 : <u>Le fer total (Fe^{3+}):</u>



<u>Figure38</u> : Variations Avant et après traitement du fer de l'eau brute et l'eau traitée.

Les normes Algériennes limitent la concentration du fer dans l'eau potable à 0,3 mg/l. Nos résultats (la figure38 et le tableau05) montrent que la concentration du fer dans l'eau brute et l'eau traitée est acceptable et se situent respectivement à 0.02 mg/l pour l'eau brute et 0.004 mg/l pour l'eau traitée.

Une des techniques d'élimination physico-chimique du fer consiste en l'oxydation du fer par aération, suivie d'une filtration sur sable ; Cette technique, avec oxydation à l'air et filtration, a longtemps été la plus utilisée. Éventuellement, on peut y ajouter un certain nombre de traitements supplémentaires tels que : correction de pH, oxydation chimique, floculant, clarification… Il est toujours utile d'aérer une eau d'origine profonde dépourvue d'oxygène, même si on utilise également un oxydant**[86]**.

Pour nos résultats on observe que la teneur en fer Avant et après traitementle traitement est excellente par rapport aux normes algériennes.

I.20 : <u>Le manganèse (Mn^{2+}) :</u>

D'après tableau 05 on observe que les valeurs des ions manganèse montrent une absence totale de cet élément dans les deux points d'eau étudiés.

La norme Algérienne d'eau potable quant à elle est fixée dans les 150 mg/l.

Le manganèse d'origine naturelle peut être lié aux sols bruns, les pyrites. L'absence du Mn^{2+} dans l'eau étudié est due certainement à la nature des sols et des roches de la région de Chiffa.

Les sels manganeux sont toxiques pour certaines espèces aquatiques à doses élevées. **[87].**

Les permanganates (MnO4-) ont un effet bactéricide mais sont généralement rapidement réduits dans l'eau. **[88]**

II : LES PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES:

Les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire ADE (Médéa), et consiste à la recherche des Coliformes totaux et fécaux, des Streptocoques fécaux, des Clostridium sulfito-réducteurs. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau 06 : Résultats d'analyses microbiologiques des eaux brutes et traitées (décembre2016-mai2017)

Mois / Paramètres	Déc.2016		Jan.2017		Fév.2017		Mar.2017		Avr.2017		Mai.2017	
	B	T	B	T	B	T	B	T	B	T	B	T
Coliformes Totaux	>450	8	>450	9	>450	0	>450	2	>450	8	>450	0
Coliformes fécaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Streptocoques fécaux	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clostridium sulfito–réducteurs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

II .1 Les coliformes Totaux :

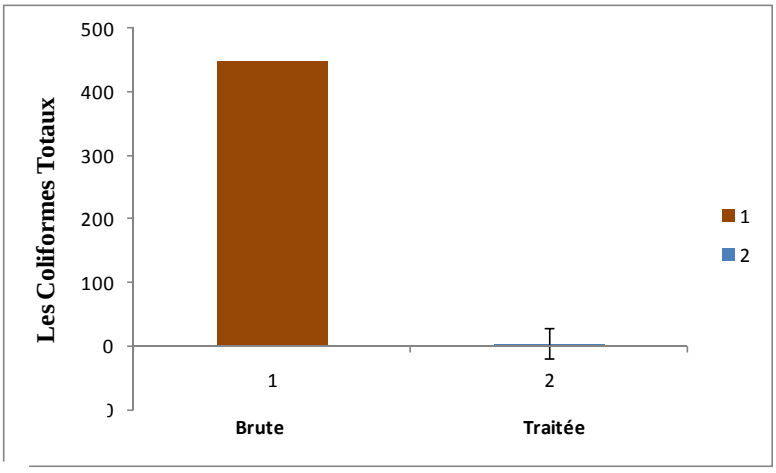


Figure39 : Variations Avant et après traitement des Coliformes totaux dans l'eau brute et l'eau traitée.

En ce qui concerne l'eau en objet, on constate une présence supérieure à 450UFC/100 ml à l'eau brute et une moyenne de 4,5 UFC/100ml à l'eau traitée des coliformes totaux.

Ce qui est dépassé les normes algériennes de potabilité qui exige l'absence totale de ces bactéries dans 100 ml .

D'après la figure 39, Les résultats obtenus montrent la diminution des teneurs en coliformes totaux, Ces bactéries ont été éliminées par la désinfection (l'injection du chlore).

D'après la figure 39 et le tableau 06, les résultats obtenus montrent la diminution des teneurs en coliformes totaux, Ces bactéries ont été éliminées par la désinfection (l'injection du chlore).

Qualité de l'eau et limite acceptable des Coliformes totaux , [89]:

- **0 ufc /100ml** = Propre a la consommation
- **1 à 9 ufc /100ml** = Relativement sure
- **10 à >80 ufc /100ml** = Impropre a la consommation Risque de gastro-entérite

Les Coliformes totaux parmi lesquels E. coli, représentent approximativement 10% des micro-organismes intestinaux humaines et animaux, sont considérées comme étant un organisme indicateur de pollution.

La réglementation de notre pays exclue impérativement la présence des coliformes fécaux et des coliformes totaux dans 100 ml.

Les Coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale et sont cependant très utiles comme indicateurs de l'efficacité du traitement, de l'intégrité du réseau de distribution ainsi que comme indicateurs de la décroissance bactérienne après traitement **[90]**

II .2 <u>Les Streptocoques et les coliformes fécaux :</u>

D'après le tableau 06 qui représentent les résultats obtenues dont on a constaté l'absence totale de ces germes (Streptocoques et les coliformes fécaux) confirmant ainsi le respect des normes Algériennes de potabilité 0/100 ml.

Selon **Manuel et Bergey.1984 [91],** les Coliformes fécaux sont les plus importants des paramètres microbiologiques pris en compte dans le contrôle de la qualité des eaux et leur présence est suffisante pour confirmer qu'il y a effectivement une pollution fécale.

<u>Qualité de l'eau et limite acceptable des Streptocoques fécaux, [89] :</u>

- **0 ufc / 100ml** = Eau Propre a la consommation
- **>1 ufc / 100ml** = Eau Impropre a la consommation Risque de gastro-entérite, Hépatite, Méningite **[92].**

Les Coliformes fécaux sont intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait, constituent des indicateurs fécaux de première importance. **[93]**

Les streptocoques fécaux appartiennent à un groupe de streptocoques qui ne sont pas tous d'origine fécale. Toutefois, leur recherche associée à celle des coliformes fécaux constitue un indice de contamination fécale, Ils témoignent d'une contamination d'origine fécale ancienne tandis que les coliformes fécaux témoignent d'une contamination d'origine fécale récente. Pour cela, on dépose la membrane dans le milieu nutritif, et on le met à l'étuve pendant 24h à 37°C . **[94].**

II .3 Les Clostridiums sulfito- réducteurs:

D'après les résultats obtenues montré dans le tableau 06 , on peut dire que les deux formes des Clostridium Sulfito-Réducteurs (sporulées et végétatives) sont totalement absentes dans l'eau étudiée, ce qui correspond aux normes algériennes qui excluent sa présence. La norme algérienne exige l'absence totale des bactéries réductrices au 20ml pour l'eau potable.

Les Clostridium sulfito- réducteurs sont aussi d'origine fécale, si elles se trouvent dans les matières fécales elles peuvent également vivre et se multiplier dans les milieux naturels. Elles sont souvent recherchées pour vérifier l'autoépuration des sols vis-à-vis de l'eau. **[95]**

III. Evolutions temporelles des différents paramètres dans l'eau étudiée:

III.1 Evolution des paramètres physicochimiques:

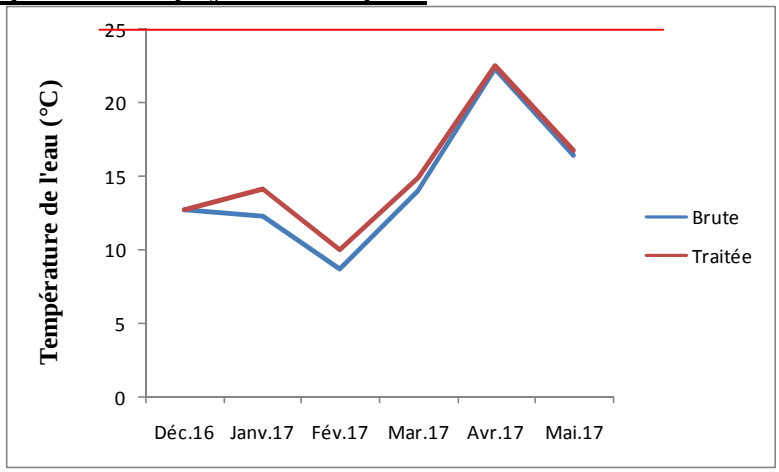


Figure 40 : Variations temporelles des températures de l'eau brute et l'eau traitée.

On remarque d'après la figure 40 que la température de l'eau n'est pas constante pendant les six mois de prélèvement. Au fait, elles varient presque de la même façon pour l'eau brute et l'eau

traitée, ou on a marqué les valeurs minimales (8,7-10°C) en mois de février2017 alors les valeurs maximales s'observent pour le mois d'avril 2017 (22,3-22,5°C).

Nos valeurs sont inférieures par rapport à la norme algérienne pour les eaux potables destinées à la consommation qui est de 25°C.

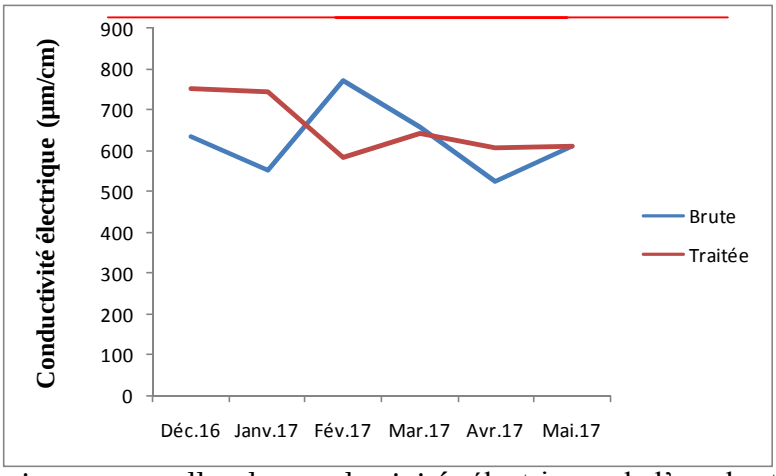


Figure 41 : Variations temporelles des conductivités électriques de l'eau brute et l'eau traitée.

D'après la figure 41 on remarque que la conductivité électrique n'est pas stable dans son évolution temporelle pour nos différentes eaux, ou on remarque un taux maximum de 771 µs/cm marqué au mois de février2017 pour l'eau brute et une valeur de 753 µs/cm en décembre 2016 pour l'eau traitée sans dépassé la norme algérienne qui est de 2800 µs/cm

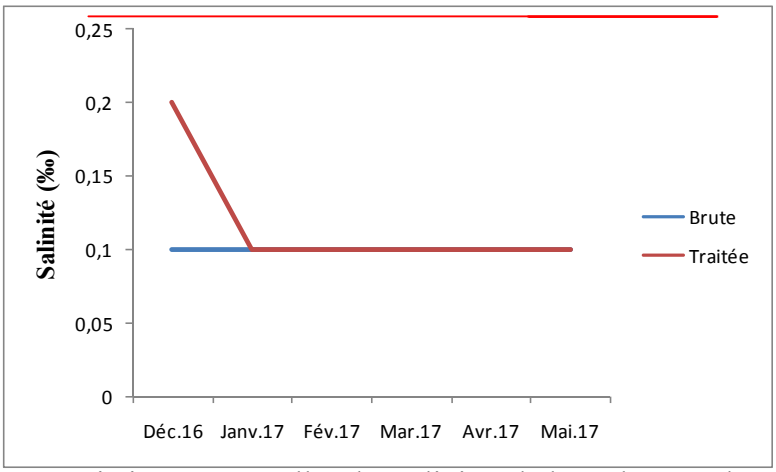


Figure 42 : Variations temporelles des salinités de l'eau brute et l'eau traitée.

Selon la figure 42 on remarque que la salinité est constante pendant les cinq mois allant du mois de janvier jusqu'au mois de mai 2017 à 0,1 **‰** pour l'eau brute et même pour l'eau traitée mais ces valeurs restent inférieures à la norme algérienne recommandé qui est de 6,06. Cependant, le mois de décembre est le plus élevé où une valeur de 0,2**‰** est enregistrée pour l'eau traitée.

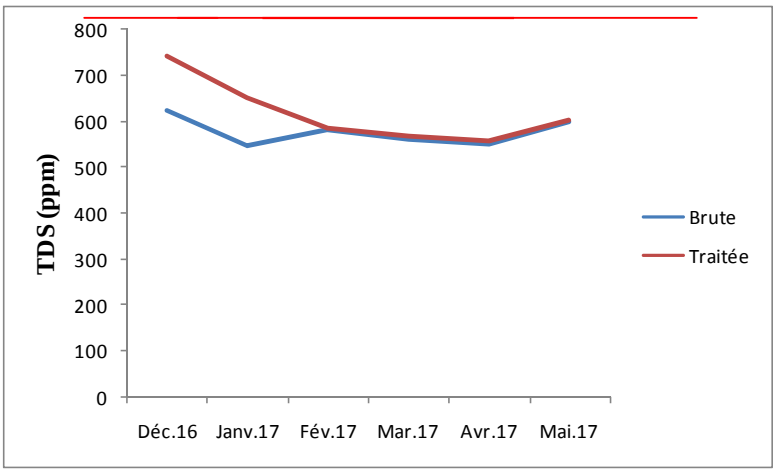


Figure 43 : Variations temporelles des TDS de l'eau brute et l'eau traitée.

D'après la figure 43 on remarque qu'il y'a une légère variation de taux des solides dissous entre l'eau brute et traitée par une moyenne de 577mg/l pour l'eau brute et 618 mg/l pour l'eau traitée , par ailleurs on a marqué une valeur maximale au mois de décembre 2016 pour l'eau brute a une valeur de 625 mg/l et 741 mg/l pour le traitée , suivie par une diminution au mois de janvier 2017 pour l'eau traitée et une légère augmentation de l'eau brute , nos valeur obtenues respectent toujours la normes algérienne qui est de 3697,2 mg/l ..

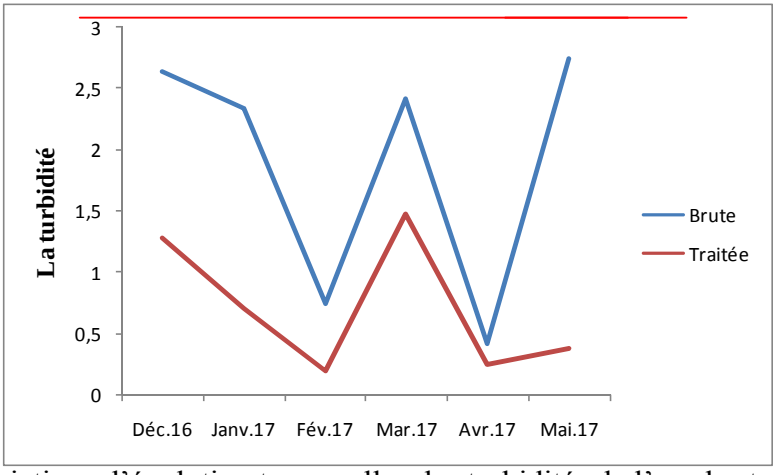


Figure 44 : Variations d'évolution temporelles des turbidités de l'eau brute et l'eau traitée.

D'après la figure 44 on remarque que la turbidité a marquée des taux élevés au mois de décembre 2016, mars et mai 2017, où on a constaté une valeur maximale de 2,64 NTU pour l'eau brute au mois de mai 2017 et une valeur maximale de 1,48 NTU pour l'eau traitée en mois de mars2017. Par ailleurs, les valeurs minimales touchent 0,2 NTU pour l'eau traitée en mois de février 2017 et 0.42 NTU pour l'eau brute en mois d'avril 2017. Nos valeurs sont toujours inférieur à la norme algérienne recommandée qui est de 5 NTU.

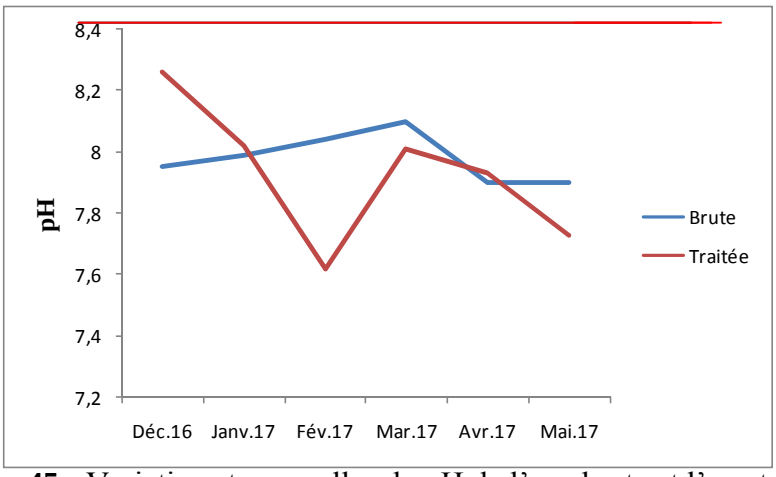


Figure 45 : Variations temporelles du pH de l'eau brute et l'eau traitée.

On remarque d'après la figure 45 que le pH de l'eau brute et l'eau traitée a marqué un taux maximum de 7,93 au mois de décembre2016 puis une valeur minimale pour l'eau traitée au mois de février 2017 de 7,62. Par ailleurs on a noté la valeur maximale de l'eau brute au mois de mars 2017 et un rapprochement pour le pH de l'eau traitée et l'eau brute au mois de avril 2017, la norme algérienne exige la norme limite de 8,5 pour les eaux potables.

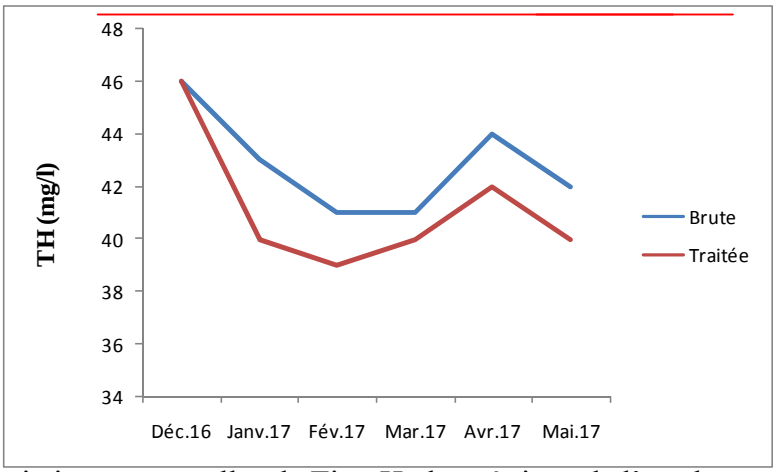


Figure 46 : Variations temporelles de Titre Hydrométrique de l'eau brute et l'eau traitée.

D'après la figure 46 on remarque que le titre hydrométrique a marqué la valeur maximale de teneur en décembre 2016 de 46 mg/l pour l'eau traitée et de 48 mg/l pour l'eau brute après on observe une diminution continue de teneur pour l'eau brute et traitée jusqu'à le mois de février ou on a marqué des valeurs minimales de 41 mg/l pour l'eau brute et 39 mg/l pour l'eau traitée puis une augmentation marquée jusqu'à le mois d'avril2017 qui est suivi par une diminution pour le mois de mai 2017 .la norme algérienne recommandée pour les eaux potables est de 500mg/l pour le TH.

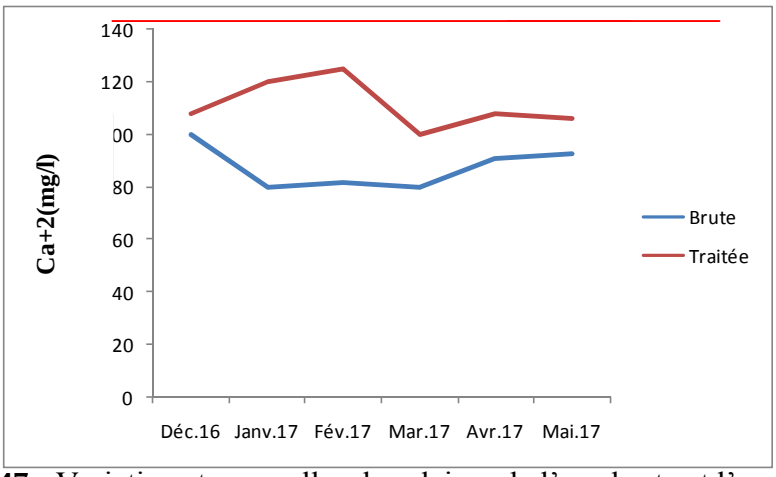


Figure 47 : Variations temporelles de calcium de l'eau brute et l'eau traitée.

On remarque d'après la figure 47 que le calcium n'est pas stable du mois de décembre2016 jusqu'au mois de mai 2017 ou on remarque les valeurs maximales de 125 mg/l signalée au mois de février 2017 pour l'eau traitée et 100 mg/l au mois décembre 2016 pour l'eau brute, alors que les valeurs minimales correspondent au mois de mars 2017 , la norme algérienne exige la valeur limite de 150 mg/l pour les eaux potables .

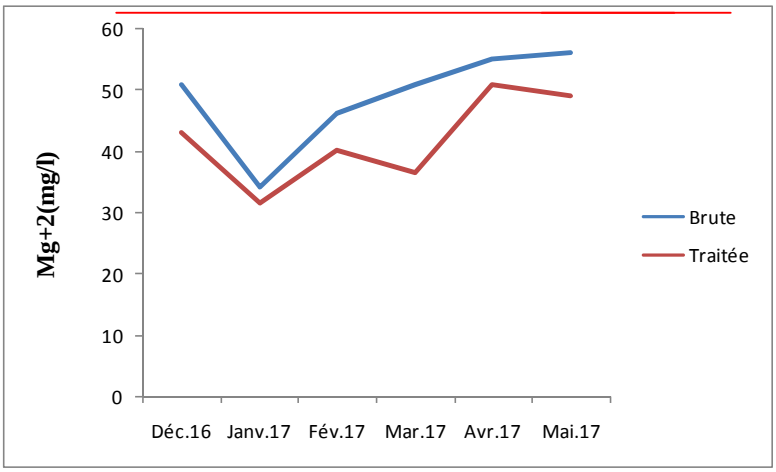


Figure 48 : Variations temporelles de magnésium dans l'eau brute et l'eau traitée.

Suivant la figure 48 on remarque que la variation de l'eau traitée est en relation avec l'eau brute où la teneur en magnésium de l'eau traitée est toujours inférieure à celle de l'eau brute, et inférieur à la norme algérienne des eaux potable qui est de 150 mg/l , Par ailleurs on a noté des valeurs maximales de 55,2 mg/l pour l'eau brute et 51,01mg/l pour l'eau traitée durant le mois de mai 2017 et des valeurs minimales entre 34,12 et 31,51 mg/l en moi de janvier2017.

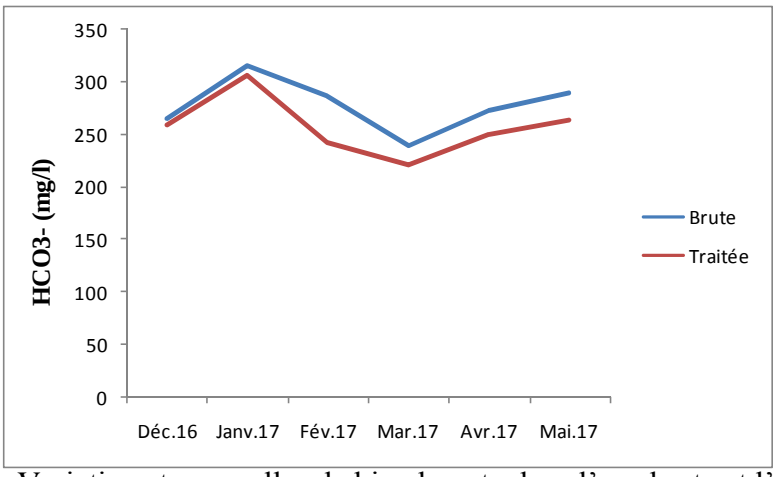


Figure 49 : Variations temporelles de bicarbonate dans l'eau brute et l'eau traitée.

On remarque d'après la figure 49 que l'évolution des bicarbonates de l'eau brute est toujours similaire à celle de l'eau traitée ou on a marqué la teneur maximale en bicarbonate le mois de janvier par des valeurs de 315,4 mg/l pour l'eau brute et 306,2 mg/l l'eau traitée puis une diminution jusqu'à des valeurs minimales en mois de mars2017 arrivant à 265 mg/l pour l'eau brute et 221 mg/l pour l'eau traitée, ces diminutions sont suivies par une augmentation au mois d'avril et mai 2017.

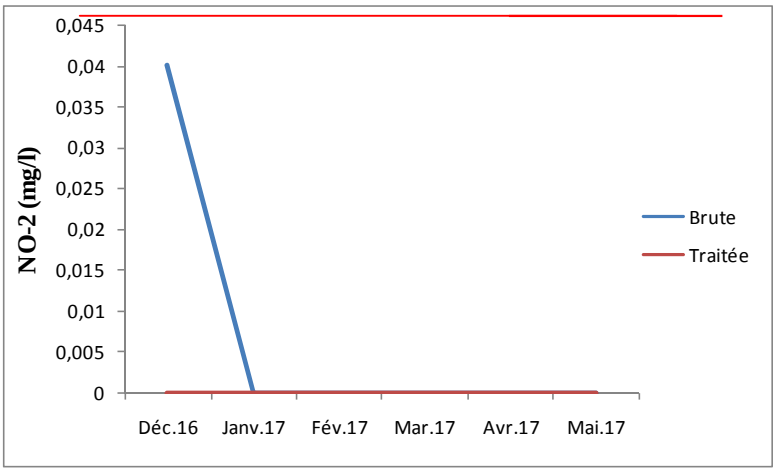


Figure 50 : Variations temporelles des nitrites de l'eau brute et l'eau traitée.

D'après la figure 50 on remarque une absence totale des nitrites durant le mois de janvier2017 jusqu'au mois de mai2017pour l'eau traitée. Pour ce qui est de l'eau brute une seule valeur est enregistrée en mois de décembre 2016 ou on marqué une teneur de 0,04 mg/l est notée, la norme algérienne recommandé est de 0,1 mg/l pour les eaux potables.

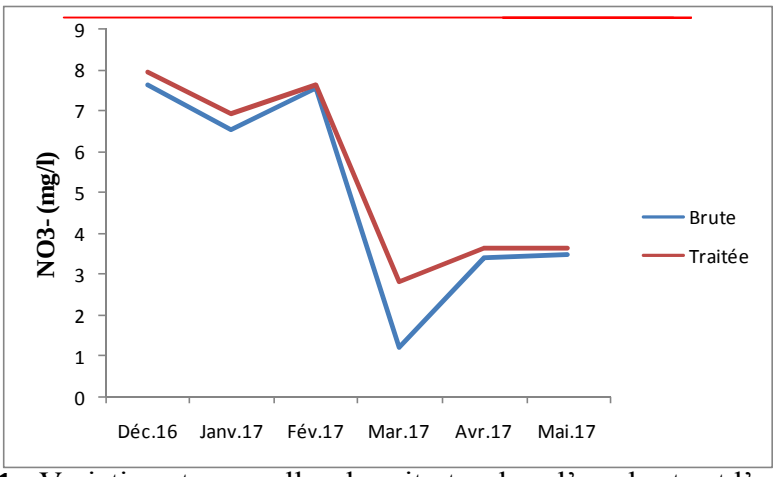


Figure 51 : Variations temporelles des nitrates dans l'eau brute et l'eau traitée.

On remarque d'après la figure 51 que la teneur en nitrates dans l'eau brute et traitée est variable et elle est au maximum au mois de décembre2016 avec des valeurs respectives de 7,95mg/l pour l'eau brute et 7,63mg/l pour l'eau traitée. Les valeur les plus basses s'observent en mois de mars2017 respectivement de 2,30mg/l et 1,22mg/l.

La norme algérienne recommandée est de 50 mg/l pour les eaux potables.

L'Ammonium :

Nous avons marqués une absence totale de l'ammonium dans l'eau brute et traitée pendant les 6 mois de prélèvement.

La norme algérienne recommandée est de 0,5 mg/l pour les eaux potables .

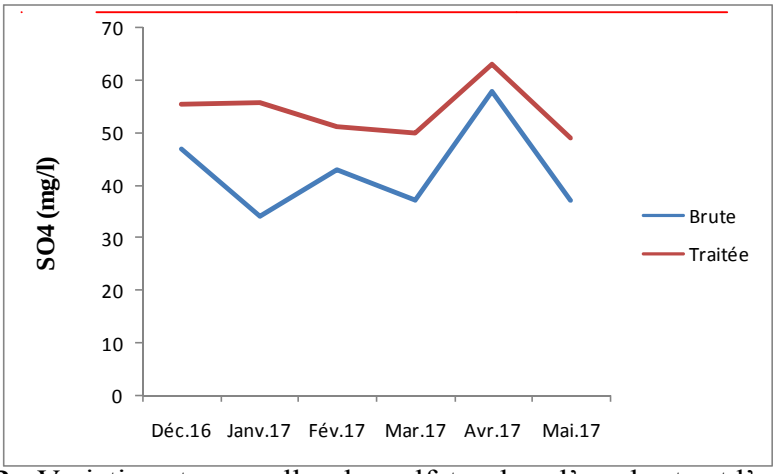


Figure 52 : Variations temporelles des sulfates dans l'eau brute et l'eau traitée.

D'après la figure 52 les résultats montrent la variation des sulfates ou on a marqué des teneurs fluctuantes durant les mois Déc2016-mars2017. Cependant, le taux le plus élevé en sulfates se situe

au mois d'avril pour l'eau brute (57,91 mg/l) et traitée (62,95 mg/l) ces valeurs sont suivies par une diminution au mois de mai2017.

La norme algérienne recommandée est de 200 mg/l pour les eaux potables.

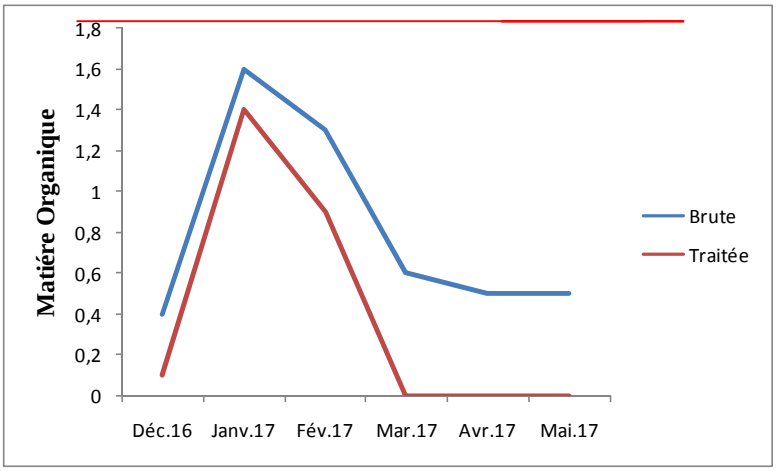


Figure 53 : Variations temporelles des matières organiques dans l'eau brute et l'eau traitée.

D'après la figure 53 qui montre les résultats d'évolution mensuelle de la matière organique ou on a marqué une augmentation durant la période décembre 2016 - janvier 2017 où la teneur est au maximum en mois de janvier avec un taux de 1,6 mg/l pour l'eau brute et 1,4 mg/l pour l'eau traitée. Par contre on a marqué une diminution continue du mois de janvier jusqu'à au mois de mai2017 et une absence totale de matières organiques pour l'eau traitée en mars, avril et mai 2017.

La norme algérienne recommandée est de 3 mg/l pour les eaux potables .

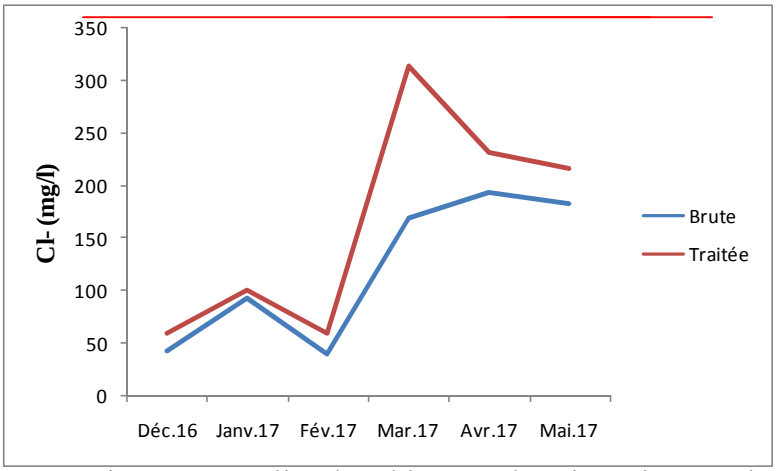


Figure 54 : Variations temporelles des chlorures dans l'eau brute et l'eau traitée.

D'après la figure 54 on remarque que la teneur des chlorures de l'eau brute est toujours inférieure que la teneur en eau traitée, on remarque une augmentation de teneur en chlorure en mois de décembre 2016 jusqu'à le mois de janvier 2017 suivi par une diminution en février2017 puis on a noté une valeur maximale de 193,2 mg/l pour l'eau brute et 314mg/l pour l'eau traitée suivi par une diminution continue de teneur en chlorure pour l'eau traitée qui se poursuive jusqu'au mois de mai2017.

La norme algérienne recommandée est de 500 mg/l pour les eaux potables.

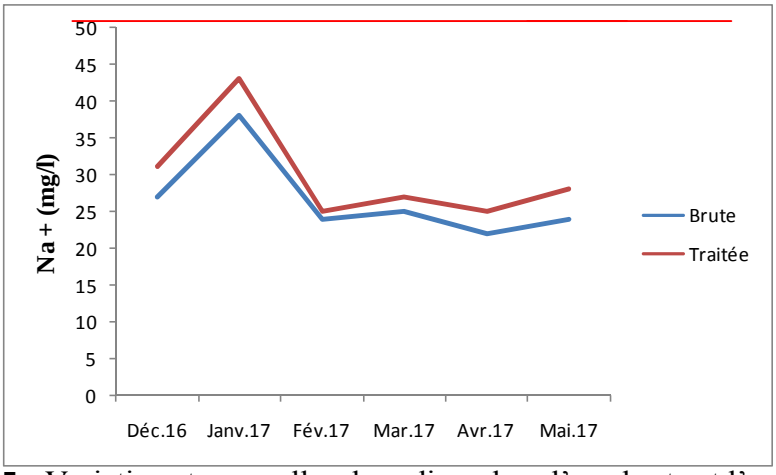


Figure 55 : Variations temporelles de sodium dans l'eau brute et l'eau traitée.

D'après la figure 55 on remarque que la teneur de sodium de l'eau traitée est toujours supérieure que la teneur en eau brute pendant les 6 mois d'analyses, on remarque une augmentation dés le mois de décembre2016 jusqu'à avoir la valeur maximale de 38mg/l pour l'eau brute et 43mg/l pour l'eau traitée en mois de janvier 2017. Ces variations sont suivies par des variations légères pour le reste des mois d'étude. La norme algérienne recommandée est de 200 mg/l pour les eaux potables .

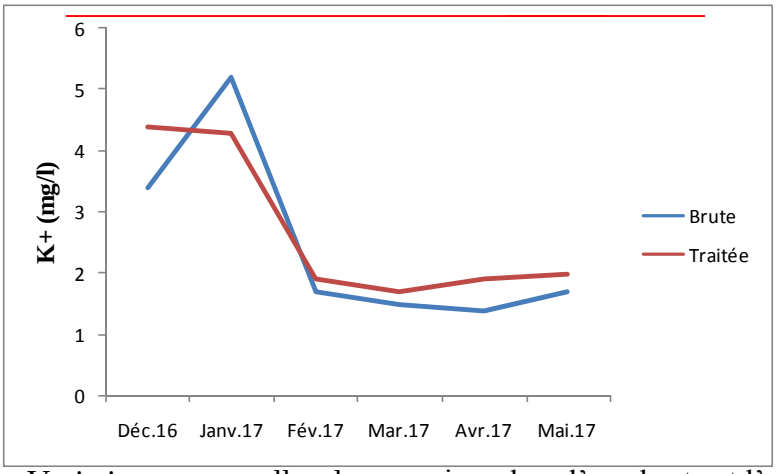


Figure 56 : Variations temporelles de potassium dans l'eau brute et l'eau traitée.

On remarque d'après la figure 56 que la teneur en potassium de l'eau est la plus élevée en mois de janvier2017 par des valeurs de 5,2 mg/l pour l'eau brute et 4,4 mg/l pour l'eau traitée puis des diminutions de teneurs sont enregistrées au mois de février2017 après on remarque que les valeurs varient près des valeurs minimales enregistrées (1,4 mg/l pour eau brute et 1,7mg/l pour l'eau traitée). La norme algérienne recommandée est de 20 mg/l pour les eaux potables .

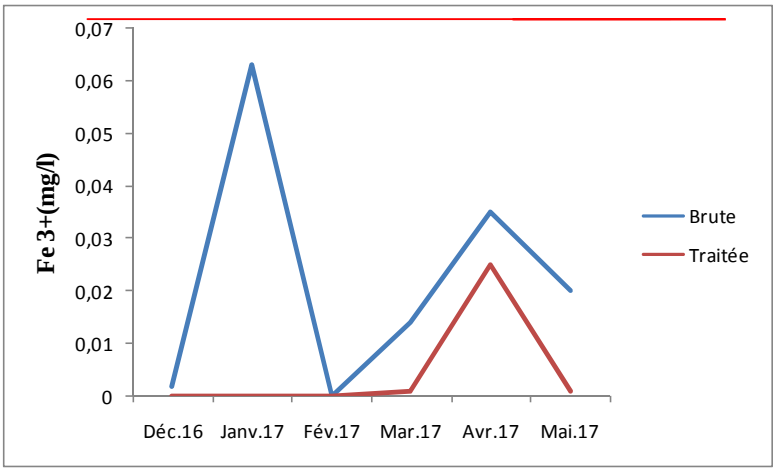


Figure 57 : Variations temporelles du fer dans l'eau brute et l'eau traitée.

On remarque d'après la figure 57 que l'eau de oued chiffa a une teneur en fer est très faible par rapport à la norme algérienne recommandée qui est de 0,3 mg/l ou on remarque une absence totale pour l'eau traitée au mois de décembre 2016 jusqu'au mois de mars 2017 suivi par une légère teneur marquée au mois d'avril 2017. Par ailleurs, une valeur maximale notée au mois de janvier 2017 pour l'eau brute 0,06 mg/l suivi par une absence au prélèvement de février2017 puis cette 1valeur va augmenter jusqu'au mois d'avril 2017 et diminue par la suite au mois de mai2017.

Le Manganèse :

On a marqué une absence totale du manganèse pour l'eau brute et traitée pendant les 6 mois d'analyses. La norme algérienne recommandée est de 150 mg/l pour les eaux potables .

III.2 Les paramètres microbiologiques :

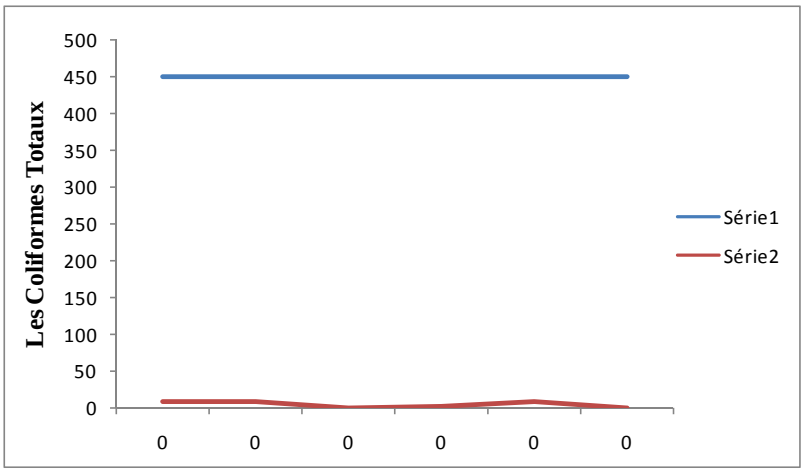


Figure 58: Variations temporelles des coliformes totaux dans l'eau brute et l'eau traitée.

On remarque d'après la figure 65 que la teneur de l'eau brute en bactéries coliformes totaux est toujours supérieure à 450 UFC/100ml ce qui dépasse la norme algérienne recommandée (0UFC/100ml). Par contre pour l'eau traitée on observe la diminution de teneur en coliformes totaux où les valeurs notées sont entre 0UFC/100ml et 9 UFC/100ml

Les Coliformes fécaux :

On a marqué dans nos résultats obtenues pendant les 6 mois d'analyses une absence totale des bactéries coliformes fécaux, qui s'adapte à la norme algérienne recommandé pour les eaux potable destinées à la consommation.

Les Streptocoques fécaux :

Nos résultats obtenues pendant les 6 mois d'analyses que nous avons faits a montré l'absence totale des bactéries streptocoque fécaux, qui s'adapte à la norme algérienne recommandé pour les eaux potable destinées à la consommation.

Les Clostridiums sulfito-réducteurs :

Nos résultats obtenues pendant les 6 mois d'analyses a montré l'absence totale des bactéries clostridium sulfito-réducteurs et ce qui infirme la contamination d'origine fécale et s'adapte à la norme algérienne recommandé pour les eaux potable destinées à la consommation.

IV - COMPARAISON DES RESULTATS AVEC DES ETUDES ANTERIEURES:

Tableau 07 : Tableau comparatif de nos résultats

avec des travaux antérieurs

Paramètres	Résultats de notre étude (2017)		Cheriet et Zeghar 2012	Mamadou et Danzi, 2014	Tadjine et Aimer, 2016,	La norme algérienne (2014)
	Eau brute	Eau traitée	(Source de Aissaouia Tablat-Médéa)	(Source M'harza – Djendel - Ain Defla	(Source de l'Oued Chiffa-Blida)	Pour les eaux potables
T (°C)	14,4	15,2	14	15	11,2	**25**
pH	7,98	7,93	7,8	6,92	8,07	**8,5**
Conductivité (µs/cm)	626	658	1010	1123	368	**2800**
TDS (mg/l)	577	618	/	/	369	**3697.22**
Turbidité (NTU)	1,88	0,72	/	0,57	13,64	**5**
Le calcium (mg/l)	87,8	111,3	99	116	60,12	**200**
Le magnésium (mg/l)	49	41,92	65	19,44	21,87	**150**
Le sodium (mg/l)	26,66	29,8	40	98	21	**200**
Le potassium (mg/l)	2,48	2,7	2	1	1	**20**
Les bicarbonates (mg/l)	278	256,68	88	/	208	**/**
Les sulfates (mg/l)	42,75	54,1	51	230,5	18,4	**200**
Les chlorures	120,12	164	61	136,1	180,8	**500**

(mg/l)						
La Dureté totale (mg/l)	42,8	41,16	/	363,5	240	**500**
L'ammonium (mg/l)	0	0	0	/	/	**0.5**
Les Coliformes totaux (nbr/100m)	>450	4,5	120	200	0	**0**
Les Coliformes fécaux (nbr/100ml)	0	0	0	De 2 à 200	0	**0**
Les Streptocoques fécaux (nbr/100ml)	0	0	0	2	0	**0**
Les Clostridium S. réducteurs (nbr/100ml)	0	0	0	/	0	**0**

Le Tableau 07 présente des résultats de notre étude comparés à quelques études antérieures effectuées à proximité de notre zone d'étude comme celle effectuée par Tadjine et Aimer en (2016), où ceux sur des sources se trouvant sur le territoire de la Wilaya citons l'étude de Cheriet et Zeghar (2012) Source de Aissaouia (Tablat-Médéa) et Mamado et Danzi (2014), étude réalisée au niveau de la source de M'harza Djendel – Wilaya de Ain Defla.

Pour le pH, les valeurs du pH de nos eaux sont presque similaires aux autres études à l'exception de la source de M'harza (Djendel – W. Ain Defla) qui montre un pH légèrement acide (pH=6,92).

Pour la conductivité électrique, il se voit que nos eaux 626 et 658 µs/cm présentent des conductivités largement inférieures par rapport à la source de Aissaouia -Tablat (1010 µs/cm) ainsi que celles de la source de M'Harza - Ain Defla (1123 µs/cm). Par contre, l'ensemble de ces valeurs sont supérieures à celle de la source de Blida (368 µs/cm).

La turbidité pour notre étude est de 1,88 pour l'eau brute et de 0,72 NTU pour l'eau traitée. Ces teneurs sont proches à la teneur de la source M'harza - Djendel -Ain Defla (0,57NTU). Par contre elles sont largement inférieures par rapport aux eaux de la source de Chiffa (13,64NTU) qui sont très turbides par rapport aussi à la norme algérienne (5NTU).

Le calcium au niveau de nos eaux (87,8 et 111,3mg/l) est supérieur par rapport à la teneur de l'eau de la source de Chiffa, et se rapproche plus au moins des valeurs des autres travaux retenus. La source M'harza - Djendel -Ain Defla présente la valeur la plus élevée 116mg/l.

La teneur de notre eau en magnésium montré dans le tableau 7 qu'elle est d'une moyenne de 45,46 mg/l entre l'eau brute et traitée est supérieur de celle de la source de chiffa (Blida) qu'elle est de 21,87 ainsi la source M'Harza (Djendel -Ain Defla) par 19,44 mg/l de teneur par ailleurs,qu'elle est inférieur de celle de la source de Aissaouia qu'elle est de 65mg/l.

Le sodium de nos eaux brutes et traitées respectivement de 26,66 et 29,8mg/l est largement inférieur par rapport à la teneur de la source de M'Harza (Djendel -Ain Defla) qui est de 98 mg/l et même pour l'eau de Aissaouia (Tablat) qui est de 40 mg/l alors qu'il est supérieur à 21mg/l valeur obtenue pour les eaux de la source de Chiffa**.**

Le potassium de nos eaux se situe entre 2,48 et 2,7 mg/l et il est de ce fait supérieur par rapport à celui obtenu pour les autres études de comparaison.

La teneur de nos eaux en bicarbonates entre 278 et 256,68 mg/l sont supérieurs par rapport à celle de la source de Chiffa (Blida) qui est de 208 mg/l et à celle de la source de Aissaouia (Tablat) qui est de 88 mg/l .

Pour ce qui est des sulfates nos valeurs sont 42,75 et 54,1mg/l et sont de ce fait largement inférieures à la source de M'Harza (Djendel -Ain Defla) qui arrivent à 230,5 mg/l en sulfates dépassant aussi la norme algérienne de 200mg/l.

La teneur de nos eaux en chlorures se situent entre 120,12 et 164mg/l, ces valeurs d'après le tableau 7 sont largement supérieures par rapport à la teneur en chlorures de la source de Aissaouia (Tablat) qui est de 61 mg/l.

On remarque que la teneur en dureté totale de notre étude respectivement de 42,8 et 41,16mg/l est largement inférieure une fois comparée à la teneur de celle de la source de l'eau de chiffa (Blida) qui est de 240mg/l où à celle de l'eau de M'Harza (Djendel -Ain Defla) qui atteint une valeur de 363,5 mg/l .

Enfin, pour l'ammonium on remarque qu'il y a une absence totale de cet élément dans toutes les études retenues pour cette comparaison.

Par ailleurs, et pour ce qui des paramètres microbiologiques, et d'après le tableau 7 de comparaison la teneur de nos eaux en coliformes totaux pour l'eau brute s'avère largement supérieure par rapport aux autres eaux avec une valeur qui dépasse les 450UFC/100ml. Par la suite et après le traitement de nos eaux cette teneur diminue à 4,5 UFC. D'autre part, on constate l'absence de coliformes totaux pour l'eau de la source de Chiffa (Blida) alors qu'au contraire, la teneur en C.T pour l'eau de source de Aissaouia est élevée avec 120 UFC/100 ml voir encore très élevée touchant les 200 UFC/ml pour l'eau de M'Harza .

Pour la teneur en coliformes fécaux, streptocoque fécaux et les clostridium sulfito-réducteurs une absence générale de ces germes pour les eaux provenant des différentes sources à l'exception d'une présence de Streptocoques fécaux et de Coliformes fécaux observées pour l'eau de M'harza(Ain Defla) indiquant probablement sa mauvaise potabilité.

CONCLUSION

L'eau constitue un élément essentiel pour l'organisme humain, et sa consommation journalière par tous implique une surveillance étroite tant sur le plan physico-chimique que sur le plan bactériologique.

Sur le plan physicochimique l'eau étudiée « Chiffa » ne présente pas d'excès ou des carences des constituants indispensables de l'eau (les différents paramètres physicochimiques).

Les résultats obtenus confirment que l'eau traitée au niveau de la station de traitement de (Médéa) est de bonne qualité et respecte les normes Algériennes pour les eaux potables destinées à la consommation (R.A.D.P, 2014), et les normes recommandées par l'organisation mondial de la santé (OMS), donc l'eau traitée peut être consommée par tous sans restriction d'usage, même pour l'eau brute sur le plan physicochimique ou a constaté que ses paramètres physicochimiques sont dans les normes recommandées .

Du point de vue bactériologique les résultats obtenus pour l'eau traitée montrent l'absence de tous germes indicateurs de pollution telle que les Coliformes fécaux, les Streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito-réducteurs, avec un faible taux des coliformes totaux qui ne présente pas un grand danger pour la santé humaine.

En fait, la qualité bactériologique de l'eau est satisfaisante âpres le traitement vue l'absence des bactéries pathogènes qui menacent la santé humaine. Ces résultats sont obtenues par l'injection du chlore avant le refoulement de l'eau traitée. Ces résultats montrent que l'eau traitée est potable et prêt a être consommer par ailleurs l'eau brute présente une teneur très élevée en coliformes totaux >450 /100 ml pour cela on peut dire que l'eau brute étudiée est de mauvaise qualité bactériologique.

En outre, le traitement des eaux a pour objectif de rendre potable du point de vue physicochimique et bactériologique, il n'a pas pour but de détruire tous les organismes vivants, mais plutôt de garantir l'absence de tout germes pathogènes et de mettre hors risque de contamination les points d'eau ou les systèmes de distribution ayant subit une pollution.

D'autre part, l'impact d'épuration (utilisation des produits chimiques lors du traitement) peut conduire à la contamination des sols et des eaux souterraines, de l'air (odeurs nauséabondes) ainsi que par des fuites qui peuvent se produire à partir des stations d'épuration en raison de l'absence de murs de protection contre les intempéries et les installations de revêtement du sol (mauvaise mise en œuvre) et la prolifération des bactéries dans la station en raison de la propagation de la pulvérisation par le vent, qui à son tour va atteindre les sols et l'environnement de la station où il faudrait prendre soin de la mise en œuvre des installations de traitement de manière significative tout en respectant aussi des zones de protection, chose qu'on espère voir pour cette station dans l'avenir.

Perspectives et recommandations:

L'Oued Chiffa est considéré comme un écosystème aquatique, la protection de ces écosystèmes sensibles contre la pollution est d'une nécessité primordiale pour sa préservation et sa durabilité. Quelques mesures sont essentielles pour atteindre ces objectifs :

 Fournir le matériel adéquat et nécessaire pour avoir de bonnes résultats de traitement et de soins.

 Face à la situation actuelle subit par nos écosystèmes en particulier l'aménagement de ces écosystèmes et principalement de l'oued de Chiffa qui subit beaucoup de pressions humaines notamment ceux liées aux travaux de l'autoroute Nord-Sud et la route nationale n°01, normalement ces actions sont accompagnées par un plan de sauvegarde et de protection de tous le patrimoine biotique et abiotique de la région (eau, sol, forêts, paysages, biodiversité,..).

 Assurer une exploitation rationnelle et une gestion durable des ressources locales.

 Renforcer la lutte contre les activités anthropiques destructrices des ressources biologiques.

 Assurer la conservation des écosystèmes et des espèces menacées et/ou d'importance marquée.

 Faire des affichages et des annoncées sur la protection de l'eau contre la pollution.

Enfin, il faut dire que cette étude n'est qu'une contribution pour comprendre et connaitre ces écosystèmes précieux de notre région, d'autres travaux sur d'autres paramètres physicochimiques ainsi que biologiques (faune et flore) seront très utiles pour compléter la banque de données sur cet écosystème aquatique sensible et fragile.

Références bibliographique :

[1] Anonyme 2017 **:** http://www.educonline.net/spip/spip.php?article366.

[2] BOUZIANI, M 2006 l'eau dans tous ses états : source de vie ,ressurce épuisable ,maladie hydrique ,pollution chimique .Edition Dar El Gharb.109,113,123,149p.

[3] Anonyme 2017 **:** http://www.septiemecontinent.com>/pedagogie/lesson/eau- terre-origine-répartition.

[4] LAMBERT.R, 1996 Géologie du cycle de l'eau .Edition universitaire du Mirail.13p

[5] https://www.google.dz/imgres?imgurl.

[6]: Université de KASDI MERBAH.Debbakh A., 2012. Qualité et dynamique des eaux des systems Lacustres en amont de l'Oued Righ. Spécialité: hydraulique. P176.

[7] VENGOSH, A 2003. Treatise de geochemistry, Chapitre: 9, P365.

[8] Anonyme 2017 **:** http://www.memoireonline.com/10/13/7528/m_Les-eaux-souterraines-captage-exploitation-et-gestion5.html.

[9] Anonyme 2017 **:** http://www.da-mag.com/reglementation-2/decrets-et-articles-reglementation.

[10] MONIQUET ET BEAUDRY H, 1992 chimie des eaux .2^{emme} édition –quebec-Griffon d'argile 12.14.537p.

[11] RODIER J et Bazin .C et Broutin.J-P et Chambon .Pet Champsaur .H et Rodi. I ; 2005 l'analyse de l'eau .8emme Edition Dunod –Paris .1383p

[12] DEGREMONT, 2005 Mémonto technique de l'eau 10^{emme} édition –rueil-Malmaison-degrement/paris.1718p.

[13] Anonyme 2017 **:** http://www.agr.gc.ca/pfra/water/microirr-html.

[14] Anonyme 2017 **:** Tardat-www.pichergru.net.pdf- sts-tp01_4.

[15] DEGREMONT, 1978 Mémonto technique de l'eau 8^{emme} édition –rueil-Malmaison-degrement/paris.1200p.

[16] Monique et Beaudry, 1984 1992 chimie des eaux .1^{emme} édition –quebec-Griffon d'argile.537p.

[17] POTELON J ET ZYSMAN.I ,1998 le guide des analyse de l'eau potable .Edution la lettre du cadre territorial P.253.260.310.

[18] REJSEK F., 2002 analyse des eaux : aspect réglementaire et technique .Edition centre régional de documentation pédologie d'aquatique P.64, 66.

[19] RODIER J et BERNARD .L et Nicole .M et Coll ;2009 l'analyse de l'eau .9^{emme} Edition Dunod –Paris .727p.

[20] Anonyme 2017 **:** www.gls.fr **1806** : Ingénierie d'ouvrages en traitement des eaux d'alimentation

[21] GUERGAZI S. et Achour S; Larhyss Journal, 4 (2005) 119-127.

[22] REJSEK,F 2002 analyse des eaux :aspect réglementaire et technique .Edition centre régional de documentation pédologie d'aquatique .64,66p.

[23] Anonyme 2017 **:** http://www.canada.ca/fr/santé-canada/programme /consultation/manganèse/eau-potable.htm.

[24] Anonyme 2017 **:** http://www.da-mag.com/reglementation-3/decrets-et-articles-reglementation.

[25] TAMPO.D ET HARTEMANN, P et Moll.M ;1992 les eaux conditionné .Edition Lavoisier Tech et Doc –paris 11.14.22.70.91p.

[26] DELLARRAS .C et BERNARD T ,2006 surveillance sanitaire et microbiologie des eaux 1er Edition Lavoisier Tech et Doc –paris .92p.

[27] Anonyme 2017 **:** https://www.inspq.qc.ca/eau-potable/coliformes-fecaux.

[28] POTELON . J ET ZYSMAN.K , 1993,guide des analyses d'eau potable, la lettre des cadre territoriale.170p .

[29] Anonyme 2017 **:** http://www.memoireonline.com/01/12/5176/m_Analyse-physico-chimique-et-microbiologie-de-lait-UHT-demi-ecreme29.html.

[30] PESSON, P 1976 la pollution des eaux continentales .Edition Masson et Cie ,paris ,9p.

[31] GAUJOUS, D 1993 la pollution du milieu aquatique –aide mémoire .Edition Lavoisier Tech et Doc –paris 16.17.18.219p.

[32] GALAF .http://www.memoireonline.com/11/13/7935/m_Traitement-des-eaux-usees-urbaines-par-boues-activees-au-niveau-de-la-ville-de-Bordj-Bou-Arreridj9.html.

[33] Anonyme 2017 **:** http://www.conservation-nature.fr/article2.php?id=10448.

[34] Anonyme 2017 **:** http://www.memoireonline.com/11/13/7935/m_Traitement-des-eaux-usees-urbaines-par-boues-activees-au-niveau-de-la-ville-de-Bordj-Bou-Arreridj10.html.

[35] Anonyme 2017 https://www.agrireseau.net/bovinsboucherie/documents/enteric-enterovirus-fra.pdf.

[36]Anonyme2017 **:**https://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol5/vol5_NS1/44-JMES-S1-LALAMI%2001.pdf.

[37] GAUJOUS. D la pollution des milieu aquatiques .aide memoires .Edition Lavoisier 1993.

[38] FREDDY SH., 2010. Approvisionnement en eau dans la ville de Bukavu et son impact sur les maladies de mains sales. Biologie et médecine . Mémoire licence. Université officielle de BUKAVU. P163.

[39] PIERRE A., 2014. Poliomyélite. Médecine tropicale .Diplôme de médecine tropicale des pavas de l'océan indien. Article.

[40] Dominique Plantaz., 2005. Méningites infectieuses de l'enfant (96).docteur Cécile. Article. BOST-BRU .P7.

[41] O.M.S., 2012. Prévention et lutte contre l'hépatite virale. P32.

[42] Anonyme 2017 **:** http://encyclopedie-afn.org/images/4/4/carte-lachiffa.jpg.

[43] MEDDOUR R ,1994 contribution phytososiologique de la portion Centro-orientale du prc national de chrea essai d'interprétation synthétique des étages et des séries de végétation de l'atlas blidéen Mém.Mag.AgrI N A Alger 329p).

[44] ABDO G et Oukhelaf N 2002,étude phytoécologique des formation végétales de la partie centrale des parc nationale de chrea Mém Ing. Eco-Env USTHB Alger 43p.

[45] Anonyme 2017 **:**https://www.yumpu.com/fr/document/view/51687675/rotiferes-de-loued-chiffa-algerie-institut-scientifique/7.

[46] HALIMI A (1980),l'atlas blidéen climat et étage végétaux .O.P.U .Alger,523p.

[47] BOUDY, 1950 Economie forestière Nord-Africain,Tomme 2Monografie et traitement des essences forestière ,Fasc ILEdi : Larousse, Paris638p)

[48] Document d'algérienne des eaux réalisé par (Abdi Mahmoud, cadre d'étude février 2006) .

[49] A.D.E 2017 (Chef de service de l'ADE Médéa).

[50] RODIER J., Bazin C., Broutin J.P., Chambon P., Chapsaup H, Rodi L., 1996. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Ed. Dunod, Paris, 30-1086P.

[51] RODIER J., 2009. L'analyse de l'eau: eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9eme édition: Dunod, paris. 1579 P.

[52] GAUJOUS D., 1995. Livre de La pollution des milieux aquatiques (p 4-37).

[53] Anonyme 2017 **:** https://www.ajol.info/index.php/jab/article/download/147791/137296

[54] BEAUGRAND G - 2010 https://vertigo.revues.org/10143

[55] El Hachemi 2012 toubkal.imist.ma/bitstream/handle/123456789/.../THESE_EL%20HACHIMI.pdf

[56] Anonyme 2017 **:** http://www.memoireonline.com/02/09/1994/traitement-des-eaux-quot-traitement-de-de-leau-de-source-bousfer-ORAN.html

[57] Anonyme 2017 **:**Lacam A, 1964 ; https://hal.archives-ouvertes.fr/jpa-00205796/document

[58] Anonyme 2017 **:** http://eaudepot.com/pages/qu2019est2dce_que_le_tds.html

[59] Anonyme 2017 **:** http://www.lenntech.fr/francais/ph-et-alcalinite.htm

[60] Anonyme 2017 **:** www.modul-stufen-konzept.ch/download/ChemieF_Juni2010.pdf

[61] Anonyme 2017 **:** www.univ-eloued.dz/images/memoir/file/M.B-003-1.pdf

[62] Anonyme 2017 **:** https://bu.univ-ouargla.dz/MERABET_Soumia.pdf?idthese=359

[63] Anonyme 2017 **:** https://www.boutique.afnor.org/norme/nf-en-iso-7027-1/qualite-de-l-eau-determination-de-la-turbidite-partie-1-methodes-quantitatives/article/822229/fa180438

[64] RODIER J. (1978). L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux residuaires, eau de mer. 6ème édition p (59-62).

[65] HECINI.L - 2016 thesis.univ-biskra.dz/2517/1/Thèse_62_2016.pdf

[67] LECHAARI M.,1990. Contribution a l'étude hydrogéologique des nappes superposées p 37

[68] SOUDANI.S - 2016dspace.univbiskra.dz:8080/jspui/bitstream /123456789/.../1/Soudani%20Soumia.pdf

[69] Anonyme 2017 **:** bu.umc.edu.dz/theses/sc-terre/BOU6414.pdf

[70] RODIER J., 2005. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer.p (89-94)

[71] Anonyme 2017 **:** Institut national de la santé publique québéc, https://www.inspq.qc.ca/eau-potable/nitrates

[73] LYTLE, D., Sorg, T., Wang, L., Muhlen, C., Rahrig, M. et French, K. (2007). Biological nitrification in a full scale and pilot scale iron removal drinking water treatment plant. J. Water SRT – Aqua, 56(2):P 125–136.

[75] WHITE, C., Lytle, D., DeBry, R. et Galloway, A. (2009). Design, evaluation and molecular microbial ecology of a pilot scale biologically active filter for ammonia oxidation. Dans : Proceedings of the American Water Works Association Water Quality Technology

[76] GAUJOUS D., 1995. La pollution des milieux aquatiques. Edit. Lavoisier Techniques et documentation .Paris. P17

[77] GUERGAZI S- 2005 www.webreview.dz/IMG/pdf/10.Guergazi.pdf

[78] Anonyme 2017 **:** https://fr.wikipedia.org/wiki/Permanganate_de_potassium

[79] LOUNNAS A : skikda.dz/doc_site/recherchePG/theses_memoires /fac_sciences/Chimie/Opt_Pollu_Chim_Environnement/M.lounnas.pdf

[80]OUHMIDOU.M 2014 https://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol6/vol6_N6/194-JMES-922-2014-Ouhmidou.pdf

[81] MEKAOUSSI N - 2014 eprints.univbatna2.dz/767/1/inj%20 MEKAOUSSI%20NADIA.pdf

[82] Anonyme 2017 **:** http://www.wikiwater.fr/e18-le-traitement-de-l-eau-par.html

[83] Anonyme 2017 **:** http://www.lenntech.fr/procedes/desinfection /chimique/desinfection/desinfectants-hypochlorite-sodium.htm

[84] A.D.E Algériennes des eaux équipes de laboratoire de Médéa

[85] Anonyme 2017 **:** www.memoirepfe.fst-usmba.ac.ma/get/pdf/1548

[86] Anonyme 2017 **:** http://www.lenntech.fr/procedes/fer-manganese/deferrisation.htm#ixzz4iHaNgUhL

[87] GAUJOUS D., 1995 – La pollution des milieux aquatiques : aide mémoire. Technique et documentation. Ed. Lavoisier, Paris, 220 p.

[88] GAUJOUS D., 1995 – La pollution des milieux aquatiques : aide mémoire. Technique et documentation. Ed. Lavoisier, Paris, 224 p

[89] Normes Algériennes recommandée pour les eaux potables(R.A.D.P2014)

[90] Anonyme 2017 **:** http://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/hs/pdf/fr/MilieuxSains/eau/Coliformf.pdf

[91] Manuel de Bergey., 1984. Systematique bactériologie ; 9th edition.P533.

http://experteau.com/services/analyse-bacteriologique.php

[93] Anonyme 2017 **:** https://bu.univ-ouargla.dz/master/pdf/TFYECHE-Lyes.pdf?idmemoire=4589

[94] Anonyme 2017 **:** www.technobio.fr/2014/11/analyse-des-coliformes-dans-les-eaux.html

[95] Anonyme 2017 **:** Manuel de Bergey.1984.Systématique bactériologie ; 9th edition. 533P.