



Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de biologie Cellulaire et Moléculaire



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences
biologiques

Spécialité : Toxicologie

THEME

*Contribution à l'étude de la qualité
physicochimique des eaux potable de la ville
d'El oued (sud d'Algérie)*

Présenté Par:

Melle KADDOUR Barira

Mme KHALDI Mouna

Devant le jury composé de:

Président: ALLOUCH Djennat

MAA ; Univ El'Oued

Promoteur :BOUALI Noureedine

MAA ; Univ El'Oued

Examineur: SAADI Hamza

MAA ; Univ El'Oued

Année universitaire: 2020/2021



Dédicace

Au tout puissant Allâh A toi la louange, Ô la lumière des cieux ; De la terre et de ce qu'ils renferment.

*Je dédie ce Travail A mes chers parents, A ma très chère mère **Nasrat Zouhra** symbole de tendresse et de patience,*

Je te remercie infiniment de tes sacrifices.

*A Mon mari **Mounire** qui m'a soutenu et en courage durant ces années d'études.*

*À ma fille, mon amour **Bissane***

*A mes très chers frères: **Lazhare** , **Walide** , **Oussama** et **Kousei***

*A mes très chères sœurs : **Hanane** ,**Khouter**, **Khitem** , **Chourouke** et **Layaen***

*À ma tante, compatissante, **Fatiha***

À la famille de mon cher mari

A tout ma famille .

*A tous les amis surtout **Dounia**, **Ahlem** et **Edhaouia***

*Amon binôme **Barira** qui a partagé avec moi les bons et les durs moments*

Sans oublier tous les professeurs de Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce

Travail soit possible, je vous dis merci .

MOUNA



Dédicace

Je Dédie ce modeste travail

*À ma cher mère **kasmi ourida** et mon cher père **Med Tayeb**, pour leur endurance et leurs sacrifices sans limites, Que dieu leur préserve une longue vie et bonne santé.*

*À mon cher oncle **ABD ELHAMID** et sa femme **SAMIRA***

*À mon frère : **Med KILANI** . Et à mes sœurs : **OUIDAD, HADJER, HAWA, SARA, CHAIMA** , et à mon fiancé **CHERRAHI IMAD EDDINNE** . En reconnaissance de leur affection toujours constante.*

*À mes petits: **Med AMIR, AMIRA HALA, Med ASSIL, RAID YUCEF** . Une dédicace particulière à notre encadreur de mémoire professeur **BOUALI***

***NOURREDINE** .*

A mes chers enseignants que ce soit du primaire, du moyen, du Secondaire et de l'enseignement Supérieur.

*A tout(e)s mes ami(e)s particulièrement **CHETIOUI FATIMA ZOHRA**.*

*A mon binôme **MOUNA** qui a partagé avec moi, les bons et les durs moments.*

À toute ma promotion de Master 2 Toxicologie 2020/2021.

Sans oublier tous les professeurs de Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce

Travail soit possible, je vous dis merci .

BARIRA

Remerciements

Nous remercions en premier lieu Allah qui nous a donné à la fois la volonté, le courage, et la patience afin d'élaborer ce mémoire de fin d'études. Nous adressons nos plus vifs remerciements à notre encadreur Mr **Bouali Nourredine** pour sa rigueur scientifique et son amitié sincère dont il a fait preuve le long de ce travail.

- Nous souhaitons remercier **Allouch Djennat** D'avoir accepté de présider le jury de ce travail.
- Un énorme remerciement est adressé **Saadi Hamza** pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant d'examiner ce travail.
- Nos vifs remerciements à tous les enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie.
- Nous remercions également le personnel des laboratoires de notre département et le personnel du laboratoire de l'ADE et ONA
- En fin, nous remercions toute personne ayant contribué à l'élaboration de ce travail.

resumé

Ce travail vise à examiner et évaluer la qualité physique et chimique de l'eau potable distribuée au niveau des cités (8 mai, 19 mars, Tiksebt Gharbia, cité 400, Echatt) du chef lieux de la willaya d'El oued. L'étude a concerné l'analyse des paramètres physico-chimiques T°, pH, Cl⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Conductivité, Salinité, O₂ dissous, Titre alcalimétrique (TA), Matière en suspension (MES), Titre hydrométrique (TH), Résidu sec (RS), Demande biochimique en oxygène (DBO), Turbidité.

Les résultats obtenus, ont montré que tous les paramètres physico-chimiques des cinq cités susnommés à savoir la température (24.1 /24.1 /20.38/21.7/25.01 C°), le potentiel hydrogéné (8.22/7.66/7.84/7.67/7.69), la conductivité électrique (121.68/632.88/85.05/245.74µs/cm), l'oxygène dissous (8.18/8.08/8.27/8.28/8.11%), le magnésium (75.34/27.54/70.15/23.49/111,8mg/l), le titre alcalimétrique complet (88.33/85.66/67.66/65/110mg/l), le titre alcalimétrique (0.mg/l), sont conformes aux normes Algériennes à l'exception le calcium (215.12/280.55/239.14mg/l), les résidus secs(2260/2826.66/2306.6), le chlorure (569.61/834.32/848.5) et le titre hydrométrique (825.33/1160/873.33) dans les cités ; Tiksebt Gharbia, Echatt et 8 mai successivement qui dépassent les valeurs exigées par la norme.

En conclusion, l'eau potable de la ville d'El Oued peut être acceptable à la consommation humaine, mais qu'elle nécessite plus de traitement

Les mots clés: eau potable, qualité physique et chimique, normes Algérienne.

Abstract

This work aims to examine and assess the physical and chemical quality of the drinking water distributed at the city level (May 8, March 19, Tiksebt Gharbia, city 400, chatt) of the administrative center of the willaya of El oued. The study concerned the analysis of physicochemical parameters.

T °, pH, Cl⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Conductivity, Salinity, dissolved O₂, Alkalimetric strength (TA), Suspended matter (MES), Hydrometric strength (TH), Dry residue (RS), Biochemical oxygen demand (BOD), Turbidity.

The results obtained showed that all the physicochemical parameters of the five aforementioned cities, namely the temperature (24.1 / 24.1 / 20.38 / 21.7 / 25.01 C °), the hydrogen potential (8.22 / 7.66 / 7.84 / 7.67 / 7.69), electrical conductivity (121.68 / 632.88 / 85.05 / 245.74 μs / cm), dissolved oxygen (8.18 / 8.08 / 8.27 / 8.28 / 8.11%), magnesium (75.34 / 27.54 / 70.15 / 23.49 / 111 / 8mg / l), the complete alkalimetric strength (88.33 / 85.66 / 67.66 / 65 / 110mg / l), the alkalimetric strength (0.mg/l), comply with Algerian standards with the exception of calcium (215.12 / 280.55 / 239.14mg / l), the dry residues (2260 / 2826.66 / 2306.6), the chloride (569.61 / 834.32 / 848.5) and the hydrometric titer (825.33 / 1160 / 873.33) in the cities; Tiksebt Gharbia, chatt and May 8 successively which exceed the values required by the standard.

In conclusion, the drinking water of the city of El Oued may be acceptable for human consumption, but it requires more treatment.

The key words: drinking water, physical and chemical quality, Algerian standards.

ملخص:

يهدف هذا العمل إلى فحص وتقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية لمياه الشرب الموزعة على مستوى المدينة (8 مايو ، 19 مارس ، تيكسبت الغربية ، مدينة 400 ، الشات) بالمركز الإداري لولاية الواد. اهتمت الدراسة بتحليل المعلمات الفيزيائية والكيميائية

T° ، pH ، Cl^{-} ، Ca^{2+} ، Mg^{2+} ، الموصلية ، الملحوة ، O_2 المذاب ، القوة القلوية (TA) ، المادة المعلقة (MES) ، القوة الهيدرومترية (TH) ، البقايا الجافة (RS) ، الطلب على الأكسجين الكيميائي الحيوي (BOD) ، التعكر.

أظهرت النتائج المتحصل عليها أن جميع المعلمات الفيزيائية والكيميائية للمدن الخمس المذكورة أعلاه وهي درجة الحرارة (1.24 / 24.1 / 20.38 / 21.7 / 25.01 درجة مئوية) ، جهد الهيدروجين (7.66 / 7.84 / 7.84 / 67.7 / 7.69) ، الموصلية الكهربائية (121.68 / 632.88 / 85.05 / 245.74 μs / سم) ، الأكسجين المذاب (8.18 / 8.08 / 8.27) ، المغنيسيوم (8.28 / 8.11٪) ، كامل القوة القلوية (88.33) ، (85.66 / 67.66 / 110/65 مجم / لتر) ، القوة القلوية (0.0 mg / لتر) ، مطابقة للمواصفات الجزائرية باستثناء الكالسيوم (215.12 / 280.55 / 239.14 مجم / لتر) ، المخلفات الجافة (2260 / 2826.66 / 2306.6) ، الكلوريد (569.61 / 834.32 / 848.5) والمعيار الهيدرومتر (825.33 / 1160 / 873.33) في المدن ؛ تيكسبت الغربية و 8 مايو على التوالي والتي تتجاوز القيم المطلوبة بالمعيار.

في الختام ، قد تكون مياه الشرب في مدينة الواد مقبولة للاستهلاك الأدمي ، لكنها تتطلب مزيداً من المعالجة.

الكلمات المفتاحية: مياه الشرب ، الجودة الفيزيائية والكيميائية ، المعايير الجزائرية.

LISTES DES ABREVIATIONS

ADE	Algérienne des eaux..
ONA	Office National de l'Assainissement Algérie
CE	Conductivité.
NA :	Norme Algérienne.
g/ml	germes par 1 millilitre.
NTU	Unité de Turbidité Néphélométrique
OMS	Organisation Mondiale de la Santé.
pH	potentiel d'Hydrogène.
TDS	Taux des Sels Dissous.
°C	degré Celsius.
M	Moyennes mensuelles des températures maximales exprimées en °C
m	Moyennes mensuelles des températures minimales exprimées en °C
T moy	Moyennes mensuelles des températures exprimées en °C.
µs/cm	micro-siémens par centimètre.
CE	Conductivité électrique
T	Température
TURB	Turbidité
OD	Oxygène dissous
RS	Résidu sec
TA	Titre alcalimétrique
TAC	Titre alcalimétrique complet
Cl-	ion de Chlorure
Ca+2	Ion de Calcium
Mg+2 :	Ion de Magnésium
K+ :	Ion de Potassium
Na+ :	Ion de Sodium
NO3- :	Ion de Nitrate

NO2- :	Ion de Nitrite
RN4:	Route Nationale numéro 4
EDTA :	Ethylène Diamine Tétra-Acétique
DTI	Dose totale indicative
ERU	les eaux résiduaires urbaines .

Liste des Figures

Figure N°1: Cycle de l'eau.	4
Figure N° 2: structure de la molécule d'eau.	4
Figure N°3: Structure cristalline des molécules	5
Figure N°4: Désordre des molécules.	6
Figure N°5: Désordre maximal des molécules.	7
Figure N°6: Molécule d'eau.	9
Figure N°7: Localisation de la ville d'El Oued.	28
Figure N°8 : Variation mensuelle de la température moyenne de la région d' oued -souf de l'année 2019	30
Figure N°9: Variation des précipitations moyennes mensuelles au niveau de la région d' oued -souf entre la période (2009- 2019).	31
Figure N°10: Humidité relative moyenne mensuelle de la région d' oued -souf durant l'année 2019	32
Figure N°11: Prélèvement des échantillons (photo originale)	33
Figure N°12: Mesure de température (photo originale).	34
Figure N°13: Mesure de PH (photo originale)	35
Figure N°14: Mesure de la conductivité électrique (photo originale)	36
Figure N°15: Mesure de la turbidité (photo originale)	37
Figure N°16: Mesure de la salinité ,conectivumètre terminal 740 WTW (photo originale)	38
Figure N°17: Dosage de la dureté totale (TH) (photo original)	39
Figure N°18: Dosage de Oxygène dissous(O ₂) (oximètre HACH,HO30d) (photo original)	40
Figure N°19: Dosage de titre alcalimétrique complète (TAC) (photo original)	41
Figure N°20: Dosage des chlorures (Cl ⁻) (photo original)	42
Figure N°21: Dosage du calcium Ca ²⁺ (photo original)	43
Figure N°22: Dosage des ions nitrites NO ₂ ⁻ (photo original)	45
Figure N°23: Mesure de Nitrate (NO ₃ ⁻)(photo original)	46
Figure N°24: Moyennes de la température en (°C) des eaux prélevées des cités 400, Tiksebt Gharbia, Echatt , 8 Mai, et 19 Mars (El-Oued)	54

Figure N°25: Moyennes de PH des eaux prélevées de cité es eaux prélevées de cité 400et Tiksebt Gharbia et Echatt et 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)	55
Figure N°26: Moyennes de la conductivité électrique en uS/cm des eaux prélevées de cité 400et Tiksebt Gharbia et Echatt et 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)	56
Figure N°27 : Moyennes de la Moyennes turbidité en NTU des eaux prélevées de cité prélevées de cité 400et Tiksebt Gharbia et Echatt et 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)	57
Figure N°28 : Moyennes de la salinité en % des eaux prélevées de cité 400 ,Tiksebt Gharbia , Echatt , 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)	58
Figure N°29 : Moyennes de résidu sec en (mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia , Echatt , 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)	59
Figure N°30 : Moyennes de chlorure en mg/l des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia ,Echatt , 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)	60
Figure N°31 : Moyennes de . Titre Alcalimétrique en mg/l des eaux prélevées de cité ,400, Tiksebt Gharbia , Echatt , 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)	61
Figure N°32 : Moyennes de Calcium en (mg/l) des eaux prélevées de cité400,Tiksebt Gharbia , Echatt ,8 Mai et 19 Mars (El-Oued)	62
Figure N°33 : Moyennes de nitrate en (Mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia ,Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)	63
Figure N°34: Moyennes de Bicarbonate (HCO_3^-) en (mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia , Echatt , 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)	64
Figure N°35 : Moyennes de Magnésium en (Mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia ,Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)	65
Figure N°36: Moyennes de nitrites en (Mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia ,Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)	66
Figure N°37: Moyennes de TH en (Mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia ,Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)	67
Figure N° 38: Moyennes de TAC en (Mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia ,Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)	68
Figure N°39: Moyennes de Ammonium en (Mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia ,Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)	68
Figure N°40: Moyennes de Ammonium en (Mg/l) des eaux prélevées de	

cité 400, Tiksebt Gharbia ,Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)	69
Figure N°41: Moyennes de Ammonuim en (Mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia ,Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)	70

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Comparaison entre les eaux de surface et les eaux souterraines (BOURRIER et al., 2011)	13
Tableau 2: Quelques normes des eaux potables (Koller F, 2004).	18
Tableau 3: la moyenne des températures mensuelles dans la wilaya d'El Oued (de 2009 à 2019) (STATION METEROLOGIQUE DE EL-Oued 2019)	29
Tableau 4: Précipitations moyennes mensuelles de la région d' oued -souf entre (2009-2019) (STATION METEROLOGIQUE DE EL-Oued 2019)	31
Tableau 5 : Humidité relative moyenne mensuelle de la région d' oued -souf durant l'année 2019 (STATION METEROLOGIQUE DE EL-Oued 2019)	31
Tableau 6: Moyenne mensuelle du vent de la région d'étude durant l'année 2019 (STATION METEROLOGIQUE DE EL-Oued 2019)	32
Tableau 7 : Variation des Paramètres physico-chimiques	49
Tableau 8: Goût de l'eau avec différentes concentration de TDS	74

SOMMAIRE

DIDICACES.....	
REMERCIEMENTS.....	
LIST D'ABRIAVIATION.....	
LISTE DES FIGURS.....	
LISTE DES TABLEAUX.....	
SOMMAIRE.....	
INTRODUCTION	1

CHAPITRE I : GENERALITE SUR L'EAU	
I.1. Définition de l'eau :	3
I.2. Cycle de l'eau:	3
I.3. Structure de l'eau :	4
I.4.Importance de l'eau :	5
I.5. Etat de l'eau:	5
I.5.1. L'état solide (glace, neige):	5
I.5.2. L'état liquid (océans, rivières):	6
I.5.3. L'état gazeux :	6
I.6. Composition de l'eau:	7
I.6.1. Les sels minéraux:	7
I.6.2. Autres minéraux et oligo-éléments:	8
I.6.3. Autres substances naturelles:	8
I.7.Propriétés de l'eau:	8
I.7.1.Propriétés physiques de l'eau:	9
I.7.1.1. Point d'ébullition:	9
I.7.1.2. Viscosité :	9
I.7.1.3. Solvant :	9
I.7.1.4. Tension superficielle :	10
I.7.1.5. Chaleur spécifique :	10
I.7.1.6. Chaleur latente :	10
I.7.1.7. Capacité thermique :	10
I.7.1.8. Transparence:	10
I.7.2. Propriétés chimiques de l'eau:	11
I.7.2.1. Eau solvant:	11

I.7.2.2. Ionisation:	11
I.7.2.3. Oxydoréduction:	11
I.7.3. Propriétés biologiques :	11
I.8 - Ressource en eau potable :	12
I.8.1. Les eaux naturelles:	12
I.8.1.1. Les eaux souterraines:	12
I.8.1.2. Eaux de surface:	12
I.8.1.3.Eaux de mers et océans:	13
I.8.2. Les eaux usées:	13
I.8.3. Les eaux de consommation :	14
I.9. Pollution de l'eau :	14
I.9.1 origines de la pollution des eaux :	14
I.9.1.1:L'industrie:	14
I.9.1.2. L'agriculture:	15
I.9.1.3 .Pollution domestique:	15
I.9.1.4. Pollution par les eaux pluviales:	15
I.9.1.5. Pollution d'origine naturelle:	16
I.10. Risques sanitaires :	17
I.11.Normes de potabilité d'une eau:	17
I.11.1. Paramètres physicochimiques:	19
I.11.1.1. Les paramètres physiques:	19
I.11.1.1.1. La Température:	19
I.11.1.1.2.Conductivité Electriques (CE):	19
I.11.1.1.3.pH:	20
I.11.1.1.4.L'Oxygène dissous:	20
I.11.1.1.5. La Turbidité:	20
I.11.1.1.6. Totale des solides dissous (TDS) :	20
I.11.1.1.7. Salinité:	20
I.11.1.1.8.Résidus sec:	21
I.11.1.1.9. Titre Alcalimétrique (TA):	21
I.11.1.1.10.Titre alcalimétrique complet TAC:	21
I.11.1.1.11. Dureté ou hydrotimétrie(TH):	21
I.11.1.2. Les Paramètres chimiques:	21

I.11.1.2.1. Potassium (k+):	21
I.11.1.2.2. Calcium (Ca++):	22
I.11.1.2.3. Magnésium (Mg++):	22
I.11.1.2.4. Chlorure (Cl -):	23
I.11.1.2.5. Sodium (Na+):	23
I.11.1.2.6. Sulfates (SO4 --):	24
I.11.1.2.7. Nitrates (NO3-):	24
I.11.1.2.8. Nitrites (NO2-):	24
I.11.1.2.9. Fluor (F-):	24
I.11.1.2.10. Hydrocarbures (CO3-):	25
1.11.1.2.11. Fer (Fe++):	25
I.11.2. Paramètres biologiques :	25
CHAPITRE II : MATERIEL ET METODE	
I.1. Présentation de la zone d'étude :	27
II.1.1. Présentation de la wilaya d'El-Oued :	27
II.1.2. Reliefs et Caractères pédologiques:	28
II.1.3. Hydrogéologie:	28
II.1.4- Climatologie :	29
II.2.Prélèvement et échantillonnage:	32
II.2.1. Prélèvement des échantillons d'eau :	33
II.3.Analyse physico-chimique :	35
II.3.1.Mesurer la température :	35
II.3.2.Mesure du pH :	35
II.3.3.Mesure de la conductivité électrique :	35
II.3.4.Mesure de la Turbidité :	37
II.3.5.Mesure de la Salinité :	38
II.3.6.Dosage de la dureté totale (TH) :	39
II.3.7.Dosage de. Résidu sec (RS) (Méthode d'évaporation):	40
II.3.8.Dosage de Oxygène dissous(O2):	40
II.3.9.Dosage de titre alcalimétrique complète (TAC):	41
II.3.10.Dosage de. Alcalinité (TA):	42
II.3.11.Dosage des chlorures (Cl ⁻) :	42
II.3.12.Dosage du calcium Ca ²⁺ :	43
II.3.13.-Dosage des ions ortho phosphatesPO ₄ ⁻ :	44

II.3.14. Mesure de magnésium (Mg^{+2}) ; (ISO 6059)	45
II.3.15.Dosage des ions nitrites NO_2^-	45
II.3.16.. Mesure de Nitrate (NO_3^-) :	46
II.3.17.Détermination de l'ammonium (NH_4^+) :	47
II.3.18.Détermination de Bicarbonates:	48
CHAPITRE III : RESULTAT ET DISCUSSION	
II.1. Analyse physico-chimiques	50
II.2. Résultats physico-chimiques	50
III.2.1. Température	54
III.2.2.Potentiel hydrogène (pH)	55
III.2.3. Conductivité Electrique	56
III.2.4.Turbidité	57
III.2.5.Salinité	58
III.2.6.Résidu Sec (RS)	59
III.2.7.Chlorures	60
III.2.8.Titre Alcalimétrique (TA)	61
III.2.9. Calcium (Ca^{2+})	62
III.2.10.Nitrates (NO_3^-)	63
III.2.11.Bicarbonate(HCO_3^-)	64
III.2.12.Magnésium (Mg^{2+})	65
III.2.13.Nitrite NO_2^-	66
III.2.14. Dureté Hydrométrique (Dureté Totale) TH	67
III.2.15.Titre Alcalimétrique complet TAC	68
III.2.16.Ammonium	69
III.2.17.Phosphore	70
III.2.18. O_2	71
III.2.19.TDS	72
CONCLUSION	75
REFERANCE BIBLIOGRAPHIQUE	77

INTRODUCTION



L'eau est un élément naturel d'une importance primordiale, indispensable à toute forme de vie, l'eau est une richesse nécessaire à toutes activités humaines, c'est un facteur de production déterminant dans le développement durable, elle devient de plus en plus au centre des intérêts stratégiques, il est donc nécessaire d'avoir une meilleure connaissance sur les ressources en eaux existantes ainsi que sur leur qualité. L'eau en tant que liquide est considérée comme un solvant universel, elle se congèle à 0 C° et devient vapeur au-delà de sa température d'ébullition (100 C°) **(REGGAM et al, 2015)..**

La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés et l'utilisation intensive des engrais chimiques en agriculture **(MOHAMMEDI, 2015)**

Ces derniers produisent une modification chimique de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités. De nombreux travaux se sont aussi rapportés sur l'étude des différents effets des rejets industriels et urbains sur l'évolution de la qualité et la pollution des eaux. **(REGGAM et al, 2015).**

Pour protéger la santé humaine, l'eau potable est réglementée par les recommandations suffisamment rigoureuses. En absence de recommandations de ce genre, divers problèmes de santé peuvent se poser, donc une eau potable est une eau que l'on peut boire sans risque, elle ne doit contenir en quantité nuisible ni substances chimiques, ni germes nocifs à la santé **(JOHN et al., 2010).**

Pour cette raison dans ce travail nous allons étudier la qualité physico-chimique de l'eau destinée à la consommation humaine (eau de filtré) dans les cités: 8 Mai , 19 Mars, Tiksebt Gharbia, Echatt et cité 400 situées au centre ville de la wilaya d'El-Oued.

Cette étude est répartie comme suit :

1. Après une introduction, une première partie théorique a été consacrée aux généralités sur les eaux, et ce en montrant leurs caractéristiques, physicochimiques et d'après les normes Algériennes.

2. Une deuxième partie réservée à la présentation des matériels et des méthodes mis en œuvre dans ce travail, ainsi aux différents essais menés pour les analyses des paramètres étudiés.

3. Une troisième partie pour discuter les résultats obtenus ainsi que leur interprétation, suivie par une conclusion générale.

CHAPITRE I :

*GENERALITE
SUR L'EAU*



I.1. Définition de l'eau :

L'eau est un élément naturel d'une importance primordiale, indispensable à toute forme de vie, l'eau est une richesse nécessaire à toutes activités humaines, c'est un facteur de production déterminant dans le développement durable, elle devient de plus en plus au centre des intérêts stratégiques (**BAZIZ N., 2008**).

L'eau est la plus importante source vitale à commencer par l'unité fondamentale de l'être vivant, la cellule baigne toujours dans l'eau. Cette dernière joue un rôle dans la régulation de la concentration intracellulaire et extracellulaire donc dans les échanges cellulaires qui permettent à leur tour à l'organisme de croître et de se développer (**HUBERT et al., 2001**)

L'eau est partout présente dans la nature. C'est un liquide incolore, inodore, sans saveur, de PH neutre et c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (**BERNARD, 2007**)

I.2. Cycle de l'eau:

L'eau est un élément fondamental de la vie, recouvrant 72% de la surface de la terre, et représentant une réserve totale de 1350 milliards de km³ dans la biosphère. Ce volume est constant et stable depuis 3 milliards d'années. L'eau suit de façon perpétuelle un cycle de renouvellement à l'échelle terrestre (**LELERC et al., 2010**).

A la surface de la terre, l'eau coule sans perturbation. Il s'évapore à partir des océans et refait la surface comme pluie. Le soleil évapore l'eau dans les rivières, les lacs, les mers, et les océans en fines Gouttelettes, Ils forment des nuages en se blottissant les uns contre les autres, qui entrent en collision avec des masses d'air froid et donnent naissance à la pluie (figure 01). L'eau de pluie s'infiltré dans le sol et rejoint les nappes phréatiques, les sources, les rivières, les fleuves, pour recommencer sans fin le même voyage (**BENMOUSSA, 2018**).

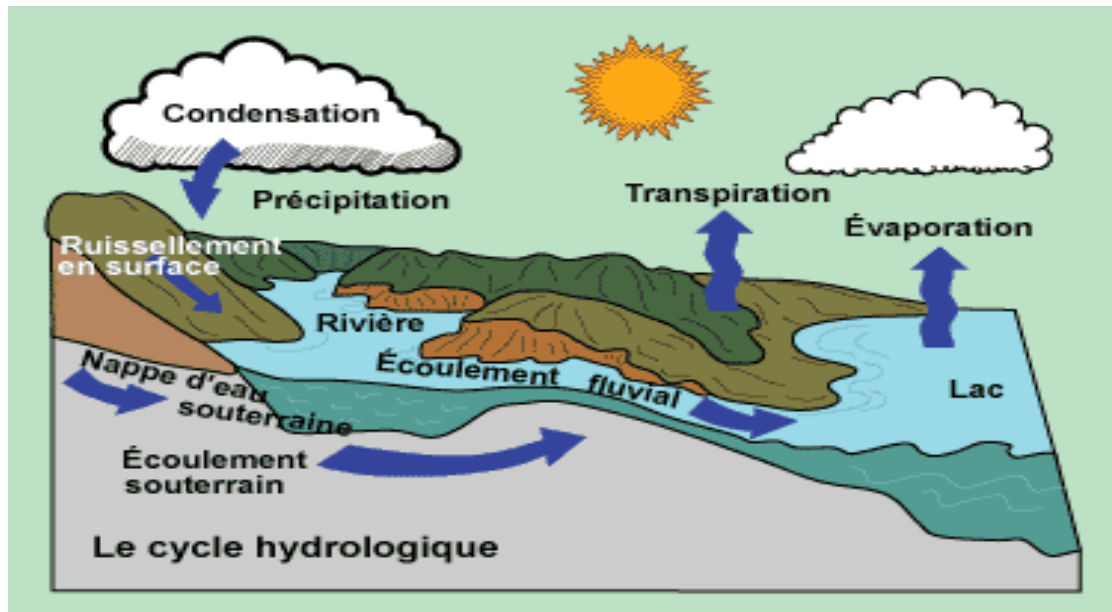


Figure N°01: Cycle de l'eau (BENMOUSSA, 2018).

I.3. Structure de l'eau :

L'eau est un composé chimique simple, liquide à température. Pression ambiante (1 atmosphère), l'eau est gazeuse au-dessus de 100 C° et solide en dessous de 0 C°. Sa formule chimique est H₂O, c'est-à-dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène. L'eau se trouve presque partout sur la terre et elle est vitale pour tous les organismes vivants connus, près de 70% de la surface de la terre est recouverte d'eau, essentiellement sous forme d'océans. Une étendue d'eau peut être un océan, une mer, un lac, un étang, une rivière, un ruisseau, un canal. La circulation de l'eau au sein des différents compartiments terrestres est décrite par son cycle biogéochimique, le cycle de l'eau. (HAMED *et al.*, 2012).

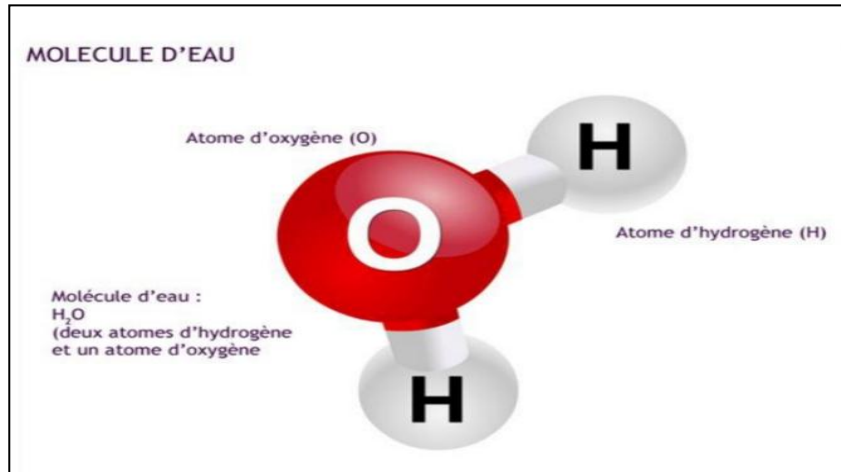


Figure N° 2: structure de la molécule d'eau.(MOULOU,2020)

Masse molaire de l'eau: $M=18,01528$ g/mol

- Masse volumique de l'eau liquide: $\rho=1.000$ kg/l
- Masse volumique de l'eau solide: $\rho=0.9166$ kg/l
- Température d'ébullition: $T_{eb.}= 100^{\circ}\text{C}$ (373.15°K) (GRAINI, 2011)

I.4.Importance de l'eau

Importance de l'eau : L'eau est un élément constitutif du milieu naturel dans l'écosystème, c'est également un élément indispensable à toute forme de vie sur notre planète et recouvre les 3/4 de la surface du globe terrestre et elle se présente sous multiples formes Pluie, glace, neige, etc.; sans oublier l'eau contenue dans le sol et la végétation (ANGLARET ET MORTIER, 2002). L'eau est un élément indispensable à la vie humaine. Elle entre dans la composition du corps humain et la plupart des aliments. Elle est utilisée en alimentation humaine et animale, en industrie, en agriculture et autres secteurs. De part sa consommation, elle joue également un rôle important dans la transmission des maladies hydriques par les agents pathogènes qu'elle véhicule (GUERD ET MESGHOUNI, 2007)

I.5. Etat de l'eau

L'eau est la seule substance naturelle sur la planète qui existe dans les trois états .Elle subit un état décalage comme un résultat de la combinée l' action de la chaleur (solaire) et la pression (atmosphérique).Ces changements d' état sont causés par la dissolution des liaisons hydrogène qui relie les molécules d' eau (LAMAA et WIDED,2019)

I.5.1. L'état solide (glace, neige)

L'eau est solide quand la température est inférieure à 0°C . C'est la glace de la banquise au niveau des pôles, celle des glaciers alpins, la neige sur laquelle nous pouvons skier, le givre

qui se forme par temps froid sur les arbres en hiver. Les calottes glaciaires et les glaciers représentent 2,1 % de l'eau présente sur la Terre (MEROUANI M. et BOUGUEDAH A., 2013).

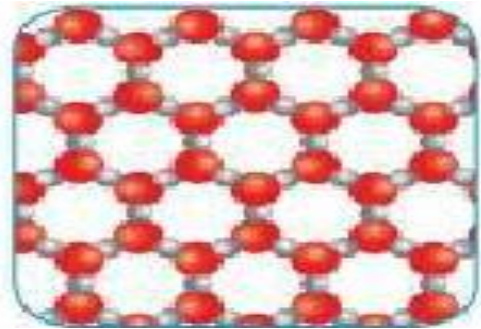


Figure N°3: Structure cristalline des molécules ,(LAMAA et WIDED,2019)

I.5.2. L'état liquide (océans, rivières)

Les plus grands réservoirs d'eau liquide sont les océans et les mers constitués d'eau salée; ils représentent 97,2 % de l'eau de la Terre. Les autres réservoirs d'eau liquide sont les lacs, les rivières et les eaux souterraines. Ils sont constitués d'eau douce. Les lacs et les rivières correspondent à 0,01 % de l'eau présente sur Terre et les eaux souterraines à 0,06 % de cette eau (GRAINI L., 2011).

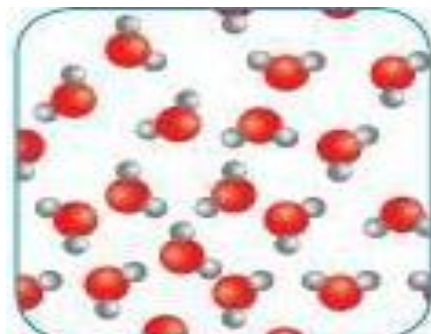


Figure N° 4: Désordre des molécules. (LAMAA et WIDED,2019)

Voici quelques exemples de présentation de l'eau à l'état liquide :

- les nuages : ils sont formés par l'accumulation de gouttelettes d'eau,
- la pluie : elle est constituée des gouttelettes d'eau libérées par les nuages,

- le brouillard : il est constitué de gouttelettes d'eau en suspension dans l'air (**LAMAA et WIDED,2019**)

I.5.3. L'état gazeux

Dans l'atmosphère, l'eau existe sous forme de gaz. C'est la vapeur d'eau présente dans l'air humide. Elle ne correspond qu'à 0,001 % de l'eau de la Terre (**MEROUANI M. et BOUGUEDAH A., 2013**).

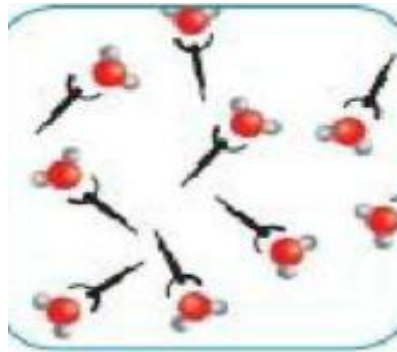


Figure N°5: Désordre maximal des molécules. (**LAMAA et WIDED, 2019**)

Il est à noter que la vapeur d'eau est invisible. Ce que l'on voit, c'est sa transformation. Par exemple la vapeur qui rencontre une paroi froide se condense sur celle-ci et se transforme en eau, c'est un changement d'état (**LAMAA et WIDED , 2019**)

I.6. Composition de l'eau

L'eau est un produit chimique élémentaire en haut de H₂O molécules. Ils sont solubles à divers degrés et sont faits en fait d'un complexe mélange de décomposition animaux et végétaux produits. Les composés organiques sont divisés en deux groupes: les substances non humiques et les substances humiques. La molécule d'eau est une unique, molécule dont les propriétés, qui sont liées à sa dipolaire existence, ont permis la vie sur Terre. La formation de liaisons hydrogène entre molécules explique pourquoi nos cellules et notre sang contiennent des électrolytes dans nos conditions de température et de pression (des sels) (**DJEMMAL ,2009**)

I.6.1. Les sels minéraux:

Ils sont constitués de cations (chargés positivement) et d'anions (chargés négativement) dissous dans l'eau, dont les principaux sont :

- Le potassium K^+
- Le magnésium Mg^{2+}
- Le sodium Na^+
- Le calcium Ca^{2+}
- Le bicarbonate HCO_3^- – (appelé aussi hydrogénocarbonate)
- Le sulfate SO_4^{2-}
- Le chlorure Cl^-
- Le nitrate NO_3^-
- Le bicarbonate HCO_3^- – (appelé aussi hydrogénocarbonate)
- Le fluorure F^-

Les ions ci-dessus sont bénéfiques ou neutres. Leur concentration varie entre quelques mg/L et quelques centaines de mg/L. Seuls les deux derniers ne devraient pas être présents à forte concentration. C'est surtout le cas du fluorure. Le nitrate est inoffensif pour l'homme adulte, mais peut créer de graves problèmes chez le nourrisson. Voir d'autres détails dans ma page principale. (LAMAA et WIDED,2019)

I.6.2. Autres minéraux et oligo-éléments:

Les eaux contiennent de nombreux autres éléments en concentration plus faible, notamment des métaux : fer, zinc, cuivre, etc. Certains sont considérés comme bénéfiques (un peu de fer, de zinc ou de cuivre), d'autres sont toxiques, comme le plomb, le cadmium, l'uranium, qui font partie des "métaux lourds". Le mot "oligoélément" est utilisé, sans avoir une définition scientifique précise, pour indiquer que certains métaux à très faible concentration sont considérés comme bénéfiques sur le plan médical. D'autres substances minérales dissoutes qui ne sont pas des métaux sont toxiques à diverses concentrations : c'est le cas de l'arsenic, du sélénium ou du (LAMAA et WIDED,2019)

I.6.3. Autres substances naturelles:

L'eau contient encore d'autres substances naturelles dissoutes :

- De l'oxygène O_2

- Du gaz carbonique CO₂ (les bulles de l'eau Perrier)
- De la silice SiO₂
- Des matières organiques provenant de la décomposition de végétaux (feuilles, herbe etc.) dans les eaux de surface (rivières, lacs, étangs)
- Des bactéries, dans les eaux de surface également (LAMAA et WIDED, 2019)

I.7. Propriétés de l'eau:

L'eau est complexe, anormale, mystérieuse, inexplicée, exotique, exceptionnelle, particulière, et aussi c'est un élément rebelle, souple, labile et versatile au regard des autres.

Rappelons que la molécule est la plus petite quantité d'un corps pur qui puisse exister à l'état libre. C'est un assemblage d'atomes. La molécule conserve toutes les propriétés physiques et chimiques de ce corps. (BOURRIER et al 2011)



Figure N° 6: Molécule d'eau. (MEROUANI M. et BOUGUEDAH A., 2013).

I.7.1. Propriétés physiques de l'eau:

Masse volumique La masse volumique varie avec la température et la pression, elle passe par un maximum à environ 4 °C. Cette propriété entraîne diverses conséquences, aussi bien dans la nature que dans les stations de traitement. L'eau est considérée comme un fluide incompressible. Mais, en fait, c'est un fluide légèrement élastique (HACHEMAOUI, 2014).

I.7.1.1. Point d'ébullition:

On appelle le point d'ébullition d'un liquide, pour une pression donnée, la température à laquelle le liquide passera d'un état liquide à un état gazeux s'il reçoit de la chaleur (puis bout)

Dans les phases liquide et solide de l'eau, les liaisons hydrogène lient les molécules fortement entre elles. C'est parce qu'il faut briser ces liaisons que l'eau a une température d'ébullition particulièrement élevée pour une molécule de cette masse molaire. Cette caractéristique de l'eau permet à une importante phase liquide d'exister aux températures que nous connaissons sur terre (HACHEMAOUI, 2014).

I.7.1.2. Viscosité :

C'est la propriété que présente un fluide (liquide ou gaz) d'opposer une résistance aux divers mouvements soit internes (exemple : turbulence), soit globaux (exemple: écoulement) (ROVEL *et al.*, 2005).

I.7.1.3. Solvant :

Est une substance, liquide ou supercritique à sa température d'utilisation, qui a la propriété de dissoudre, de diluer ou d'extraire d'autres substances sans les modifier chimiquement et sans lui-même se modifier (RODIER, 2005).

I.7.1.4. Tension superficielle :

Elle caractérise une propriété des interfaces (surfaces limitant deux phases). Elle est définie comme une force de traction qui exerce à la surface du liquide en tendant toujours à réduire le plus possible l'étendue de cette surface. La tension superficielle diminue avec l'augmentation de la température, et aussi l'addition de sels dissous augmente généralement la tension superficielle. Il existe d'autres corps qui la diminuent, ils sont appelés tensioactifs (exemple : détergents) (ROVEL *et al.*, 2005).

I.7.1.5. Chaleur spécifique :

Elle caractérise une propriété des interfaces (surfaces limitant deux phases). Elle est définie comme une force de traction qui exerce à la surface du liquide en tendant toujours à réduire le plus possible l'étendue de cette surface. La tension superficielle diminue avec l'augmentation de la température, et aussi l'addition de sels dissous augmente généralement la tension superficielle. Il existe d'autres corps qui la diminuent, ils sont appelés tensioactifs (exemple : détergents) (ROVEL *et al.*, 2005 ; HACHEMAOUI, 2014).

I.7.1.6. Chaleur latente :

La chaleur latente (ou enthalpie) de changement d'état d'une masse ou quantité de matière est la quantité d'énergie qu'il faut lui communiquer pour qu'elle passe de l'état initial (solide, liquide ou gazeux) à un autre état.

. Comme l'énergie est prélevée sur le substrat on comprend que le phénomène d'évaporation de l'eau vers l'atmosphère refroidisse continuellement les océans (**RODIER, 2005**).

I.7.1.7. Capacité thermique :

La capacité thermique: (anciennement capacité calorifique) d'un corps est une grandeur qui mesure la chaleur qu'il faut lui transférer pour augmenter sa température d'un kelvin. L'eau présente une très grande capacité thermique de tous les fluides. Du fait de cette capacité, les masses d'eau agissent comme des tampons ou régulateur contre les changements élevés de température. (**ROVEL et al., 2005**).

I.7.1.8. Transparence:

L'eau est transparente dans le spectre visible, mais elle absorbe le rayonnement infrarouge dès les premiers mètres d'épaisseur, ce qui explique que seules les eaux superficielles se réchauffent (**RODIER, 2005**).

I.7.2. Propriétés chimiques de l'eau:

L'eau est un excellent solvant qui dissout un très grand nombre de sels, de gaz, de molécules organiques. Les réactions chimiques de la vie se passent en milieu aqueux ; les organismes sont très riches en eau (jusqu'à plus de 90%), d'attaquer les parois du récipient qui la contient comme par exemple dans un flacon en verre, des ions silicium passent dans l'eau. L'eau pure peut exister du point de vue réglementaire, c'est-à-dire, eau sans contaminants bactériens et chimiques, mais elle n'existe pratiquement pas du point de vue chimique (même l'eau distillée contient des traces d'ions ou de molécules organiques prélevées aux conduites et aux récipients). Dans les réactions chimiques, l'eau intervient d'abord par sa dissociation en protons H^+ , souvent associés à H_2O pour former des protons hydratés H_3O^+ , et en ions hydroxyle OH^- . C'est le rapport entre ces 2 types d'ions qui détermine le pH de la solution (pH : logarithme de l'inverse de la concentration molaire en H^+). De nombreux métaux peuvent décomposer l'eau en produisant un dégagement d'hydrogène et un hydroxyde (**RODIER, 2005 ; HOUSSIN et al, 2009**)

I.7.2.1. Eau solvant:

Le pouvoir solvant de l'eau provoque l'altération partielle ou complète de divers liens entre les atomes (dissociation) et dans les molécules (ionisation) et du corps à dissoudre pour les remplacer par de nouveaux liens avec ses molécules propres (hydratation). Une solvation complète est une dissociation (**RODIER, 2005**)

I.7.2.2. Ionisation:

Est une opération qui consiste à retirer ou à ajouter des charges à un atome ou à une molécule. Un composé minéral en dissolution dans l'eau se dissocie plus ou moins avec l'apparition d'ions chargés négativement (anions) et d'ions chargés positivement (cations) **(RODIER, 2005)**

I.7.2.3. Oxydoréduction:

Les phénomènes d'oxydoréduction présentent une grande importance dans toutes les technologies de l'eau. L'eau elle-même peut participer, suivant des conditions expérimentales et selon certaines réactions chimiques comme un donneur d'électrons (elle est réductrice) ou un accepteur d'électrons (elle est oxydante) **(HACHEMAOUI, 2014)**

I.7.3. Propriétés biologiques :

Plusieurs fonctions dépendent de l'activité biologique : Les transferts des nutriments du sol à la plante, la dissolution des minéraux issus de la roche mère, la minéralisation des matières organiques, la stabilisation de la structure du sol par la synthétisation des substances organiques, la cohésion des agrégats et la formation de galeries pour aérer et créer de la porosité. L'eau, l'oxygène et le dioxyde de carbone contribuent à créer des conditions favorables au développement des êtres vivants. Il existe un cycle biologique, au cours duquel s'effectue une série d'échanges grâce à l'eau. Celle-ci est le constituant principal (en volume) des êtres vivants, et plus particulièrement du protoplasme de toutes les cellules. L'eau compose aussi la plus grande partie de nos aliments (70 à 95 % de la plupart de nos viandes et de nos fruits et légumes) **(LAMAA et WIDED, 2019)**

I.8 - Ressource en eau potable :

L'eau est un élément essentiel au fonctionnement de tout écosystème, mais aussi des activités humaines (agriculture, industrie) et de notre vie de tous les jours. La plus grande partie des eaux du globe terrestre sont marines (97%). Les eaux douces ne représentent qu'une partie mineure. Elles constituent cependant une source important d'eau potable **(BOUCENNA, 2009)**.

I.8.1. Les eaux naturelles:

Sont toutes les eaux de l'hydrosphère non transformées par l'Homme. Cela inclut les eaux douces du milieu naturel, Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constituées : des eaux souterraines (infiltration, nappe), des eaux de surface retenues ou en écoulement (barrages, lacs, rivières) et des eaux de mer. **(BOEGLIN, 2009)**

I.8.1.1. Les eaux souterraines:

Les eaux potables d'origine souterraines proviennent de deux sources essentielles: les nappes profondes et les nappes phréatiques. Les eaux des nappes profondes sont bien protégées des contaminants microbiens. Par contre, elles sont beaucoup plus accessibles aux souillures Chimiques tels que les nitrates, les hydrocarbures, les détergents, les pesticides, les métaux, etc. En dépit de ce danger, les eaux profondes lorsqu'elles sont potables, sont idéales pour le consommateur (MANCEUR et DJABALLAH,2016).

I.8.1.2. Eaux de surface:

Les eaux de surface sont constituées par les eaux des rivières, des fleuves, des étangs, des lacs, des barrages, des réservoirs, des glaciers. Il s'agit d'une masse d'eau bien individualisée, solide ou liquide, immobile ou en mouvement (MANCEUR et DJABALLAH, 2016).

Ces eaux s'avèrent souvent impropres à la consommation en raison de la pollution générée par nos activités urbaines, industrielles et agricoles. En effet, la qualité des eaux de surface varie selon les régions et les périodes de l'année (KOUODRI, 2006)

I.8.1.3.Eaux de mers et océans:

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'ya pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Ces eaux sont caractérisées par une grande salinité (varie de 33000 à 37000 mg/l), elles sont dénommées aussi «eaux saumâtres». Ce qui rend l'utilisation de ces eaux difficile, notamment leur coût très élevé pour leur traitement (BOEGLIN, 2009)

Les eaux de surface sont plus chargées de matières en suspension que les eaux souterraines, ainsi que de matières colloïdales, plancton animal et végétal. Les eaux souterraines sont souvent considérées comme des eaux naturellement pure ce qui est une erreur, car souvent elles contiennent du fer, manganèse, ammoniacque et matières organiques sans parler de la teneur excessive en fluor et nitrates (KETTAB, 1992) (Tableau 1).

Tableau 01 : Comparaison entre les eaux de surface et les eaux souterraines (BOURRIER et al., 2011)

Caractéristique	Eau de Surface	Eau de Souterraine
Température	Variable suivant les saisons	Relativement constante
Turbidité, MES	Variable parfois élevée	Faible ou nul
Couleur	Liée surtout aux MES (argile, algue, ...) sauf dans les eaux très douces et acides	Liée surtout aux matières en solutions (acides humiques)
Contenu minéral	Variable en fonction du sol, les effluents, les pluies, ...	En général nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
Fe ²⁺ et Mn ²⁺	Généralement absente, sauf pour au fond des lacs et dans le processus d'eutrophisation	Généralement présente

CO ₂ agressif	Généralement absent	Souvent présent en grand quantité
O ₂ dissout	Le plus souvent au voisinage de la saturation. Absent dans les eaux très polluées	Absent la plupart du temps
H ₂ S	Généralement pas présent	Souvent présent
NH ₄ ⁺	Présent seulement dans les eaux polluées	Présent fréquemment sans être un indice systématique de pollution bactérienne
Nitrate et Silice	Niveau faible en général	Teneur souvent élevée
Micropolluants minéraux et organique	Présent dans les eaux des pays développées, mais susceptible de disparaître rapidement après suppression des sources	Généralement absents mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps
Organismes vivants	Bactérie (dont certain pathogène), virus, plancton (animal ou végétal)	Ferro-bactéries fréquentes

I.8.2. Les eaux usées:

Selon (REJSEK 2002), les eaux résiduaires urbaines (ERU), ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels (GROSCLAUDE, 1999). Donc sous la terminologie d'eau résiduaire, on groupe des eaux d'origines très diverses qui ont perdu leurs puretés ; c'est-à-dire leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines (domestiques, industrielles ou agricoles). (RODIER et al., 2005),

I.8.3. Les eaux de consommation :

L'eau potable arrive dans nos verres de diverses façons. On peut la pomper dans les rivières et les lacs, mais aussi pomper l'eau dans les nappes phréatiques. Les eaux des nappes sont utilisées à titre domestique grâce des puits , ou par des captages pour un réseau d'adduction d'eau potable d'une collectivité territoriale, ou encore pour être mises en bouteilles sous des noms célèbres , Les consommateurs d'eau ont conscience qu'il existe des risques sanitaires liés à cet élément. Mais leurs craintes apparaissent souvent dirigées vers des risques mineurs ou dangers anecdotiques tandis que d'autres, de plus grande importance, demanderaient plus d'attention et de prises de mesures. C'est pourquoi il semble primordial de donner une hiérarchie des différents types de pollution, afin de comprendre quelles exigences sont nécessaires en matière de traitement de l'eau (PHILIPPE H , 2013).

I.9. Pollution de l'eau :

La pollution des eaux est tout modification défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) de la qualité de l'eau, dont les causes sont directement ou

indirectement en relation avec les activités humaines, qui a un effet nocif sur les êtres vivants , Quand les êtres humains consomment de l'eau polluée, il y a en général des conséquences sérieuses pour leur santé. La pollution de l'eau peut aussi rendre l'eau inutilisable pour l'usage désiré. les différents risques de l'eau sont : le risque d'ingestion ou, risque de contact et le risque direct ou indirect (**DEJOUX C; KOLLER F, 2004**).

I.9.1 origines de la pollution des eaux :

La pollution de la ressource en eau est l'une des principales causes de pollution environnementale avec la pollution de l'air. La qualité et la disponibilité de la ressource en eau est sans conteste l'un des grands enjeux de notre siècle. Sa préservation passe par une meilleure gestion des polluants, essentiellement issus des activités humaines. Voyons d'où vient la pollution de la ressource en eau (**MARILLYS M ,2013**).

I.9.1.1:L'industrie:

Les activités industrielles rejettent principalement des métaux, des hydrocarbures, des acides, et augmentent la température de l'eau.L'industrie génère des pollutions différentes selon le secteur d'activité. Les usines de papier, par exemple, utilisent de grands volumes de produits chimiques dans leurs processus de fabrication. Malgré les réglementations imposant le traitement de leurs eaux usées, certaines substances restent difficiles à éliminer et se retrouvent dans l'environnement .Au niveau national, la part relative des différents secteurs est évaluée à 50% pour l'agriculture, 35% les rejets urbains et 15% pour l'industrie. Ces proportions varient selon les types de pollutions, la part d'origine industrielle étant par exemple plus élevée pour certains polluants toxiques (**BENNANA M , 2013**)

I.9.1.2. L'agriculture:

Au début des années 1960, les agriculteurs ont eu recours à l'agriculture intensive, pour conséquence la pollution des eaux des sols par de fortes concentrations en azote, phosphore, pesticides et microorganismes, l'utilisation des engrais chimiques azotés et phosphorés, des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures, ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès . les traitements pour éliminer ces polluants sont complexes, onéreux et souvent difficiles à appliquer. Par conséquent, on s'oriente vers d'autres pratiques agricoles plus respectueuses de l'homme et de l'environnement comme l'agriculture « intégrée » ou « biologique» (**DJABRI L,1996**).

I.9.1.3 .Pollution domestique:

Dans le cas d'un assainissement collectif ou individuel défectueux, des substances indésirables contenues dans les eaux vannes et les eaux ménagères peuvent contaminées la nappe (matières organiques, détergentes, solvants, antibiotiques, micro-organismes...). La

pollution domestique est surtout organique (graisses, déchets organiques), elle peut aussi être chimique (poudres à laver, détergents, produits utilisés dans les jardins...). Les produits chimiques dangereux sont plus difficiles à traiter lorsqu'ils sont dans l'environnement, ils sont plus dangereux et sont évitables. Les produits chimiques comme les nettoyeurs, les teintures, de la peinture, des pesticides et des solvants lorsqu'ils sont utilisés sont des formes substantielles et dangereuse de pollution (MARILLYS M ,2013).

I.9.1.4. Pollution par les eaux pluviales:

Les eaux pluviales concernent tout type de précipitations (pluie, neige, grêle) intercepté par une surface artificielle (toiture, routes...) ou naturelle (arbre, sol...). Elles comprennent les eaux de toitures et les eaux de ruissellement. L'urbanisation s'accompagne d'une imperméabilisation des sols qui entraîne une aggravation des phénomènes de ruissellement pouvant mener à des inondations. De plus, si les eaux pluviales reflètent la qualité de l'air, elles se chargent aussi en polluants (hydrocarbure, huile de moteur...) au contact des surfaces (axes routiers par exemple) sur lesquelles elles s'écoulent. l'eau de pluie est naturellement polluée. En effet les gouttes d'eau ne peuvent atteindre une taille suffisante pour tomber vers le sol que s'il existe des particules solides dans l'atmosphère permettant d'initier le processus de nucléation. Une partie des polluants atmosphériques urbains sont donc entraînés vers le sol lors des périodes pluvieuses. Les concentrations en polluants sont cependant extrêmement faibles (voir tableau de synthèse), et, dans la plupart des situations l'eau de pluie est de qualité potable lorsqu'elle arrive au niveau du sol.. Parmi les principaux polluants de l'eau, citons l'azote (nitrates et phosphates), les pesticides , les hydrocarbures du fait de marées noires notamment, les bactéries provenant des excréments animaux ou humains, les métaux lourds, les déchets plastiques et les résidus médicamenteux ,pour l'enjeu qualitatif, l'objectif est d'éviter les risques de pollutions accidentelles ou diffuses des eaux. Cela passe notamment par l'élaboration d'un schéma directeur, d'assainissement et un suivi du réseau d'assainissement ,La séparation des eaux pluviales et des eaux usées permet d'éviter une saturation du réseau d'assainissement lors d'épisodes pluvieux et de diminuer les impacts sur l'environnement (érosion accrue, pollution...) (GROMAIRE M et al ., 2013 ; BERNARD et LE GRAIE 2014) .

I.9.1.5. Pollution d'origine naturelle:

Implique un phénomène tel que la pluie, lorsque par exemple l'eau de ruissellement passe à travers des terrains riches en métaux lourds ou encore lorsque les précipitations entraînent les polluants de l'atmosphère vers le sol .On parle souvent de pollution d'origine anthropique.

Beaucoup moins de pollution géogénique. Pourtant, certains sols ou sédiments, localisés dans des contextes géographiques particuliers, affichent des concentrations naturelles élevées en arsenic, antimoine, fluor, nickel ou sélénium, bien supérieures aux normes sanitaires définies au niveau mondial ou européen. Ces concentrations se diffusent progressivement et peuvent affecter l'eau qui transite dans ces sous-sols. De nombreux aquifères sont ainsi naturellement impropres à la production d'eau potable. La chaleur aussi est une source de pollution de l'eau. Lorsque la température de l'eau augmente, le nombre de particules d'oxygènes dissoutes diminue. La pollution thermique peut être déclenchée naturellement comme des sources d'eaux chaudes et des étangs peu profonds l'été ou par l'homme comme des déversements d'eau qui ont été utilisés pour refroidir des centrales électriques ou d'autres équipements industriels. Les poissons et les plantes demandent une certaine température et un certain niveau d'oxygène pour survivre et c'est pour cette raison que la pollution thermique réduit très sérieusement la diversité (**KOLLER F, 2004**).

I.10. Risques sanitaires :

L'impact des eaux sur la santé est très important. L'eau polluée cause des maladies hydriques très graves tels que le choléra, la typhoïde, dysenterie, l'hépatite A. La pollution des eaux a un impact cumulatif toxique en agriculture. Ils manifestent leur nocivité qu'après un temps assez long (**BENZINIA ,2003**). L'eau potable peut transmettre des virus, bactéries, parasites et des contaminants chimiques, qui menacent la santé humaine par ingestion. La présence dans l'eau de micro-organismes et substances nuisibles à la santé humaine est à la base de certaines maladies au sein des populations rurales. Ces maladies dues à la consommation de l'eau sont ainsi appelées maladies hydriques.

Les populations sont obligées de consommer et d'utiliser le peu d'eau dont elles disposent. Les enfants de moins de cinq ans en sont les principales victimes à cause des maladies diarrhéiques. Telles que la dysenterie, la typhoïde et l'hépatite A (**OMS, 2001**). Mais les êtres humains ne sont pas les seuls à subir les conséquences, la faune et la flore en sont également victimes. Les substances toxiques contenues dans l'eau polluée peuvent être stockées par les plantes cultivées dont la consommation ultérieure peut provoquer des maladies digestives, des atteintes au foie et aux reins. La pollution marine est à la source de la dégradation de la faune et la flore aquatiques. Les produits nocifs contenus dans les déchets qu'on déverse directement dans les mers sont plus ou moins absorbés par les organismes marins. De nombreuses espèces animales et végétales ont déjà disparu et beaucoup d'autres sont en voie de disparition. En Algérie comme partout dans le monde, de nombreuses maladies microbiennes transmises par l'eau polluée peuvent exister. Ces maladies se

transmettent de la même façon, par les aliments contaminés par les excréments des personnes qui hébergent ces microbes. Ce phénomène s'appelle la contamination fécale. Les virus qui sont provoqués ces maladies hydriques peuvent survivre plusieurs mois dans les eaux usées, l'eau de robinet, le sol et les fruits de mer. De plus, Ils sont capables de résister aux méthodes classiques de traitement des eaux et épuration des eaux usées, y compris la chloration, et peuvent se rencontrer loin de la source de contamination. (KOLLER F, 2004) ..

I.11. Normes de potabilité d'une eau:

Un paramètre est un élément dont on cherche à connaître la présence et la quantité. La norme, quant à elle, est un chiffre qui fixe une limite minimale et/ou maximale à ne pas dépasser, les normes sont des documents des références (établis par consensus entre divers partenaires), pour l'appréciation de la qualité de l'eau sur le plan de la sécurité sanitaire et le bien d'être des populations. Elles doivent être reconnues par l'état et s'appuyer, pour leur mise en pratique, sur des textes des lois et des réglementations. L'eau après traitement doit répondre aux normes de qualité établis selon différents Paramètres, notamment microbiologique, des analyses sont effectuées pour vérifier le respect de ces normes. Ces normes de qualité, s'appuient sur les travaux médicaux de l'organisation mondiale de la santé (O.M.S) qui diffusent des recommandations sur les doses maximales admissibles à respecter, c'est-à-dire la quantité qu'un individu peut absorber dans danger quotidiennement et tout au long de vie : ces recommandation sont adaptées dans chaque pays en fonction de leur état sanitaire, leur situation économique et selon la réglementation en vigueur (KOLLER F, 2004). (DEGREMONT, 2005).

Tableau N°2: Quelques normes des eaux potables (Koller F, 2004).

PARAMETRES	UNITE	OA mars 2012	OMS mises a jour en 2006	CEE le 3 novembre 1998	OF en 2008
pH	-	6.5 – 8.5	6.5 – 9.22	6.5 – 8.8	7 – 8.5
Conductivité	s/cmμ	1000	-	1250	2000
Dureté TH	Mg/l	350	200	100 – 350	-
Calcium Ca ⁺²	"	200	-	100	-
Magnésium Mg ⁺²	"	150	-	50	-
Sodium Na ⁺	"	200	20	100	-
Potassium K ⁺	"	20	-	12	-

Aluminium Al ₃	"	0.2	0.2	0.2	-
Sulfate SO ₄ -2	"	400	500	250	250
Chlorures Cl-	"	500	250	200	200
Nitrate NO ₃ -	"	50	50	50	50
Nitrite NO ₂ -	"	0.1	0.2	0.1	-
Ammonium NH ₄ -	"	0.5	0.2 – 0.3	0.5	-
Argent Ag ₂	"	-	-	0.01	-
Baryum Br. +2	"	-	-	0.1	-
Chrome Cr ₂	"	-	0.05	0.05	-
Cuivre Cu ₂	"	-	0.05	0.05	0.05
Fluorure F -	"	1.5	1.5	1.5	1.5
Fer Fe ₂	"	0.3	0.1	0.3	0.1
Mercure Hg ₂	"	-	0.001	0.001	0.001
Phosphate PO ₄ -3	"	0.5	-	2	0.3
Plomb Pb ₂	"	-	0.05	0.005	0.05
Zinc Zn ₂	"	-	3	2	-
Manganèse Mn ₂	Mg/l	-	0.05	0.05	0.05
Cadmium Cd ₂	"	-	0.003	0.05	0.005

I.11.1. Paramètres physicochimiques:

I.11.1.1. Les paramètres physiques:

I.11.1.1.1. La Température:

C'est un facteur important pour l'activité biologique, il influence la solubilité de l'oxygène du milieu récepteur, donc son pouvoir auto épurateur (**BENALLOU, 2004**)

La température de l'eau dépend d'une série de facteurs :

- Situation géographique, la saison
- La profondeur (la température des profondeurs est généralement plus faible qu'en surface)
- La couleur de l'eau (une eau sombre absorbe plus fortement la chaleur)
- Le volume de l'eau (plus le volume est élevé moins importantes sont les fluctuations de température) (**MAHAMAT et al., 2010**).

la mesure de la température s'effectue dans le terrain. La température d'une eau potable devrait être inférieure en été et supérieure en hiver à la température de l'air, donc l'eau potable a une température de 10 à 20°C, voir même 25°C mais l'eau de boisson à une bonne fraîcheur sa température varie entre 9 et 12°C.

L'OMS ne recommande aucune valeur. Pratiquement, la température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé de l'homme. Cependant, une température supérieure à 15°C favorise le développement des micro-organismes dans les canalisations en même temps qu'elle peut intensifier les odeurs et les saveurs. Par contre, une température inférieure à 10°C ralentit les réactions dans les différents traitements des eaux.. (RODIER J. , 1984).

I.11.1.1.2. Conductivité Electriques (CE):

La conductivité électrique permet d'apprécier rapidement mais très approximativement la minéralisation de l'eau et de suivre son évolution. Elle est liée à la présence des espèces ioniques en solution sa valeur varie en fonction de la température ; elle est donnée à 25°C. La conductivité électrique s'exprime en millimhos/cm (mmhos/cm) ou en désiemens/m (dS/m). Elle est proportionnelle à la somme des cations ou des anions. (DGAMILA 2015)

I.11.1.1.3.pH:

Le pH est l'un des plus importants paramètres opérationnels de la qualité de l'eau. Sa mesure correspond à l'un des essais les plus fréquemment utilisés en chimie de l'eau. Chacun des procédés dans le traitement de l'eau est fonction du pH, y compris la coagulation, la précipitation, l'adoucissement de l'eau, la désinfection et le contrôle de la corrosion.

le pH de l'eau traduit son acidité ou son alcalinité par sa concentration en anhydride carbonique lié à la minéralisation totale. C'est un facteur déterminant de l'agressivité de l'eau vis-à-vis de la canalisation et de l'action du chlore lors de la désinfection pour ces raisons, les normes préconisent un pH compris entre (6.5 – 9.22) suivant l'OMS.

La méthode la plus précise de mesure du pH d'un échantillon d'eau est la méthode potentiométrique. Elle se fonde sur l'équation de Nernst, qui décrit la relation entre le potentiel galvanique d'une paire d'électrodes définie et l'activité des ions hydrogène (MAHAMAT et al., 2010)

I.11.1.1.4.L'Oxygène dissous:

L'oxygène est un élément instable dans l'eau. Sa teneur est fonction de la température et de la nature de l'eau et dépasse rarement les 10 mg/l. Les normes de l'OMS pour l'oxygène classe bonne comprise entre 5 à 7 mg/l. (RODIER J. , 1984).

I.11.1.1.5. La Turbidité:

La mesure de la turbidité d'une eau nous renseigne sur sa charge en M.E.S (matières en suspension) qui sont de l'argile, limon, graine silice, matière organique ..., etc.

La turbidité peut être causée par :

- des particules organiques comme des matières animales ou végétales décomposées ou des organismes vivants (par exemple des algues),
- des particules inorganiques (limon, argile et composés chimiques naturels tels que le carbonate de calcium).
- les fleurs d'eau,
- l'activité humaine et animale.
- la pollution par les eaux d'orage provenant de régions urbaines. (JOEL, 2003).

I.11.1.1.6. Totale des solides dissous (TDS) :

La précipitation totale des solides dissous (TDS). Le chiffre TDS indique les milligrammes par litre des solides présents dans l'eau (RODIER J. , 1984).

I.11.1.1.7. Salinité:

Elle est définie comme la somme des matières solides en solution contenues dans une eau, après conversion des carbonates en oxyde, après oxydation de toutes les matières organiques et après remplacement des iodures et bromures par une quantité équivalente de chlorure (BENTEKHICI *et al.*, 2008).

C'est la masse de sels (composés ioniques) dissous dans 1L d'eau. Un composé ionique ou solide ionique cristallin est constitué de cations (ions chargés positivement) et d'anion (ion chargés négativement) régulièrement disposés dans l'espace. Globalement, un cristal ionique est électriquement neutre. Chaque solide ionique cristallin possède une formule statistique qui indique la nature et la proportion des ions présents sans en mentionner (GAUJOUS, 1995).

I.11.1.1.8. Résidus sec:

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension non volatiles dans l'eau. Il permet d'apprécier la minéralisation de l'eau.

La quantité de résidus à sec correspond à la quantité de minéraux qu'il reste après évaporation. Très souvent, elle s'exprime en milligrammes par litre. Plus concrètement, cela signifie qu'on prend un litre d'eau, on le porte à 180 °C, on attend que toute l'eau se soit évaporée et on pèse ce qu'il reste pour obtenir la masse de résidus à sec. Ce n'est pas si compliqué que ça à comprendre en fin de compte (RODIER J. , 1984).

I.11.1.1.9. Titre Alcalimétrique (TA):

Permet de connaître la teneur hydroxyde (OH⁻), moitié de la teneur en carbonates CO₃⁻ et un tiers environ des phosphates présentes (RODIER J. , 1984).

I.11.1.1.10. Titre alcalimétrique complet TAC:

Correspondre à la teneur en OH^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- pour des pH inférieures à 8.3, la teneur en ions OH^- et CO_3^{2-} est négligeable ($\text{TA}=0$). Dans ce cas, la mesure du TAC correspondre au dosage des bicarbonates seuls. les bicarbonates sont dosage par un acide fort en présence d'un indicateur coloré (**RODIER J. , 1984**).

I.11.1.1.11. Dureté ou hydrotimétrie(TH):

La dureté de l'eau est due à la présence de calcium et dans une moindre mesure, de magnésium. On l'exprime généralement en quantité équivalente de carbonate de calcium. Les eaux et agressives (PH acide et TH inférieur à 8°F) peuvent provoquer indirectement des inconvénients pour la santé en permettant la solubilisation d'éléments tels que le plomb, le cadmium, le fer et le cuivre, en particulier lorsque l'eau stagne dans les canalisations. Les eaux dures (TH supérieur à 30°F) ne provoquent que des inconvénients « de confort » tels que l'entartrage des canalisations d'eau chaude ou des appareils domestiques (**AFSSA, 2003**).

I.11.1.2. Les Paramètres chimiques:

I,11.1.2.1. Potassium (k+):

La teneur en potassium soit presque aussi important que celle du sodium, sa présence à peu près constante dans les eaux naturelles ne dépasse pas habituellement 10 à 15 mg/l. La concentration maximale admissible selon les normes l'OMS égale à 12 mg/l (**NASRI A ; BENHADJA H , 2020**)

Le potassium à faibles doses ne présente pas de risque significatif. Mais il est à signaler que l'excès du potassium dans le corps humain provoque une hyperkaliémie. Ses symptômes sont principalement une défaillance du coeur et du système nerveux central qui finit par un arrêt cardiaque(**RODIER J. , 1984**).

Le potassium joue un rôle dans l'osmolarité des cellules et dans la transmission de l'influx nerveux. Des concentrations sensiblement plus élevées que la norme peuvent être acceptées car cet élément sous contrôle de l'hémostase, même des variations important de la teneur de l'eau n'auraient que des effets négligeables sur la concentration de l'organisme et son excès est éliminé par transpiration, par les urines et par les selles. (**MERCIER, 2000**)

I.11.1.2.2. Calcium (Ca++):

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Est un composant majeur de la dureté totale de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorure etc. les eaux de bonne qualité renferment de 250 à 350 mg/l les eaux qui dépassent les 500 mg/l présente de sérieux inconvénient pour les usages domestique (**NASRI A ; BENHADJA H , 2020**).

Le calcium est composant essentiel pour les os du corps humain. Il aide aussi le fonctionnement des nerfs et des muscles, Le manque de calcium est l'un des principales causes de l'ostéoporose(**RODIER J. , 1984**)..

L'ostéoporose est une maladie dont les sujets ont des os extrêmement poreux, sont sujets à des facteurs qui guérissent lentement. Elle touche essentiellement les femmes après la ménopause et conduit souvent à une courbure de la colonne vertébrale et à un tassement des vertèbres de la colonne(**KHELILlet al., 2015**).

Les eaux potables de bonne qualité renferment de 100 à 140 mg/l de calcium, les eaux qui dépassent 200 mg de calcium présentent de nombreux inconvénients pour les usages domestiques et pour l'alimentation des chaudières (l'installation de chauffage) (**RODIER J. , 1984**).

I.11.1.2.3. Magnésium (Mg⁺⁺):

Le magnésium est plus abondant après le calcium par rapport au sodium et au potassium. Le Magnésium peut avoir deux gaires : Les calcaires dolomitiques qui libèrent le magnésium par dissolution, en présence du gaz carbonique. La dissolution du MgSO₄ des terrains gypseux du Trias situés au Sud (**SAHRAOUI, 2015**).

Le magnésium est un élément indispensable pour la croissance ; il intervient comme élément plastique dans l'os et plus de 50% du magnésium de l'organisme appartient au squelette(**RODIER J. , 1984**)..

L'insuffisance magnésique entraîne des troubles neuromusculaires, l'intérêt du magnésium dans thérapeutique de la spasmophilie est bien connu(**RODIER J. , 1984**)..

A partir d'une concentration de 100 mg/l et pour des sujets sensibles, le magnésium donne un goût désagréable à l'eau, s'ils ne provoquent pas des phénomènes toxiques, les sels de magnésium et surtout les sulfates ont un effet laxatif à partir de 400 à 500 mg/l (taux de magnésium dans l'eau doit se faire en liaison avec les sulfates) (**RODIER, 2005**)..

Elément essentiel de la nutrition chez l'homme et l'animale, la concentration maximale admissible est 100 mg/l. (**RODIER, 1984**).

I.11.1.2.4. Chlorure (Cl⁻):

Les teneurs en chlorure dans l'eau sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Une surcharge en chlorure dans l'eau peut être à l'origine d'une saveur désagréable, surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium et considère comme un gros inconvénient (**KOLLER F, 2004**)..

Les chlorures ne présentent pas de risque sur la santé, sauf pour les personnes devant suivre un régime hyposodé. Cependant, les chlorures sont susceptibles d'amener une

corrosion dans les canalisations et les réservoirs, en particulier les éléments en acier inoxydable pour lesquels le risque s'accroît à partir de 50 mg/l (KOLLER F, 2004)..

La norme d'OMS recommande que la teneur en chlorure (Cl-) des eaux ne dépasse pas 350 mg/l. (DGAMILA 2015)

I.11.1.2.5. Sodium (Na+):

Le Sodium est un élément dont la concentration dans l'eau varie d'une région du globe à une autre. Le sodium dans l'eau provient des formations géologiques. Il est nécessaire à l'homme pour maintenir l'équilibre hydrique de l'organisme. Le sodium est aussi nécessaire pour le fonctionnement des muscles et des nerfs. Mais trop de sodium peut augmenter le risque d'hypertension artérielle (RODIER, 2005).

Pour les doses admissibles de sodium dans l'eau, il n'a pas de valeur limite standard, cependant les eaux trop chargées en sodium devient saumâtre prennent un goût désagréables. (RODIER J. , 1984).

I.11.1.2.6. Sulfates (SO4 --):

Les sulfates qui se dissolvent dans l'eau provient de certains minéraux en particulier du gypse ou apparaît à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux (BERIERE, 2000). Selon l'intolérance des consommateurs, l'excès de sulfates dans l'eau peut entraîner des troubles intestinaux. Les concentrations admissibles sont de l'ordre de 400 mg. L⁻¹ (BOUZIANI, 2000).

L'anion sulfate est l'un des anions les moins toxiques. Un effet laxatif a été observé chez des personnes qui consommaient une eau de boisson contenant plus de 600 mg/L de sulfates, mais il a été observé, qu'avec le temps, l'homme peut s'adapter à des concentrations supérieures (BOUZIANI, 2000).

Cet effet est principalement décrit lorsque les sulfates sont associés à du magnésium. (OMS, 2004)

I.11.1.2.7. Nitrates (NO3-):

Le nitrate, sel de l'acide nitrique, a pour formule chimique NO₃⁻. Pour se former, il a donc besoin d'azote (N) et d'oxygène (O). Les nitrates sont naturellement présents dans l'eau mais selon les milieux, leur concentration varie de 0,1 à 1 mg. L⁻¹ pour l'eau souterraine. L'apport de nitrates dans le sol, puis dans les eaux, est donc fortement lié à la quantité de matières organiques présente et aux conditions de milieu. Les actions anthropiques sont donc importantes : utilisation d'engrais azotés et de lisier. De même, les rejets de stations d'épuration ou plus simplement de latrines et fosses septiques représentent un apport en matières organiques susceptibles de produire des nitrates (DEMDOUM, 2010).

I.11.1.2.8. Nitrites (NO₂-):

Les nitrites peuvent être rencontrés dans les eaux, mais généralement à des doses faibles, les nitrites sont la forme intermédiaire entre l'azote ammoniacal et les nitrates car ils proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiant(DGAMILA 2015)

Il faut retenir que les nitrites peuvent avoir une action méthémoglobinisante comme cela est indiqué à propos des nitrates. Les valeurs limitent recommandées pour les nitrites dans l'eau boisson, sont des doses inférieures à 1 mg/l pour la norme d'OMS(RODIER J. , 1984)..

Une eau renfermant une quantité élevée des nitrites (supérieure à 1 mg/l) est considérée chimiquement impure (RODIER J. , (1984).

I.11.1.2.9. Fluor (F-):

Le fluor est un ion apprécié par les dentistes puisque par son action, il est incorporé dans l'émail des dents lors de la phase de minéralisation. Il a surtout une action topique provoquant une reminéralisations des dents évoluées et inhibant le métabolisme des bactéries cariogènes. Le fluor est naturellement présent dans un certain nombre d'aliments (thé, poisson...). Par ailleurs actuellement en France, plus de 80% des nourrissons ont un excès de fluor, qui est responsable de fluorose dentaire chez l'enfant entraînant une hypo minéralisation de l'émail. Chez l'adulte ils peuvent être responsables de fluorose osseuse avec ostéosclérose (douleurs osseuses, déformations...) lorsque l'apport quotidien est supérieur à 8 mg/jou(DGAMILA 2015)

I.11.1.2.10. Hydrocarbures (CO₃-):

Les hydrocarbures sont des substances qui surnagent à la surface de l'eau sous forme d'un film superficiel, ils peuvent être également émulsionnés dans l'eau ou adhérer aux particules en suspension dans le cas de contamination de réservoir ou d'un circuit de distribution d'eau par les hydrocarbures, les modifications du goût et de l'odeur de l'eau peuvent persister longtemps, rendant cette eau inutilisables durant de longues périodes.

La concentration maximale admissible a été réduite à 1 mg/l(KOLLER F, 2004).

1.11.1.2.11. Fer (Fe⁺⁺):

Le fer est un métal assez soluble que l'on peut retrouver dans l'eau et précipite par oxydation à l'air. Le Fer est un élément ne représentent aucun inconvénient pour l'organisme humaine, il peut, cependant à certain concentration (excès), présenter des désagréments à la consommation (saveur) et au ménage (tache de rouille la ligne), les normes de l'OMS retiennent la valeur limite de 0.3 mg/l de fer dans l'eau(KOLLER, 2004).

Les substances chimiques dites indésirables, Sont des substances dont la présence dans l'eau est tolérée, tant qu'elle reste inférieure à un certain seuil. Plusieurs éléments sont indispensables à l'organisme humain à faible dose. **(KOLLER, 2004).**

I.11.2. Paramètres biologiques :

Ils permettent de contrôler que l'eau ne contient aucun germe pathogène, comme les virus, les bactéries ou les parasites, pouvant provoquer des maladies, voire des épidémies.

Ces micro-organismes proviennent de plusieurs sources comme les rejets des hôpitaux, l'agriculture ainsi que les rejets d'eaux usées. L'eau se charge alors de microorganismes pathogènes (bactéries, virus, parasites) qui peuvent être dangereux pour l'environnement et pour la santé humaine **(BATOUL, 2018).**

CHAPITRE II :

*MATERIEL ET
METHODE*



Le présent Travail consiste à présenter la région d'étude ensuite le matériel et les méthodes d'analyses utilisées en vue d'examiner la qualité physico-chimique de l'eau potable de la ville d'El Oued. Les analyses de caractérisations ont été effectués au niveau du laboratoire la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued ,(ONA) et celui de l'Algérienne des Eaux (ADE) Unité D'El Oued.

II.1. Présentation de la zone d'étude :

II.1.1. Présentation de la wilaya d'El-Oued :

- La wilaya d'El-Oued est située au Sud-Est de l'Algérie, couvre la totalité du Souf, ainsi que les parties Est et Sud de l'Oued Righ, elle est délimitée :
- au Nord, par les wilayas de Tebessa, Khenchela et Biskra .
- A l'Ouest par les wilayas d'El M'Ghair et de Touggourt .
- Au sud et par la wilaya de Ouargla .
- A l'Est par la Tunisie

Le territoire de la commune d'El Oued est situé au centre de la wilaya, au sud du Chott Melrhir, à 101 km au nord-est de Touggourt, à 222 km de Biskra , à 212 km au nord-est de Ouargla, à 700 km au sud-est d'Alger et à proximité de la frontière algéro-tunisienne . Elle est la capitale du Souf .

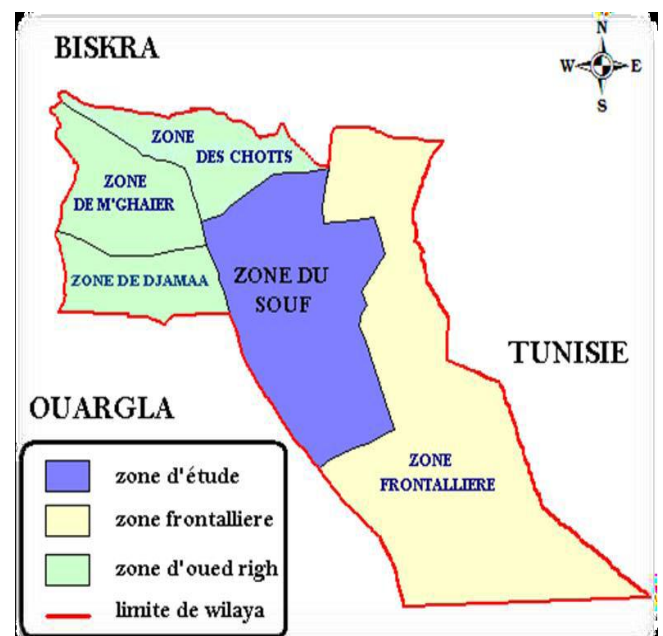
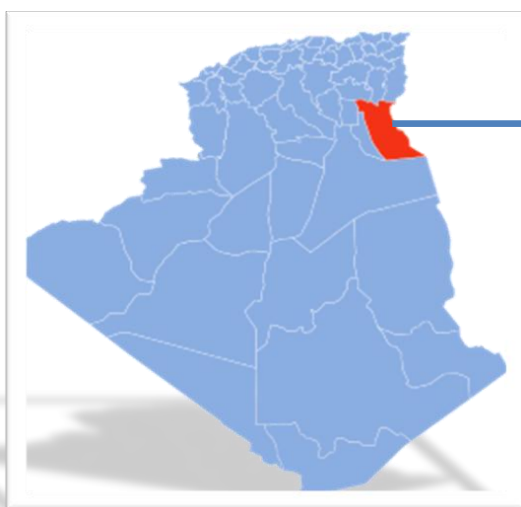




Figure N° 7: Localisation de la ville d'El Oued.

II.1.2. Reliefs et Caractères pédologiques:

La configuration du relief de la vallée du Souf est sablonneuse avec des dunes qui peuvent atteindre une centaine de mètres de hauteur (NADJAH, 1971). Ce relief est assez accentué et se présente sous un double aspect dont l'un est un Erg occupant les 3/4 de la surface totale et l'autre sous forme de dépressions fermées entourées de dunes.

Le sol de la région d'El Oued est un sol typique de régions sahariennes. C'est un sol pauvre en matière organique, à texture sableux et à structure caractérisée par une perméabilité à l'eau très importante (HLISSE, 2007).

II.1.3. Hydrogéologie:

Dans la région du Souf, nous trouvons l'eau en surface, c'est la nappe phréatique, et l'eau en profondeur c'est la nappe dite du Pontien inférieur (VOISIN, 2004).

➤ Nappe phréatique :

La nappe phréatique dans la région du Souf est la première nappe, dite libre, cette nappe correspond à la partie supérieure des formations continentales déposées à la fin du quaternaire. La profondeur de cette nappe varie entre 2 et 60 mètres, le résidu sec oscille entre 2 et 6 g/l selon les zones (KHADRAOUI, 1998).

➤ Nappe du Pontien inférieur:

Elle est constituée par le prolongement du continental intercalaire dit albien (NAJAH, 1971). Les forages du Souf exploitent la nappe dite du Pontien inférieur qui est constituée par

des alluvions sableux déposées pendant le Miocène supérieur sur 200 à 400 m d'épaisseur (VOISIN, 2004).

II.1.4- Climatologie :

Les facteurs climatiques jouent un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants. En effet ces derniers ne peuvent se maintenir et prospérer que lorsque les conditions climatiques du milieu sont favorables. En absence de ces conditions les populations sont éliminées suite aux actions multiples néfastes sur la physiologie de ces êtres vivants (BOUTHAINA et IMANE, 2020)

Il est possible de distinguer parmi les facteurs climatiques la lumière et la température en tant que facteurs énergétiques, les précipitations comme facteurs hydrologiques et les vents en tant que facteurs mécaniques (RAMADE, 1984).

Selon (BOUTHAINA et IMANE, 2020), les caractères du climat saharien sont dus à la situation en latitude au niveau du tropique, ce qui entraîne de forte température, et au régime des vents qui se traduit par des courants chauds et secs. Le climat saharien se définit également par la faiblesse des précipitations, une forte évaporation et de grands écarts de température.

➤ Température :

La température est un facteur écologique capital Selon (BOUTHAINA et IMANE, 2020), elle est considérée comme facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivant dans la biosphère (RAMADE, 1984). Les données thermométriques caractérisant notre région d'étude sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau 3: la moyenne des températures mensuelles dans la wilaya d'El Oued (de 2009 à 2019) (STATION METEOROLOGIQUE DE EL-Oued 2019)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juillt	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	
2009 à 2019	M	18.16	19.70	23.99	28.79	33.37	37.82	42.02	41.28	36.19	30.15	22.98	19.36
	m	5.42	6.60	10.45	14.74	18.30	23.84	27.15	26.8	23.32	17.15	10.98	6.66
	T(Moy)	11.79	13.15	17.22	21.76	25.83	30.83	34.58	34.04	29.75	26.02	18.68	1231.

M : Moyennes mensuelles des températures maximales exprimées en °C

m : Moyennes mensuelles des températures minimales exprimées en °C

T moy : Moyennes mensuelles des températures exprimées en °C.

Le graphisme ci-dessous nous permet de noter que depuis une dizaine d'années, la période chaude s'étend de mai à octobre avec une température moyenne de 31.006 ° C. La température maximale moyenne a été enregistrée en juillet avec 34.58 ° C. Alors que la période froide commence de November à mars avec une moyenne de 14.63 ° C, les valeurs les plus basses se produisent en janvier, à 11. 79 ° C. Il en est de même pour 2009,et autres années sauf que la température maximale moyenne est de 42.02° C observée en juillet et la température minimale est de 3.8 enregistrée en janvier.

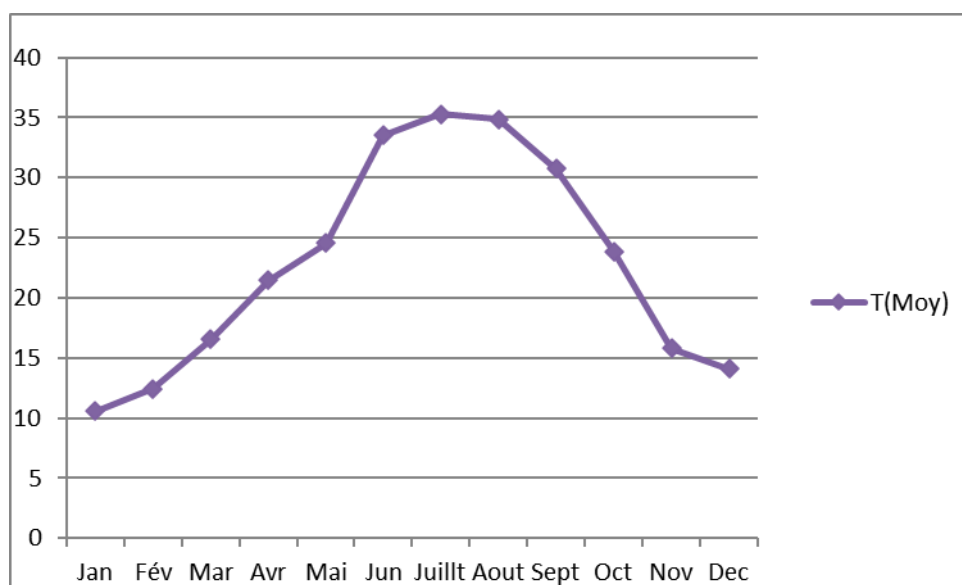


Figure N°8 : Variation mensuelle de la température moyenne de la région d' oued -souf de l'année 2019 (STATION METEROLOGIQUE DE EL-Oued 2019)

➤ Les précipitations :

Sont irrégulières entre les saisons et les années. En effet L'analyse de la hauteur mensuelle de pluviométrie fait ressortir une moyenne de 0.4mm/an durant la période (2009-2019), avec un maximum en mois de Janvier de 53 mm, Le nulle toujours en Jun, juillet, Aout (0 mm/an) .Toutefois, Il faut noter que ces valeurs mensuelles peuvent fortement varier d'une année à l'autre.

À la cour de l'année 2019, on a enregistré des précipitations nulles pour les mois de Janvier, Février, Jun, Juillet, et notamment Aout, le maximum est de 31.23 mm observé au mois de Avril.

Tableau 4: Précipitations moyennes mensuelles de la région d' oued -souf entre (2009-2019) (STATION METEROLOGIQUE DE EL-Oued 2019)

Années		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juillt	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
P(mm)	2009													
	à 2019	12	6.5	8.92	10.42	2.98	1.39	0.18	0.66	9.74	2.74	6.69	0.94	63.16

p (mm) : précipitations en (mm)

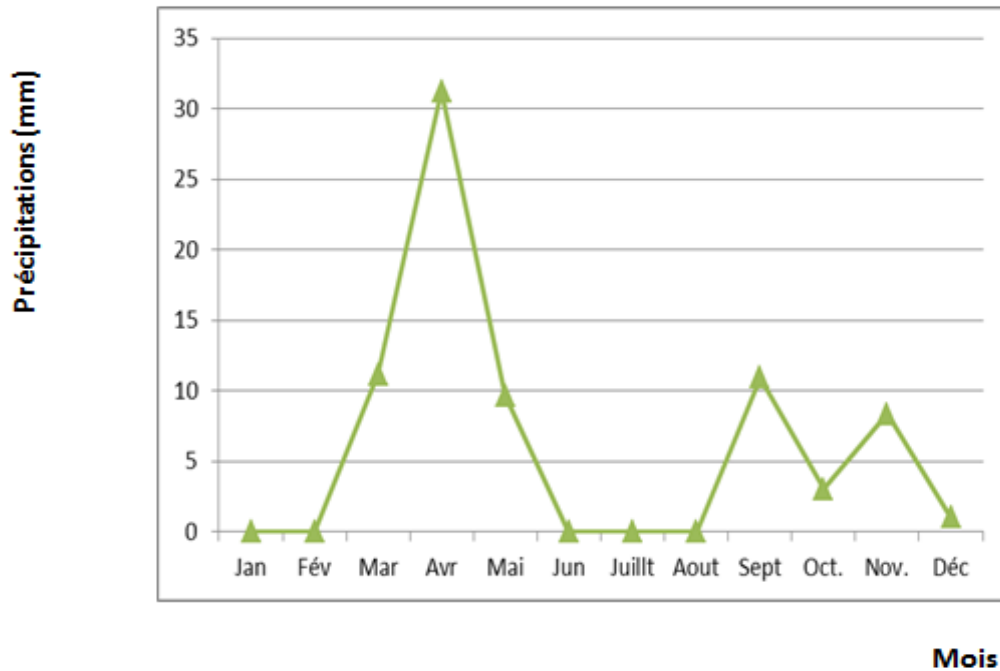


Figure N°9: Variation des précipitations moyennes mensuelles au niveau de la région d’ oued -souf entre la période (2009- 2019).

➤ **Humidité :**

Tableau 5 : Humidité relative moyenne mensuelle de la région d’ oued -souf durant l'année 2019 (STATION METEROLOGIQUE DE EL-Oued 2019)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juillt	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
HR(%)	55.4	44.5	47	43.5	37.8	25.1	25.7	30.7	42.4	48.2	53.7	56.3

HR. (%) : Humidité relative en pourcentage.

Dans la région d'Oued Souf, durant l’année 2019, Le taux d'humidité relative varie d'une saison à l'autre, mais en générale l’air est sec, elle diminue nettement jusqu' à 25,1 % en Jun, c'est le mois qui reçoit le plus faible taux d'humidité, par contre en Décembre elle s’élève jusqu' au 56,3 %, c'est le mois le plus humide durant l'année (Tab).

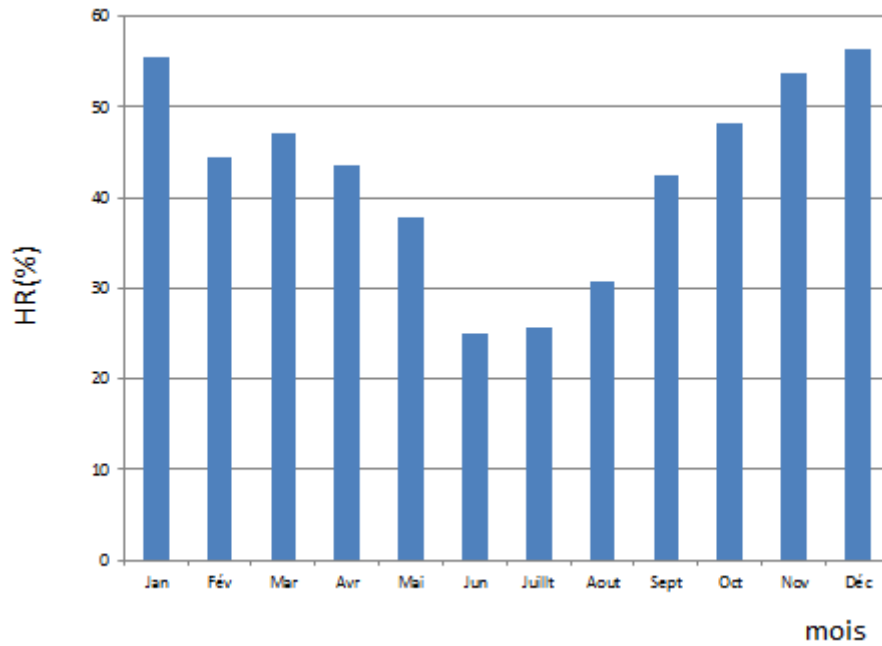


Figure N°10: Humidité relative moyenne mensuelle de la région d' oued -souf durant l'année 2019

Tableau 6: Moyenne mensuelle du vent de la région d'étude durant l'année 2019
(STATION METEOROLOGIQUE DE EL-Oued 2019)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Juillt	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
V (Km/h)	21.7	21.7	22.2	26.8	24.5	22.1	20.4	23.7	20.8	14	17.8	19

V (km/h) : Moyenne de vitesse de vent en kilomètre par heure.

L'analyse du tableau montre que, à la cour de l'année2019, on a observé des vents plus au moins forts durant toute l'année avec une vitesse moyenne maximale de 26.8 km/h enregistré au mois d'Avr, la vitesse la plus faible était de 8 km/h au mois de Décembre

II.2.Prélèvement et échantillonnage:

La expérimentale étude consiste à mener physico-chimique des analyses de l' homme la consommation d' eau (filtrée) pour les villes de tiksebt Gharbia et Echatt sur le 8 et du 19ème de mai et 400 sur la 8e et du 19ème de Mars, dans le wilayat deEl-Oued. Pour mener à bien cette étude, 3 échantillons ont été choisis dans chaque ville. La plupart des échantillons ont été prélevés dans des maisons .

Les physicochimiques analyses ont été effectuées sur dans le laboratoire de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued, ainsi que le laboratoire d' analyses de l' ADE d' El-Oued et ONA.

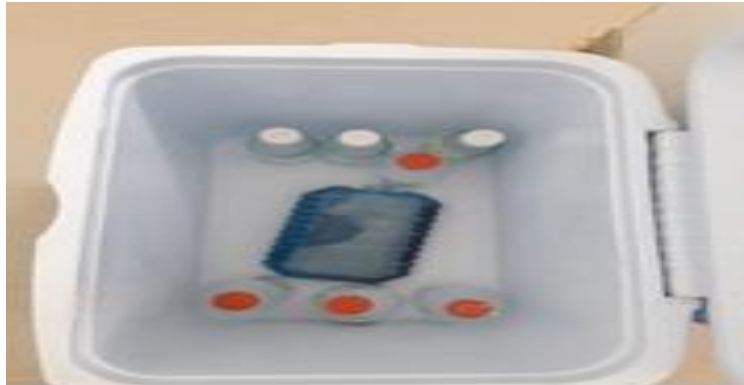


Figure N°11: Prélèvement des échantillons (photo originale ,2021)

II.2.1. Prélèvement des échantillons d'eau :

Les échantillons des eaux sont recueillis dans des bouteilles en plastique pour les analyses physico-chimiques, Les bouteilles de prélèvement sont nettoyées et identifiées au préalable , sur Chacune, on note la date, l'heure et l'endroit de prélèvement. Sur site les bouteilles sont d'abord rincées deux à trois fois par l'eau à analyser, puis elles sont remplies par l'eau, Durant la période de prélèvement, on évite toute modification des caractéristiques des échantillons (teneur en gaz, composés volatils dissous, contamination biologique(**RODIERet al., 2009**)).

II.3. Analyse physico-chimique :

L'analyse des paramètres de base (pH, température, conductivité), des ions majeurs et potentiellement des oligo- éléments est au centre de la caractérisation de l'eau. Les méthodes analytiques utilisées pour le calcul des paramètres physico-chimiques sont nombreuses et diverses. La majorité ont été réalisées à l'aide de la spectrophotométrie et titrimétrie, avec le reste à l'aide directe des mesures.

❖ Analyses physiques :

II.3.1. Mesurer la température :

La mesure de la température a été effectuée en plongeant immédiatement le thermomètre dans l'eau à analyser pendant 5 minutes. Généralement, Les appareils de mesure de la conductivité ou du PH possèdent un thermomètre intégré .



Figure N° 12: Mesure de température (photo originale ,2021).

II.3.2. Mesure du pH :

le pH d'une solution est une unité de mesure de son acidité ou de son alcalinité .Il est mesuré entre 0 et 14, et il mesure la concentration de H₃O ions.

Multi-paramètre WTW 340.I est l'appareil le plus utilisé pour la mesure du PH(**photo13**)

➤ Mode Opérateur

- Prendre environ »100ml d'eau à analyser.
- Mettre un agitateur avec faible agitation.
- Tremper l'électrode dans le bécher.
- Laisser stabiliser un moment.
- Puis noter le pH.



Figure N°13: Mesure de PH (photo originale ,2021)

II.3.3.Mesure de la conductivité électrique :

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et la conductivité électrique. L'unité utilisée pour exprimer la conductivité est le micro siemens par centimètres ($\mu\text{s}/\text{cm}$). La relation entre la résistivité et la conductivité est la suivante :

Résistivité ($\Omega \text{ cm}$) = 1000000 / conductivité ($\mu\text{s}/ \text{cm}$) | le plus utilisé pour la mesure conductivité(**photo 14**)

Multi-paramètre WTW 340.I est l'appareil

➤ **Mode opératoire**

- Régler l'appareille.
- On rince la cellule du multi-paramètre analyse avec l'eau distillée puis avec l'échantillon.
- Immerger dans l'eau à analyser. Lire l'affichage de la conductivité et la température de l'échantillon. (**RODIER et al., 2009**).

- **Expression des résultats** : Le résultat est donné directement en $\mu\text{s}/\text{cm}$ (Rodier, 2005).



Figure N°14: Mesure de la conductivité électrique (photo originale ,2021)

II.3.4.Mesure de la Turbidité :

Pour toute échantillon de l' eau, la mesure de la lumière diffusée et la lumière transmise permet à la détection des non-dissoutés matériaux, absorbants , mais mal diffusantes, qui serait autrement aller inaperçue si seulement la lumière diffusée a été mesurée.

turbidimètre(WTW Turb 550) est l'appareil le plus utilisé pour la mesure Turbidité (**photo15**)

➤ **Mode opératoire :**

- Etalonner l'appareil à 0 avant l'utilisation.
- Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogène.
- Placer la cuvette dans le turbidimètre (WTW Turb 550) Effectuer rapidement la mesure **LADJEL, (2009).**

- **Expression des résultats** :La mesure est obtenue directement en NTU.



Figure N°15: Mesure de la turbidité (photo originale,2021)

II.3.5.Mesure de la Salinité :

La salinité a été déterminée à partir les relations suivantes :

$$\text{TDS} = \text{COND} \times 0.64$$

$$\text{SAL } \text{‰} = \text{TDS} / 1000$$

Conductivumètre terminal 740 WTW est l'appareil le plus utilisé pour la mesure salinité(photo16)



Figure N°16: Mesure de la salinité , conductivumètre terminal 740 WTW (photo originale ,2021)

II.3.6. Dosage de la dureté totale (TH) :

Dureté totale par méthode titrimétrie à l'EDTA permet de doser rapidement les ions calcium et magnésium, avec certaines précautions, elle est appropriée à la plupart des types d'eaux.

➤ **Principe:**

Les alcalino-terreux présent dans l'eau sont capables de former des un complexe de la catégorie chélate complexé par le Ethylène acide sel di sodique .La disparition de la dernière traces d' éléments pour être dosés est ralentie par l' utilisation d' un spécifique indicateur dans un approprié tamponed environnement pour empêcher Mg précipitation; ce procédé permet de le dosage de calcium et de magnésium ions. L'estimation du titre hydrométrique a été faite par l'expression suivante :

$$\text{TH} = 1000 [(cv1) v2]$$

TH: C'est le titre hydrométrique en mg/l

C : Concentration en milliéquivalent par litre d'EDTA

V1: Volume ml de solution d'EDTA utilisé pour le titrage

V2 : Volume d'échantillon.

➤ **Mode opératoire:**

- 50 ml d' eau à être analysé dans un flacon conique de 250 ml
- Ajouter 4 mL de solution tampon et trois gouttes de solution d' érythrochrome T noir (NET) (la solution doit être violette et le pH doit être de 10)
- utilisation d' un agitateur, ajouter l' EDTA solution rapidement au premier, puis un peu à un moment, jusqu'à ce que la solution tourne de violette au bleu.
- Vérifiez que la couleur ne change pas après avoir ajouté une goutte supplémentaire d' EDTA. (Rodier et al., 2009).

➤ **Expression des résultats :**La mesure est obtenue sont en mg/l.



Figure N° 17: Dosage de la dureté totale (TH) (photo original ,2021)

❖ Analyses chimiques:

II.3.7. Dosage de Résidu sec (RS) (Méthode d'évaporation):

La détermination des résidus secs permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. Soit un creuset de masse M_0 , bien séché à l'étuve et refroidis à l'abri de l'humidité dans un dessiccateur. On mesure exactement 25ml d'échantillon à l'aide d'une pipette et on les verse dans le creuset. On introduit le creuset pendant quatre heures à 105°C dans l'étuve ; puis on le met directement dans un dessiccateur. Le creuset est ensuite pesé, on note la mesure M_1 . Le calcul des Résidus secs est donné par la formule :

$$\text{RS (mg/l)} = \frac{M_1 - M_0}{V}$$

M_0 : masse initiale du creuset.

M_1 : masse finale du creuset.

V : volume de l'échantillon à analyser.

II.3.8. Dosage de Oxygène dissous (O_2):

Après avoir étalonné rigoureusement l'électrode de l'oxygène dissous, la mesure peut s'effectuer en sélectionnant dans le menu "affichage numérique" en attendant que la valeur affichée se stabilise ; le résultat est donné en (mg/l).

oximètre HACH,HO30d est l'appareil le plus utilisé pour la mesure O₂(**photo18**)

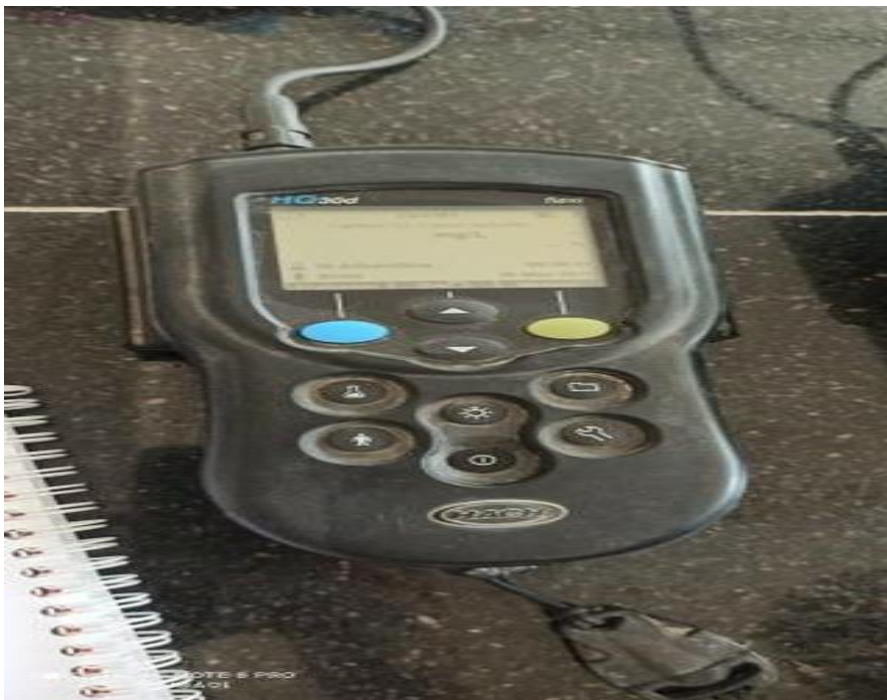


Figure N°18: Dosage de Oxygène dissous(O₂) (oximètre HACH,HO30d) (photo original ,2021)

II.3.9.Dosage de titre alcalimétrique complète (TAC):

Cette détermination est basée sur neutralisation d'un certain volume d'eau. Un acide minéral dilué en présence de la phénophtaléine. Le but est de déterminer la teneur en hydrogénocarbonates dans l'eau.

➤ Mode opératoire

- Placer 100ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer
- Ajouter 3 gouttes de méthyle d'orange à 1%
- Titrer avec de solution l'HCl jusqu'au virage au jaune orange. Les résultats obtenus sont en mg/ **Rodier et al., 2009**)

L'estimation du titre Alcalimétrique complet a été faite par l'expression suivante :

$$TAC = (NHCl * VHCl * 1000) / 10$$

TAC : Titre Alcalimétrique en meq

VHCl: Volume en ml de solution d'HCl utilisé pour le titrage.

NHCl: Concentration en meq/l d'HCl (**Rodier et al., 2009**)

- #### ➤ Expression des résultats :La mesure est obtenue sont en mg/l .



Figure N° 19: Dosage de titre alcalimétrique complète (TAC) (photo original ,2021)

II.3.10. Dosage de. Alcalinité (TA):

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des hydrogencarbonates, carbonates et hydroxydes. Le titre alcalimétrique (TA) mesure la teneur de l'eau en alcalis libre et en carbonates caustiques. Le titre alcalimétrique complet (TAC) mesure la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et hydrogencarbonates.

➤ Mode opératoire

Placer 100 ml l'eau à analyser dans un erlenmeyer

Ajouter 3 gouttes de phénolphthaléine à 0.5% qui donne une coloration rose

Titrer avec de solution l'HCl jusqu'à disparition de couleur (**RODIER et al., 2009**).

L'estimation du titre Alcalimétrique a été faite par l'expression suivante :

$$\text{TA} = (\text{N}_{\text{HCl}} \times \text{V}_{\text{HCl}} \times 1000) / 10$$

TA : Titre Alcalimétrique en mg/l

V_{HCl}: Volume en ml de solution d'HCl utilisé pour le titrage.

N_{HCl}: Concentration en mg/l d'HCl (**RODIER et al., 2009**).

➤ Expression des résultats : La mesure est obtenue sont en mg/l

II.3.11. Dosage des chlorures (Cl⁻) :

Les ions chlorures réagissent avec les ions d'argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement. Addition d'un petit excès d'ions argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromate qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour indication du virage, durant le titrage, le PH est maintenu 5 et 9.5 afin de permettre la précipitation

➤ **Principe**

Le dosage des chlorures se fait dans un milieu neutre pH=6,7 à 7.

- Une solution à titrer de nitrate d'argent sur une prise d'essai connue de solution titrée de chlorure de sodium.

- La réaction se fait en présence de chromate de potassium.



➤ **Mode opératoire:**

- Prendre 50 ml d'eau de l'échantillon
- Ajouter 01ml de K_2CrO_4
- Faire le titrage avec AgNO_3 (0.02mol/l) jusqu'au virage rouge brun.



Figure N°20: Dosage des chlorures (Cl^-) (photo original ,2021)

II.3.12. Dosage du calcium Ca^{2+} :

➤ **Principe:**

Le principe est identique à celui de la méthode titrimétrique décrite pour la dureté totale. Toutefois, comme le dosage se fait à un pH élevé, le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde et n'intervient pas. Par ailleurs, l'indicateur choisi, l'acide calcéone

carboxylique, ne se combine qu'avec le calcium pour former un complexe rouge. Pour évaluer la concentration des ions de calcium,

➤ **L'expression utilisée est la suivante :**

$$[Ca^{2+}] = (V \cdot f \cdot 0.4008 \cdot 1000) / 50$$

[Ca²⁺] = V = Volume en ml d'EDTA utilisé pour le titrage

F = Facteur de protection du titrage d'EDTA (**RODIER et al ;2009**)

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

➤ **Mode opératoire:**

Prendre 50ml d'eau d'échantillon

Ajouter 02ml NaOH (2mol/l) + 0.2g de l'indicateur HSN

Faire le titrage avec l'EDTA jusqu'au virage bleu



Figure N°21: Dosage du calcium Ca²⁺ (photo original, 2021)

II.3.13. Dosage des ions ortho phosphates PO₄ - :

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol, leurs présences dans les eaux naturelles, proviennent principalement de l'activité agricole, les eaux usées domestiques et de l'activité industrielle. Le phosphore joue un rôle important dans le développement des algues, il est susceptible de favoriser leur multiplication dans les réservoirs, les canalisations de grand diamètre et les eaux des lacs où il contribue à l'eutrophisation.

➤ **Principe:**

En présence de Molybdate acide, les orthophosphates donnent un complexe phosphomolybdique de couleur bleue, l'intensité de la coloration est mesurée par spectrophotométrie.

Spectrophotomètre UV. Visible est l'appareil le plus utilisé pour la mesure PO₄ -

➤ **Mode opératoire:**

- prendre 40 ml d'eau à analyse
- ajouter 1 ml d'acide ascorbique
- agiter bien la solution
- ajouter 2 ml de la solution de molybdate
- compléter jusqu' à 50 ml avec de l'eau distillée
- laisser reposer pendant 10 à 30 min
- Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 880 nm. **(ISO 6878, 1998)**

➤ **Expression des résultats :**

Le résultat donné la teneur en phosphore exprimée en mg /l, pour obtenir la teneur en ortho phosphates PO₄, multiplier le résultat par 3,06 [PO₄]=T*3.06 T :la teneur en phosphore.

II.3.14. Mesure de magnésium (Mg²⁺) ; (ISO 6059)

Connaissant la dureté totale d'une part et la dureté calcique d'autre part, il est facile par différence de calculer la dureté magnésienne.

$$[\text{Mg}^{2+}] = ([\text{TH}] - [\text{Ca}^{2+}]) \times 24.305 \text{ (RODIER et al ; 2009)}$$

- **Expression des résultats** obtenus sont en mg/l

II.3.15. Dosage des ions nitrites NO₂ -

Suivant l'origine des eaux, la teneur en nitrites est assez variable. La méthode à la sulfanilamide a une sensibilité de l'ordre de quelques microgrammes par litre. Il sera nécessaire d'en tenir compte pour l'interprétation des résultats et de prendre toutes précautions utiles pour la pureté des réactifs et la propreté de la verrerie **(RODIER et al., 2009)**.

➤ **Principe**

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

➤ **Mode opératoire**

- Prendre 50 ml d'eau à analyser Ajouter 1 ml du réactif mixte.
- Attendre 10mn.
- L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO₂
- effectuer la lecture à 543 nm.
- Expression des résultats : Le résultat est donné directement en mg/l.



Figure N°22: Dosage des ions nitrites NO₂ (photo original , 2021)

II.3.16.. Mesure de Nitrate (NO₃⁻) :

➤ **Principe**

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

➤ **Mode opératoire**

- Prendre 1 ml d'échantillon d'eau
- Ajouter 2 ml du réactif A (LCK339)
- Bien tremper
- Laissez-le 1 minute

- Lecture par spectrophotomètre à une longueur d'onde de 410 nm.



Figure N°23: Mesure de Nitrate (NO_3^-) (photo original, 2021).

II.3.17. Détermination de l'ammonium (NH_4^+) :

➤ **Principe:**

Mesure spectrophotométrique à une longueur d'onde de 655 nm du composé vert formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate.

➤ **Mode opératoire**

- Prendre 40 ml d'échantillon dans une fiole de 50 ml.
- Ajouter 4 ml de réactif (I),
- puis ajouter 4 ml de la solution de réactif (II).

- Compléter jusqu'à la jauge, Attendre au minimum 45 min. L'apparition de la couleur verte indique la présence de l'ammonium (**ISO 7150-1 1984**).
- Le résultat est donné directement en milligrammes par litre d'eau (mg. L-1)

II.3.18.Détermination de Bicarbonates:

Les carbonates n'existent que lorsque le pH est supérieur à 8,3 et les bicarbonates existent lorsque le pH est compris entre 4,4 et 8,3. Lors d'un dosage asymétrique doublé par une mesure de pH, à quel point ces ions sont-ils toujours présents ou non dans l'échantillon

Après avoir le résultat de TAC, on peut ressortir le bicarbonate par l'expression suivante :

$$\text{Taux de Bicarbonate} = \text{le volume de TAC} \times 12.2$$

Les résultats obtenus sont en mg/l.

CHAPITRE III :

*RESULTATS ET
DISCUSSION*



II.1. Analyses Physico-chimiques :

L'étude expérimentale réalisée sur les différents échantillons prélevés d'eau potable (robinet) des cités 400 logements, Tiksebt Gharbia, Echatt, 8 Mai 1945 et 19 Mars (centre-ville de la wilaya d'El-Oued) nous a permis de déterminer les paramètres physicochimiques de ces quartiers et les comparés avec les normes algériennes fixées dans le journal officiel 2011. Les prélèvements ont été effectués durant les mois de février et Mars . Les résultats obtenus sont présentés dans ce chapitre sous formes graphiques ou tableaux.

II.2. Résultats physico-chimiques :

Les résultats des paramètres physico-chimiques obtenus, sont représentés dans le tableau 07

Tableau 7 : Variation des Paramètres physico-chimiques

Paramètre Physico-chimique	Les Stations										Norme Algérienne
	Cité 400		8 Mai		19 Mars		Echatt		Tiksebt Gharbia		
TC°	E1	22.9	E1	22.8	E1	22	E1	27.2	E1	19.4	<25°
	E2	21.2	E2	24.2	E2	23	E2	23.4	E2	21.1	
	E3	21.1	E3	25.4	E3	22	E3	24.9	E3	22	
	Moy	21.73	Moy	24.13	Moy	22.33	Moy	25.16	Moy	20.83	
PH	E1	7.77	E1	8.22	E1	7.66	E1	7.69	E1	8.21	6.5-8.5
	E2	7.86	E2	7.85	E2	8.25	E2	7.51	E2	7.46	
	E3	7.67	E3	7.67	E3	8.21	E3	7.46	E3	7.85	
	Moy	7.76	Moy	7.91	Moy	8.04	Moy	7.55	Moy	7.84	
COD	E1	4.94	E1	235	E1	2.64	E1	4.34	E1	247	< 2800 µs/cm
	E2	294	E2	3.54	E2	960	E2	367	E2	4.01	
	E3	316	E3	126.5	E3	936	E3	366	E3	4.14	
	Moy	204.98	Moy	121.68	Moy	632.88	Moy	245.78	Moy	85.05	
Salinité	E1	0.3	E1	0.2	E1	1.7	E1	2.2	E1	2	1.50%
	E2	0.1	E2	1.9	E2	0.5	E2	0.2	E2	2	
	E3	0.1	E3	0.128	E3	0.5	E3	0.2	E3	1	
	Moy	0.16	Moy	1.01	Moy	0.9	Moy	0.86	Moy	1.66	
	E1	0.93	E1	0.72	E1	1.02	E1	0.72	E1	0.63	

Turbidité	E2	0.61	E2	0.68	E2	0.91	E2	0.71	E2	0.64	< 5 NTU
	E3	0.64	E3	1.92	E3	0.89	E3	0.65	E3	0.83	
	Moy	0.72	Moy	1.10	Moy	0.94	Moy	0.69	Moy	0.7	
O2 dissous	E1	8.24	E1	8.25	E1	8.1	E1	8.03	E1	8.37	<100%
	E2	8.33	E2	8.16	E2	8.11	E2	8.25	E2	8.2	
	E3	8.27	E3	8.15	E3	8.05	E3	8.05	E3	8.26	
	Moy	8.28	Moy	8.18	Moy	8.08	Moy	8.11	Moy	8.27	
Cl	E1	99.2 68	E1	985.5 93	E1	120.5 4	E1	772.8 75	E1	857.96 2	<500mg/L
	E2	63.8 15	E2	13401 2	E2	121.9 8	E2	914.6 7	E2	730.33	
	E3	701. 969	E3	219.8 08	E3	560.1 57	E3	815.4 19	E3	120.54	
	Moy	288. 35	Moy	848.5 0	Moy	267.5 5	Moy	834.3 2	Moy	569.61	
Mg2+	E1	7.77 7	E1	80.20 6	E1	14.58 3	E1	87.49 8	E1	114.23 3	<500mg/l
	E2	9.23 5	E2	109.3 72	E2	14.58 3	E2	174.9 96	E2	77.77	
	E3	53.4 7	E3	36.45 7	E3	53.47 1	E3	72.91	E3	18.471	
	Moy	23.4 9	Moy	75.34	Moy	27.54	Moy	111.8 0	Moy	70.15	
Ca2+	E1	24.0 48	E1	300.6	E1	48.1	E1	288.5 76	E1	312.64 2	<200mg/l
	E2	24.0 48	E2	320.6 4	E2	48.1	E2	240.4 8	E2	280.56	
	E3	280. 56	E3	96.19 2	E3	280.5 6	E3	312.6 2	E3	52.104	
	Moy	109. 55	Moy	239.1 4	Moy	125.5 8	Moy	280.5 5	Moy	215.12	
	E1	40	E1	110	E1	123	E1	95	E1	85	
	E2	70	E2	115	E2	19	E2	140	E2	96	

TAC	E3	85	E3	40	E3	115	E3	95	E3	22	<500mg/l
	Moy	65	Moy	88.33	Moy	85.66	Moy	110	Moy	67.66	
TA	E1	0	E1	0	E1	0	E1	0	E1	0	<8mg/l
	E2	0	E2	0	E2	0	E2	0	E2	0	
	E3	0	E3	0	E3	0	E3	0	E3	0	
	Moy	0	Moy	0	Moy	0	Moy	0	Moy	0	
TH	E1	92	E1	1080	E1	180	E1	1080	E1	1250	<500mg/l
	E2	98	E2	1150	E2	180	E2	1320	E2	1020	
	E3	920	E3	390	E3	920	E3	1080	E3	206	
	Moy	370	Moy	873.3 33333	Moy	426.6 66667	Moy	1160	Moy	825.33 3333	
RS	E1	440	E1	3060	E1	440	E1	2420	E1	3260	<1500 mg/l
	E2	440	E2	3020	E2	440	E2	3080	E2	3080	
	E3	2240	E3	840	E3	2500	E3	2980	E3	440	
	Moy	1040	Moy	2306. 66667	Moy	1126. 66667	Moy	2826. 66667	Moy	2260	
Nitrate (NO3-)	E1	3.69	E1	26.40 3	E1	3.69	E1	31.06	E1	16.88	<50 mg/l
	E2	3.69	E2	9.63	E2	2.654	E2	16.91 4	E2	18.52	
	E3	23.2 6	E3	0.916	E3	0.983	E3	17.52	E3	2.287	
	Moy	10.2 1333 33	Moy	12.31 63333	Moy	2.442 33333	Moy	21.83 13333	Moy	12.562 3333	
nitrites (NO2-)	E1	0	E1	0	E1	0	E1	0	E1	0	< 0.1 mg/L
	E2	0	E2	0	E2	0	E2	0	E2	0	
	E3	0	E3	0	E3	0	E3	0	E3	0	
	Moy	0	Moy	0	Moy	0	Moy	0	Moy	0	
Bicarbonate											

(HCO₃⁻)	E1	48.8	E1	134.2	E1	24.4	E1	115.9	E1	103.7	<98559mg/ L
	E2	85.4	E2	140.3	E2	23.13	E2	170.8	E2	117.2	
	E3	103. 7	E3	48.8	E3	140.3	E3	115.9	E3	26.84	
	Moy	79.3	Moy	107.7 66667	Moy	62.61	Moy	134.2	Moy	82.58	
Phosphate (PO₄⁻)	E1	0	E1	0.23	E1	0	E1	0.615	E1	0.409	-
	E2	0	E2	0.15	E2	0	E2	0.19	E2	0.19	
	E3	0.32 2	E3	0.122	E3	0.179	E3	0.299	E3	0	
	Moy	0.10	Moy	0.16	Moy	0.05	Moy	0.37	Moy	0.20	
ammonium (NH₄⁺)	E1	0	E1	0	E1	0.025	E1	0	E1	103.7	0,5 mg/l
	E2	0.04 5	E2	0	E2	0	E2	0	E2	0	
	E3	0	E3	0	E3	0.115	E3	0.025	E3	0.037	
	Moy	0.01 5	Moy	0	Moy	0.046 66667	Moy	0.008 33333	Moy	34.579	
TDS	E1	3161	E1	1.18	E1	1690	E1	2777. 6	E1	2471	Pas de valeur guide mais optimum en dessous de 1000 mg/l
	E2	147	E2	2270	E2	480	E2	183	E2	2566	
	E3	158	E3	127	E3	468	E3	183	E3	2650	
	Moy	1155 .33	Moy	799.3 9	Moy	879.3 3	Moy	1047. 87	Moy	2562.3 3	

III.2.1. Température :

La température est un élément très important dans les analyses physicochimiques de l'eau. Ce paramètre a un impact significatif sur la solubilité des sels et des gaz, et donc sur la conductivité. Une température au-dessus de 25 ° C, sur l'autre côté, favorise la croissance des micro - organismes dans les pipelines. (MAIGA, 2005). D'une façon générale, la température des eaux est influencée essentiellement par les variations climatiques (DIB, 2009) et par l'origine dont elles proviennent (superficielles ou profondes) (RODIER, 2005).

Les résultats de mesure de température obtenus sont indiqués sur la Figure24. La température moyenne de l'eau dans la cité le 08 mai (24,13 ° C), cité 19 mars (22,33 ° C), Tiksebt Al-Gharbia (20,833 ° C), cité 400 (21,73 ° C) et Shatt (25,01 ° C)

Les températures moyennes de nos échantillons sont proches de la valeur standard de la norme algérienne qui définit la température maximale de 25 ° C pour l'eau destinée à la consommation humaine.

Nos résultats ressemblent à celles signalés par (WIDAD et MERIEM, 2020) dans Leur étude sur un échantillon d'eau potable de la région de M'sila avec des valeurs de T °C (19.5à20.2).

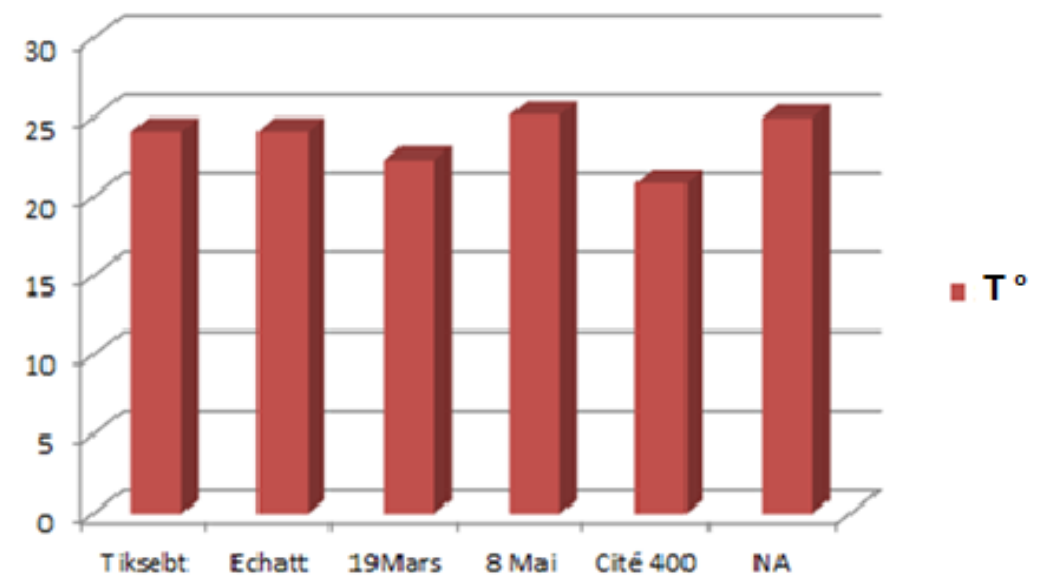


Figure N° 24: Moyennes de la température en (°C) des eaux prélevées des cités 400, Tiksebt Gharbia, Echatt , 8 Mai, et 19 Mars (El-Oued)

III.2.2. Potentiel hydrogène (pH):

Le pH de l'eau peut avoir un effet sur ses propriétés physiques, chimiques et bactériennes. Certains métaux à partir des sols et Tuyauterie réseaux peuvent être mobilisés par acide de l'eau, augmentant leur biodisponibilité et de changer leur toxicité. Cependant, le changement de toxicité causé par un changement de pH est unique à chaque métal et organisme. (CFPTEP, 2015).

Les résultats obtenus du PH sont représentés sur la Figure 25. Le pH moyen de l'eau de la cité d'El Oued entre 7.55 à 8.04 se situe dans la fourchette spécifiée par les normes algériennes, qui est de 6,5 à 8,5 pour l'eau destinée à la consommation humaine

Nos résultats sont similaires à (TABOUCHE *et al.*, 2004), ont trouvés des valeurs de PH compris de 7,07 et 8,40 dans leur étude sur la qualité des eaux souterraines de la région orientale du Sahara septentrional Algérien.

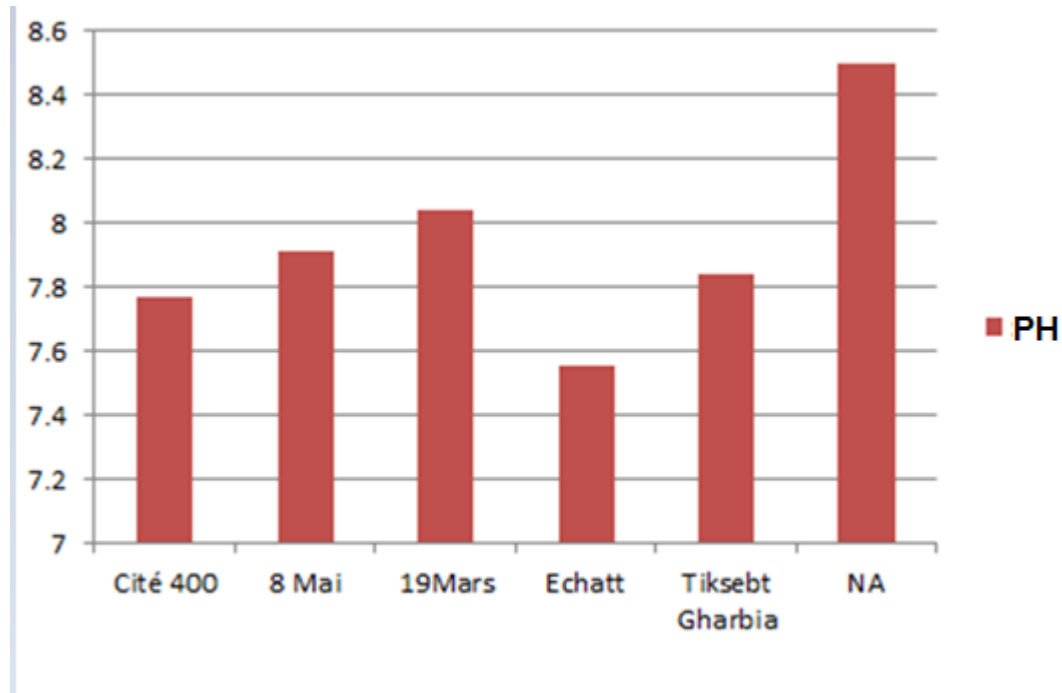


Figure N° 25: Moyennes de PH des eaux prélevées des cités 400 et Tiksebt Gharbia et Echatt et 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)

III.2.3. Conductivité Electrique:

(RODIER *et al.*, 2009), Ils indiquent que les variations de conductivité sont causées par la présence d'ions mobiles dans un champ électrique. Cette mobilité est déterminée par la nature et la concentration de la dispersion des ions, tels que le calcium (Ca^{2+}), sodium (Na^{+}), chlore (Cl^{-}), des bicarbonates (HCO_3), et donc sur. En général, la conductivité électrique augmente avec la concentration ionique en solution et la température (DIB, 2009).

D'après les résultats obtenus, une valeur moyenne avec un minimum de 85.05 uS/cm à la cité Tiksebt Gharbia et un maximum de l'ordre de 632.88 uS/cm a 19 Mars. Toutes les valeurs de la conductivité enregistrées sont inférieures à celle donnée par la norme algérienne (2800 μ S/cm), d'où la qualité des points d'eau examinés dans la région est acceptable.

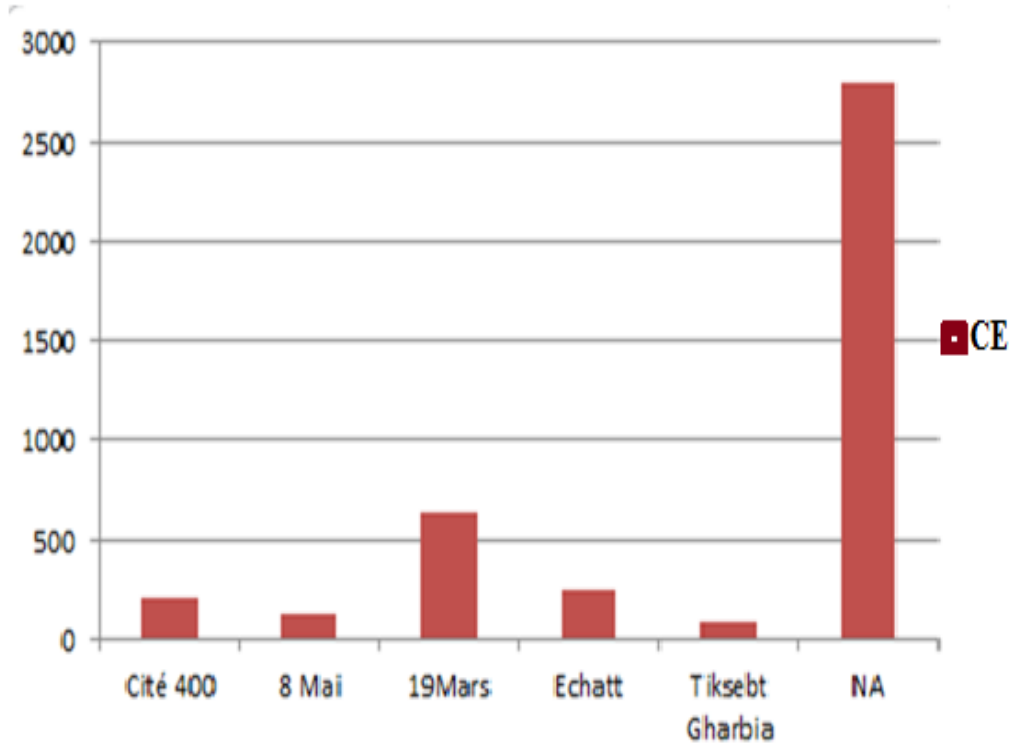


Figure N° 26: Moyennes de la conductivité électrique en uS/cm des eaux prélevées de cité 400 et Tiksebt Gharbia et Echatt et 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)

III.2.4. Turbidité:

La turbidité dans l'eau est provoquée par la présence de suspendu ou dissous de la matière tels que des minéraux (sable, argiles, ou limons), matière organique ou autre matière microscopique qui obstrue le passage de la lumière à travers l'eau. (HADEM., 2007 ; RODIER et al., 2005).

Les résultats des mesures de turbidité sont représentés sur la figure 27. La turbidité moyenne avec un minimum de cité, Echatt 0.69 NTU et un maximum de l'ordre 1,10 NTU à mai 08. Les moyennes de turbidité de nos échantillons sont très faibles par rapport à la norme Algérienne qui est 5 NTU ce qui explique que l'eau de la ville d'El Oued est potable.

De même (BEY et al., 2013), ils ont enregistré des valeurs de turbidité variant entre 0,25 à 2,18 NTU dans la même région.

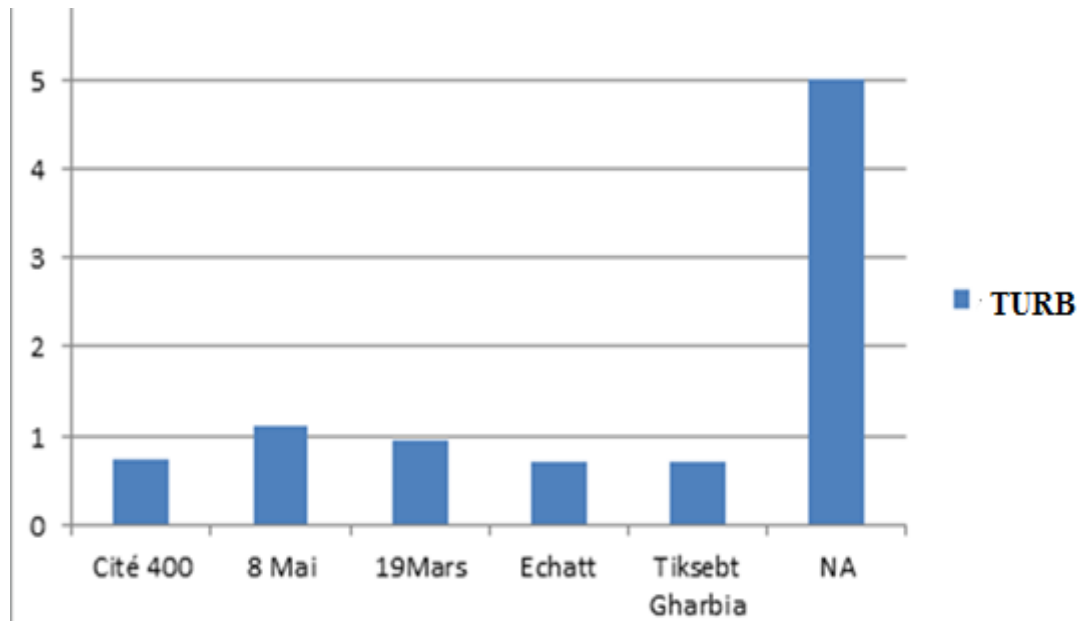


Figure N° 27 : Moyennes de la Moyennes turbidité en NTU des eaux prélevées de cité prélevées de cité 400 et Tiksebt Gharbia et Echatt et 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)

III.2.5. Salinité :

La salinité de l'eau varie considérablement d'une saison à l'autre et d'une région à l'autre. Les résultats obtenus par les mesures de salinité sont représentés dans la figure 31. La moyenne de la salinité de l'eau de la ville d'El Oued varie de 0,16% à 1,6% qui sont inférieures à celle exigée par la norme algérienne 1,5% d'où le caractère de la salinité de cette eau est vérifié. Ce comportement de salinité est étroitement lié aux apports en eau douce, et à la faible évaporation de l'eau qui augmente la concentration de sel au milieu.

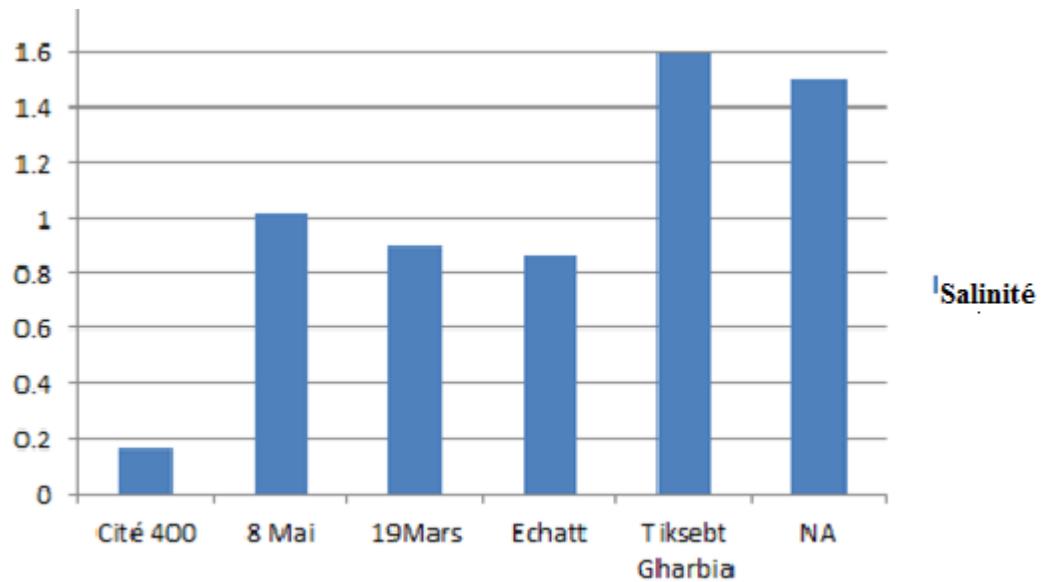


Figure N° 28 : Moyennes de la salinité en % des eaux prélevées de cité 400 , Tiksebt Gharbia , Echatt , 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)

III.2.6. Résidu Sec (RS) :

La détermination du résidu sec dans l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, non volatiles, obtenues après une évaporation d'eau.

La moyenne de résidu sec de l'eau de la cité 08 est de 2306 mg/l et celle de la cité Echatt est égale 2826.66mg/l et cité Tiksebt Gharbia 2260mg/l (figure 29). Ces résultats sont très élevés et dépassent la norme Algérienne qui fixe la valeur maximale de résidu sec de 1500 mg/l pour l'eau destinée à la consommation humaine. Alors que, les deux cités 400 logements et 19 Mars enregistrent des valeurs de résidus secs de 1040 mg/l et 1126.66 mg/l conforme à la norme.

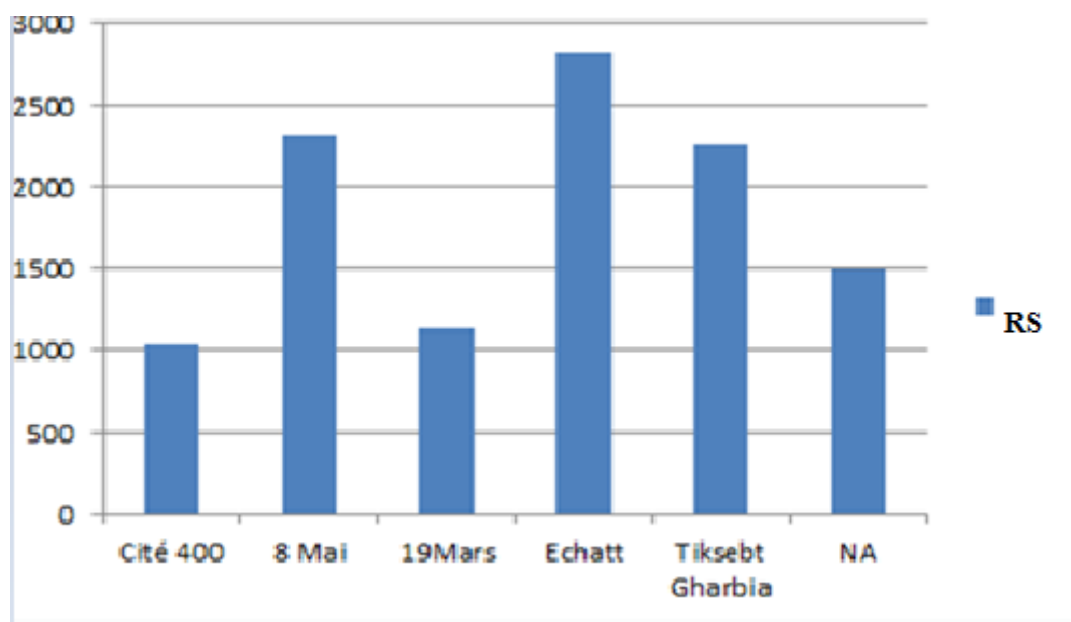


Figure N° 29 : Moyennes de résidu sec en (mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia , Echatt , 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)

III.2.7.Chlorures:

L'eau contient presque toujours des chlorures, mais dans des proportions variables .

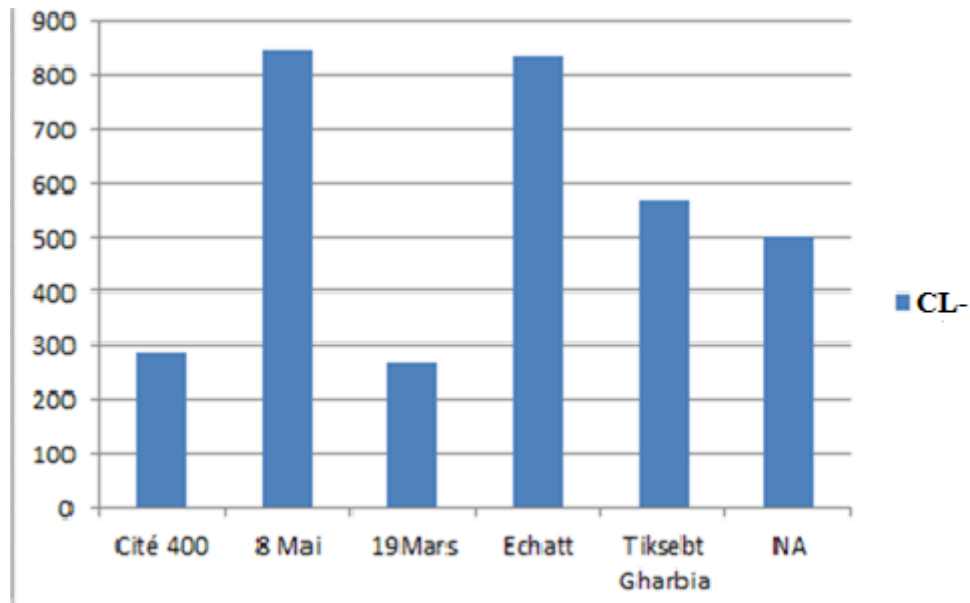
Quelle que soit de la nature de la géologie formation traversée, la présence de chlorures peut être attribuée aux industriels effluents, pétrochimiques d' extraction, de potasse, aux drainages d'irrigation...etc. Le plus grand inconvénient des chlorures est la saveur

désagréable qu'ils confèrent à l'eau à partir de 250 mg/l surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (**RODIER., 2005 ; MAKOUKH., 2011**).

Les résultats obtenus dans notre étude sont représentés dans la figure 30. La moyenne du chlore dans l'eau de la cité 08 Mai est de 848.50 mg/l et celle de la Tiksebt Gharbia 569.61 est de 783.51 mg/l. et cité Echatt est de la 834.32 mg/l.

Ces valeurs de chlorures sont considérées élevées étant donné que les normes Algériennes de l'eau potable pour cet élément sont fixées à 500 mg L-1

Quant aux résultats obtenus dans deux cité 19 Mars 267.55 mg/l. cité 400 égale 288.35 mg/l sont conformes aux normes Algériennes de l'eau potable.



. *Figure N° 30* : Moyennes de chlorure en mg/l des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia , Echatt , 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)

III.2.8. Titre Alcalimétrique (TA):

Le terme alcalimétrique fait référence à la capacité de déterminer la concentration de tous les carbonates et bicarbonates dans l'eau. La formation d'une couche carbonatée assure la protection de la Certains risques de corrosion nécessitent une alcalinité minimale dans les canalisations. (KOUIDER BELALA, 2006).

Les résultats de La moyenne de TA dans l'eau de la cité Tiksebt Gharbia et Echatt et 08 Mai et celle de la cité 19 Mars et cité 400 est nulle (0 mg/l) figure 31.

sont considérées trée inferieure étant donné que les normes Algériennes de l'eau potable pour cet élément sont fixées à 8 mg L

Les mêmes valeurs sont enregistrées dans l'étude présentée par (NASRI A ; BENHADJA H , 2020) sur la qualité chimique et physique de l'eau potable d'El Oued.

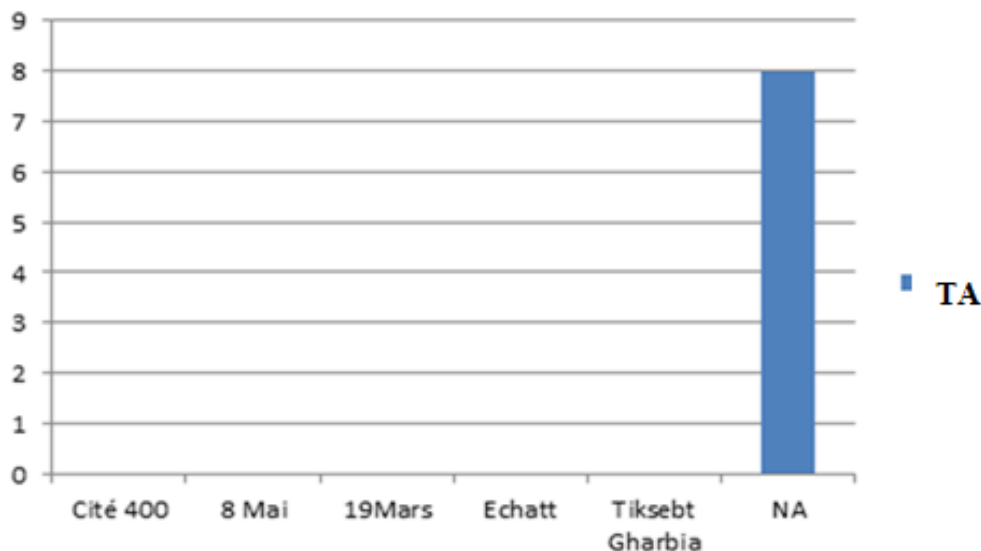


Figure N°31 : Moyennes de Titre Alcalimétrique (TA) en mg/l des eaux prélevées de cités 400, Tiksebt Gharbia, Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)

III.2.9. Calcium (Ca²⁺) :

Le calcium est le plus abondant élément dans potable l'eau, et sa concentration varie principalement en fonction de la catégorie de terrain parcouru (calcaire ou gypseux).

(RODIER et al, 2009). L'eau potable de bonne qualité renferme de 100 à 140 mg/L de calcium

(RODIER, 2005). Le calcium ne peut en aucun cas poser des problèmes de potabilité, le seul inconvénient domestique lié à une dureté élevée est l'entartrage

D'après les résultats obtenus une valeur varie entre 109.55 à 280.55 mg/L (figure 32)

Par comparaison avec la norme Algérienne (200 mg/l) on a constaté que la quantité de calcium dans les cités est peu supérieure à celle de la norme.

Des résultats similaires de ceux enregistrés par (Chibani M Baraika A , 2019) dans une étude sur la qualité d'eau potable consommée dans la ville d'El Oude enregistré des teneurs en Calcium de 240. 48 à 272.54mg/l.

Une eau faible en calcium peut être associée à un risque plus élevé de fracture chez les enfants, certaines maladies neurodégénératives, des naissances prématurées, des problèmes de poids à la naissance. Un manque à la fois de calcium et de magnésium peut également entraîner certains types de cancer (HORING, 1992).

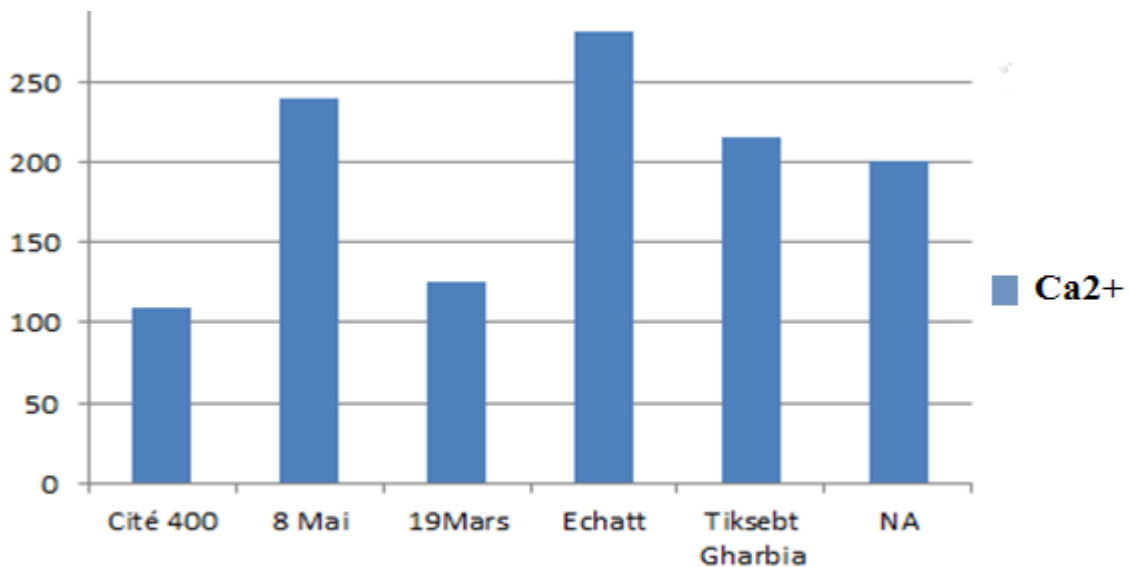


Figure N°32 : Moyennes de Calcium en (mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia , Echatt ,8 Mai et 19 Mars (El-Oued),

III.2.10. Nitrates (NO₃⁻) :

En général, les nitrates sont toxiques pour les organismes vivants. Ils convertissent le sang hémoglobine dans une même substance, méthémoglobine, qui ne plus joue un rôle dans l'oxygénation des cellules et des tissus. (HORING, 1992; WHO, 2007).

L'activité humaine accélère le processus d'enrichissement en cet élément sur les sols subissant l'érosion, ce qui provoque l'infiltration des eaux usées, par les rejets des industries minérales et d'engrais azoté (BREMOND et VUICHARD, 1973),

Les résultats de la mesure de nitrate (NO₃⁻) sont représentés dans la figure 33. La moyenne de nitrate dans l'eau de la cité 08 Mai est de 12.316mg/l, et celle de la cité 19 Mars

est de 2.44 mg/l. et cité Tiksebt Gharbia 12.56 mg/l et cité400 egale 10.21 mg/l et Echatt 21.83 mg/l

Les moyennes de nitrate de nos échantillons sont inférieures à la valeur de norme Algérienne qui est de 50 mg/l pour l'eau de consommation humaine

Des rapports suggèrent une association entre les nitrates des eaux potables et des avortements spontanés, des complications liées à la grossesse, la restriction de la, grandeur ultra-utérine et un accouchement prématuré (KOSTRABA et *al.*,1992; PARSLOW et *al.*,1997).

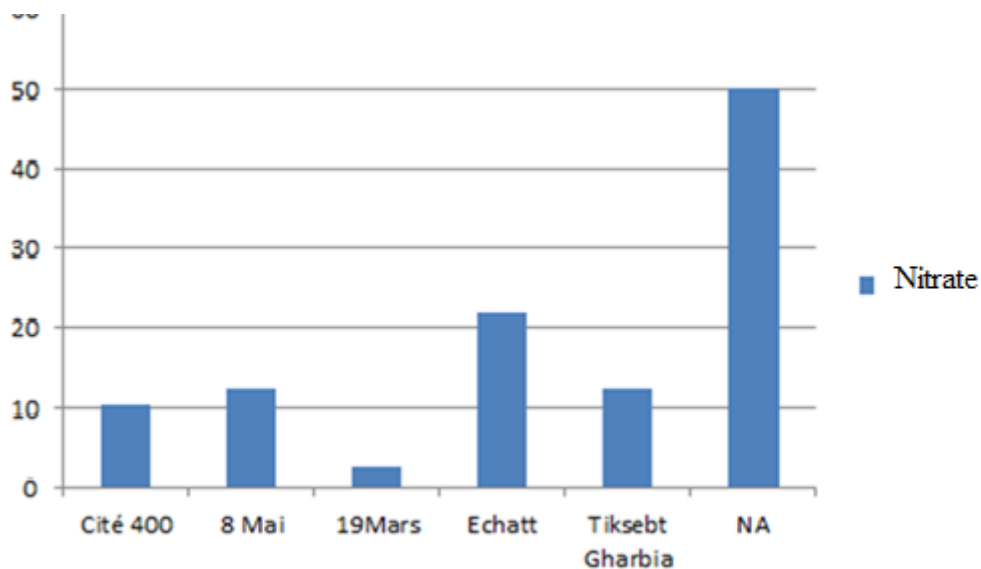


Figure N° 33 : Moyennes de nitrate en (Mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia ,Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)

III.2.11.Bicarbonate(HCO_3^-):

Les concentrations en bicarbonates (HCO_3^-) dans les eaux naturelles sont en relation directe avec le pH de l'eau, la température, la concentration en CO_2 dissous et la nature lithologique du sol.

Lors des analyses effectuées la teneur de Bicarbonates HCO_3^- trouvé dans l'eau de échantillon est de 62.61 à 134.2 mg/L.

La présence des bicarbonates dans l'eau est due à la dissolution des formations carbonatées (cipolin, calcaire) par des eaux chargées en gaz carbonique. Les normes algériennes ne fixent aucune valeur pour ce paramètre, puisque, quel que soit les teneurs en bicarbonate dans les eaux de consommation, la potabilité n'est pas affectée (WIDAD et MERIEM, 2020)

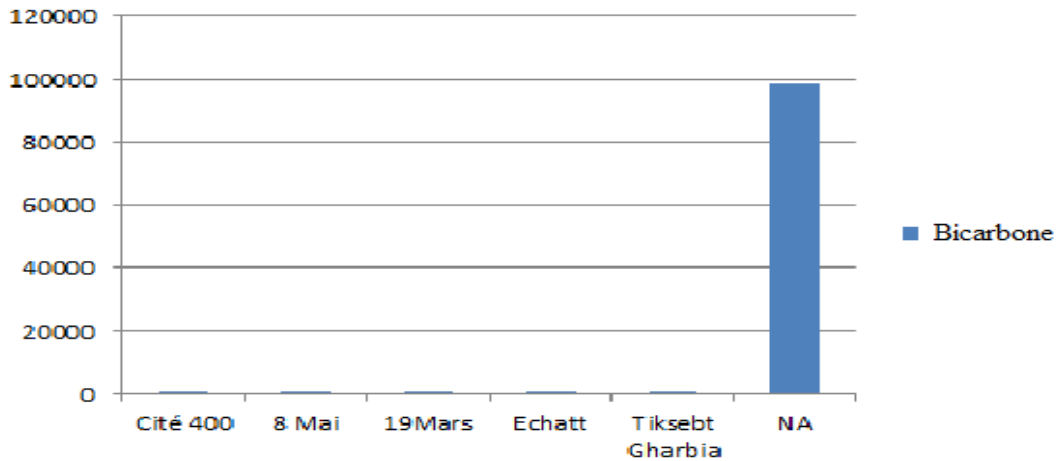


Figure N° 34: Moyennes de Bicarbonate (HCO_3^-) en (mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia, Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued)

III.2.12. Magnésium (Mg^{2+}):

Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrés (calcaires dolomitiques, dolomies du jurassique ou du trias moyen). D'après les résultats obtenus une valeur varie entre 23.49 à 111.80 mg/l donc les résultats avec les normes Algérienne de 500 mg/l donc la qualité de l'eau elle est acceptable (HADEF D; HASNI M., 2017).

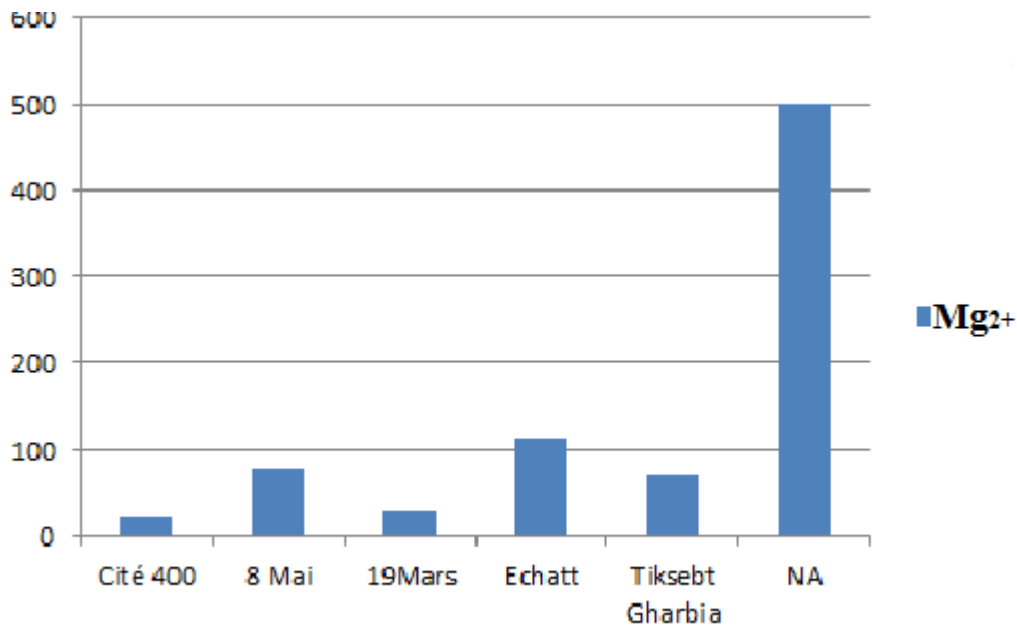


Figure N° 35 : Moyennes de Magnésium en (Mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia, Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued),

III.2.13. Nitrite NO₂⁻ :

Une eau qui renferme des nitrites est considérée comme suspecte car cette présence est souvent liée à une détérioration de la qualité microbiologique..

Une teneur d'azote nitreux supérieure à 0,10 mg. L⁻¹ peut faire soupçonner un apport d'eaux riches en matières organiques en voie de décomposition. Cette teneur ne devrait pas être dépassée dans le cas d'une eau d'origine profonde (**RODIER et al., 2009**).

La moyenne de nitrite de l'eau de la ville de el-oud est égale 0,009 mg/l

Les Moyennes de nos échantillons sont nulles et ne dépassent pas la norme Algérienne qui fixe la valeur maximale de nitrite de 0,2 mg/l pour l'eau destinée à la consommation humaine.

Une étude a été faite par (**ZEGAIT et al., 2016**) sur la qualité des eaux souterraines dans le Sahara Algérien, où ont enregistré une valeur moyenne de nitrite de 0,01 mg/l qui est similaire à nos résultats.

Dans une autre étude dans la même région (KAHOUL, 2017), les auteurs ont enregistré des valeurs de nitrite variant entre 0,01 et 0,3mg/l qui sont en cohérente avec nos résultats.

D'après les études de (DEGBEY et al., 2010 ; LAGNIKA et al., 2014), La pollution nitrique des eaux souterraines serait due aux déchets des animaux, au fumier ou aux engrais chimiques utilisés dans la fertilisation des terres agricoles avoisinantes aux puits.

L'excès de nitrites peut donc entraîner une anémie grave, surtout chez les nourrissons. Les femmes enceintes consommant de l'eau chargée en nitrates peuvent indirectement entraîner une anémie de l'enfant en cours de développement. Les nitrites peuvent aussi se combiner au cours de la digestion avec des dérivés de protides et former des substances soupçonnées d'être cancérigènes: les nitrosamines (KOSTRABA et al., 1992; PARSLOW et al.,1997)

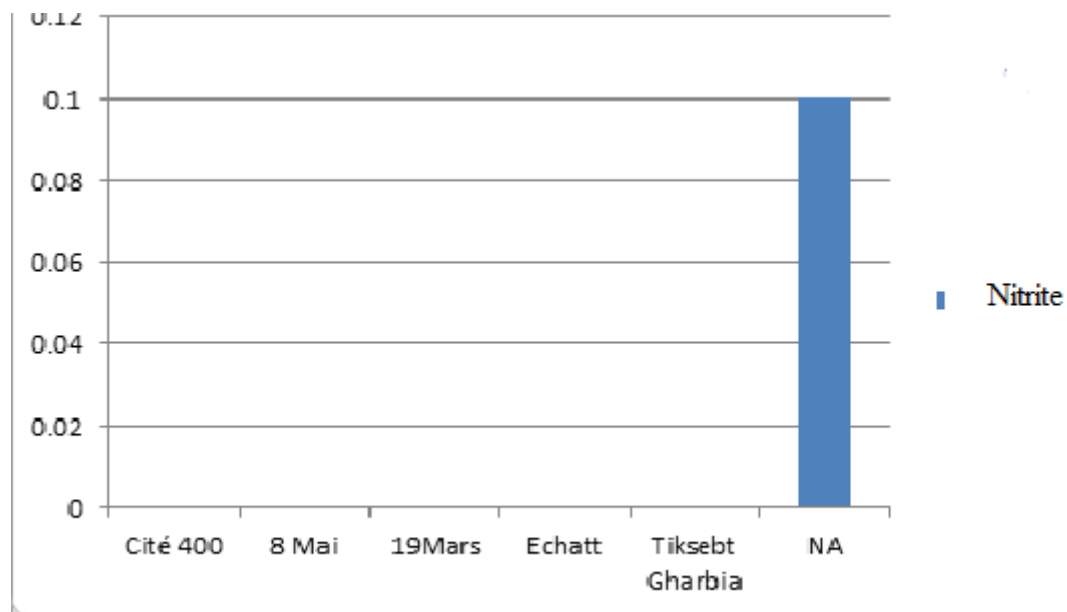


Figure N° 36: Moyennes de nitrites en (Mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia, Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued).

III.2.14. Dureté Hydrométrique (Dureté Totale) TH:

Dureté Totale C'est une qualité particulière de l'eau due à la présence de calcium et de magnésium. On distingue: une dureté carbonatée qui correspond à la teneur en carbonates et bicarbonates de Ca^{2+} et Mg^{2+} et une dureté non carbonatée produite par les autres sels. La dureté dépend de la structure géologique des sols traversés (HADEF D; HASNI M .,2017).

Les résultats obtenus ont montré que le degré de dureté allant de 370 à 1160 mg/L est proche des les normes algériennes de 500 mg/L, et donc la qualité de l'eau dans la zone d'étude est acceptable.

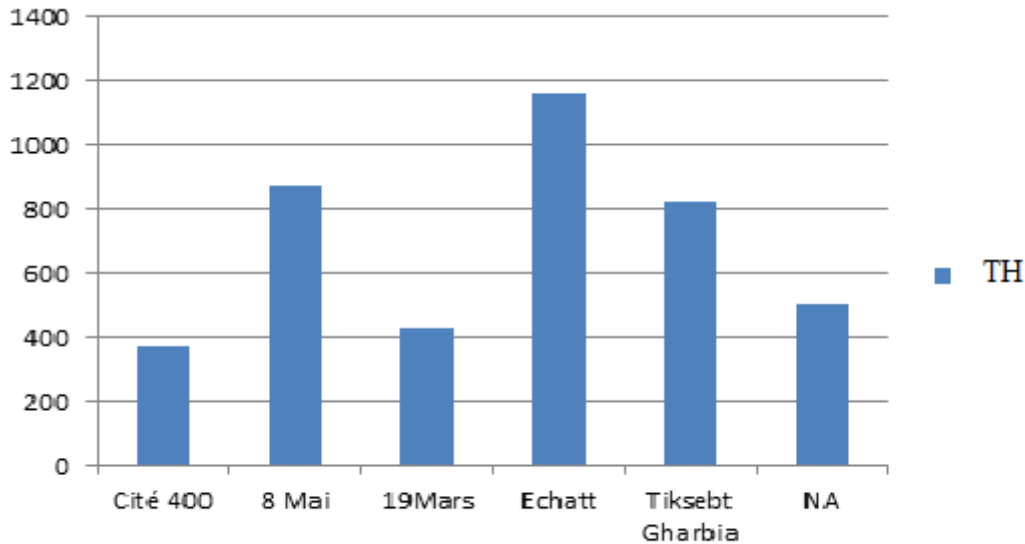


Figure N° 37: Moyennes de TH en (Mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia, Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued).

III.2.15. Titre Alcalimétrique complet TAC:

Le titre alcalimétrique complète ou TAC. Correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres, carbonates et hydrogénocarbonates (Chibani M Baraika A, 2019).

D'après les résultats obtenus une valeur varie entre 28 à 39 mg/L, donc les résultats ne dépassent pas les normes Algériennes de 500 mg/L.

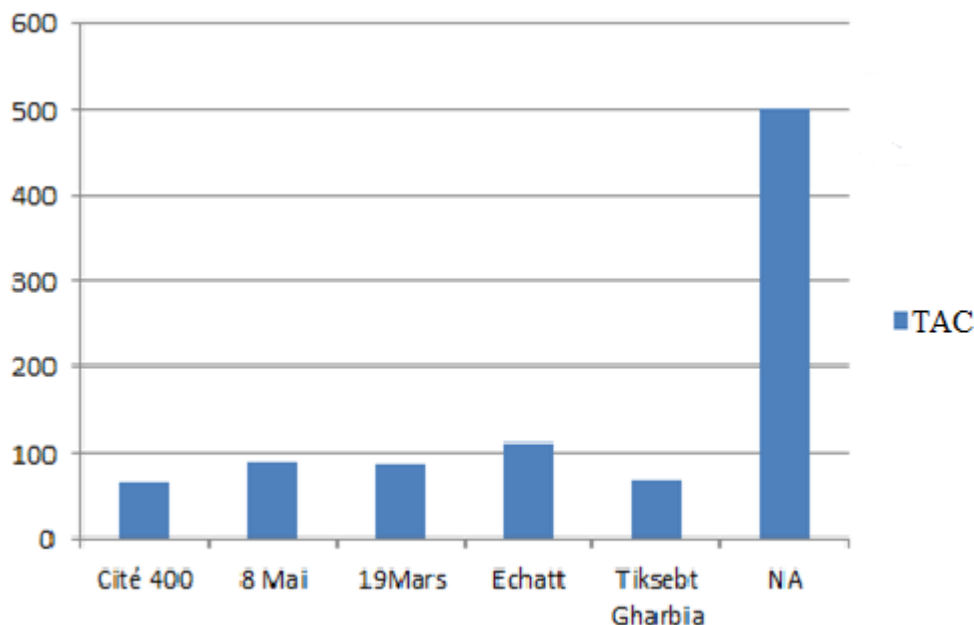


Figure N° 38: Moyennes de TAC en (Mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia ,Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued).

III.2.16. Ammonium:

L'ammonium (NH_4^+) est un composé chimique. Sa présence dans les eaux de surface est considérée comme indicateur de pollution, il ne présente pas danger sur la santé des consommateurs. Mais sa présence dans les eaux potables ne doit pas excéder 0.05 mg/L . Il est considéré comme un élément gênant car il interféré avec le chlore pour former les chlora mine qui modifient l'odeur et le gout de l'eau traité. Il sert aussi à nourrir à certaines bactéries qui peuvent proliférer dans les réseaux de distribution (**WIDAD et MERIEM ,2020**) .

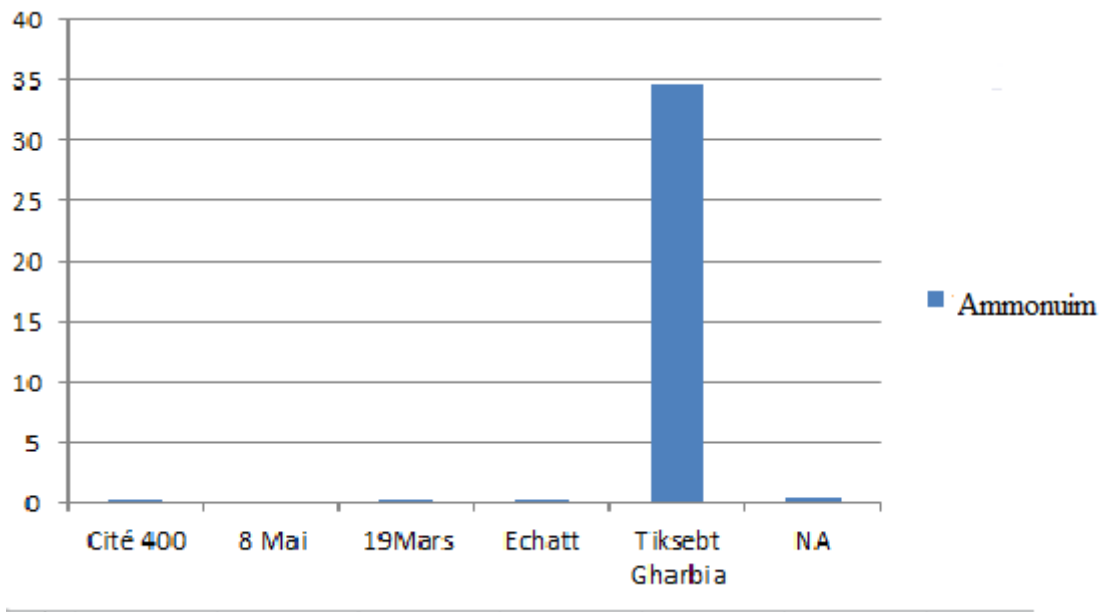


Figure N° 39: Moyennes de Ammonuim en (Mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia ,Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued).

III.2.17.Phosphore:

Les résultats obtenus d'analyse de l'ortho-phosphate sont représentés dans la figure 28. Les moyennes de concentration de l'ortho-phosphate dans l'eau de la cité 08 Mai et 19 Mars sont respectivement de 1.085 mg/l et de 0.8372 mg/l.

La norme algérienne ne fixe aucune valeur pour ce paramètre.

Des résultats renforcent de ceux des nôtres par l'étude de (SLIMANI *et al.*, 2015), qu'ils ont donné des valeurs de concentration de PO_4^- de 15 mg/l dans la région d'Ouargla (Sahara Septentrional EST Algérien).

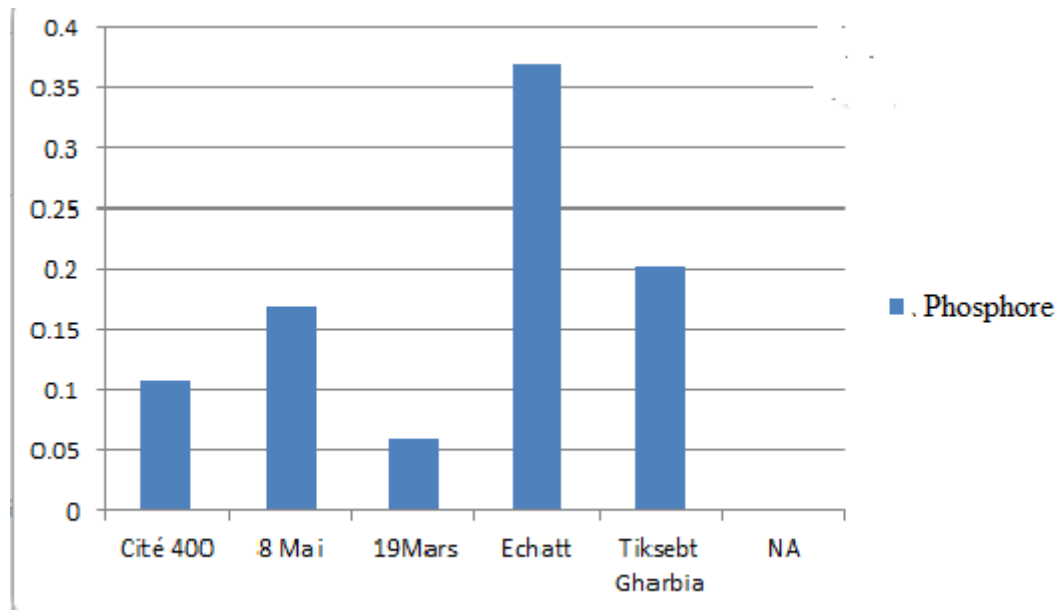


Figure N° 40: Moyennes de Ammonuim en (Mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia ,Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued).

III.2.18. O₂ :

L'Oxygène dissous joue un rôle primordial dans le maintien de la vie aquatique, sa présence dans les eaux naturelles, est déterminée principalement par la respiration des organismes, par l'activité photosynthétique de la flore, par l'oxydation et la dégradation des polluants et enfin par les échanges air-eau. En général, les valeurs faibles de l'oxygénées dissous favorisent le développement des germes pathogènes, Pour l'ensemble des prélèvements, l'oxygène dissous présente des variations importantes d'un point à un autre, il varié de 7.1 à 85%. Ces valeurs à celle exigée dans la norme Algérienne (100%) d'où la qualité de l'eau de l'oued de Boutane de la région est acceptable (**HADEF D ; HASNI M.,2017**).

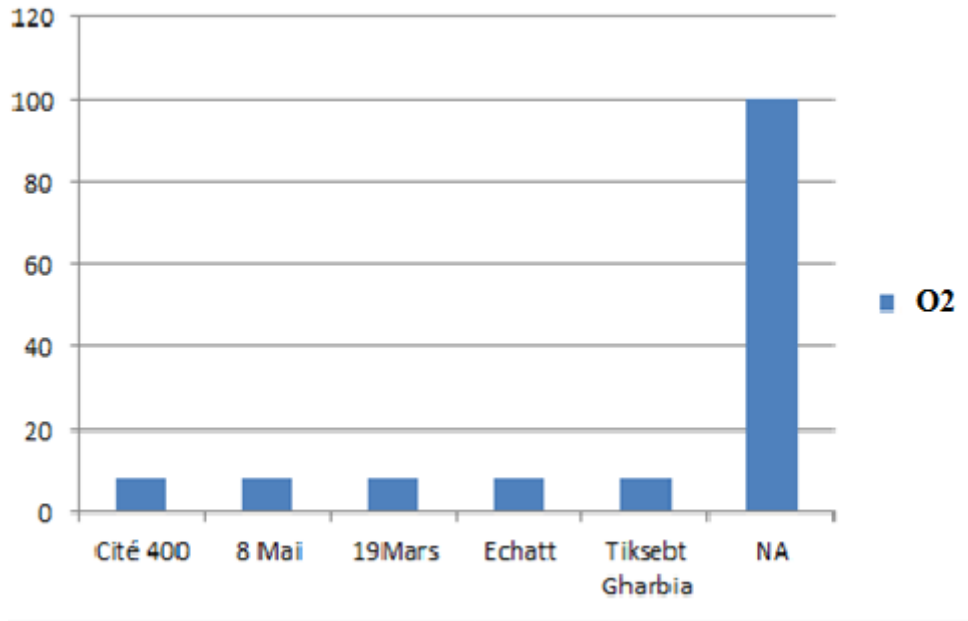


Figure N° 41: Moyennes de Ammonuim en (Mg/l) des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia ,Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued).

III.2.19.TDS:

la précipitation totale des solides dissous (TDS). Le chiffre TDS indique les milli grammes par litre des solides présents dans l'eau .

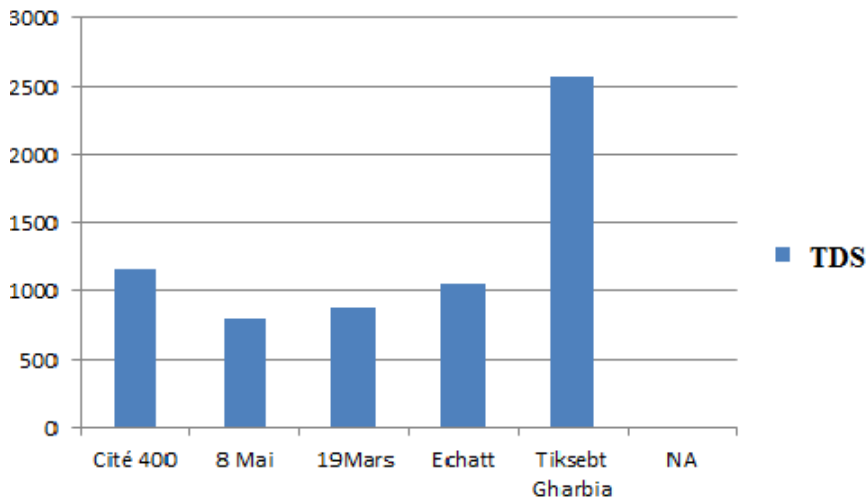


Figure N° 42: Moyennes de TDS des eaux prélevées de cité 400, Tiksebt Gharbia ,Echatt, 8 Mai et 19 Mars (El-Oued).

Tableau 8: Goût de l'eau avec différentes concentration de TDS (WIDAD et MERIEM ,2020).

Niveau de TDS (mg/l)	Evaluation
Moins de 300	Excellent
300-600	Bien
600-900	Passable
900-1200	Faible
Plus de 1200	Inacceptable

Les taux des TDS mesurés affichent des valeurs variant entre 799.39 mg/L et 2562.33 mg/L.

la valeur maximale a été enregistrée au Tiksebt Gharbia et la valeur minimale a été enregistrée au 8 Mai .

*CONCLUSION
GENERALE*



Cette étude a été menée dans le but de déterminer la qualité physico-chimique de l'eau de consommation humaine (eau de Filtré) des cités : 400, Tiksebt Gharbia, Echatt, 8 Mai et 19 Mars au centre-ville de la Wilaya d'El-Oued .

Les analyses physiques et chimiques ont montré une faible variabilité de ces paramètres en fonction des échantillons prélevés; Avec température optimale et pH bas. la salinité, la conductivité électrique, la turbidité, les ions magnésium, les nitrites, l'oxygène et les nitrates et l'alcalinité dans les normes de l'eau potable.

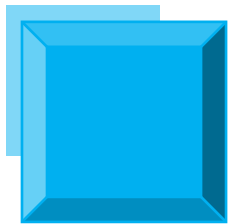
Mais les paramètres suivants : Calcium, , les résidus secs et les chlorures sont un peu supérieures à celles des normes d'eau potable qui peuvent présenter un risque pour la santé humaine.

Les eaux de notre échantillon les stations présentent des valeurs des paramètres physico-chimiques conformes aux normes algériennes de potabilité donc acceptables pour l'alimentation humaines , mais il a besoin d'un traitement au niveau de certain paramètre.

A la lumière des conclusions rapportées précédemment, nous recommandons quelques perspectives et axes de recherches suivantes :

- Le control continu de la qualité des eaux potables dans la ville .
- Projection de cette étude sur d'autre communes et station, en prenant en considération d'augmenter le nombre des échantillons.
- Approfondir les analyses microbiologiques afin de déterminer les germes présents dans les échantillons et de révéler la présence ou non des germes pathogènes pour l'homme .

REFERENCE
BIBLIOGRAPHIE



- 1) **Achour S. Youcef L. et Guergqwi S., (2008).** Etude sur la qualité des eaux souterraines et superficielles du Sahara septentrional oriental Algérien Actualités médicales et scientifiques. *Bull. Acad. Nat. Médecine*, 2009;193(5):53-68.
- 2) **AFSSA, 2003). Afssa Sel et Santé., (2003).** Actes du colloque international 11-12 janvier 2002 ; <http://www.afssa.fr/> (dernière consultation : février 2005)
- 3) **ALLASSAN B.M. , (1967).** Etude de la pollution bactériologique de la nappe phréatique à partir d'une latrine en Afrique subtropicale. Thèse- Sciences Techniques- Lausanne 1994. N°1276 O.M.S Genève 1967 .
- 4) **NASRI A . BENHADJA H 2020 -** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux des deux cités 08 Mai et 19 Mars Centre-ville d'El-Oued , 83p.
- 5) **Bartherlin J., Cheru L., (1999).** Origine des éléments indésirables ou toxiques dans les eaux souterraines, *Rap. B.R.G.M.R 40448*, 25p.
- 6) **BATOUL BENKADDOUR ,(2018).**Contribution à l'étude de la contamination des eaux et des sédiments de l'Oued Chélif (Algérie). Autre. Université de Perpignan; Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem (Mostaganem, Algérie), 2018. Français. NNT : 2018PERP0026. tel-01955103
- 7) **BAZIZ NAFISSA.,(2008).** Étude sur la qualité de l'eau potable et risque potentiels sur la sante cas de la ville de Batna. Mémoire magister. Université colonel ELHADJ LAKHDAR BATNA.. P154.
- 8) **Beaudoin B., (2012).** Problématique éco toxicologique actualisée des fluorures dans les eaux municipales, *Centre universitaire de formation en environnement, Québec, Canada*, 98p.
- 9) **Bendaoud K., Lassoued F., (2019).** Contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau potable dans la région souf. Station Nord d'Afrique, Tiksebt El Oued. Mémoire de Master en Sciences.Biologiques Spécialité Toxicologie appliquée59p.
- 10) **Benallou A., (2004).**(Analyse physico-chimique des effluents provenant de la laiterie de Arib.Centre université de Khemis Miliana).
- 11) **Benmoussa H., (2018).** Polycopié de Chimie des eaux, cours destiné aux étudiants de Master 1 Génie des Procédés de l'Environnement.*Faculté de Chimie. Département de Génie Chimique. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf.*
- 12) **Bennana M., (2013).** Étude de la pollution de l'eau et du littoral du lac de Hassi ben Abdallah, *Master académique, Université Kasdi Marbah, Ouargla*, 46p.
- 13) **Briere F.G., (2000).** Distribution et collecte des eaux, *2^{ème} édition : École Polytechnique de Montréal*, PP : 299-300.
- 14) **Bernard C., (2007).**Introduction à l'étude de la médecine expérimentale. Edition BiblioBazaar.

- 15) **Bernard Chocat et le Graie (2014)** .Les techniques alternatives pour la gestion des eaux pluviales : risques réels et avantages.
- 16) **Bey O., Bey H., Bekkouche W., (2013)**.Évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux distancée a l'irrigation : cas de la commune de taghzoutMémoire de licence académique en Sciences. Biologiques Spécialité biochimie appliquée 43P.
- 17) **BIPE-Fédération Professionnelle des Entreprise de l'eau .FP2E 4^{ème} édition .**
- 18) **Boeglin J.C., (2009)**. Propriétés des eaux naturelles, Technique de l'ingénieur, traité environnement, G1, 110p
- 19) **Boucenna,(2009)**. Cartographie par les différentes méthodes de vulnérabilité à la pollution d'une nappe côtière cas de la plaine alluviale de l'Oued Djendjen, Mémoire de Magister, Université de Badji Mokhtar, Annaba, Algérie.
- 20) **Bourrier R., Selim B.,(2011)**. Technique de la gestion et de la distribution de l'eau, Edition Moniteur, Paris, PP : 353-402. Bruno Falissard. How should we evaluate non-pharmacological treatment in child and adolescent psychiatry ? *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 2015;24:1011-1013
Canada:<https://www.canada.ca/content/dam/hcsc/documents/services/publications/health>
- 22)**Bouthaina et imane .,(2020)** Valorisation et caractésation phytochimique d'*Origanum majorana* cultivé dans la région d'El-Oued
- 21) **Bouziani M., (2000)**. L'eau de la pénurie aux maladies, Edition ibn khaldoun, 247p
- 22) **CFP TEP, (2015)**. Recommandation pour la qualité de l'eau potable au
- 23) **Christian-F. Roques, Xavier de Boissezon, Patrice Queneau**. Médecine thermique –
- 24) **Chibani M Baraika A (2019)**. Etude de qualite d eau potable consommee dans ville d el oued et effet sur la sante publique .
- 25) **COX. CHARLES R ., (1967)** .«Techniques et contrôle du traitement des eaux. » O.M.S Genève 1967 .
- 26) **Dégréement, « Mémento technique de l'eau », 2005**. Lavoisier-Lexique technique de l'eau. Tome 1, Paris
- 27) **DEGREMONT. , (2005)**. «Mémento technique de l'eau », Deuxième Edition Tom1.
- 28) **DEJOUX C., «Pollution des eaux continentales africaines »Editions ORSTOM. ETUDE DE LA QUALITE D EAU POTABLE CONSOMMEE DANS VILLE D EL OUED ET SON EFFET SUR LA SANTE PUBLIQUE . JUIN 2019 .**
- 29) **Djamila BOUABDALLAH (2015)** : Analyses physico-chimiques de l'eau potable au niveau de la wilaya de Djelfa (Ville de Ain Oussera)
- 30) **Demdoum A., (2010)**. Etude hydrogéochimique et impact de la pollution sur les eaux de la région d'el Eulma, *Doctorat d'état, Faculté des Sciences de la Terre, Université Mentouri Constantine*, 205p.
- 31) **Dib I., (2009)**. L'impact de l'activité agricole et urbaine sur la qualité des eaux souterraines de la plaine de Gadaine- Ain Yaghout (Est Algérien), *Mémoire de magister*

- en hydraulique, construction hydro-technique et environnement, faculté des sciences de l'ingénieur, département d'hydraulique, Université Hadj Lakhdar, Batna, 127 p.*
- 32) distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière, Thèse de
- 33) **Djabri L., (1996).** Mécanismes de la pollution et vulnérabilité des eaux de la Seybouse, origine géologiques, industrielles, agricoles et urbaines, *Thèse de doctorat d'état, Université d'Annaba, Algérie, 176 p.*
- 34) **Djamel et soufiane(2019).** Evaluation des qualités physicochimique et microbiologique de l'eau de la ville d'Ain-Maâbed
- 35) **Djemmal S. (2009).** Les Ressources en Eau et L'environnement, l'effet de la sebkha sur la qualité des eaux Souterraines dans la partie sud -est de Sétif Cas du Guidjal, Université de Constantine, Algérie.).
- 36) **Faurie C., Medori P., Ferra C., (2003).** Ecologie: Approche scientifique et pratique, *5^{ème} Edition, Lavoisier doc et tec, Paris, 312p.*
- 37) **FEACHEM R.G., BRADLEY D.J., GARELICK H., MARA D. D., (1983)** «Sanitation and disease health aspects of excreta and wastewater management Word bank », Washington .
- 38) **GASMI WIDAD ,REFICE MERIEM (2020)** .Caractéristiques physico-chimiques de l'eau potable de la région de M'sila (Dréat, Souamaa ,Newara) .
- 39) **Graini L., (2011).** Contrôle de la pollution de l'eau par méthode acousto-optique. Université Ferhat Abbas Sétif. Présenté à l'institut d'optique et de mécanique de précision pour l'obtention du diplôme de magister,82p.
- 40) **GRAINI LAZHAR., (2011).** Contrôle de la pollution de l'eau par méthode acousto-optique Mémoire magister. Université FERHAT ABBAS-SETIF . P106
- 41) **Gromaire ; Veiga ; Grimaldi ; Aires ., (2013).** M.C. GROMAIRE - Laboratoire Eau Environnement Systèmes Urbains LEESU ,L. VEIGA – Composante Urbaine ,M. GRIMALDI – Composante Urbaine ,N. AIRES – Agence de l'Eau Seine Normandie Outils de bonne gestion des eaux de ruissellement en zones urbaines .
- 42) **GROSCLAUDE, (1999),** L'eau, tome 1 : Milieu naturel et maîtrise et tome 2 : Usages et polluants. Versailles, Institut National de la recherche Agronomique (Coll. « Un point sur ... »), 204 p. et 210 p. (ISBN 2-7380-0855-0 et 2-7380-0864-X)
- 43) **Hachemaoui B., (2014).** Qualité physico-chimique de l'eau dessalée et traitée par la station de dessalement de l'eau de mer de souk tlata - teneurs en bore, nitrites, nitrates et métaux lourds.
- 44) **Hade,(2007).** Nos lacs : Les connaître pour mieux les protéger, Edition Fides, Bibliothèque national du Québec, Canada, 27p.
- 45) **HADEF Djihad ; HASNI Malika ,(2017).** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'Oued de Boutane région de Khemis-Miliana W.Ain Defla .

- 46) **HADJI F et MADJDOUB A.,(2014).** QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DE L’EAU DESSALEE ET TRAITEE PAR LA STATION DE DESSALEMENT DE L’EAU DE MER DE SOUK TLATA
- 47) **HLISSE, 2007 ; CHABBI, M., & NEZLI, N. (2018).** Qualité des eaux de consommation de la vallée d'Oued Souf
- 48) **Höring,(1992) .** Bundesgesundheitsblatt 35, 194-197
- 49) **Houssin. M., Lavison. G., Bechemin. C., Vincent. M., Rebouillon. P. Moulin.L., Chomodé. P., Dujardin. P. Gosselin. S., Seux. R., Almardini F., (2009).** L’analyse de l’eau, 9ème Ed. Dunod., Paris,1384 p.
- 50) **Hubert P. et Marin M., (2001).** Quelle eau boirons-nous demain ?, *Editeur: Marabout*, 128p. [hy-living/guidelines-canadiandrinking water-quality-guideline-technical-document-phfra.pdf](#). Consulté le 10/07/2019
- 51) **ISO 6059 (1984).** Water quality- determination of the sum of calcium and magnesium-EDTA titrimetric method. International organization for standardization, Geneva, Switzerland.
- 52) **ISO 6878 (2004).** Water quality-determination of phosphorus, spectrometric method with ammonium molybdate. International organization for standardization, Geneva, Switzerland
- 53) **ISO 7150-1 (1984).** Water quality- ammonium determination method by manual spectrometry .International organization for standardization, Geneva, Switzerland.
- 54) **ISO 9297 (1989).** Water quality- determination of chlorides – titration with silver nitrate with chromate as indicator (Mohr method). International organization for standardization, Geneva, Switzerland.
- 55) **John P. et Donald A., (2010).** Microbiologie, 3ème Édition, de Boeck supérieur. 1216 p.
- 56) **Kahoul M., (2017).** Évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines : cas des puits de la région d’el-harrouch (wilaya de Skikda), *du diplôme de Doctorat 3 ème cycle LMD En Microbiologie Option: Microbiologie Appliquée.*
- 57) **Keddouda Z., Benattous M., Leghdemsi S., Zeghoud A., (2015).** La qualité physico-chimique et bactériologique des eaux d’une zone humide (cas de chott merouane).
- 58) **Kettab A., (1992).** Traitement des eaux, Les eaux potables, Edition: Office des Publications Universitaires, Alger, PP : 111-123
- 59) **KHADRAOUi, D., DEBAIN, C., ROUVEURE, R., MARTINET, P., BONTON, P., &**
- 60) **GALLICE, J. (1998),** Vision-based control in driving assistance of agricultural vehicles. *The International Journal of Robotics Research*, 17(10), 1040-1054
- 61) **Khelili R., Lazali D., (2015).** Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l’eau du barrage Harraza (Wilaya de Ain Defla).
- 62) **Kostraba J., Gay E., Rewers M., Hamman R.,** *Diabetes Care*.15 (1992)1505-1508.
- 63) **Kouadri S 1., Zegait R., (2018).** Étude de la qualité des eaux du Mio-pliocènes et vulnérabilité a la pollution dans la région d’EL MERK (Sud-est algérien).
- 64) **Kouider-Belala. Z, (2006) :** Etude et traitement de l’eau du barrage Djorf El Torba de la wilaya de Bechar par filtration sur sables, Mémoire de Magister en Eau et Environnement, Université Hassiba Ben Bouali, Chlef, Algérie

- 65) **Kudri N., Belalia Z., (2006).** . Mémoire de Magister en Eau et environnement. Université Hassiba Benbouaali de Chlef25P
- 66) **Ladjel S., (2009).**Contrôle des paramètres physico-chimiques et bactériologiques d'une eau de consommation, Les cahiers techniques du stage T 7,Centre de formation en métiers de l'eau, Tizi Ouzou, 101 p.
- 67) **Lelerc. H, et al**, Microbiologie appliquée, Edition Doin., 1977, pp: 94-96
- 68) **Mahamat B., Beskri A.,(2010).** Caractéristique physico-chimique des eaux souterraines dans la plaine de Khemis Miliana, Mémoire fin d'étude. *Centre université de Khemis Miliana.*
- 69) **Maiga. A, (2005) :** Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière, Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université de Bamako, Bamako, Mali.
- 70) **Makhoukh,(2011).**Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya. Maroc.
- 71) **Manceur et Djaballah, (2016)** .Analyse microbiologique de l'eau distribuée dans la ville de Tébessa,Mémoire de Master 2 en Microbiologique Appliquée, Université Labri Tébessi, Tébessa, Algérie.
- 72) **Marillys Macé ,2013 ;** La pollution de la ressource en eau : d'où vient-elle et comment la réduire ?
- 73) **MEROUANI MAHDI et BOUGUEDAH ABD EL BAKI.,(2013).** Etude de la pollution chimique et la vulnérabilité alla pollution des eaux souterraines de la cuvette d'OUARGLA. Mémoire master. Université KASDI MARBAH OUARGLA . P59.
- 74) **Michel Huguiet et P.-Y. Boëlle.** *Biostatistiques pour le clinicien.* Paris, Springer; **2013:** 300p.
- 75) **MILOUDE,(2020)** .Caractéristiques physico-chimiques de l'eapotable de la région de M'sila (Dréat,Souamaa ,Newara)
- 76) **MOHAMMEDI. I, MAYOU .O :** Evolution du transport solide et la qualité des eaux Cas du bassin versant de l'oued Harraza . Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana **(2015)**
- 77) **MUSTAPHA BOUZIANI, 2000 :**L'eau de la pénurie aux maladies.
- 78) **OMS, (2004).** Directives de qualité pour l'eau de boisson. 3ème édition, Vol 1. Directives, Ed. Organisation mondiale de la sante, Genève, 110 p.
- 79) **NADJAH, A. (1971),** Les Oasis de Souf. Maison de livre, Algérie.
- 80) **Parslow R., Mc Kinney P., Law G., Staines A., Williams R., Bodansky H.** Diabetologia.40 (1997). 550-556.

- 81) **Philippe HARTEMANN**: Eau de consommation, risque, santé ,**27 mars 2013** .(DOI : [10.14758/SET-REVUE.2013.10.03](https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2013.10.03))
- 82) **QUENEAU P.** — Sur la place des eaux minérales dans l'alimentation. Rapport d'un groupe de travail de l'Académie Nationale de Médecine, *Bull. Acad. Natle Med .*, 2006, 190 , (8), 2013-2021
- 83) **RAMADE, 1984** : OPDECAMP, Luc. "Discussion d'un modèle et de paramètres écologiques et économiques pour la gestion de l'écosphère tropicale humide." (1997).
- 84) **REGGAM 1, BOUCHELEGHEM 2. H, HOUHAMDI 1. M**: Qualité Physico-Chimique des Eaux de l'Oued Seybouse (Nord Est de l'Algérie): Caractérisation et Analyse en Composantes Principales (Physico-chemical quality of the waters of the Oued Seybouse (Northeastern Algeria): Characterization and Principal Component Analysis). Université 8 Mai 1945 de Guelma, Algérie (2015).
- 85) **RODIER J. , (1984)**. « L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. » Edition .Dunod. Paris.
- 86) **RODIER J., (2005)**. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8ème édition: Dunod, Paris.1434p.
- 87) **RODIER ,(2005)**. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer.8eme édition : Dunod, Paris, France.
- 88) **Rodier. J., Legube. B., Merlet. N., Brunet. R., Mialocq. J.C, Leroy. P. Houssin. M., Lavison. G., Bechemin. C., Vincent. M., Rebouillon. P. Moulin.L., Chomodé. P., Dujardin. P. Gosselin. S., Seux. R., Almardini F., (2009)**. L'analyse de l'eau, 9ème Ed. Dunod., Paris,1384 p.
- 89) **ROVEL.,R mustafa .,L muniglia.,M Girardin**: phenolic colorants obtained by enzymatic synthesis using a hydro_organic biphasic system (2005)
- 90) **Slimani R., et Guendouz A., (2015)**. Etudesur le potentiel de contamination des eaux de la nappe phréatique de la région de Ouargla. Université Hassiba Ben Bouali, Chlef, Algérie. wilaya de Bechar par filtration sur sables, Mémoire de Magister en Eau et Environnement,
- 91) **Tabouche N., et Achour S., (2004)**. Etude de la qualité des eaux souterraines de la région orientale du Sahara septentrional Algérien.*Université de mouhamed Kheider – Biskra, larhyss journal, ISSN 1112-3680, n° 03, PP. 99-113.*
- 92) **VOISIN, 2004 ;PÈNE, Pierre, et al.** Les eaux de consommation humaine et la Santé publique en France métropolitaine. Bulletin de l'Académie nationale de médecine, 2011, 195.2: 403-429.
- 93) **World Health Organization**. *Background documents for development of WHO Guidelines for drinking water Quality, WHO/SDE/WSH/07.01/16, and Geneva. (2007)*.

- 94) Zegait R., Kateb S., (2016).** Qualité des eaux souterraine dans le SAHARA algérien (cas de tidikelt est).Université de kasdimerbeh- ouargla, algèrie; *Journal of Advanced research in science and technology*, ISSN: 2352-9989.
- 95) Zegait R., Kateb S., (2016).** Qualité des eaux souterraine dans le SAHARA algérien (cas de tidikelt est).*Université de kasdimerbeh- ouargla, algèrie; Journal of Advanced research in science and technology*, ISSN: 2352-9989.

