

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique
Université Chadli Bendjedid
El Tarf



جامعة الشاذلي بن جديد

UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشاذلي بن جديد
الطارف

كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم العلوم البيولوجية

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie



Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2 Ecologie

Spécialité : « Biodiversité »

THÈME

*Caractérisation physico-chimique et évaluation de la contamination
organique des eaux de source d'OUM ACHRA et EL DAMOUS au niveau de
la région De BOUHADJAR*

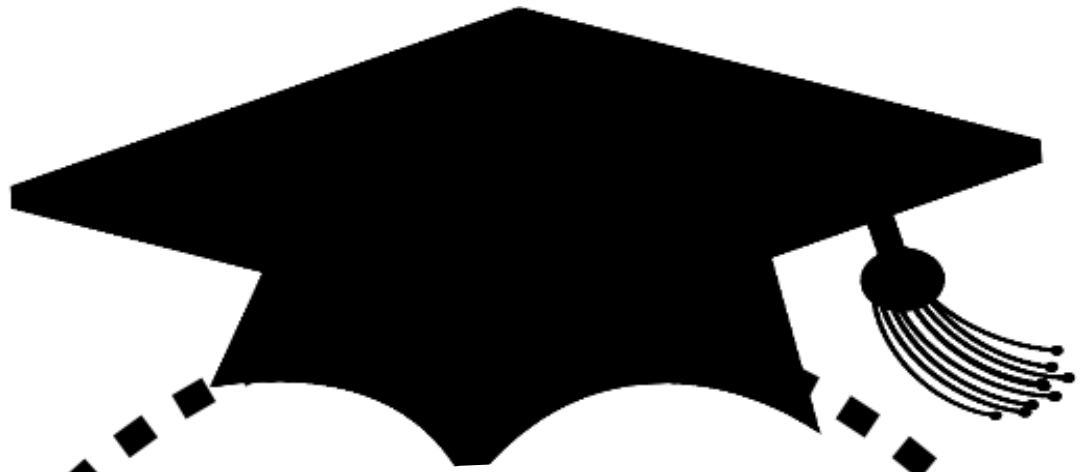
Soutenu le : 21/06/2023

Présenté Par : KEBIR Riane

Devant le jury composé de :

Dr. FELLAH Imene	MCA	Président	UCBET
Dr. DELIMI Amel	MCA	Examinatrice	UCBET
Dr. BERGAL Amira	MCA	Promotrice	UCBET

Année universitaire : 2022 - 2023



Remerciement

*Avant toute chose je tiens à remercier Dieu
le tout puissant pour m'avoir donné la force et la patience.*

*Je tiens surtout à adresser mes plus vifs remerciements à mon promoteur
Dr. BERGEL Amira d'avoir accepté de m'encadrer*

*Et pour sa disponibilité, sa compétence et ses recommandations
continues pour nous, et pour la confiance qu'il a voulu m'accorder en
réalisant ce modeste travail.*

Je tiens à remercier tous mes enseignants durant les 5 ans d'études.

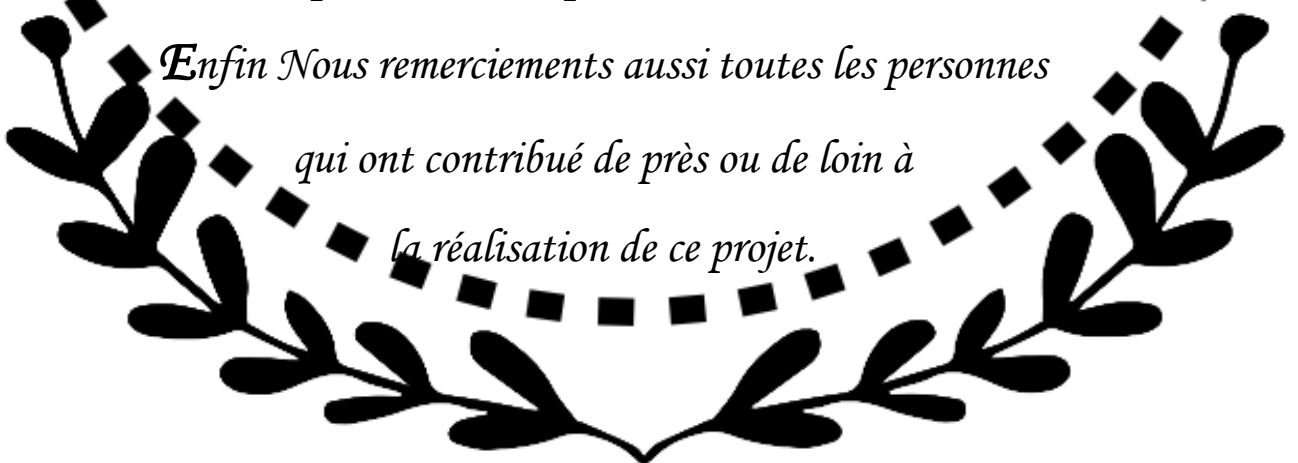
*À Mme FELAH Imen, de m'avoir fait l'honneur de présider le
jury de ma soutenance.*

*J'adresse également mes sincères remerciements à Mm DELIMI
Amel, pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

Enfin Nous remercions aussi toutes les personnes

qui ont contribué de près ou de loin à

la réalisation de ce projet.



Dédicace

Avec l'aide et la protection d'ALLAH Ce travail est réalisé.

J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail :

*A celle qui attendue avec patience les fruits de sa bonne éducation, qui m'a tout donné, qui a toujours été là pour moi ,a celle qui tient le paradis sous ses pieds, A mon ange « **Ma mère** » que Dieu te donne santé et longue vie.*

*A le meilleur guide dans ma vie et qui n'a jamais cessé de m'encourager, A ma fierté et mon honneurs : « **Mon Père** »*

*A ma sœur : **Anfel***

A mon cher fiancé pour son soutien moral dans les moments difficiles.

A mes camarades de promotion, pour tout ce que nous avons partagé, échangé ensemble durant ces cinq petites années.

A toutes les personnes de près ou de loin qui ont contribué à l'élaboration de ce travail.

Rayene

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction

Partie Bibliographique

Chapitre I : Généralité sur l'eau

	Généralité
I.1. Définition de l'eau	18
I.2. Cycle de l'eau :.....	18
I.3. Les trois états de l'eau.....	19
I.4. Propriétés de l'eau :.....	20
a) Propriétés physique de l'eau	20
b) Propriétés chimique de l'eau	21
c) Propriétés biologique de l'eau	22
I.5. Les types de l'eau	22
1.5.1. Les eaux superficielles.....	22
1.5.2. Les eaux souterraines	22
1.5.3. L'eau de robinet	23
1.5.4. L'eau minérale naturelle.....	23
1.5.5. L'eau de source	23
I.6. Traitement des eaux de source	23
I.7. Généralité sur la pollution des eaux	24
I.7.1. Définition de la pollution de l'eau	24
I.7.2. Principales origines de la pollution de l'eau	24
I.8. Les différentes formes de pollution	25
I.8.1. Pollution ponctuelle.....	25
I.8.2. Pollution diffuse	25
I.8.3 . Pollution permanente	25
1.8.4. Pollution accidentelle ou aigue.....	25
I.9. Les différents types de pollution	25
I.9.1. Pollution physique.....	25
I.9.2. Pollution radioactive	25
I.9.3. Pollution chimique	25
1.10. Mode de contamination des eaux	26
1.10.1. Des eaux superficielles	26
1.10.2. Des eaux souterraines	26

Chapitre II : Qualité de l'eau

II. Paramètres de potabilité des eaux	27
II .1. Paramètres organoleptique	28
a) Odeur.....	28
b) Couleur.....	28
c) Saveur et gout	28
II.2.Paramètres physico chimique	28
2.2.1. Paramètres physique	28
a) Température (T°).....	28
b) résidu sec	28
c) turbidité	29
d) Conductivité électrique (CE).....	29
e) La salinité	29
f) Potentiel d'hydrogène.....	30
g) Solides dissous totaux (TDS)	30
2.2.2. Paramètres chimique	30
a) L'oxygène dissous	30
b) dureté totale (TH).....	31
c) Titre alcalimétrique (TA).....	31
d) Titre alcalimétrique complet (TAC)	31
e) Les cation	31
➤ Calcium (Ca ²⁺).....	31
➤ Magnésium (Mg ²⁺).....	32
➤ Sodium (Na ⁺).....	32
➤ Potassium (K ⁺).....	32
f) Les anions	32
➤ Chlorures (Cl ⁻).....	32
➤ Les sulfates (SO ₄ ²⁻).....	32
➤ Bicarbonates.....	32
2.2.3. Elément de pollution	33
a) Ammonium (NH ₄ ⁺).....	33
b) Les nitrates (NO ₃ ⁻).....	33
c) Les nitrites (NO ₂ ⁻)	33
d) Les phosphates (PO ₄ ³⁻).....	33
2.2.4. Définition d'une norme	34

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1 Description de la zone d'étude	38
3.1.1 Climat	38
3.1.2. Végétation	38
III.2 Choix des points de prélèvement	39
III.3 Echantillonnage	39
III.3.1 Matériel d'échantillonnage	39
III.3.2 Enregistrement et Etiquetage des Echantillons	40
III.3.3 Méthode de prélèvement	41

III.3.4 Transport et conservation des Echantillons	41
III.4 Analyses physico-chimiques	41
III.4.1 Paramètres physiques	41
III.4.2 Paramètres chimiques.....	45

Partie expérimentale

Chapitre IV : Résultats et discussion

Résultats

IV.1. Résultats des analyses physico-chimiques.....	55
IV.1.1. Paramètres physiques	56
IV.1.2. Paramètres chimiques	61
Discussion	68
Les paramètres physiques.....	68
Les Paramètres chimiques.....	69
Conclusion	70

Résumé

L'eau est considérée toujours comme un aliment de base, précieux et vital indispensable à toute forme de vie et aussi une richesse nécessaire à toutes activités humaines. La bonne qualité de l'eau de source en vue de la consommation des êtres vivants et surtout celle de l'homme constitue un élément très important pour la protection de la santé publique. Pour apprécier la qualité de ces eaux, un contrôle physico-chimique a été réalisé sur une source d'eau au niveau de la région d'**Bouhadjar** de la wilaya d'El TARF ; **Ain OUM ACHRA et EL DAMOUS**. Les analyses de ces dernières ont été effectuées au niveau de l'ADE unité de Boutaldja.

Cette étude a pour objectif d'étudier la qualité physicochimique de ces deux sources et de déterminer la conformité des paramètres analysés aux normes Algériennes de potabilité.

Les résultats obtenus fait ressortir que l'eau de source d'Ain OUM ACHRA est de bonne qualité et apte à la consommation humaine. En parallèle ; l'eau de la source de DAMOUS est de mauvaise qualité physico-chimique et ne convient pas à la consommation humaine.

Mots clés : Eaux de sources, Qualité, Analyses physico-chimiques, Potabilité.

Abstract

Water is always considered a basic, precious and vital food. It is a Natural element of Paramount importance; essential to all Forms of life and it is a wealth necessary for all human activities.

The good quality of spring water for the consumption of living organisms, especially humans, is a very important element for the protection of public health.

to assess the quality of these waters, a physico-chemical control was carried out on the water source of the Bouhadjar of the wilaya of El Taref; Ain Oumachra and Damous.

The analyses of the latter were carried out at the level of the ADE unit of Boutaldja.

The present work is to carry out a qualitative study from a physicochemical point of view of these sources of water based on the drinking water of Algerian consumption to assure the health and the well-being of the customer;

This study is to make a comparison between two sources in different parts of the town with an evaluation of their physicochemical characteristics of this water.

The results obtained show that the spring water of Ain Oumachra is of good quality for consumption, and the source of Damous is of poor quality and not suitable for human consumption because it contains pollution factors.

Keywords: Spring water, quality, physico-chemical analyses.

ملخص

لا يزال الماء يعتبر من الأغذية الأساسية والتمينة والحيوية. إنه عنصر طبيعي له أهمية قصوى، وهو ضروري لجميع أشكال الحياة وضروري لجميع الأنشطة البشرية.

تعتبر جودة مياه الينابيع الجيدة لاستهلاك الكائنات الحية وخاصة البشر عنصراً مهماً للغاية لحماية الصحة العامة.

لتقييم جودة هذه المياه، تم إجراء مراقبة فيزيائية كيميائية على منبع منطقة بوحجار بولاية الطارف عين ام عشرة والداموس أجريت تحليلات هذا الأخير على مستوى وحدة بوتلجة للمياه.

يتمثل الهدف من هذه الدراسة في التحقق من الجودة الفيزيائية والكيميائية لهذا المصدر وفي تحديد مطابقة المعايير التي تم تحليلها مع المعايير الجزائرية للشرب.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن مياه عين ام عشرة ذات جودة فيزيائية-كيميائية جيدة للإستهلاك ومصدر دموس ذو جودة رديئة وغير قابل للإستهلاك لإحتوائه على عدة أنواع من التلوث.

الكلمات المفتاحية: مياه الينابيع، الجودة، التحليلات الفيزيائية والكيميائية.

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure 01	Structure de la molécule d'eau	18
Figure 02	Schéma général de cycle de l'eau	19
Figure 03	Les états physiques de l'eau	20
Figure 04	Diagramme représenté l'origine et les sources de la pollution des eaux	24
Figure 05	Localisation géographique de la zone d'études	38
Figure 06	Glacier et flacon en verre	40
Figure 07	Plaque eutectique pour conserver les échantillons	40
Figure 08	Mesure de la turbidité	42
Figure 09	Mesure de conductivité, salinité, TDS	43
Figure 10	Mesure de pH et température	44
Figure 11	Mesure de TA	45
Figure 12	Mesure de TAC	46
Figure 13	Dosage de TH	47
Figure 14	Détermination de la matière organique	48
Figure 15	Mesure du nitrate, chlorure, l'ammonium, et le sodium	49
Figure 16	Le Kit du réactif spécifique aux ions nitrite	50
Figure 17	Dosage de nitrite ET Dosage de calcium	50
Figure 18	Photo de la coloration finale (violet)	51
		51
Figure 19	Dosage de calcium	52
Figure 20	Photo de titrage de magnésium	53
Figure 21	Photo de la coloration finale (bleu)	53
Figure 22	Représentation graphique de la teneur en température	56
Figure 23	Représentation graphique de la teneur en Ph	57
Figure 24	Représentation graphique de teneur en conductivité	58
Figure 25	Représentation graphique de teneur en salinité	59

Figure 26	Représentation graphique de teneur en TDS	56
Figure 27	Représentation graphique de teneur en turbidité	60
Figure 28	Représentation graphique de teneur en TAC	61
Figure 29	Représentation graphique de teneur en dureté	62
Figure 30	Représentation graphique de teneur en matière organique	62
Figure 31	Représentation graphique de teneur en nitrate	63
Figure 32	Représentation graphique de teneur en nitrite	64
Figure 33	Représentation graphique de teneur en ammonium	64
Figure 34	Représentation graphique de teneur en chlorure	65
Figure 35	Représentation graphique de teneur en calcium	66
Figure 36	Représentation graphique en teneur en magnésium	66

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau I	Classe de turbidité susu elle (NTU) (Joël, 2003)	29
Tableau II	Classification des eaux selon la conductivité (Sari, 2014).	29
Tableau III	Qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique (kemmer, 1984)	29
Tableau IV	Classification de l'eau d'après leur pH	30
Tableau V	Les valeurs du titre hydrométrique (Dureté totale) (Khammar, 2019).	31
Tableau VI	Les normes algériennes pour l'analyse physique (JORA. 2011)	34
Tableau VII	Les normes algériennes pour l'analyse chimique de l'eau potable	34
Tableau VIII	Les normes algériennes pour l'analyse chimique de l'eau potable	35
Tableau IX	Grille normative pour estimer la qualité de l'eau en Algérie	35
Tableau X	Présentation récapitulatifs des résultats des analyses physico chimique de l'eau pour les deux sources durant la période de Mars	55
Tableau XI	Présentation récapitulatifs des résultats des analyses physico chimique de l'eau pour les deux sources durant la période de Mai	56

Liste des abréviations

°C	Degré Celsius.
%	Pourcentage.
°	Degré
Km	Kilomètre
M	Mètre.
G	Gramme
µs/cm	Micro siemens par centimètre.
Mg	Milligramme
Mg/l	Milligramme par litre.
ml	Millilitre.
ADE	Algérienne des Eaux
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
pH	Potentiel Hydrogène
CE	Conductivité électrique
TH	Dureté ou titre hydrométrique
TAC	Le Titre Alkali métrique Complet
TDS	Le Taux de Solides Dissous
THca	Dureté calcique Concentration globale en Calcium
THMg	Dureté Magnésienne
THp	Dureté permanente ou non carbonatée
H₂O	Monoxyde de dihydrogène
NH₄⁺	Ammonium
Cl⁻	Chlorure.
NaCl	Sodium
KCl	Potassium
Ca²⁺	Calcium
Mg²⁺	Magnésium
NTV	Turbidité
Fig	Figure
Tab	Tableau

Introduction

Notre planète est la seule du système solaire à posséder de l'eau liquide. Présente sur Terre depuis sa formation, en mouvement permanent entre ses différents réservoirs, indispensable à l'éclosion de la vie et à son maintien au sein des écosystèmes aquatiques et sur les continents, nécessaire dans de nombreuses activités et réalisations humaines, l'eau est une substance essentielle à la survie et au développement de l'humanité.

En fait, l'approvisionnement en eau constitue actuellement un besoin majeur dans les différents domaines de la vie, en raison de l'accroissement de la population et de son niveau de vie (**Luna et al. 1972**).

En Algérie, les sources d'eau potable sont soit d'origine souterraines soit de surface, la plupart des algériens consomment de l'eau potable qui provient généralement des eaux de surface que l'on peut stocker dans des barrages et après les traitée dans des stations de traitement pour fournir une eau qui respecte les norme algériennes de potabilité (**KahouletTouhami, 2014**) et (**Ouahchia et al., 2015**).

L'eau est un élément indispensable à la vie d'où la nécessité d'élaborer des normes de potabilité basées sur des études scientifiques montrant les effets nocifs sur la santé, des éléments physico-chimiques à partir d'une certaine concentration maximale à ne pas dépasser. Par sécurité, la valeur de la norme sera largement inférieure a cette dose, afin d'éviter le développement de pathologies, malgré le dépassement du seuil (**Guerzou, 2008**).

Aujourd'hui, la qualité de l'eau constitue un élément très important pour la protection de la santé publique. C'est pourquoi, il est nécessaire de traiter et de l'économiser (**Tricard et al., 2003**).

L'analyse physico-chimique au laboratoire est une activité essentielle à la caractérisation, la mesure de la pureté ou le suivi des réactions chimiques pour expérimenter des résultats anormaux.

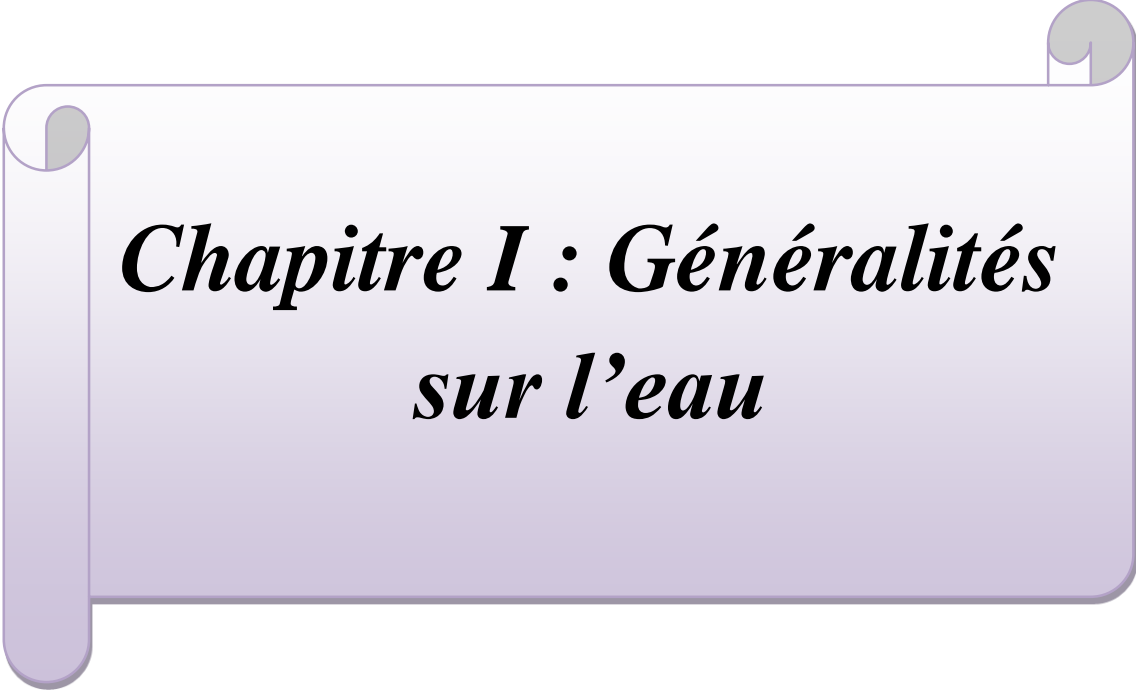
L'objectif de notre travail consiste à évalue et contrôler la qualité de deux source d'eau naturelle situé au niveau de la région de BOUHADJAR ; la wilaya d'ELTAREF. Et pour atteindre notre objectif, des analyses physico-chimiques ont été réalisées au niveau du laboratoire de l'ADE de BOUTALDJA la wilaya d'El TAREF. Les résultats obtenus sont comparées aux normes nationales et internationales de potabilité de tous nous échantillons.

Pour mener à terme cette étude nous avons structuré notre travail en quatre chapitres :

- **Le premier chapitre** est consacré aux généralités sur l'eau avec des notions sur la pollution des eaux.

- **Le deuxième chapitre**, développe la qualité des eaux par l'étude des différents paramètres physico chimique.
- **Le troisième chapitre** : donne un aperçu sur le cadre général de la zone d'étude, sa situation géographique, et essentiellement consacrée à la présentation des matériaux et les différentes méthodes utilisées.
- **Le quatrième chapitre** : expose la présentation et les résultats obtenus ainsi que leurs interprétations.
- **Enfin** nous terminons par une conclusion générale qui résume les résultats obtenus.

Partie
Bibliographique



***Chapitre I : Généralités
sur l'eau***

Chapitre I : Généralités sur l'eau

1.1 Définition de l'eau :

Nom féminin du latin aqua, l'eau est un corps incolore, inodore, insipide, liquide à la température ordinaire. L'eau est considérée par les anciens comme l'un des quatre éléments de base avec le feu, l'air et la terre. Elle constitue un élément indispensable à la vie. Elle est le substrat fondamental des activités biologiques et le constituant le plus important des êtres vivants (Assoulin, 2007).

Cette ressource est présente dans la nature en différents états : liquide, solide et vapeur ; sa molécule est constituée d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène, son symbole chimique est le H₂O.

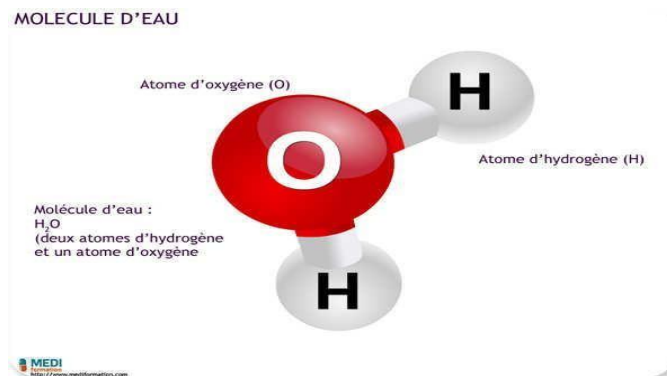


Figure 01 : Structure de la molécule d'eau

1.2 Cycle de l'eau :

Le cycle de l'eau est un modèle représentant le parcours entre les grands réservoirs d'eau liquide, solide ou de vapeur d'eau sur terre : les océans, l'atmosphère, les lacs, les cours d'eau, les nappes d'eau souterraines et les glaciers.

Le moteur de cycle d'eau est l'énergie solaire qui en favorisant l'évaporation de l'eau, entraîne tous les autres échanges : l'énergie apportée par le rayonnement du soleil provoque l'évaporation de grandes quantités d'eau des océans, des lacs et des zones humides. Les végétaux rejettent également une quantité importante de vapeur d'eau. Cette dernière s'élève et se refroidit dans l'atmosphère, elle se condense sous forme de nuages et retombe sous forme de pluie ou de neige (Abderrahmane, 2016).

Ce parcours est bien expliqué dans le schéma de la **figure 02**:

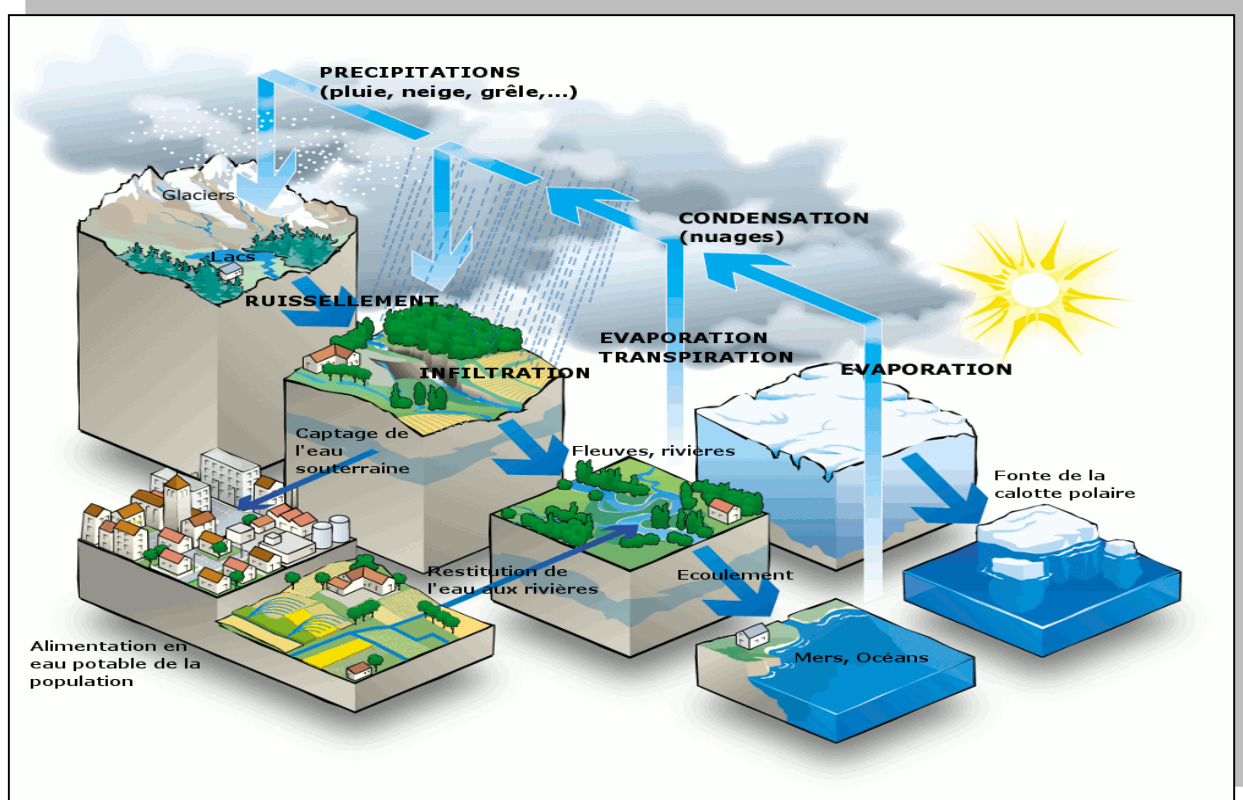


Figure 02: Schéma générale de cycle de l'eau.

1.3 Les trois états de l'eau

L'eau se trouve à trois états : liquide, gazeux, solides (**Figure 03**) qui sont due aux conditions particulières de la température et de la pression qui règnent à la surface (**Bliefert, Perraud, 2001**). Elle est présente sous forme :

- Liquide** : caractérisé par une forme non définie. Les molécules peuvent se déplacer les unes par rapport aux autres mais elles restent proches car elles sont liées par des forces intermoléculaires tels que ; l'eau salée des mers et les océans, eau douce des lacs, rivières.
- Solide** : à basse température, l'eau est appelée glace et possède des structures cristallines régulières ; tels que la neige ou la glace.
- Gazeux** : caractérisé par une absence de forme et de limite physique, il n'y a pas de liaisons entre les molécules, et sont indépendantes les unes des autres ; c'est la vapeur d'eau (**Bordet, 2007**)

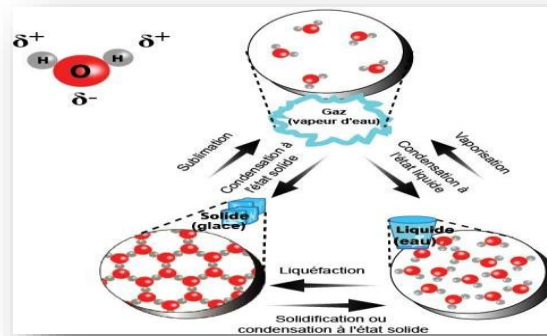


Figure03 : Les états physiques de l'eau

1.4 Propriétés de l'eau :

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.

a) Propriétés physiques de l'eau:

L'eau sur terre connaît une phase liquide particulièrement importante et elle possède les propriétés physiques principales suivantes:

➤ **Point d'ébullition :**

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. Cette phase liquide est nécessaire à l'apparition et au maintien de la vie telle que nous la connaissons sur cette planète.

➤ **Viscosité:**

La viscosité de l'eau est très variable en fonction de sa composition chimique et de sa température. De telles sortes de deux eaux peuvent être non miscibles. Ce phénomène particulièrement important pour la continuité des grands courants océaniques qui règlent le climat planétaire.

➤ **Solvant:**

L'eau est le plus important solvant de la surface de la planète. Elle se charge donc des minéraux et substances organiques qu'elle croise et dissout.

➤ **Tension:**

La tension superficielle de l'eau est très élevée. Cette propriété permet la formation de gouttes et favorise l'ascension capillaire.

➤ **Chaleur spécifique:**

L'eau est l'élément naturel dont la chaleur spécifique est la plus élevée : $4185 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Elle demande donc beaucoup d'énergie pour être réchauffée et pour être refroidie.

➤ **Chaleur latente:**

Les chaleurs latentes de fusion et de vaporisation de l'eau sont élevées. Comme l'énergie prélevée sur le substrat on comprend que le phénomène d'évaporation de l'eau vers l'atmosphère refroidisse continuellement les océans. Ces caractéristiques expliquent que l'hydrosphère liquide agisse comme un tampon thermique qui régularise la température terrestre.

➤ **Capacité thermique:**

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.

➤ **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. (Aouissi et Merabti, 2019).

b) 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%). Elle a longtemps été considérée comme un solvant neutre intervenant peu ou pas dans les réactions chimiques. La dilution dans l'eau permettait en particulier de ralentir l'activité des réactifs. En fait, l'eau est un agent chimique très agressif qui risque 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 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 métallique (AouissietMerabti, 2019).

c) Propriétés biologiques L'eau:

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). Il est donc évident que « l'eau, c'est la vie ». (Aouissi et Merabti, 2019).

1.5 Les types de l'eau :

1.5.1 Les eaux superficielles :

Ce terme englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement. Ces eaux se rassemblent en cours d'eau, caractérisés par une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable. Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (lacs) ou artificielles (retenues de barrages) caractérisées par une surface d'échange eau-atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjour appréciable (Degremont, 2005).

Ces eaux sont le siège, dans la plupart des cas, d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés dedans et de l'importante surface de contact avec le milieu extérieur. C'est à cause de ça que ces eaux sont rarement potables sans aucun traitement (Salghi, 1997). On distingue : les barrages ; les eaux de rivières ; lac ; eaux superficielles sont plus chaudes et mieux aérée, moins onéreuses donc utilisés en irrigation à chaque fois qu'on le pourra (Juliette. et al. 1958).

1.5.2 Les eaux souterraines :

Leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Elles forment de grands réservoirs naturels dénommés aquifères (Cardot, 1999).

Les eaux souterraines, enfouies dans le sol, sont habituellement à l'abri des sources de pollution. Puisque le temps, les usines de purification n'ont pas à résoudre les problèmes dus aux variations brusques et importantes de la qualité de l'eau brute (des jardins, 1997). On distingue : les nappes libre ; les nappes captive ; les sources.

1.5.3 L'eau du robinet :

Elle peut provenir des rivières et fleuves, des nappes souterraines mais aussi des sources. L'eau récupérée est ensuite traitée pour la rendre parfaitement potable. La composition de l'eau du robinet en sels minéraux varie d'une région à l'autre, de fait son goût également. (**Mackenie et al., 1981**).

1.5.4 L'eau minérale naturelle :

Lorsqu'une eau jaillit naturellement au cœur de la nature et qu'elle est consommable sans aucune modification, elle peut bénéficier de l'appellation eau minérale naturelle. Les eaux minérales naturelles sont caractérisées par leur pureté originelle, leur source unique tenue à l'abri de tout risque de pollution et leur composition minérale constante (**Baudrillard, 1970**).

1.5.5 L'eau de source :

Une eau de source est une eau d'origine souterraine, microbiologiquement saine, et protégée contre les risques de pollution. Contrairement à l'eau minérale naturelle, sa composition n'est pas systématiquement stable. L'eau de source répond aux mêmes critères de potabilité que l'eau du robinet. A l'émergence et au cours de la commercialisation, elle respecte ou satisfait les limites ou références de qualité, portant sur des paramètres microbiologiques et physico-chimiques, définis par arrêté des ministres chargés de la consommation et de la santé (**Vilaginès, 2010**).

1.6 Traitement des eaux de sources

L'examen de l'eau destinée à la consommation humaine est d'une importance capitale, car elle mesure l'absence ou non de micro-organismes ou de produits chimiques présents dans l'eau et elle doit répondre aux normes de qualité avant sa mise en distribution (**Funasa, 2013**).

Les ressources en eau souterraine et superficielle sont soumises à des contrôles de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et bactériologiques. Les conditions dans lesquelles sont effectués les prélèvements et les analyses d'échantillons sont fixées par voie réglementaire» (**Article 69**) (**Journal officiel de la république algérienne, 2005**).

Les seuls traitements applicables aux eaux de sources en Algérie sont ceux de désinfection. Ils ont pour objectif d'éliminer les organismes pathogènes et de maintenir un résiduel bactériostatique dans les réseaux de distribution, pour éviter la dégradation de l'eau par reviviscence bactérienne. Il existe diverses méthodes de désinfection : les plus répandues sont la chloration, l'ozonation, et la stérilisation aux rayons ultra-violet.

1.7 Généralité sur la pollution des eaux

1.7.1 Définition de la pollution de l'eau

Selon l'OMS, il y a "pollution des eaux" lorsque la "composition ou l'état des eaux est

directement ou indirectement modifié du fait de l'activité de l'homme (**Odoulami, 2009**). La pollution de l'eau est l'ensemble des modifications de la qualité de l'eau par les matières organiques et les microorganismes provenant des activités humaines. La pollution engendrée peut être d'ordre physique (radioactivité, élévation de la température...), chimique (rejets agricoles, industriels et urbains) et microbiologique (rejets urbains, élevage...). Pour mieux évaluer la pollution, il existe des paramètres qui permettent d'estimer l'ampleur de celle-ci en fonction de son type (**Chaden, 2014**).

1.7.2 Principales Origines de la pollution de l'eau :

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique ou biologique peut être d'origine naturelle ou anthropique, elle perturbe les conditions de vie et l'équilibre du milieu aquatique.

Le diagramme ci-dessous montre l'origine et les différentes sources de pollution des eaux:

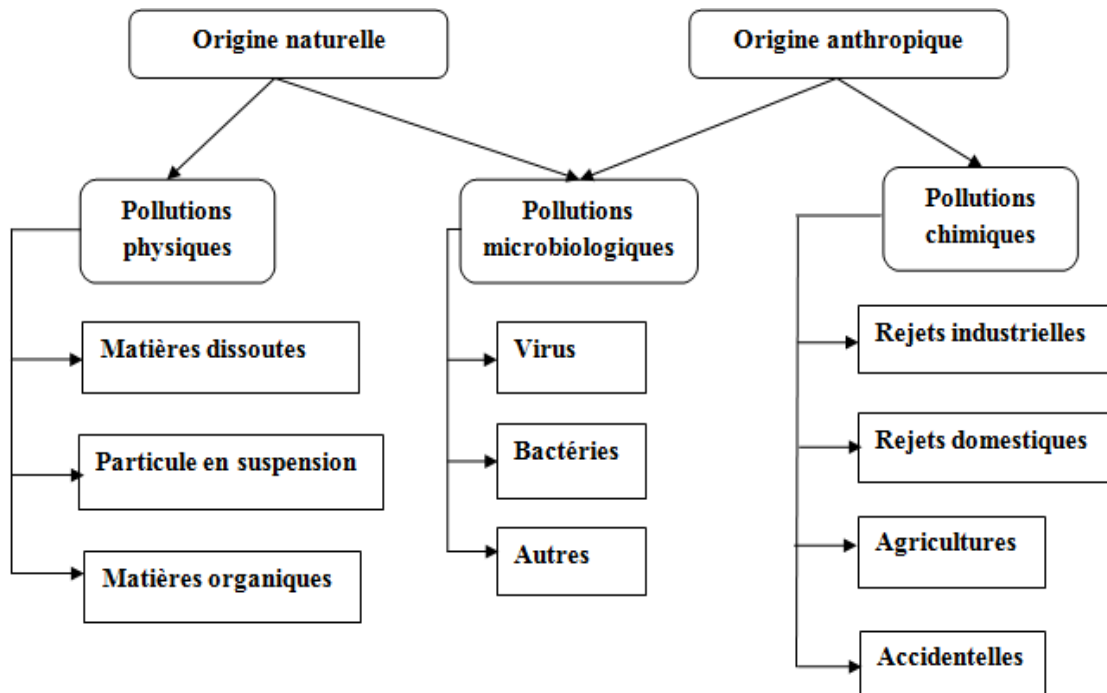


Figure04 : Diagramme représenté l'Origines et les sources de la pollution des eaux (**Gérard, 2003**)

1.8 Les différentes formes de pollution

1.8.1. Pollution ponctuelle

Elles proviennent des ressources bien déterminés et qui peuvent être contrôlées par les stations d'épuration (rejets domestiques ou industriels) (**Leveque, 1996**).

1.8.2 Pollution diffuse

Elle est due principalement aux pratiques agricoles, les engrais gagnent les milieux aquatiques

par lessivage des sols en surface et après infiltration dans le sol (**Leveque, 1996**).

1.8.3. Pollution permanente

Correspond aux rejets domestiques de grandes villes par exemple.

1.8.4 Pollution accidentelle ou aigue

Résulte du déversement accidentel de produits toxiques dans le milieu naturel.

1.9 Différents types de la pollution

1.9.1 Pollution physiques

L'utilisation de l'eau comme liquide de refroidissement de centrales thermiques réchauffe les rivières dans lesquelles le rejet s'effectue cette élévation de la température diminue la teneur en oxygène de l'eau et donc la capacité de vie des différentes espèces (**Leveque, 1996**),

1.9.2. Pollution radioactive

Selon la C.I.E (2005) la présence du tritium en grande quantité dans l'eau peut signifier la présence d'autre radionucléides et constitue un indicateur de la contamination de la nappe par les rejets radioactifs liés aux activités humaines.

1.9.3 Pollution Chimique

Elle provoque des déséquilibres à court et à long terme :

- a) **A court terme:** la dose fait le poison, souvent si l'on supprime la cause l'effet disparaît rapidement.
- b) **A long terme :**
 - **Les rejets de substances toxiques** Ils proviennent d'industries, d'égouts urbains, des transports ou de l'utilisation de pesticides en agriculture. On connaît la toxicité aiguë de certaines substances telles le chrome ou le plomb. Le phénomène de bioaccumulation perturbe l'écosystème en amplifiant la pollution, les poissons et leurs prédateurs concentrent (à des doses plus fortes que l'eau) les substances toxiques comme les métaux, ou les pesticides organochlorés : c'est le phénomène de concentration le long de la chaîne alimentaire (**Bouziati, 2000**).
 - **Les rejets de Nitrate et de phosphate** Ce sont des rejets urbains, industriels et des rejets dispersés de l'agriculture, ils peuvent conduire à l'eutrophisation des rivières, une prolifération des végétaux se produit, elle entraîne une diminution ou parfois la disparition des poissons et des espèces animales (**Bouziati, 2000**).

1.10 Modes de contamination des eaux

1.10.1 Eaux superficielles


Les cours d'eau ont toujours constitué le réceptacle naturel des déchets des activités humaines : déchets miniers et de l'industrialisation au XIX siècle, puis de l'urbanisation, de l'agriculture, et de l'énergie. Par suite de la dégradation de la qualité des eaux, des techniques

de dépollution, de protection, de modification des processus de fabrication ont été développées afin de réduire voire supprimer ces polluants (**Bordet, 2007**). Les pesticides contaminent les eaux de surfaces par ruissellement, et les eaux souterraines par infiltration notamment en cas de fortes pluies (lessivage), ils contaminent les cours d'eau soit directement, soit par les eaux de ruissellement ou par retombées atmosphériques (**Villagines, 2003**).

1.10.9 Les eaux souterraines

longtemps considérées comme pures et protégées par le sol contre les diverses activités humaines, elles sont de nos jours souvent touchées par l'infiltration de multiples polluants à hauts risques dont les plus répandus sont : les nitrates et les pesticides (**Bouziati, 2000**).

La pollution des eaux souterraines issue des sources domestiques, agricoles, et industrielles est en augmentation, il s'agit de rejets directs (effluents) ou indirects (à partir des engrais et des pesticides) ainsi que la lixiviation provenant des déchets, les sources diffuses ont une incidence croissante (**Bordet, 2007**).



***Chapitre II: Qualité de
l'eau***

2. Paramètres de potabilité des eaux

2.1 Paramètres organoleptique

Il s'agit de la saveur, de l'odeur, de la couleur et de la transparence de l'eau. Ils n'ont pas de signification sanitaire mais la dégradation de l'une de ces caractéristiques peut signaler une pollution ou un mauvais fonctionnement des installations. L'eau doit être limpide, claire, aérée et ne présenter ni saveur ni odeur désagréables.

a) Odeur

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme:

-L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.

-La qualité de cette sensation particulière est provoquée par chacune de ces substances (**Rodier, 2005**).

b) Couleur

La couleur est due à l'existence de matières organiques colorées en suspension, des métaux ou des rejets industriels colorés. Un changement anormal est couramment l'indice d'une pollution de la ressource ou d'une eau durée (**Lucet La gardette, 2009; Savary, 2010**).

La couleur réelle de l'eau est liée aux seules substances dissoutes donc après élimination de la turbidité (**Savary, 2010**).

c) Saveur et goût

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lors de la boisson est dans la bouche.

La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaine substance solubles des bourgeons gustatifs (**Rodier, 2005**).

2.2 Paramètres physico-chimique.

2.2.1 Paramètres physique

a) Température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle – ci joue un rôle important dans la solubilité de sels et surtout des gaz, la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique (**Rodier, 2005**).

a) Résidu sec

Le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux). Suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l (**Berne, 1991**).

b) Turbidité

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle est causée dans les eaux par la présence de matière en suspension (MES) fines comme les argiles. Pour la sécurité de l'eau, il faut maintenir une turbidité inférieure à 5NTU (Jean-Claude, 1983).

Tableau I : Classes de turbidités usuelles(NTU) (Joël, 2003)

NTU<5	Eau claire
5<NTU<30	Eau légèrement trouble
NTU>50	Eau trouble

c) Conductivité électrique (CE)

D'une manière générale la conductivité est traduite par la capacité de l'eau à conduire le courant électrique, elle est couramment exprimée en micro-siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (Guilbert, 2000).

Tableau II: Classification des eaux selon la conductivité (Sari, 2014).

Type d'eaux	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{Cm}$)		Résistivité ($\Omega.\text{m}$)	
Eau pure	<23		>30000	
Eau douce peu minéralisée	100	à200	5000à10000	
Eau de minéralisation moyenne	250	à500	2000	à40000
Eau très minéralisée	1000	à2500	400	à1000

Tableau III : qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique (kemmer, 1984)

Conductivité électrique	Qualité de l'eau
50 à 400	Excellente
400 à 750	Bonne qualité
750 à 1500	Médiocre mais eau utilisable
à 1500	Minéralisation excessive

d) La salinité

C'est la masse de sels (composés ioniques) dissous dans 1L d'eau. Elle s'exprime en g par Kg d'eau. Un composé ionique ou solide ionique cristallin est constitué de cations (ions chargés positivement) et d'anions (ions 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**).

e) Potentiel d'hydrogène (pH)

Ce paramètre est en relation avec la concentration en ions hydrogène H^+ dans l'eau (**Rejseck, 2002**). Plus simplement, il mesure l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. Les eaux naturelles sont des solutions ionisées, elle peut être acides, basiques ou neutres, leur pH est liée à la nature de terrain traversé et varie généralement entre 7,2 - 7,6 (**Geujons, 1995**).

Tableau IV : Classification de l'eau d'après leur pH.

pH<5	Présence d'acides minéraux ou organiques dans l'eau naturelle
pH=7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Eaux souterraines
pH=8	Alcalinité forte

f) Solides dissous totaux (TDS)

Les solides dissous sont constitués principalement de substances inorganiques dissoutes dans l'eau. Les principaux constituants des solides dissous sont les chlorures, les sulfates, les bicarbonates, le calcium, le magnésium et le sodium.

Ils proviennent de sources naturelles, d'effluents municipaux et industriels, du ruissellement des terres agricoles et des retombées de matières particulaires atmosphériques.

L'influence la plus importante qu'exercent les solides dissous sur la qualité de l'eau sont l'altération du goût. Ils provoquent parfois un entartrage des canalisations.

2.2.2. Paramètres chimiques

a) L'oxygène dissous

L'oxygène dissous mesure la concentration du dioxygène dissous dans l'eau. Sa solubilité est liée plusieurs facteurs particulier : la température, la pression atmosphérique et la salinité et aussi en fonction de l'origine de l'eau ; les eaux superficielles peuvent en contenir des quantités relativement importantes proches de la saturation. Les eaux profondes n'en contiennent le plus souvent que quelques milligrammes par litre (**OMS ,1987**). Il est exprimé en mg/l (**Derwiche.Etal., 2010**).

Les solides dissous sont constitués principalement de substances inorganiques dissoutes dans l'eau. Les principaux constituants des solides dissous sont les chlorures, les sulfates, les bicarbonates, le calcium, le magnésium et le sodium.

b) Dureté Totale (TH)

La dureté ou le titre hydrotimétrique (TH) correspond à la somme des concentrations en cations Ca^{++} et Mg^{++} à l'exception des alcalins (Ledler, 1986).

Tableau V: Les valeurs du titre hydrométrique (Dureté totale) (Khammar, 2019).

TH (°F)	0à7	7à15	15à30	30à40	+40
Eau	Très douce	Eau douce	Moyenneme nt Douce	Dure	Très dure

c) Titre alcalimétrique(TA):

La teneur en hydroxyde (OH), est la moitié de la teneur en carbonate CO_3^{2-} et un tiers environs des phosphates présents. (MenadetMetadjer, 2012)

TA: permet de mesurer la teneur totale en hydroxydes et seulement la moitié de celle en Carbonates, lorsque ces teneurs sont mesurées en *még /l* ou °F, ce qui est traduit par la formulation:

$$T=[\text{OH}^-]+1/2[\text{CO}-2]$$

d) Titre alcalimétrique complet(TAC):

Il correspond à la teneur en ions OH^- , CO_3^{2-} et HCO_3^- pour des pH inférieur, à 8.3, la teneur en ions OH^- et CO_3^{2-} est négligeable (TA=0), dans ce cas la mesure de TAC correspondant au dosage des bicarbonates seuls (Menadet Metadjer, 2012)

TAC permet de mesurer les teneurs totales en hydroxydes, en carbonate Hydrogénéa carbonates, en *még/l* ou °F, soit:

$$TA=[\text{OH}^-]+[\text{CO}-2]+[\text{HCO}-]$$

e) Cations

➤ **Calcium (Ca²⁺)**

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous formes de carbonates. Composant majeur de la dureté 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. Les eaux de

bonne qualité renferment de 200 à 250 mg en CaCO₃/l. Les eaux qui dépassent 500 mg/l de CaCO₃ (Rodier, 2005).

➤ **Magnésium (Mg²⁺)**

La majorité des eaux naturelles contiennent généralement une petite quantité de magnésium qui est un élément significatif de la dureté de l'eau, il donne un goût désagréable à l'eau, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrées (Nouayti et al., 2015 ; Ayad et Kahoul., 2016).

➤ **Sodium (Na⁺)**

Le sodium est un élément alcalin que l'on trouve dans des sels sous forme d'ion Na⁺, c'est un élément constituant de l'eau, mais sa teneur peut y varier considérablement, d'une façon générale. Il est très soluble dans l'eau et se trouve à des concentrations plutôt faibles dans les eaux brutes. Il affecte la qualité organoleptique de l'eau lorsque la teneur dépasse 200mg/l (Abderrahmane, 2016)

➤ **Potassium (K⁺)**

Le potassium beaucoup moins abondant que le sodium est rarement présent dans l'eau à des teneurs supérieures à 20 mg/l. il ne présente aucun inconvénient particulier, bien que le 40K soit une des sources possibles de radioactivité de l'eau

f) **Les anions**

➤ **Chlorures (Cl⁻)**

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux (Makhoukh, 2011).

➤ **Les sulfates (SO₄²⁻)**

Ils proviennent des argiles, des marnes, des matières d'origine animale (matières fécales) et des détergents. Leur présence dans l'eau naturelle résulte également de la solubilité des sulfates de calcium (gypse) et de l'oxydation des sulfures dans les roches. La limite supérieure admise dans l'eau potable est 250 mg/l (Ghazali et Zaid., 2013).

➤ **Bicarbonates**

Les bicarbonates proviennent de la dissolution des carbonates de calcium et de magnésium. Ils sont responsables de la dureté temporaire de l'eau. En trop grande quantité, ils peuvent donner un goût amer et acide à l'eau (Saidi, 2014). A basse température, le CO₂ se dissout dans l'eau et favorise sa transformation en acide carbonique (H₂CO₃) qui donne les ions HCO₃ ces réactions chimiques sont liées à l'évolution.

2.2.3 Élément de pollutions

a) Ammonium (NH_4^+)

C'est un composé d'hydrogène et d'azote. Dans l'eau de surface et dans l'eau souterraine à faible profondeur, sa présence constitue un indicateur de pollution, tandis que dans l'eau souterraine profonde, c'est le signe que cette eau a séjourné longtemps dans le sol, ce qui en garantit sa bonne qualité. Dans les deux cas, l'ammonium doit être éliminé lors du traitement de l'eau (**Livre bleu, 2002**).

b) Les nitrates (NO_3^-)

Les nitrates constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique, ils sont solubles dans l'eau, se trouve naturellement en faible concentration dans les eaux souterraines et superficielles. Le nitrate présent dans le sol à diverses origines ; telles que les déjections animales ou humaines stockées, ou les apports d'amendement organique. Mais, ce sont surtout les engrais et les rejets d'eau usées qui donne des doses importantes (**Potelon et Zysman, 1998; Grosclaude, 1999**).

Il existe quatre classes

- Eau de qualité optimale pour être consommée ($<25\text{mg/l}$).
- Eau de qualité acceptable (de 25 à 50 mg/l).
- Eau non potable nécessitant un traitement (de 50 à 100 mg/l).
- Eau inapte à la production d'eau potable ($>100\text{mg/l}$).

c) Les nitrites (NO_2^-)

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés, ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniaque et le nitrate, ils proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une bactérie dénitrifiant. Leur présence dans l'eau est généralement rare et en faible quantités (**Rejsek, 2002; Potelon et Zysman, 1998**).

d) Les phosphates (PO_4^{3-})

Ils sont d'origines organique ou minérale, le plus souvent leur teneur dans les eaux naturelles résulte de leur utilisation en agriculture, de leur emploi comme additif dans les détergents et comme agent de traitement des eaux de chaudière. A l'état naturel ils se trouvent à un degré d'oxydation (+5), ainsi on trouve le phosphate dans un grand nombre de roches et de minerais sous forme d'apatites (phosphate de calcium) ou de fluoro-apatites ($\text{CaF}_2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). Il n'y a pas de normes qui limitent la teneur en phosphate dans l'eau, il peut même être ajouté à l'eau potable pour combattre la corrosion des réseaux de distribution.

2.2.4 Définition d'une norme :

Une norme est un critère de référence établi conformément à une réglementation ou une référence minimale, moyenne ou supérieur. Elle permet de comparer une situation par rapport à une valeur seuil et de définir des conditions acceptables par rapport à celle qui ne le serait pas (Hoffmann F) (Meyer A-M. 2014).

Tableau VI : Les normes algériennes pour l'analyse physique de l'eau potable (JORA. 2011)

Paramètre physique	Unité	N.A
Ph		6,5-9
Conductivité... 25°C	µs/cm	2800
Température	°C	25
Turbidité	NTU	5
Salinité	%	50
Résidu SEC a 105C	Mg/ L	1500
TDS	Mg/ L	1200

Tableau VII : Les normes algériennes pour l'analyse chimique de l'eau potable (JORA. 2011)

Minéralisation globale	UNITE	N.A
Calcium Ca ⁺⁺	Mg/ L	200
Magnésium Mg ⁺⁺	Mg /L	10_50
Sodium N a ⁺⁺	Mg /L	200
Potassium K ⁺	Mg/ L	12
Chlorure CL ⁼	Mg /L	500
Sulfate So ²⁼	Mg /L	400
Bicarbonate HCO ⁼	Mg /L	180
Dureté totale (TH)	Mg/ L CaCo ₃	500
Titre alcalin (TA)	Mg/ L CaCo ₃	...
Titre alcalin complet (TAC)	Mg/ L CaCo ₃	125

Tableau IX: Grille normative pour estimer la qualité de l'eau en Algérie

Qualité	Bonne	Moyenn e	Mauvais e	Trèsmauvaise
Paramètres				
Physico-chimiques				
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	>6,<9,	>5,<9
T°C	25	25-30	30-35	>35
Nitrate mg/l	0-10	10-20	20-40	>40
Ca²⁺mg/l	40-100	100-200	200-300	>300
Mg²⁺mg/l	30	30-100	100-150	>150
Nitrite mg/l	0-0.01	0.01-0.1	0.1-0.2	>2
Chloruremg/l	10-150	150-300	300-500	>500
Matière organique	5	5-10	10-15	>15

Tableau VIII : les normes algériennes pour l'analyse des éléments de pollution de l'eau

Nitrate (NO3-)	Mg/L	50
Nitrite (NO2-)	Mg/L	0,1
Ammonium (NH+ 4)	Mg/L	0,5

Partie

Expérimentale



Chapitre III :
Matériel et Méthodes

Chapitre III. Matériel et méthodes.

3.1 Distriptions de la zone d'études :

L'étude porte sur le territoire de Bouhadjar ; une commune de la wilaya d'El Tارف. Situé au Nord-est de l'Algérie. Habité par 20215 personne a une densité e 220 hab. /km².

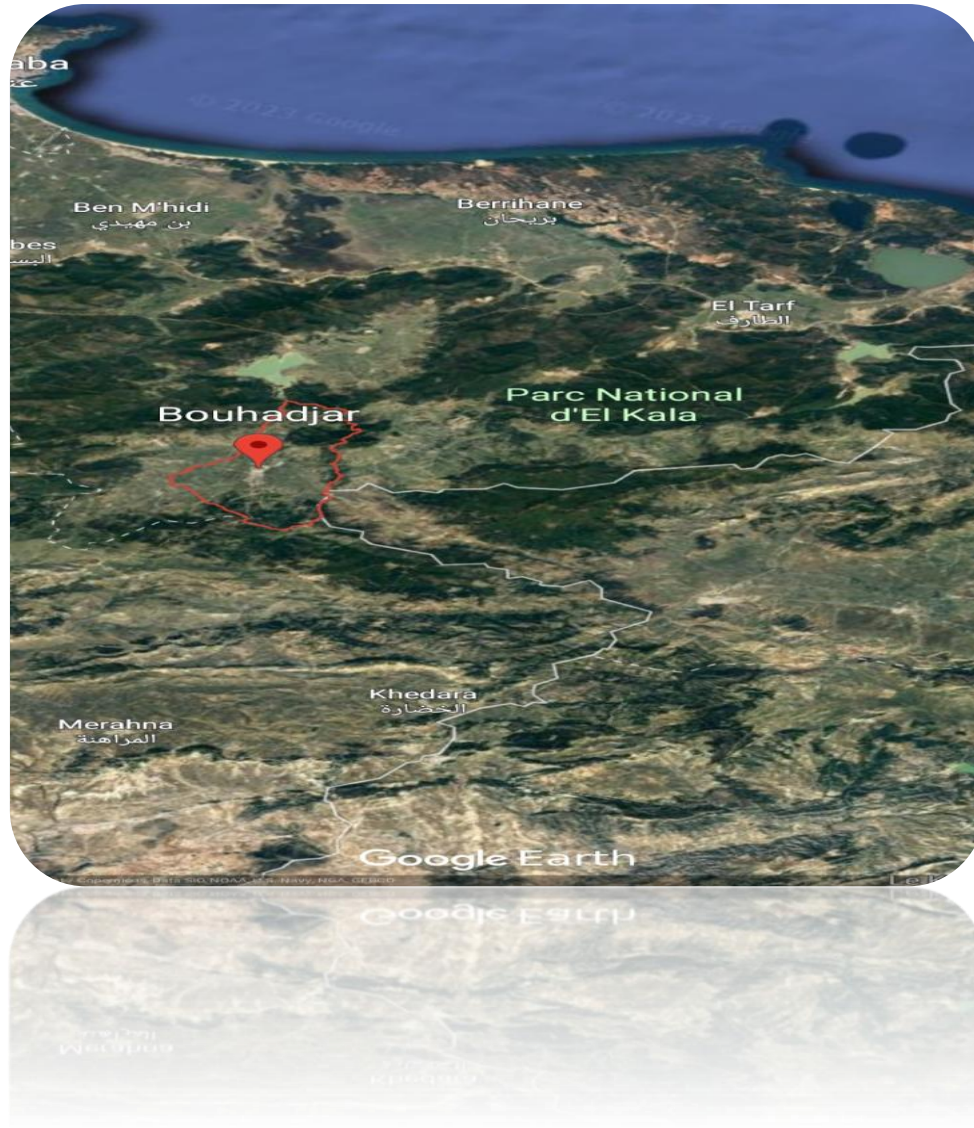


Figure 05 : Localisation géographique de la zone d'études

3.1.1 Climat :

La région d'étude est caractériser .généralement par un climat méditerranéen ; un été chaud et sec et une précipitation moyenne.

3.1.2 La végétation

La couverture végétale dépend de plusieurs paramètres tels que : le climat ; les reliefs ; l'activité humaineect.

Parmi les fleurs disponibles dans la commune de Bouhadjar ; les fleurs des allumettes, le pavot rouge ... ect.

3.2 Choix des points de prélèvement

Dans le cadre de l'analyse de la qualité de l'eau de consommation de certaines ressources naturelles dans la commune de Bouhadjar, Deux sources d'eau ont été sélectionnées ; **Source d'Oum Achra et Source d'El Damous.** L'emplacement de ces deux sources a été choisi sur les critères suivants :

- L'eau des deux sources représente une ressource importante pour l'alimentation en eau potable pour les habitants de la commune de Bouhadjar .
- La source Oum Achra y compris la moins exposée à la pollution organique
- La source d'Amous y compris la plus exposée à la pollution organique

L'échantillonnage a été réalisé sur place, mensuellement sur une période de 2 mois. Le nombre d'échantillons était limité par les moyens d'analyse, il était donc impossible de les réaliser au niveau universitaire. Des milieux extérieurs ont été invités à effectuer des analyses physiques et chimiques dont L'ADE de Boutaldja.

3.3 Echantillonnage

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera faite.

L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physicochimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc...). Étant donné que dans la plupart des cas le responsable du prélèvement n'est pas l'analyste, il convient que le préleveur ait une connaissance précise des conditions du prélèvement et de son importance pour la qualité des résultats analytiques. **(Rodier, 2009).**

3.4 Matériel d'échantillonnage

La préparation du matériel est une étape importante qui doit être bien planifiée. Le matériel de terrain doit inclure notamment une quantité suffisante de bouteilles stérilisées clairement identifiées, une glacière, de la glace, un carnet pour prendre des notes sur le terrain et un multi-paramètre ;

- Flacon verre
- Glacière
- Plaque eutectique



Figure 06: Glacier et flacon en verre



Figure 07 : Plaque eutectique pour conserver les échantillons

3.5 Enregistrement et étiquetage des échantillons

Pour faciliter le travail et l'exploitation des résultats tout en évitant les erreurs, Il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement avant les prélèvements et que les étiquettes soient lisibles et non détachables (**Rodier, 1996**). Dans ces derniers, on doit noter avec précision : la date, l'heure, les conditions météorologiques, un numéro et toutes circonstances anormales ;

- Lieu
- Nom de la source
- Le temps de prélèvement
- La climatologie

3.6 Méthode de prélèvement

Pendant l'échantillonnage, nous avons respecté les recommandations dictées par l'auteur **Rodier en 2009** et qui sont :

- Les bouteilles utilisées pour les analyses physico-chimiques doivent être rincées au moins trois fois avec de l'eau à prélever.
- Les prélèvements se font à une profondeur de 5 à 10 cm de la surface de l'eau, en évitant la pénétration de l'air, et de ne pas toucher le fond du réservoir avec les bouteilles, afin d'éviter de mettre en suspension des particules de sédiments qui risquent de contaminer l'échantillon.
- Les bouteilles sont remplies jusqu'à bord. Le bouchon est placé de telle manière à ce qu'il n'y ait aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport.
- Après la mise en flacons et l'étiquetage, l'échantillon doit être placé dans une glacière à 4°C pour le maintenir au frais.

3.7 Transport et conservation des échantillons

Les échantillons prélevés doivent être remis le plus tôt possible pour analyse. Ils doivent être acheminés dans des conditions qui évitent le changement des paramètres physico-chimiques. Ils doivent être transportés dans des glacières.

3.8 Paramètres physico-chimiques étudiées

- Ces paramètres sont très sensibles aux conditions du milieu et sont susceptibles de changer dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés sur place.
- La température
- le potentiel d'hydrogène pH
- la salinité
- la conductivité électrique
- le taux des sels dissous, et dioxygène dissout ont été mesurés à l'aide d'une sonde multi-paramètres. La couleur, a été estimée à l'œil nu.
- la turbidité NTU

3.8.1 Matériel utilisé

- pH mètre
- Turbidimètre

- Conductimètre

3.9 Méthodologie :

3.9.1 Paramètres physiques :

a) La turbidité :

Mesure de la turbidité est réaliser à l'aide d'un turbidimètre et l'unité est néphélobimétrie turbidyunité (NTU)

Mode opératoire :

- Simple agitation d'eau
- Après rinçage avec l'eau distillé ou l'eau analyser remplie la cuve ; tube spéciale de l'appareil, par l'eau a analysé jusqu'au tiré de cuve
- Il faut la présence de bull d'air
- Il faut toucher la cuve en bas pour éviter la contamination
- Sécher bien la cuve avec un papier hygiénique avant de le mettre dans l'appareil
- Déposer la cuve dans l'appareil et attendez quelque second pour lire le résultat qui été afficher sur l'écran de turbidimètre
- Retirer la cuve de mesure, la vider et la rincer.

Expression des résultats

Les résultats exprimaient en turbidimètre Unit (NTU).



Figure 08 : Mesure de la turbidité

b) Mesure la conductivité, la salinité, TDS :

On détermine la conductivité en mesurant à l'aide d'un appareil s'appelle un conductivimètre elle s'exprime en micro siemens par centimètre. Cet appareil nous permet aussi de mesure la température, la salinité, TDS.

Mode opératoire

- Rincez la sonde de conductivimètre par l'eau distillée
- Immerger la sonde dans le flacon d'eau a analysé
- Cliquer sur le bouton d'entré
- Cliquer sur chaque paramètre d'analyse et lire le résultat (conductivité, température, salinité, TDS)



Figure 09 : Mesure de conductivité, salinité, TDS

c) Mesure la salinité

La présence de sel dans l'eau modifie certaines propriétés (densité, compressibilité, point de congélation, température du maximal de densité), d'autre (viscosité, absorption de la lumière) ne sont pas influencées de manière signification.

d) Mesure Le Taux de Solides Dissous (TDS)

Pour mesurer la teneur en TDS de source d'eau, vous avez besoin d'un compteur TDS. Il s'agit d'un simple compteur qui fonctionne sur piles. Vous pouvez le comparer avec une jauge de température que vous tenez dans l'eau. Un nombre est affiché sur le compteur pour indiquer la valeur TDS dans l'eau. En d'autres termes, combien de solides dissous sont présents dans source d'eau.

e) Le potentiel d'hydrogène ; pH et température

La valeur du pH permet de déterminer l'acidité, la neutralité ou la basicité de l'eau, autrement dit la concentration en ions hydrogène.

La mesure de pH a été réalisée à l'aide de pH mètre.

Mode opératoire

- Rincez la sonde de pH mètre par l'eau distillée
- Immerger la sonde dans le flacon d'eau à analyser
- Cliquer sur le bouton entré
 - Après quelques secondes le pH de l'eau s'affichera sur l'écran du pH mètre



Figure 10: Mesure du pH et la température

f) La température

Il est important de connaître la température des eaux. Car elle permet de corriger les autres paramètres d'analyse. La température doit être mesurée in situ. Pour avoir une idée globale sur l'environnement ainsi pour étalonner d'autres appareillages comme la conductimètre et le pH-mètre. Ceci consiste à plonger la sonde du thermomètre dans l'échantillon, on attend que la valeur se stabilise, et on la note. la valeur mesurée qui est donnée en °C.

3.9.2 Paramètre chimique

a) Titre alcalimétrique (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC)

➤ Le TA :

Le TA correspond à la mesure de la teneur d'une eau en hydroxydes et de la moitié de sa teneur en carbonates alcalins et alcalino-terreux.

Mode opératoire

- Le TA et le TAC se mesurent après détermination du pH de l'eau, sur une prise d'échantillon de 50 ml.

- Mesure du TA

Dans un erlenmeyer contenant 50 ml de l'échantillon, ajouter 2 gouttes de phénolphtaléine.

-Si le pH < 8,3, la solution ne se colore pas en rose : le TA est = 0

-Si le pH > 8,3, la solution est rose : le TA est déterminé par addition de liqueur alcalimétrique (solution d'acide sulfurique N/25), V (ml), nécessaire au virage de la phénolphtaléine



Figure 11 : Mesure de TA

➤ Le TAC :

Le Principe

L'acidité totale et l'acidité en acides minéraux ou se mesurent par titrage avec une solution d'acide chlorhydrique en présence d'indicateurs colorés phénol phtaléine pour le premier méthyle orange pour la seconds.

Mode opératoire (TAC)

Placer 100 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer, Ajouter 3 gouttes de méthyle d'orange à 1% et la fin titrer avec de solution l'HCL jusqu'au virage de jaune orange.

- **Mesure du TAC**

Elle succède à celle du TA sur le même échantillon.

Si le TA est non nul, ne pas réajuster la burette de liqueur alcalimétrique à zéro.

Dans l'échantillon précédent, ajouter 1 goutte de Méthylorange.

Si le $\text{pH} < 4,3$, la solution est immédiatement rouge ou orangée : $\text{TAC} = \text{TA}$

-Si le $\text{pH} > 4,3$, la solution est jaune : le TAC est déterminé de la même manière que le TA avec V (ml) volume total de titrant versé.



Figure 12 : Mesure le TAC

➤ **Dosage du TH ou titre hydrotimétrique**

Objectif

La mesure du TH s'effectue sur les eaux dont on veut déterminer la dureté.

La dureté correspond à l'ensemble des ions alcalino-terreux, soient les ions calcium et magnésium principalement

Mode opératoire

On prend 100 ml de l'eau à analyser dans un bicher de 250 ml on ajoute 4 ml solution Hydroxyde de sodium NaOH à (2N), puis on ajoute 0.2 g de poudre de l'indicateur erochrome noir. Puis on titre avec une solution EDTA (0.02N) goutte à goutte jusqu'au de virage de l'indicateur de la move au bleu.

- si la solution est bleue : $\text{TH} = 0$. L'eau est adoucie ou non-dure.

-Si la couleur est bleue, le $\text{TH} = 0$: l'eau n'est pas dure.

-Si la couleur est violette, l'eau a une certaine dureté : ajouter goutte à goutte le réactif TH test 2 (complexe). Compter le nombre de gouttes ajoutées jusqu'à obtenir une coloration bleue.



Figure 13: Dosage de TH

3.9.3 Elément de pollution

a) Détermination de la matière organique

Objectif

Le protocole décrit la détermination de l'indice de KMnO_4 ou « oxydabilité » permettant d'évaluer la contamination en matière organique et matière inorganique oxydables dans des eaux peu ou moyennement polluées.



Mode opératoire

- Prendre 25 ml échantillon.
- Ajouter 5ml acide sulfurique chauffé 10 min pendant 10 min à 85-90°C
- Ajouter 5 ml (KMnO_4) 10 min à 90°C.
- Retire échantillon et ajouter 5 ml oxalate de sodium.

Si la couleur rose indique que la matière organique est 0.

Si la couleur est transparente en titre avec le KMnO_4 jusqu'à obtenir la couleur rose.

Après l'apparition de couleur rose du blanc en ajoute une autre fois 5 ml de l'oxalate afin d'obtenir la couleur transparente en titre avec le KMnO_4 .

Expression des résultats :

$$C = \frac{V1 - V0}{V2} \times 16$$

V1 : volume KMnO₄.

V0 : volume blanc KMnO₄ (première étape).

V2 : volume blanc KMnO₄ (deuxième étape).



Figure 14: Détermination de la matière organique

b) Mesure du nitrate, chlorure, ammonium et sodium

Objectif

Ce protocole opération a pour la description de la mesure du la nitrate, chlorure, l'ammonium des eaux en utilisant l'appareil de multi élément qui exprimé les résultats.

Mode opératoire

- Prendre environ 100 ml échantillon dans un bécher.
- Mettre l'électrode dans le bécher puis appuyer sur la touche READ. La valeur du nitrate, chlorure, ammonium s'affiches sur l'écran de l'appareil.



Figure 15 : Mesure du nitrate, le chlorure, l'ammonium

➤ **Dosage des nitrites**

La réaction des ions nitrites présents dans une prise d'essai, à pH 1.9 avec le réactif amino-4 benzène sulfonamide en présence d'acide ortho phosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec la dichlore-hydrate de N-naphtyle-1-diamino-1,2 éthane, mesure de l'absorbance à 540nm.

Mode opératoire

- Prendre 40ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1ml de réactif mixte coloré.
- Homogénéiser immédiatement, le pH à ce stade doit être de 1,9.
- Après 20 min, l'apparition d'une couleur rose indique la présence de nitrite.

Effectuer la lecture à l'aide d'un spectrophotomètre à longueur d'onde de 540nm.



Figure 16 : Le Kit duré actif spécifique aux ions nitrite(LCK541)



Figure 17 : Dosage de nitrite

➤ **Dosage de calcium (Ca²⁺) et de magnésium (Mg²⁺)**

Ce protocole a pour objet de déterminer la somme des concentrations en calcium et magnésium d'eau.

Principe

- Titrage molaire des ions calcium et magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide éthylène- diamine-tétra-acétique (EDTA) à pH = 10. Le noire eriochrome **et le murexide** sont utilisés comme indicateurs.

- L'EDTA réagit tous d'abord avec les ions de calcium libres puis avec les ions de calcium combinés, l'indicateur vire de la couleur rose à la couleur violet.

Réactifs

- Solution EDTA (C₁₀H₁₄N₂Na₂O₈2H₂O) à 0,02N.
- Solution d'hydroxyde de sodium NaOH à 2N.

- Solution d'hydroxyde d'ammonium (NH_4OH à $\text{pH}=10,1$).
- Indicateur coloré.
- Murexide.
- Noir eriochrome.

Mode opératoire

❖ Pour le Ca^{2+}

- Prendre 50ml d'eau à analyser.
- Ajouter 5 goutte de NaOH .
- Ajouter 1 mg de l'indicateur coloré Murexide.
- Après homogénéation on titre avec l'EDTA jusqu'à virage de la couleur (violet).

Expression des résultats

Les résultats exprimaient en mg/l.



Figure 18 : Photo de titrages de (Ca^{2+})



Figure 19: Photo de la coloration finale(violet)



Figure 20 : dosage de calcium

❖ **Dosage du magnésium (Mg^{2+})**

Le Principe :

Titration molaire des ions magnésium avec une solution de sel disodique de l'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA) à pH10. Le **noir érichrome T**, qui donne une couleur rouge foncé en présence des ions magnésium, est utilisé comme indicateur.

Mode opératoire

- Prendre 50ml d'eau à analyser.
- Ajouter 4ml de NH_4OH (pH = 10,1).
- Ajouter quelques mg de l'indicateur coloré eriochrome, puis titrer avec l'EDTA jusqu'au virage de la couleur (bleu).



Figure 21: photo de titrages de Mg^{2+}



Figure22 : photo de la coloration finale (bleu)



***Chapitre III: Résultats
et Discussion***

Chapitre III. Résultats et Discussion

4.1. Résultats des analyses organoleptiques

❖ Odeur

L'eau étudiée est inodore, ce qui indique l'absence des produits chimiques.

❖ Couleur

L'eau d'une source est toujours limpide, ce qui est le cas de l'eau des sources étudiées et ceci indique l'absence des ions métalliques à savoir le fer ferreux (Fe^{2+}) et fer ferrique (Fe^{3+}), qui sont les facteurs principaux du changement de la couleur d'une eau ainsi que la présence de divers colloïdes.

4.2. Résultats des Analyses Physico-chimique

Les résultats de l'analyse des paramètres physico-chimiques réalisés au laboratoire des deux sources durant les deux périodes d'étude sont représentés dans les **tableaux X et XI**.

Tableau X: Présentation récapitulatifs des résultats des analyses physico-chimiques de l'eau pour les deux sources Om Achra (**S1**) et Damous (**S2**) durant le mois de **Mars** (20-3-2023)

P Source	Température	pH	Conductivité	Salinité	TDS	Turbidité
S1	18.8	7.21	430	0.2	445	0.45
S2	18.5	7.4	1050	0.53	533	2.25

P Source	TAC	TH	MO	Nitrate	Nitrite	Chlorure	Ammonium	Calcium	Magnésium
S1	20.4	200	0.24	0.47	0	28.5	0	48	28.8
S2	25.9	400	0.59	1.23	0.16	145.5	0.1	120.7	26.4

Tableau XI : Présentation récapitulatifs des résultats des analyses physico-chimiques de l'eau pour les deux sources Om achra (S1) et Damous (S2) durant le mois de **Mai** (20-5-2023)

P Source	Température	Ph	Conductivité	Salinité	TDS	Turbidité
S1	19.9	8.06	450	0.2	453	0.57
S2	19.4	8.35	1130	0.53	530	2.56

P Source	TAC	TH	MO	Nitrate	Nitrite	Chlorure	Ammonium	Calcium	Magnésium
S1	20.4	200	0.45	1.16	0	28.9	0	59	30
S2	25.9	400	9.2	1.59	0.3	159	0.3	134.2	35.2

4.2.1 Paramètres physiques

✓ La température (T°) :

La figure 23 représente les valeurs de la température des deux sources d'eau durant les deux périodes d'étude.

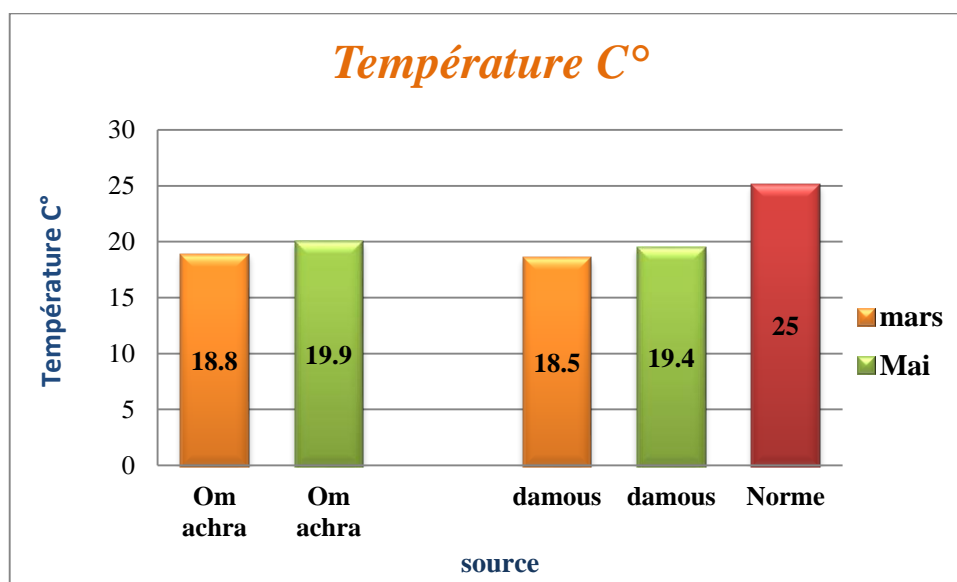


Figure 23 : Représentation graphique de la teneur en température

Nous constatons une variation de la température de l'eau selon la saison ; basse au mois de Mars et élevée au mois de Juin, donc la température de l'eau suit celle de l'air. **La figure 23**

montre que la température des deux sources varie entre les saisons d'échantillonnage dans un intervalle assez important allant de 18,8 à 19,9°C pour la source Om Achra et de 18,5 à 19,4°C pour la source Damous.

De telles valeurs sont conformes aux normes fixées par l'O.M.S1986 (25°C) et à la norme algérienne (25°C°).

La diminution ou l'augmentation de la température de l'eau par rapport aux normes considérées n'a pas d'incidence sur la santé humaine. Par contre, elle peut avoir un effet direct sur la qualité de l'eau. Cependant, une diminution de la température de l'eau peut mener à une diminution de l'efficacité des traitements (désinfection) ainsi qu'une diminution des vitesses de sédimentation et de filtration. Par ailleurs, une augmentation de la température de l'eau favorise la croissance bactérienne, induisant l'altération des paramètres organoleptiques (couleur, saveur et odeur) (BORDET, 2007).

✓ **Potentielle d'hydrogène (pH)**

La **figure 24** représente les valeurs du pH pour les deux sources d'eau durant les deux périodes d'étude.

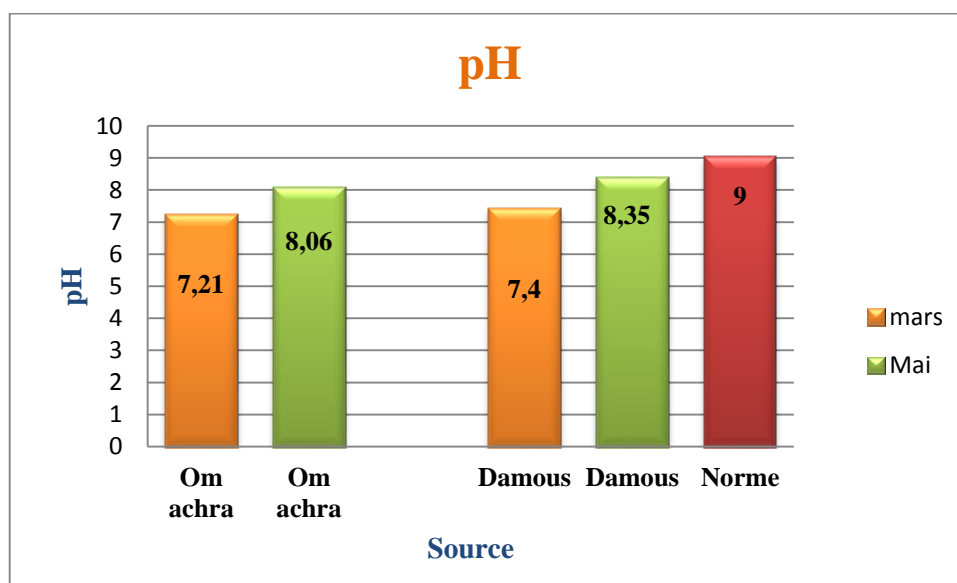


Figure 24 : Représentation graphique du teneur en pH

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire, de concentration en ions d'hydrogène. L'eau des deux sources Om Achra et Damous répond à la norme vu que les valeurs de leur pH respectifs sont :

Pour la source Om Achra : les valeurs de pH compris entre 7,21 et 8,06 durant les deux périodes d'étude. La valeur la plus faible a été observée au cours du mois de Mars avec une valeur 7,21. On parallèle on remarque une augmentation au cours du mois de Mai avec une valeur de 8,06.

Pour la source Damous : les valeurs du pH varient entre 7.4 et 8.35 durant les deux périodes d'étude. La valeur la plus faible a été observée au cours du mois de Mars avec une valeur de 7.4. On parallèle on remarque une augmentation au cours du mois de Mai avec une valeur de 8.35. Les valeurs du pH de l'eau de cette sources ont relativement élevées, durant les deux périodes, par rapport à la source Om Achra ; [cesexpliquerait par la nature calcaire de la région \(RODIER, 2009\)](#).

Ces valeurs se situent dans les limites requises pour les eaux de consommation selon les normes algériennes et de l'O.M.S avec une valeur entre [6,5–9].

On peut souligner que les eaux au niveau de ces deux sources sont marquées par un pH alcalin .Selon [Rodier\(1996\)](#), toute augmentation de température entraine une augmentation du pH.

✓ **La conductivité Electrique (CE)**

Lafigure25 représente les valeurs de la conductivité en ($\mu\text{s}/\text{cm}$), pour les deux sources d'eau durant les deux périodes.

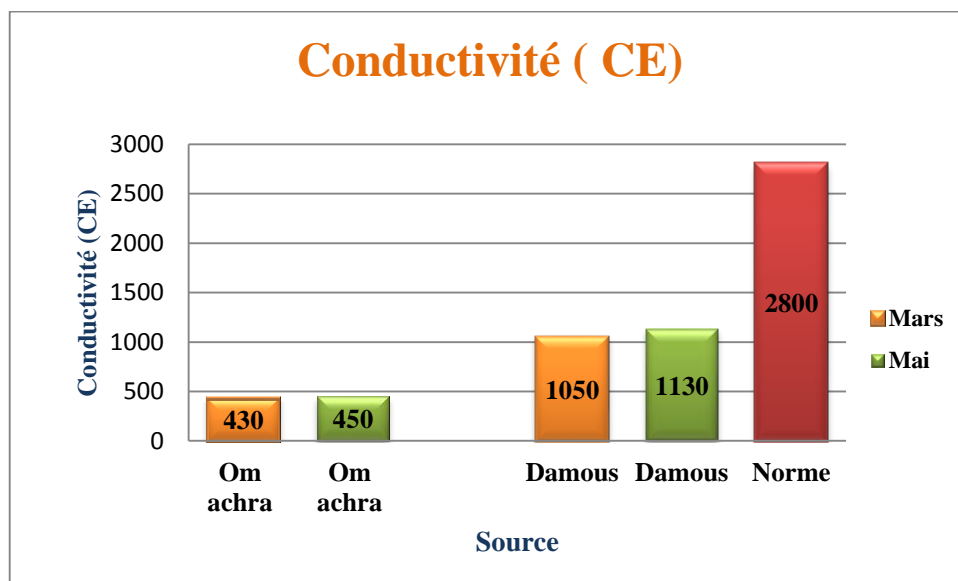


Figure 25: Représentation graphique du teneur en conductivité

La conductivité de l'eau fournit une information globale sur la quantité des sels dissous qu'elles renferment.

Les valeurs de la conductivité électrique des eaux des deux sources sont relativement élevées au mois de Mai par rapport à celles du mois de Mars. Les eaux étudiées présentent des valeurs de conductivité comprises entre 430 et 450 $\mu\text{s}/\text{cm}$ pour la source Om Achra et entre 1050 et 1130 $\mu\text{s}/\text{cm}$ pour la source Damous.

Pour les deux sources étudiées (**Figure 24**), nous remarquons que la conductivité de l'eau de la source Damous est plus élevée que la conductivité d'Oum Achra. Il y'a une grande différence,

qui passe du simple au double entre les deux sources. Selon les critères d'appréciation globale de la qualité de l'eau, ces eaux de sources sont qualifiées comme des eaux à minéralisation moyenne, malgré la grande différence observée, La conductivité élevée de l'eau de la source Damous peut être due à sa richesse en sels minéraux ; Cette dernière modifie la viscosité de l'eau.

Ces valeurs restent conformes à la norme algérienne indiquant une valeur limite de 2800 $\mu\text{s/cm}$ à 25°C et à celle de l'OMS de l'ordre de 2100 $\mu\text{s/cm}$.

✓ **La salinité**

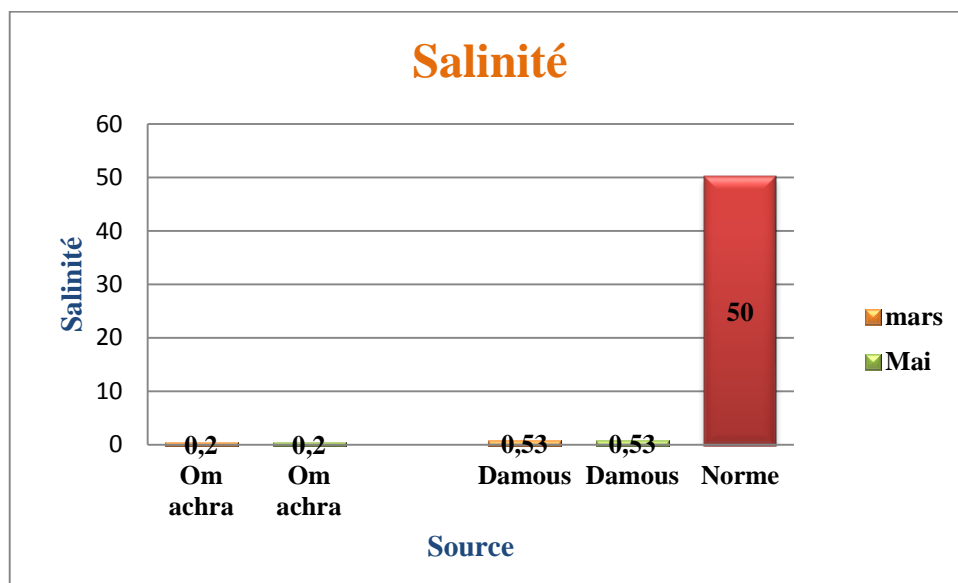


Figure26 : Représentation graphique du teneur en salinité

La salinité est proportionnelle à la conductivité. Elle est stable dans les deux mois dans les deux sources, avec une valeur de 0.2% pour la source Oum Achra et une valeur de 0.53% pour la source Damous. Les valeurs observées pendant les deux mois des deux sources sont comme suit ; 0.2 et 0.53 provient principalement de l'érosion des roches de la lithosphère, produit par les eaux de ruissellement et les eaux souterraines. Ces valeurs sont inférieure aux normes algériennes.

✓ **TDS**

La figure27 représente les valeurs de la conductivité en ($\mu\text{s/cm}$), pour les deux sources d'eau durant les deux périodes.

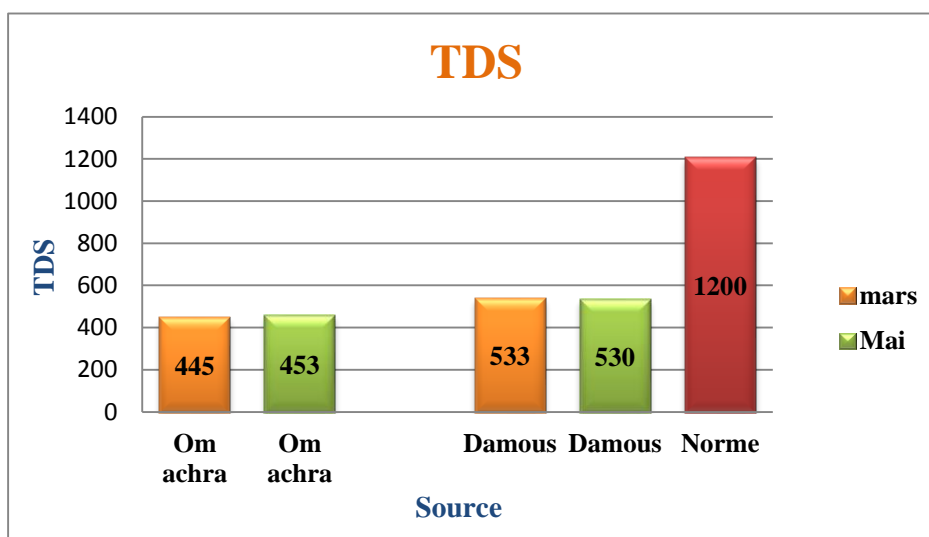


Figure 27 : Représentation graphique du teneur en TDS

La minéralisation globale peut nous renseigner sur la potabilité de l'eau, nous remarquons des différentes valeurs de minéralisation.

Toutes nos analyses présentent une minéralisation inférieure à 1200mg/l (norme de l'OMS).

Au mois de Mars, nous avons enregistré une valeur de 445 mg/l ou elle augmente au cours du mois de Mai avec une valeur de 453 mg/l pour la source d'Om Achra.

On parallèle ; la source de Damous affiche deux valeurs proche dans les deux mois Mars et Mai et qui varie entre 533 mg/l et 530 mg/l.

✓ **La turbidité**

La figure28 représente les valeurs de la conductivité en ($\mu\text{s}/\text{cm}$), pour les deux sources d'eau durant les deux périodes.

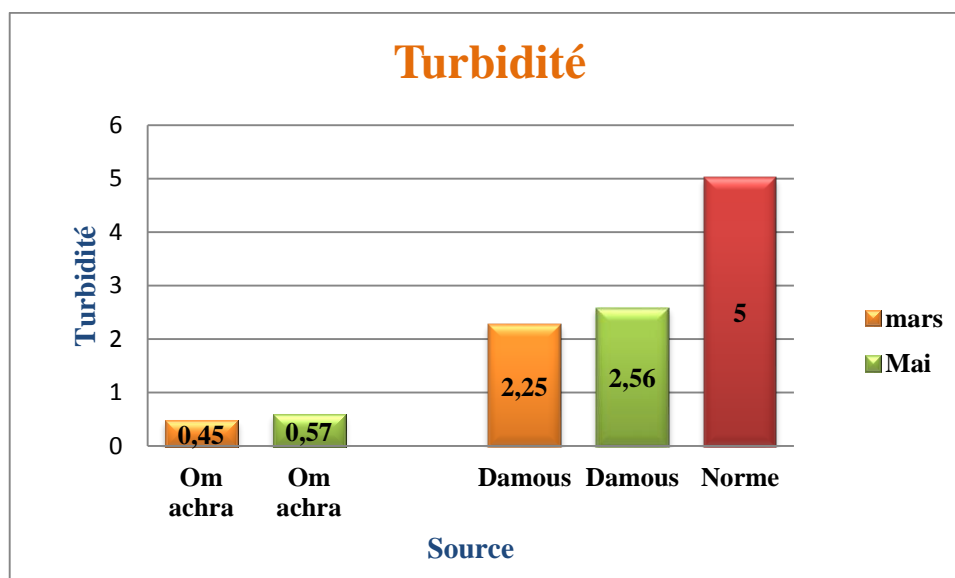


Figure 28: Représentation graphique du teneur en Turbidité

La mesure de la turbidité permet de donner les informations visuelles sur l'eau. Elle traduit donc la présence des particules en suspension dans l'eau (débris d'organismes microscopiques etc.). Selon la norme algérienne qui fixe la turbidité à 5NTU, l'eau de la source Om Achra à une faible turbidité vu que les valeurs varient entre 0.45 et -0,57 NTU. Mais la source Damous affiche des valeurs très proche varient entre 2,25 et 2,56 NTU.

On remarque que les valeurs ne dépassent pas les normes recommandées ; Cela serait dû à la filtration d'eau dans le sol, donc ce sont des eaux claires (REJSEK, 2002).

3.2 Paramètres chimiques

✓ Titre alcalimétrique et titre alcalimétrique complet TAC

La figure 29 représente les valeurs en alcalinité de l'eau des deux sources durant les deux périodes d'étude.

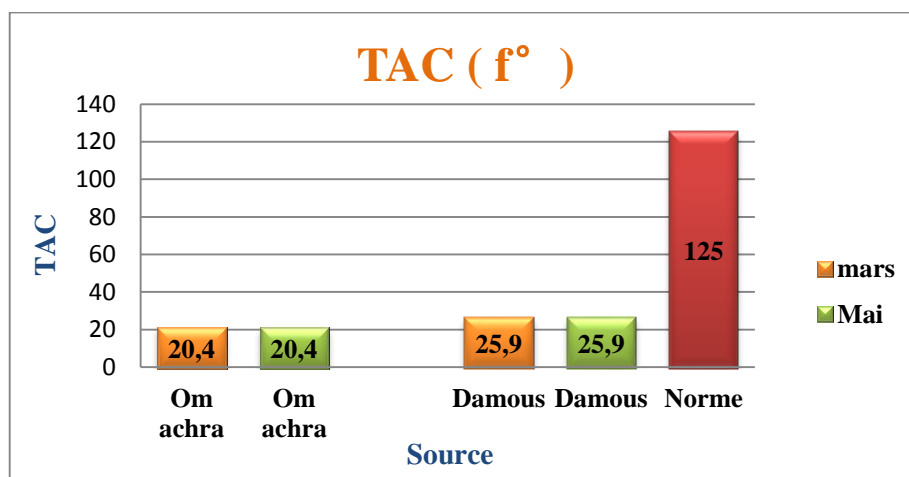


Figure 29 : Représentation graphique du teneur en TAC

D'après nos analyses, le titre alcalimétrique complet pour les deux sources est stable dans les deux mois ; pour la source Om Achra la valeur de l'alcalinité est stable avec une valeur 20.4f°. Et pour la source de Damous ; les valeurs de l'alcalinité est stable avec une valeur 25.9 f°. Nous distinguons une faible présence de bicarbonates et ces derniers sont conformes avec les normes algériennes de la potabilité qui sont fixées à 125 f° (Figure 29).

✓ Dosage du TH ou titre hydrotimétriques TH

La figure 30 représente des valeurs de la dureté totale en mg/lCaCO₃ des eaux des deux sources étudiées.

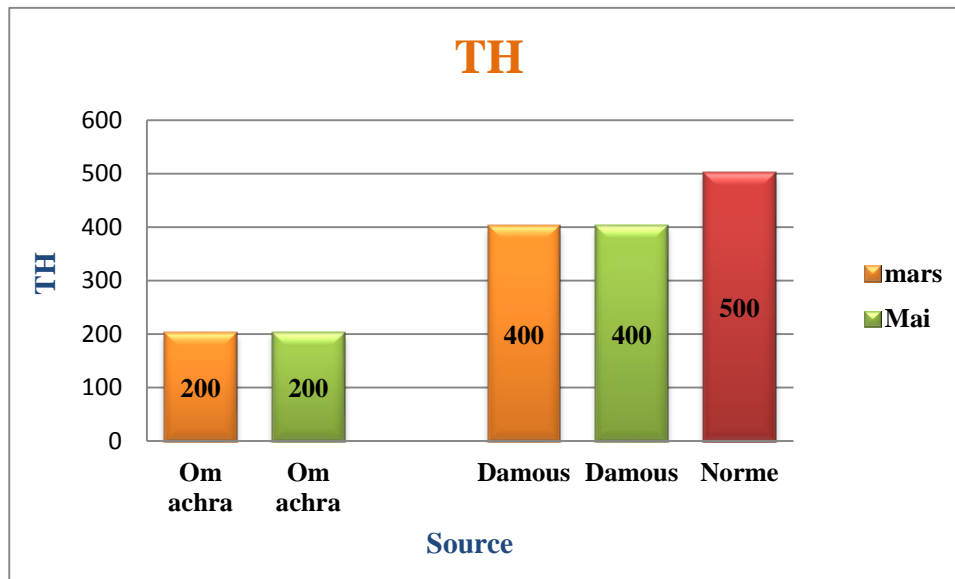


Figure30: Dureté totale des deux sources d'eau durant les deux périodes d'étude.

Les valeurs enregistrées pour la source Om Achra sont stable durant les deux mois ; 200mg/l et la source Damous note aussi une valeur stable pendant les deux mois estimé de 400 mg/l . Donc les valeurs enregistrées soit inférieure à 500 mg/l.

Selon la réglementation algérienne dont les limites sont comprises entre 200et 500 mg /l.

La dureté est un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et en magnésium (RODIER, 2009).

3.3 Les éléments de la pollution

La figure 31 représente les teneurs en matière organique des deux sources durant les deux périodes d'étude.

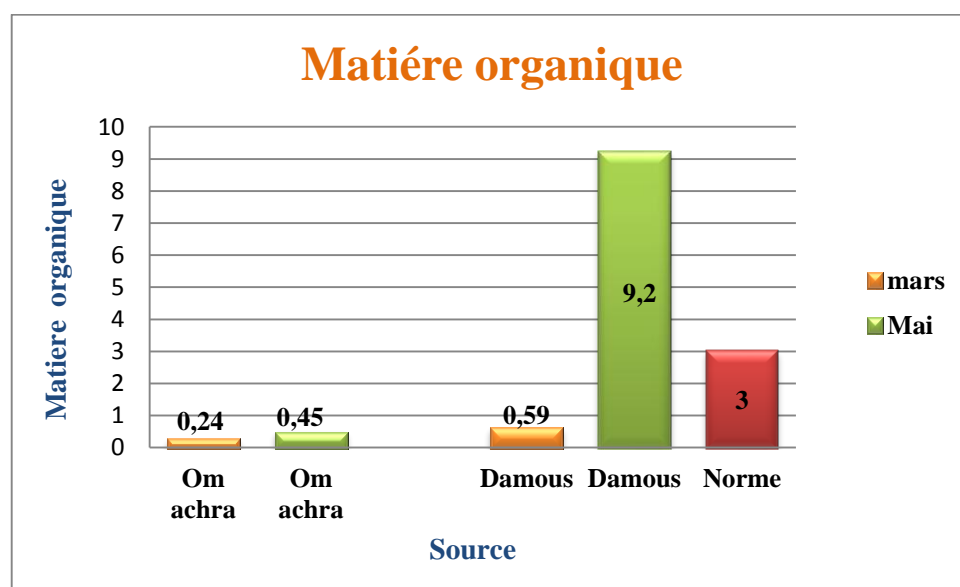


Figure 31 : Représentation graphique du teneur en Matière organique

Les teneurs en matière organique enregistrées sont inférieures à 3 mg/l pour la source Om Achra et qui varie entre 0.24 mg/l et 0.45 mg/l durant les deux mois.

Ces valeurs sont conformes cependant à la norme Algérienne soit inférieure à 3 mg/l.

Toute fois ; la source Damous enregistre une valeur de 0.59 mg/l au mois de Mars, ou elle augmente au cours du mois de Mai avec une valeur de 9.2 mg/l. Cette dernière est supérieure à la norme algérienne de 3 mg/l.

✓ **Le nitrate (NO₃⁻)**

La figure 32 représente les concentrations en nitrates des deux sources d'eau durant les deux périodes d'étude.

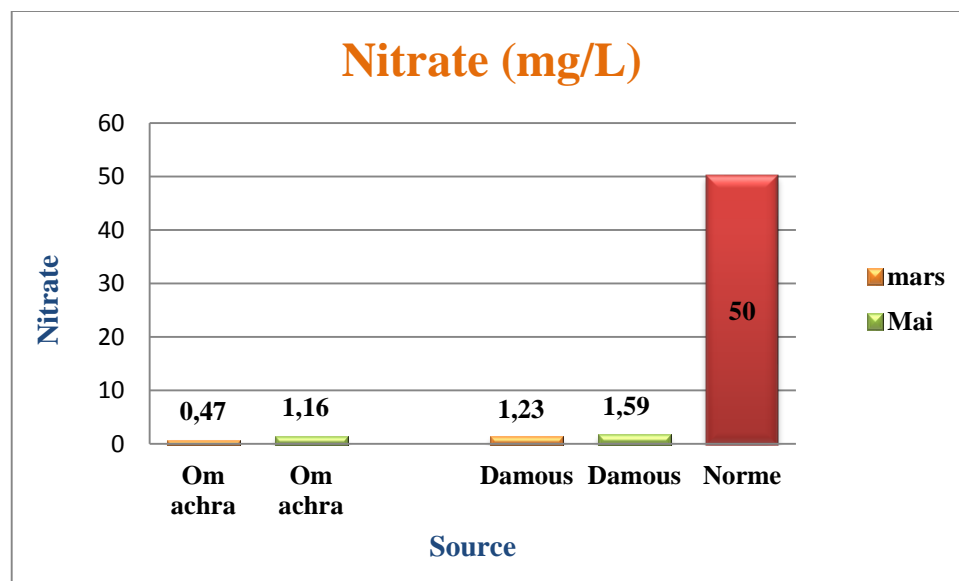


Figure 32: Représentation graphique du teneur en nitrate

Les teneurs en nitrates enregistrées pour les deux sources sont de loin inférieures aux valeurs minimales admissibles des eaux potables recommandées par l'Algérie [25-50 mg/l], ce qui signifie que ces deux sources sont bien entretenues et protégées.

L'OMS recommande pour les eaux destinées à la consommation humaine une valeur limite de 50 mg/L (NO₃⁻) (Rodier et al., 2009).

✓ **Le nitrite (NO₂⁻)**

La figure 33 représente les concentrations en nitrates des deux sources d'eau durant les deux périodes d'étude.

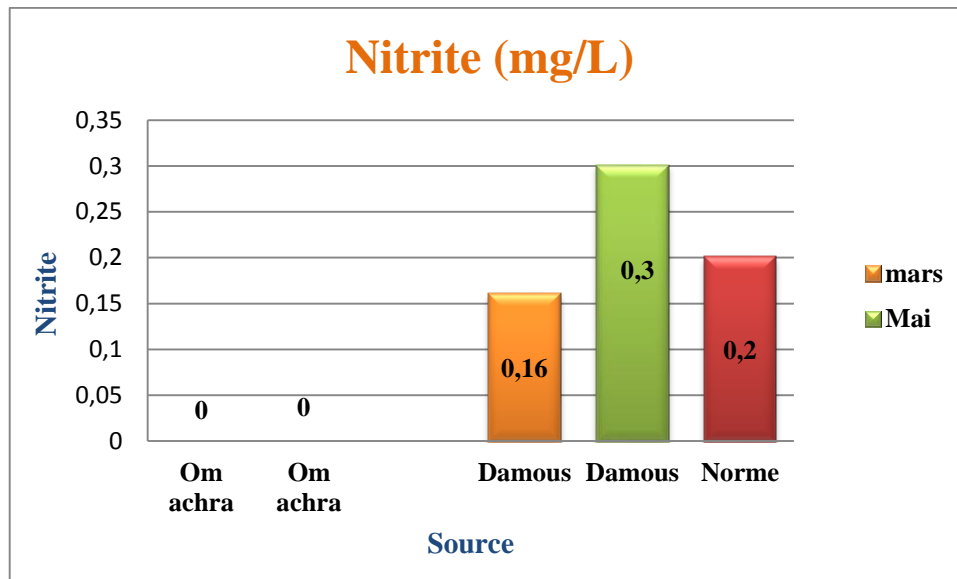


Figure 33: Représentation graphique du teneur en nitrite

La figure 32 représente les teneurs en nitrites en (mg/l) pour les deux sources durant les deux périodes d'étude. Il en ressort que la source d'Oum Achra ne présente aucune trace de nitrites. Ce qui est conforme aux eaux non polluées. Par contre, Damous présente des traces de nitrites estimées à 0,16 et 0,3 mg/l durant les deux périodes d'étude. Elle reste cependant inférieure à la norme Algérien qui indique des valeurs inférieures de 0,2m/l.

✓ **L'ammonium (NH₄⁺)**

La figure 34 représente les teneurs en ammonium (en mg/l) pour les deux sources durant les deux périodes.

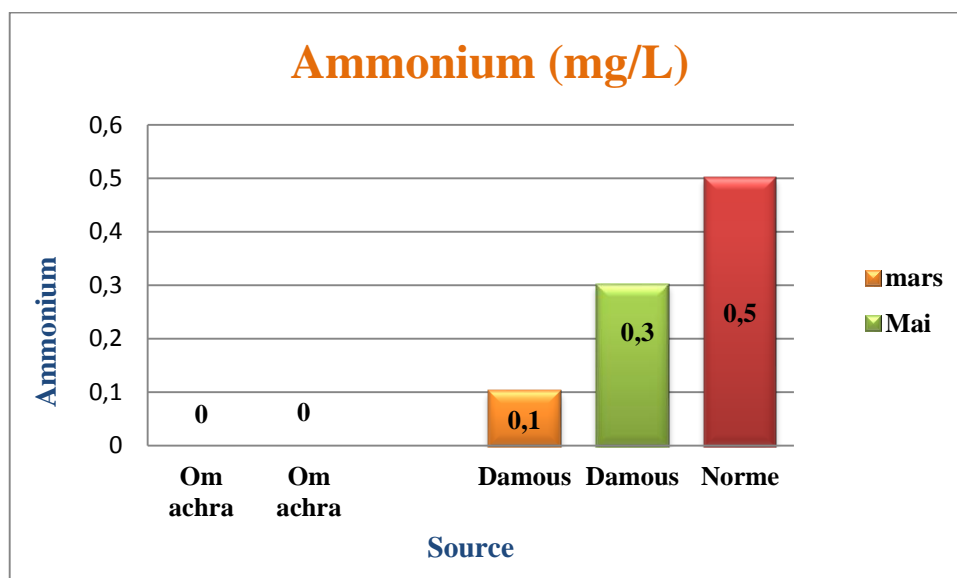


Figure 34 : Représentation graphique du teneur en ammonium

Les eaux de la source de Damous contiennent quelques traces (0.1-0,3 mg/l) d'ammonium ; ce qui exclut la présence de pollution ammoniacale. Nous notons également l'absence de pollution ammoniacale dans la source Om Achrasur les deux périodes.

L'ammonium provient principalement de la décomposition des protéines naturelles contenues dans le phytoplancton et les micro-organismes.

Il peut provenir aussi de l'apport défluent urbain et des rejets agricoles (RODIER, 2005).

La réglementation algérienne fixe la valeur de 0.5 mg/l comme teneur limite en ammonium dans les eaux potables.

✓ **Le chlorure (Cl⁻)**

La figure 35 représente les teneurs en chlorure (en mg/l) pour les deux sources durant les deux périodes.

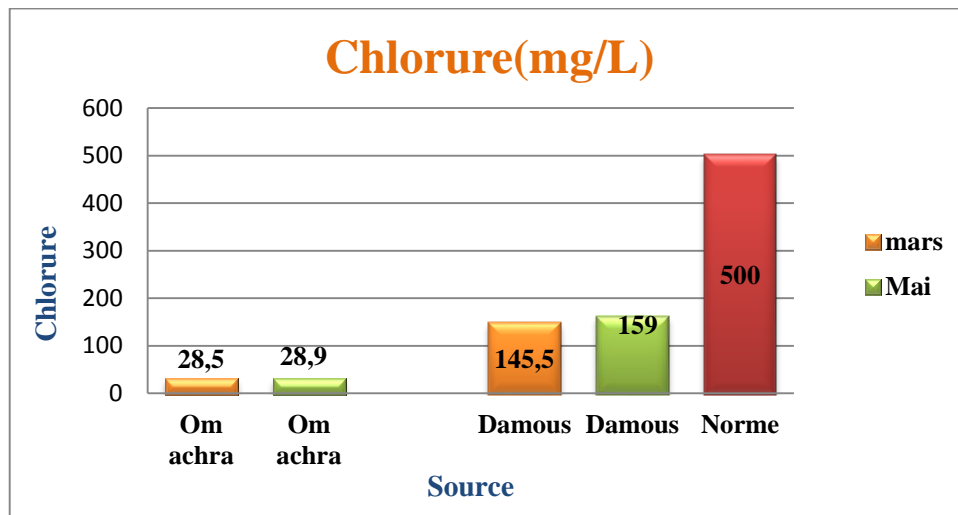


Figure 35 : Représentation graphique du teneur en chlorure

Les eaux des sources échantillonnées présentent des teneurs faibles en chlorure par rapport à la valeur guide algérienne à savoir une valeur stable 28 mg/l à la source de Om Achra durant les deux périodes. Au niveau de la source de Damous, ces teneurs varient entre 145.5 et 159 mg/l (Figure 34). Les teneurs en chlorures au niveau de la source Om Achra et Damous restent conformes aux normes fixées par l'O.M.S [25 –200 mg/l]. Donc ces valeurs sont tous conformes à la norme.

✓ **Le calcium (Ca²⁺)**

La figure 36 représente les valeurs de la dureté Calcique en mg/l pour les deux sources d'eau durant les deux périodes d'étude.

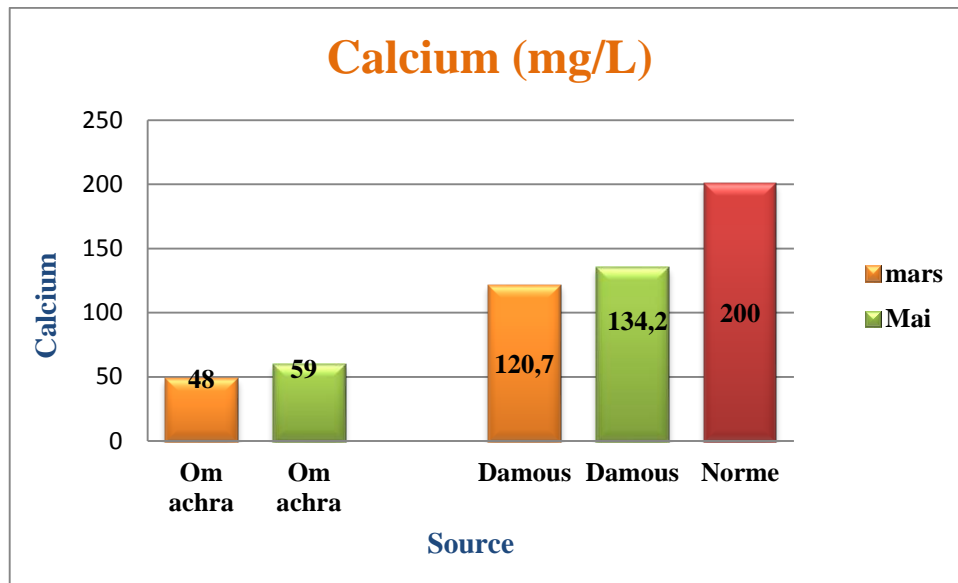


Figure 36 : Représentation graphique du teneur en calcium

Les teneurs en Ca^{2+} montrent que les eaux des deux sources présentent une grande stabilité de concentration en calcium durant les deux périodes. Les résultats de la détermination du calcium ont montré que les deux sources présentent une dureté calcique inférieure au niveau guide pour les deux périodes d'analyse [200 mg/l]. La dureté calcique de la source Damous est plus élevée que celle de la source Om Achra.

✓ **Le magnésium (Mg^{2+})**

La figure 37 représente les teneurs en magnésium pour les deux sources d'eau durant les deux périodes d'étude.

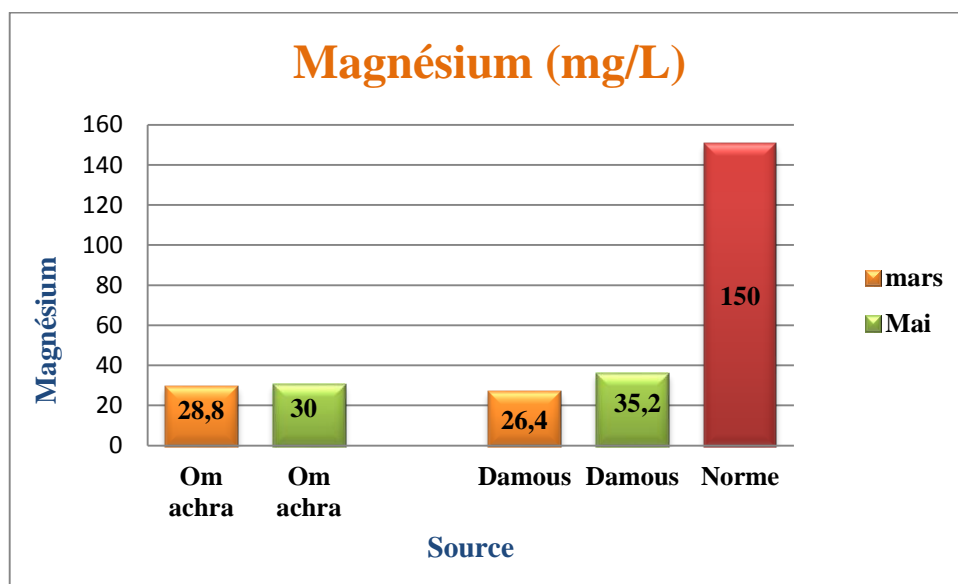


Figure 37 : Représentation graphique du teneur en magnésium

Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau. Les teneurs en magnésium enregistrées pour la source Damous durant les deux périodes sont de l'ordre de 28.8 mg/l et 30

mg/l. Pour la source Damous, les teneurs enregistrés durant les deux périodes sont comprises entre 26.4 et 35.2 mg/l.

Ces valeurs sont inférieures aux concentrations admissibles recommandées par l'Algérie et l'OMS [30-150 mg/l] en raison probablement de l'écoulement rapide des eaux de surface et la nature calcaire du terrain traversé (**RODIER, 2005**).

Discussion

➤ Les paramètres physiques

La température ; Les résultats enregistrés de nos échantillons varie entre 18,8 et 19,9 (S1) et 18.5 - 19.4 (S2) pendant les deux mois d'étude. Nos résultats sont supérieurs à ceux de **Triki et Gheldene (2020)** avec des valeurs minimales 14,3°C.

La conductivité électrique ; Les résultats obtenus sur le terrain d'étude affichent des valeurs de 430 et 450 (S1) et 1050 et 1130 (S2) pendant les deux mois. Nos résultats(S1) sont inférieurs à ceux de **Triki et Gheldene (2020)** avec des valeurs maximales 476µs/cm. En parallèle ; les résultats de S2 sont supérieur a cette dernière.

La salinité ; Nos résultats sont en accord avec les résultats de **Triki et Gheldene (2020)**.

La turbidité ; Nos résultats sont supérieurs à ceux trouvés par **Triki et Gheldene (2020)** avec des valeurs minimale 0,1NTU.

Le pH ; Le résultat enregistré de nos échantillons varie entre 7.21 et 8.06 (S1) et 7.4 et 8.35 (S2). Ces valeurs sont en accord avec les résultats de **Hazzab (2011), Sekiou et Kellil (2014), Jatoi et al. (2018) et Triki et Gheldene (2020)**.

Le TDS ; Les résultats enregistrés de nos échantillons varie entre 445 et 453 (S1) et 533 et 530 (S2). Nos résultats sont supérieure à ceux trouvés par **Triki et Gheldene (2020)** avec des valeurs maximale 200mg /l.

Les paramètres chimiques

Le nitrate ; Nos résultats varie entre 0.47 et 1.16 (S1) et 1.23 et 1.59 (S2). Ces derniers sont inférieurs à celle trouvés par **Sekiou et Kellil (2014)** et par **Jatoi et al., (2018) et Triki et Gheldene (2020)**.

Le nitrite ; Nos échantillons affichent des valeurs qui varie entre 0 (S1) et 0.16 et 0.3 (S2). Nos résultats sont inférieure pour le (S1) et supérieure pour le (S2) à ceux trouvés par **Triki et Gheldene (2020)** avec des valeurs minimale 0.008mg/l.

L'ammonium ; Le résultat enregistré de nos échantillons varie entre 0 (S1) et 0.1 et 0.3 (S2). Nos résultats sont inférieure pour le (S1) et supérieure pour le (S2) à celles trouvés par **Triki et Gheldene (2020)** avec les valeurs maximale 0.15 mg/l.

Le chlorure ; Les résultats enregistrés de nos échantillons varie entre 28.5 et 28.9 (S1) et 145.5 et 159 (S2). Nos résultats sont inférieure pour le (S1) et supérieure pour le (S2) à ceux trouvés par **Triki et Gheldene (2020)** avec les valeurs maximale 35 mg/l.

Le TAC ; varie entre 20.4 (S1) et 25.9 (S2) à deux mois. Nos résultats sont supérieure à celle trouvés par **Triki et Gheldene (2020)** avec les valeurs maximale 13.1

Le TH ; Nos résultats entre 200 (S1) et 400 (S2). Nos résultats sont inférieurs à ceux trouvés par **Triki et Gheldene (2020)** avec les valeurs maximale 420 mg/l.

Le calcium ; Les résultats enregistrés de nos échantillons varie entre 48 et 59 (S1) et 120.7 et 134. Nos résultats sont supérieurs à ceux obtenues par **Hazzab (2011) et Triki et Gheldene (2020)**.

Magnésium ; Nos analyses varie entre 28.8 et 30 (S1) et 26.4 et 35.2 (S2). Nos résultats sont inférieurs à ceux trouvés par **Triki et Gheldene (2020)** avec des valeurs maximales 55.2mg/l.

Matière organique ; Les résultats enregistrés de nos échantillons varie entre 0.24 et 0.45 (S1) et 0.59 et 9.2 (S2). Nos résultats sont inférieure pour le (S1) et supérieure pour le (S2) à ceux trouvés par **Triki et Gheldene (2020)**.

Conclusion

L'eau est un élément naturel essentiel à la vie humaine, à son essor économique et social et à l'équilibre écologique de son cadre de vie sur la planète terre. L'étude de la qualité des eaux a permis de mettre en évidence l'importance des caractéristiques physico-chimiques des eaux au sein de la région de Bouhadjar.

Cette étude a été menée dans le but d'évaluer la qualité physico-chimiques de l'eau de certaines sources de la région de Bouhadjar (**Ain Om Achra et Ain Damous**) au niveau de la wilaya d'El Tarf. Dans cette dernière, nous nous sommes intéressé de présenter nos résultats, de les comparés entre eux ainsi qu'avec les normes algériennes et d'autres travaux antérieurs.

Les différents résultats nous ont permis de conclure que :

- Sur le plan physico-chimique l'eau de la source de Damous présente une minéralisation élevée comparée à l'eau de la source d'Oum Achra. Ce qui se traduit, d'ailleurs, par une plus forte présence de résidus secs ;
- L'eau de la source Damous est plus dure que celle d'Oum Achra ; leurs teneur en magnésium se situe au dessus des normes fixées par l'O.M.S ;
- Sur le plan pollution organique, la source d'Om Achra ne présentent ni pollution ammoniacale ni pollution nitrique par contre la source Damous présent les deux type de pollution.

À la lumière des résultats ; Nous concluons que l'eau de la source d'Oum Achra est de très bonne qualité physico-chimique en la comparant à celle de Damous et qui dévoile une mauvaise qualité physico-chimique.

Bibliographie

A

- **Abderrahmane B., 2016.** Contribution à l'évaluation du système management et qualité des paramètres physico-chimiques, bactériologiques et organoleptiques des eaux des stations de traitement Taksebt et Boudouaou, mémoire de master Management de qualité totale et sécurité des aliments, Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, Algérie, 2016.
- **Aouissi L., et Merabti M., 2019.** Étude Physico-chimique et Bactériologique Et Développement d'un Système de Traitement (membrane à Base de Charbon Actif), Mémoire de projet fin d'études, génie des procédés ; Université 8 Mai 1945 Guelma.
- **Ayad W., et Kahoul M., 2016.** Evaluation de la qualité physico chimique et bactériologique des eaux de puits dans la région d'El Harrouch (NE Algérie). Environ. Sci 7(4):pp.1288-1298
- **Assouline J., et Assouline S., 2007.** Géopolitique de l'eau. Nature et enjeu. Edition Studyrama, 140 p.

B

- **Bliefert C., et Perraud R., 2009.** Chimie de l'environnement : air, eau, sols, déchets. Edition De Boeck Université, Bruxelles.
- **Baudrillard B., 1970** Ecologie fondamentale eau et milieux humides, direction départementale de l'agriculture et de la forêt du Morbihan p57
- **Bouziani B., 2000.** L'eau de la Pénurie A la maladie Ed Eben Khaldoun
- **Bordet J., 2007.** L'eau dans son environnement rural. Edition Johanet. Paris
- **Berne D., 1991.** Traitement des eaux. Ed Technique. Paris.

C

- **Cardot C., 1999** .Génie de l'environnement : les traitements de l'eau. Ellipses editions marketing S. A.
- **Chaden M. H., 2014.** Evaluation de la qualité de l'eau du bassin supérieur de la rivière du Litani, Liban : approche hydrogéochimique. Thèse de doctorat en géosciences. Université de Lorraine. Pp99.

D

- **Degremont D., 2005.** Mémento technique de l'eau ; 10ème édition 2005 ; tome2
- **Des jardins, 1997.** Le traitement des eaux. ISBN 978-2-553-00643-2., 2ème Edition.
- **Derwich et al., 2008.** Evaluation de la qualité des eaux de surface des Oued FES et SEBOU utilisées en agriculture maraîchère au Maroc. Article de journal « Larhyss Journal N° 7, juin 2008.

F

- **Funasa F., 2013.** eau ressource et menace ,2013 .

G

- **Gerad.G., 2003.** L'eau : Milieu naturel et maîtrise, EdI NRA: Volume
- **Gaujous D., 1995.** Pollution des milieux aquatiques. 2ème édition. Lavoisier TEC et DOC-Paris
- **Ghazali D., Zaid A., 2013.** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (Région de Meknes à Maroc). La rhyss Journal, ISSN 1112-3680, n 12, Janvier 2013, pp. 25-36.
- **Grosclaude G., 1999.** L'eau T1 et T2 : Milieu naturel et maîtrise édition INRA Paris.

H

- **Hoffmann F., et all., 2014.** L'eau .Edition : Confluence p.43.

J

- **JORA. 2011.** «journalofficieldela république algérienne».N°18.P7-9.
- **Jeanclaude B., 1992.**Chimie deseaux 2 eme édition. Les éditions de griffond d'argile p213-215
- **Joël G., 2003.** La qualité de l'eau potable, technique et responsabilités, Paris, Novembre(2003).167p.
- **Journal officiel de la république algérienne, 2005** Journal Officiel de la République Algérienne N° 60 du30 Rajab 1426/4 septembre 2005Loi n° 05-12 du 28 Joumada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005 relative à l'eau.
- **Juliette P. et al., 1958** .l'eau à la ferme et aux champs, encyclopédie des connaissances agricoles, édition HACHETTE, France

K

- **Khammar H., 2019.**Hydrochimie et qualité des eaux, p2-4.-
- **Kahoul K., et Touhami T., 2004.** Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville (Algérie). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°19, Septembre 2014, pp. 129-138.

L

- **Ledler L., 1986.** In Haoussa, N. 2013.Etude de la qualité des eaux des mélanges eau d'oued Biskra –Eau de Droh. Mémoire de master 2.Hydraulique urbaine, Université Mohamed Khider –Biskra : Faculté des sciences et de technologie, 25 p.-L
- **Lucet J., gardette M., 2009.** Vademecum de l'eau. Copyright Edition Johanet. Paris. ISBN:978-2-900086-82-7.Pp 66
- **Leveque C., 1996.** Ecosystème aquatique, Edition Hachette livre.Paris.M
- **Luna et al. 1972** L'eau edition: time-life.P9-115.

M

- **Mackenie D., 1981.** An epidemiological study of well water nitrates in a group of South West African /Namibian infants. Water Research.
- **Menad et Metadjer, 2012** Menad. K, Metadjer 2012. Traitement des eaux saumâtres par l'osmose inverse cas del'eau de Khemis Miliana .Université Khemis Miliana.-
- **Makhoukh, 2011** .Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya. Maroc

N

- **Nouayti et al., (2015).**Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines des nappes du Jurassique du haut bassin de Ziz (Haut Atlas central, Maroc). J. Mater.Environ.Sci.1068-1081. ISSN: 2028-2508. CODEN: JMESCN.

O

- **Ouahchia C., 2015.** Qualité bactériologique del'eaupotabledesdifférentsréservoirsetchezlesconsommateursdelacommunedeTipazaalimentes par la station de sidi Amar à partir de l'eau de surface du lac-barrage de boukourdane. Larhyss Journal. ISSN 1112-3680. n°23. Pp 139-154.
- **Odoulami L., 2009.** La problématique de l'eau potable et la santé humaine dans la ville deCotonou (République du Bénin). Thèse de Doctorat Unique pour l'obtention du grade de Docteur ès Lettres de l'Université d'Abomey-Calavi. Pp33.
- **OMS, 1987.** Organisation Mondiale de la Santé (OMS): Directives de qualité pour l'eau de boisson. Vol. 1 : 3e éd. Genève.

P

- **Potelon J-L., Zysman K., 1998.** *Le guide des analyses d'eau potable, la lettre du cadre territorial.* 253p.

R

- **Rodier J., 2005.** *L'analyse de l'eau eaux naturelles eaux résiduaires eaux de mer .9ème édition* Dunod Paris p 66
- **Rejsek F., 2002.** *Analyse des eaux ; Aspects réglementaires et technique.* 360p.-
- **Rodier J., 1996.** *L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mers.* Edition Dunod. Paris, 1383p.

S

- **Saidi S., 2014.** *La qualité des eaux du sous bassin versant de l'oued aissi. Mémoire ingénieure.* Université Mouloud Mammeri, Tizi-ouzou, 169P.
- **SARI H., 2014.** *Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Harouz. Mémoire de licence, Université Cadi Ayyad, Marrakech*
- **Savary P., 2010.** *Guide des analyses de la qualité de l'eau, édition référence de T647.* 188p.
- **Salghi S., 1997.** *Différentes filières de traitement des eaux.* Editions ENSA. AGADIR.

T

- **Tricard D et al., 2003.** *Qualité de l'eau. In : Environnement et santé publique- fondements et pratiques, pp.333-368.*

V

- **Vilaginès R., 2010.** *Eau, environnement et santé publique ; Ed: TEC & DOC; 11 rue Lavoisier F-75008; Paris, 2010.*
- **Vilagines R., 2003.** *Eau, environnement et santé publique : introduction à l'hydrogéologie. 2ème édition. Lavoisier Tec et Doc, Paris. P 3-187.*