

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT des Sciences de la
Nature et de la Vie
N° :



DOMAINE : SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE
FILIERE : ECOLOGIE
OPTION : ECOLOGIE DES MILIEUX
NATURELLES

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par :

Moumene Sadam houciné

Ferzoulli Abdenaceur

intitulé

**Caractéristiques physico-chimiques de
l'eau potable de la région de
(Ouenougha) wilaya de M'sila**

Soutenu devant le jury composé de:

BENHISSEN	SALIHA	MCA	Université de M'Sila	Présidente.
SAOUDI	OUARDA	MCB	Université de M'Sila	Rapporteuse.
ARAB	RADHIA	MCA	Université de M'Sila	Examinateur

Année universitaire : 2022 /2023

Remerciements

Nous remercions Allah tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage de mener à bien ce travail.

Nous tenons à remercier vivement notre Promoteur Dr. Saoudi d'avoir accepté de diriger ce travail et pour leurs précieux conseils et Leurs encouragements durant le déroulement de ce travail.

Nos remerciements s'adressent également au chef service de laboratoire central "Algérienne des Eaux" de la wilaya de M'sila, qu'a toute l'équipe de laboratoire qui nous ont beaucoup aidés.

Nos vifs remerciements s'adressent à tous les membres de jury qui nous avons fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nos vifs remerciements à tous les enseignants du département des Sciences de la Nature et la Vie

En fin, nous remercions toute personne ayant contribué à l'élaboration de ce travail.

Liste des figure

Figure 01 : molécule d'eau (U.S. Environmental Protection Agency.2021).....	02
Figure 02 : cycle d'AZOTE.....	12
Figure 03 : cycle de carbone.....	14
Figure 04 : cycle de phosphore.....	15
Figure 05 : cycle d'eau.....	16
Figure06 : photo aérienne+ carte de Localisation géographique de la commune de Ouenougha dans la wilaya de M'sila.....	19
Figure 07 : Une photographie de la vallée appelée Ras al-Wadi.....	19
Figure 08 : les 05 sources.....	22
Figure 09 : Le thermomètre.....	24
Figure 10 : pH mètre.....	25
Figure 11 : Turbidimètre.....	26
Figure 12 : Conductimètre.....	28
Figure 13 : Diagramme des points de température d'eau étudiés.....	37
Figure 14 : Diagramme des points potentiels hydrogènes (pH) d'eau étudiés.....	38
Figure 15 : Diagramme des points de conductivité électrique d'eau étudiés.....	40
Figure 16 : Diagramme des points de turbidité d'eau étudiés.....	41
Figure 17 : Diagramme des Dureté totale (TH)d'eau étudiés.....	42
Figure 18 : Diagramme de Titre Alcalimétrique complet des points d'eau étudiés.....	43
Figure 19 : Diagramme des points de calcium d'eau étudiés.....	43
Figure 20 : Diagramme des points de chlorure d'eau étudiés.....	44
Figure 21 : Diagramme des points de Magnésium (Mg ²⁺) d'eau étudiés.....	45

Figure 22 : Diagramme de nitrite de nitrite NO_2^- des points d'eau étudiés.....	45
Figure 23 : Diagramme de nitrate NO_3^- des points d'eau étudiés.....	46
Figure 24 : Diagramme d'ammonium (NH_4^+) des points d'eau étudiés.....	47
Figure 25 : Diagramme de potassium des points d'eau étudiés.....	48
Figure 26 : Diagramme de sodium (Na^+) des points d'eau étudiés.....	49
Figure 27 : Diagramme de Bicarbonates (HCO_3^-) des points d'eau étudiés.....	50

Liste des tableaux

Tableau 01 : Grille pour estimer la qualité générale de l'eau

Tableau 02 : Grille utilisée pour signaler les problèmes de l'azote

Tableau 03 : Grille pour signaler les problèmes du phosphore

Tableau 04: Types de matériels solution et produits utilisés pour les différentes analyses

Tableau 05 : représente la Variation des Paramètres organoleptiques pour la **cinq** échantillons (Ain Chalala - Tagtougue- , Jiwar Elchalale- S2- S3) étudiés.

Tableau 06 : Variation des Paramètres physico-chimiques

Tableau 07: Les résultats des paramètres obtenus.

Tableau 08 : Variation des Paramètres indésirables pour les cinq source .

Tableau 09: Variation des Paramètres bactériologiques pour Les cinq sources étudié.

Tableau 10: Variation des Paramètres ioniques pour Les cinq sources étudié.

Tableau 11: Variation des Paramètres ioniques pour la source 2

Tableau 12 : Variation des Paramètres ioniques pour la source 3

Tableau 13 : Variation des Paramètres ioniques pour Ain Chalala

Tableau 14: Variation des Paramètres ioniques pour Tagtougue

Tableau 15: Variation des Paramètres ioniques pour Jiwar Elchalale

Liste des abréviations

- C.I .S.E** : Centre d'information sur l'eau
- Coli. Fécaux** : Coliformes fécaux
- Coli. Totaux**: Coliformes totaux
- CaCO₃** : carbonate de calcium
- CaSO₄** : Sulfate de calcium
- CMA** : Concentration maximale admissible
- EDTA** : Ethylène diamine tétra acétique
- HCO₃⁻** : bicarbonate de calcium
- K⁺** : ion potassium
- NA** : Norme Algérienne
- Na⁺** : ion sodium
- T.D.S** : solides Totaux Dissous
- TA** : Titre Alcalimétrique
- TAC** : Titre Alcalimétrique complet
- TH** : Titre hydrométrique (Dureté Totale)
- NTU** : Unité turbidité Néphélométrique
- O.M.S** : Organisation Mondiale de la Santé
- Psu** : practicalsalinity unit
- UCV** : Unité de Couleur Vraie
- UFC** : Union Fédérale des Consommateurs
- M.E.S** : Matières En Suspensions
- NH₄⁺**: Ammonium
- NO₂⁻**: Nitrites

Sommaire :

Remerciment i

Liste des figure ii

Liste des tableaux iii

Liste des abbreviation v

Introduction générale01

Chapiter I : Etude bibliographique sur l'eau

I.Introduction:.....02

I.1.La structure moléculaire de l'eau :.....02

I.2. Définition d'eau potable :.....02

I.3. Origine d'eau potable:.....03

I.4. les caractéristiques de l'eau potable:.....03

I.4.1. Les caractéristiques organoleptiques de l'eau potable:.....04

I.4.1.1. Goût et odeur:.....04

I.4.1.2 Le saveur:.....04

I.4.1.3. Couleur :.....04

I.4.2. Les caractéristiques physicochimiques de l'eau potable:.....05

I.4.2.1 Caractéristique physique:.....05

I.4.2.1.1 Température (T°C):.....05

I.4.2.1.2. Matières en suspension (MES) :.....05

I.4.2.1.3. Dureté de l'eau :.....05

I.4.2.1.4 Acidité de l'eau :.....05

I.4.2.2. caractéristique chimique :.....05

I.4.2.2.1. Résidu sec (Rs) :.....06

Sommaire

I.4.2.2.2 Phosphate (PO₄³⁻) :	06
I.4.2.2.3. Oxygène dissous :	06
I.4.2.2.4. Fluorure :	06
I.4.2.2.5. Nitrate :	07
I.4.2.2.6. Métaux lourds :	07
I.5. Les paramètres de pollution de l'eau potable:	07
I.5.1. Les nitrates :	07
I.5.2. Les métaux lourds:	07
I.5.3. Les pesticides et les hydrocarbures :	07
I.5.4. Les bactéries pathogènes:	07
I.5.5. Les bactéries pathogènes :	07
I.5.6. Les nitrates :	08
I.5.7. Les produits chimiques industriels :	08
I.5.8. Les substances radioactives :	08
I.6. Grille pour estimer la qualité générale de l'eau (manuel ANRH):	09
I.6.1. Les différentes classes de qualité :	10
1.7. Conséquence de pollution d'eau :	10
I.7.1. Santé humaine :	10
I.7.2. Perturbation de l'écosystème :	10
I.7.3. Perte économique :	10
I.8. Les cycles biogéochimiques:	11
I.8.1. Cycle de l'azote :	11
I.8.1.1. Fixation de l'azote atmosphérique :	12

Sommaire

I.8.1.2. Ammonification :	12
I.8.1.3 Nitrification :	12
I.8.1.4. Assimilation de l'azote par les plantes :	12
I.8.1.5. Consommation de plantes par les animaux :	12
I.8.1.6. Décomposition des matières organiques :	12
I.8.1.7. Dénitrification :	12
I.8.2. Cycle du carbone :	12
I.8.2.1. La photosynthèse :	13
I.8.2.2. La respiration :	13
I.8.2.3. La combustion :	13
I.8.2.4. Le stockage dans les océans :	13
I.8.2.5. La sédimentation :	13
I.8.3. Cycle du phosphore :	14
I.8.3.1. Érosion :	14
I.8.3.2. Absorption des plantes :	14
I.8.3.3. Décomposition :	15
I.8.3.4 Écoulement dans les cours d'eau :	15
I.8.3.5. Sédimentation :	15
I.8.3.6 Fossilisation :	15
I.8.4. Cycle de l'eau :	15
I.8.4.1 Évaporation :	16
I.8.4.2 Condensation :	16
I.8.4.3. Précipitations :	16

I.8.4.4. Infiltration :	16
I.8.4.5. Percolation et écoulement souterrain :	16
I.8.4.6. Écoulement de surface :	16

CHAPITRE II : Matériels et méthodes

II.1 Présentation de la zone d'étude :.....	17
II.1.1. Les paramètres physico-chimiques, :.....	17
II.1.2. Les paramètres bactériologiques,	17
II.1.3. Les paramètres ioniques,.....	17
II.1.4. Les paramètres de minéralisation globale.....	18
II.2.Caractéristique climatique de commune Ouenougha wilaya de M'sila :.....	19
II. 2.1 Reliefs.....	19
II.2.2. Climat.....	19
II.2.3. Pluviométrie.....	19
II.2.5. Vent	19
II.2.6. Habitat.....	20
Réseaux Hydrographique.....	20
II.3. Échantillonnage.....	20
II .5. Mode de prélèvement.....	22
II .6. Analyse physico-chimique.....	22
II.6.1. Matériel et appareillages d'analyse.....	22
II.7. Méthodes d'analyse physico-chimique.....	23
II .7.1. Analyses physiques.....	23
II.7.1.1. Mesure de la température	23
a) Principe	23
b) Appareil	23

c) Mode opératoire.....	23
d) Expression des résultats.....	24
II.7.1.2. Détermination du pH	24
a) Principe	24
b) Appareil	24
c) Mode opératoire.....	24
d) Expression des résultats.....	25
II.7.1.3. Détermination de la turbidité:.....	25
a) Principe:.....	25
b) Appareil :.....	25
c) Étalonnage de l'appareil:.....	25
d) Mode opératoire:.....	26
e) Expression des résultats:.....	26
II.7.1.4. Détermination de la conductivité et TDS:.....	26
a) Principe:.....	26
b) Appareil :.....	27
c) Mode opératoire:.....	27
d) Exploitation des résultats:.....	27
II.7.1.3. Détermination Dureté :.....	28
a)- Principe :.....	28
b)- Matériel et réactifs :.....	28
c)- Mode opératoire:.....	28
d)- Calcul des résultats:.....	29

Sommaire

e) Expression des résultats:.....	29
II .7.2. Analyses chimiques :	29
II.7.2.1. Détermination des Nitrates (NO₃):	29
a) Principe:.....	29
c) Mode opératoire:.....	29
d) Expression des résultats:.....	30
II.7.2.2. Détermination des Chlorures (Cl⁻):	30
a) Principe:.....	30
b) Mode opératoire:.....	30
c) Expression des résultats:.....	30
II.7.2.3. Dosage de sodium et de potassium par photométrie de la flamme:	31
a) Partie théorique:.....	31
b) Partie pratique - Mode opératoire:.....	31
c) Expression des résultats:.....	32
II.7.2.4. Détermination du Titre Alcalimétrique Complet (TAC):	32
a) Principe:.....	32
b) Mode opératoire:.....	32
c) Expression des résultats:.....	32
II.7.2.5. Détermination du calcium (Ca⁺) et du magnésium (Mg²⁺):	33
a) Principe:.....	33
b) Expression des résultats:.....	33

CHAPITRE III : Résultats Et Discussions

III .1. Paramètres organoleptiques :	35
III .2. Paramètres physico-chimiques :	36
II. 2.1 Température:	36
2.2 potentiel hydrogéné (PH):	37
III.2.3 La Conductivité Electrique:	39
III.2.4 turbidité :	40
III.2.5 Dureté totale (TH):	41
III.2.5 Titre Alcalimétrique complet (TAC):	41
III.2.6 Calcium (Ca⁺):	42
III.2.7 Chlorure (Cl⁻):	43
III.2.8 Magnésium (Mg²⁺):	43
III.2.9 Nitrites (NO₂⁻):	44
III. 2.10 Nitrates (NO₃⁻):	45
III. 2.11 L'ammonium (NH₄⁺):	45
III.2.12 Potassium (K⁺):	47
III.2.13 Sodium (Na⁺):	47
III.2.14 Bicarbonates (HCO₃⁻):	48
III . 3. Paramètres de pollution :	49
III . 4. Paramètres indésirables :	50
III . 4. Paramètres bactériologiques :	51
III . 5. Paramètres ioniques :	52
III . 5. Minéralisation globale :	53

Sommaire

Conclusion de chapitre:.....	65
Conclusion Générale	67
Reference bibliographique	69
Annex I	
Resumé IV	

Introduction

L'eau est à l'origine de la vie sur terre. Elle est indispensable à la survie des êtres vivants et a façonné, depuis longtemps, notre environnement et directement influencé le mode de vie des hommes (Dorsey, J. R. et al 2014).

L'eau recouvre les trois quarts de la surface de notre planète. On la trouve sous multiples formes : pluies, mers, océans, lacs, nappes, souterraines, ... etc (Meiman, J. R. et al 2014).

L'eau potable est une eau douce propre à la consommation humaine qui peut être utilisée sans restriction pour boire ou préparer la nourriture. La potabilité des eaux, typiquement une eau de source ou l'eau du robinet (Liu, Y. et al 2008).

La consommation d'une eau potable est un facteur déterminant dans la prévention des maladies liées à l'eau. Elle doit donc bénéficier d'une attention particulière. En effet, une eau destinée à la consommation humaine est potable lorsqu'elle est exempte d'éléments chimiques et/ou biologiques susceptibles, à plus ou moins long terme, nuire à la santé des individus. C'est dans ce sens que des normes de qualité ont été définies pour juger la potabilité des eaux de consommation, et ce au niveau de chaque pays ou à l'échelle continentale (exemple des normes européennes) et mondiale (normes OMS).

Notre étude constitue donc une tentative de répondre aux questions suivantes : Quels sont les problèmes liés à la qualité de l'eau des sources situées à la vallée de Ras El Wad dans la région de Ouenougha - commune de Ouenougha wilaya de M'sila ? Cette eau extraite des sources est-elle propre à l'usage et à la consommation ?

ce sujet. Au cours de la réalisation de notre mémoire intitulé :

« Caractéristiques physico-chimiques de l'eau potable de la région de Ouenougha Nous essayons d'apporter le minimum requis pour satisfaire la curiosité de ceux qui s'intéressent à ce sujet.

Ce travail, consiste à réaliser après un premier chapitre consacré à une recherche bibliographique, le deuxième chapitre comporte la partie matériel et méthodes décrivant les caractéristiques générales de la zone d'étude et les méthodes d'analyse utilisées sur le terrain et au laboratoire, et le dernier chapitre est réservé à la présentation et la discussion des résultats obtenus.

Chapitre I

Etudes bibliographiques sur l'eau

I. Introduction

Indispensable à la vie, catalyseur de nombreuses réactions chimiques, l'eau est également le principal agent d'érosion et sédimentation et donc un facteur déterminant de la formation des paysages. Le caractère banal de l'eau qui nous environne, fait parfois oublier que ce liquide qui nous est si familier s'avère en réalité par ses propriétés si particulières à la fois le fluide le plus indispensable à la vie et celui dont la complexité est la plus remarquable

I.1. La structure moléculaire de l'eau

La molécule d'eau est composée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène. Cette structure en forme de V est maintenue ensemble par des liaisons covalentes polarisées, dans lesquelles les électrons sont partagés inégalement entre les atomes d'oxygène et d'hydrogène, créant ainsi une charge partielle positive sur les deux atomes d'hydrogène et une charge partielle négative sur l'atome d'oxygène (Brown, T et *al* .2009).

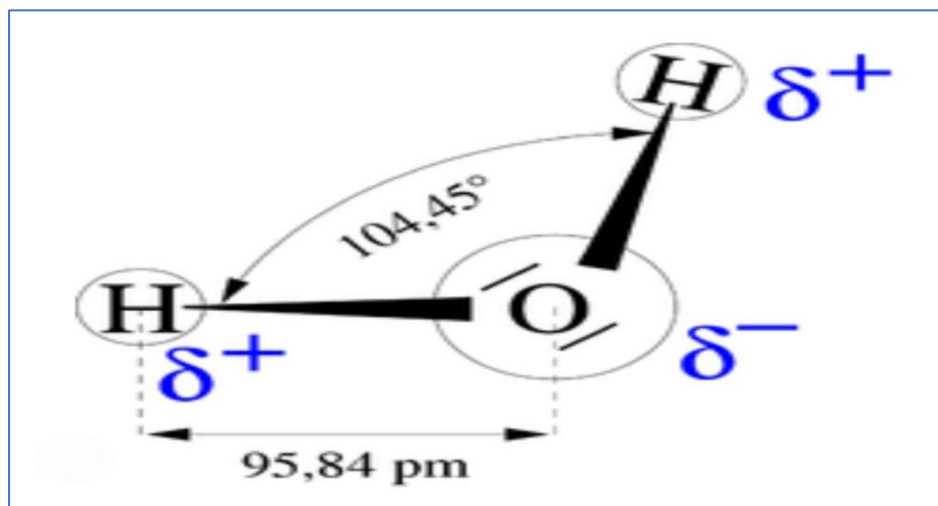


Figure 01 : Molécule d'eau (U.S. Environmental Protection Agency.2021)

Cette structure moléculaire et la polarité de la molécule d'eau confèrent à l'eau des propriétés uniques, telles que sa capacité à être un solvant universel, son point de fusion et d'ébullition élevé et sa tension superficielle (McMurry, J et *al* 2009).

I.2. Définition d'eau potable

L'eau potable est définie comme de l'eau qui est propre et sûre à la consommation humaine. L'eau potable doit être exempt de contaminants tels que les agents pathogènes, les produits chimiques toxiques et les métaux lourds, et doit être conforme aux normes de qualité de l'eau établies par les autorités sanitaires. Les processus de traitement de l'eau potable peuvent

inclure la filtration, la désinfection, l'aération, l'absorption, la coagulation/floculation et la précipitation (OMS 2021).

La définition d'eau potable est établie par des organismes de réglementation tels que l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et l'Agence de Protection de l'Environnement des États-Unis (EPA). L'OMS recommande que les niveaux de contaminants dans l'eau potable soient maintenus en dessous des limites de qualité de l'eau recommandées, tandis que l'EPA a établi des normes de qualité de l'eau potable pour les États-Unis, appelées les normes de qualité de l'eau potable.

I.3. Origine de l'eau potable

L'eau potable provient de différentes sources, telles que les réservoirs d'eau souterrains, les rivières, les lacs et les étangs. Cependant, pour être considérée comme potable, l'eau doit subir plusieurs traitements afin d'enlever les contaminants et les bactéries qui peuvent être nuisibles à la santé humaine.

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), environ 71 % de la population mondiale utilise de l'eau potable provenant de sources améliorées, c'est-à-dire des sources d'eau qui ont été traitées pour éliminer les contaminants. Les autres sources d'eau, telles que les cours d'eau naturels et les puits non protégés, peuvent être contaminées par des bactéries, des virus, des parasites et des produits chimiques toxiques.

Plusieurs études ont été menées pour déterminer la qualité de l'eau potable dans différents pays et régions. Par exemple, une étude menée par l'OMS en 2017 a révélé que près de deux milliards de personnes dans le monde n'ont pas accès à de l'eau potable sûre, ce qui peut causer des maladies graves telles que la diarrhée, le choléra et la fièvre typhoïde.

En revanche, de nombreux pays ont mis en place des systèmes d'approvisionnement en eau potable efficaces. Par exemple, le Canada est réputé pour la qualité de son eau potable, symbolisée par le label « le meilleur au monde » selon une étude menée en 2019 par l'Environmental Performance Index. De même, l'Union européenne a mis en place des normes strictes pour garantir la qualité de l'eau potable dans ses États membres.

I.4. Les caractéristiques de l'eau potable

Les qualités admises d'une eau d'alimentation impliquent la garantie de son innocuité vis-à-vis de l'homme qui est appelé à la consommer.

Une eau potable doit présenter un certain nombre de caractères physiques, chimiques et biologiques et répondre, à certains critères essentiels (incolore, insipide, inodore...) appréciés par le consommateur. Toutefois, ses qualités ne peuvent pas se définir dans l'absolu, ni d'une manière inconditionnelle. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a édicté des normes internationales pour l'eau de boisson. (A. KHADRAOUI, S. TALEB. 2008).

I.4.1. Les caractéristiques organoleptiques de l'eau potable

Les caractéristiques organoleptiques de l'eau potable se réfèrent aux propriétés sensorielles de l'eau qui peuvent être perçues par les sens humains, notamment l'odorat, le goût et la couleur. Des normes et des directives ont été établies pour garantir que ces caractéristiques restent dans des limites acceptables à la consommation humaine.

I.4.1.1. Goût et odeur

L'eau ne doit pas avoir un goût ou une odeur désagréable, qui peut provenir de la présence de matières organiques, d'algues ou de produits chimiques. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) recommande que l'eau ne doit pas avoir un goût ou une odeur perceptible, mais certains paramètres varient selon les régions (OMS, 2011).

I.4.1.2 La saveur

La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs (RODIER.J.2005).

I.4.1.3. La Couleur

L'eau potable ne devrait pas avoir une couleur étrange, comme un jaune ou un brun, qui pourrait signaler la présence de particules en suspension ou de matières organiques. L'OMS recommande qu'elle doit être incolore (OMS, 2011).

En somme, les caractéristiques organoleptiques de l'eau potable jouent un rôle important dans la qualité de l'eau et doivent être régulièrement surveillées pour garantir leur conformité aux normes et aux directives. Les organisations qui ont été référencées sont des organismes de santé internationaux qui établissent des normes pour la qualité de l'eau potable.

I.4.2. Les caractéristiques physicochimiques de l'eau potable

Les caractéristiques physicochimiques de l'eau potable font référence aux propriétés physiques, chimiques et minérales de l'eau qui peuvent influencer sa qualité pour la consommation humaine.

I.4.2.1 Caractéristique physique

I.4.2.1.1 Température (T°C)

La température de l'eau joue un rôle important dans un écosystème aquatique, elle joue un rôle dans la migration, la croissance, l'incubation des œufs ainsi que le métabolisme des organismes aquatiques, elle influe aussi la concentration de l'oxygène dissout et la détermination du PH. (Fondation nationale de la santé, *manuel pratique d'analyse de l'eau_ 4eme édition*)

I.4.2.1.2. Matières en suspension (MES)

Ce paramètre englobe tous les éléments en suspension dans l'eau, dont l'origine peut être minérale ou organique. A ces composés s'ajoute les microorganismes tels que les bactéries, planctons, algues et virus. Elles sont responsables de la turbidité et de la couleur (Paul. R et al 1971).

I.4.2.1.3. Dureté de l'eau

La dureté de l'eau mesure la quantité de calcium et de magnésium présents dans l'eau. Selon l'OMS, l'eau dure est considérée comme ayant une dureté de plus de 200 milligrammes par litre (mg/l) de carbonate de calcium (OMS, 2011).

I.4.2.1.4 L'acidité de l'eau

La présence d'acides dans l'eau potable peut causer une corrosion des tuyaux ou une altération des matériaux métalliques. La valeur du PH doit être comprise entre 6,5 et 8,5 pour éviter les effets indésirables sur la santé et l'environnement (OMS, 2011).

I.4.2.2. Les caractéristiques chimiques

La qualité chimique de l'eau est l'ensemble des caractéristiques générales de l'eau et des concentrations de minéraux dissous dans l'eau. Elle dépend des types de matériaux présents dans le sol et du temps de contact de l'eau avec ces matériaux.

I.4.2.2.1. Résidu sec (Rs)

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 (les eaux provenant de massifs cristallins) à plus de 1000 mg/l. (Berne.F ;1991)

I.4.2.2.2 Phosphate (PO_4^{3-})

Les IONS phosphates contenus dans les eaux de surface ou dans les nappes peuvent être d'origine naturelle : décomposition de la matière organique ; lessivage des minéraux, ou due aussi aux rejets industriels (agroalimentaire...etc.), domestiques (poly-phosphate des détergents), engrais (pesticides...etc.) (Paul. R et al 1971).

I.4.2.2.3. L'oxygène dissous

Les concentrations en oxygène dissous, constituent avec les valeurs de pH, l'un des plus importants paramètres de qualité des eaux pour la vie aquatique. L'oxygène dissous dans les eaux de surface, provient essentiellement de l'atmosphère et de l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques.

La concentration en oxygène dissous varie de manière journalière et saisonnière car elle dépend de nombreux facteurs ; tels que la pression partielle en oxygène de l'atmosphère, la température de l'eau, la salinité, la pénétration de la lumière, l'agitation de l'eau et la disponibilité en nutriments. Cette concentration dépend également de la vitesse d'appauvrissement du milieu en oxygène par l'activité des organismes aquatiques et les processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau.

Une valeur d'oxygène inférieure à 1 mg d'O₂ par litre d'eau, indique un état proche de l'anaérobie.(sandre.eaufrance.fr)

Cet état se produit lorsque les processus d'oxydation des déchets minéraux, de la matière organique et des nutriments consomment plus d'oxygène que celui disponible. Une faible teneur en oxygène dissous provoque une augmentation de la solubilité des éléments toxiques qui se libèrent des sédiments (sandre.eaufrance.fr).

I.4.2.2.4. Le Fluorure

Le fluorure est un élément minéral qui, à faibles concentrations, peut être bénéfique pour la santé dentaire. Cependant, des concentrations excessives peuvent causer des problèmes de santé. L'OMS recommande une concentration de fluorure dans l'eau potable de 0,5 à 1,5 mg/l (OMS, 2011).

I.4.2.2.5. Les Nitrates

Les nitrates peuvent provenir de sources naturelles ou de sources agricoles et peuvent causer des problèmes de santé chez les nourrissons. L'OMS recommande une concentration de nitrates inférieure à 50 mg/l (OMS, 2011).

I.4.2.2.6. Les Métaux lourds

La présence de métaux lourds dans l'eau potable est limitée pour des raisons de santé publique. Les limites maximales pour les métaux lourds varient selon les régions et les pays. Par exemple, la limite pour le plomb est fixée à 10 µg/l par l'OMS (OMS, 2011) et à 15 µg/l par l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) (EPA, 2019).

En somme, les caractéristiques physicochimiques de l'eau potable sont un élément crucial pour assurer la qualité de l'eau potable et garantir sa sécurité pour la consommation humaine. Les organismes référencés, tels que l'OMS et l'EPA, établissent des normes pour la qualité de l'eau potable afin de protéger la santé publique.

I.5. Les paramètres de pollution de l'eau potable

Ils peuvent varier en fonction de l'emplacement géographique, des sources d'eau et des pratiques environnementales locales. Cependant, certaines des principales catégories de polluants de l'eau potable comprennent les nitrates, les métaux lourds, les pesticides, les hydrocarbures et les bactéries pathogènes.

I.5.1. Les nitrates

Généralement dérivés de l'agriculture et de la fertilisation, peuvent être particulièrement préoccupants car ils peuvent entraîner une contamination de l'eau potable lorsqu'ils sont en concentration élevée. Les nitrates peuvent entraîner des problèmes de santé chez certains groupes, en particulier chez les nourrissons, s'ils sont présents à des niveaux supérieurs aux normes de qualité de l'eau potable de l'Organisation mondiale de la santé. (EPA, 2019).

I.5.2. Les métaux lourds

Les métaux lourds tels que le plomb et le mercure peuvent également être présents dans l'eau potable en raison de la pollution industrielle et des émissions de véhicules. Ces métaux lourds sont associés à des problèmes de santé, tels que des troubles neurologiques et un développement cognitif altéré. (EPA, 2019).

I.5.3. Les pesticides et les hydrocarbures

En particulier dans les régions agricoles et industrielles. Les pesticides sont souvent utilisés pour contrôler les ravageurs et les maladies des cultures. Les hydrocarbures, tels que le pétrole, peuvent provenir de fuites de pipelines, de déversements de navires ou de décharges industrielles (EPA, 2019).

I.5.4. Les bactéries pathogènes

Les bactéries pathogènes telles que E. coli et la salmonelle, peuvent être présentes dans l'eau potable en raison de la contamination par des déchets animaux ou humains. Les bactéries pathogènes peuvent causer des maladies intestinales et d'autres problèmes de santé. (EPA, 2019).

Pour prévenir la contamination de l'eau potable, des normes strictes sont en place pour les niveaux de substances spécifiques dans l'eau potable. Ces normes sont définies par des organismes de réglementation de l'eau tels que l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis et l'Organisation mondiale de la santé.

Les types des polluants des eaux potables

La pollution de l'eau potable peut se produire à partir de divers types de polluants et de substances toxiques qui entrent dans les sources d'eau potable. Ces polluants peuvent être d'origine naturelle ou anthropique tels que :

I.5.5. Les bactéries pathogènes

Les bactéries pathogènes, comme Escherichia coli (E. coli), les coliformes fécaux, la salmonelle et les virus, peuvent contaminer l'eau potable en cas de fuite d'égouts, d'infiltration de l'eau de pluie ou de contamination animale. Les bactéries pathogènes peuvent causer de graves infections intestinales, des nausées, des diarrhées, des vomissements, et même la mort (EPA, 2019).

I.5.6. Les nitrates

Les nitrates sont des sous-produits de l'agriculture, de la production alimentaire et des installations de traitement des eaux usées. Les nitrates peuvent entraîner des maladies chez les nourrissons, y compris la méthémoglobinémie, également connue sous le nom de « syndrome du bébé bleu ». (EPA, 2019).

I.5.7. Les produits chimiques industriels

Les produits chimiques industriels tels que les solvants, les métaux lourds, les pesticides, les herbicides et les produits chimiques organiques peuvent contaminer l'eau potable en cas de déversement ou de fuite. Ces produits chimiques peuvent causer des problèmes de santé tels que des maladies du foie et de la thyroïde, des cancers, et d'autres maladies (Centers for Disease Control and Prevention, 2020).

I.5.8. Les substances radioactives

Les substances radioactives, comme le radium et l'uranium, peuvent contaminer l'eau potable, en particulier dans les puits d'eau souterrains. Les substances radioactives peuvent causer des problèmes de santé tels que des malformations congénitales, des cancers, des maladies cardiaques et des problèmes immunitaires (Centers for Disease Control and Prevention, 2020).

Les programmes de réglementation de l'eau potable du monde entier établissent des normes de qualité pour l'eau potable afin de protéger la santé publique. Les normes de qualité pour l'eau potable peuvent varier selon les régions et les pays.

I.6. Grille pour estimer la qualité générale de l'eau (manuel ANRH)

Tableau 01 :Grille pour estimer la qualité générale de l'eau

Classe /parameter	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
Classe /parameter	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
a. qualité physique				
Ph	6.5-8.5	6.5-8.5	5.5-6.5 ou 8.5-9	≤ 5.5 ou 9 ≥
m.e.s (mg/l)	0 – 30	30 - 75	75 - 100	≥ 100
Tempirateur (°C)	25	25 - 30	30 - 35	≥ 35
Odeur. gout	Sans	sans	sans	
b. qualité minéral				
Résidu sec	300 – 1000	1000 - 1200	1200 - 1600	≥ 1600
Ca ⁺² (Mg/L)	40 -100	100 - 200	200 - 300	≥ 300
Mg ⁺² (Mg/L)	≤ 30	30 - 100	100 – 150	≥ 150
Na ⁺ (Mg/L)	10 – 100	100 – 200	200 - 500	≥ 500
Cl ⁻ (Mg/L)	10 – 150	150 - 300	300 – 500	≥ 500
SO ₄ ⁺² (Mg/L)	50 – 200	200 - 300	300 - 400	≥ 400
C. qualité Organique				
Oxygène dessous %	90 – 100	50 – 90	50 – 30	≤ 30
DBO ₅ (mg d' O ₂ /L)	≤ 5	5 – 10	10 – 15	≥ 15
DCO (mg d' O ₂ /L)	≤ 20	20 – 40	40 – 50	≥ 50
M.O (mg/L)	≤ 5	5 – 10	10 – 15	≥ 15

Tableau 02 : Grille utilisée pour signaler les problèmes de l'azote

Forme de l'azote	Situation normal	Pollution modéré	Pollution notable	Pollution importante
NH ₄ ⁺ (mg/ L)	≤ 0.01	0.01 – 0.1	0.1 - 3	≥ 3
NO ₂ ⁻ (mg/ L)	≤ 0.01	0.01 – 0.1	0.1 - 3	≥ 3
NO ₃ ⁻ (mg/ L)	≤ 10	10 – 20	20 – 40	≥ 40

Tableau 03 : Grille pour signaler les problèmes du phosphore.

(Manuel Agence National Des Ressources Hydriques ANRH)

Forme du phosphore	Situation normal	Pollution modéré	Pollution notable	Pollution importante
NH_4^+ (mg/ L)	≤ 0.01	0.01 – 0.1	0.1 – 3	≥ 3

I.6.1. Les différentes classes de qualité

- C1 : Bonne qualité, utilisable sans exigence particulière.
- C2 : Qualité moyenne nécessite un traitement simple.
- C3 : Mauvaise qualité, nécessite un traitement poussé.
- C4 : Très mauvaise qualité, nécessite un traitement très poussé.

(Manuel Agence National Des Ressources Hydriques ANRH)

1.7. Conséquence de pollution de l'eau

La pollution de l'eau potable peut avoir de nombreuses conséquences sur la santé humaine et l'environnement.

I.7.1. Santé humaine

La consommation d'eau potable contaminée peut causer des maladies gastro-intestinales, des infections, des maladies cutanées, des cancers, des maladies du foie et des maladies du système nerveux central, selon la nature des polluants présents dans l'eau (OMS, 2021).

I.7.2. Perturbation de l'écosystème

La pollution de l'eau potable peut causer des effets nocifs sur l'environnement, comme la mort des animaux aquatiques, une diminution des niveaux d'oxygène et la prolifération d'algues toxiques ou de bactéries, qui ont des effets néfastes sur l'écosystème aquatique (EPA, 2021).

I.7.3. Perte économique

La pollution de l'eau potable peut causer des pertes économiques importantes en raison des coûts de traitement de l'eau, des coûts de santé liés aux maladies causées par la consommation d'eau contaminée, des pertes de productivité et de la baisse de la valeur de la propriété (Bartelmus, 1994).

Pour éviter ces conséquences, il est crucial de contrôler la qualité de l'eau potable, de prendre des précautions pour préserver les sources d'eau potable et de traiter les polluants avant qu'ils ne contaminent l'eau.

I.8. Les cycles biogéochimiques

Les cycles biogéochimiques sont des processus naturels qui régulent le flux des éléments chimiques entre les différents compartiments de la biosphère, de l'atmosphère, de la lithosphère et de l'hydrosphère. Ces cycles sont essentiels pour la vie sur Terre et sont influencés par des facteurs biotiques et abiotiques.

I.8.1. Cycle de l'azote

L'azote est un élément essentiel pour les plantes et les animaux, mais ils ne peuvent pas l'utiliser sous forme gazeuse. Le cycle de l'azote implique la fixation de l'azote atmosphérique par des bactéries dans le sol, la conversion de l'ammoniac en nitrite et en nitrate par d'autres bactéries, l'assimilation de l'azote par les plantes, la consommation de plantes par les animaux, la décomposition des matières organiques par des bactéries, la libération d'azote sous forme gazeuse et la dénitrification par des bactéries anaérobies.

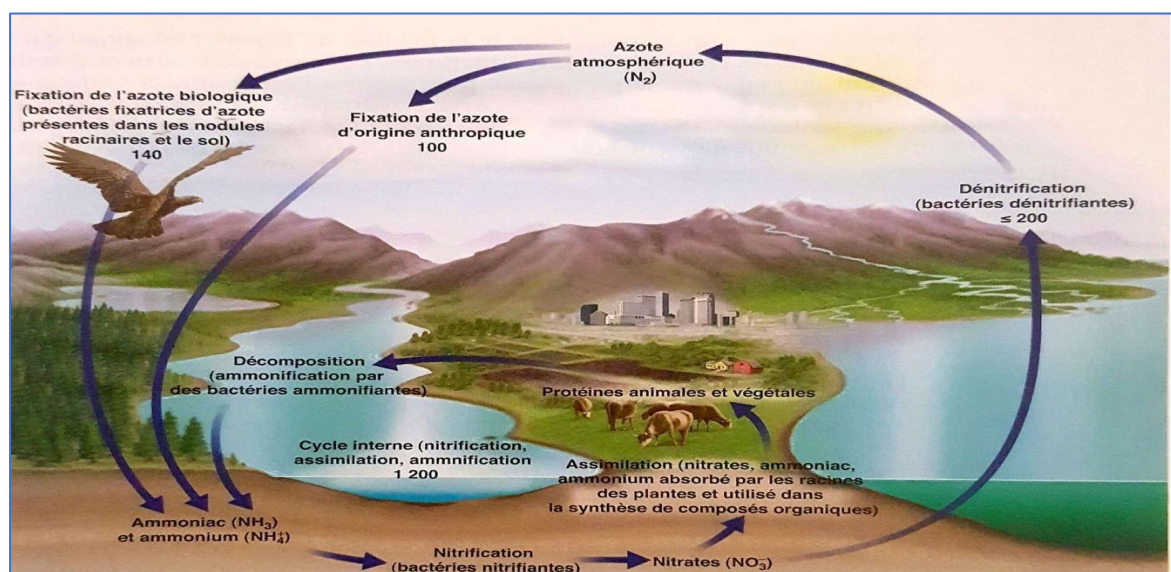


Figure 02 : cycle de l'AZOTE (Berg et al., 2009).

Le cycle de l'azote est un processus complexe qui implique plusieurs étapes, chacune étant essentielle pour que l'azote soit disponible pour la croissance des plantes et la survie des animaux.

I.8.1.1. Fixation de l'azote atmosphérique : L'azote gazeux de l'air doit être transformé en une forme utilisable par les plantes et les animaux. Cela se produit grâce à des bactéries fixatrices d'azote qui convertissent l'azote gazeux en ammoniac. Cette fixation se produit dans le sol ou dans les nodules racinaires de plantes fixatrices d'azote comme les légumineuses (Bothe, H.2015).

I.8.1.2. Ammonification Les bactéries et les champignons décomposent la matière organique et libèrent de l'ammoniac (NH_3) dans le sol. L'ammoniac peut également provenir d'autres sources, telles que les engrais azotés (Schimel, J. Pet Bennett, J. 2004).

I.8.1.3 Nitrification : Les bactéries nitrifiantes convertissent l'ammoniac en nitrite (NO_2^-) puis en nitrate (NO_3^-) dans le sol. Les nitrates sont plus facilement absorbés par les plantes que l'ammoniac. (Stein, L. Y., &Klotz, M. G. (2016)

I.8.1.4. Assimilation de l'azote par les plantes Les plantes absorbent les nitrates du sol et les utilisent pour produire des protéines et d'autres composés azotés (Lea, P. J., &Miflin, B. J.Eds.2012).

I.8.1.5. Consommation de plantes par les animaux Les animaux consomment des plantes (ou d'autres animaux) pour obtenir des protéines et d'autres nutriments (Demment, M .2012).

I.8.1.6. Décomposition des matières organiques Les bactéries décomposent les matières organiques mortes et libèrent de l'ammoniac dans le sol (Paul et al .2014)

I.8.1.7. Dénitrification Les bactéries dénitrifiantes convert (Paul et al .2014).

I.8.2. Cycle du carbone

Le carbone est un élément central de la vie sur terre, et le cycle du carbone implique son transfert entre l'atmosphère, les océans, les roches, les sols, les plantes et les animaux. Les principales étapes du cycle du carbone comprennent la photosynthèse, la respiration, la combustion des combustibles fossiles, la décomposition des matières organiques, la dissolution de CO_2 dans l'eau de mer et la formation de roches carbonatées.

Le cycle du carbone est un processus complexe qui implique plusieurs étapes, dont la photosynthèse, la respiration, la combustion, le stockage dans les océans et la sédimentation

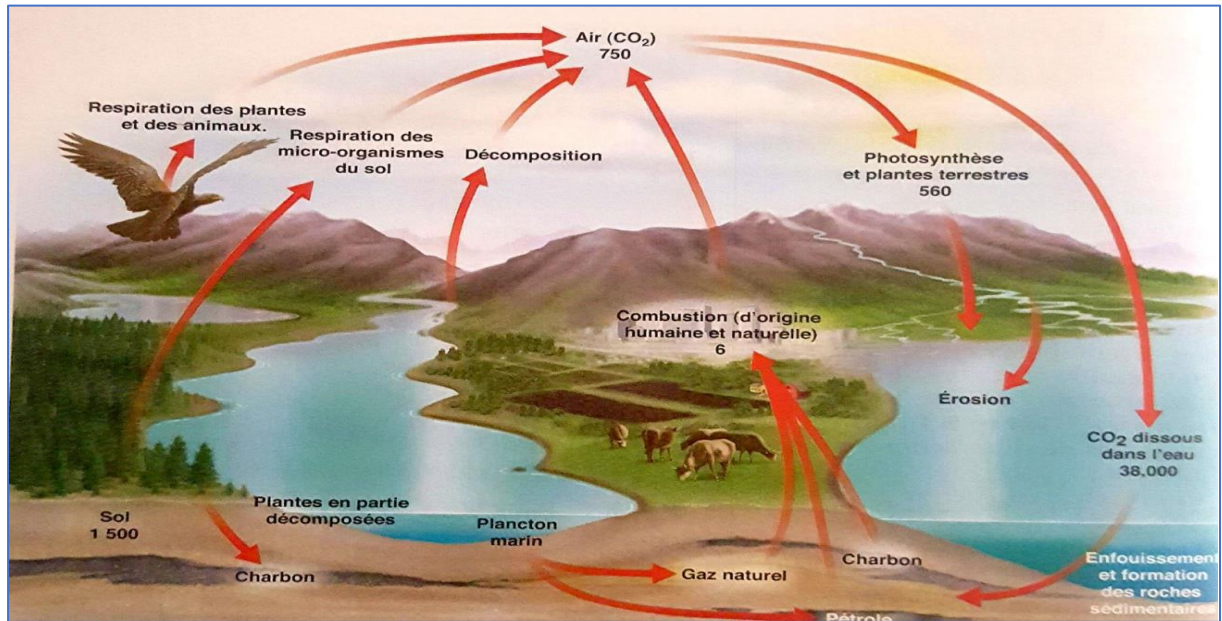


Figure 03 : Cycle du carbone (Berg et al.,2009).

I.8.2.1. La photosynthèse Les plantes absorbent le dioxyde de carbone (CO₂) de l'atmosphère et le transforment en matière organique par le biais de la photosynthèse. Cette étape est considérée comme la principale source de carbone pour la vie terrestre (Farquhar, G.D et al 1980).

I.8.2.2. La respiration Les organismes vivants utilisent l'oxygène pour décomposer la matière organique et libérer de l'énergie, ce qui produit du CO₂ comme sous-produit de la respiration (Reiche ,P .B et al 2006).

I.8.2.3. La combustion Lorsque les combustibles fossiles tels que le pétrole, le gaz naturel et le charbon sont brûlés pour produire de l'énergie, cela libère du CO₂ dans l'atmosphère (Andrews ,S .2011).

I.8.2.4. Le stockage dans les océans Les océans stockent d'importantes quantités de carbone sous forme de carbonate de calcium (CaCO₃) produit par les organismes marins (Orr, J et al 2005).

I.8.2.5. La sédimentation Les particules de CaCO₃ et les organismes marins morts se déposent au fond de l'océan, formant des sédiments riches en carbone qui peuvent être enfouis sous la croûte terrestre pendant des millions d'années (Archer, D et al 2005).

I.8.3. Cycle du phosphore

Le phosphore est un élément essentiel pour la croissance des plantes et des animaux, mais il est souvent limitant dans les écosystèmes terrestres et aquatiques. Le cycle du phosphore implique la libération de phosphates à partir de roches et de minéraux, l'assimilation de phosphates par les plantes, la consommation de plantes par les animaux, la décomposition des matières organiques et le retour du phosphore dans le sol et les roches.

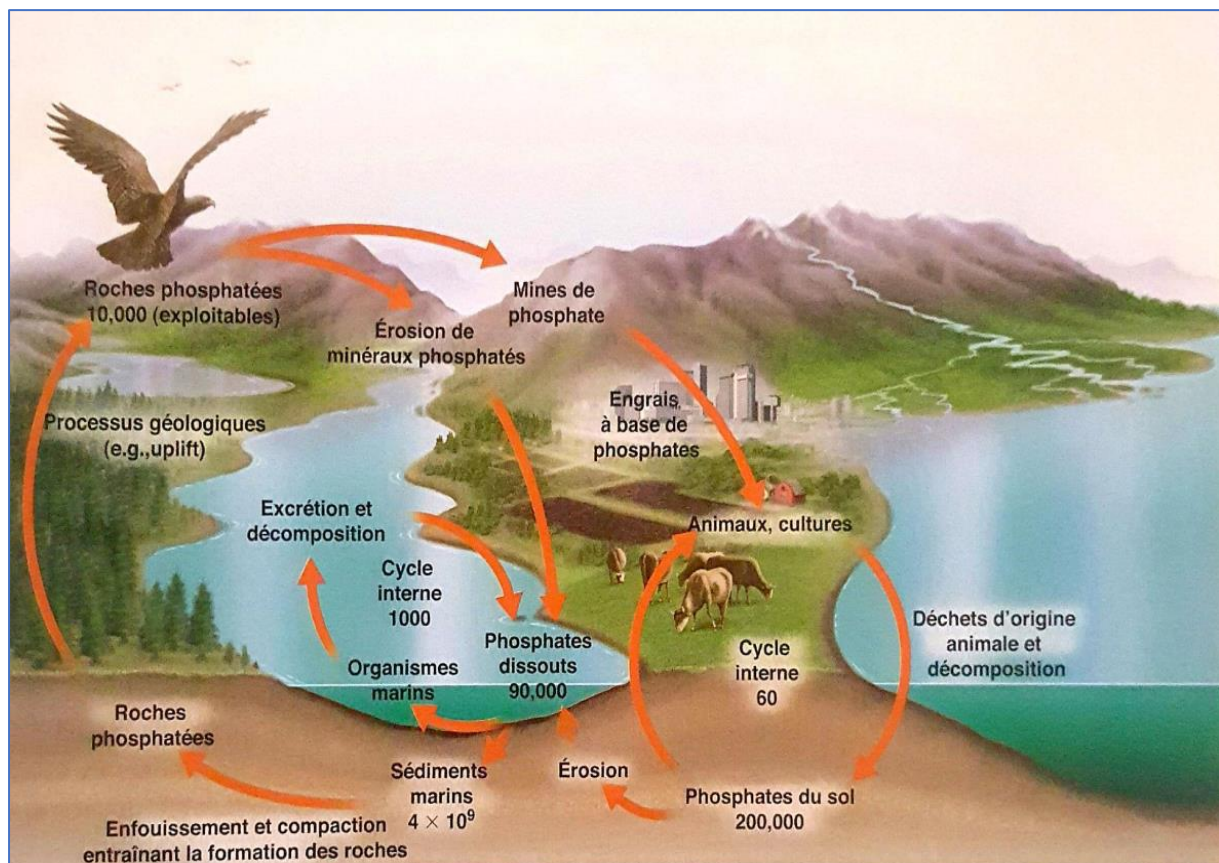


Figure 04 : Cycle du phosphore (Berg et al., 2009).

Le cycle du phosphore est également un processus important dans les écosystèmes terrestres et aquatiques. Les principaux réservoirs de phosphore sont les roches, les sols et les organismes vivants.

I.8.3.1. L'Érosion Les roches contiennent des minéraux phosphatés qui sont cassés par l'érosion et libèrent du phosphore sous forme de particules minérales (Stallard .R.F et al 1998).

I.8.3.2. Absorption des plantes Les plantes absorbent le phosphore sous forme de phosphate dans le sol et l'utilisent pour la croissance (Hinsinger, P .2001).

I.8.3.3. Décomposition Les organismes décomposent la matière organique qui contient du phosphore et le libèrent sous forme de phosphate dans le sol. (Quastal, J. H. ET AL 1954)

I.8.3.4 Écoulement dans les cours d'eau Le phosphore peut être emporté par les précipitations ou les écoulements d'eau de surface et se déplace dans les cours d'eau (Jordan, T.E et al 1996).

I.8.3.5. Sédimentation Le phosphore peut se déposer au fond des cours d'eau sous forme de sédiments riches en phosphore (Krom, M.D 1999).

I.8.3.6 Fossilisation Les sédiments riches en phosphore peuvent être enfouis sous la croûte terrestre et se transformer en roche sédimentaire, formant ainsi de nouveaux réservoirs de phosphore (Van Cappellen, P et al 1994).

I.8.4. Le cycle de l'eau

L'eau est un élément vital pour la vie sur terre, et son cycle implique l'évaporation de l'eau de surface, la condensation en nuages, les précipitations, l'infiltration dans le sol et le ruissellement dans les rivières et les océans. Le cycle de l'eau régule la disponibilité de l'eau douce dans les écosystèmes terrestres et aquatiques

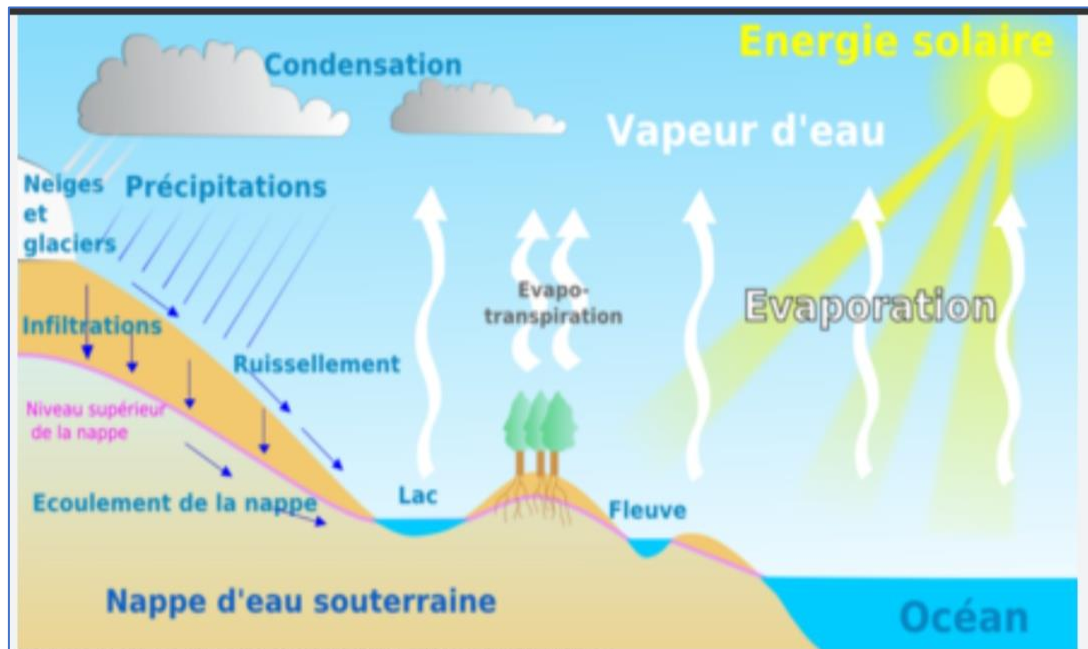


Figure 05 : cycle de l'eau (Berg et al., 2009).

Le cycle de l'eau est un processus continu qui implique l'évaporation, la condensation, les précipitations, l'infiltration, la percolation et l'écoulement des eaux de surface et souterraines.

I.8.4.1 Évaporation L'énergie solaire chauffe l'eau des lacs, des rivières et des océans, provoquant l'évaporation de l'eau en vapeur d'eau (Meiman, J.R et al 2014).

I.8.4.2 Condensation La vapeur d'eau se refroidit et se condense en gouttelettes d'eau pour former des nuages (Dorsey, J .R et al 2014).

I.8.4.3. Précipitations Les gouttelettes d'eau se combinent pour former des précipitations sous forme de pluie, neige ou grêle (Liu ,Y et al 2008).

I.8.4.4. Infiltration : Les précipitations s'infiltrent dans les terres et s'accumulent dans les couches de sol pour former de l'eau souterraine (Lei,T et al 2014).

I.8.4.5. Percolation et écoulement souterrain L'eau souterraine se déplace dans les sols et les roches et peut ressortir sous forme de sources ou d'écoulements souterrains (Zektar,I et al 2004).

I.8.4.6. Écoulement de surface L'eau de surface s'écoule dans les rivières, les lacs et les océans, fournissant de l'eau pour les plantes, les animaux et les zones urbaines (helsel,D.R et al 2002).

Les cycles biogéochimiques sont des processus naturels qui régulent le flux des éléments chimiques entre les différents compartiments de la biosphère, de l'atmosphère, de la lithosphère et de l'hydrosphère. Ces cycles sont essentiels pour la vie sur terre et sont influencés par des facteurs biotiques et abiotiques.

CHAPITRE II

Matériels et méthodes

CHAPITRE II : Matériels et méthodes

Le présent chapitre a pour objectif de présenter la région d'étude ainsi que le matériel et les méthodes d'analyse utilisées pour examiner la qualité physico-chimique de l'eau dans la commune de Ouenougha, Wilaya de M'sila, sur les essais de caractérisation ont été réalisés dans le laboratoire d'analyse et de contrôle de qualité de l'eau du Laboratoire de l'ADE (Algérienne Des Eaux) dans la wilaya de M'sila.

II.1 Présentation de la zone d'étude :

La commune de Ouenougha est située dans la partie nord-ouest de la wilaya de M'sila. Elle fait partie des communes de la daïra de Hammam Dalaa. Elle est délimitée à l'est par la commune de Hammam Dalaa, à l'ouest par la commune de Hammam Dalaa, commune de Beni Yelman, au nord par la ville de Bordj Bou Arreridj, et au sud par la commune de Tarmount, Zararfa, Sidi Hedjres. Géographiquement, dans la Wilaya de M'sila, elle se situe exactement sur le versant sud de la chaîne montagneuse du Hodna, qui est une zone fortement érodée, avec une altitude variant entre 700 et 1200 mètres au-dessus du niveau de la mer. Sa superficie est estimée à 16 595 hectares. La nature de ses terres est forestière, agricole et pastorale.

Notre étude s'est concentrée sur les paramètres de l'eau de cinq sources différentes dans la commune de Ouenougha (vallée de l'eau qui s'appelle Ras Elma).

Les sources étudiées sont : Jawar al-Shallal à Ain al-Kabir, Taguj à Onoja, Ain al-Shallal à M'sila, ainsi que deux sources d'eau qui n'ont pas de noms portant les numéros 2 et 3. En analysant les paramètres de l'eau de ces sources.

II.1.1. Les paramètres physico-chimiques, tels que la température, le pH, la conductivité électrique et la turbidité, étaient dans les limites acceptables pour toutes les sources étudiées, indiquant une stabilité générale de ces caractéristiques.

II.1.2. Les paramètres bactériologiques, tels que les coliformes totaux, Escherichia coli, les entérocoques et les bactéries sulfite-réductrices, étaient tous absents ou présents à des niveaux négligeables dans les sources d'eau étudiées. Cela indique que l'eau de ces sources respecte les normes bactériologiques algériennes.

II.1.3. Les paramètres ioniques, tels que les fluorures, les cyanures, les bromures et les sulfures d'hydrogène, étaient tous en dessous des limites fixées par les normes algériennes pour toutes les sources étudiées. Cela indique une absence ou une présence négligeable de ces composés chimiques indésirables dans l'eau.

II.1.4. Les paramètres de minéralisation globale, tels que le calcium, le magnésium, la dureté totale, le sodium, le potassium, les chlorures, les sulfates, les nitrates et les bicarbonates, étaient généralement conformes aux normes algériennes pour toutes les sources d'eau étudiées, avec quelques variations spécifiques pour chaque paramètre et source.



Figure06: photo aérienne+ carte de Localisation géographique de la commune de Ouenougha dans la wilaya de M'sila.

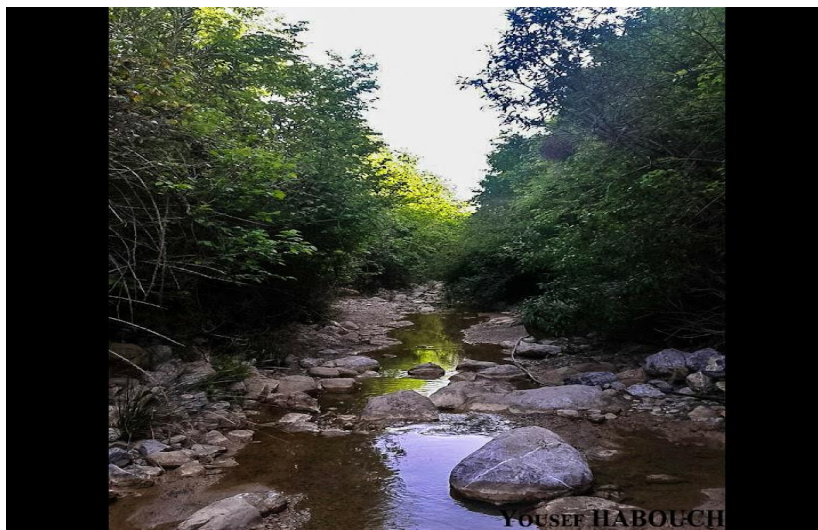


Figure 07 : Une photographie de la vallée (Ras al-Wadi)

II.2. Les caractéristiques climatiques de la commune Ouenougha, Wilaya de M'sila

II. 2.1 Les Reliefs

La commune de Ouenougha est divisée par sa topographie en deux parties principales :

La première section : Elle représente la région montagneuse, qui dans certaines parties atteint une hauteur de 1200 m au-dessus du niveau de la mer, et elle se compose de zones rocheuses escarpées.

La deuxième section : C'est une zone de plateau caractérisée par des creux difficiles et entrecoupée de vallées et de canyons. En général, la topographie de la région est très complexe et présente des pentes variables, ce qui constitue un obstacle à l'expansion urbaine du centre.

II.2.2. Climat

La région de Ouenougha dans la wilaya de M'sila présente un climat de steppe. Les pluies sont faibles et ce toute l'année.

II.2.3. Pluviométrie

La commune de Ouenougha est l'une des zones caractérisées par les pluies d'avalanches, qui entraînent l'érosion des sols et la formation de vallées et de récifs, ce qui caractérise la région . Le taux annuel de précipitations varie entre 300 mm répartis sur 35 jours par an. La région est également caractérisée par des chutes de neige occasionnelles, en particulier dans la région montagneuse, en plus de la formation de glace due à la différence de température entre le jour et la nuit. Juillet est le mois le plus sec avec seulement 7 mm, tandis que novembre enregistre le taux de précipitations le plus élevé.

II.2.4. Température

Les mois de juillet et août enregistrent les températures estivales les plus élevées, avec une température moyenne de 33,9°C en juillet. Les mois de décembre, janvier et février connaissent les températures hivernales les plus basses, avec une température moyenne la plus basse de -03,2°C en février.

La température moyenne maximale varie de 14,2°C en décembre à 38°C en juillet, tandis que la température moyenne minimale varie de -03,2°C en février à 23,5°C en juillet.

II.2.5. Vent

Les vents de l'ouest et du nord prédominent dans la municipalité de Wonoga en hiver et sont chargés de pluie et de neige en raison de leur source. Le deuxième type de vents dominants est le vent du sud-ouest. Ainsi que les vents Sirocco en été, chargés de poussière et chauds.

II.2.6. Habitat

Sa superficie est estimée à 16 595 hectares, la nature de ses terres est forestière, agricole et pastorale, et elle est actuellement habitée par environ 14 397 personnes. Ses habitants dépendent souvent pour leur subsistance de la migration quotidienne vers la wilaya de M'sila, et d'autres wilaya dans une moindre mesure, pour y travailler, étant donné qu'elles disposent d'établissements industriels, et qu'une seconde partie de la population dépend d'activités commerciales et artisanales. dans une moindre mesure, puis l'agriculture saisonnière avec un troisième degré, et le secteur de l'administration et des services dans ce dernier. La structure par âge de la population révèle une population jeune en général, avec plus de la moitié de la population ayant moins de 25 ans, soit 64,64%.

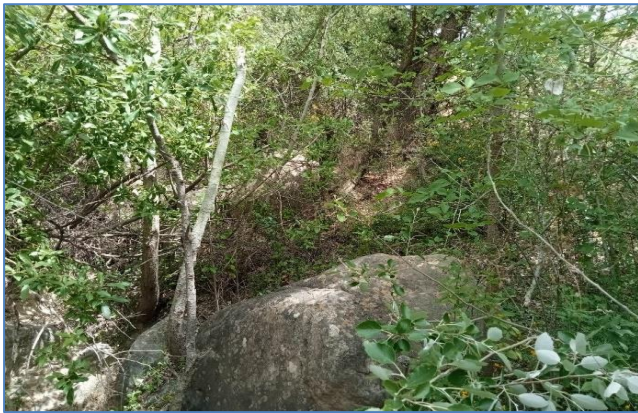
En revanche, la population âgée de plus de 60 ans ne représente que 5,47% de la population totale.

II.3. Les Réseaux Hydrographiques

Selon les informations obtenues par le siège de la commune de ouenougha dans la wilaya de M'sila, les puits désignés pour approvisionner la ville en eau potable et de lavage sont situés au fond de la vallée, que l'on appelle généralement Ras al-Wad, car cette eau est susceptible d'émaner d'une montagne appelée Ain al-Nusour, qui se trouve à environ 1 400 mètres au-dessus de la mer.. Cependant, en raison de sa faible profondeur et de sa grande perméabilité, elle est très sensible à la pollution, car nous avons constaté, après avoir examiné la vallée, qu'il existe plusieurs sources, naturelles et d'autres creusées par des agriculteurs locaux..

II.4. Échantillonnage

L'étude expérimentale consiste à effectuer des analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau dans la commune de ouenougha, exactement / Ras al-Wad. Les analyses ont été réalisées au laboratoire d'analyse et de suivi de la qualité de l'eau au laboratoire des Eaux Liquéfiées Algériennes. L'étude de la qualité de l'eau comporte trois étapes : collecte et échantillonnage, analyse et interprétation des résultats. Pour mener cette étude, nous avons choisi, comme mentionné précédemment, 05 points d'eau : **Ain Chalala- Tagtougue et Jivar El chalale**, ainsi que deux sources d'eau qui n'ont pas de noms portant les numéros 2 et la source 3. En analysant les paramètres de l'eau de ces sources.



source **Ain Chalala 01**



source **Tagtougue**



source **Jivar Elchalale**



source **Ain Elchalala 02**



source **Ain Elchalala 03**

Figure 08 : les 05 sources photo originale (06/05/2023)

II .5. Mode de prélèvement

Les échantillons d'eau sont collectés dans des bouteilles en plastique et des bouteilles en verre spécifiquement destinées aux analyses physico-chimiques. Avant le prélèvement, les bouteilles sont soigneusement nettoyées et préalablement identifiées. Chaque bouteille

est marquée avec la date, l'heure et le lieu de prélèvement. Sur le site, les bouteilles sont d'abord rincées deux à trois fois avec l'eau à analyser, puis remplies avec l'eau prélevée.

Pendant la période de prélèvement, toutes les précautions sont prises pour éviter toute altération des caractéristiques des échantillons, telles que la teneur en gaz, les composés volatils dissous ou la contamination. Le temps de transport des échantillons est réduit au maximum jusqu'à leur arrivée au laboratoire. De plus, les échantillons doivent être conservés à une température comprise entre 3°C et 5°C afin de garantir leur intégrité.

II .6. Analyse physico-chimique

II.6.1. Matériel et appareillages d'analyse

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées à l'aide de divers appareillages et produits spécifiques, comme indiqué dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 04: Types de matériels solution et produits utilisés pour les différentes analyses

Paramètres mesurés	Type d'appareils
Température	Multi-paramètre WTW
Ph	
Conductivité ($\mu\text{s} / \text{cm}$)	
Salinité (%)	
Matière en suspension (MES mg/l) et résidu Sec	Etuve à 105°C
Turbidité	Turbidimètre de laboratoire modèle 2100N HACH à 4000NTU

Paramètres mesurés	Types de solutions et produits
Chlorures	Chromate de potassium, Nitrates d'argent
TA et TAC	Phénolphthaléine et méthyle d'orange HCl
Ca ⁺² et Dureté Totale	Na OH, Murexide et solution Tampon pH=10, Noir eriochrome, EDTA

II.7. Méthodes d'analyse physico-chimique

Les échantillons prélevés pour l'analyse physico-chimique ont été conservés dans des flacons en plastique et des bouteilles en verre transportés au laboratoire pour les analyses. Les paramètres suivants ont été analysés : température ($T^{\circ}\text{C}$), pH, conductivité électrique, dureté totale, chlorures, oxygène dissous, et bien d'autres. Les méthodes analytiques utilisées pour ces analyses sont décrites par..

II .7.1. Analyses physiques

II.7.1.1. Mesure de la température

a) Principe

La mesure de la température est réalisée à l'aide d'un thermomètre. La sonde du thermomètre est introduite dans l'échantillon et la valeur de température est relevée en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$) après que la température se soit stabilisée.



Figure 09 : Le thermomètre

b) Mode opératoire

1. Assurer que le thermomètre est propre et en bon état de fonctionnement.
2. Si nécessaire, calibrer le thermomètre en suivant les instructions du fabricant.
3. Rincer la sonde du thermomètre avec de l'eau distillée pour éliminer les résidus éventuels.

4. Introduire soigneusement la sonde du thermomètre dans l'échantillon à analyser.
5. Attendre que la température de l'échantillon se stabilise. Cela peut prendre quelques instants, en fonction de la nature de l'échantillon.
6. Lire et enregistrer la valeur affichée sur le thermomètre une fois que la température s'est stabilisée.

d) Expression des résultats

Les mesures de température sont exprimées en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Veillez à noter la valeur exacte indiquée par le thermomètre une fois que la température s'est stabilisée. Assurez-vous également de prendre en compte la résolution du thermomètre, qui détermine le plus petit changement de température qu'il peut détecter avec précision.

II.7.1.2. Détermination du pH

a) Principe

La différence de potentiel entre une électrode de verre et une électrode de référence (électrode de calomel saturé) plongeant dans une même solution est proportionnelle au pH de la solution. Selon la loi de Nernst, le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des IONS H^+ présents dans la solution.



Figure 10 : PH mètre

b) Mode opératoire

La lecture est effectuée à l'aide d'un pH mètre portatif. Après avoir rincé les électrodes avec de l'eau distillée, elles sont introduites dans l'échantillon à analyser.

c) Expression des résultats

La lecture est réalisée une fois que la valeur de pH est stabilisée. Les mesures sont exprimées en unités de PH, à une température de 20°C.

II.7.1.3. Détermination de la turbidité

La turbidité d'un liquide correspond à la réduction de sa transparence due à la présence de matière non dissoute. La mesure de la turbidité est réalisée à l'aide d'un turbidimètre optique qui utilise l'effet Tyndall ou l'opacimétrie. Dans notre étude, nous utilisons un spectrophotomètre HACH 2100.

a) Principe

L'appareil de référence comprend un faisceau lumineux qui traverse la cuve de mesure. L'effet Tyndall est utilisé pour la mesure des faibles turbidités, telles que les eaux de boissons.

Nous utilisons un spectrophotomètre HACH 2100 et une cuvette de verre incolore de 50 mm de diamètre pour évaluer la transparence.



Figure 11: Turbidimètre

b) Étalonnage de l'appareil

Nous préparons une solution étalon de formazine de 400 NTU et nous préparons une solution diluée de 40 NTU pour effectuer la mesure.

c) Mode opératoire

Avant la mesure, l'échantillon doit être remis à température ambiante et homogénéisé doucement. La cuvette de mesure doit être propre et rincée avec l'échantillon avant chaque utilisation. La mesure de la turbidité s'effectue de la manière suivante :

- Remplir la cuve sans créer de bulle, visser le bouchon et sécher la cuve. Insérer la cuve dans le puits de mesure en alignant les flèches.
- Fermer le capot et attendre l'affichage d'une valeur. Appuyer sur "ENTER" et lire la valeur affichée.

e) Expression des résultats

Le résultat final est obtenu par lecture directe sur l'appareil en NTU (unités de turbidité). On peut également choisir une valeur de référence, par exemple 20 NTU, pour vérifier la bonne calibration de l'appareillage.

II.7.1.4. Détermination de la conductivité et TDS

La conductivité électrique d'une eau est la mesure de sa capacité à conduire l'électricité. Elle est exprimée en Siemens par mètre (S/m). Dans notre étude, nous utilisons généralement la conductivité électrique en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$). La résistivité électrique, exprimée en ohms-centimètre ($\Omega\text{-cm}$), est également utilisée et elle est inversement proportionnelle à la conductivité ($\text{Résistivité } (\Omega\text{-cm}) = 100000 / \text{Conductivité } (\mu\text{S}/\text{cm})$).

a) Principe

La conductivité est mesurée en évaluant la conductance électrique d'une colonne d'eau entre deux électrodes parallèles en platine (ou recouvertes de noir de platine). La résistance de la colonne d'eau est mesurée en ohms.

Nous utilisons un conductimètre pour mesurer la conductivité électrique de l'eau.



Figure 12 : Conductimètre

b) Mode opératoire

- Assurer que la verrerie utilisée est propre et rincée avec de l'eau distillée avant utilisation.
- Rincer la cellule de conductivité plusieurs fois, d'abord avec de l'eau distillée, puis en la plongeant dans l'échantillon à mesurer ; la mesure dans un deuxième récipient en assurant que les électrodes de platine sont complètement immergées.
- Agiter le liquide à l'aide d'un barreau magnétique pour que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant. Cette agitation permet également d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes.
- Placer un thermomètre aussi près que possible de la cellule de mesure. Il est important que la température du liquide ne varie pas pendant la mesure.

Pour la mesure de la conductivité totale des solides dissous (TDS), la mesure de la conductivité est généralement convertie en TDS en utilisant une équation spécifique ou un facteur de conversion approprié.

d) Exploitation des résultats

Les résultats de la conductivité électrique sont exprimés en microsiemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Ces valeurs peuvent être utilisées pour évaluer la salinité de l'eau, sa concentration en sels dissous et sa conductivité électrique globale.

II.7.1.5. Détermination Dureté

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.

a)- Principe

La dureté totale détermine la concentration en calcium et du magnésium dissous. Les alcalino-terreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe de type chélate par le sel di sodique de l'Acide Éthylène Diamine tétra acétique (EDTA).

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

$$T_H = 1000 * [(C * V_1)/V_2] \dots\dots\dots (4)$$

: 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.

b)- Matériels et réactifs

- Burette graduée
- Pipette jaugée de 25 mL
- Solution d'EDTA (Acide Éthylène Diamine Tétra Acétique) de concentration connue
- Indicateur de complexation (par exemple, solution de noir d'érythrosine)
- Solution tampon pH 10

c)- Mode opératoire

1. Préparation de l'échantillon : L'échantillon doit être filtré pour éliminer les particules en suspension. Si nécessaire, ajuster le pH par une solution tampon pH=10
2. Préparation de la solution de titrage : Préparer une solution d'EDTA de concentration connue en dissolvant une quantité précise dans de l'eau distillée.
3. Titration :

- a. Pipeter avec précision 25 mL de l'échantillon dans un erlenmeyer.
- b. Ajouter quelques gouttes de l'indicateur de complexation.
- c. Commencer à verser la solution d'EDTA de la burette dans l'erlenmeyer tout en agitant doucement. L'indicateur changera de couleur au début de la réaction de complexation.
- d. Continuer à ajouter la solution d'EDTA jusqu'à ce que la couleur de l'indicateur change de manière permanente, indiquant que la réaction de complexation est complète.

4. Lecture des volumes

- a. Noter le volume de solution d'EDTA utilisé (V1) à partir de la burette.
- b. Noter le volume d'échantillon utilisé (V2) à partir de la pipette jaugée.

d)- Calcul des résultats

Utilisez l'équation (4) pour calculer le titre hydrométrique (TH) en mg/L. Vous pouvez également convertir le TH en degrés français (°f) ou en degrés allemands (°dH) en utilisant des facteurs de conversion spécifiques.

e) Expression des résultats

La dureté totale, exprimée en mg/L de CaCO₃, donne une indication de la concentration en ions calcium et magnésium dissous dans l'eau. Une dureté élevée peut entraîner des problèmes d'entartrage et d'incrustation dans les installations et les appareils. Les valeurs de référence pour la dureté de l'eau varient en fonction de l'utilisation prévue de l'eau (par exemple, eau potable, eau industrielle).

La méthode de titrimétrie à l'EDTA est largement utilisée pour déterminer la dureté totale de l'eau en raison de sa simplicité et de sa précision.

II .7.2. Analyses chimiques

II.7.2.1. Détermination des Nitrates (NO₃⁻)

a) Principe

Les nitrates réagissent avec les salicylates de sodium pour former du paranitrosnylate de sodium qui présente une coloration jaune. Cette réaction colorimétrique permet de doser les nitrates.

c) Mode opératoire

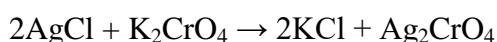
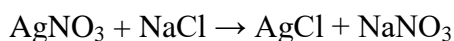
1. Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30% et 1 ml de solution de sodium à 10 ml de l'échantillon à analyser.
2. Évaporer la solution à sec en utilisant un bain-marie ou une étuve réglée à une température de 75°C à 88°C.
3. Laisser la solution refroidir.
4. Reprendre le résidu obtenu en ajoutant 2 ml d'acide sulfurique et laisser reposer pendant 10 minutes.
5. Ajouter ensuite 15 ml d'eau distillée et 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium.
6. Mesurer l'absorbance de la solution obtenue à l'aide d'un spectrophotomètre réglé à une longueur d'onde de 420 nm.

d) Expression des résultats

Les résultats de la mesure sont exprimés directement en milligrammes par litre (mg/l) selon la méthode décrite par Rodier en 1984.

II.7.2.2. Détermination des Chlorures (Cl⁻)**a) Principe**

Les ions chlorure réagissent avec les ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui précipite de manière quantitative. Une petite quantité d'excès d'ion argent est ajoutée, ce qui permet la formation de chromate d'argent brun-rouge avec l'ajout d'ions chromate comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour détecter le point d'équivalence du titrage. Le pH est maintenu entre 5 et 9,5 pendant le titrage.

**b) Mode opératoire**

1. Introduire 5 ml de l'échantillon dans un bécher.
2. Ajouter de l'indicateur de chromate de potassium.

3. Titrer la solution goutte à goutte avec une solution de nitrate d'argent jusqu'à ce que la solution prenne une couleur brun rougeâtre.

c) Expression des résultats

La concentration en chlorures (Cl⁻) exprimée en milligrammes par litre (mg/l) est calculée à l'aide de la formule suivante : $[Cl^-] \text{ (mg/l)} = (V * N * M * 1000) / (PE * F)$

où :

[Cl⁻] est la concentration en milligrammes par litre de chlorure,

V est le volume en ml de la solution de nitrate d'argent utilisée pour titrer l'échantillon,

N est la normalité de la solution de nitrate d'argent,

M est la masse de chlorures,

PE est la prise d'essai,

F est le facteur lié au réactif utilisé.

II.7.2.3. Dosage de sodium et de potassium par photométrie de la flamme

a) Partie théorique

La photométrie de la flamme est l'une des méthodes les plus rapides et sensibles connues aujourd'hui pour le dosage des éléments alcalins et alcalino-terreux. Les éléments à analyser tels que le sodium, le potassium, le lithium, le calcium, etc., sont généralement présents sous forme de sels. L'analyse est réalisée à partir de solutions de ces sels.

b) Partie pratique - Mode opératoire

L'appareil utilisé est le Dr LANGE (JENWAN) et les étapes suivantes doivent être suivies :

1. Allumer l'appareil en utilisant le bouton vert (Power) et ouvrir le robinet de la bouteille de gaz.
2. Allumer la flamme en utilisant le bouton noir "IGNITION" et maintenir le doigt enfoncé jusqu'à ce que l'affichage "FLM" en rouge apparaisse sur l'écran.
3. Prélever de l'eau distillée et la placer dans une cuvette.

4. Optimiser la flamme en ajustant le bouton "fuel" si elle est jaune, jusqu'à ce que sa couleur devienne bleu violacé.
 5. Ajuster à zéro en utilisant le bouton "Blank".
 6. Laisser la flamme se stabiliser pendant 5 à 10 minutes.
 7. Une fois la flamme stabilisée à zéro, remplacer la cuvette d'eau distillée par une autre cuvette contenant une solution étalon de Na⁺ ou de K⁺ à une concentration de 10 mg/L.
 8. Ajuster à 10 mg/L en utilisant le bouton "FINE".
 9. Retirer la cuvette contenant la solution étalon de Na⁺ ou de K⁺ à 10 mg/L et la remplacer par une cuvette remplie d'eau distillée. Vérifier si l'écran affiche zéro (0.000).
 10. Retirer la cuvette d'eau distillée et la remplacer par une cuvette contenant une solution étalon de Na⁺ ou de K⁺ à 10 mg/L. Vérifier si l'écran affiche la valeur de concentration (10).
 11. Continuer cette procédure avec des échantillons inconnus jusqu'à ce que la valeur affichée sur l'écran se stabilise (effectuer 3 essais pour chaque échantillon).
- À la fin du dosage et par mesure de sécurité, fermer d'abord la bouteille de gaz propane, puis éteindre l'appareil et la pompe.

c) Expression des résultats

Les résultats sont donnés directement en milligrammes par litre (mg/L).

II.7.2.4. Détermination du Titre Alcalimétrique Complet (TAC)

a) Principe

Cette détermination repose sur la neutralisation d'un volume d'eau par de l'acide chlorhydrique (HCl) dilué en présence de phénolphtaléine. L'objectif est de mesurer la teneur en hydroxyde libre et en carbonate (CO₃⁻²). Le titre alcalimétrique est estimé en utilisant l'expression suivante

$$\text{TAC} = (\text{N HCl} * \text{V HCl} * 1000) / 10$$

TAC: Titre Alcalimétrique en milliéquivalents (meq)

V HCl: Volume en millilitres de solution d'HCl utilisée pour le titrage

N HCl: Concentration en milliéquivalents par litre (meq/L) d'HCl

b) Mode opératoire

1. Placer 100 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer.
2. Ajouter 3 gouttes de méthyle d'orange à 1% comme indicateur.
3. Titrer avec la solution d'HCl jusqu'à l'apparition d'un virage de couleur jaune-orangé.

c) Expression des résultats

Le résultat du Titre Alcalimétrique Complet (TAC) est exprimé en milliéquivalents par litre (meq/L) ou en degrés français (°f).

II.7.2.5. Détermination du calcium (Ca^+) et du magnésium (Mg^{2+})

a) Principe

La détermination du calcium et du magnésium se fait par titrage molaire des ions avec une solution de sel disodique de l'acide (ETHYLENEDIAMINETETRAACETIQUE) (EDTA) à pH 10. L'indicateur utilisé est le noir (ERICHROME) T, qui prend une couleur rouge foncé ou violette en présence des ions calcium et magnésium.

Mode opératoire pour le calcium (V1) Ca^{2+}

1. Prendre 50 ml d'eau à analyser.
2. Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N et du murexide.
3. Titrer avec la solution d'EDTA jusqu'à l'apparition d'un virage violet.

Mode opératoire pour le calcium et le magnésium (V2) $\text{Ca}^{2+}\text{Mg}^{2+}$

1. Prendre 50 ml d'eau à analyser.
2. Ajouter 2 ml de NH_4OH (10,1) et du noir (ERIOCHROME).
3. Titrer avec la solution d'EDTA jusqu'à l'apparition d'un virage bleu.

b) Expression des résultats

Pour le calcium (Ca^{2+}): Ca^{2+} (mg/L) = $V1 * N_{\text{EDTA}} * F * M_{\text{Ca}^{2+}} * 1000 / PE$

$V1_{\text{EDTA}}$: Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée

NEDTA: Molarité de la solution d'EDTA (0,01 M)

F: Facteur

$M_{Ca^{2+}}$: Masse molaire du calcium en g

PE: Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour le dosage)

Donc:

$$MgCa^{2+} / L = V1 * 0,01 * F * 40,08 * 100 / 50$$

Pour le magnésium (Mg^{2+}):

$$Mg^{2+} (mg/L) = V2 * NEDTA * F * MMg^{2+} * 1000 / PE$$

$V2_{EDTA}$: Volume d'EDTA nécessaire pour une concentration donnée

NEDTA: Molarité de la solution d'EDTA (0,01 M)

F: Facteur

MMg^{2+} : Masse molaire du magnésium en g

PE: Prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour le dosage)

$$\text{Donc: } mgMg^{2+} / L = V2 * 0,01 * F * 24,31 * 100 / 50$$

$V1$ et $V2$ sont les volumes d'EDTA nécessaires pour atteindre le virage dans les dosages respectifs du calcium et du calcium et du magnésium.

NEDTA est la molarité de la solution d'EDTA (0,01 M).

F est le facteur de correction.

$M_{Ca^{2+}}$ et MMg^{2+} sont les masses molaires du calcium et du magnésium respectivement.

PE représente la prise d'essai, c'est-à-dire le volume de l'échantillon utilisé pour le dosage.

Les résultats sont exprimés en milligrammes par litre (mg/L) pour le calcium (Ca^{2+}) et le magnésium (Mg^{2+}).

Chapitre III

Résultats et Discussions

CHAPITRE III : Résultats et Discussions

L'étude expérimentale menée sur les échantillons prélevés dans la vallée appelée Ras al-Wad commune de Ouenougha, Wilaya de M'sila nous a permis de déterminer les paramètres caractéristiques de l'eau de cette région. Les prélèvements ont été réalisés dans Cinq sources pendant le deuxième semestre de l'année universitaire 2022/2023, plus précisément au cours du mois de février, une période propice pour un échantillonnage facile. Les résultats obtenus sont présentés dans ce chapitre sous forme de graphiques et de tableaux.

III .1. Paramètres organoleptiques

Les résultats des paramètres obtenus, sont représentés dans le tableaux suivant .

Tableau 05 : représente la Variation des Paramètres organoleptiques pour la cinq échantillons (Ain Chalala – Tagtogue - , Jiwar Elchalale- S2- S3) étudiés.

Paramètres organoleptiques	Unité	Les cinq sources étudié					Norme alg
		Ain chalala	Jiwar elchalal	tagtogue	Source 02	Source 03	
Couleur	mg/l platine	Clair	Clair	Clair	Clair	Clair	15
Odeur à 25° C	Taux dilution	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	04
Saveur à 25° C	Taux dilution	Bon	Bon	Bon	Bon	Bon	04
Chlore résiduel libre	mg/l	≥0.1	≥0.1	≥0.1	≥0.1	≥0.1	≥0.1

Selon le tableaux Les paramètres organoleptiques mesurés pour les sources 2, 3, Ain Chalala, Tagtougue et Jiwar El Chalale ont donné des résultats identiques.

La couleur de l'eau a été évaluée à 15 mg/l de platine, ce qui correspond à une clarté visuelle.

L'odeur de l'eau à 25°C a été diluée jusqu'à un taux de 4, indiquant une bonne qualité de l'odeur.

La saveur de l'eau à 25°C a également été diluée jusqu'à un taux de 4, indiquant une sa bonne qualité.

Le chlore résiduel libre dans l'eau a été mesuré à 0.1 mg/l, respectant ainsi la norme algérienne qui fixe la limite maximale à 0.1 mg/l.

Ces résultats indiquent que les sources 2, 3, Ain Chalala, Tagtougue et Jiwar El Chalale) présentent des caractéristiques organoleptiques similaires, conformes aux normes algériennes.

III .2. Paramètres physico-chimiques

Les résultats des paramètres obtenus, sont représentés dans les tableaux suivants

Tableau 06 : Variation des Paramètres physico-chimiques

Paramètres physico-chimique	Unité	Les cinq sources étudiés					Norme alg
		Ain chalala	Jiwar El Chalal	tagtogue	Source 02	Source 03	
Concentration des ions hydrogène	Unité pH	7.7	7.6	7.4	7.3	7.3	≥6.5 et ≤9
Conductivité à 25°C	μS/cm	403	456	363	901	1537	2800
Température	Taux dilution	25	25.2	25.2	25	24.8	25
Turbidité	°C	0.2	2	0.3	0.2	01	05
Oxygéné dessous	NTU	/	/	/	/	/	--
TDS	mg/l	194	220	174	442	768	--
Résidu sec à 105 °C	mg/l	305	345	275	683	1165	--

II. 2.1 Température

La figure représente la variation spatiale de température dans les eaux pour les différents

Échantillons (Ain Chalala - Tagtougue- , Jiwar El Chalale- S2- S3) étudiés

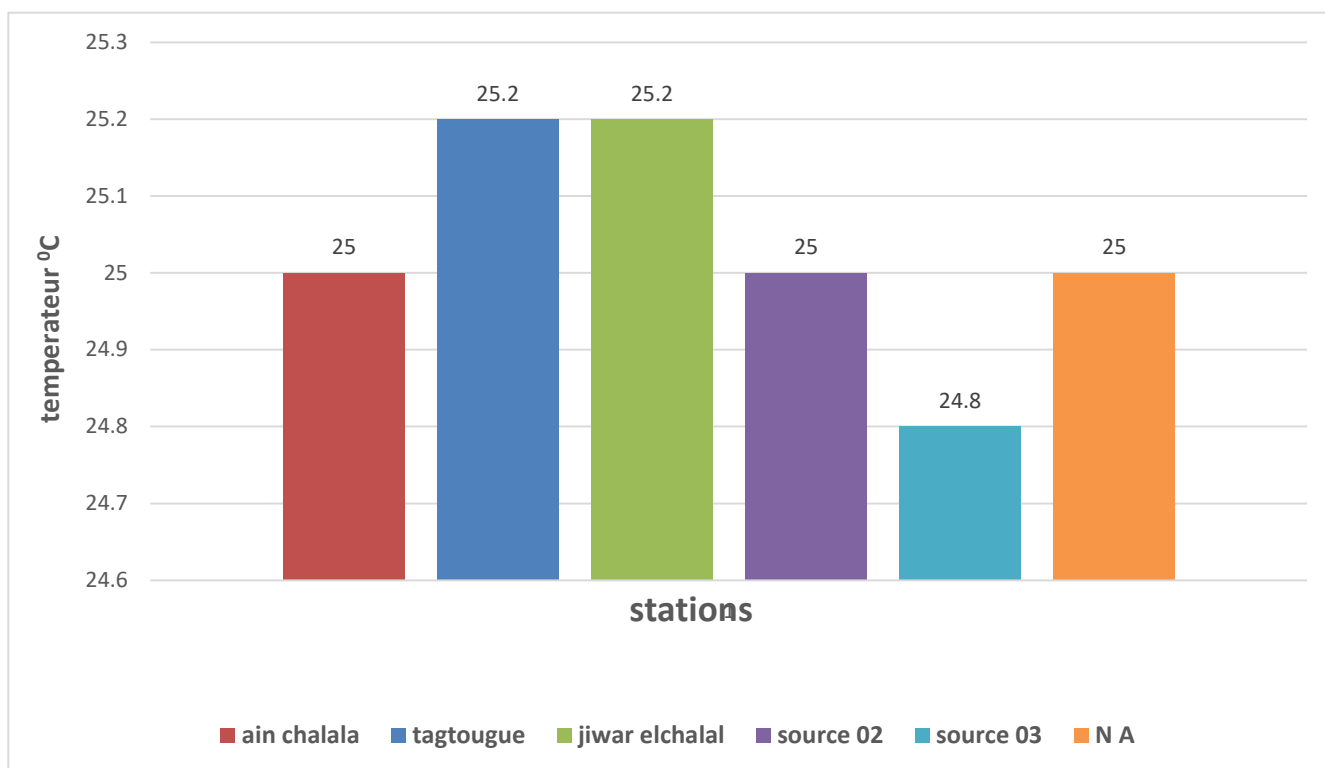


Figure 13: Diagramme des points de température d'eau étudiés

Pour l'analyse des paramètres physico-chimiques, nous avons commencé par la température. Ce paramètre joue un rôle primordial dans la solubilité des sels et des gaz, donc sur la conductibilité. Cependant une température supérieure à 25°C favorise le développement des micro-organismes dans les canalisations.

Le résultat obtenu montre que les valeurs de T°C des cinq échantillons d'eau analysés durant la période d'étude varient entre des valeurs minimales de 24.8 °C enregistrées pour S3 et des valeurs maximales de 25.2 °C enregistrées pour source de tagtougue et jiwar El Chalal.

En effet, les valeurs mesurées de température de source est appelé Ain Chalala et source 02 sont conformes aux normes algériennes et pour les autres sources tagtougue et jiwar El Chalal , proche de la valeur attendue de 25°C et pour la source 03, légèrement inférieure à la valeur attendue de 25°C.

III. 2.2 Potentiel hydrogéné (PH) .

La figure représente la variation spatiale potentiel hydrogène (PH) dans les eaux pour les différents échantillons (Ain Chalala - Tagtougue- , Jiwar El Chalale- S2- S3) étudiés.

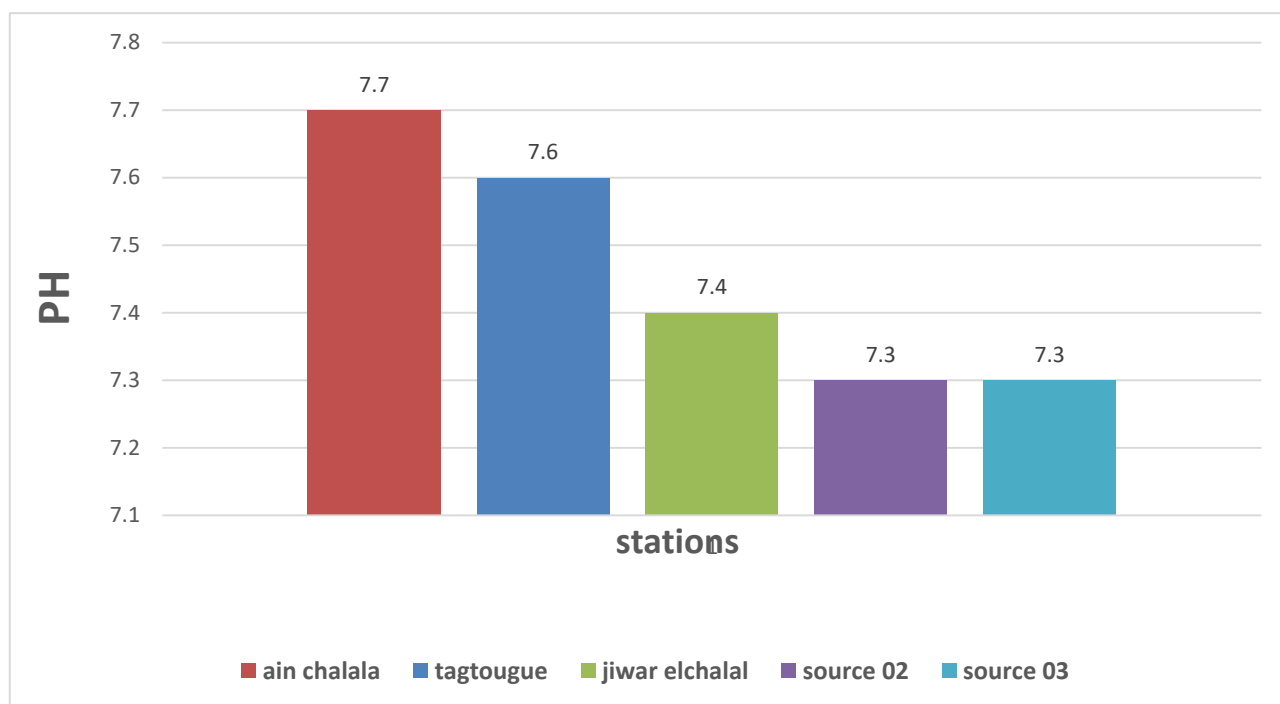


Figure 14 : Diagramme des points potentiels hydrogènes (pH) d'eau étudiés

Le pH interfère avec d'autres paramètres de qualité dans de complexes réactions chimiques : dureté alcalinité etc.

Pour des pH inférieurs à 7 peuvent provoquer une corrosion sévère des tuyauteries métalliques conduisant à une augmentation des concentrations des certains substance

métalliques (plomb, cadmium

Des pH supérieurs à 8 entraînent une diminution de l'efficacité du processus de désinfection au chlore, car celui-ci retrouve sous forme no bactéricide, un ph élevé peu conduire à des dépôts incrustants dans les circuits de distribution par ailleurs il peut intensifier une possible coloration et donner une saveur amère.

Le pH dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du substrat. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates. Les valeurs observées révèlent que le pH est légèrement neutre à alcalin dans les 05 stations dans la vallée de ras –elwad commune de ouenougha Wilaya de M'sila. Le pH varié entre (7.3 à 7.7) ne dépasse pas la norme Algérienne (pH = 6.5-8.5), donc la qualité de l'eau dans la région d'étude est acceptable.

III. 2.3 La Conductivité Electrique

La figure représente la variation spatiale de conductivité électrique dans les eaux pour les différents échantillons (Ain Chalala - Tagtougue- , Jiwar El Chalale- S2- S3) étudiés.

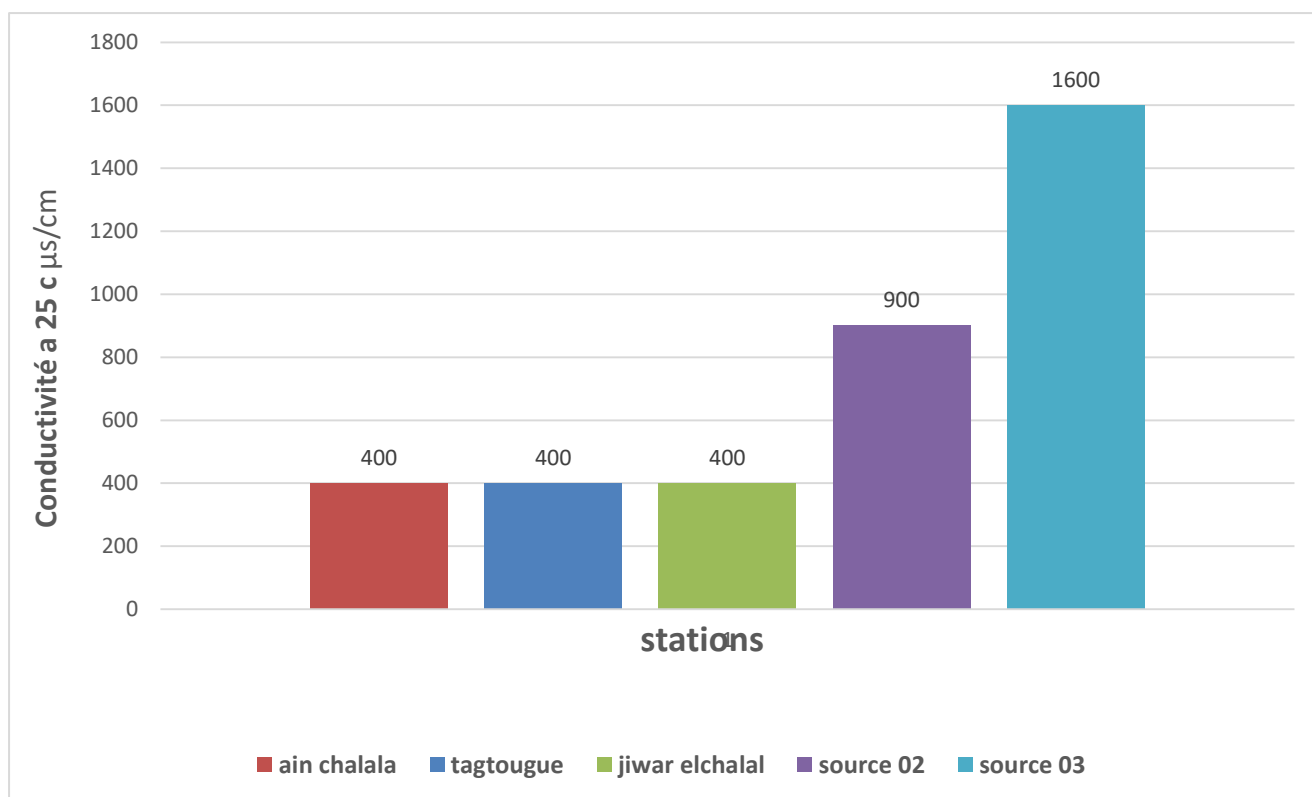


Figure 15 : Diagramme des points de conductivité électrique d'eau étudiés

La conductivité électrique dépend des charges de matière organique endogène et exogène, génératrice de sels après décomposition et minéralisation et également avec le phénomène d'évaporation qui concentre ces sels dans l'eau, elle varie aussi suivant le substrat géologique traversé. D'après les résultats obtenus, une valeur moyenne avec un minimum de 363 µs/cm et un maximum de l'ordre de 1537 µs/cm.

Les valeurs de la conductivité enregistrées dans les cinq eaux de source sont inférieures à celles données par la norme algérienne (2800 µs/cm), d'où la qualité des points d'eau examinés dans la région est acceptable. Donc, la qualité de l'eau dans la région d'étude est très mauvaise. Faisant cette eau une eau très minéralisée.

III. 2.4 turbidité

La figure représente la variation spatiale de turbidité dans les eaux pour les différents échantillons (Ain Chalala - Tagtougue- , Jiwar El Chalale- S2- S3) étudiés.

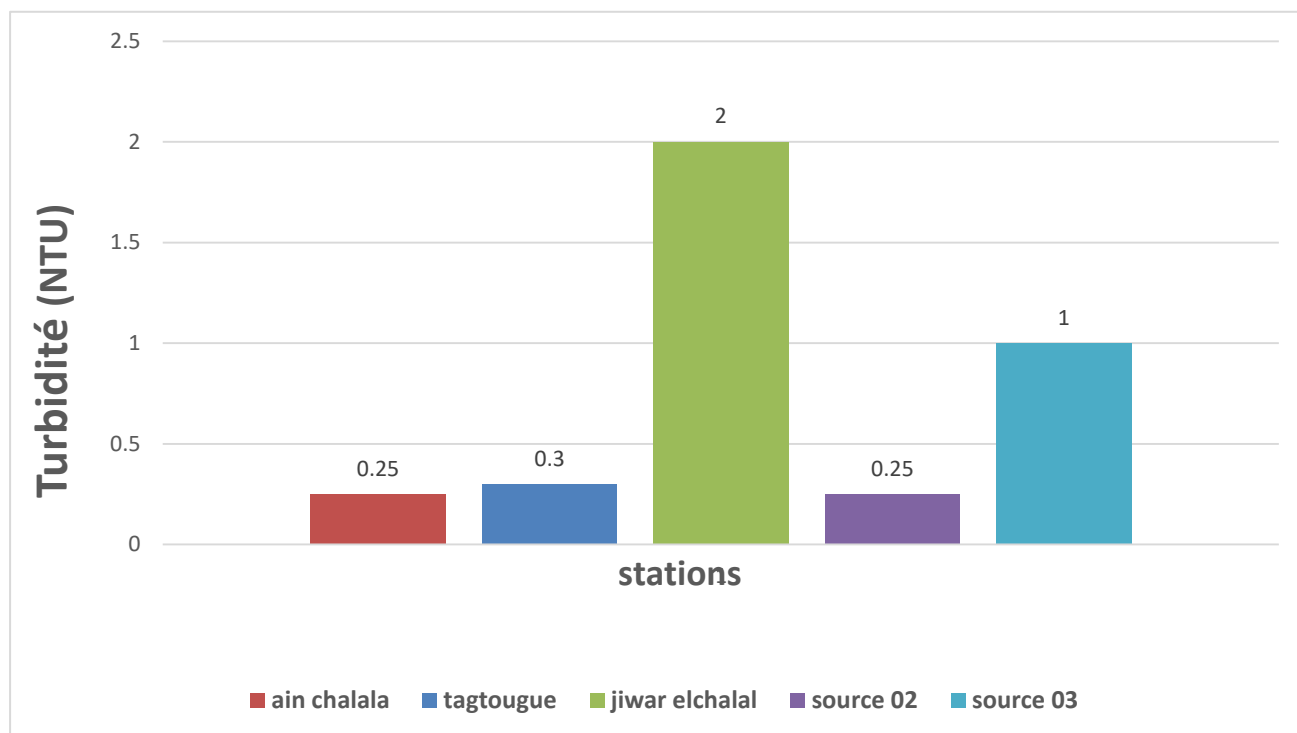


Figure 16 : Diagramme des points de turbidité d'eau étudiés.

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau, il traduit la présence des particules en suspension dans l'eau.

La turbidité n'est pas dangereuse en soi, par contre son apparition a une importance sur les autres paramètres qui définissent la qualité de l'eau du point de vue bactériologique et chimique.

Les valeurs de la turbidité enregistrées dans tous les stations, sont compris entre 0.2 à 2 (NTU) sont inférieures à celle donnée par la norme Algérienne (5 NTU), d'où la qualité des points d'eau examinés dans la région est acceptable, faisant cette eau une eau bien clarifié.

III. 2.5 Dureté totale (TH)

La figure représente la variation spatiale de Titre Hydrométrique dans les eaux pour les différents échantillons (Ain Chalala - Tagtougue- , Jivar El Chalale- S2- S3) étudié.

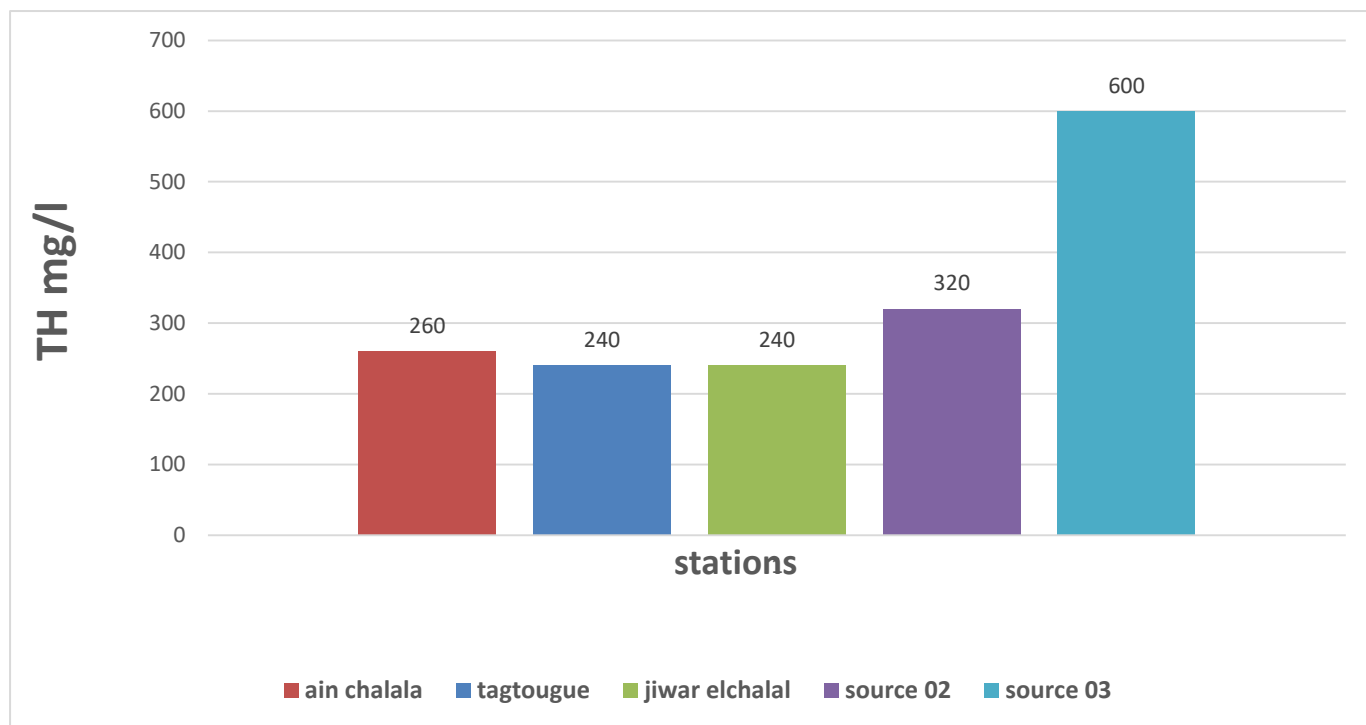


Figure 17: Diagramme des Dureté totale (TH) d'eau étudiés

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. Les résultats obtenus dans l'échantillons (Ain Chalala - Tagtougue- , Jivar El Chalale - S3) montrent que la dureté varie entre 240 à 320 mg/L ne dépassent pas les normes Algériennes de 500 mg/L, donc la qualité de l'eau étudie dans les quater est acceptable.mais dans la source numéro 3 en enregistré 600 mg/L dépasse les norme Algériennes de 500 mg/L il n'est pas potable.

IV. 2.5 Titre Alcalimétrique complet (TAC)

La figure représente la variation spatiale de Titre Alcalimétrique complet dans les eaux pour les différents échantillons (Ain Chalala - Tagtougue- , Jivar El Chalale- S2- S3) étudiés

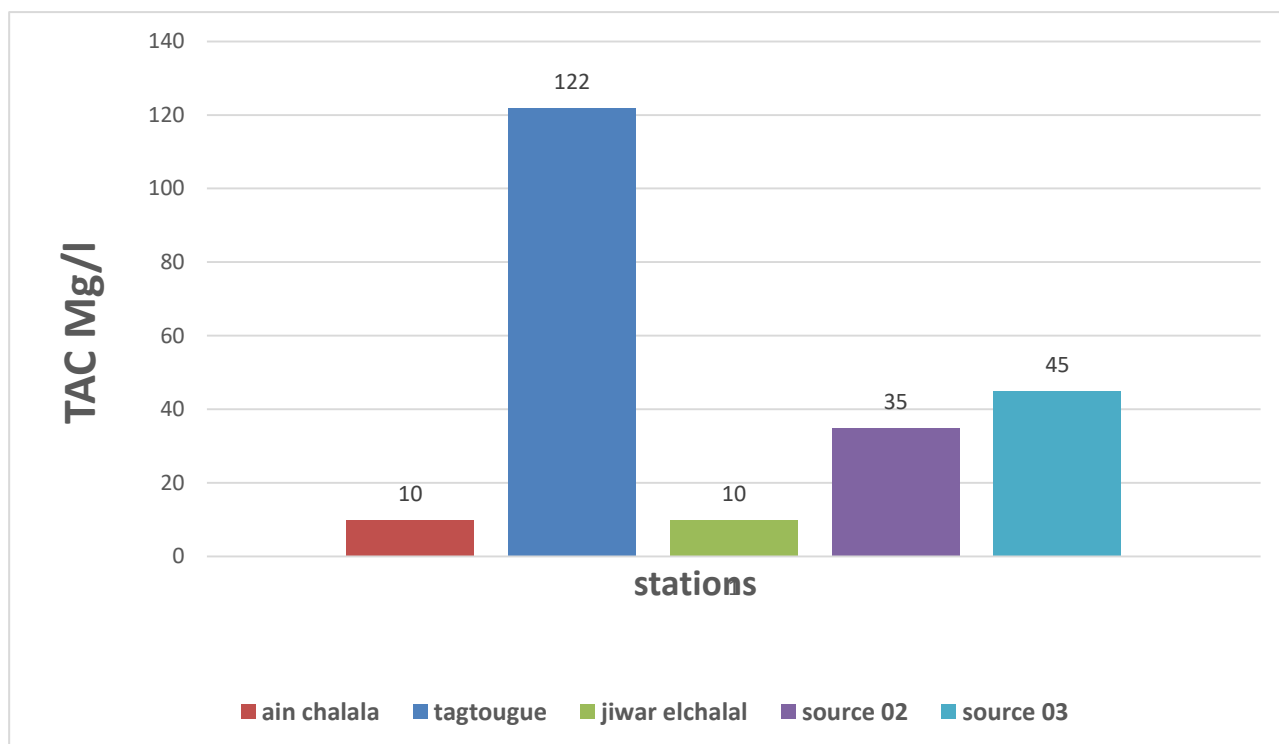


Figure 18 : Diagramme de Titre Alcalimétrique complet des points d'eau étudiés

Le titre alcalimétrique complète ou TAC. Correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres, carbonates et hydrogénocarbonates. D'après les résultats obtenus une valeur varie entre 10 à 122 mg/L, donc les résultats ne dépassent pas les normes Algériennes de 500 mg/L.

III. 2.6 Calcium (Ca⁺)

La figure représente la variation spatiale des ions de calcium de l'eau de la région d'étude pour les Stations (Ain Chalala - Tagtougue- , Jiwar El Chalale- S2- S3).

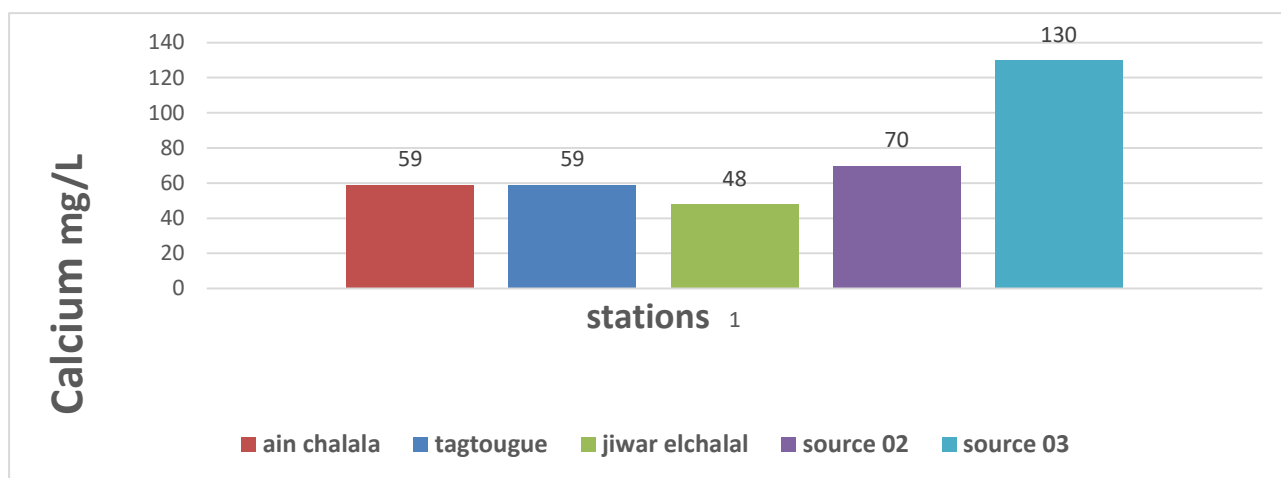


Figure 19 : Diagramme des points de calcium d'eau étudiés.

La présence des ions Ca_2^+ dans l'eau est liée principalement à deux origines naturelles soit la dissolution des formations carbonatées (CaCO_3), soit la dissolution des formations gypseuses (CaSO_4). D'après les résultats obtenus elle varie entre 48 à 120 mg/L et inférieur sont les normes Algériennes de 200 mg/L, Donc la concentration de calcium faible, ce qui indique que ces eaux sont moins influencées par la dissolution des formations carbonatées et gypseuses, donc la qualité de l'eau dans la région d'étude est acceptable.

III. 2.7 Chlorure (Cl)

La figure représente la variation spatiale des ions de chlorure de l'eau de la région d'étude pour les Stations (Ain Chalala - Tagtougue- , Jivar El Chalale- S2- S3).

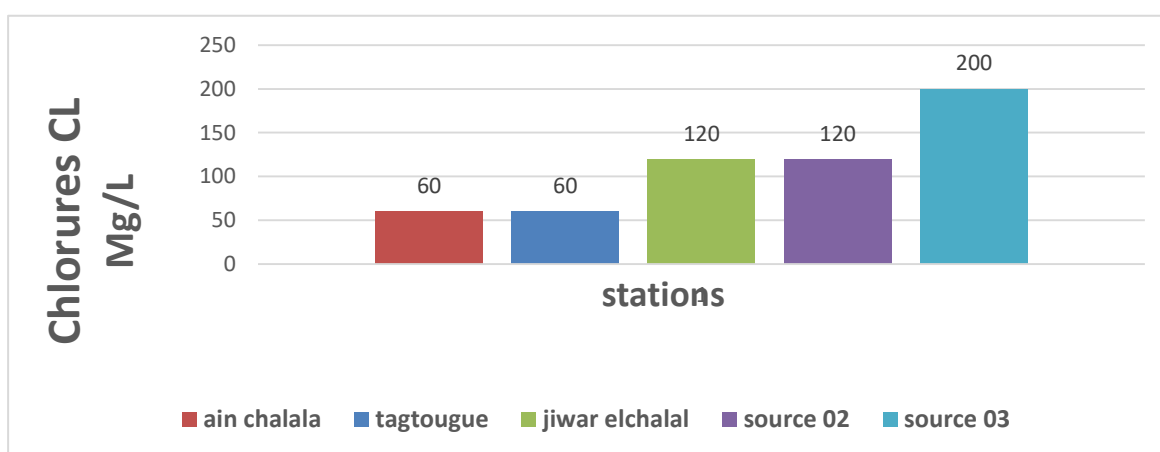


Figure 20 : Diagramme des points de chlorure d'eau étudiés

La concentration des chlorures dans l'eau dépend aussi du terrain traversé. Sur la base des résultats des analyses effectuées pour les échantillons des eaux, les teneurs en chlorures est de l'ordre de 71 mg/L à 192 mg/L au niveau de la région d'étude, les teneurs en chlorures sont inférieures à 500 mg/L selon les normes Algériennes, donc la qualité de l'eau dans la région d'étude est acceptable.

III. 2.8 Magnésium (Mg_2^+)

La figure représente la variation spatiale de magnésium dans les eaux pour les différents échantillons (Ain Chalala - Tagtougue- , Jivar El Chalale- S2- S3) étudiés.

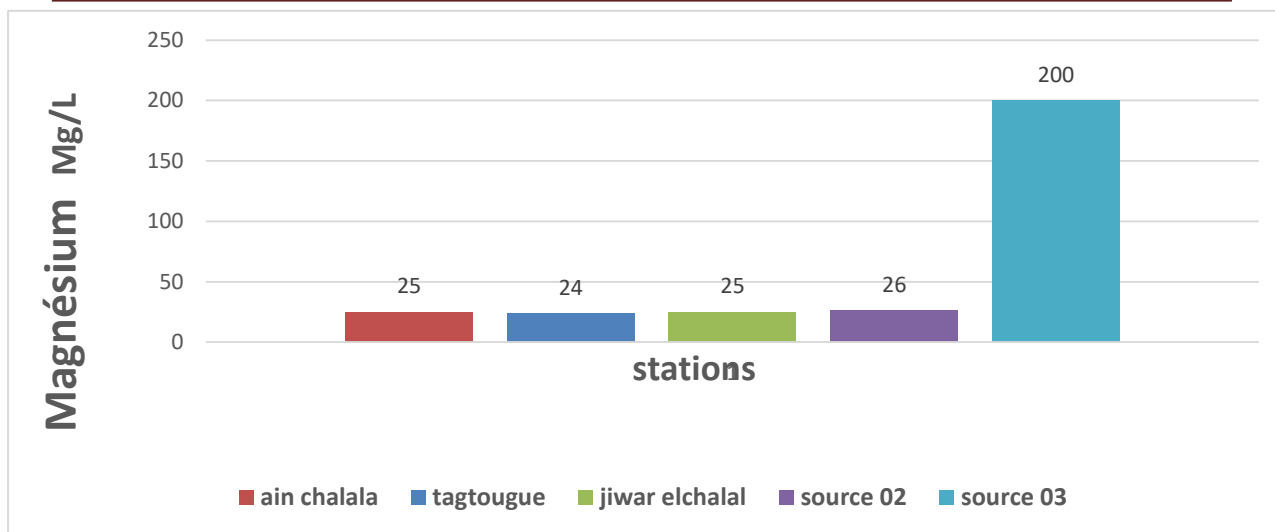


Figure 21 : Diagramme des points de Magnésium (Mg_2^+) d'eau étudiés

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 24 à 73 mg/L donc les résultats ne dépassent pas les normes Algériennes de 500 mg/L donc la qualité de l'eau est acceptable.

III. 2.9 Nitrites (NO_2^-)

La figure représente la variation spatiale de nitrite NO_2^- dans les eaux pour les différents échantillons (Ain Chalala - Tagtougue- , Jivar El Chalale- S2- S3)étudiés.

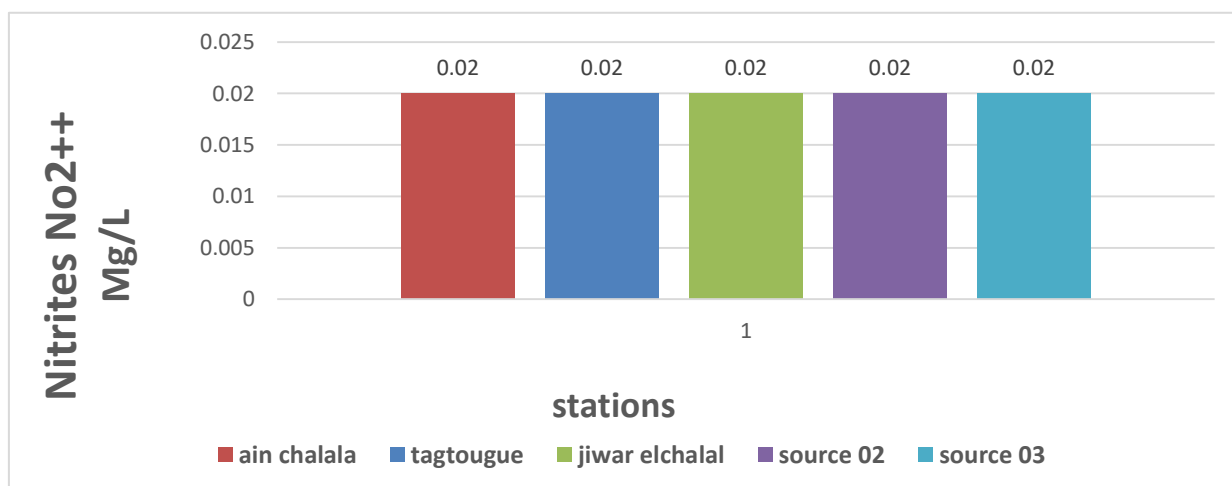


Figure 22 : Diagramme de nitrite de nitrite NO_2^- des points d'eau étudiés

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

Les nitrites pourraient être à l'origine de la formation de composés N-nitrosés qui, sont suspectés d'être cancérogènes.

La concentration des NO_2^- dans l'eau dépend aussi du terrain traversé et est inférieure à 0.02 mg/L. Cette valeur est acceptable car l'OMS préconise des valeurs < 3 mg/L. Alors

que la concentration maximale admissible (CMA) est de 0.1 mg/L.

III. 2.10 Nitrates (NO_3^-)

La figure représente la variation spatiale de nitrate NO_3^- dans les eaux pour les différents échantillons (Ain Chalala - Tagtougue- , Jiwari El Chalale- S2- S3) étudiés.

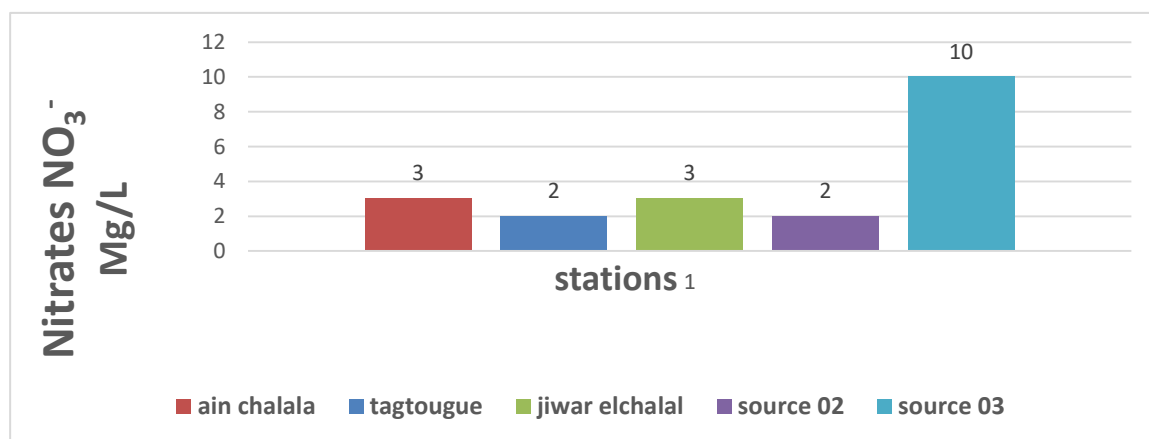


Figure 23 : Diagramme de nitrate NO_3^- des points d'eau étudiés

La teneur en nitrates varie au cours de l'étude de 2 mg/L à 10 mg/L durant la saison des pluies. Le taux normal est fixé à 50 mg/L selon l'OMS. Bien que les nitrates n'aient pas d'effets toxiques directs sauf à des doses élevées, le fait qu'ils puissent donner naissance à des nitrites conduit à une toxicité. Les teneurs montrent une pollution d'origine organique.

III. 2.11 L'ammonium (NH_4^+)

La figure représente la variation spatiale de l'ammonium (NH_4^+) dans les eaux pour les différents échantillons (Ain Chalala - Tagtougue- , Jiwari El Chalale- S2- S3) étudiés.

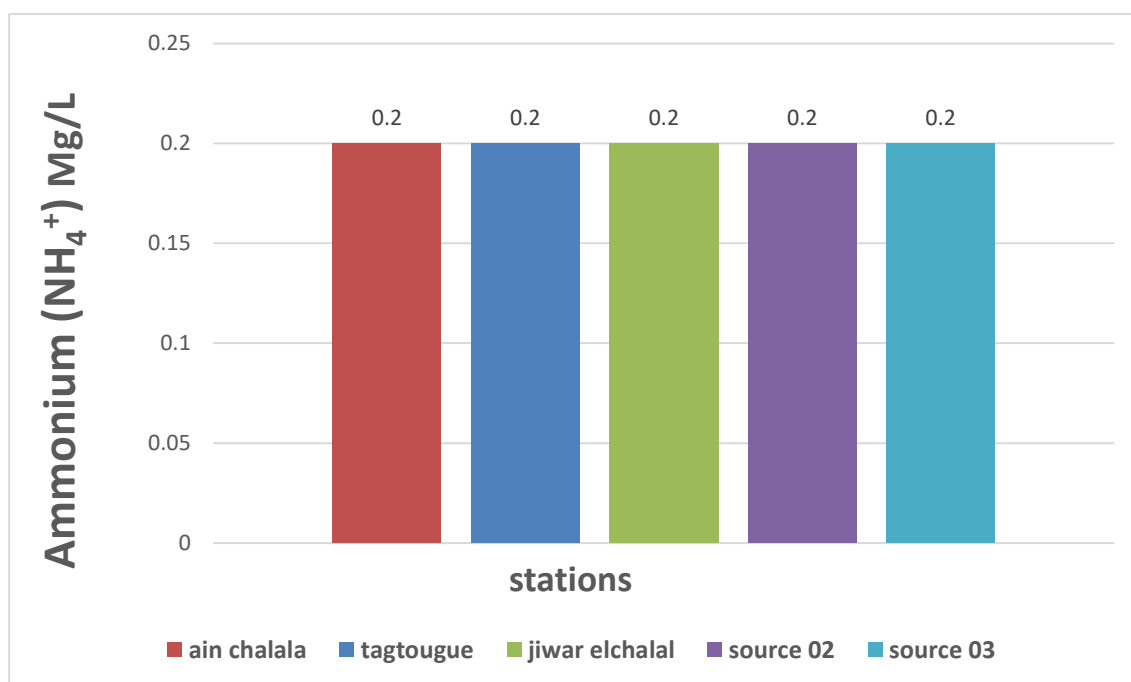


Figure 24 : Diagramme d'ammonium (NH₄⁺) des points d'eau étudiés.

L'ammonium (NH₄⁺) 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.

Dans les cinq stations, nous avons trouvé 0.07 mg/L de l'ammonium (NH₄⁺), Bien qu'il ne dépasse pas 0.5 mg/L à la norme algérienne, mais il n'est pas potable.

III. 2.12 Potassium (K^+)

La figure représente la variation spatiale de Potassium (K^+) dans les eaux pour les différents échantillons (Ain Chalala - Tagtougue- , Jiwar El Chalale- S2- S3) étudiés.

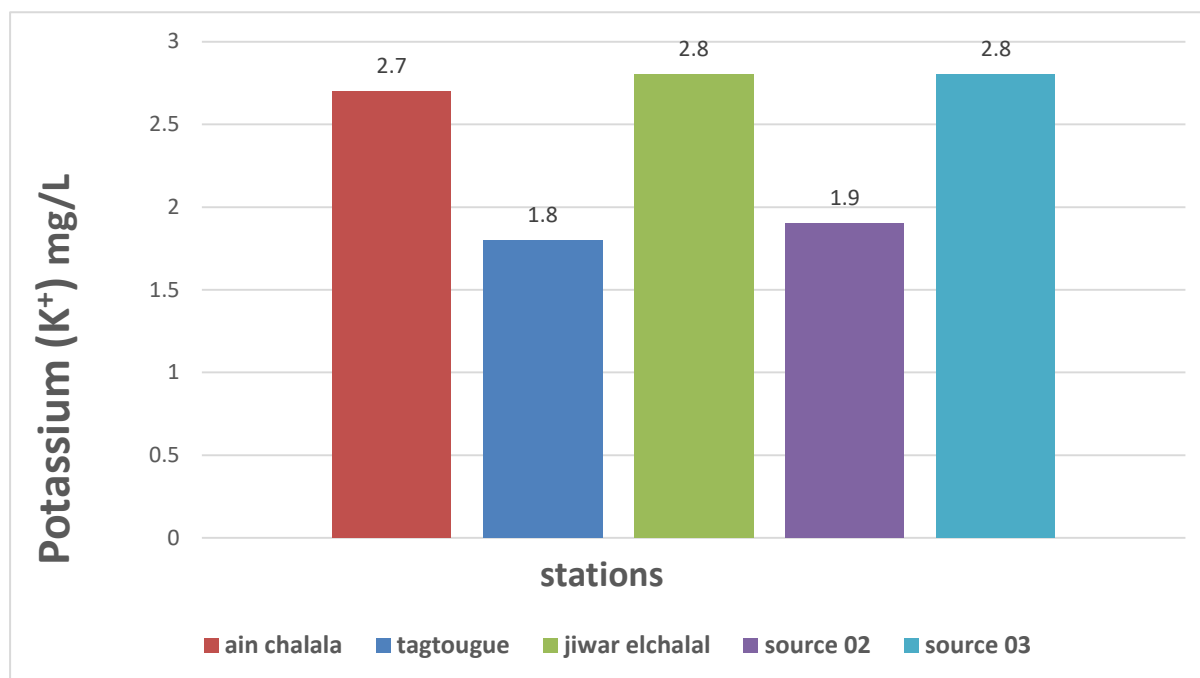


Figure 25 : Diagramme de potassium des points d'eau étudiés

Le potassium joue un rôle essentiel chez l'homme (transmission de l'influx nerveux) pour lequel les besoins de l'organisme sont de l'ordre de 1.5 à 4 g/jour. Une carence en potassium provoque des dysfonctionnements cardiaques.

Les valeurs de l'eau traitée sont respectivement 1.8 mg/L comme valeur minimale et du 2.8 mg/L comme valeur maximale.

Conformes aux normes algériennes qui recommandent une concentration maximale de 20 mg/l et aux normes selon oms qui recommandent 12 mg/L.

III. 2.13 Sodium (Na^+)

La figure représente la variation spatiale de sodium (Na^+) dans les eaux pour les différents échantillons (Ain Chalala - Tagtougue- , Jiwar El Chalale- S2- S3) étudiés

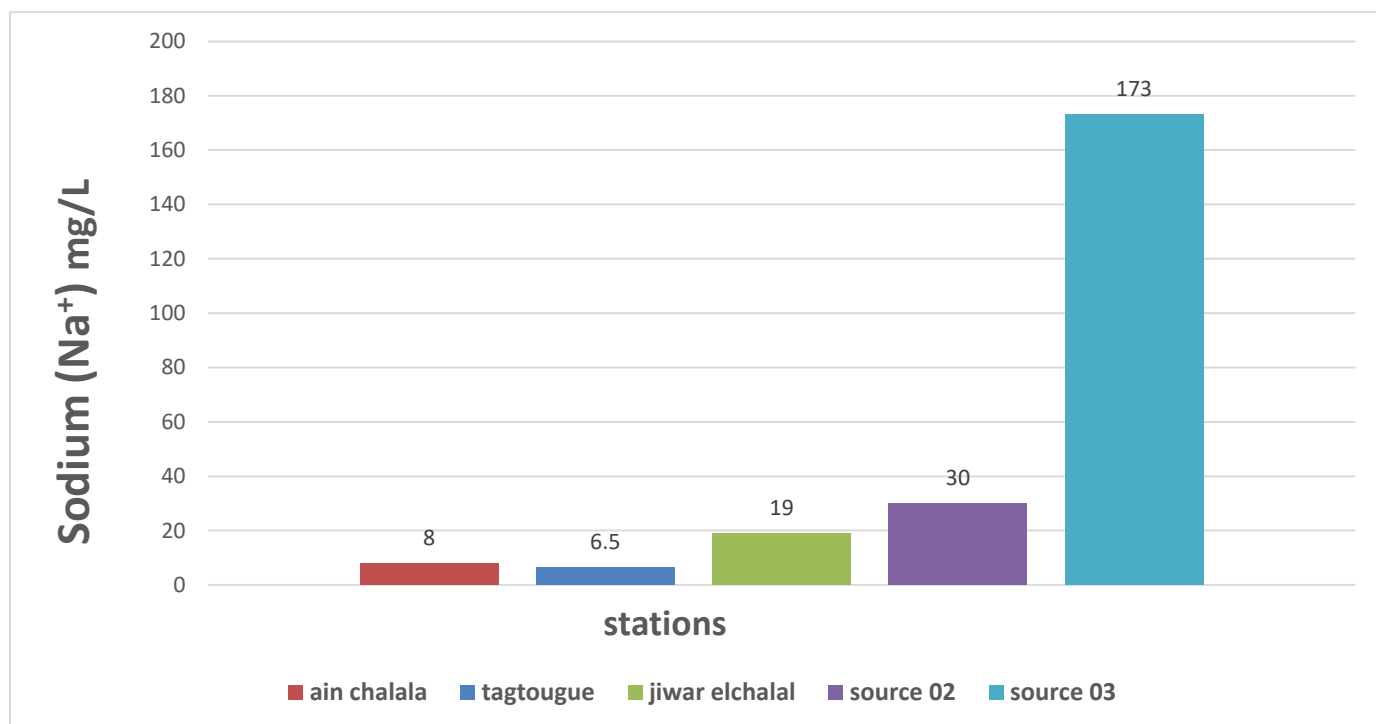


Figure 26 : Diagramme de sodium (Na⁺) des points d'eau étudiés

Le sodium dans l'eau provient des formations géologiques contenant de chlorure de sodium. Les résultats des analyses effectuées montrent que les concentrations du sodium d'eau dans les stations est à variables allant de 8 à 173 mg/L.

Selon Vilagines (2003) une étude épidémiologique a montré qu'une eau contenant 107 mg de sodium par litre conduisant chez les adolescents d'une école une augmentation de la tension sanguine. La directive européenne 98/3 a retenu pour le sodium une concentration maximale de 200

mg/L

III. 2.14 Bicarbonates (HCO₃⁻)

Les concentrations en bicarbonates (HCO₃⁻) dans les eaux naturelles sont en relation directe avec le pH de l'eau, la température, la concentration en CO₂ dissous et la nature lithologique du sol.

Lors des analyses effectuées la teneur de Bicarbonates HCO₃⁻ trouvé dans l'eau de source est de 10 à 549 mg/L.

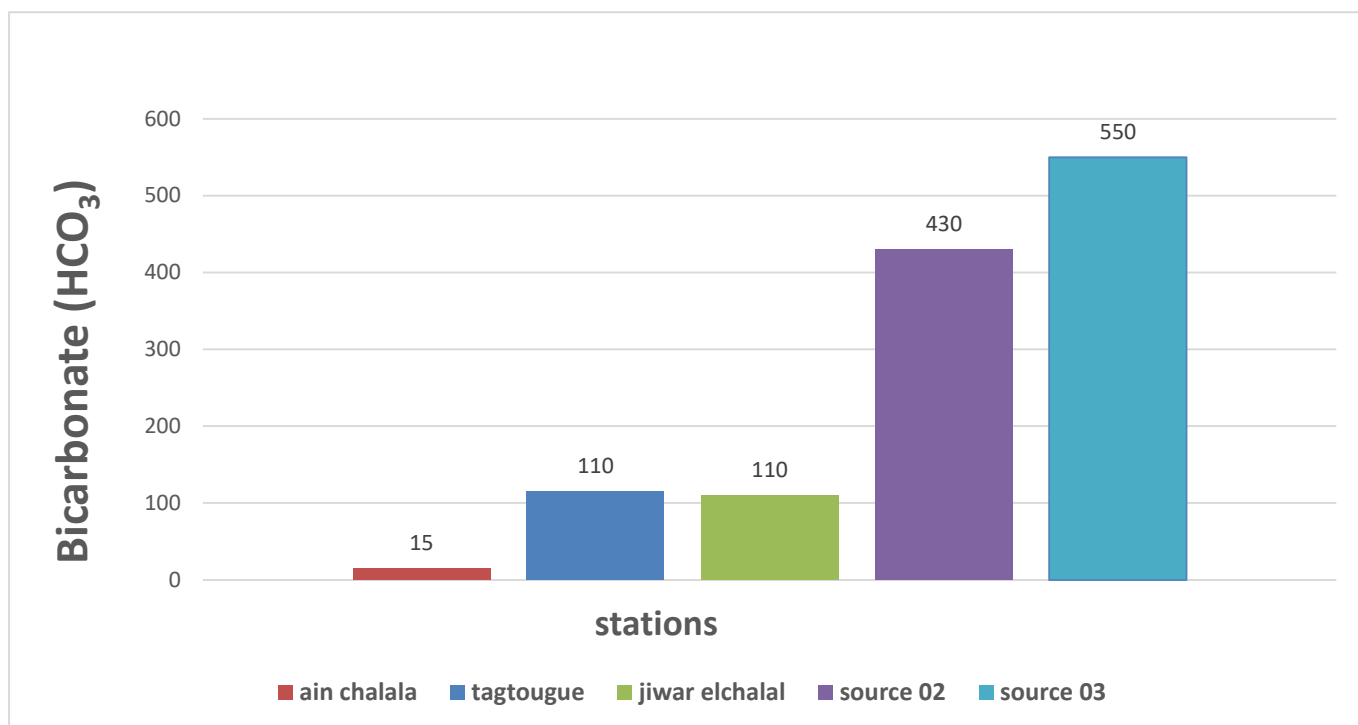


Figure 27 : Diagramme de Bicarbonates (HCO₃⁻)des points d’eau étudiés

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.

- Les autres paramètres (oxygène dissous, TDS, résidu sec à 105°C) ne sont pas renseignés dans le tableau.

III . 3. Paramètres de pollution

Les résultats des paramètres obtenus, sont représentés dans le tableaux suivant.

Tableau 07: Les résultats des paramètres obtenus.

Paramètres de pollution	Unité	Les cinqs sources étudié					Norme alg
		Ain chalala	Jiwar elchalal	tagtogue	Source 02	Source 03	
Ammoniums NH ⁴⁺	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,5
Nitrates NO ₂ ⁻	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,2
Phosphore P	mg/l	/	/	/	/	/	5
Oxydabilités	mg/l	/	/	/	/	/	5

Les tableaux présentent les résultats des paramètres de pollution pour différentes sources. Voici une interprétation détaillée :

- Ammoniums (NH₄⁺): Les résultats montrent une concentration de 0,02 mg/l pour tous les tableaux, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 0,5 mg/l. Cela indique que la présence d'ammonium dans l'eau est faible et respecte les normes de qualité.
- Nitrates (NO₂⁻): Les résultats indiquent une concentration de 0,02 mg/l pour tous les tableaux, ce qui est également inférieur à la norme algérienne de 0,2 mg/l. Cela suggère une faible présence de nitrates dans l'eau, ce qui est positif du point de vue de la qualité de l'eau.
- Phosphore (P): Les tableaux ne fournissent pas de valeur pour la concentration de phosphore. Par conséquent, il n'est pas possible de faire une interprétation spécifique pour ce paramètre.
- Oxydabilité: Les tableaux ne fournissent pas de valeur pour l'oxydabilité. Par conséquent, il n'est pas possible de faire une interprétation spécifique pour ce paramètre.

En résumé, les résultats des paramètres de pollution pour toutes les sources (source 2, source 3, Ain Chalala, Tagtogue, Jivar El Chalale) indiquent une faible présence d'ammoniums et de nitrates dans l'eau, respectant ainsi les normes de qualité.

III . 4. Paramètres indésirables

Les résultats des paramètres obtenus, sont représentés dans le tableaux suivants.

Tableau 08 : Variation des Paramètres indésirables pour les cinq sources .

Paramètres indésirables	Unité	Les cinq sources étudiés					Norme alg
		Ain chalala	Jivar elchalal	tagtogue	Source 02	Source 03	
Fer	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,5
Manganèse	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,2
Aluminium	mg/l	/	/	/	/	/	5

D'après les tableaux fournis pour chaque source, voici une interprétation des paramètres indésirables :

- Fer : Les résultats montrent une concentration de 0,02 mg/l pour toutes les sources, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 0,5 mg/l. Cela indique une faible présence de fer dans l'eau, respectant ainsi les normes de qualité.
- Manganèse : Les résultats indiquent une concentration de 0,02 mg/l pour toutes les sources, ce qui est également inférieur à la norme algérienne de 0,2 mg/l. Cela suggère une faible présence de manganèse dans l'eau, respectant les normes de qualité.
- Aluminium : Les tableaux ne fournissent pas de valeur pour la concentration d'aluminium. Par conséquent, il n'est pas possible de faire une interprétation spécifique pour ce paramètre.

En résumé, les résultats des paramètres indésirables (fer et manganèse) pour toutes les sources (source 2, source 3, Ain Chalala, Tagtogue, Jivar El Chalale) indiquent une faible présence de ces éléments dans l'eau, respectant les normes de qualité. Cependant, il manque des informations concernant l'aluminium, ce qui limite l'évaluation globale de la présence de cet élément dans l'eau.

III . 4. Paramètres bactériologiques

Les résultats des paramètres obtenus, sont représentés dans le tableaux suivant.

Tableau 09: Variation des Paramètres bactériologiques pour Les cinq sources étudié.

Paramètres bactériologiques	Unité	Les cinq sources étudiés					Norme alg
		Ain chalala	Jivar elchalal	tagtogue	Source 02	Source 03	
Coliformes totaux	/	/	/	/	/	/	/
Escherichia coli	n/100ml	/	/	/	/	/	00
Entérocoques	n/100ml	/	/	/	/	/	00
Bactéries sulfito-reductrices	n/100ml	/	/	/	/	/	00

D'après les tableaux présentés, les résultats des paramètres bactériologiques pour chaque source d'eau indiquent que les concentrations des coliformes totaux, Escherichia coli, entérocoques et bactéries sulfito-réductrices sont indécélables ou en dessous des limites de détection pour les méthodes de test utilisées.

Sur la base de ces résultats, il semble que les sources d'eau étudiées ne présentent pas de contamination bactérienne visible selon les paramètres mesurés. Cependant, il est important de noter que les tableaux ne fournissent pas de résultats numériques précis, ce qui limite notre capacité à évaluer la conformité par rapport aux normes algériennes.

Pour obtenir une interprétation plus complète et précise, il est recommandé de réaliser des tests bactériologiques plus approfondis et d'obtenir des résultats quantitatifs spécifiques pour chaque paramètre bactériologique. Ces résultats pourraient ensuite être comparés aux normes algériennes en matière de qualité de l'eau pour déterminer si les sources d'eau sont conformes ou non.

Il est également important de souligner que d'autres paramètres bactériologiques peuvent être pertinents pour évaluer la qualité microbiologique de l'eau, tels que les coliformes fécaux, les germes pathogènes spécifiques, etc. Ces paramètres ne sont pas inclus dans les tableaux fournis, mais ils peuvent être essentiels pour une évaluation complète de la qualité de l'eau.

III . 5. Paramètres ioniques

Les résultats des paramètres obtenus, sont représentés dans le tableaux suivant.

Tableau 10: Variation des Paramètres ioniques pour Les cinq sources étudié.

Paramètres ioniques	Unité	Les cinq sources étudiés					Norme alg
		Ain chalala	Jiwar elchalal	tagtogue	Source 02	Source 03	
Fluorures F ⁻	mg/l	/	/	/	/	/	1,5
Cyanures CN ⁻	µg/l	/	/	/	/	/	70
Bromures B ⁻	mg/l	/	/	/	/	/	00
Sulfures d'hydrogène H ₂ S	mg/l	/	/	/	/	/	00

Les tableaux des paramètres ioniques pour les différentes sources d'eau présentent des résultats non disponibles ("/") pour les concentrations de fluorures (F^-), de cyanures (CN^-), de bromures (B^-) et de sulfures d'hydrogène (H_2S). Cela indique que les

concentrations de ces ions n'ont pas été mesurées ou qu'elles sont en dessous des limites de détection des méthodes d'analyse utilisées.

En l'absence de valeurs numériques précises, il est difficile de déterminer la conformité des sources d'eau aux normes algériennes en matière de ces paramètres ioniques. Des résultats plus détaillés et quantitatifs seraient nécessaires pour une évaluation approfondie de la qualité de l'eau.

Il est important de noter que les paramètres ioniques mesurés dans les tableaux (fluorures, cyanures, bromures et sulfures d'hydrogène) sont généralement associés à des risques potentiels pour la santé humaine et peuvent être réglementés par les normes de qualité de l'eau. Cependant, sans les valeurs spécifiques des concentrations, il est impossible de déterminer si les sources d'eau respectent ou dépassent les limites fixées par les normes algériennes.

Pour une évaluation complète de la qualité de l'eau en termes de paramètres ioniques, des analyses plus détaillées doivent être effectuées pour obtenir des résultats quantitatifs précis. Ces résultats peuvent ensuite être comparés aux normes algériennes pour déterminer si les sources d'eau sont conformes ou non sur la base des concentrations

réelles de ces ions.

Il est également important de souligner que d'autres paramètres ioniques peuvent être pertinents pour évaluer la qualité de l'eau, tels que les métaux lourds (plomb, arsenic, etc.) et d'autres anions (nitrates, sulfates, etc.). Ces paramètres ne sont pas inclus dans les tableaux fournis, mais ils peuvent être essentiels pour une évaluation complète de la qualité de l'eau.

III . 5. Minéralisation globale

Les résultats des paramètres obtenus, sont représentés dans les tableaux suivants.

Les tableaux présentent les résultats des paramètres de minéralisation globale pour différentes sources d'eau, ainsi que les normes algériennes correspondantes. Voici une interprétation détaillée des résultats :

Tableau 11: Variation des Paramètres ioniques pour la source 2

Minéralisation globale	Unité	Résultat	Normes Algériennes
Calcium Ca^{+2}	mg/l	72	200
Magnésium Mg^{+2}	mg/l	34	-
Dureté totale TH	mg/l CaCO_3	320	500
Sodium Na^+	mg/l	30	200
Potassium K^+	mg/l	1,9	12
Chlorures Cl^-	mg/l	106	500
Sulfates SO_4^{-2}	mg/l	280	400
Nitrates NO_3^-	mg/l	2	50
Bicarbonates HCO_3^-	mg/l	427	-
Titre alcalimériques complet TAC	mg/l CaCO_3	35	-

- Calcium (Ca^{+2}) : La concentration de calcium est de 72 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 200 mg/l. Cela indique une faible présence de calcium dans l'eau de cette source.

- Magnésium (Mg^{+2}) : La concentration de magnésium est de 34 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela indique une faible présence de magnésium dans l'eau de cette source.

- Dureté totale (TH) : La dureté totale, exprimée en mg/l de carbonate de calcium (CaCO_3), est de 320 mg/l. La norme algérienne est de 500 mg/l, ce qui suggère une dureté modérée de l'eau.

- Sodium (Na^+) : La concentration de sodium est de 30 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 200 mg/l. Cela indique une faible présence de sodium dans l'eau de cette source.

- Potassium (K^+) : La concentration de potassium est de 1,9 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela indique une faible présence de potassium dans l'eau de cette source.

- Chlorures (Cl^-) : La concentration de chlorures est de 106 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 500 mg/l. Cela indique une faible présence de chlorures dans l'eau de cette source.

- Sulfates (SO_4^{-2}) : La concentration de sulfates est de 280 mg/l, ce qui est supérieur à la norme algérienne de 400 mg/l. Cela suggère une présence élevée de sulfates dans l'eau de cette source.
- Nitrates (NO_3^-) : La concentration de nitrates est de 2 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 50 mg/l. Cela indique une faible présence de nitrates dans l'eau de cette source.
- Bicarbonates (HCO_3^-) : La concentration de bicarbonates est de 427 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela indique une présence modérée de bicarbonates dans l'eau de cette source.
- Titre alcalimétrique complet (TAC) : Le TAC, exprimé en mg/l de carbonate de calcium (CaCO_3), est de 35 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela indique un faible TAC dans l'eau de cette source

Tableau 12 : Variation des Paramètres ioniques pour la source 3

Minéralisation globale	Unité	Résultat	Normes Algériennes
Calcium Ca^{+2}	mg/l	120	200
Magnesium Mg^{+2}	mg/l	73	-
Dureté totale TH	mg/l CaCO_3	600	500
Sodium Na^+	mg/l	173	200
Potassium K^+	mg/l	2,8	12
Chlorures Cl^-	mg/l	192	500
Sulfates SO_4^{-2}	mg/l	550	400
Nitrates NO_3^-	mg/l	10	50
Bicarbonates HCO_3^-	mg/l	549	-
Titre alcalimétriques complet TAC	mg/l CaCO_3	45	

- Calcium (Ca^{+2}) : La concentration de calcium est de 120 mg/l, ce qui dépasse la norme algérienne de 200 mg/l. Cela indique une présence élevée de calcium dans l'eau de cette source.
- Magnésium (Mg^{+2}) : La concentration de magnésium est de 73 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela suggère une présence modérée de magnésium dans l'eau de cette source.

- Dureté totale (TH) : La dureté totale, exprimée en mg/l de carbonate de calcium (CaCO_3), est de 600 mg/l. La norme algérienne est de 500 mg/l, ce qui indique une dureté élevée de l'eau.
- Sodium (Na^+) : La concentration de sodium est de 173 mg/l, ce qui dépasse la norme algérienne de 200 mg/l. Cela suggère une présence élevée de sodium dans l'eau de cette source.
- Potassium (K^+) : La concentration de potassium est de 2,8 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela indique une présence modérée de potassium dans l'eau de cette source.
- Chlorures (Cl^-) : La concentration de chlorures est de 192 mg/l, ce qui dépasse la norme algérienne de 500 mg/l. Cela suggère une présence élevée de chlorures dans l'eau.
- Sulfates (SO_4^{-2}) : La concentration de sulfates est de 550 mg/l, ce qui dépasse la norme algérienne de 400 mg/l. Cela indique une présence élevée de sulfates dans l'eau de cette source.
- Nitrates (NO_3^-) : La concentration de nitrates est de 10 mg/l, ce qui dépasse la norme algérienne de 50 mg/l. Cela suggère une présence élevée de nitrates dans l'eau de cette source.
- Bicarbonates (HCO_3^-) : La concentration de bicarbonates est de 549 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela indique une présence élevée de bicarbonates dans l'eau de cette source.
- Titre alcalimétrique complet (TAC) : Le TAC, exprimé en mg/l de carbonate de calcium (CaCO_3), est de 45 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela suggère un TAC modéré dans l'eau de cette source.

Tableau 13 : Variation des Paramètres ioniques pour Ain Chalala

Minéralisation globale	Unité	Résultat	Normes Algériennes
Calcium Ca^{+2}	mg/l	56	200
Magnésium Mg^{+2}	mg/l	29	-
Dureté totale TH	mg/l CaCO_3	260	500
Sodium Na^+	mg/l	8	200
Potassium K^+	mg/l	2,7	12
Chlorures Cl^-	mg/l	71	500
Sulfates SO_4^{-2}	mg/l	130	400
Nitrates NO_3^-	mg/l	3	50
Bicarbonates HCO_3^-	mg/l	122	-
Titre alcalimériques complet TAC	mg/l CaCO_3	10	

- Calcium (Ca^{+2}) : La concentration de calcium est de 56 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 200 mg/l. Cela indique une présence relativement faible de calcium dans l'eau de cette source.

- Magnésium (Mg^{+2}) : La concentration de magnésium est de 29 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela suggère une présence modérée de magnésium dans l'eau de cette source.

- Dureté totale (TH) : La dureté totale, exprimée en mg/l de carbonate de calcium (CaCO_3), est de 260 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 500 mg/l. Cela indique une dureté relativement faible de l'eau.

- Sodium (Na^+) : La concentration de sodium est de 8 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 200 mg/l. Cela indique une présence relativement faible de sodium dans l'eau de cette source.

- Potassium (K^+) : La concentration de potassium est de 2,7 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela suggère une présence modérée de potassium dans l'eau de cette source.

- Chlorures (Cl^-) : La concentration de chlorures est de 71 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 500 mg/l. Cela indique une présence relativement faible de chlorures dans l'eau de cette source.

- Sulfates (SO_4^{-2}) : La concentration de sulfates est de 130 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 400 mg/l. Cela indique une présence relativement faible de sulfates dans l'eau de cette source.
- Nitrates (NO_3^-) : La concentration de nitrates est de 3 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 50 mg/l. Cela indique une présence relativement faible de nitrates dans l'eau de cette source.
- Bicarbonates (HCO_3^-) : La concentration de bicarbonates est de 122 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela suggère une présence modérée de bicarbonates dans l'eau de cette source.
- Titre alcalimétrique complet (TAC) : Le TAC, exprimé en mg/l de carbonate de calcium (CaCO_3), est de 10 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela suggère un TAC relativement faible dans l'eau de cette source.

Tableau 14: Variation des Paramètres ioniques pour Tagtougue

Minéralisation globale	Unité	Résultat	Normes Algériennes
Calcium Ca^{+2}	mg/l	56	200
Magnésium Mg^{+2}	mg/l	24	-
Dureté totale TH	mg/l CaCO_3	240	500
Sodium Na^+	mg/l	6,5	200
Potassium K^+	mg/l	1,8	12
Chlorures Cl^-	mg/l	71	500
Sulfates SO_4^{-2}	mg/l	100	400
Nitrates NO_3^-	mg/l	2	50
Bicarbonates HCO_3^-	mg/l	10	-
Titre alcalimétriques complet TAC	mg/l CaCO_3	122	

Interprétation :

- Calcium (Ca^{+2}) : La concentration de calcium est de 56 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 200 mg/l. Cela indique une présence relativement faible de calcium dans l'eau de cette source.
- Magnésium (Mg^{+2}) : La concentration de magnésium est de 24 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela suggère une présence modérée de magnésium dans l'eau de cette source.

- Dureté totale (TH) : La dureté totale, exprimée en mg/l de carbonate de calcium (CaCO_3), est de 240 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 500 mg/l. Cela indique une dureté relativement faible de l'eau.
- Sodium (Na^+) : La concentration de sodium est de 6,5 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 200 mg/l. Cela indique une présence relativement faible de sodium dans l'eau de cette source.
- Potassium (K^+) : La concentration de potassium est de 1,8 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela suggère une présence modérée de potassium dans l'eau de cette source.
- Chlorures (Cl^-) : La concentration de chlorures est de 71 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 500 mg/l. Cela indique une présence relativement faible de chlorures dans l'eau de cette source.
- Sulfates (SO_4^{2-}) : La concentration de sulfates est de 100 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 400 mg/l. Cela indique une présence relativement faible de sulfates dans l'eau de cette source.
- Nitrates (NO_3^-) : La concentration de nitrates est de 2 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 50 mg/l. Cela indique une présence relativement faible de nitrates dans l'eau de cette source.
- Bicarbonates (HCO_3^-) : La concentration de bicarbonates est de 10 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela suggère une présence modérée de bicarbonates dans l'eau de cette source.
- Titre alcalimétrique complet (TAC) : Le TAC, exprimé en mg/l de carbonate de calcium (CaCO_3), est de 122 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela suggère un TAC relativement élevé dans l'eau de cette source.

Tableau 15: Variation des Paramètres ioniques pour Jiwar Elchalale.

Minéralisation globale	Unité	Résultat	Normes Algériennes
Calcium Ca^{+2}	mg/l	48	200
Magnesium Mg^{+2}	mg/l	29	-
Dureté totale TH	mg/l CaCO_3	240	500
Sodium Na^+	mg/l	19	200
Potassium K^+	mg/l	2,8	12
Chlorures Cl^-	mg/l	106	500
Sulfates SO_4^{-2}	mg/l	120	400
Nitrates NO_3^-	mg/l	3	50
Bicarbonates HCO_3^-	mg/l	122	-
Titre alcalimériques complet TAC	mg/l CaCO_3	10	

- Calcium (Ca^{+2}) : La concentration de calcium est de 48 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 200 mg/l. Cela indique une présence relativement faible de calcium dans l'eau de cette source.

- Magnésium (Mg^{+2}) : La concentration de magnésium est de 29 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela suggère une présence modérée de magnésium dans l'eau de cette source.

- Dureté totale (TH) : La dureté totale, exprimée en mg/l de carbonate de calcium (CaCO_3), est de 240 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 500 mg/l. Cela indique une dureté relativement faible de l'eau.

- Sodium (Na^+) : La concentration de sodium est de 19 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 200 mg/l. Cela indique une présence relativement faible de sodium dans l'eau de cette source.

- Potassium (K^+) : La concentration de potassium est de 2,8 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela suggère une présence modérée de potassium dans l'eau de cette source.

- Chlorures (Cl^-) : La concentration de chlorures est de 106 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 500 mg/l. Cela indique une présence relativement faible de chlorures dans l'eau de cette source.
- Sulfates (SO_4^{-2}) : La concentration de sulfates est de 120 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 400 mg/l. Cela indique une présence relativement faible de sulfates dans l'eau de cette source.
- Nitrates (NO_3^-) : La concentration de nitrates est de 3 mg/l, ce qui est inférieur à la norme algérienne de 50 mg/l. Cela indique une présence relativement faible de nitrates dans l'eau de cette source.
- Bicarbonates (HCO_3^-) : La concentration de bicarbonates est de 122 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela suggère une présence modérée de bicarbonates dans l'eau de cette source.
- Titre alcalimétrique complet (TAC) : Le TAC, exprimé en mg/l de carbonate de calcium (CaCO_3), est de 10 mg/l, mais il n'y a pas de norme algérienne spécifiée. Cela suggère un TAC relativement faible dans l'eau de cette source.

Conclusion

Les problèmes de la qualité de l'eau, la récurrence des maladies à transmission hydrique dans la région de Ouenougha - commune de Ouenougha wilaya de M'sila deviennent à nos jours une préoccupation de la santé publique, ces maladies liées aux divers facteurs tel que : l'explosion démographique, urbanisation anarchique, dégradation d'hygiène du milieu, vétusté des réseaux aggravé par l'insuffisance des ressources hydriques.

Nous nous sommes intéressées dans notre travail à l'analyse de certains paramètres physicochimiques de cinq stations de la région de ouenoudha wilaya de M'sila afin d'évaluer leurs qualité suivant les normes de potabilité en se référant aux normes algériennes.

Nous avons déterminé quelques paramètres physico-chimiques de différentes eaux, tels que la température, le TH, le TAC, les Cl-, la conductivité, le pH.

Du point de vue physico-chimique, l'ensemble des résultats obtenus ont révélé :

- Les valeurs de pH enregistrées dans les 5 stations sont conformes aux valeurs « guide » de la norme algérienne avec des valeurs qui oscillent entre 6.8 et 7.4.
- Les valeurs de température des 5 stations sont conformes aux normes algériennes.
- Pour les deux paramètres, salinité et conductivité dans les stations Dréat et Souamaa sont conformes aux valeurs « guide » de la norme algérienne, Mais dans de ville M'sila, il a dépassé les normes algériennes.
- Concernant la turbidité on trouve que sur l'ensemble des 3 stations ne dépassent la norme algérienne.
- les concentrations du sodium d'eau dans les stations est à variables allant de 10.8 à 286 mg/L. Na⁺ dans de ville M'sila dépassent les normes Algérienne de 200 mg/L.
- La concentration des NO₂ – dans l'eau dépend aussi du terrain traversé sont inférieur à 0.02 mg /L cette valeur est acceptable au l'O.M.S préconise des valeurs < 3 mg /L.
- A travers ces résultats, nous constatons dans la région de ouenougha l'eau est potable et d'une qualité acceptable selon les normes physiques et chimiques.

L'analyse des données obtenues nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

- Les eaux souterraines sont de meilleure qualité, ces eaux doivent être réservées surtout pour les besoins domestiques.

- Nous avons constaté qu'il n'y a pas de source spécifique d'eau potable pour les résidents de la commune de ouenougha.

- Les caractéristiques physico-chimiques des eaux de consommation de la commune de ouenougha exigent un traitement plus au moins poussé (adoucissement par exemple) avant qu'elles ne soient chlorées et distribuées aux usagers.

A l'essai de ce travail qui doit comporter sans doute encore de lacune et l'insuffisance, en égard de l'importance et la complexité de problème traité nous pensons que d'autres études pourraient à l'avenir compléter et enrichir ce modeste travail.

Références bibliographiques

A

A.N.R.H ., 2005 « L'Agence Nationale des Ressources hydrouliques de la wilaya de M'sila » : étude d'actualisation du système d'épuration de la ville de M'sila, phase III

EPE-spa-NEE .Alger ,p18-22 .

A.KHADRAOUI, S .TALEB., (2008). « Qualité des eaux dans le sud algérien (potabilité pollution et impact sur le milieu) ».

AFNOR., (2001). « Qualité de l'eau, analyses organoleptiques- mesures physicochimiques paramètres globaux-composés organique ».6eme Edition. ISO 7888-1985 (F)

p.73

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

ARRUS R., (1985) . « L'eau en Algérie de l'impérialisme au développement (1830-1962)

» ,Ed Office des publications universitaires. Presses universitaires de Grenoble.

B

BELGHITI M.L, CHAHLAOUI A., BENGOUMI D. , EL MOUSTAINE R. , (2013).

« Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe Plio Quaternaire dans la région de Meknès (Maroc) ».Lahryss Journal, ISSN 1112-

3680, n° 14, juin 2013,p. 21-36.

C

CHAPMAN D. et al., (1996).in GHAZALI D., ZAID A., 2013.« Etude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (Région de

Meknès à Maroc). » Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 12, Janvier 2013, p. 25-36

COX. CHARLES R. , (1967) . «Techniques et contrôle du traitement des eaux. » O.M.S

Genève 1967

(C.I .S.E) Centre d'information sur l'eau « Conseil européen de l'information sur l'alimentation»

D

DEGREMENT. , (1952). « **Mémento technique de l'eau** », Première édition,

DEGREMONT ., (1989) « **Mémento technique de l'eau** », 8 ème Edition

DEGREMONT. , (2005). «Mémento technique de l'eau », Deuxième Edition Tom1.

DESIARDINS RAYMOND., (1990). «Le traitement des eaux éme ED de l'Ecole polytechnique de Montréal »

DEJOUX C., «Pollution des eaux continentales africaines »Editions ORSTOM

DERWICHE. et al ., (2010) « Caractéristique physico-chimique des eaux de la nappe

alluviale du haut Sebou en aval de sa confluence avec oued Fès », Larhyss Journal, n°08,

Juin, 101-112.

DRAPEAU A.J., JANKOVIC S., (1977) «Manuel de microbiologie de l'environnement »

O.M.S., Genève. (1977)

D.P.S.B Mai 2018 «direction de la programmation du suivi Budget Air mai 2018»

F

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.

FRAHTIA K. ET AMRI S., (2017). TD d'Ecologie/ 2ème Année LMD.

G

GUENTRI S., RAHMANIA F., (2015). «Contribution à la connaissance de la remontée

et la pollution des eaux ». Edition : universitaires européennes. P.28

H

HOFFMANN F., AULY T., MEYER A-M., (2014). L'eau .Edition : Confluence p.43.

HAMED. M, GUETTACHE. A, BOUAMER. L ., (2012). «Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du Barrage Djorf-Torba Bechar ». Université de Bechar

H.TARDATH et J.P.BEAUDRY ., (1984) « chimie des eaux, les griffons d'argile »,

M

M.TARDAT-HENRY ., (1984). «Chimie des eaux», 1ere édition griffon d'argile INC, paris,

MEMOIRE MASTER 2017/2018 «Contribution à la connaissance des caractéristiques physico-chimiques des eaux d'irrigation (les eaux souterrain) de la région de M'Sila – Wilaya de M'Sila ». Université de M'sila

MEMOIRE MASTER 2014/2015 «Contribution à l'étude des variations des paramètres physico-chimiques de lait cru dans la région de M'sila». Université de M'sila

O

O.M.S., (1986). «Directives de qualité pour l'eau de boisson ». Vol. 3 : contrôle de la

qualité de l'eau de boisson destinée à l'approvisionnement des petites collectivités.
Genève 1986

ONEMA.,« Office Nationale de l'Eau et des Milieux Aquatiques », la qualité de l'eau, les agences de l'eau .

P

Pilet Ch. et al. (1979). Bactériologie médicale et vétérinaire : Systématique bactérienne. 2eme Edition : Dunod, paris. p. 345.

R

RAMADE., (2011). «Introduction à l'éco chimie, les substances chimique et l'écosphère a l'Homme » Edition. Lavoisire. Paris.

REVUE . , (2001) .« le Faro N°10 ». Bamako.

RODIER J. , (1984). « L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. » Edition .Dunod. Paris.

RODIER., (1996). L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 6eme édition: Dunod, Paris.

RODIER .,(2005). L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer.8eme édition : Dunod,Paris.

Rodier, 2009. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 9eme édition: Dunod, Paris.

S

S. BIREECH et I. MESSAOUDI ., (2007). « La contamination des eaux par les métaux cas de chott Ain Beida de la région de Ouargla » . Mémoire d'ingénieur Université Kasdi Merbah Ouargla.

U

UFC (Union Fédérale des Consommateurs - Que Choisir): « dossier : eau du robinet, eau de source, eau minérale, comment choisir ? » UFC

Annexes

Préparation des solutions

1-Solution de nitrate d'argent 0.02N

Nitrate d'argent (AgNO_3) $m=3.40$ g

Eau distillée $V=1000$ ml

2-Solution d'acide sulfurique 0.02N

Acide sulfurique (H_2SO_4) $V=0.54$ ml

Eau distillée $V=1000$ ml

3-Solution méthyle d'orange 1%

Méthyle d'orange $m=1$ g

Eau distillée $V=99$ ml

4-Solution EDTA 0.02N=0.01 M

EDTA $m=3.725$ g

Eau distillée $V=1000$ ml

5-Solution phénolphtaléine 0.5%

Phénolphtaléine $m= 0.5$ g

Alcool éthylique (éthanol 96%) $V=100$ ml

Eau distillée $V=100$ ml

6-Solution Noir d'eriochrome T (N.E.T) 0.5%

Noir d'eriochrome T (N.E.T) $m=0.5$ g

Alcool éthylique (éthanol 96%) $V=100$ ml

8-Solution HCl 0.1N

HCl $V=8$ ml

Eau distillée $V=1000$ ml

9-Solution muruscide 0.5%

Muruscide $m=0.5$ g

Alcool éthylique (éthanol 96%) $V=100$ ml

10- Solution Chromate de potassium

Chromate de potassium K_2CrO_4 $m=10$ g Eau distillée $V= 100$ ml

الملخص :

ركزنا من خلال هذا البحث على دراسة التركيبة الفيزيوكيميائية للمياه الشروب بمنطقة ونوقة بلدية ونوقة ولاية المسيلة .

تم تحليل عينات المياه المأخوذة من خمسة منابع مختلفة بمنطقة الدراسة واعتمدت المعايير الجزائرية في مقارنة النتائج المتحصل عليها من خلال التحليل البيوكيميائي للمياه .

أثبتت النتائج المتحصل عليها من خلال الدراسة صلاحية المياه المدروسة مع الاختلاف في جودتها.

الكلمات المفتاحية :

المياه. الجودة الفيزيائية والكيميائية. البكتيرولوجيا. مياه الشرب. التلوث. الدورة البيولوجية

Résumé:

ce travail est baser sur l'étud des composant physicochimique de l'eau de la region de Ouenougha la commune de Ouenougha wilaya de M'sila.

Après analyse des échantillons prélevés auprès de cinq sources différentes dans la zone d'étude, ou nous avons adopté les norms algériennes dans la comparaison des resultats .

Suite a l'analyse physicochimique d'eau. Les resultat obtenu montre que l'eau est valable , mais présente des differences dans ces qualité.

Mot clé :

Eau, Qualité physico-chimique, Bactériologique, Normes, l'eau potable, pollution, cycle biogéochimique

Summary:

Search has been done in frame of master's second year's graduation of natural media environment , where we focused on studying physiochemical composition of drillable water in the area of Ouenougha in m'sila .

Water samples taken from five different source were analyzed . the Algerian standarets were based on the comparison of the obtained results through the physicochemical analysis of water.

The results obtained through the study proved the validity of the analyzed water with the difference in it quality.

Key words:

Water, Physico-chemical quality, Bacteriological, Standards, drinking water, pollution, biogeochemical cycl