

Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :

N° de

Faculté des Sciences et Technologies
Département de Génie des procédés

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : *Sciences et Technologies*

Filière : *Génie des procédés*

Spécialité : *Génie chimique*

Par : **Hadj Chahinez**

Thème

Etude comparative de la qualité physico-chimique et bactériologique entre eau de puits de Si Abdelghani (Tiaret) et Puits de Daïa (Ghardaïa).

Soutenu le :

Devant le jury :

Mr: Farid Touaiti	Maître Conférence B	Univ. Ghardaïa	Président
Mme: Kheira BOUAMER	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	Examineur
Mme: Kerroumia MOULAI	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	Examineur
Mme: Yasmina Khane	Maître Conférence B	Univ. Ghardaïa	Encadreur

Année universitaire 2019/2020

Remerciement :

Tout d'abord, nous tenons à remercier, «Allah» le tout puissant qui nous a procuré, patience, courage et volonté afin de réaliser ce modeste travail

Nous aimerons exprimer nos gratitudeux aux êtres les plus chers aux monde « Nos Parents » pour tous les efforts et sacrifices qu'ils ont entrepris afin de nous voir réussir et pour l'éducation qu'ils nous ont prodigué.

Nous exprimant notre profonde gratitude et reconnaissances à notre encadreur Mme Khane Yasmina. D'avoir accepté de diriger ce travail, pour son attention sur notre travail, pour ses conseils avisés. Pour ces aides afin de corriger de ce travail, ainsi pour ces orientations très bénéfiques

Nous nous traduiront également nous vifs remerciements aux messieurs les membres de jury

Nous remercions également tous les enseignants de l'université de Ghardaïa,

A vous aussi, nous adressons nos remerciements, a tout le personnel de laboratoire ADE (Unité de Ghardaïa) surtout le chef de laboratoire Mme Kherroubi Amel et le chef service chimique Monsieur Makhlof

Dédicace :

Avec l'aide d'ALLAH, le tout puissant, ce travail est achevé ; Je le dédie à toutes les personnes qui me sont chères ;

À ceux qui j'ai tant aimé avec beaucoup d'affection et que je suis très fières de les avoir comme parents et que tous les mots du monde ne peuvent exprimer l'amour et le respect que je leurs porte.

À Ma très chère mère qui a consacré sa vie pour bâtir la mienne, je lui serai éternellement reconnaissante,

À celui qui m'a indiqué la bonne voie en me rappelant que la volonté fait toujours les grands Hommes : mon père soient toujours en bonne santé et à mes côtés.

Mes chères sœurs : Ghazal , Fatima, Wissame .

A mon seul frère Said et ses fils haithem et Younes

A toutes les personnes qui j'aime.



RÉSUMÉ

Résumé

Résumé:

La présente étude a été réalisée pour déterminer la qualité physicochimique et bactériologique des eaux de deux puits ordinaire utilisés, comme eau de boisson et pour les activités domestiques par la population avoisinante. Il s'agit d'un échantillonnage de l'eau des puits à partir différentes région, l'un a partir le puits de Si abdelghani (région de souger, wilaya de Tiaret) et l'autre a partir le puits de Djedra Omar (région de Daia, wilaya de Ghardaïa) en plus des prises des données géographiques et climatologiques de chaque région d'étude et en faire un comparaison entre les deux échantillons.

Les analyses ont été effectuées sur ces échantillons au sein de laboratoire de l'ADE de Ghardaïa en mesurant les paramètres physicochimiques et bactériologique. Après ont comparé avec les normes d'OMS et les normes Algériennes de potabilité des eaux pour assurer la santé et le bien-être du consommateur.

A la suite des résultats des analyses réalisées sur les eaux de deux puits ordinaires exploités pour l'alimentation en eau potable au niveau de la région de Si abdelghani et région de Daïa nous avons constaté que:

Les deux eaux sont dans l'ensemble fortement minéralisée qui conduit a une conductivité électrique très importante atteignent 1546 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour l'eau de puits Si Abdelghani et 849 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour l'eau de Puits Djedra Omar. Cette dernière se trouve influencée, par les chlorures et les sulfates. Donc la qualité de deux eaux est conforme aux normes de potabilité. Et présente un caractère alcalin, et un peu dure.

On trouve une dominance du calcium puis magnésium parmi les cations, et le chlorure puis le sulfate parmi les anions pour le puits de Tiaret et influencée, par les chlorures et les sulfates. En effet, pour la comparaison des propriétés physico-chimiques, l'eau de puits de Si abdelghani a des teneurs élevés par rapport l'eau de puits de région de Ghardaïa notamment pour les ions calcium et magnésium qui a probablement pour origine les pratiques de fertilisation agricole, accompagnées de teneurs excessives due à l'influence de la géologie du terrain traversé et se charge de sels minéraux.

- L'analyse bactériologique des eaux n'a révélé aucune contamination bactériologique ce qui témoigne de l'efficacité du traitement de désinfection au niveau des puits.

Mots clés : Eaux de puits, Physico-chimie, Bactériologie, Qualité, Si abdelgani, Tiaret, daïa, Ghardaïa.

Abstract

Abstract:

The present study was carried out to determine the physicochemical and bacteriological quality of the water from two ordinary wells used, as drinking water and for domestic activities by the neighboring population. This is a sampling of water from wells from different regions, one from the well of Si abdelghani (Souger region, wilaya of Tiaret) and the other from the well of Djedra Omar (region of Daïa, wilaya of Ghardaïa) in addition to taking geographic and climatological data from each study region and making a comparison between the two samples.

The analyzes were carried out on these samples in the ADE laboratory in Ghardaïa by measuring the physicochemical and bacteriological parameters. Afterwards compared with OMS and Algerian standards for drinking water to ensure the health and well-being of the consumer.

Following the results of the analyzes carried out on the water from two ordinary wells used for drinking water supply in the region of Si abdelghani and region of Daïa, we found that:

the two waters are on the whole highly mineralized which leads to a very high electrical conductivity reaching 1546 $\mu\text{S} / \text{cm}$ for the Si Abdelghani well water and 849 $\mu\text{S} / \text{cm}$ for the Djedra Omar well water. The latter is influenced by chlorides and sulphates. So the quality of two waters complies with drinking standards. And presents an alkaline character, and a little harsh.

We find a dominance of calcium then magnesium among the cations, and chloride then sulfate among the anions for the Tiarte well and influenced by chlorides and sulfates

Indeed, for the comparison of the physicochemical properties, the water of wells of Si abdelghani has high contents compared to the water of wells of Ghardaïa region in particular for the calcium and magnesium ions which probably originates from the practices of agricultural fertilization, accompanied by excessive contents due to the influence of the geology of the land crossed and loaded with mineral salts.

- Bacteriological analysis of the water did not reveal any bacteriological contamination, which demonstrates the effectiveness of the disinfection treatment at the wells.

Keywords: Well water, Physico-chemistry, Bacteriology, Quality, Si abdelghani, Tiaret, daïa, Ghardaïa

ملخص

قمنا بإجراء دراسة لتحديد الجودة الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية للمياه من بئرين عاديين مستخدمة كمياه شرب وللأنشطة المنزلية من قبل السكان المجاورين. هذه عينة مياه من آبار من مناطق مختلفة ، إحداها من بئر سي عبدالغني (منطقة سوقر ، ولاية تيارت) والأخرى من بئر جدره عمر (منطقة الضاية ولاية غرداية) بالإضافة إلى أخذ البيانات الجغرافية والمناخية لكل من منطقتين وإجراء مقارنة بين العينتين

أجريت التحليلات على هذه العينات في مخبر الجزائرية للمياه لولاية غرداية لأخذ القياسات الفيزيوكيميائية والبكتريولوجية ثم مقارنتها مع معايير منظمة الصحة العالمية والمعايير الجزائرية للمياه لضمان صحة المستهلك

بعد التحليلات التي تم إجراؤها على المياه من بئرين عاديين يستخدمان لتزويد مياه الشرب في منطقة سي عبدالغني ومنطقة ضاية ، وجدنا ما يلي:

المياه بشكل عام عالية التمدن مما يؤدي إلى موصلية كهربائية عالية جداً تصل إلى 1546 ميكروسمنس/ سم لمياه بئر سي عبدالغني و 849 ميكروسمنس / سم لمياه آبار جدره عمر. هذا الأخير يتأثر بالكلوريد آت والكبريتات. لذا فإن جودة المياه تتوافق مع معايير الشرب. ويعرض ذات طابع قلوي، وصلب قليلا

كما وجدنا كمية الكالسيوم ثم المغنيسيوم بين الكاتيونات والكلوريد ثم الكبريتات بين الأيونات بنسبة كبيرة لبئر تيارت وتتأثر بالكلوريدات والكبريتات

في الواقع ، من أجل مقارنة الخواص الفيزيائية والكيميائية ، فإن مياه آبار سي عبدالغني تحتوي على محتويات عالية مقارنة بمياه آبار منطقة غرداية على وجه الخصوص بالنسبة لأيونات الكالسيوم والمغنيسيوم التي ربما تنشأ من ممارسات سمد زراعي مصحوب بمحتويات زائدة بسبب تأثير جيولوجيا الأرض المتقاطعة والمحملة بالأملح المعدنية

لم يكشف التحليل البكتريولوجي للمياه عن أي تلوث بكتريولوجي مما يدل على فاعلية التطهير في معالجة الآبار

الكلمات المفتاحية: مياه الآبار ، الكيمياء الفيزيائية ، الجراثيم ، الجودة ، سي عبدالغني ، تيارت ، الضاية ، غرداية

Liste des figures

Liste des figures :

Figure	Titre	Page
Figure N01	Diagramme montrant le protocole expérimental.	15
Figure N02	Situation géographique de la de la région de si abdelghani	17
Figure N03	Diagramme climatique de a région de si abdelghani	17
Figure N04	Situation géographique de la de la région de Daia (Google Earth)	18
Figure N05	Diagramme climatique de a région de Ghardaïa (ONM 2019)	19
Figure N06	La température et le potentiel d'hydrogène	38
Figure N07	La turbidité des eaux	39
Figure N08	La Conductivité électrique des eaux	40
Figure N09	La teneur en Chlorure dans les eaux	41
Figure N10	La teneur de sulfates dans les eaux	42
Figure N11	Teneur de nitrites dans les eaux étudiée	43
Figure N12	Teneur de nitrates dans les eaux	44

Liste des figures

Figure N13	Taux de calcium	45
Figure N14	Taux de magnésium	46
Figure N15	La dureté totale	47
Figure N16	La titre alcalimétrique complet	47
Figure N17	Evaluation de la concentration de Fer (Fe) dans nos échantillons étudies	48

Liste des Tableaux

Liste des tableaux :

Tableaux	Titre	Page
Tableaux N01	les avantages et les inconvénients dès les deux méthodes.	30
Tableaux N02	Variations des paramètres physiques en fonction des sources d'eaux	36
Tableaux N03	Les résultats des analyses microbiologiques de l'échantillon pour les eaux des puits	48

Liste d'abréviation

Liste d'abréviation :

Abréviation	Désignations
ADE	Algérienne des eaux
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
NA	Norme Algérienne
EPIC	Entreprise public a caractère industriel
TDS	Taux des solides dissouts
TH	La dureté totale
PET	Poly Ethylène
VG	Valeur guide
NTU	Néphélométrie turbidity unites
Pdp	Pas de problème
NPP	nombre le plus probable (NPP).
TAC	Titre alcalimétrique complet
VF	Viande foie
PSU	practical salinity unit
pH	Potentiel d'hydrogène



Sommaire

Sommaire

Résumé

Liste des tableaux.....I

Liste des figures.....II

Liste des abréviationsIV

Introduction générale01

CHAPITRE I : ÉTUDE THÉORIQUE

I/- Généralité sur l'eau

Introduction.....03

I-1/ : cycle de l'eau03

I.2 /- L'importance de l'eau :.....03

I.2.1/- L'eau dans l'alimentation03

I.2.2/-L'eau dans l'organisme humain04

I.2.3/- L'eau dans les aliments.....04

I.2.4/- L'eau dans l'industrie.....04

I.2.5/- L'eau dans l'agriculture05

I.3 /- Les différents types d'eau destinée à la consommation humaine05

1.3.1/ – Les eaux de pluie05

1.3.2/– Les eaux souterraines :.....05

1.3.3/- Les eaux de surface :.....05

1.3.4/-les puits06

1.3.4.1/- les types des puits06

Sommaire

a/- puits ordinaire	06
b/- puits de surface	06
c/- puits foncés ou puits tubulaire	06
d/- puits artésien	07
e/- puits d'infiltration	07

II/- Généralité sur la pollution d'eau

Introduction

II-1/- Définition de pollution d'eau	07
II-2/- les sources de pollution d'eau.....	08
II-2-1/- source urbaine	08
II-2-2/-source industriel	08
II-2-3/- source agricole.....	08
II-2-4/-source pluviale	09
II-3/-les types de pollution	09
II-3-1/-pollution physique	09
II-3-2/- pollution chimique	09
II-3-3/- pollution microbienne	09

III/- les critères de potabilité

III-1/- Définition de l'eau potable	10
III-2/- paramètre organoleptique	10
III-3/- paramètre physico- chimique	10
III-4/- paramètre toxique	10

Sommaire

III-5/- paramètre indésirable	11
III-6/- paramètre microbiologique	11
III-7/-Paramètre concernant les eaux adoucies ou déminéralisées.....	11
IV/- les conséquences de pollution de l'eau sur la santé et l'environnement	
IV-1/- conséquence sur la santé humaine et ses activité	11
IV-2/- conséquence sur le milieu aquatique	13
IV-3/- conséquence sur l'économie	14
Conclusion	14

CHAPITRE II : ÉTUDE EXPÉREMENTALE

Introduction

I/- présentation de l'ADE de Ghardaïa.....	16
II/- Matériel et Méthode	16
II-1/- Présentation des zone d'étude.....	16
a/- Puits de si abdelghani	20
b/- Puits Djedra Omar. Laadira. Commune Daïa (Ghardaïa).....	20
III/- Méthodologie	
III-1/-Échantillonnage et mode de prélèvement	20
III-2/- Méthodes d'analyse	20
III-2-1/- les paramètres physico-chimique	20
a/- la température.....	21
b/- potentiel hydrogène pH.....	21
c/- Mesure de conductivité.....	21

Sommaire

d/- Turbidité	22	
e/- Taux des solide dissouts TDS.....	22	
f/- Salinité total	22	
III-2-2/- les paramètres de pollution		
a/- Nitrites NO_2^-	23	
b/- les Nitrates NO_3^-	23	
c/- Déterminations du fer	23	
d/- Déterminations des phosphates PO_4^{-3}	24	
III-2-3/- paramètre gravimétrique		
a/- Résidu sec	25	
b/- sulfate SO_4^{-2}	25	
III-2-4/-paramètre volumétrie		
a/- Déterminations de titre alcalimétrique complet TAC	26	
b/- Chlorure Cl^-	27	
c/- La dureté totale ou degré hydrométrique (TH).....	28	
d/- Dosage de l'ion de calcium	28	
e/- dosage de l'ion de magnésium	29	
III-2-5/- les paramètres bactériologique		29
I/- Méthode solide		
I-1/- les coliforme	30	
I-2/- le streptocoque	31	
II/-Méthode liquide		

Sommaire

II-1/- les coliforme	32
II-2/- les streptocoques	33
III/- les spores	34

CHAPITRE III: RÉSULTATS ET DISCUSSION

I/- Comparaison entre les deux échantillons ou base du moyen des analyse

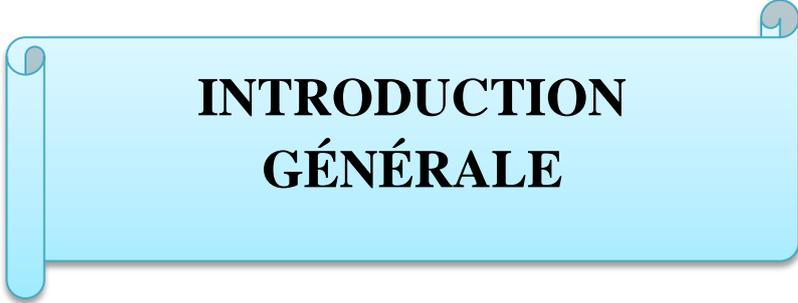
I-1/- Paramètre physico-chimique

➤ Le potentiel d'hydrogène pH.....	38
➤ La Température	38
➤ Turbidité.....	39
➤ Conductivité	40
➤ Salinité	40
➤ Chlorure	41
➤ Sulfate.....	42
➤ L'ortho phosphate	42
➤ Les Nitrites NO_2^-	43
➤ Les Nitrates NO_3^-	43
➤ L'ion de calcium Ca^{+2}	44
➤ L'ion de magnésium Mg^+	45
➤ dureté total	46
➤ Titre alcalimétrique complet TAC.....	47
➤ fer	48

I-2/- Interprétation des résultats microbiologique.....	48
--	-----------

Sommaire

➤ Germe totaux, coliforme totaux et fécaux	49
➤ Les streptocoques fécaux	49
➤ Clostridium sulfito- réducteurs.....	49
Conclusion générale.....	50
Référence bibliographié	
Annexe	



**INTRODUCTION
GÉNÉRALE**

Introduction Générale

Introduction générale

L'eau est un élément essentiel pour la vie et le développement. Le corps humain d'un adulte se compose de 60% d'eau et une consommation minimale de 1,5 litre d'eau par jour lui est nécessaire [1].

La qualité de l'eau d'alimentation est régulièrement mise en question ces dernières années [2].

Considérée comme un symbole de pureté, l'eau est progressivement devenue le produit alimentaire le plus surveillé, et soumise aux normes de qualité les plus sévères [3]

L'eau joue un rôle important pour la vie, la santé, l'accès à l'hygiène et au confort. Cependant elle constitue un vecteur important dans la transmission de nombreuses maladies, ces quelques maladies tuent des milliers de personnes chaque année à travers le monde [4]. En raison de son caractère vital, l'eau doit être mise à la disposition des populations sous forme potable et donc de bonne qualité sanitaire.

La qualité de l'eau correspond à un ensemble de critères physico chimiques qui détermine son degré de pureté et par conséquent sa vocation aux divers usages alimentaires, domestiques, agricoles, ou industriels [5] cette étude s'intéressera spécifiquement à l'eau potable.

A l'heure actuelle, la disponibilité en eau de bonne qualité est indispensable pour le bien être de l'homme. Or actuellement il est difficile de trouver de l'eau en adéquation avec les exigences qualitatives définies pour l'eau potable destinée à la consommation et au développement économique. Une exigence essentielle pour sa pureté et solubilité, ainsi que l'absence de matières toxiques, de microorganismes et autres paramètres indésirables [6] La qualité de l'eau potable s'apprécie selon différents paramètres regroupés comme suit:

- La qualité physique et gustative : Claire, incolore, inodore, douce, saveur
- La qualité microbiologique : Aussi pauvre que possible en germes microbiens,
- La qualité chimique : elle ne doit pas contenir de substances chimiques reconnues dangereuses et pouvant provoquer des maladies,
- Ne pas contenir des substances la rendant inutilisable pour la cuisine, Les substances «indésirables» leur présence est tolérée tant qu'il reste inférieur à une certaine limite.

Introduction Générale

- Indemne de substances reconnues pour leurs propriétés agressives vis-à-vis des canalisations (métaux, ciments) [7]

Cependant, les eaux souterraines représentent une importante source d'eau destinée à la consommation humaine et autre.

Notre travail consiste à étudier la qualité des eaux de deux puits utilisés par les citoyens tout en faisons des analyses physico-chimiques afin de déterminer la potabilité des eaux et ses qualités nutritionnelles, et des analyses microbiologiques pour assurer l'absence de contamination et de germes à risque potentiel.

Nous avons choisi deux puits, «puit de si abdelghani» qui se trouve dans la région de Tiaret et «Puits Djedra Omar, Laadira.» qui se trouve à commune Daïa dans la région de Ghardaïa pour faire une comparaison entre les deux eaux, pour étudier l'Effet de la localisation géographique, le substrat géologique, le changement climatique sur la qualité de l'eau de puits

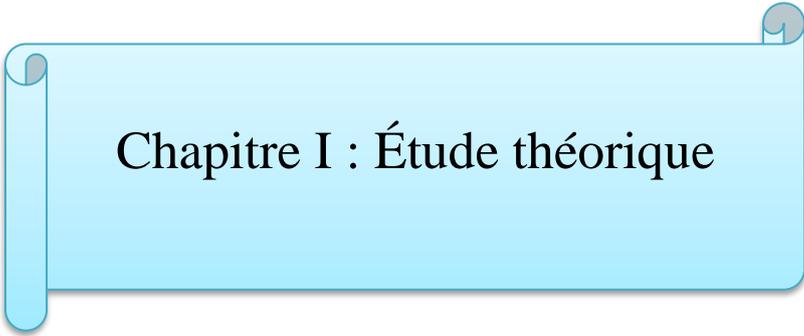
Le compte rendu de cette étude sera représenté en trois chapitres :

Une partie théorique consacrée aux rappels bibliographiques sur l'eau et l'environnement, généralités sur la pollution d'eau, aux caractéristiques des eaux de consommation et aux normes applicables aux eaux destinées à l'alimentation humaine.

Le deuxième chapitre sera consacré pour décrivant le matériel et les méthodes des analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux

Le troisième chapitre sera réservé à l'interprétation et la discussion des résultats.

Pour finaliser cette étude, la conclusion générale de ce mémoire présente une comparaison des principaux résultats ainsi que les perspectives qui découlent de ce travail.



Chapitre I : Étude théorique

Chapitre 01 : l'étude théorique

I. Généralité sur l'eau :

Introduction:

4/5^{ème} du globe est recouvert d'eau et sa quantité totale est évaluée à environ 1400 millions de km³. L'eau est un élément indispensable à la vie sur la planète ; elle présente ses trois formes physiques naturelles, solides, liquides et gazeuses.

Malheureusement, la majeure partie de cet élément essentiel est salée ou non potable. 97,40 % se trouve dans les mers et les océans alors que seulement 2,60 % est douce, sans être pour autant potable ou accessible (glace). L'eau est donc extrêmement précieuse malgré son abondance.

I.1/- cycle de l'eau :

L'eau, élément sous trois formes (liquide, l'état gazeux et solide), parcourt un cycle éternel. L'évaporation lente et incessante des fleuves, des lacs et des mers provoque la formation dans la haute atmosphère, de nuages qui par condensation se transforment en pluie. Une fraction des eaux de pluie ruisselle à la surface du sol et va grossir les cours d'eau et les lacs, d'où elle est sujette d'une part à l'évaporation d'autre part à l'infiltration à travers le sol. Une partie des eaux d'infiltration est reprise par la végétation qu'elle alimente avant d'être rejetée dans l'atmosphère c'est l'évapotranspiration. L'autre partie s'accumule dans le sous-sol pour former des nappes souterraines qui, à leur tour peuvent former des sources émergentes à la surface du sol[8] .

I.2 /- L'importance de l'eau :

L'eau est un élément indispensable à la vie humaine. Elle entre dans la composition du corps humain et la plupart des aliments. Elle est utilisée en alimentation humaine et animale, en industrie, en agriculture et autres secteurs. [9]

I.2.1/- L'eau dans l'alimentation :

Sans eau, l'homme ne peut pas survivre. Il en est de même pour tous les êtres vivants. Les aliments déshydratés ne peuvent permettre, sans apport complémentaire d'eau, le développement et la reproduction normale des êtres vivants. [10]

L'eau est très importante dans l'alimentation de l'homme, où elle permet de compenser les pertes hydriques par un apport de 2,2 litres

Dont 1,2 litres sous forme de boissons de toute nature et 1 litre représentant l'eau contenue dans les aliments. [11]

I.2.2/-L'eau dans l'organisme humain :

L'eau est quantitativement le constituant majoritaire du corps humain. Même si la teneur des différents tissus est variable 10% pour l'ivoire des dents, 22% pour les os, 25% pour les masses grasses, 75% pour les muscles striés et 90% pour le plasma, Elle représente 60% du poids du corps de l'adulte mâle et 55% de celui de la femme [11,12]

Elle diminue avec l'âge. Peu après sa conception, le fœtus en contient 95%, après sa naissance le bébé joufflu 80%, l'adulte de 55% à 60% (selon le sexe) et les vieillards dont les rides se creusent 50% seulement.[11,13]

I.2.3/- L'eau dans les aliments :

L'eau entre à des proportions variables dans la composition de tous les aliments. Elle est indispensable pour donner aux aliments la texture requise et permettre les réactions biochimiques qui président à leur transformation. Les enzymes présents naturellement dans les aliments en cause d'origine microbienne sont appliqués dans de nombreuses biotransformations, Ils ne peuvent agir que si une certaine quantité d'eau est disponible.

Cette exigence en eau conditionne en particulier les fermentations mais aussi la plus parts des dégradations indésirables du produit de sa récolte à sa consommation. [11]

I.2.4/- L'eau dans l'industrie :

L'eau est utilisée dans l'industrie à différentes fins :

- De façon directe: elle peut être utilisée dans l'entretien (lavage, nettoyage), soit dans le transport hydraulique, soit dans le refroidissement.
- De façon indirecte: dans la production de différents aliments. Les besoins en eau de l'industrie alimentaire sont certes importants et divers.[11,14]

I.2.5/- L'eau dans l'agriculture :

De tous les secteurs qui utilisent l'eau douce, c'est l'agriculture qui représente 70% des prélèvements mondiaux de sources naturelles. Toutes les plantes absorbent de l'eau, cette consommation est une nécessité pour leur croissance et leur reproduction, faut en effet 500 - 1000 litres d'eau pour fabriquer 1kg de grain (blé, riz, maïs, orge, soja). [15]

Dans certains pays, l'irrigation représente jusqu'à 95% de toute utilisation d'eau et joue un rôle important dans la production de nourriture et la sécurité alimentaire. L'agriculture irriguée peut entraîner une grande concurrence puisqu'elle représente de 3% à 90% de l'utilisation d'eau dans certaines régions. [16,17]

I.3 /- Les différents types d'eau destinée à la consommation humaine :

Ces eaux proviennent de captage d'eaux superficielles (cours d'eau, lac etc.), de nappes ou de sources souterraines. Ces eaux subissent plusieurs traitements avant leur distribution et une désinfection totale capable de détruire les germes pathogènes.

I.3.1 /- Les eaux de pluie :

Les eaux de pluie peuvent être collectées à partir des toitures des maisons dans des récipients ou dans des impluviums. A l'origine ces eaux sont pures sur le plan microbiologique, mais sur le plan chimique, il leur manque souvent certains éléments indispensables à la santé comme le sodium, magnésium, fer, iode [8] .

I.3.2/- Les eaux souterraines :

Formées par les eaux d'infiltrations, les eaux souterraines sont exemptes de pollution. Cependant elles peuvent, d'une part être contaminées par la technique de puisage, la proximité des latrines ou d'autres sources de pollution, le manque de protection, d'autre part, elles peuvent être chargées par les éléments ; eaux saumâtres, (NaCl) eau dure (Ca++) ; eau ferrugineuse (Fe++) [8]

I.3.3 /- Les eaux de surface :

Ce terme englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. On a parfois recours en vue de l'alimentation publique aux eaux de surface véhiculées par les cours d'eaux, à celles contenues dans les lacs ou maintenues des barrages réservoirs. Ces eaux

comprennent à la fois l'eau de ruissellement de surface du bassin versant, ainsi que l'apport lointain d'eau de déversement des sources

Elles sont rarement potables, car elles sont polluées bactériologiquement et chimiquement (industrie et agriculture). Elles doivent subir un traitement particulier les débarrassant de tous organismes pathogènes ou polluants dangereux pour les utilisateurs.[18]

I.3.4 /- Le puits :

Le puits On peut tenter de définir un puits de captage d'eau comme étant un ouvrage réalisé en dessous de la surface du sol dans le but de permettre l'exhaure des eaux qui peuvent s'y trouver incluses ou y circuler. Généralement le puits à une profondeur moyenne ou faible (inférieur à 100 m) et un diamètre supérieur à 1,20 m. Les puits, jadis creusés à la main, à l'aide de pics, par des puisatiers, notamment dans les roches consolidées (craie, grès, partie superficielle altérée des granites), sont à peu près tombés en désuétude.[19-20]

I.3.4.1 /- les types des puits :

A partir de différente manière de creusement, on distingue plusieurs types de puits :

a/-puits ordinaires :

Les puits ordinaires sont des puits fréquemment réalisés les zones rurales (puits individuels ou semi collectifs). Ils sont généralement creusés à la main et où la nappe phréatique se trouve à moins de 20 mètre du niveau de sol. Leur profondeur généralement de 1 à 15 mètre, avec un diamètre de 1 à 2,5 mètres environ.[21]

b/-puits de surface :

C'est un ouvrage de captage dont le diamètre intérieur est généralement supérieur à 60cm et qui a une profondeur plus de 9 m à partir de la surface du sol. Comme il est alimenté à partir de la nappe phréatique (ou aquifère libre), ce puits est plus vulnérable à la contamination puisqu'il exploite la portion supérieure de la nappe phréatique.[22]

c/- Puits foncés ou puits tubulaire :

Un puits tubulaire est un ouvrage de captage généralement de petit diamètre (152 mm), de grande profondeur et aménagé avec une foreuse par une firme de puisatier.[21]

d/- Puits artésien :

Le puits artésien est obtenu en perforant une couche de sol ou de roc imperméable pour accéder à une nappe d'eau sous pression nommée la nappe artésienne. Cette nappe est généralement située à plus de 100 pieds de profondeur. Le puits artésien est habituellement fiable et stable toute l'année et est l'option de choix parce qu'il est moins vulnérable à la contamination bactérienne que le puits de surface.[23]

e/- Puits d'infiltration :

Les puits d'infiltration sont des structures qui permettent l'évacuation du ruissellement de surface par des canalisations souterraines. Cependant, contrairement aux avaloirs et aux puisards, les puits d'infiltration ne renferment pas d'entrée d'eau directe à la surface du sol: ils accroissent plutôt la capacité d'infiltration du sol grâce à l'installation de matériel poreux et dans la plupart des cas, d'un drain en serpentif entre la surface du sol et les canalisations souterraines. Les puits d'infiltration sont essentiellement utilisés pour les eaux de toiture. Ils peuvent garantir une protection de la qualité des eaux souterraines en cas de pollution.[24]

II/- Généralité sur la pollution de l'eau :**Introduction :**

Et nous avons fait de l'eau chaque chose vivante contre laquelle ce verset pourrait se retourner car il y avait une soi-disant pollution de l'eau est tout changement physique chimique ou bactérien négatif dans la nature de l'eau résultant de l'introduction d'éléments étrangers affectant la quantité et la qualité de l'eau, qui affecte négativement les organismes vivants et rend l'eau inutilisable

La pollution de l'eau affecte considérablement la vie quotidienne d'une personne

L'eau est la condition de base d'un organisme vivant. L'eau peut être une raison de mettre fin à la vie si elle est contaminée.

II-1/Définition de la pollution de l'eau :

La pollution comprend toute nuisance apportée à un écosystème qu'elle soit une modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau. C'est la contamination de l'eau par les corps et substances étrangers tels que des microorganismes, des produits chimiques, des

déchets industriels ou autres ; dues à des déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matières de toute nature et, plus généralement, tout à fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques[25]

II-2/ les sources de pollution :

Les sources des substances, on peut distinguer quatre(4) catégories d'eaux usées :

II-2-1/- Source urbaine :

L'origine des eaux résiduaires urbaines est principalement domestique où les populations génèrent les eaux usées. Ces effluents sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines telles que les eaux de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères). [26]

II-2-2/- Source industrielle :

Elle constitue les déchets liquides obtenus lors de l'extraction et de la transformation de matières premières en produits industriels. Les eaux résiduaires proviennent principalement de l'eau consommée dans de nombreuses opérations de fabrication par voie humide, comme par exemple: la précipitation, le lavage, le nettoyage des appareils, les ateliers, les filtrations, les distillations, etc. Les effluents industriels peuvent causer des pollutions organiques (industries agroalimentaires, papeteries), chimiques (tanneries, usines textiles...) ou physiques (réchauffement par les centrales thermiques, matières en suspension des mines ou de la sidérurgie). La pollution peut aussi être due à l'infiltration de produits toxiques mal entreposés, à des fuites dans les réservoirs ou à des accidents lors du transport de matières dangereuses menant à des concentrations dans les eaux qui peuvent aisément atteindre (1 g/l). [27]

II-2-3/-Source agricole :

La pollution d'origine agricole provient surtout des engrais et pesticides épandus dans le sol sur de très grandes surfaces à proximité ou pas de cours d'eau. Ce type de pollution s'est intensifié depuis que l'agriculture est entrée dans un stade d'industrialisation assez avancé. La concentration des élevages entraîne un excédent de déjections animales qui finissent par enrichir les cours d'eau et les nappes souterraines en dérivés azotés, encourageant ainsi une

source de pollution bactériologique. L'utilisation massive des engrais chimiques (nitrates et phosphates) altèrent aussi la qualité des nappes souterraines vers lesquelles ils sont entraînés. [28]

II-2-4/- Source pluviale :

Les eaux usées pluviales sertisseuse des ruissellements des eaux de pluie sur les toitures, les terrasses, les parvings et les voies de circulations (pollués) et l'entraînement des particules polluantes avec l'eau. [28]

II-3/- Les types de pollution :

Il existe plusieurs manières de classer la pollution, selon le type de polluant, on peut classer la pollution en trois catégories :

Pollution physique – pollution chimique – pollution microbienne

II-3-1/- Pollution physique :

Ce type de pollution quand le milieu pollué est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Elle regroupe ; la pollution mécanique (effluents solides) la pollution thermique (réchauffement de l'eau par des usines, eaux de refroidissement) et la pollution atomique (résidus des usines atomiques et accidents nucléaires). [29]

II-3-2/- Pollution chimique :

Sont nombreux et d'origines diverses : déchets industriels minéraux et organiques. Ils peuvent être dégradables (substances dont la nature est modifiée ou la quantité réduite par des phénomènes biologiques, chimiques ou physiques) ou non dégradables (ne sont pas modifiés par les processus biologiques qui se déroulent dans les eaux naturelles). Ce sont les engrais agricoles, les pesticides, les composés organochlorés, les hydrocarbures, les détergents. Certains éléments toxiques (plomb, arsenic, mercure...) dits bio-accumulables, peuvent, à travers la chaîne alimentaire depuis le plancton, atteindre l'Homme, et provoquent des altérations graves de certains organes. [30-31]

II-3-3/- Pollution microbienne :

Est principalement liée aux eaux usées urbaines. Ces dernières sont très chargées en coliformes, bactéries pathogènes, virus et parasites. [32]

Le réservoir majeur des bactéries responsables des maladies à transmission hydrique se trouve être l'appareil digestif de l'Homme et des animaux. L'élimination de ces bactéries par les matières fécales contamine les égouts urbains, les eaux résiduaires hospitalières et les eaux de surface. [32-33]

III/-Les critères de potabilité :

III-1/- Définition d'eaux potables :

Selon l'O.M .S, l'eau est potable lorsqu'elle n'est pas susceptible de porter atteinte à ceux qui la consomment et elle doit être exempte de micro-organismes pathogènes et de substances toxiques, mais elle peut contenir une certaine quantité de sels minéraux et de microorganismes saprophytes. En outre elle doit être agréable à boire [34]

III-2/-Paramètres organoleptique :

- la couleur : il est souhaitable, que l'eau de boisson soit incolore, la valeur indicative est fixée au maximum 15mg /l de platine (en référence à l'échelle platine /cobalt.
 - le gout et l'odeur : une eau destinée à l'alimentation, doit être inodore. En effet, toute odeur est un signe de pollution, ou de la présence des matières organiques due à une augmentation d'activité biologique en décomposition ; le gout est un ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique ayant pour origine la pollution industrielle.
- Ce paramètre doit être apprécié au moment du prélèvement.

Les critères n'ont pas de valeurs sanitaires directes, une eau peut être trouble, colorée, et être parfaitement consommable d'un point de vue sanitaire.[34]

III-3/-Paramètres physico-chimiques :

La caractérisation des eaux concerne essentiellement l'analyse des paramètres de base (pH, température, conductivité, turbidité.....), des ions majeurs et d'éventuels éléments traces

III-4/-Paramètres toxiques :

Les normes retenues pour ce groupe de substances telles que le Pb, Cr, As et Cd sont calculées en tenant compte de la marge d'incertitude adoptée en toxicologie, c'est-à-dire d'elles fixent des limites sensibles inférieures aux seuils considérés acceptables. Ces teneurs sont extrêmement faibles.[34]

III-5/-Paramètres indésirables :

Ce sont des substances dont la présence est tolérée tant qu'elle reste inférieure à un certain seuil (fluor, nitrates). On trouve parmi elles aussi bien des substances dont l'effet se limite à un désagrément pour l'usage (traces de rouille sur linge, dues à une concentration excessive de Fer) que d'autres qui peuvent avoir une incidence sur la santé (teneur excessive en fluor)

[34]

III-6/-Paramètres microbiologiques :

Coliformes fécaux, streptocoques fécaux, clostridium sulfitoréducteurs.

La qualité physico chimique de l'eau, doit être complétée par la qualité dite microbiologique. L'eau ne doit pas contenir de parasites, virus, et bactéries pathogènes. Aussi le contrôle de la qualité microbiologique de l'eau repose essentiellement, sur la recherche des germes, que l'on retrouve dans l'intestin de l'homme, et des mammifères (coliformes, flore intestinale, streptocoques). Leur présence dans l'eau, peut être le signe d'une contamination, d'origine fécale, et peut donc indiquer la présence d'autres germes susceptibles de provoquer des épidémies et maladies (choléra, typhoïde et autres). Les normes en vigueur, imposent l'absence totale de ces germes) [34]

III-7/-Paramètre concernant les eaux adoucies ou déminéralisées :

Alors que les critères établis pour l'eau du robinet consistent en un seuil à ne pas dépasser, l'eau adoucie ou déminéralisée doit contenir une teneur minimale en calcium. [34]

IV/- les conséquences de pollution de l'eau sur la santé et l'environnement :

La pollution de l'eau entraîne de nombreux risques économiques, environnementaux et problèmes de santé, elle est considérée comme l'une des menaces les plus importantes pour la vie quotidienne des personnes

À cet égard, nous mentionnerons certains de ces dangers :

IV.1/- Conséquence sur la santé humaine et ses activités :

La qualité de l'eau a un impact sur l'homme, sa santé et ses activités.

- Les pollutions bactériologiques peuvent être à l'origine de maladies (otites, gastro entérites, éruptions cutanées). Ces pollutions sont détectées par l'analyse bactériologique.
- L'eau, véhicule de substances minérales habituellement présentes dans les sols :
 - ✓ Les sulfates favoriseraient à long terme un processus d'irritation gastro-intestinale surtout s'ils sont associés au sodium ou au magnésium,
 - ✓ Les chlorures, outre le goût désagréable qu'ils communiquent à l'eau, peuvent favoriser la mobilisation d'ions indésirables ou toxiques à partir des canalisations métalliques surtout si celles-ci véhiculent de l'eau chaude
 - ✓ Le sodium a été impliqué à long terme parmi les facteurs favorisant la genèse d'une hypertension artérielle,
 - ✓ Le calcium et le magnésium facteurs de la dureté de l'eau ont fait l'objet, du fait des inconvénients qu'ils engendrent (goût désagréable, entartrage rapide), de campagnes de suppression (« adoucissement ») par échange d'ions entraînant le remplacement des ions calcium par des ions sodium.
- L'eau, véhicule de substances minérales industrielles provenant de la composition de certains sols ou de la pollution chimique : Ce sont surtout des substances de nature métallique qui peuvent, à concentration anormalement élevée, occasionner une gêne (goût désagréable, coloration anormale, dépôts) ou une nuisance (le fer favorise la prolifération bactérienne, le cuivre et le zinc occasionnent une saveur astringente, le manganèse induit une turbidité anormale....
 - ✓ Le sélénium est reconnu comme hépatoprotecteur aux faibles concentrations (inférieures à 10 µg/l), il pourrait s'avérer hépatotoxique et neurotoxique à concentrations élevées (50 à 300 µg/l dans des eaux traversant des sols sélénifères).
 - ✓ Le fluor et les fluorures : si la dose orale est supérieure à 3 mg/jour, la consommation régulière d'eau peut générer, particulièrement chez les enfants, une atteinte de l'émail dentaire (" maladie de l'émail tacheté ") et une atteinte osseuse par l'ion fluorure F-plasmatique, ce qui génère du fluor apatite au niveau des zones périostiques et vascularisées de l'os. [34]
- L'eau véhicule de substances minérales toxiques provenant de la pollution chimique:
 - ✓ Le mercure: C'est un polluant classique des eaux, capable de s'accumuler le long des chaînes alimentaires. L'intoxication par les sels de mercure s'appelle l'hydrargyrisme, caractérisé par des lésions des centres nerveux se traduisant par des tremblements.

- ✓ Le plomb: Reconnu depuis des années comme un toxique cumulatif, thioloprive, neurotoxique, néphrotoxique et hématotoxique, responsable du " saturnisme hydrique " lié aux canalisations en plomb. Les dérivés du plomb font l'objet de nombreuses études de Santé Publique notamment chez les enfants où l'intoxication saturnine peut avoir des conséquences redoutables. Le plomb peut pénétrer vers les organes cibles qui sont le système nerveux, le sang et les reins. Il est responsable d'atteintes neurologiques, d'une diminution des globules rouge et d'anémie par inhibition de la synthèse de l'hème, constituant la partie non protéique de l'hémoglobine
- ✓ Le chrome: Les sels de chrome (chromates, bichromates) présents dans l'eau sont d'origine industrielle pure (chromage, mordantage, coloration, galvanoplastie). Les dérivés hexavalents sont potentiellement cancérogènes et sont donc très préoccupants pour la santé humaine. l'ingestion de forte dose entraîne des vertiges, une sensation de soif, des douleurs abdominale, des diarrhées hémorragiques et dans les cas les plus sévères le coma et la mort.
- ✓ Les nitrates et nitrites sont des composés très répandus dans l'environnement où ils subissent le cycle de l'azote, ce dernier représentant 78 % de l'air respiré. Les principales origines de l'azote environnemental sont les eaux usées urbaines, les effluents résiduaire industriels et les épandages agricoles d'engrais azotés. Les nitrites sont hématotoxiques par oxydation du fer de l'hème transformant l'hémoglobine en méthémoglobine inapte au transport de l'oxygène et qu'il est donc impératif de dépister au plus tôt.
- ✓ L'ammoniaque : Les émissions de gaz ammoniac sont issues de l'agriculture et principalement des déjections animales. L'ammoniac est connu pour ses effets irritatifs sur les voies respiratoires. [34]

IV.2/- conséquences sur le milieu aquatique :

La qualité de l'eau a un impact direct sur l'état des milieux aquatiques, tant sur la faune que sur la flore. Le bon fonctionnement des écosystèmes dépend de la qualité de l'eau dans laquelle ils se trouvent, l'équilibre des milieux aquatiques étant très fragile.

- ✓ Les conséquences de la pollution des milieux aquatiques sont multiples. Elles conduisent à des mortalités massives d'espèces, mais elles ont aussi des effets moins visibles : une eutrophisation des milieux, des effets toxiques à plus ou moins long terme, des maladies ou des perturbations endocriniennes [34]

- ✓ Exemple : La présence d'engrais et de fertilisants (d'origine agricole) dans l'Océan a sur certains plants terrestres. C'est ce qui se passe avec la prolifération des algues vertes qui envahissent les plages. Ce phénomène est également appelé marée verte [34]

IV.3/- Conséquences sur l'économie :

- ✓ La pollution peut avoir de lourdes conséquences sur les activités économiques. L'ostréiculture joue un rôle majeur sur la côte aquitaine. La vente d'huitres est réglementée et leur contamination par des eaux polluées, par exemple, entrainer une interdiction ponctuelle et leur commercialisation. La qualité des eaux littorales est primordiale pour les stations balnéaires, toute fermeture de plage pour cause de pollution entraine une baisse de fréquentation des plages et donc un impact économique important. [35]

Conclusion

L'eau est synonyme de vie et santé, toutefois elle peut devenir source de maladies mortelles d'épidémies et de nuisances. En fait l'alimentation en eau pose un double problème de par la quantité et sa qualité en même temps.

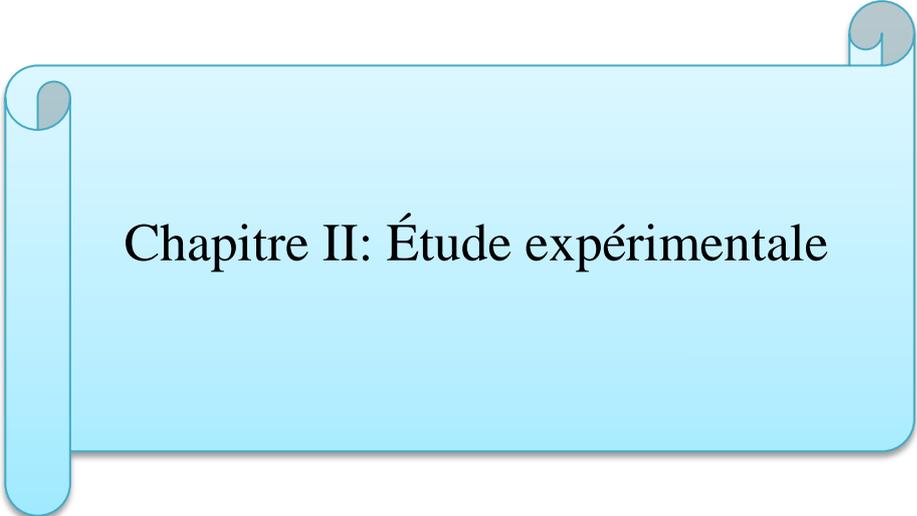
Il est établi que le manque d'eau freine le développement des populations et réduit leur production alimentaire. L'eau est en passe de devenir le facteur limitant de développement de l'humanité

En effet, l'eau représente un facteur de salubrité et de progrès pour la population, mais aussi le véhicule le plus important pour la transmission de plusieurs types de maladies, dites maladies à transmission hydriques.

La pollution guette à chaque instant et de plus en plus toutes nos belles réserves ; c'est pour cela qu'il est devenu très utile de procéder à des contrôles et analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau périodiquement[36]

C'est donc dans l'intérêt de chacun de le préserver.

.....



Chapitre II: Étude expérimentale

L'étude expérimentale de ce projet consiste à effectuer des analyses physicochimiques et microbiologiques de l'eau de la consommation obtenue de différents puits (puits de si abdelghani dans la région de Tiaret et Puits Djedra Omar. Laadira. Commune Daïa dans la région de Ghardaïa). Pour faire une comparaison entre les eaux des puits situe dans les régions semi-arides et les régions sahariennes.

Les analyses ont été réalisées au sein du laboratoire de l'ADE de Ghardaïa et nous avons suivi les modes opératoires adoptés par RODIER et al (2009) [33]. Les résultats obtenus comparée aux normes nationales et internationales semblent déterminer les paramètres de potabilité de nos échantillons.

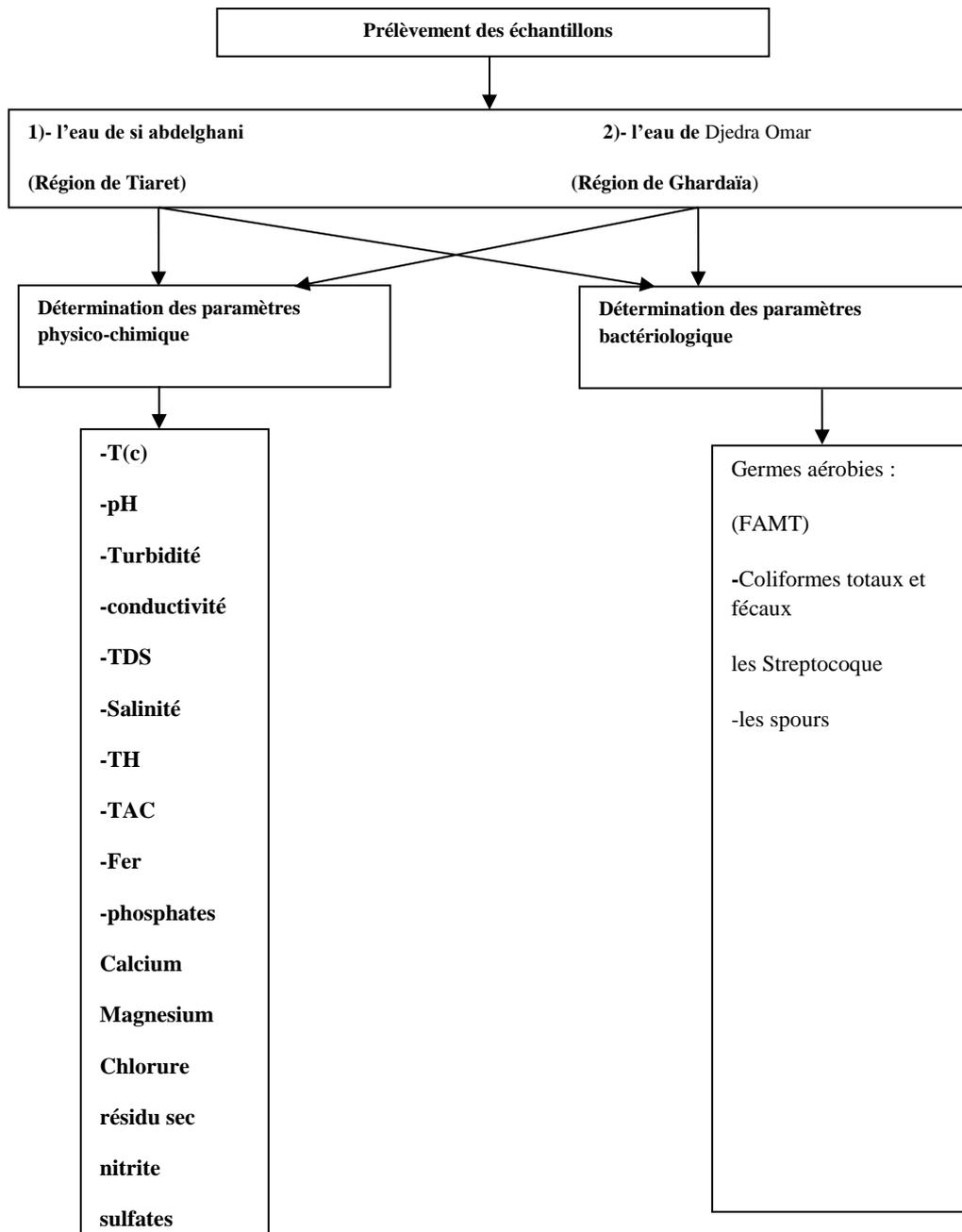


Figure01: Diagramme montrant le protocole expérimental.

I/-Présentation de L'ADE de Ghardaïa :

L'algérienne des eaux nommée ADE est une EPIC (Entreprise public a caractère industriel et commercial), elle a été décret exécutif N01-101 Du 21 avril 2001

elle est charge d'assurer sur l'ensemble du territoire national la mise en œuvre de la politique de l'eau potable ainsi que la prise en charge des activistes de gestion des opérations de production , de transport , de traitement , de stockage d'adduction et de distribution d'eau Elle est structurée sous forme d'agences régionales qui sont à leurs tours structurées d'unités opérationnelles.

L'ensemble de ces structures à sa tête une direction générale, l'unité de Ghardaïa faisant partie de l'agence régionale de la wilaya de Ouargla, le rôle de laboratoire est le contrôle de la qualité des eaux destinées à la consommation au niveau de wilaya de Ghardaïa.

II/-Matérielle et méthode :**II.1. Présentation des zones d'étude:**

L'Algérie est considérée parmi les pays riches en eaux des puits, grâce aux nombreuses sources qui existent. La connaissance des caractéristiques hydro- climatologique est nécessaire pour l'étude hydrogéologique, il est indispensable pour évaluer l'alimentation de réservoir souterraine par infiltration, et pour l'établissement d'un bilan hydrique.

Se partie présente la région d'étude sur le volet géographique, géologique climatologique et hydrogéologique, ainsi que le cadre administratif.

a/- Puits de si abdelghani dans la région de Tiaret:**➤ Situation géographique :**

La ville de Tiaret est une wilaya algérienne située à l'ouest du pays dans la région des plateaux. À 1 080 m d'altitude sur le mont du Gezoul qui fait partie de la chaîne de l'Atlas tellien. La wilaya de Tiaret compte 6 daïras et 42 communes

Si Abdelghani est une commune de la Daïra de Sougueur, wilaya de Tiaret.

Latitude: 35.2281, Longitude: 1.63861

35° 13' 41" Nord, 1° 38' 19" Est

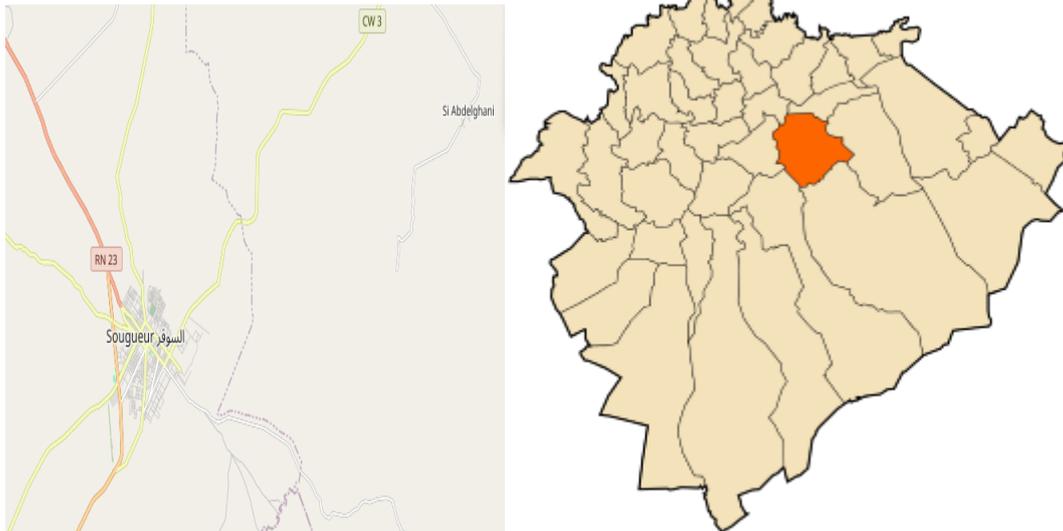


Figure02 : Situation géographique de la de la région de si abdelghani (Google Earth)

➤ Climatologie :

Cette région possède un climat méditerranéen chaud avec été sec (Csa) selon la classification de Köppen-Geiger. Sur l'année, Juillet est de ce fait le mois le plus chaud de l'année. Janvier est le mois le plus froid de l'année. La température moyenne est de 14.9°C et les précipitations sont en moyenne de **362.1 mm**.

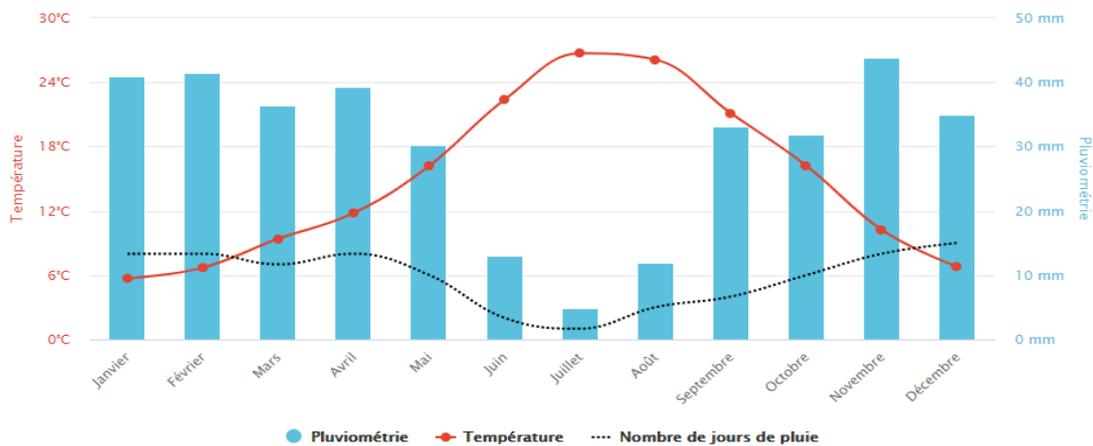


Figure 03 : Diagramme climatique de a région de si abdelghani.

b/- Puits Djedra Omar. Laadira. Commune Daïa (Ghardaïa) :

➤ Situation géographique :

La Wilaya de Ghardaïa se situe dans la partie centrale du Sahara septentrional aux portes du désert (le Sahara Nord-central algérien). Les coordonnées (GPS) : X : 32° 29' 39". Y : 03° 41' 23". Z : 548 m. Elle comporte 13 communes parmi lesquelles la commune de Daïa. Ben Dahoua (également orthographié Daïa Ben Dahoua ou Daya Ben Dahoua) est située à 10 km au nord-ouest de Ghardaïa.

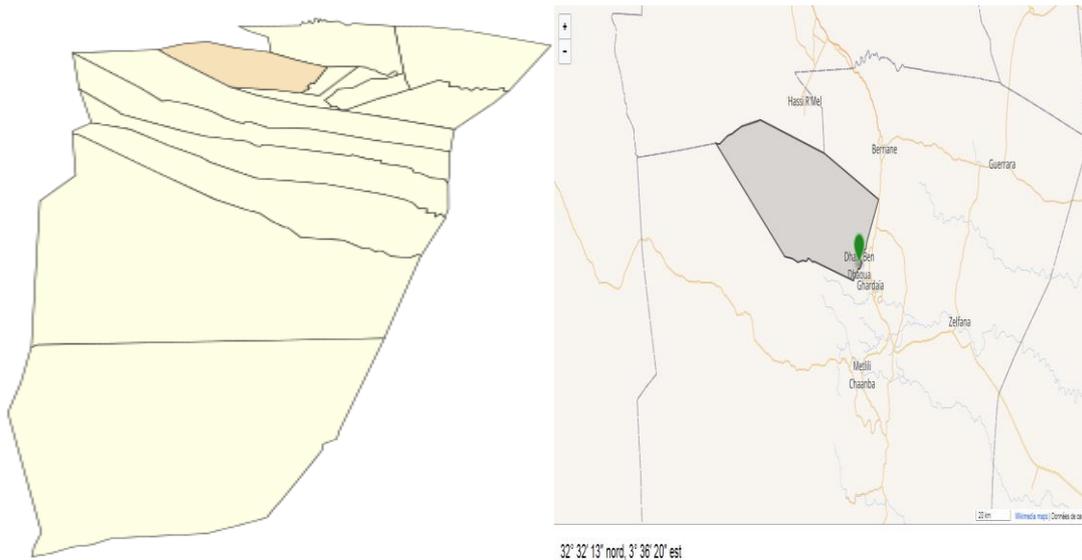


Figure 04 : Situation géographique de la de la région de Daia (Google Earth)

➤ Climatologie :

Les données climatologiques fournies par la station métrologique de Ghardaïa, montrent que la région de Daïa se caractérise par un climat saharien aride de type sec et se caractérise par deux saisons : Une saison chaude et sèche allant du mois d'avril au mois de septembre, et une autre saison tempérée allant de d'octobre à mars, donc les hivers sont courts et rigoureux et les étés sont longs et chauds.

Elle est caractérisée par des températures élevées comme celles des autres régions du sud. La température moyenne annuelle est de l'ordre de 22,6 °C. Le mois le plus chaud de l'année est Juillet avec une température 41,8 °C, et Janvier est le plus froid avec une température de 6,1 °C.

Les précipitations annuelles sont très faibles et irrégulière allant de 84 à 200 mm/an avec des précipitations moyennes de 11 mm font du mois de février le mois le plus sec et les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de 35.6 mm en juillet.

Ces caractéristiques climatiques se répercutent directement sur l'hydrographie saharienne entraînant la rareté des eaux superficielles et l'importance des eaux souterraines. L'humidité relative de l'air à Ghardaïa est très faible avec une moyenne annuelle de 36,86%. Elle atteint son maximum au mois de novembre (56,6%) et son minimum au mois de juillet (19,7%).

La moyenne de l'évaporation est assez importante cela est dû aux températures de la région très élevées

Donc cette régions est connue par leur climat aride caractérisé par la rareté des écoulements sur le sol dû aux faibles précipitations et à la forte évaporation.

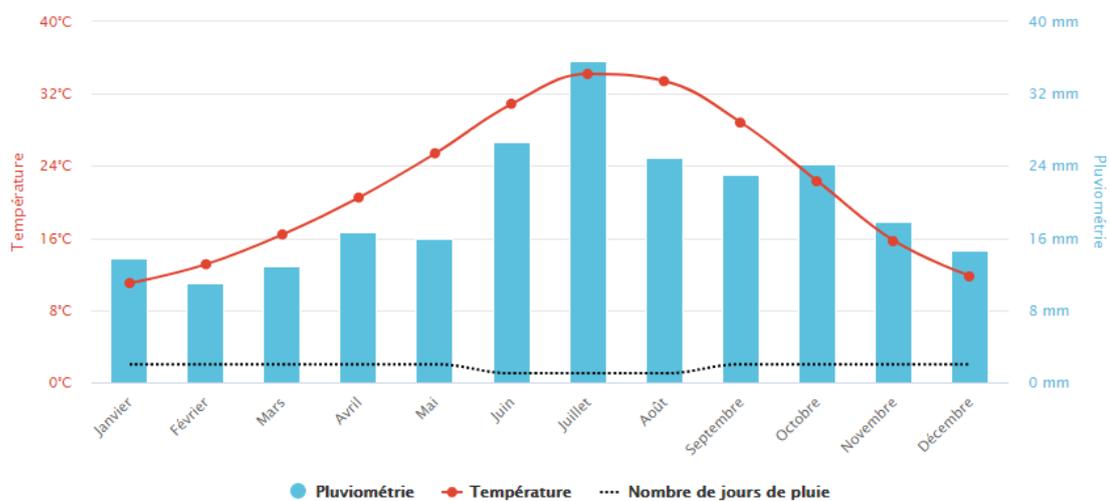


Figure 05 : Diagramme climatique de a région de Ghardaïa (ONM 2019)

➤ **Activité économique de la commune :**

La commune abrite la seule palmeraie qui subsiste en amont de la vallée du Mzab avec celle d'El Atteuf, située en aval. Elle s'allonge sur 7 km et comporte 200 000 palmiers.

➤ **Identification hydrogéologique :**

La principale ressource en eau au niveau de la willaya de Ghardaïa est d'origine souterraine. Elles sont contenues dans deux types d'aquifères ; la nappe superficielle dite alluviale quaternaire, et la nappe profonde captive du Continental Intercalaire (nappe albienne). C'est un important réservoir géothermique assurant exclusivement l'alimentation en eau potable, Elle fait l'objet de 228 forages en service sur les 345 recensés à travers le territoire de la willaya.

Par la nappe albiennaise, qui est située à de très grandes profondeurs, le jugement des quantités des eaux souterraines des nappes phréatiques est pessimiste, cela s'explique par la position géographique des paramètres climatologiques. [37]

III/- Méthodologie

L'étude de qualité de l'eau comporte trois étapes :

- ✓ Prélèvement, échantillonnage
- ✓ Analyse
- ✓ Interprétation

III-1/- Échantillonnage et modes de prélèvements :

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

Les échantillons sont pris dans des flacons en polyéthylène préalablement lavés à l'acide chlorhydrique dilué (1/10), puis avec de l'eau distillée plusieurs fois ensuite Sur le terrain avant remplissage des flacons, celles-ci ont été lavées trois fois avec l'eau à analyser.

Après lavage et rinçage, les tubes sont immédiatement placés à l'obscurité pour la fiabilité des résultats [37-38]. Et pour analyse bactériologique on utilise des flacons en PET (Poly Éthylène) des flacons en verre de 500 stérilisés.

Les flacons sont étiquetés systématiquement en montrant plusieurs paramètres sont relevés sur site: l'origine de l'eau, l'adresse, lieu du prélèvement et la date.

, l'heure de prélèvement.

Les échantillons des eaux de puits ont été prélevés à partir de deux sources différentes, dans la région de si abdelghani (Tiaret) et commune de Daïa (Ghardaïa). Ces prélèvements ont été effectués à la fin de mois Février 2020.

L'analyse doit être effectuée le plus vite possible en transportant les échantillons dans des glacières réfrigérée, dont la température est comprise entre 4 et 6°C. [39]

Les paramètres ont été mesurés in situ:

- a. Odeur et couleur : l'examen sensoriel est pris immédiatement et sur place [40].
- b. Température : elle est mesurée immédiatement est pris au moment de la collecte

III- 2/- Méthodes d'analyse :

III-2-1/- Paramètre physicochimique :

La caractérisation des eaux concerne essentiellement l'analyse des paramètres de base (pH, température, conductivité..), des ions majeurs et d'éventuels éléments traces.

a/-La température

La température de l'eau est un facteur important dans l'environnement du fait qu'elle régit presque la totalité des réactions physico-chimiques et biologiques [41]. Elle est mesurée sur site avec un thermomètre précis, gradué au 1/10 de degré, la lecture est faite après une immersion de 10 minutes.

b/-pH :

Le pH est en relation avec la concentration des ions hydrogène $[H^+]$ présent dans l'eau, et donc l'acidité ou l'alcalinité de l'eau sur une échelle logarithmique de 0 à 14 [34]. Le pH a une influence sur la plupart des mécanismes chimiques et biologiques dans les eaux. Habituellement, les valeurs du pH se situent entre 6 et 8,5 dans les eaux naturelles [42].

La mesure du pH est effectuée par un pH mètre électronique relié à une électrode en verre. L'électrode est introduite dans l'eau à analyser et la lecture se fait directement sur l'enregistreur électronique quand l'affichage est stabilisé.

L'électrode a été d'abord étalonnée dans une solution tampon de pH égale à 9, 7 et à 4 puis introduit dans l'eau à analyser.

c/-Mesure de conductivité :

La conductivité électrique d'une eau permet d'apprécier la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Elle s'exprime généralement en microsiemens par centimètre ($\mu S/cm$). [42]

Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre à l'électrode constitué de deux lames carrées de 1cm de coté en platine, on émerge complètement l'électrode dans l'eau à analyser.

Mode opératoire

- Allumer le multimètre.
- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser.

- Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- Tremper les électrodes dans le bécher.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.
- Puis noter le pH, la conductivité et la température.

d/-Turbidité :

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau, nous pouvons estimer la présence de matières en suspension finement divisées (argiles limons grains de silice, matières organiques, organismes microscopiques) [43].

Elle est réalisée à l'aide d'un turbidimètre appelé aussi néphélométrie en utilisant des cuves en verre bien nettoyées et bien séchées, remplies avec de l'eau à analyser et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure. La turbidité est exprimée en unité "NTU" [44].

e/-Taux des solides dissouts TDS :

Il représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques. Les sels inorganiques communs trouvés dans l'eau incluent les cations tels : ion calcium, ion magnésium, ion potassium et ion sodium et les anions comme les ions carbonate, les ions nitrate, les ions chlore et les ions sulfate. Les sources d'eau minérales contiennent de l'eau avec un taux élevé de solides dissous parce qu'elles se sont formées à travers des roches riches en sels.

Les solides totaux dissous influent sur la conductivité, Il existe une relation entre la teneur de sel dissous d'une eau et sa conductivité. Donc Elle mesurée à partir conductivité mètre et s'exprimé avec mg/l

f/-Salinité totale :

Les principaux sels responsables de la salinité de l'eau sont les sels de calcium, magnésium, sodium, les chlorures, les sulfates et les bicarbonates. Elle est également influencée par la

lithologie de la nappe et les facteurs climatiques comme les précipitations et les températures [45].

La salinité peut se mesurer de deux façons, soit par la matière dissoutes totales qui s'exprimé en mg/l ou plus couramment par la conductivité électrique.

III-2-2/- Paramètre de pollution :

a/-Les nitrites (NO_2^-):

Principe :

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

Les Réactifs mixte utilisée:

- ✓ Sulfanilamide
- ✓ Acide phosphorique
- ✓ N-1- Naphtyl éthylène diamine

Mode Opérateur :

Dans une fiole on mettre 50 ml d'eau à analyser et Ajouter 1 ml du réactif mixte.

- Attendre 20mn.

L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2^- .

On lire le résultat dans l'appareil spectrophotomètre

b/-Les nitrates (NO_3^-):

En présence du salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosnylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage par le spectrophotomètre à 415 nm.

c/-Détermination du fer :

On utilise pour le dosage du fer la méthode spectrométrique à la phénanthroline

Réactif Utilisée :

- ✓ Acid sulfurique H₂SO₄
- ✓ Chlorhydrate d'hydroxylamine
- ✓ Tampon acétate
- ✓ phenontraline -1.10

Dosage :

Dans une fiole 100ml on met 50ml d'échantillon et on ajoute les 4 réactif 0.5ml de H₂SO₄ et 1ml de chlorhydrate et 2ml d'acétate et phenontraline

On laisse la solution dans un milieu noir et on attende 15min pour fait la mesure dans spectrophotomètre

d/-Détermination des phosphates PO₄³⁻:

L'orthophosphate réagit avec le molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium dans un milieu acide pour former un complexe phosphomolybdate. Ce complexe est réduit par l'acide ascorbique, donnant une coloration bleue proportionnelle à la concentration de phosphanate présente dans l'échantillon initial qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm.

Réactifs Utilisée :

Réactif Mixte :

Heptamolybdate d'ammonium

Tartrate d'antimoine

Acide sulfurique pur

Acide ascorbique à 10 %:

_Acide ascorbique

Eau distillée

Mode opératoire :

40 ml d'eau à analyser.

1 ml acide ascorbique

2 ml du réactif mixte.

Attendre 10 mn le développement de la couleur bleue.

Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm.

III-2-3 /- Paramètre gravimétrique :

a/-Résidu sec :

La détermination du résidu sur l'eau permet d'évaluer la teneur en matière dissoutes et en suspension, c'est le résidu total

Mode Opérateur :

On prendre une capsule vide et on balancer ce poids m_1 , après on prélever un volume de 50ml de l'échantillon et porter ce dernier à l'étuve à 105°C pendant 24 heures. Ensuite, on laisser refroidir 15mn dans un dessiccateur et peser immédiatement et rapidement m_2

Expression et résultat :

$$\mathbf{RS : (m_1 - m_2) 106 / V}$$

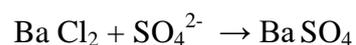
m_2 : La masse de capsule après le séchage (24h à T=105°C).

m_1 : La masse de capsule vide (g).

V : Volume d'échantillon.

b/-sulfate (SO_4^{2-}) :

Les ions sulfates de l'échantillon réagissent avec Le chlorure de baryum $BaCl_2$ pour former un précipité de sulfate de baryum.



Réactifs utilisés :

- ✓ solution d'Acide chlorhydrique HCl
- ✓ solution de chlorure de barium $BaCl_2$

Mode opératoire :

Dans un bécher on met 100 ml d'échantillon et on ajoute 5ml de HCL dilué 10 % et on chauffer jusqu'à ébullition. Faire tomber goutte à goutte 20ml de solution de chlorure de baryum à 10%

Ensuite, on fait la filtration avec de papier filtre sans cendre et on laisse refroidir. On prend une crusse vide et on balance votre poids après on peut le filtre dans le crusse on ajoute le filtre sans cendre et on peut dans le four à température 850°C et on laisse refroidir après on prend ce poids

Cette méthode est très longue pour cela on utilise la méthode spectrophotométrique pour le dosage des sulfates. Cette méthode est réalisée comme suit :

Dans un bécher :

- On prélève à l'aide d'une pipette en verre 1 ml d'eau à analyser.
- On ajoute un pincé de BaCl₂.
- Puis on ajoute 9 ml d'eau distillée.
- On verse la solution dans une cuvette graduée et mettre dans l'appareil (420nm), puis

On lit au spectrophotomètre à vis.

Expression et Résultat :

$$[\text{SO}_4^{2-}] = (P_p - P_v) \times 4115.5$$

P_p = poids de crusse vide

P_p = poids de crusse plein

III-2-4 /- Paramètre volumétrie :

a/-Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC) :

Principe :

Le but est de déterminer la teneur en hydrogénocarbonates dans l'eau.

Cette détermination est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral (HCl), dilué en présence de vert de promocrisol.

Réactif utilisé :

-HCl 0.02N

-vert de promocrisol

Mode Opérateur :

Dans un erlenmayer de 250ml : on prélève 50ml à analyser, on ajoute 3 goutte de promocrisol, on titre ensuite avec l'HCL à 0.02 N jusqu'au virage du jaune au jaune orange.

Expression et Résultat :

$$TAC = V_{HCL} \times f \times 12.2$$

V_{HCL} = volume de HCL

f = coefficient de dilution

b/-Chlorure Cl^- :

Principe :

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium, la fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent

Réactif utilise :

Chromate de potassium $K_2Cr_2O_4$

Nitrate d'argent $AgNO_3$

Mode Opérateur :

Dans une fiole de 250ml, prélève 50ml d'eau à analyser nomme $V_s=50ml$ et 100ml de l'eau distillé dans une autre fiole nomme $V_b=100ml$, puis on ajoute 3 gouttes de chromate de potassium puis on titre avec le nitrate d'argent ($AgNO_3$) jusqu'au virage au rouge brique

Expression et Résultat :

$$[Cl^-] = (V_s - V_b) \times 0.02 \times 35453 \times f / 100$$

V_s = volume de $AgNO_3$ pour échantillon,

V_b = volume de $AgNO_3$ pour l'eau distillé = coefficient de dilution

c/-La dureté totale ou degré hydrométrique (TH)Principe :

La dureté totale détermine principalement la concentration en calcium et du magnésium dissous, elle est exprimée en degré Français (°F).

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 Diamintétracétique (EDTA).

Réactifs utilisés :

Solution d'EDTA (Sel dissodique d'acide éthylène diamine tetracétique à 0.02N ;

Solution tampon (pH= 10) ;

Indicateur coloré Noir d'Eriochrom T (N.E.T) ;

Mode Opérateur:

Dans un erlenmayer de 250 ml, on prélève 10 ml d'eau à analyser, on chauffe au bain marie à une température d'environ 60°C puis on ajoute 2 ml de la solution tampon (pH= 10) et 3 gouttes d'indicateur coloré (N.E.T), ensuite on titre avec l'EDTA jusqu'au virage du rouge au bleu.

Expression et Résultat :

$$[\text{TH}] = V_{\text{EDTA}} \times f \times 20$$

f: le coefficient de dilution

V_{EDTA} = volume de EDTA

d/-Dosage du l'ion de calcium :

Le principe de dosage de calcium est identique à celui de la dureté totale.

Pour déterminer la dureté calcique on utilise l'EDTA comme complexant, auparavant on précipite le magnésium sous forme de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ vers un pH = 12, par addition de la soude, indicateur utilisé est sensible aux seuls ions de calcium.

Réactif utilisé :

- ✓ Solution d'EDTA (Sel dissodique d'acide éthylène diamine tetracétique (0.02N);
- ✓ Solution d'hydroxyde de sodium NaOH (0.1 N) ;
- ✓ Acide calcique carboxylique HSN

Mode Opérateur :

Dans une fiole de 250 ml, on prélève 25 ml d'eau à analyser puis on ajoute 2ml de NaOH et une pince d'indicateur HSN, ensuite on titre avec l'EDTA jusqu'au virage du rouge au bleu

Expression et Résultat :

$$[Ca^{+2}] = V_{EDTA} \times f \times 8.016$$

f: le coefficient de dilution

V_{EDTA} = volume de EDTA

e/- Magnésium:

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

On applique directement la relation suivant:

$$[Mg] = (V_{EDTA (TH)} - V_{EDTA (Ca^{++})}) \times f \times 4.86$$

III-2-5 /- les paramètres bactérie :

Les analyses habituellement effectuées sur une eau de consommation humaine sont basées sur la recherche et le dénombrement des germes suivants :

- ❖ Les *Germes totaux* ;
- ❖ Les *Coliformes totaux et fécaux* ;
- ❖ Les *Streptocoques fécaux* ;
- ❖ Les *Clostridium sulfito-réducteurs*.

Dans la présente étude, nous avons utilisé deux méthodes de dénombrement : méthode solide et liquide, la méthode liquide très précisée par rapport l'autre mais elle très cher

Avantages et inconvénients de la technique par filtration (solide) et la méthode en tubes (liquide) :

	Méthode par filtration	Méthode en tubes
Avantages	Facteur temps: Rapide Économique Espace étuve Exactitude des résultats	Fiable Eau chargée Sensible
Inconvénients	Investissement de départ : Coûteux	Aléatoire

Tableau N01 : les avantages et les inconvénients dès les deux méthodes.

I/- méthode solide :

I-1/-les coliformes :

Mode opératoire :

1/-Filtration :

La recherche des bactéries coliformes par filtration sur membrane nécessite une préparation au préalable, qui se déroule selon les étapes suivantes :

Essai standard.

- on stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen.
- après on refroidir avec l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité nominale de 0,45 μ entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dispositif avec la pince correspondante.
- Déposer ensuite aseptiquement 100 d'eau à analyser
- Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane.
- Retirer l'entonnoir puis transférer immédiatement et aseptiquement la

membrane à l'aide d'une pince à bouts arrondis stérile, sur la surface d'une plaque de gélose TTC préalablement préparée. Cette dernière sera incubée couvercle en bas à 36 °C pendant 21 heures

et servira à la recherche des bactéries coliformes, suivie de l'identification biochimique des *Escherichia coli*

2/-Lecture ET interprétation :

Après la période d'incubation spécifiée, dénombrer les colonies caractéristiques qui se présentent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentés en jaune orangé ou en jaune (lactose positives).

Repiquer de façon aléatoire 5 à 10 colonies dans un milieu de culture TSA et incubé pendant 24h à 37c

Et on ajoute ces colonies dans un tube Tryptophane 24h à 44c

Après l'incubation on fait les deux tests

3/-Teste Oxydase :

On peut le disc dans une boîte vide avec une pipette et on prendre une seule colonie on tremper dans le disque si on regarde un virage au bleu violet foncé. Donc une oxydation positive si non oxydation négatif.

✓ Oxydation positive donc il y a un coliforme total

4/-Test à l'indole :

Pour cela, transférer chaque colonie caractéristique séparément (5 à 10) dans un tube contenant 3 ml de bouillon au tryptophane. Bien triturer la colonie dans le milieu puis incubé ce dernier à 44 °C pendant 24 heures puis rechercher la production d'indole en ajoutant 2 à 3 gouttes du réactif de Kowacs. Si on regarde un anneau rouge donc il y a un *Escherichia coli*

I-2/- les streptocoques :

La recherche des entérocoques intestinaux ou Streptocoques du groupe « D » par filtration sur membrane avec la même étape de coliforme :

Mais pour ce type on utilise le milieu de culture gélose slanetz

1/-Lecture et interprétation :

Après la période d'incubation spécifiée, les entérocoques intestinaux ou Streptocoques du groupe « D » apparaissent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentées en rouge, marron ou rose.

on ajoute le filtre complet dans une milieu culture BEA et on incubé a t=44 pendant 2h

. après l'incubation colonies caractéristiques prennent alors une coloration noire traduisant ainsi l'hydrolyse de l'esculine présente dans le milieu.

Après on fait le test de catalase pour reconnaître le streptocoque

2/-Teste de catalase :

On ajoute dans le filtre une goutte de H₂O₂ et on regarde dans Macroscopie s'il y a un bulle d'air donc résultat négative si non positive

II/- méthode liquide :

II-1/- les coliformes :

1-Définitions :

Au sens de cette méthode, on entend par Coliformes des bacilles à Gram négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, ne possédant pas d'oxydase, capables de se multiplier en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36 et 37°C.

Les Coliformes thermo tolérants ont les mêmes propriétés que les coliformes mais à 42 ± 2°C.

Les *Escherichia coli* sont des coliformes thermo tolérants ayant la particularité de produire de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à 42 ± 2°C.

2. Mode opératoire :

La recherche et le dénombrement des bactéries coliformes, coliformes thermo tolérants et des *Escherichia coli* dans les eaux, en milieu liquide par la technique du NPP, se fait en deux étapes consécutives :

- le test de présomption : réservé à la recherche des Coliformes,
- le test de confirmation : réservé à la recherche des Coliformes thermo tolérants et *Escherichia coli*.

➤ Test de présomption.

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham
- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham
- 5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham,
- Chassez l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

- Lecture :

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois :

- un dégagement de gaz (supérieur au 1/10^e de la hauteur de la cloche),
- un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans les conditions opératoires décrites.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP (voire l'annexe)

➤ **Test de confirmation.**

- Le test de confirmation est basé sur la recherche de Coliformes thermo tolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*.

Les coliformes thermo tolérants ont les mêmes propriétés de fermentation que les coliformes mais à 44°C.

Escherichia coli est un coliforme thermo tolérant qui entre autre :

- produit de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à 44°C,
- donne un résultat positif à l'essai au rouge de méthyl,

Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des Coliformes feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham

Lecture :

Seront considérés comme positifs, les tubes présentant **à la fois** :

- un dégagement gazeux, et changement de couleur
- un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs.

II-2/- les streptocoques :

Définition :

Au sens de cette méthode, on entend par entérocoques intestinaux des bactéries qui se présentent sous forme de Cocci à Gram positive, sphériques ou ovoïdes formant des chaînettes, ne possédant pas de catalase mais possédant l'antigène du groupe D. Ils sont capables de se développer en 24 à 48 heures à 37°C sur un milieu sélectif à l'azoture de sodium en donnant des colonies caractéristiques réduisant le TTC et qui de plus hydrolysent l'esculine en 2 heures à 44°C après repiquage d'une colonie sur une gélose biliée à l'esculine et à l'azoture.

1/-Mode opératoire.

La recherche et le dénombrement des Streptocoques du groupe « D » dans les eaux, en milieu liquide par la technique du NPP, se fait en deux étapes consécutives :

- le test de présomption : réservé à la recherche présomptive des Streptocoques.
- le test de confirmation : réservé à la confirmation réelle des Streptocoques du groupe « D ».
- **Test de présomption.**

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 50 ml dans un flacon contenant 50 ml de milieu ROTHE D/C.
- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C
- 5 fois 1 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C.

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

Lecture :

Seront considérés comme présomptifs les tubes présentant un trouble microbien ; seulement ces derniers :

- ne doivent en aucun cas faire l'objet de dénombrement
- doivent par contre, absolument faire l'objet d'un repiquage sur milieu LITSKY EVA dans le but d'être justement confirmés.

➤ Test de confirmation :

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoques du groupe « D » éventuellement présents dans le test de présomption.

Les tubes de ROTHE trouvés positifs feront donc l'objet d'un repiquage à l'aide d'une tube contenant le milieu LITSKY EVA.

Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

L'incubation se fait cette fois-ci à 37°C, pendant 24 heures.

III/-Les spore :

1/-Objet et domaine d'application :

Cette méthode consiste en la recherche et le dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices et de Clostridium sulfito-réducteurs dans les eaux destinées à la consommation humaine, par incorporation en gélose en tubes profonds.

2/-Définition :

Au sens de cette méthode, on entend par bactéries anaérobies sulfito-réductrices des bactéries qui se présentent sous forme de bacilles à Gram positif et qui en se développant à température de 36 °C en 24 à 48 heures en gélose profonde de type gélose Viande Foie, donnent des

colonies caractéristiques qui sont de couleur blanche entourées d'une auréole noire. Ce dernier est le témoin de la réduction du sulfite de sodium (Na_2SO_3) qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{2+} qui donne FeS (sulfure de fer) de couleur noire.

La présence de spores de bactéries ASR dans les eaux, sans flore d'accompagnement, constitue généralement un véritable indice de contamination ancienne.

3. Mode opératoire :

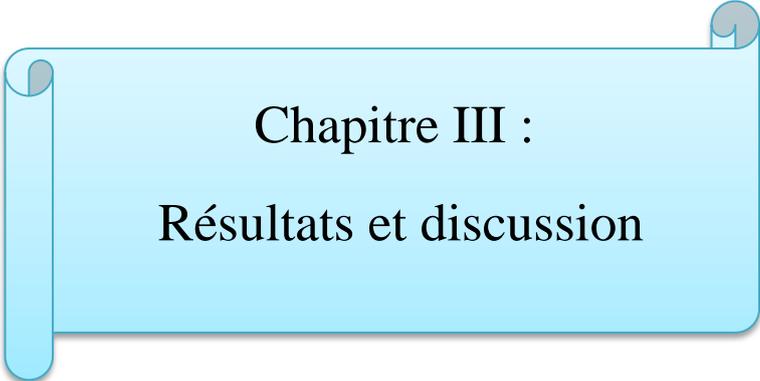
La recherche des spores des bactéries anaérobies sulfito-réductrices par filtration sur membrane nécessite une préparation au préalable, qui se déroule selon les étapes suivantes

- on chouffer le flacon de prélèvement dans un bain mari 80 pendant 10min ou 15min a but de détruire toutes les formes végétatives des bactéries anaérobies sulfito-réductrices éventuellement présentes.
- Après chauffage, refroidir immédiatement le flacon destiné à l'analyse, sous l'eau de robinet.
- il faudrait stériliser l'entonnoir gradué en acier inoxydable ainsi que la membrane poreuse à l'aide d'un bec bunsen.
- Les refroidir tout de suite après, avec l'eau à analyser si on en dispose en quantité suffisante ou bien avec de l'eau distillée stérile.
- Mettre en place de façon aseptique une membrane de porosité nominale de **0,2 μ** entre la membrane poreuse et l'entonnoir à l'aide d'une pince stérile.
- Fixer ce dispositif avec la pince correspondante.
- Déposer ensuite aseptiquement 100 ml, devant un bec bunsen.
- Actionner ensuite la pompe à vide pour absorber l'eau à travers la membrane.
- Retirer l'entonnoir, enlever la membrane à l'aide de pinces stériles puis la placer dans une boîte de façon à ce que la face quadrillée adhère au fond de la boîte tout en évitant les bulles d'air sous le filtre.
- Verser par la suite environ 18 ml de gélose VF, fondue puis refroidie
- Après solidification sur pailleasse, cette boîte sera incubée couvercle en bas à $36 \pm ^\circ\text{C}$ pendant 24 heures

4. Lecture et interprétation :

Compter les colonies caractéristiques noires aussi bien après la première période d'incubation soit après 20 ± 4 heures qu'après la seconde période d'incubation soit après 44 ± 4 heures.

Si on regarde les colonies noir donc il Ya des spores.



Chapitre III :
Résultats et discussion

À pour le but d'évaluer et contrôler la qualité des eaux. Pour cela, on a effectué des analyses physico-chimiques et bactériologiques sur les différents échantillons prélevés au niveau de laboratoire d'ADE de la wilaya de Ghardaïa

L'interprétation des résultats de chaque paramètre est effectué selon :

- les normes algériennes relatives à la qualité de l'eau de consommation humaine (décret exécutif n° 11-125 JO N°18 du 23 mars 2011).

- les valeurs guides de l'OMS, 2006[47]

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sont présentés dans le tableau suivant :

	Les Paramètres	Unité	Résultat		Les normes d' Eau brute Souterraine		
			P1	P2	N.A	OMS	
Paramètres Physiques	Concentration en ions hydrogène	Unité pH	7.4	7.73	≥ 6,5 et ≤ 9.5	6,5-95	
	Conductivité à 25°C	µS/cm	1546	849	2800	pas de norme	
	Température	°C	19.6	20.6	25	Acceptable	
	Turbidité	NTU	0.475	0.260	5	< 5	
	Taux des solides dissous (TDS)	mg/l	798	430	--		
	La Salinité	‰ (psu)	0.8	0.6			
Paramètres Chimiques	Paramètres de pollution	Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/l	0.105	0.007	0,2	0,1ou≤0,02
		Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/l	19.7666	29.5569	50	50
		Phosphore (P)	mg/l	0.00	0.000	5	
	Minéralisation Globale	Calcium (Ca ⁺⁺)	mg/l en CaCO ₃	137.88	84.97	--	100
		Magnésium (Mg ⁺⁺)	mg/l en	76.78	48.6	--	50

		CaCO ₃					
		Dureté totale (TH)	mg/l en CaCO ₃	660	412	200	200
		Chlorures (Cl ⁻)	mg/l	205.627	69.487	500	250
		Sulfates (SO ₄ ²⁻)	mg/l	165.85	218.121	400	500
		Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	mg/l en CaCO ₃	312..32	158.6	500	
		Résidu sec RS	mg/l	1884	--	1500	1500
	paramètres Indésirables	Fer	mg/l	0.004	0.010	0.3	Pas de valeur guide

TableauN02: Variations des paramètres physiques en fonction des sources d'eaux

N. A: Norme Algérienne relative au décret exécutif N° 11-219.

OMS : L'Organisation mondiale de la Santé

P1 : Puits de si abdelghani (Tiaret)

P2 : Puits Djedra Omar. Laadira. Daia (Commune : Daia, Ghardaïa)

I/-Comparaison entre les deux échantillons a base du moyen des analyses

Physico-chimique :

Les analyses permettent aussi de déterminer la concentration de certaines substances qui peuvent rendre ces eaux suspectes ou impropres à la consommation.

En ce qui concerne l'eau étudiée, les analyses physico-chimiques ont permis de révéler les résultats suivants :

I. 1/- Paramètres physico- chimiques:

➤ Le potentiel d'hydrogène (pH) :

C'est l'un des paramètres parmi les plus importants pour la qualité de l'eau. Il caractérise un grand nombre d'équilibre physicochimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés [48]

Le pH obtenu pour notre eaux étudiées sont de 7,4 à 7,73 ceci montrent que les eaux analysées sont pratiquement neutres à légèrement basiques avec un caractère plus ou moins alcalin et respectent les normes algériennes et l'optimum fixé par l'OMS pour la potabilité de l'eau (6.5 – 9.5). La plupart des eaux présentent aussi un caractère alcalin bicarbonaté du fait que le pH est souvent inférieur à 8,3[49]

➤ La température

La température joue un rôle important dans l'augmentation de l'activité chimique, bactérienne et de l'évaporation des eaux, Elle permet de corriger les autres paramètres chimiques, comme le pH, la conductivité avec une norme de [12°C à < 22 °C]. D'une façon générale, la température des eaux est influencée essentiellement par les variations climatiques, la température extérieure (l'air), des saisons, par l'origine dont elles proviennent (superficielles ou profondes) (la nature géologique) [39] et de la profondeur du niveau d'eau par rapport à la surface du sol [50]

Les directives du conseil des communautés européennes et la réglementation algérienne, fixent à 25°C la température à ne pas dépasser pour l'eau destinée à la consommation humaine.

Au mois de Février les températures mesurées pour l'eau des puits est égale à 19°C. Ce qui nous permet de dire que notre eau est dans les normes pour ce paramètre. Il est reconnu que les variations de la température s'estompent au-delà de 3 mètre de profondeur et que la température des eaux souterraines est invariable au cours de l'année [51]

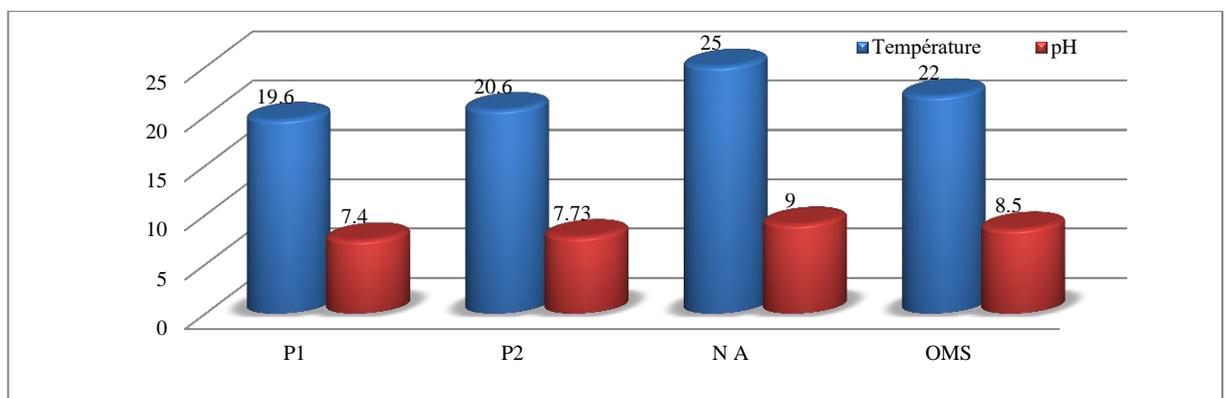


Figure06 : La température et le potentiel d'hydrogène

➤ **Turbidité :**

La mesure de la turbidité permet de donner les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence des particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...etc.) ou d'autres matières microscopiques qui forment un obstacle au passage de la lumière dans l'eau. [52]

Les eaux étudiées sont des eaux claires ; ceci est dû à l'infiltration de l'eau dans le sol. Elles ont une turbidité de 0.475 et 0.260 NTU ce qui est conforme à la norme algérienne qui recommande comme valeur limite 5 NTU au maximum. Donc les deux puits sont bien protégés.

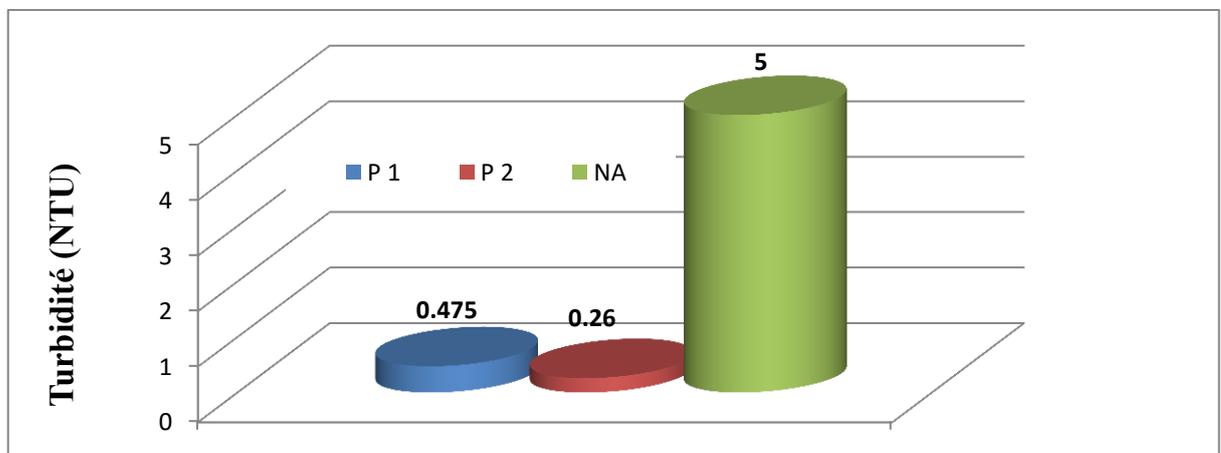


Figure 07: La turbidité des eaux

➤ **La conductivité :**

signalent que la variation de conductivité des eaux naturelles est induite par la présence dans le milieu d'ions qui sont mobiles dans un champ électrique [49]. Cette mobilité dépend de la nature des ions dissous et de leur concentration, tels que les ions de calcium (Ca^{2+}), de sodium (Na^+), de chlorures (Cl^-), des bicarbonates (HCO_3^-)...etc. Généralement, la conductivité électrique augmente avec la concentration des ions en solution et la température [50]

On générale les eaux étudiées sont de bonne qualité de point de vue conductivité, elles présentent des valeurs de 1546 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour eau de puits de si abdelghani et 849 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour l'eau de Ghardaïa qui restent conformes à la norme algérienne indiquant une valeur limitée de 2880 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C. Donc la valeur mesurée de la conductivité pour l'eau de région de Tiaret indiquent une minéralisation élevée par apport de la région de Ghardaïa, car elles sont toutes globalement supérieures à 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Le contexte géomorphologique, la profondeur des

niveaux captés et la nature géologique des formations du sol sont autant de facteurs qui influencent les variations de la conductivité[53]

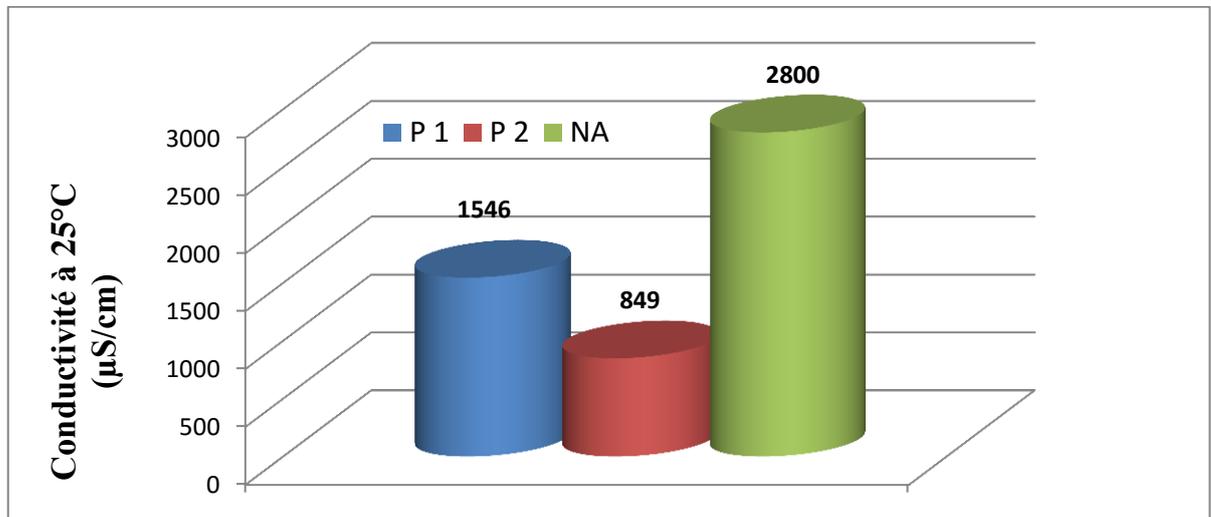


Figure 08 : La Conductivité électrique des eaux

➤ **Salinité :**

Les valeurs de la salinité des 2 puits est 0,8 psu et 0,6 psu. Ce qui est confirme les valeurs de la conductivité trouvés précédemment.

➤ **Le chlorure (Cl⁻) :**

La présence de chlorures dans les eaux est due le plus souvent à la nature des terrains traversés () qui résulte de la dissolution des sels naturels, par la dissolution de la sylvite (KCl) et de l'halite (NaCl) [54] . On les retrouve dans presque toutes les eaux naturelles. [55]

Dans les eaux analysées, les teneurs en Cl⁻ dans l'eau de puits de la région de Ghardaïa ne dépassaient pas 69.487 mg/l. Elle reste conforme aux normes de notre pays qui fixe une concentration maximale admissible de 500 mg/l et les normes OMS 250 mg/l. Des teneurs importantes en Cl⁻ (205.627 mg/l) qui dépassent largement la norme ont été enregistrées pour l'eau de puits de Si abdelghani dans la région de Tiaret. Les teneurs dans les eaux naturelles sont susceptibles de subir des variations suite au lessivage superficiel en cas de fortes pluies ce qui explique l'augmentation des teneurs de chlorures en saison humide dans la région de Tiaret.

Généralement, les chlorures présents dans l'eau destinée à la consommation humaine n'ont pas de conséquences toxiques pour l'homme, mis à d'autre part[56]

ont mentionné que les ions chlorures, à une concentration supérieure à 250 mg.L^{-1} , altère la saveur et le goût de l'eau, ce qui peut entraîner une dégradation de la qualité de l'eau. [56] Cependant, les eaux chlorurées peuvent être préjudiciables aux personnes atteintes de maladies rénales ou cardio-vasculaires, en particulier si ces eaux sont sodiques.

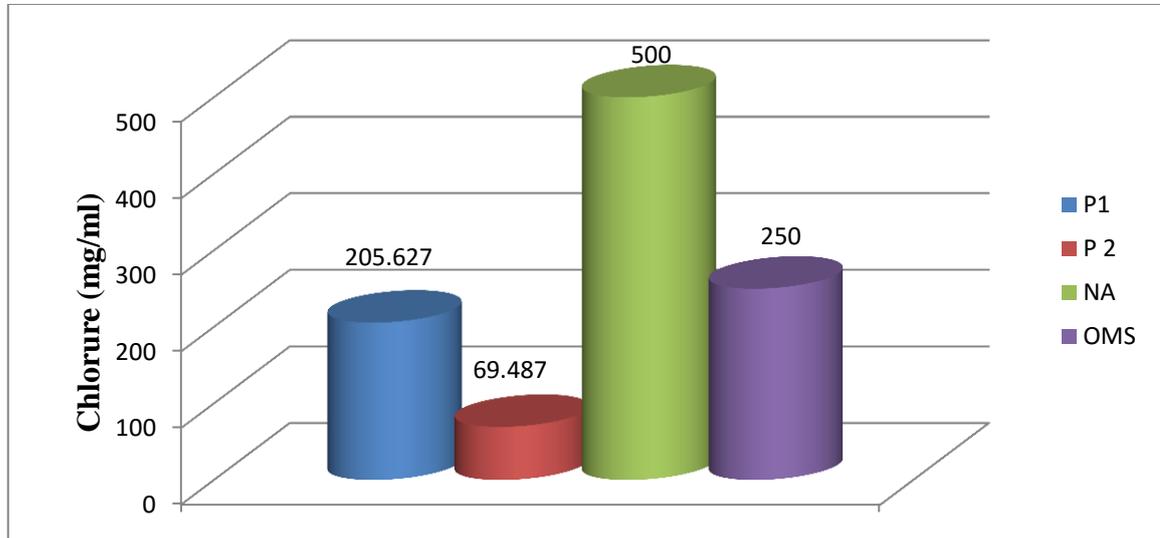


Figure 09 : la teneur de chlorure dans les eaux étudiée

➤ **Les sulfates (SO_4^{2-})**

La teneur en sulfate des eaux est très variable dépend essentiellement à l'interaction de l'eau avec des dépôts des substances dans l'aquifère de la nappe phréatique, du fait de la solubilité du gypse. A côté de cela le sulfate peut être aussi formé comme produit final d'un processus d'oxydation microbienne en liaison avec la dénitrification des nitrates dans l'aquifère de nappe phréatique[57] . Selon l'OMS fixe une norme de 500 mg/l , les principaux effets physiologiques provoqués par l'ingestion de grandes quantités de sulfates sont la purgation et l'irritation gastro-intestinale chez les adultes [58] .

La valeur des sulfates trouvée pour les échantillons est 165.85 et 218.121 mg/l , elle est inférieure à la concentration maximale admissible décrétée par les normes algériennes 400 mg/L

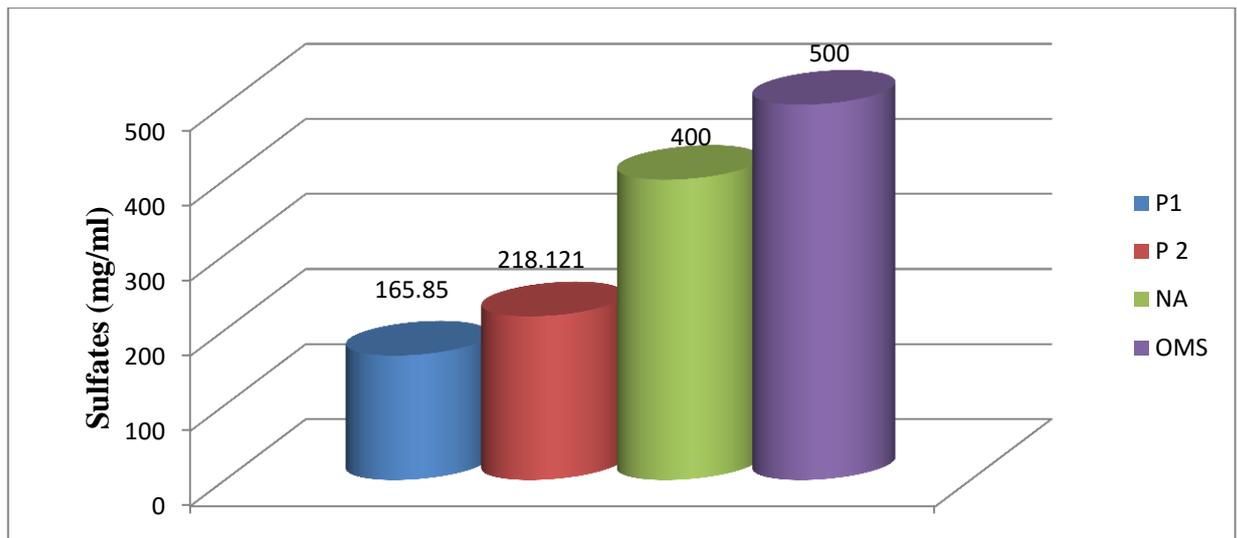


Figure 10: La teneur en Sulfates dans les eaux

➤ **L'Orthophosphate (PO_4^{3-})**

Des teneurs supérieures à 0.5 mg/l doivent constituer un indice de pollution. Ce n'est pas le cas pour nos eaux étudiées, nos résultats montrent une absence totale de la concentration d'Orthophosphate dans l'eau des échantillons étudiée. Elle est inférieure aux normes prescrites par la réglementation algérienne qui fixent une valeur maximale admissible de 0.5 mg/l.

➤ **Les nitrites (NO_2^-)**

Les nitrites sont les indicateurs de la pollution. Elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrates. Une teneur d'azote nitreux supérieure à 0,10 mg.L-1 peut faire soupçonner un apport d'eaux riches en matières organiques en voie de décomposition. Cette teneur ne devrait pas être dépassée dans le cas d'une eau d'origine profonde. [49]

L'OMS retient la valeur de 0.1 mg/l comme norme de qualité pour l'eau de consommation et les normes algériennes indiquent une valeur maximale de 0.2 mg/l. Il n'y a pas de différence significative entre les valeurs de nitrites des différentes sources d'eaux étudiées ce qui répond aux normes.

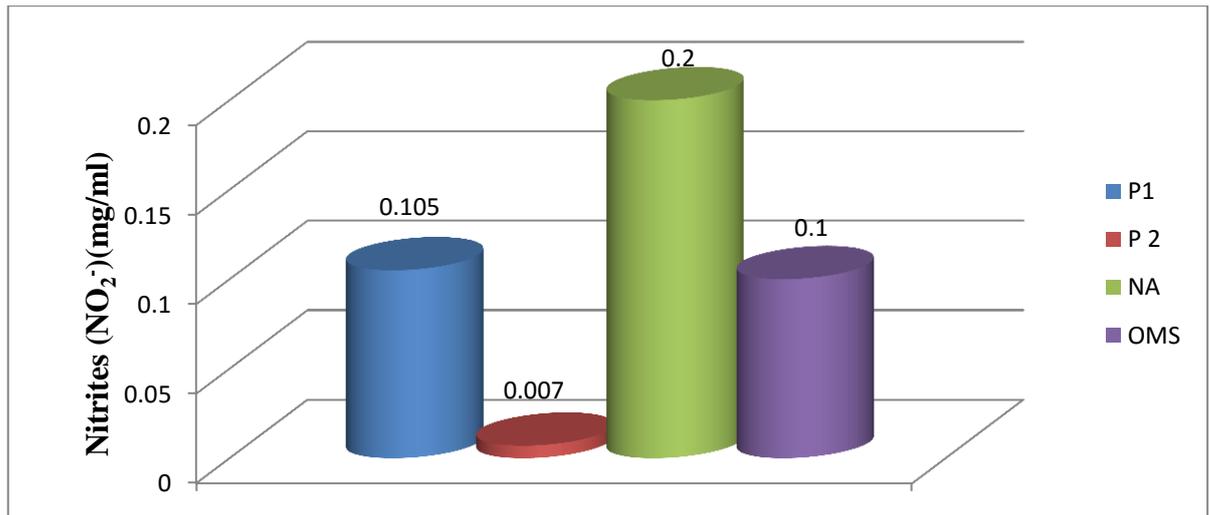


Figure11: La teneur en nitrites dans les eaux étudiée

➤ Les nitrates (NO₃⁻)

La concentration en nitrate dans les eaux souterraines est normalement basse, mais peut atteindre des niveaux élevés en raison de l'écoulement agricole à (l'épandage excessif d'engrais), l'écoulement de décharge d'ordures, ou de contamination avec les déchets d'animaux ou d'humains (lixiviation des eaux usées). [59]

Pour les eaux étudiées, les valeurs des nitrates obtenus sont inférieure à la norme prescrite, elle est comprise entre 19.7666 et 29.5569mg/l. Donc, elle est de qualité médiocre par rapport à La réglementation algérienne et l'OMS qui recommande pour les eaux naturelles une valeur limite de 50 mg/L

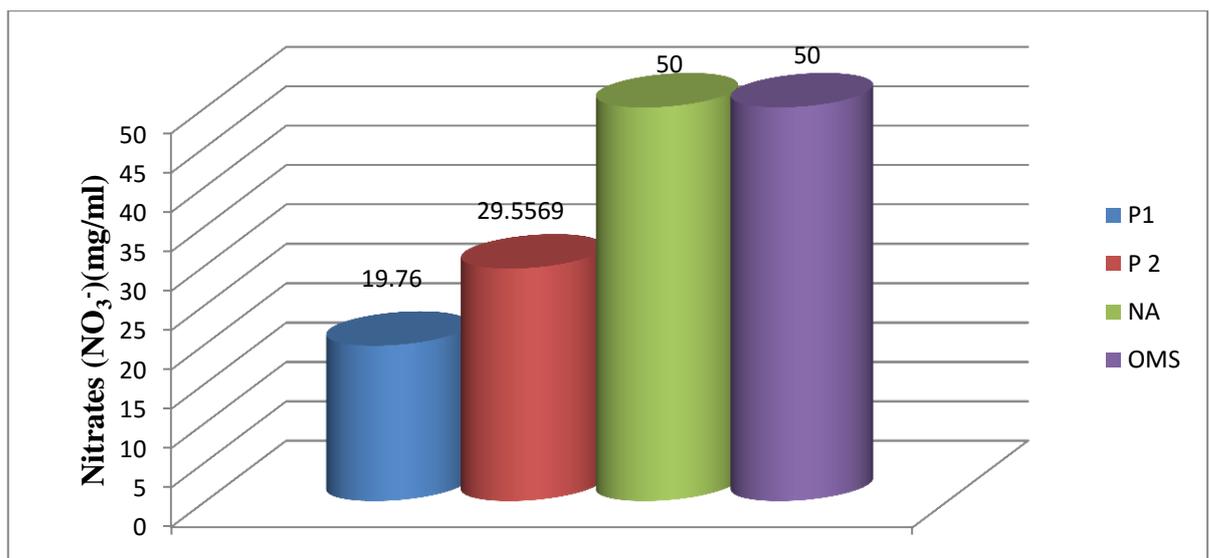


Figure 12 : la teneur de nitrates dans les eaux

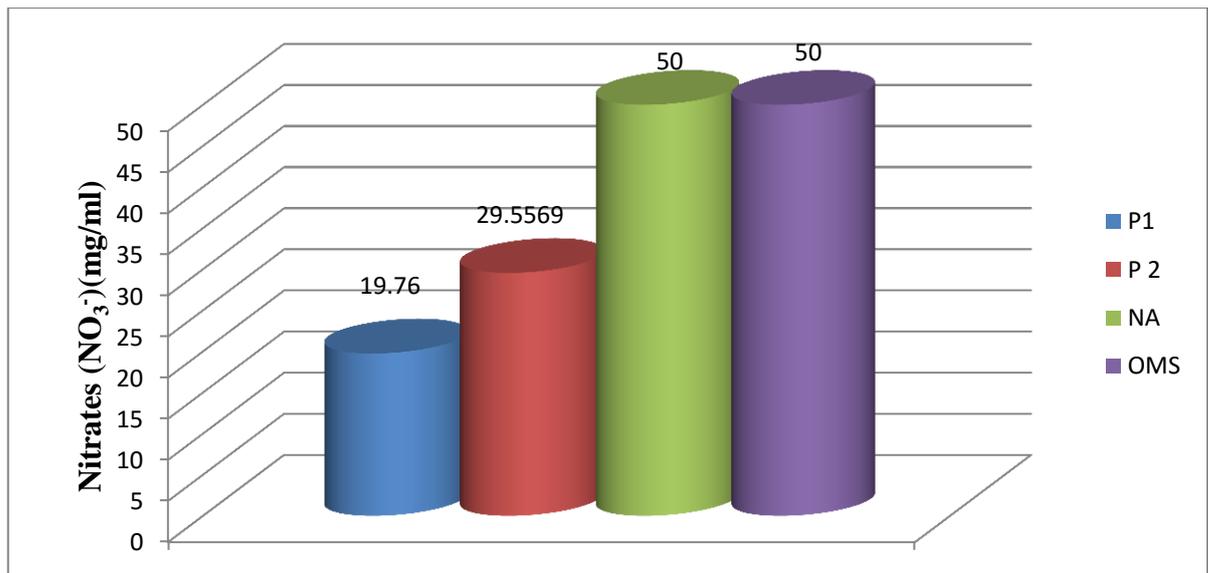


Figure 12 : la teneur de nitrates dans les eaux

➤ **L'ion calcium (Ca²⁺)**

Le Ca²⁺ est présent dans l'eau potable d'une part peut avoir des effets bénéfiques comme le blocage de l'absorption des métaux lourds, il accroît la masse osseuse et prévient certain type de cancer « cancer du côlon chez les humaines » et même faire disparaître les premiers signes de cancer colorectale[60] ,En sur dosage, le Ca²⁺ peut être nocifs pour la santé à des concentrations très élevée car il réduit l'absorption d'autres éléments minéraux essentiels comme le fer.[61]

Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Les normes algériennes préconisent une concentration de 200 mg/l comme concentration maximale.

Globalement, les eaux étudiées sont modérément calciques, et les valeurs de calcium trouvées sont comprises entre 137.8752 et 84.969 mg/l ce qui est conforme aux normes algériennes. Mais la teneur en calcium dans l'eau de puits de Si abdelghani est très élevé par apport de l'eau de région de Ghardaïa et il est dépassé les normes d'OMS. Ces fortes concentrations du calcium témoignent des passages de calcaire qui libère les ions sous l'action de la circulation des eaux souterraines[62]

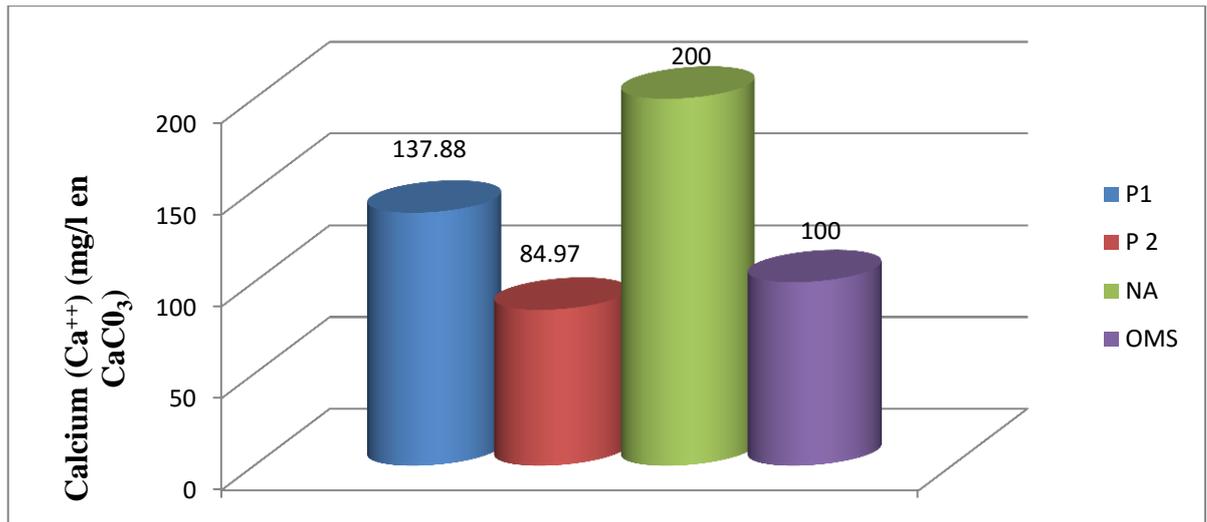


Figure13: Taux de calcium dans les eaux

➤ **L'ion magnésium (Mg²⁺)**

Le Mg²⁺ est un élément indispensable au métabolisme du corps humaine, car le Mg²⁺ est indispensable à la régulation de la perméabilité cellulaire, une concentration de cet élément perturbe gravement les fonctions cardiovasculaires, neuromusculaire et sur toute rénales.

C'est un des éléments les plus répandus dans la nature, il donne un gout désagréable à l'eau [49] C'est 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).[63-64]

Selon les normes du Magnésium requises par l'OMS [50 mg/l], nos résultats montrent que l'eau de puits de Ghardaïa est bien inférieure aux normes. Par contre la teneur de Magnésium dans l'eau de la source de Tiaret dépassé la valeur préconisée par l'OMS. D'après les études .[65]

Les concentrations élevées des ions Mg⁺⁺ peuvent provenir de la contamination des eaux par les rejets industriels ou bien l'activité agricole.

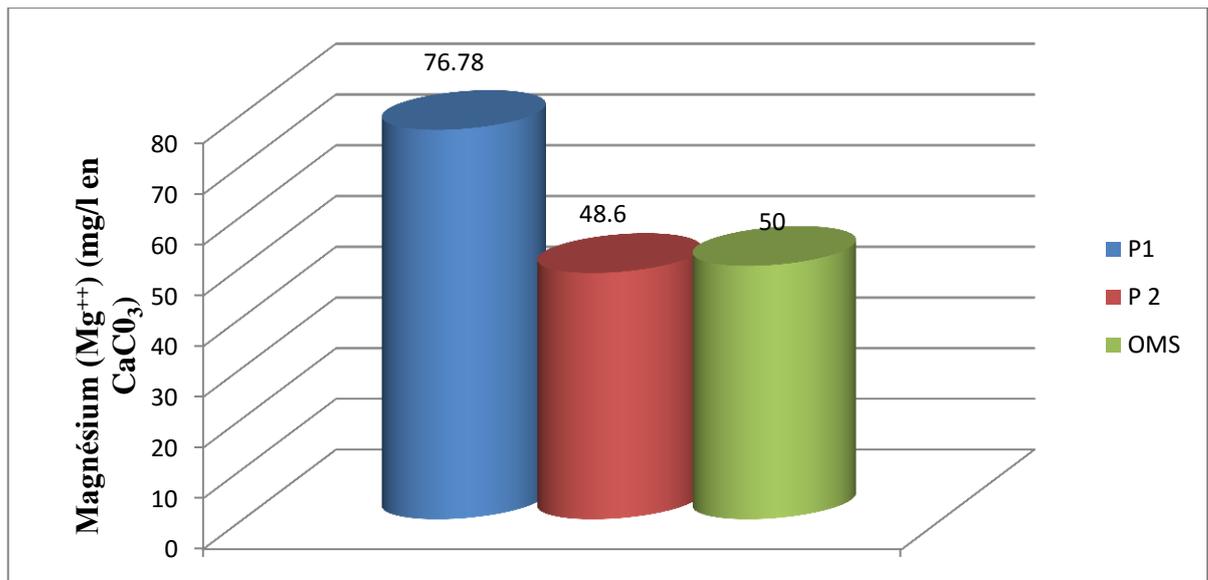


Figure 14 :Taux de magnésium dans les eaux

➤ La dureté totale

La dureté est un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et reflète la concentration en sels minéraux dissous dans plus particulièrement en ions de Ca²⁺ et Mg²⁺, plus cette concentration est élevée plus l'eau est dure.[49]

Ce paramètre présente une grande variation qui serait liée à la nature lithologique de la formation aquifère[66] . Les eaux provenant de terrains calcaires ou surtout de terrains gypseux, peuvent avoir des duretés très élevées susceptibles d'atteindre 1g de CaCO₃.L-1 [49]

Pour l'eau destinée à la consommation humaine. La réglementation algérienne et l'OMS (2006) préconise la valeur de la dureté égale 200 mg/l de CaCO₃ (20°F).

Les valeurs de la dureté trouvées pour nos échantillons sont 660 mg/l de CaCO₃ pour l'eau de Si abdelghani et 412 mg/l de CaCO₃ pour l'eau de Ghardaïa. On signale que la totalité des puits Une eau peu dure. Cette dureté proviennent de la formation de l'aquifère ainsi du cheminement des eaux qui traversent successivement la nappe superficielle et ensuite la nappe profonde; ce qui donne une concentration supplémentaire à cette dernière.

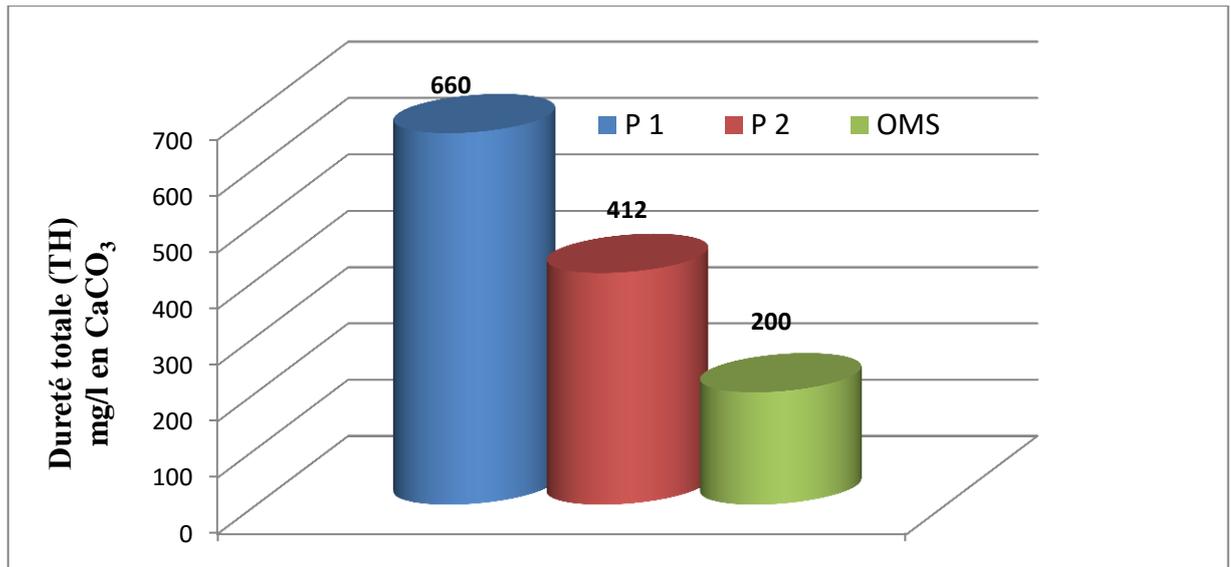


Figure 15: la dureté totale

➤ **Titre Alcalimétrique Complet (TAC)**

Le titre alcalimétrique complet (TAC) dans les échantillons d'eau analysés est du essentiellement à la présence des ions bicarbonates (HCO₃), c'est l'indice du pouvoir tampon de l'eau, il est étroitement liée à la dureté, bien que de nombreuses espèces de solutés puissent y contribuer. L'alcalinité est exprimée en quantité équivalente de carbonate.

Selon les normes du Titre Alcalimétrique Complet (TAC) requises par les normes algérienne [TAC < 500 mg/l de CaCO₃]. Nos résultats montrent que les 2 échantillons étudiés présentent des valeurs inférieures aux normes (312.32 et 158.6 mg/l de CaCO₃)

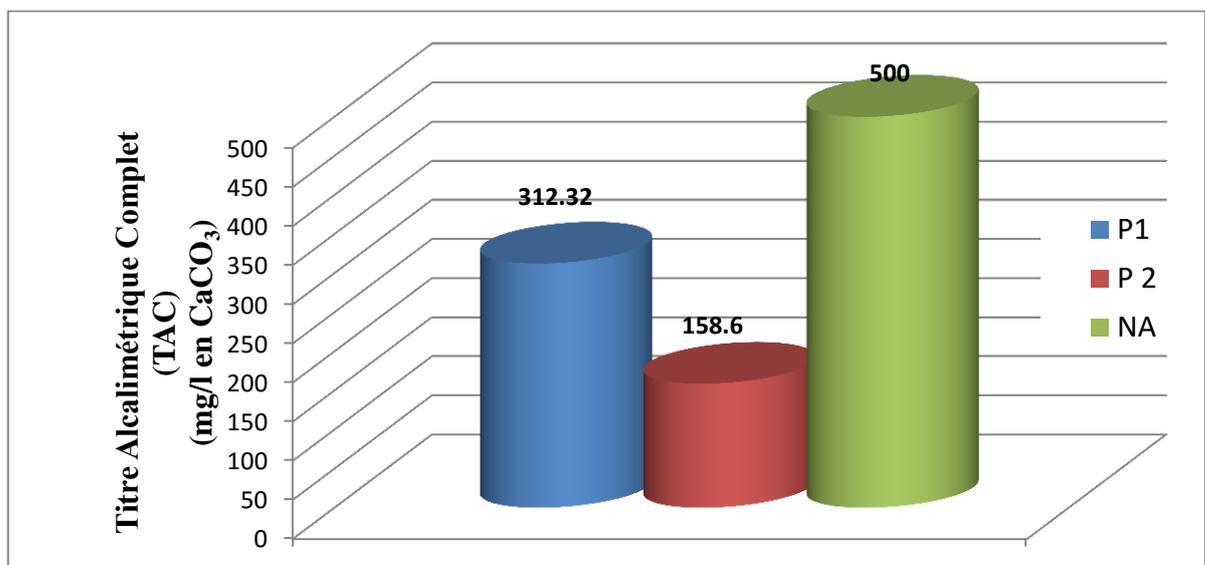


Figure16: Le titre alcalimétrique complet (TAC)

➤ Fer (Fe)

Le fer est élément indispensable au fonctionnement du corps humain (synthèse de l'hémoglobine du sang). Les besoin journaliers sont estimés à environ 10 milligrammes (mg) par jour, selon l'âge et le sexe. Pour une bonne qualité de l'eau potable les normes Algériennes de l'eau potable fixé une concentration de fer au maximum 0,3 mg/l. Nos résultats montrent que les 2 échantillons étudiés présentent des valeurs répondues aux normes Algérienne de la potabilité des eaux. La présence du fer dans les sources naturelles indique de la décomposition des roches et des minéraux du sol.[67]

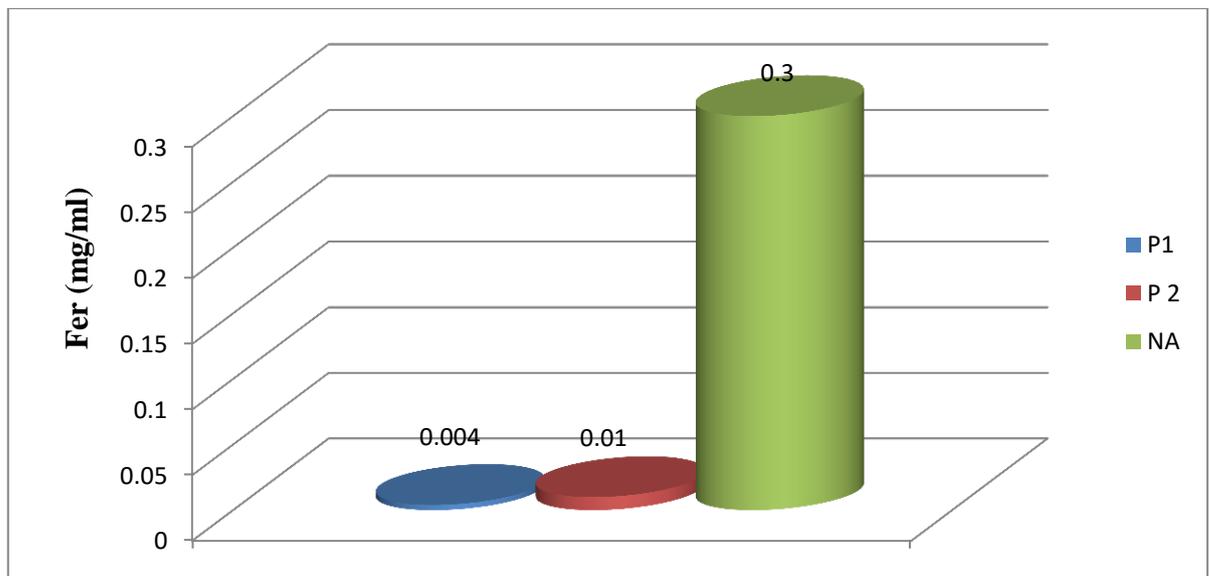


Figure17: Evaluation de la concentration de Fer (Fe) dans nos échantillons étudiés

I-2/-interprétation des résultants microbiologique :

Les analyses bactériologique ont été effectuées au niveau de laboratoire ADE de Ghardaïa qui consiste à la recherche des Coliformes totaux et fécaux, des Streptocoques fécaux, des Clostridium sulfitoréducteurs et Salmonella. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant (tableau)

	Les Paramètres	Unité	Résultat		Les normes d' Eau brute Souterraine	
			P1	P2	N.A	OMS
Bactériol ogiques	Coliformes totaux	/	00	00		
	Escherichia Coli	n/100 ml	00	00	20	

	Entérocoques	n/100 ml	00	00	20	
--	--------------	-------------	----	----	----	--

Tableau 03. Les résultats des analyses microbiologiques de l'échantillon pour les eaux des puits

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau. Les organismes pathogènes sont très nombreux et très variés et ne peuvent donc pas faire l'objet d'une recherche spécifique. De plus leur identification est très difficile voire impossible dans le cas des virus car leur durée de vie peut être très courte. Pour ces différentes raisons, il est préalable de rechercher des germes qui sont toujours présents en grand nombre dans la matière fécale des hommes et des animaux à sang chaud, qui se maintiennent plus facilement dans le milieu extérieur qui sont : les Germes totaux, les Coliformes totaux, les Coliformes fécaux, les Streptocoques fécaux et les Clostridium sulfito-réducteurs.

Pour une eau de bonne qualité bactériologique l'absence totale des germes Pathogènes est nécessaire souhaitable pour une conformité aux normes national et international. Par contre l'eau de mauvaise qualité bactériologique est basée sur le dénombrement des germes pathogènes[6]

➤ **Germes totaux, coliformes totaux et fécaux**

Nos résultats montrent que l'eau des deux puits présente une absence totale des Germes totaux, coliformes totaux et fécaux.

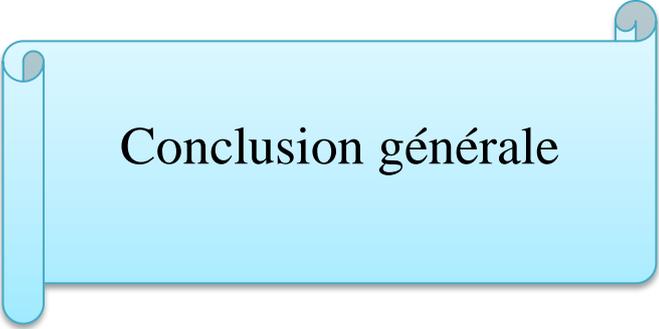
➤ **Les streptocoques fécaux**

La réglementation de notre pays exclue impérativement la présence des streptocoques fécaux dans 100 ml, c'est aussi le cas de nos eaux où on constate l'absence totale des streptocoques fécaux dans les eaux étudiées. Ceci est conforme aux normes de potabilité concernant ce paramètre.

➤ **Clostridium sulfito- réducteurs**

Selon la réglementation algérienne, une eau potable ne doit pas contenir des clostridium sulfito-réducteurs dans 20 ml, et l'absence de colonies noires entourées d'un halo noir. L'échantillon montre que nos eaux sont exemptes de spores de clostridium sulfito-réducteurs, ce qui répond aux normes.

Conclusion Générale



Conclusion générale

Conclusion Générale

Conclusion générale:

L'Algérie renferme des potentialités hydriques souterraines importantes, Certains travaux de recherches ont été réalisés sur la qualité des eaux souterraines concluent que les pollutions de ces eaux souterraines proviendraient d'une origine géologique et anthropique, notamment d'infiltration des eaux usées et l'utilisation des engrais chimiques en agriculture [68,69 , 70, 71,72].

A cet effet, Les analyses physico-chimiques et bactériologique des eaux de puits qui ont été menées en deux différents région en Février 2020, nous ont permis d'avoir quelques caractéristiques de ces puits.

A la suite des résultats des analyses réalisées sur les eaux de deux puits ordinaires exploités pour l'alimentation en eau potable au niveau de la région de Si abdelghani (Sougueur, wilaya de Tiaret) et région de Daïa (wilaya de Ghardaïa), nous avons constaté que:

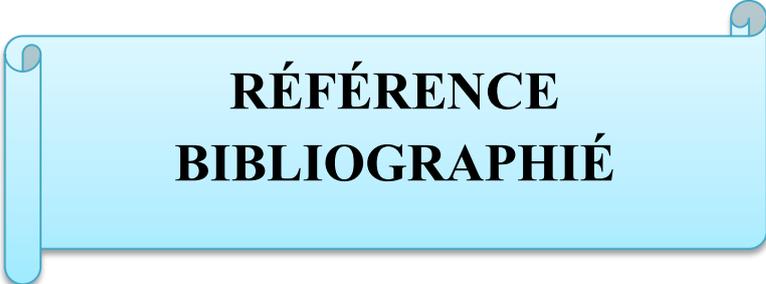
L'étude de la qualité chimique de l'eau a permis de déterminer que les bilans ionique des eaux sont caractérisées par une dominance du calcium puis magnésium parmi les cations, et le chlorure puis le sulfate parmi les anions.

L'étude hydro -chimique des eaux indique que montre que les deux eaux sont dans l'ensemble fortement minéralisée qui conduit a une conductivité électrique très importante atteignent 1546 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour l'eau de puits Si Abdelghani et 849 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour l'eau de Puits Djedra Omar. Cette dernière se trouve influencée, par les chlorures et les sulfates. Donc la qualité de deux eaux est conforme aux normes de potabilité. Et présente un caractère alcalin, très dure.

En effet, pour la comparaison des propriétés physico-chimiques, l'eau de puits de Si abdelghani a des teneurs élevés par rapport l'eau de puits de région de Ghardaïa notamment pour les ions calcium et magnésium qui a probablement pour origine les pratiques de fertilisation agricole, accompagnées de teneurs excessives due à l'influence de la géologie du terrain traversé et se charge de sels minéraux.

- L'analyse bactériologique des eaux n'a révélé aucune contamination bactériologique ce qui témoigne de l'efficacité du traitement de désinfection au niveau des puits.

En conséquence, il est vivement recommandé une surveillance accrue ponctuée par un contrôle rigoureux et régulier tout au long de l'année de cet élément vital, sachant que l'eau est un milieu favorable à la prolifération de germes et autres organismes pathogènes vivants quand elle est polluée par de la matière organique.



**RÉFÉRENCE
BIBLIOGRAPHIÉ**

Référence Bibliographié

Référence bibliographié:

- [1] Ministère de la santé et de la solidarité, (2005) qualité de l'eau potable en France : Aspects sanitaires et réglementaires, Dossier d'information.- Paris : Direction générale de la santé, p 43.
- [2] K. Cruyver, K. Deneg, (1993) La qualité de l'eau à la sortie du robinet: Revue de tribune de l'eau. Éditions Cebedoc.
- [3] M. Defranceschi, (1996) L'eau dans tous ses états. Edition: Ellipses, P: 61.
- [4] A. Ouahdi, (1995) Les maladies à transmission hydrique. Santé plus Alger N°45.
- [5] F. Ramade, (1998) Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Ed, EDISCIENCE, Paris.
- [6] Manuel sur l'environnement, (1996) Catalogue des normes antipollution ; Ed vieweg , Volume III.
- [7] U. européenne, (1980) Directive n° 80-778 du 15 juillet 1980 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine.
- [8] Maïga Fatoumata Sokona Manuel du cour d'hygiène du milieu, F.M.P.O.S 2002
- [9] H. Guerd, A. Mesghouni, Mémoire de fin d'étude, Performance de la station de dessalement des eaux dans la région d'El-Oued, Université Kasdi Merbah-Ouagla, 2007, p:67
- [10] G. Grosnde, Coord, Un point sur l'eau (L'eau, usages et polluant), Tome 2ème édition. Inra, Paris, 1999, p: 51-94.
- [11] Degremont, 1989. Mémento technique de l'eau, Tome 1 & 2, Collection Dégramont, ISBN 2-9503984-0-5, p: 1459.
- [12] J. Turcelin, Traite d'irrigation, Edition tec et doc., Lavoisier, Paris, 1998, pp :13-15. p: 429.
- [13] B. Genin, et al, Cours d'eau, et indices biologiques, 2ème édition., Edugri, Paris, 2003, p: 15-17, p: 36-41.

Référence Bibliographié

- [14] G. Grosconde, Coord, Un point sur l'eau (l'eau milieu naturel et maîtrise), Tome 1^{ème} Edition., Inra, Paris, 1999, p: 17-18.
- [15]. A. Azizi, Mémoire de Master, Réutilisation l'eau condensat, Université des Sciences et de Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, 2014, p: 67.
- [16] R. Lecoq, Manuel d'analyse alimentaire et d'expertises usuelles, Tome2 1^{er} édition., Dion-Deron et C'a, Paris, 1965, p: 910.
- [17] F. Ramade, Ecologie des ressources naturelles, Edition Masson., France, 1981, p: 136-142.
- [18] Mémoire Khedoussi F, chaibe M Etude de la qualité des eaux de barrage TICHY HAF : les algues bionidatrice page 2
- [19] Collin J.J., (2004). Les eaux souterraines : Connaissance et gestion, HERMANN, Editeurs des sciences et des arts, paris, PP: 27-49.
- [20] Emand Barres A.L., Roux J.C., (1999). Périmètre de protection des captages d'eau souterraine destinée à la consommation humaine ; Guide méthodologique et réglementaire, Edition BRGM, manuels et méthodes n°33, 2^{ème} édition, P19.
- [21] M. Bouziani., (2000). L'eau de la pénurie aux maladies, Edition ibn khaldoun, 247p.
- [22] É. Barrette., (2006). Pesticides et eau souterraine : Prévenir la contamination en milieu agricole, Direction des politiques en milieu terrestre, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, 24p.22
- [23] M. Renald., (2003). Le puits, Révision de la numérotation des règlements, développement durable, environnement et parcs, Québec, 52p.23
- [24] N .Stämpfli., (2007). Fiche technique ; Puits d'infiltration, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Services régionaux, région du Québec, 4p.24
- [25] F. Shukuru Salulum, Mémoire de Licence, Approvisionnement en eau dans la ville de Bukavu et son impact sur les maladies de mains sales, Université officielle de Bukavu, 2010, p: 68.

Référence Bibliographié

- [26] François Zaviska, Patrick Drogui, Guy Mercier et Jean-François Blais ; Procédés d'oxydation avancée dans le traitement des eaux et des effluents industriels: application à la dégradation des polluants réfractaires ; livre ; 2009
- [27] Boumesrane_Bounour; L'élimination des polluants industriels par l'adsorption sur charbon actif et par la dégradation photocatalytique (TiO₂/UV); mémoire de master ; 2015.
- [28] Houria_MESSROUK; Contribution à l'évaluation et au traitement des eaux usées dans la région de Ouargla: Cas des composés phénoliques ; mémoire de magister ; 2011.
- [29] Faiza Mekhalif ; Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement ; mémoire de magister;2009
- [30] Degremont, 1989. Mémento technique de l'eau, Tome 1 & 2, Collection Dégramont, ISBN 2-9503984-0-5, p: 1459.
- [31] H. Hervé, Contribution à l'amélioration de la qualité de l'eau à usage domestique dans le 5^{ème} arrondissement de la commune de porto-novo-bénin, Université d'environnement et santé, 2005.
- [32] R. Vilagines, Eau, environnement et santé publique, Edition Tee et Doc., Lavoisier, 2000, p: 5-164.
- [33] J. Rodier et al, L'Analyse de l'eau, 9^{ème} édition, Dunod, Paris, 2009, p 20-256-10-02:
- [34] Mémoire Khedoussi F, chaibe M Etude de la qualité des eaux de barrage TICHY HAF : les algues bionidicatrice page 04-05
- [35] RODIER J., 1999. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 7^{ème} édition: Dunod, Paris.
- [36] Davidson, D. Myers And M. Chakraborty, (1992) No time to Waste: Poverty and the global environment. Oxford, oxfam.
- [37] A.N.R.H., 2005. Note relative aux ressources en eaux souterraines de la Wilaya de Ghardaïa, Rapport de l'Agence nati. res. Hyd., Ouargla
- [38] ANDREY D. et al. (2000) Eléments-traces. MSDA. Canada, 79p
- [39] RODIER J. (1996) L'analyse de l'eau, Paris: Dunod, 6^{ée}.

Référence Bibliographié

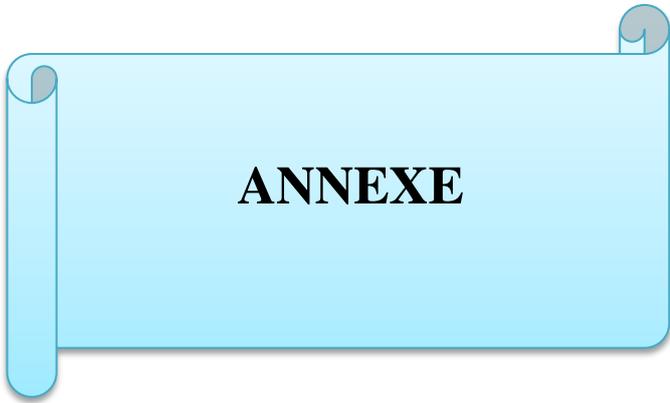
- [40] RODIER J. (1987). *Dans l'analyse de l'eau – eaux naturelles, eau résiduaire, eau de mer*, DUNOD (Éditeur), Paris, France, 173 p.
- [41] J .ZOBRIST. et al. (2003) Eau potable, MSDA. Canada, 20p.
- [42] E. DERWICH. et al. (2010) Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluvial du haut sebou en aval de sa confluence avec oued Fès. Journal Larhyss, n°8, pp.101-112.
- [43] S. M .ALPHA.. (2005) Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.Sa dans la ville de Bamako: évaluation saisonnière. Th: Méd. /Pharm. Mali, 77p.
- [44] Norme algérienne. (1994) La mesure de Turbidité, N746; (ISO7027), 1ere édition.
- [45] L. GOUAIDIA. (2008) Influence de la lithologie et des conditions climatiques sur la variation des paramètres physico-chimiques des eaux d'une nappe en zone semi aride, Cas de la nappe de Meskiana nord-est Algérien. Th: Sc.: Annaba, 130 p.
- [46] N. TABOUCHE, ACHOUR S. (2004) Etude de la qualité des eaux souterraines de la région orientale du Sahara septentrional Algérien. Larhyss Journal, n° 03, Juin, pp.99-113
- [47] OMS., (2006). Paludisme: lutte antivectorielle et protection individuelle, Série de Rapports techniques, N°936, 71p.
- [48] J. Rodier, C. Bazin, J. Broutin., P.Chambon, H. Champsaur, L. Rodi, (2005). L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris, 1384 p.
- [49] J. Rodier, B. Legube, N. Merlet (2009). L'analyse de l'eau, 9 ème édition, Ed. Dunod, 1579p
- [50] I. Dib, (2009). L'impact de l'activité agricole et urbaine sur la qualité des eaux souterraines de la plaine de Gadaine- Ain Yaghout (Est Algérien), Mémoire de magister en hydraulique, construction hydro-technique et environnement, faculté des sciences de l'ingénieur, département d'hydraulique, Université Hadj Lakhdar, Batna, 127 p.
- [51] PETIT F., ERPICUM M. (1987). Variations des températures des eaux de sources et de leurs débit en foction de leur mode d'alimentation, Bull. Socio. Géo de liége, n° XXII 22, 23ème année, 161-172

Référence Bibliographié

- [52] A. Hade, (2007). Nos lacs : Les connaitre pour mieux les protéger, Edition Fides, Bibliothèque national du Québec, Canada, 27p
- [53] A. Boubakar Hassane, 2010. Aquifères superficiels et profonds et pollution urbaine en Afrique: Cas de la communauté urbaine de Niamey (NIGER), Thèse de l'Univ. Abdou Moumouni de Niamey (Niger), 198 p
- [54] SAOUD Ibrahim, Contribution à l'étude hydrochimique de la nappe du Sénonien dans la région de Guerrara (Ghardaïa), Mémoire de master, Faculté des Hydrocarbures Energies Renouvelables et Science de la Terre et de l'Univers , Université Kasdi Merbah Ouargla ,2014.
- [55] C. Degbey, 2011. Facteurs associés à la problématique de la qualité de l'eau de boisson et la santé des populations dans la commune d'Abomey-calavi au Benin. Thèse de doctorat en Sciences de la santé publique. Ecole de santé publique. Université Libre de Bruxelles (ULB).
- [56] B.F. Andrews, D.R.Campbell, P. Thomas, (2009). Effects of hypertonic magnesiumsulphate enemas on newborn and young lambs, Lancet 2, PP: 64-79
- [57] G.S Barry, Sodium sulphate. Dans : Canadian minerals yearbook — 1988. Mineral Report No. 37. Division des ressources minérales, Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa (1989)
- [58] H. D. Peck, , Jr. Sulphur requirements and metabolism of micro-organisms. Dans : Proceedings of a Symposium on Sulphur in Nutrition. D. H. Muth et J. E. Oldfield (dir. de publ.). Ari Publishing Co., Westport, CT (1970)
- [59] OMS, (2004). Directives de qualité pour l'eau de boisson. 3ème édition, Vol 1. Directives, Ed. Organisation mondiale de la sante, Genève, 110 p.
- [60] C Garland, Shekelle, RB, Barrett-Connor, E, Criqui, MH, Rossof, AH & Paul, O (1985). Dietary vitamin D and calcium and risk of colorectal cancer: a 19-year prospective study in men. Lancet, 1, 307–309.
- [61] M Lipkin, & H Newmark ,(1995). Calcium and the prevention of colon cancer. J. Cell Biochem. Suppl., 22, 65–73.
- [62] N. Boualla, F.H. Saad, (2011). Contrôle de qualité des eaux souterraines de la Plaine de la Mina (Relizane-Algérie), Editions Mersenne, Vol 3, N ° 110807, Sciencelib, PP : 1-10.

Référence Bibliographié

- [63] Normes algériennes, Journ. Offi. Repu. Algeri. 125(2011) 7-25.
- [64] N.Nouayti, D. Khattach, Hilali M., J. Mater. Environ. Sci. 6 (4) (2015) 1068-1081
- [65] O.Tazi, A. Fahde, S.El Younoussi, (2001). Impact de la pollution sur l'unique réseau hydrographique de Casablanca (Maroc), Sécheresse, PP : 129-134.
- [66] D.1. Ghazali, A. Zaid, (2013). Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source AIN SALAMA-JERRI (région de MEKNES –MAROC), Larhyss Journal, N° 12, Janvier 2013, PP : 25-36.
- [67] k. Kirkpatrick , E .Fleming, (2008). La qualité de l'eau, ROSS TECH 07/47, 12p.
- [68] N. Boualla, F.H. Saad, Sci. Lib. Edit. Mersen. 3 (2011) 1-10.
- [69] N. Aka, S.B. Bamba, G.Soro, N.Soro, Larhy. Journ. 16 (2013) 31-52
- [70] K.E. Ahoussi, Y.B.Koffi, A.M.Kouassi, G.Soro, J. Biemi, J. Appl. Biosci. 63 (2013) 4703-4719.
- [71] M. Lagnika, M.Ibikounle, J.C. Montcho , V.D. Wotto, N.G. Sakiti, J. Appl. Biosci. 79 (2014) 6887 - 6897.
- [72] H. Amadou, M.S. Laouali, A.Manzola, Larhy. Journ. 20 (2014) 25-41.



ANNEXE

Annexe :

Variable	Concentration maximale admissible	Effet indésirables
pH	6.5-8.5	pH acide corrosion des conduites pH basiques diminue l'efficacité de la désinfection
Température	12°c < à 22°c	Basse diminue l'efficacité de traitement Elevée, favoriser la croissance microbienne et la formation des THM
Dureté Totale	500mg/l de caco₃	Entartrage des conduites consommation excessive de savon
Turbidité	2NTU	Protège les micro-organisme contre les effets de la désinfection
Chlorure	200-500mg/l	Saveur désagréable, effet laxatif, corrosion des conduites
Nitrates	50mg/l	Risque de méthémoglobinémie infantile
Nitrites	0.1mg/l	Risque de méthémoglobinémie infantile
Sulfate	200-400mg/l	Trouble gastro-intestinaux, corrosion des conduites

Fer	0.3mg/l	Saveur désagréables Tache de linge et la plomberie favorise le développement de bactérie
Calcium	75-200mg/l	Entartrage des conduites
Magnésium	150mg/l	Combiné au SO ₄ génère goute
Sodium	200mg/l	A Concentration élevé gène les hypertendus

Tableau 10 : Paramètres physico-chimiques (Norme Algérienne de potabilité de l'eau)

Paramètre	Concentration maximale admissible(eau désinfectée)	Effet sur santé et signification
Germe totaux /100ml	10	Indicateur d'efficacité du traitement
Coliforme totaux et fécaux/100 ml	00	Gastro-entérite infantile, concentration fécale récente
Streptocoque fécaux/100ml	00	Contamination fécale récente
Clostridium sulfite réducteur /20ml	00	Contamination fécale ancienne

Tableau 11 : Paramètres bactériologiques (Norme Algérienne de potabilité de l'eau)

Table NPP

1x 50 ml	5x1ml	Nombre caractéristique	Nombre de confiance	
			Inférieure	Supérieure
0	0	<1	<0.5	4
0	1	1	<0.5	6
0	2	2	<0.5	4
0	0	1	<0.5	6
0	1	2	<0.5	8
0	2	3	<0.5	6
0	0	2	<0.5	8
0	1	3	<0.5	11
0	2	4	<0.5	8
0	0	3	<0.5	13
0	1	5	<0.5	13
0	0	5	<0.5	4
1	0	1	<0.5	8
1	1	3	<0.5	11
1	2	4	<0.5	15
1	3	6	<0.5	8
1	0	3	<0.5	13
1	1	5	1	17
1	2	7	2	21
1	3	9	<0.5	13
1	0	5	1	17
1	1	7	3	23
1	2	10	3	28
1	3	12	2	19
1	0	8	3	26
1	1	11	4	34
1	2	14	5	53
1	3	18	6	66
1	4	21	4	31

1	0	13	5	47
1	1	17	7	59
1	2	22	9	85
1	3	28	12	100
1	4	35	15	120
1	5	43	8	75
1	0	24	12	100
1	1	35	18	140
1	2	54	27	220
1	3	92	39	450
1	4	160		
1	5	>240		

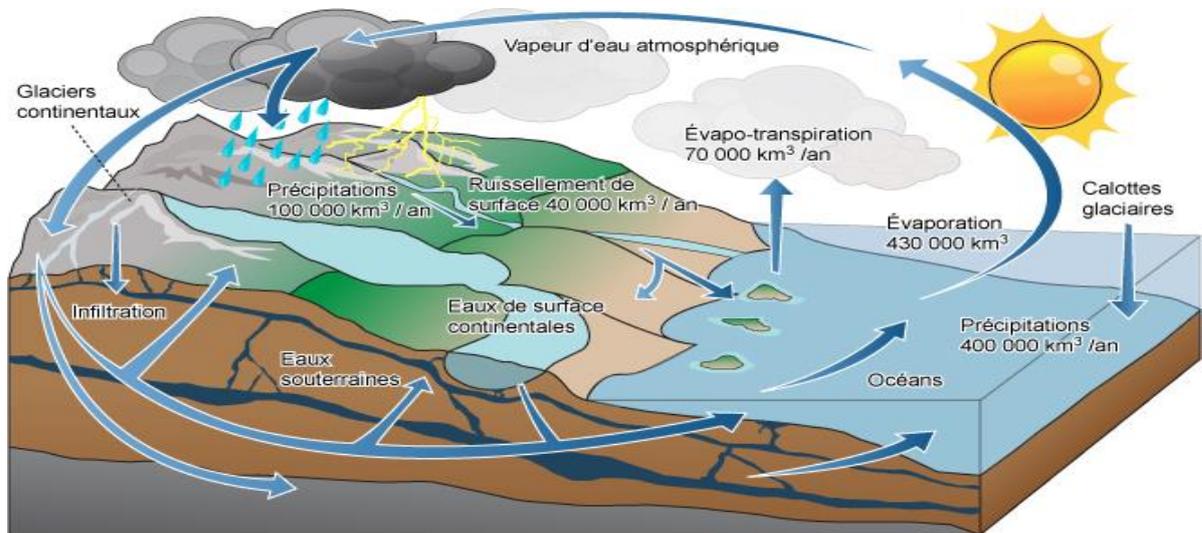
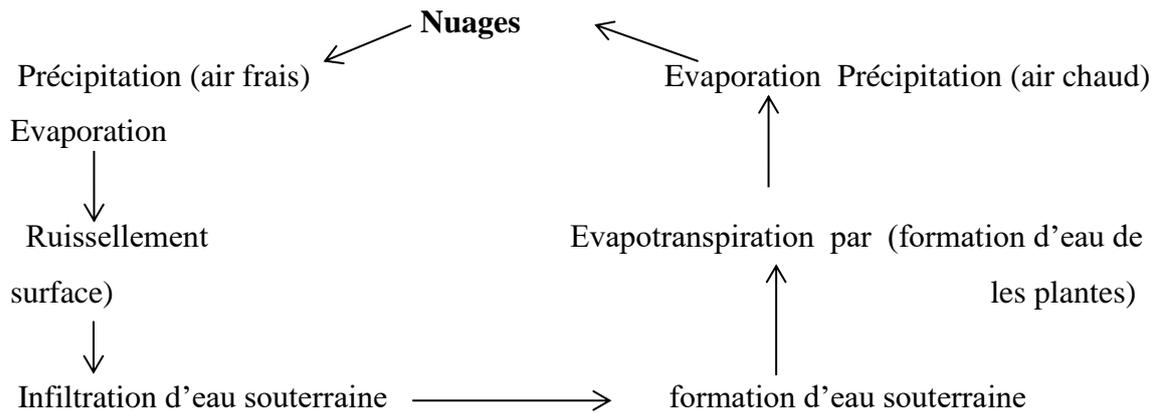


Figure N 01 : cycle de l'eau



Figure N02 : fluorose dentaire(site internet)



Figure N06 : titrage des ions de calcium

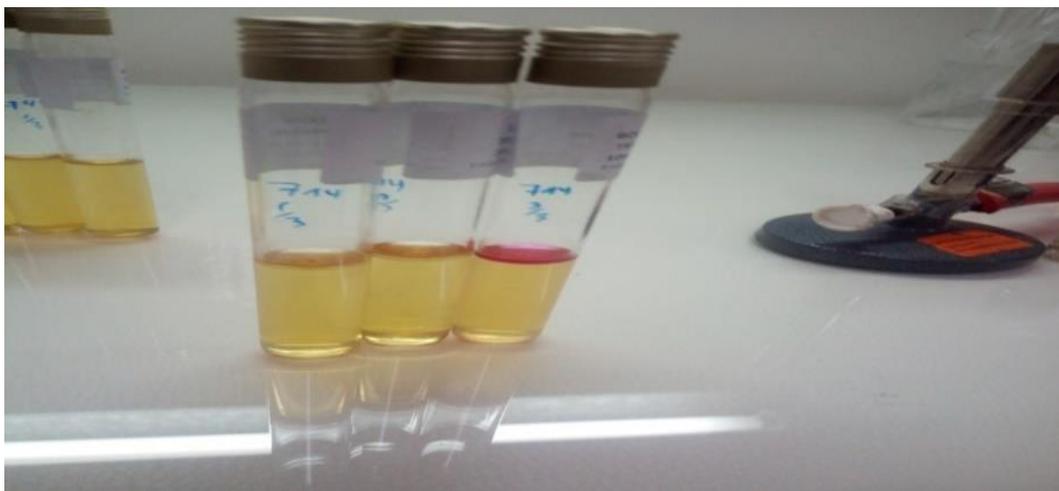


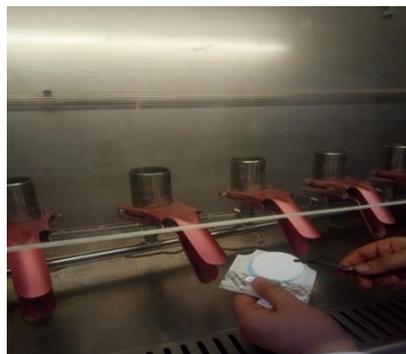
Figure07 : Exemple de test l'indole positive



1



2



3



4



5



6

Figure N08 : Les étape de filtration