République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ahmed Draïa Adrar

جامعة أحمد دراية ـ أدرار

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département d'Hydrocarbures et Energies Renouvelables

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en :

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie Chimique

Thème :

Etude comparative entre la qualité des eaux de différentes sources d'eau d'Ain Bouda – la Wilaya d'Adrar.

Préparé par :

M. BOUCHRA DJAMAL EDDINE
M. BAICHI ABDELKADER

Membres de jury d'évaluation :

MOULAY ALI ALI	Président		Univ. Adrar
HADIDI ABDELKADER	Encadreur	MRA	Univ. Adrar
CHADLI SAMIR	Co-encadreur	MRA	Univ. Adrar
SAHLI YOUSSEF	Examinnateur		Univ. Adrar

Année Universitaire : 2021/2022

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة أحمد دراية- أدرار
المكتبة المركزية
مصلحة البحث البيبليوغرافي

Ministry of Higher Education and Scientific Research
University Ahmed Draia of Adrar
The central library

شهادة الترخيص بالإيداع

انا الأستاذ(ة) : HADIDI ABDELKADER

المشرف مذكرة الماستر الموسومة بـــ : Etude comparative entre la qualité des eaux des différentes sources d'eau d'Ain Bouda - la Wilaya d'Adrar

من إنجاز الطالب(ة): Bouchra Djamel Eddine

و الطالب(ة): Baichi Abdelkader

كلية : sciences et de la technologie

القسم : Hydrocarbures et energies renouvelables

التخصص: Genie chimique

تاريخ تقييم / مناقشة: 2022/06/07

أشهد ان الطلبة قد قاموا بالتعديلات والتصحيحات المطلوبة من طرف لجنة التقييم / المناقشة، وان المطابقة بين النسخة الورقية والإلكترونية استوفت جميع شروطها.

وبإمكانهم إيداع النسخ الورقية (02) والاليكترونية (PDF).

- امضاء المشرف:

ادرار في: 16 جوان 2022

مساعد رئيس القسم:

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ★ جامعة أدرار ★ كلية العلوم والتكنولوجيا
قسم المحروقات والطاقات المتجددة

د. خليفي

رئيس قسم المحروقات والطاقات المتجددة
بكلية العلوم والتكنولوجيا

ملاحظة :لاتقبل أي شهادة بدون التوقيع والمصادقة.

بسم الله الرحمن الرحيم

Résume

L’eau est le facteur le plus important dans la stabilité de la vie dans n’importe quelle région sur Terre. Eau potable particulièrement sensible à la qualité, à une époque où la culture de la consommation d’eau s’est répandue, analysée et comparée aux normes internationales. La région d’Ain Bouda est une zone multi-sources d’eau traditionnelle moderne. Il est attesté par la propagation généralisée de la Foggara et les puits modernes qui en font un baiser pour étudier et comparer cela avec les sources actives dans la région et périodiquement.

Mots-clés : eau potable, qualité, comparaison, Ain Bouda, normes internationales

Summary

Water is the most important factor in the stability of life in any region on Earth. Particularly quality-sensitive drinking water, at a time when the culture of water consumption has spread, analysed and compared to international standards. The Ain Bouda region is a multi-source area of modern traditional water. It is witnessed by the widespread spread (of Foggara) and modern wells which make it a kiss to study and compare this with the active sources in the region and periodically.

Keywords: potable water, quality, comparison, Ain Bouda area, international standards

ملخص

الماء هو أهم عامل في استقرار الحياة في أي منطقة على وجه الأرض. وخاصة مياه الشرب التي يشترط فيها مراعات الجودة، في وقت انتشرت فيه ثقافة استهلاك المياه، وتحليلها ومقارنتها بالمعايير الدولية. منطقة عين بودة,هي منطقة متعددة مصادر المياه التقليدية الحديثة فهي تشهد انتشار واسع للفقارات والابار الحديثة مايجعلها قبلة للدراسة ومقارنة هده المصادر النشطة في المنطقة وبشكل دوري.

الكلمات المفتاحية : المياه الصالحة للشرب ، الجودة ،مقارنة ،منطقة عين بودة ،المعاير الدولية

Remerciement

Avant tout, on remercie allah dieu le miséricordieux l'unique le puissant pour son guide et sa protection.

Je voudrais exprimer ma vive reconnaissance envers monsieur le docteur Maitre de recherche « A » **HADIDI ABDELKADER** *qui a dirigé mon travail depuis le début avec dévouement et une grande compétence malgré les nombreuses activités scientifiques dans lesquelles il est engagé.*

Nos remerciement s'adressent aussi a monsieur le docteur **MOULAY ALI ALI** *et le docteur* **SAHLI YOUCEF** *pour l'honneur qu'ils nous fait en acceptant de présider le jury de notre soutenance.*

nous vous suis gré monsieur le docteur **CHADLI SAMIR** *et pour l'intérêt que vous avez porté a mon travail et pour l'honneur que vous me faites en participant a ce jury.*

A tout nos professeurs de leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académique et professionnelles. Et tous les collègues et tous ceux qui on contribué de prés ou de loin a l'achèvement de cette thèse.

DJAMAL EDDIN ET ABDELKADER

Dédicace

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour :

A celle qui m'arrosé de tendresse et d'espoirs, à la source d'amour.

Incessible, à la mère des sentiments fragiles qui ma bénie par ces prières……. ma mère

A mon support dans mon vie, qui mon appris mon a supporté et mon dirigé vers la gloire…….mon père

A mes chérés frères et sœurs

A toutes les personnes de ma grande famille **« BOUCHRA »**

A monsieur le Docteur **«MRA/ HADIDI ABDELKADER »** *et monsieur le Docteur* **« MRA/ CHADLI SAMIR»** *pour tous les efforts que vous nous a fournis pour compléter cette mémoire et pour ses manières vertueuses.*

A tous ceux me connaissent de prés ou de loin,

Je vous remercie

BOUCHRA DJAMEL EDDIN

Dédicace

Je dédie ce travail a

Ma mère et mon père que dieu de prier pour lui, qui m'ont soutenu durant mes études.

Mes très chère frères et mes très sœurs.

A l'honorable professeur pour toutes les informations et indications qu'il nous a fournies pour compléter au mieux cette mémoire

A toute ma famille « **BAICHI** *» et mes amies les plus chers sur ma carrière universitaire.*

A tous ceux me connaissent de prés ou de loin,

Je vous remercie

BAICHI ABDELKADER

SOMMAIRE

Titre	Page
Remerciement	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Liste des Tableaux	
Liste des	
Introduction générale	**1**
Chapitre I : **Informations générales sur l'eau potable en Algérie et à Adrar**	
Introduction	**1**
I.1.Définition de l'eau	**04**
I .2. Cycle de l'eau (cycle hydrologique)	**04**
I.3. Composition de l'eau	**05**
I.4. Normes d'eau potable	**07**
I.5.Différents types d'eau	**08**
I.6. Ressources en eau en Algérie	**10**
I.7. Qualité de l'eaux en ALGERIE	**10**
I.7. 1.Qualité des eaux de surface	**10**
I.7. 2.Qualité des eaux souterraines	**11**
I.7. 3.Réseaux d'assainissement et de traitement des eaux usées	**12**
I.8.Exutoires d'eaux souterraines dans la région de l'Adrar	**13**
I.8.1.Les sorties animal	**13**
I.8.2. Les sorties conjointes (naturelles artificielles)(Puits artésiens, (al Foggara)	**13**
Conclusion	**15**
Chapitre II Matériels et Méthodes	

Introduction	**17**
II .1.Types d'analyse de l'eau	**17**
II.2.Transport des échantillons	**17**
II.3. Analyse physique de l'eau	**18**
II.3.1 Matériel et méthodes	**18**
II.4. Mesure des paramètres physico-chimiques	**19**
II.4.1. Mesure de Ph	**19**
II .4.2. Mesure de la température (T°)	**19**
II .4.3. Mesure de la conductivité	**19**
II .4.4. Mesure de la salinité et TDS	**21**
II .4.5. Mesure de la turbidité	**22**
II .4.6 Détermination de résidu sec	**22**
II .5.1.Paramètres de pollution	**23**
II .5.2.Dosage des ions nitrate NO_3 -	**25**
II .5.3 Dosage de l'ammonium	**28**
II.6. Minéralisation Globale	**28**
II .6.1. Dosage du sodium et du potassium par photométrie de flamme (Na^+/K^+)	**28**
II.6.2. Dosage du calcium / magnésium du calcium par complexometrie (Ca_2^+/Mg_2^+) (Ca_2^+)	**29**
II .6.3. Dosage des chlorures	**32**
II .6. 4. Détermination des sulfates	**33**
Conclusion	**35**
Chapitre III l'étude de cas (région Bouda)	
Introduction	**37**
III.1.Présentation de la région Bouda	**37**
III.1.1.L'origine du mot Bouda	**37**
III.1.2 Situation géographique de Bouda	**37**
III.1.3. Le Climat	**39**

III.2. Les Types de sources d'eau à Bouda	**39**
III.2.1. les Puits (Chateau) souterrains moderns	**39**
III.2.2. Systèm Foggara	**40**
III.3. Les ressource en eau prévues pour l'étude	**40**
III.3.1.Ain Chafia Bouda	**41**
III.3.2. Château	**41**
III.3.3. Bouzid Foggara Bouda	**42**
Conclusion	**43**
Chapitre IV : Résultats et Discutions	
Introduction	**45**
IV.1. Résultats et interprétations des analyses organoleptiques	**45**
IV1.1. Odeur	**45**
IV.1.2. Couleur	**45**
IV .2. Résultats et interprétations des analyses physico-chimiques	**46**
IV.2.1. Turbidité	**46**
IV .2.2. Potentiel Hydrogène (pH)	**47**
IV.2.3. La température	**48**
IV. 2.4. Conductivité	**49**
IV.3.. Résultats et interprétations de l'analyse des paramètres de pollution	**50**
IV.3.1.Ammonium (NH_4^+)	**50**
IV.3.2. Les Nitrites (NO_2^-)	**50**
IV.3.3. Les Nitrates (NO_3^-)	**51**
IV.3.4.4. phosphate ($PO4^-$)	**52**
IV.3.4.5.Calcium Ca++	**53**
IV3.4.6.Magnésium Mg++	**54**

IV.3.4.7.Dosage de Sodium	**55**
IV.3.4.8.Dosage de Potassium	**56**
IV.3.4.9.Dosage des Chlorures Cl^-	**57**
IV.3.4.10.Dosage des Sulfates $SO4^{--}$	**58**
Conclusion	**59**
Conclusion général	**62**
Références bibliographiques	**65**

Liste des abréviations

ADE : Algérienne Des Eaux.

BCPL : Bouillon lactosé au pourpre de bromocresol

D/C : Double concentration.

DPD : Diethyl paraphenylene diamine.

EDTA : Acide Ethyléne Diamine Tértaacitique.

EVA : Ethyl Violet Azide de sodium.

Hcl : Acide chlorhydrique.

ISO : Organisation Internationale de Standardisation.

LM : limite maximal.

MES : Matière en Suspension.

MTH : Maladies à Transmission Hydrique.

N : normalité.

n°: numéro.

NA : norme algérienne.

NG : Niveau Guide. **nn :** nanomètre.

NPP : Nombre le plus probable.

NTU : Unité de Turbidité Céphalométrique.

OMS: Organisation Mondiale de la Santé.

P : précipitation.

pH : Potentiel d'hydrogène

Pt/Co : unité platine cobalt.

S/C : simple concentration

SAA: Spectrophotomètre a absorption atomique

T : température.

TDS : Solides Totaux Dissous

UFC: Unités Formant Colonies.

UV: ultra-violet.

µS: micro siemens.

bt/j : bouteille par jour

Liste des Tableaux

N°	Titter Des Tableaux	Page
Tableaux 1.	Les principaux éléments majeurs rencontrés dans l'eau	6
Tableaux 2.	Normes d'eau potable selon l'Algérie et selon l'OMS	7
Tableaux 3.	Évolution des stations d'épuration de 1999 à 2020.	13
Tableaux 4.	récapitulatif des différentes analyses physico-chimiques	18
Tableaux 5.	Fiche Technique De La Zone Bouda	39

Liste des figures

N°	Titter des figures	Page
Fig.1.	Cycle de l'eau	05
Fig.2.	Foggara de la willaya adrar	14
Fig.3.	pH mètre (Photo original).	19
Figs.4.	Conductimètre (Photo original).	21
Fig.5.	Spectrophotomètre (photo original).	21
Fig.6.	Turbidimètre (Photo original)	22
Fig.7.	Incubateur (photo original).	34
Fig.8.	Situation géographique de Bouda	38
Fig.9.	Photo (Ain Chafia Bouda)	41
Fig.10.	photo (Château)	41
Fig.11.	Photo(Bouzid Foggara Bouda)	42
Fig.12.	Variation des valeurs de la turbidité.	46
Fig.13.	Variation des valeurs de pH	47
Fig. 14.	Variation de la température	48
Fig.15.	Variation des valeurs de la conductivité	49
Fig. 16.	Variation des valeurs du l'ammonium	50
Fig.17.	Variation des teneurs en nitrites.	51
Fig. 18.	Variation des teneurs en nitrates	52
Fig. 19.	Variation des teneurs en phosphate (PO4-3)	53
Fig. 20.	Variation des teneurs en calcium ca++	54
Fig. 21.	Variation des teneurs en magnésium Mg++	55
Fig. 22.	Variation des teneurs en dosage de sodium	56
Fig. 23.	Variation des teneurs en dosage de potassium	57
Fig. 24.	Variation des valeurs pour les chlorures	58
Fig. 25.	Variation des valeurs pour dosage des sulfates $SO4^-$	59

Introduction Générale

Introduction Générale

Planète terre, et sans son existence, la terre ne serait qu'une planète morte dans laquelle aucune créature vivante ne pourrait survivre. L'eau douce destinée à la consommation, mais ses types et ses formes d'existence varient. Certaines sont de l'eau douce, d'autres salées et d'autres très salées, et l'eau des mers et des océans stocke dans ses profondeurs toute la vie.

L'eau est l'un des thèmes les plus importants du début du XXIe siècle, car à mesure que la population de la Terre augmente, la demande en eau augmente également. En particulier, il existe un déséquilibre croissant entre les quantités disponibles et la consommation humaine.

L'eau douce, en particulier l'eau de source, qui est une source potentielle d'approvisionnement en eau potable, est polluée par des sources domestiques, agricoles et industrielles. Cette pollution est responsable d'une surconsommation et d'effets néfastes sur la santé humaine, la biodiversité et l'environnement.

Les activités humaines ou les phénomènes naturels peuvent altérer la qualité chimique et naturelle des eaux souterraines. Ainsi, leur composition chimique physique dans des substances en suspension et dissoutes de nature minérale ou organique détermine leur qualité.

Le but de cette recherche est de mener une étude comparative des caractéristiques physiques et chimiques des eaux de la région de Bouda, et danc en sélectionnant trois sources dans différentes régions de cette région.

Dans le même contexte, plusieurs études s'intéressant à l'irrigation par les eaux des foggaras ont eu lieu, l'objectif que nous sommes fixés à travers ce travail de recherche est d'étudier l'impact de cette eau potable sur la santé du consommateur.

Notre travail est divisé en quatre chapitres. Le chapitre un est un diagramme général de l'eau potable et sa qualité en Algérie en général, suivi d'un mandat spécial. Tandis que le chapitre deuxième traite des méthodes et des dispositifs utilisés dans l'étude et l'analyse de l'eau.

Dans le troisième chapitre nous présentons une étude sur la région de Bouda, où la région est connue et met en évidence la qualité de l'eau dans la région sur la base de l'inspection de trois sources d'eau. ,

En fin le quatrième chapitre traite le côté expérimental, l'analyse, la comparaison de différentes source d'eau et la discussion des résultats que nous avons obtenus. On terminera notre travail par des recommandations.

Chapitre I

L'Etude bibliographique sur l'eau en Algérie et à Adrar

Introduction

L'Algérie dispose de multiples et différentes ressources en eau, disponibles en grande quantité dans les régions et rares dans les autres régions, parce que chaque région contient différents types d'eau en termes de qualité, de source et de quantité.

Dans ce chapitre, nous évoquerons un aperçu de l'eau et des sources trouvées en Algérie en général, puis dans le mandat d'Adrar en particulier.

I.1.Définition de l'eau

C'est une substance naturelle, souvent liquide et inodore, incolore, et sans saveur à l'état pur, de formule chimique H_2O, et peut se trouver dans les trois états de la matière (solide, liquide, ou gazeux), l'eau est l'un des agents ionisants les plus connus, on l'appelle fréquemment le solvant universel**.[Harez.A ; Djelailia.H.2012]**

Eau potable c'est une eau dont consommation ne présente pas de dangers pour la santé humaine à court, moyen et long terme. Elle doit être conforme aux normes de potabilité adoptées par les directives pour la qualité de l'eau potable de l'Organisation Mondiale de la Santé. Selon l'OMS (2004) l'eau potable se définit comme une eau doit satisfaire à un certain nombre de caractéristiques la rendant propre à la consommation humaine.

Ces caractéristiques sont :

- La qualité organoleptique (couleur, turbidité, odeur, saveur) ;
- Les paramètres physico-chimiques (température, pH, chlorures, sulfates, etc.) ;
- Les substances indésirables (nitrates, nitrites, pesticides, etc.) ;
- Substances toxiques (arsenic, cadmium, plomb, hydrocarbures, etc.). **.[Harez.A ; Djelailia.H, 2012]**

I.2. Cycle de l'eau (cycle hydrologique)

Le cycle de l'eau on l'appelé aussi le cycle hydrologique mettant en jeu évaporation, précipitation et ruissellement par le cycle externe de l'eau, ceci par opposition au cycle interne de l'eau, qui correspond à l'infiltration de l'eau dans les pores et les fractures du manteau terrestre**.[SCHRIVER-MAZZUOLI, 2012]**

En effet, le cycle de l'eau (Figure1), prit dans son ensemble, regroupe deux phases bien distinctes et bien couplées entre elles : le cycle de l'eau dans l'atmosphère et le cycle de l'eau dans le sol. La première phase, atmosphérique, est la partie la plus visible du cycle (nuages, précipitations…), elle est caractérisée par une circulation rapide de l'eau, essentiellement sous forme de vapeur. **[CHOISNEL, 1999]**

Cette vapeur d'eau, qui est transportée sur les continents sous forme de pluie a l'originalité de ne déplacer que l'eau dans l'atmosphère. En effet, lors de l'évaporation la quasi-totalité des minéraux restent dans l'océan (seulement certains éléments volatils, tels quel mercure (Hg) ou des molécules organiques s'évaporent).Ceci conduit à une concentration des éléments minéraux dans l'eau de mer. **[ATTEIA, 2015]**

Par contraste, la deuxième partie, qui est le cycle de l'eau dans le sol se passe essentiellement en phase liquide, elle est marquée par une vitesse de circulation de l'eau relativement lente. **[CHOISNEL, 1999]**

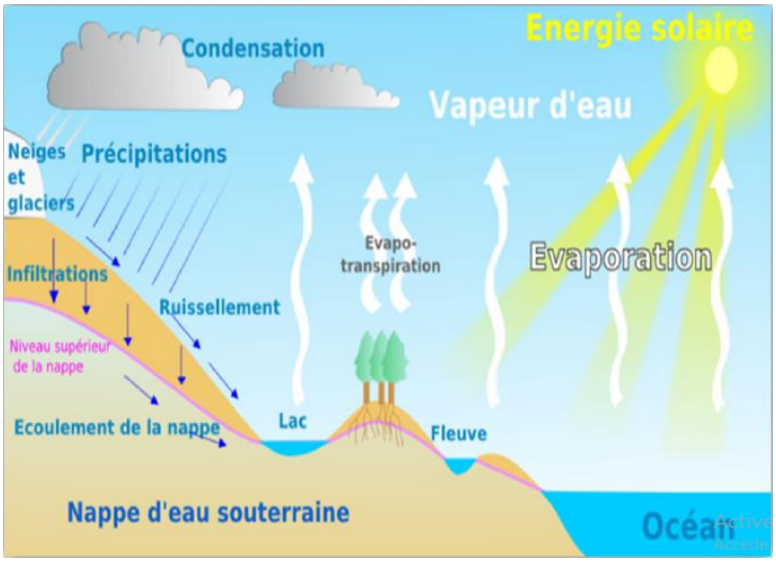

Fig.1. Cycle de l'eau [CHOISNEL, 1999]

I.3. Composition de l'eau

La composition chimique de l'eau naturelle varie énormément d'une région à l'autre et pour une même région d'une saison à l'autre. Ces variations chimiques dépondent de plusieurs paramètres comme la solubilité des sels constituant l'écorce terrestre ($CaCO_3$, $CaSO_4$, $MgCO_3$, Na Cl), ainsi la composition physique des roches. **[Browon.E et *al*.1997]**

I.3.1.Espèces inorganiques

I.3.1.1. Constituants majeurs

Ce sont essentiellement des composés ioniques, anions et cations, qui proviennent de la dissolution des roches dans l'eau qui circule à leur contacte. Le tableau1 suivant résume les principaux éléments majeurs rencontré dans l'eau. [RAMSON.B et *al*.1998]

Tableau 1. Les principaux éléments majeurs rencontrés dans l'eau. [RAMSON.B et *al*.1998]

Sels minéraux	Carbonates
	Bicarbonates
	Silicates de magnésium
	Sulfates fer
	Chlorures potassium
	Nitrates

I.3.1.2.Les éléments traces métalliques

Les « éléments traces métalliques » (ETM) sont définis comme les éléments métalliques présents avec une concentration d'environ une partie par billion (10-3 mg.kg-1) en masse, ou moins. Les principaux éléments traces métalliques présentent dans l'eau sont : Titane (Ti), Zinc (Zn), Nickel (Ni), Aluminium, (Al), Chrome (Cr), Cadmium (Cd), Cuivre (Cu), Fer (Fe), Manganèse (Mn), Plombe (Pb), Mercure (Hg).

I.3.2.1. Matières organiques

Dissoutes La plupart du carbone organique dans l'eau est sous la forme de matière organique dissoute et principalement de molécules à faible poids moléculaire et d'origines diverses. La concentration des matières organiques dissoutes et particulaires dépend de type d'eau et sa profondeur : l'eau de mer surfacique a une concentration plus élevée que l'eau en profondeur. On peut trouver dix milliers de molécules différentes dans l'eau comme les produits de dégradation de déchets végétaux, produits de synthèse organique soluble, et matières azotées. Le carbone organique dissous est un facteur important dans le cycle du carbone et la chaine alimentaire. Il influence la pénétration de la lumière, l'échange de gaz à la surface**. [BENNER.R et *al*. 1997]**

I-3-3- Matieres organiques particulaires

C'est la matière en suspension et en émulsion, elles peuvent être classifiées selon leur taille. Dans l'eau surfacique, la plupart d'entre elles sont d'origine biologique. Les plus petites particules (moins de 1 µm jusqu'à quelques dizaines de µm) se composent de bactéries et d'autres détritus organiques fins, et des particules inorganiques particulièrement des minéraux d'argile et des composés hydratés insolubles tels que $Fe(OH)_3$. La gamme de taille allant de quelques dizaines à quelques centaines de µm comporte des grands détritus et des agglomérats fécaux, produits de l'agrégation biologique (sable, boues, pétrole, huiles,….). **. [BENNER.R et *al*. 1997]**

I-4-Normes d'eau potable

Des normes sont imposées pour une eau de bonne qualité. Selon l'OMS, les normes pour une eau potable sont d'assez large gamme, afin de s'adapter aux nombreux pays sous-développés, qui ont une eau de très mauvaise qualité et qui n'ont pas de moyens technologiques afin de suivre les traitements conformes et nécessaires pour rendre une eau potable. Dans le Tableau 2. Suivant, des normes d'eau potable selon l'Algérie et selon l'OMS sont données **[OMS 1985-1986]**

Tableau 2. Normes d'eau potable selon l'Algérie et selon l'OMS.[OMS 1985-1986]

Paramètre	Unité	Norme Algérienne	Norme de l'OMS
PH	/	**6.5-8.5**	**6.5-9.2**
Température	**C°**	**25**	/
Conductivité	**µs/cm**	**2800**	/
Résidu see a180 C°	**Mg/l**	**2000**	**1500**
Turbidité	**NTU**	**2**	**5**
Dureté total(TH)	**mg/l**	**500**	**500**
Calcium	**mg/l**	**300**	/
Magnesium	**Mg/l**	**150**	**150**
Sodium	**mg/l**	**200**	/
Potassium	**mg/l**	**20**	/
Sulfate	**mg/l**	**400**	**250**
Chlorures	**mg/l**	**500**	**250**
Nitrate	**mg/l**	**50**	**50**
Nitrite	**mg/l**	**0.1**	**0.1**
Aluminum	**mg/l**	**0.2**	**0.2**
Phosphate	**mg/l**	**0.5**	**0.5**
Ammonium	**mg/l**	**0.5**	/
Matières organique	**mg/l**	**3**	/
Métaux lourds	**mg/l**	**0.3**	/

I.5. Différents types d'eau

Depuis l'Antiquité, l'Homme réalise des aménagements pour assurer l'alimentation en l'eau potable et des cultures. Il ira chercher cette eau dans des différents emplacements en utilisant plusieurs techniques.

I.5.1. L'eau de pluie

La pluie est un phénomène naturel, elle apparaît sous forme de gouttes d'eau provenant des nuages et tombant vers le sol. C'est l'une des formes les plus courantes de précipitations sur Terre**. [Morel. J. 2007]**

Il existe deux types de précipitations :

1. Les précipitations stratiformes

Elles couvrent une grande étendue, durent longtemps mais sont de faible intensité. Elles se produisent dans les zones de basse pression et les creux et sont associées à des nuages de types « stratus ». Exemples : bruine, pluie légère**… [O.N.U.A.A. 2009]**

2. Les précipitations convectives :

Elles couvrent de petites surfaces, ne durent pas longtemps mais sont de forte intensité. Elles sont très localisées et produites par l'instabilité convective de l'air. Ces précipitations sont associées à des nuages de types « cumulus ». Exemples : orages, averses, cyclones… **[Morel. J .2007]**

I.5.2. Eaux de surface

Ce terme englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines, dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement. **[CHAUSSADE *et al*, 2005]**

Ces eaux sont constituées par des ruisseaux, rivières, fleuves, étangs, lacs, barrages réservoirs et glaciers. Bien qu'il semble s'agir de masses d'eau bien individualisées solides ou liquides, immobiles ou en mouvement, on ne doit pas oublier qu'elles se trouvent en contacté trois avec le sol d'un côté et avec l'atmosphère de l'autre côté**.[(VILAGINES, 2003]**

Les eaux de surfaces sont rarement potables sans aucun traitement. Elles sont toujours plus ou moins polluées par divers rejets d'origine :

- Urbaine provenant de la collecte des eaux résiduaires urbaines.
- Industrielle parmi lesquels on trouve les polluants organiques (hydro - carbures, solvants, phénols) ou inorganiques (métaux lourds, ammoniaque, produits toxiques).
- Agricole comme les engrais, pesticides (herbicides, insecticides, fongicides).

- Bactériologique provenant des humaines et des animaux.**[CHAUSSADE *et al*,2005].**

I.5.3. Eaux de mer

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Elles sont caractérisées par leur concentration en sels dissous. La salinité de la plupart des eaux de mer varie de 33 000 à 37 000 mg/L **[DESJARDINS , 1997].**

I.5.4. Eaux souterraines

Les nappes souterraines sont contenues dans des terrains réservoirs appelés aquifères.

La porosité et la structure du terrain déterminent le type de nappe et le mode de circulations ou terraine.

Une nappe peut être libre (ou phréatique si elle est suffisamment proche de la surface pour être accessible par puits).

Elle est alors alimentée directement par l'infiltration des eaux de pluie. Le niveau de cette nappe fluctue en fonction de la quantité d'eau retenue.

Un cas particulier est représenté par les nappes alluviales dans les terrains alluvionnaires sur lesquels circule un cours d'eau. La quantité de ces eaux est alors directement influencée par la qualité de l'eau de la rivière.

Une nappe peut être captive si elle est emprisonnée entre deux couches de terrains imperméables. Les nappes de ce type sont les plus fréquentes et généralement profondes ; elles sont dites artésiennes quand ce niveau se situe au-dessous de la surface du sol. **[CHAUSSADE *et al*. 2005]**

L'eau provenant de précipitations s'infiltre dans le sol, circule verticalement jusqu'à la zone de saturation (nappe phréatique) et se déplace vers la zone naturelle de résurgence (les cours d'eau) situés en aval. **[CHAUSSADE *et al*. 2005]**

I.6. Ressources en eau en Algérie

L'Algérie est un pays semi-aride, voire aride dont la pluviométrie moyenne annuelle varie de 200 à 400 mm. Les ressources en eau sont faibles, irrégulières et localisées dans la bande côtière. Les disponibilités en eau sont estimées à 17 milliards de m3/an dont 12milliards de m3 dans les régions du Nord. Les ressources superficielles sont estimées à 15milliards de m3 et celles souterraines à 2 milliards de m^3 **[KETTAB, 2001].**

La gestion de l'eau en Algérie pose un problème épineux aux autorités. Les ressources disponibles sont en deçà des besoins. La vétusté des réseaux d'adduction et la

capacité de stockage déficiente entravent la bonne distribution de l'eau aux consommateurs. La dotation journalière par habitant reste faible par rapport aux normalise nationales.

I.7. **Qualité de les 'eaux en Algérie**

Malgré les nombreuses sources de ressources en eau en Algérie, on ne peut pas dire que toutes sont utilisables, car certaines d'entre elles sont de bonne qualité et certaines d'entre elles sont de mauvaise qualité, chacune selon sa source, et elles sont les suivantes :

I.7.1.Qualité des eaux de surface

Selon l'Agence nationale des ressources en eau, une grande partie des rivières des bassins « de Tafna, Maqtaa, Chlef, Soumam et Sibous » ont été polluées. La majeure partie de ces eaux de surface est contaminée par des eaux usées municipales et industrielles non contrôlées et non traitées, soit en raison de mauvaises connexions ou de stations d'épuration non fonctionnelles. Les eaux usées non traitées ou les effluents traités de mauvaise qualité, qui représentent environ 200 millions de mètres cubes par an, sont rejetés directement dans les plans d'eau naturels. Du phosphore, des nitrates et des pesticides ont également été détectés dans certaines eaux de surface à la suite de mauvaises pratiques de gestion agricole**. [Safar-Zitoun M, 2018]**

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour l'alimentation humaine. Elles sont saturées en oxygène et en azote et ne contiennent aucun sel dissous, comme le sel de magnésium et de calcium ; elles sont donc très douces. Dans les régions industrialisées, l'eau de pluie peuvent être contaminées par des poussières atmosphériques. La distribution des pluies dans le temps ainsi que les difficultés de captage font que peu de municipalités utilisent cette source d'eau**.**

I.7. 2.Qualité des eaux souterraines

Selon le plan de l'Agence nationale du bassin hydrographique pour surveiller la qualité de l'eau dans les aquifères du pays, la qualité des eaux souterraines est généralement bonne. Cependant, certains changements se sont produits en raison à la fois de facteurs environnementaux et des activités humaines**.[Aylan B, 2019]**

Au nord, la plupart des eaux souterraines sont non salines, avec des valeurs de salinité ne dépassant pas 1g par litre. Cependant, certains des aquifères côtiers « de Metiga » et de la vallée « de Sibau » souffrent de l'intrusion d'eau de mer en raison de leur forte perméabilité et de leur surexploitation. Dans le désert du sud, les niveaux de salinité varient et peuvent atteindre 9 g/L dans le bassin du navire

final. La salinité augmente également dans les bassins souterrains entourant les lacs salés.**[KADI A. 1997]**

La pollution des eaux souterraines résultant des activités humaines est généralement observée dans les aquifères du nord. Le grand volume d'eaux usées domestiques et industrielles déversées quotidiennement dans les vallées constitue toujours une menace réelle pour les sources d'eau souterraine, notant le manque de niveaux d'oxygène dans l'eau. Des cas similaires ont également été observés dans le sud, où les installations de traitement des eaux usées ne peuvent pas absorber la totalité des volumes d'effluents. Enfin, malgré une agriculture intensive dans les zones rurales, les concentrations de nitrates dans les eaux souterraines restent généralement inférieures aux niveaux acceptables.**[KETTAB A. 2001]**

Il existe une relation entre l'exploitation du gaz de schiste et la détérioration des ressources en eau dans le monde. En conséquence, l'exploitation du gaz de schiste en Algérie en 2015 a rencontré une forte opposition populaire. Quelques jours après l'ouverture de la première fouille exploratoire près de la ville d'In Salah, les riverains ont défilé avec le soutien de scientifiques et de militants pour éviter une pollution drastique de l'aquifère local.**[Bengarnia.Benmerine .2016]**

Le mouvement a réussi à ralentir la mise en œuvre du projet, malgré la reprise des négociations récentes avec des entreprises américaines pour rouvrir des sites d'exploration de gaz de schiste.

I.7. 3.Réseaux d'assainissement et de traitement des eaux usées

L'assainissement reste un aspect difficile de la gestion de l'eau, avec un volume d'eaux usées estimé à environ 1,2 milliard de mètres cubes par an.

La mise en œuvre du programme de réseau national d'assainissement a vu une augmentation de la longueur du réseau de 21 000 km en 1995 à 41 000 km en 2011. Cela a permis de garantir qu'environ 86 % de la population totale est connectée au réseau, atteignant 90 % dans les zones urbaines et 82% dans les zones rurales.

Comme le résume le tableau 4 ci-après Évolution des stations d'épuration de 1999 à 2020.L'objectif est d'augmenter la longueur du réseau à 54 000 km d'ici 2020 pour suivre le rythme de la croissance démographique. _ En 2011, l'infrastructure des eaux usées se composait de 134 usines de traitement des eaux usées d'une capacité totale de traitement de 700 MCM/an. Un objectif a été fixé pour la mise en place de 100

stations d'épuration supplémentaires d'ici 2020, ce qui augmentera suffisamment la capacité de traitement pour atteindre le traitement de 100 % des eaux usées produites.[**Xinhua, 2011]**

Tableau 3. Évolution des stations d'épuration de 1999 à 2020. .[Xinhua, 2011]

an	1999	2005	2010	2013	
Le nombre de stations d'épuration	33	34	112	145	239
Capacité de production (millions de mètres cubes/an)	90	160	665	800	1 200

I.8.Exutoires d'eaux souterraines dans la région de l'Adrar.

I.8.1.Les sorties anormales

On entend par là celle dans laquelle un humain ou une machine intervient pour extraire l'eau du sol ; Ils sont de deux types : **[B. Messaoud. 2013]**

1. Puits conventionnels peu profonds

Il existe plusieurs puits conventionnels peu profonds dédiés à l'agriculture, qui sont réalisés par.

Le fermier les creuse pour arroser les vergers ; Sa profondeur varie d'une zone à l'autre, dans certaines zones il est La profondeur du puits est de (10 mètres) et dans certaines autres zones, la profondeur atteint (40 mètres); mais ils sont peu nombreux ; où les puits profonds ont envahi.

2. Puits profonds

Il existe des puits profonds dans la région, dont la profondeur peut atteindre (300 mètres). Ces puits sont dédiés pour l'irrigation agricole et pour divers besoins humains; Ces puits sont ce que l'État a accompli pour fournir aux citoyens avec de l'eau potable, ou pour soutenir les investisseurs dans les affaires agricoles, y compris ce que le secteur privé a accompli à des fins d'irrigation et le fermier aussi. Où il a été constaté que la plupart de ces puits contiennent de l'eau d'excellente qualité et propre à la consommation.

I.8.2. Les sorties conjointes (naturelles artificielles)

Elles sont artificielles en termes d'achèvement et de formation ; Et d'où sort l'eau Des données sans effort humain ou mécanique, c'est naturel, et cela se traduit par deux types de sorties :

1. Puits artésiens

Ce sont ceux à partir desquels l'eau monte directement dans les eaux artésiennes. Du fait que la surface de la Terre est inférieure à Au niveau de la surface du bassin d'eau, en enlevant la croûte bloquant l'eau, l'eau monte artésienne, comme dans les zones de de l'invulnérable

2. Al-Foggara :

Al-Foggara est l'une des sources et des ressources en eau les plus importantes et les plus anciennes de la région, en particulier dans le secteur traditionnel. La figure 3 représente une photo d'une série de Foggara dans le centre-ville d'Adrar

C'était la principale ressource pour boire et irriguer les cultures, et il y a environ 363 villages dans la région d'Adrar.**[Nadjat. H. Sara. S.D.2016]**

Fig. 2. Foggara de la willaya Adrar.**[Nadjat. H. Sara. S.D.2016]**

Conclusion

L'eau est l'un des sujets les plus importants du début du 21ème siècle, parce que plus la population de la Terre augmente, plus la demande d'eau augmente. En particulier, il existe un déséquilibre croissant entre les quantités disponibles et la consommation humaine.

Ce chapitre conclut que la qualité de l'eau est un élément important dans la zone résidentielle où la qualité varie selon la source d'eau et les facteurs entourant l'environnement de la source et diffère d'une région à l'autre et du climat au climat.

L'Algérie contient de nombreuses sources d'eau en quantités abondantes distribuées sans discernement, mais malgré toute cette disponibilité d'eau, il y a une grande différence entre les avantages et la qualité de l'eau. Cette différence a été montrée dans la région d'Adrar, qui est caractérisée par l'eau potable et non consommable.

Chapitre II

Matériel et Méthodes

Introduction

De nombreuses personnes demandent quelles sont les méthodes d'analyse de l'eau pour déterminer la pureté de l'eau lors des premières étapes de traitement et pour fournir les solutions appropriées pour éliminer les dommages disponibles dans l'eau et fournir de l'eau pure aux utilisateurs. Ces méthodes sont utilisées par des spécialistes dans les solutions de purification d'eau, et dépendent de spécialistes en chimie et en biologie.

II .1.Types d'analyse de l'eau

- chlore.
- Température, couleur, goût et odeur.
- Chloration et salinité.
- Phosphates et pesticides
- Double produits chimiques tels que l'anti-corrosion et l'anti-corrosion.
- chlorure;
- Ozone, phénols, cyanure.
- Ammoniac, azote tota

II. 2.Transport des échantillons

Les prélèvements sont immédiatement acheminés vers le laboratoire dans des glacières à 4°C. Afin de maintenir la composition initiale de l'échantillon, le temps qui s'écoule entre le prélèvement et l'analyse doit être réduit au maximum. L'analyse bactériologique doit débuter dans un délai maximal de 8 heures après le recueil de l'échantillon.

II.3. Analyse physique de l'eau :

II.3.1. Matériel et méthodes

Les matériels et les méthodes utilisés pour doser les paramètres physico-chimiques sont représentés dans le tableau.4. Ci-dessous

Tableau 4. Récapitulatif des différentes analyses physico-chimiques

Paramètres Mesurés	Méthodes	Appareillages
	Potentiomètrie	PH mètre (sensION3 HACH)
Couleur	Spectrométrie d'absorption UV- Visible	Conductimètre (LF538)
Température	/	Conductimètre (LF538)
Conductivité	/	/
Turbidité	/	/
Dureté	Titrimétrie à l'EDTA	Titrimétrie à l'EDTA
Calcium	Titrimétrie à l'EDTA	Titrimétrie à l'EDTA
Chlorues	Titrimétrie avec nitrates d'argent	Titrimétrie avec nitrates d'argent
Ammonium	/	Conductimètre (LF538)
Nitrites	/	Conductimètre (LF538)
Nitrates	/	Conductimètre (LF538)
Sulfates	/	Conductimètre (LF538)
TDS	Titrimétrie avec l'acide cglorhydrique	/
TAC	Titrimétrie à L'EDTA	/

II.4. Mesure des paramètres physico-chimiques

II.4.1. Mesure de PH

Le pH est une mesure de l'activité des ions $H^{\circ|}$ contenus dans l'eau, il joue un rôle important dans l'efficacité de certains traitements et a une influence sur leurs propriétés physico-chimiques.**[J.Rodier, 1984]**

L'échelle de pH est un instrument électronique utilisé pour mesurer le pH (pH ou base) du liquide. Généralement composé d'une électrode spéciale (électrode de verre) connectée à une balance électronique, (Figure3) ci-dessous montre les composants de l'appareil de mesure du pH

Fig. 3. PH mètre (Photo original).

Mode opératoire

Après avoir étalonné le pH mètre de référence sen Sion 3 de marque (HACH). Plonger l'électrode dans l'échantillon d'eau, agiter l'électrode afin de chasser les bulles d'air emprisonnées, la lecture sera faite après stabilisation de la valeur du pH.

II .4.2. Mesure de la température (T°)

La température a été mesurée au laboratoire, à l'aide d'un appareil multi-paramètres de référence sen Sion 3, marque (HACH), qui compense automatiquement la variation du pH avec la température (en °C).

II .4.3. Mesure de la conductivité

Définition

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes de platine de 1 cm² de surface, séparés par une distance de1cm.

Elle est l'inverse de la résistivité électrique. L'unité de la conductivité est le Siemens par mètre (S/m).

La conductivité électrique d'une eau s'exprime généralement en micro Siemens par centimètre (µS / cm).

La relation entre la résistivité et la conductivité est la suivante :

$$Résistivité(\Omega.cm) = \frac{1000000}{conductivité(\mu S / cm)} \quad \textbf{(1)}$$

Principe

Mesure de la conductance électrique d'une colonne d'eau délimitée par deux électrodes de platine (Pt) (ou couvertes de noir de platine) maintenues parallèles.

Si R est la résistance de la colonne d'eau en Ohms.

S sa section en cm² et l sa longueur en cm.

La résistivité électrique en ohms-cm est :

$$P = R\frac{S}{1} \quad (2)$$

La conducti La conductivité électrique en S/cm est :

$$V = \frac{1}{P} = \frac{1}{R}.\frac{1}{S} \quad (3)$$

$\frac{1}{S}$: Est appelé constante de l'élément de mesure

Matériel

Conductimètre.

Le conductimètre est un outil de mesure de la conductivité électrique des solutions illustrées à (Figure4). Ce dispositif est généralement utilisé pour déterminer la quantité de sels dans les solutions et a des utilisations pratiques pour surveiller la quantité de sels et

Mode opératoire

- Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, avec de l'eau distillée ;
- Plonger l'électrode complètement dans un récipient contenant l'eau à analyser ;
- Agiter l'échantillon afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide, cette agitation permet d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes ;
- Noter la valeur finale affichée dans le conductimètre.

Fig.4. Conductimètre (Photo original).

II .4.4. Mesure de la salinité et TDS

La teneur en sels dissous de l'eau peut être mesurée et exprimée de différentes manières suivant que l'on considère l'ensemble des corps dissous ou seulement les sels dominants **[J.Rodier, 1984]**

Fig.5. Spectrophotomètre (photo original).

Mode opératoire

La salinité et la TDS sont mesurées au laboratoire, à l'aide d'un appareil multi-paramètres de référence (sen Sion 7) marque (HACH).

II .4.5. Mesure de la turbidité

La turbidité correspond à la réduction de la transparence d'un liquide due à la présencede matières non dissoutes.

Turbidimètre (Figure 6) est utilisé pour mesurer la turbidité ou la transparence de l'eau et des eaux usées. La présence de solides en suspension et la présence de particules en suspension, comme des microorganismes, du calcaire, des boues ou de la levure, sont autant de raisons qui expliquent la turbulence de l'eau. Cet appareil avec deux modules NTU et FTU peut mesurer la turbidité de l'eau.

Fig.6 .Turbidimètre (Photo original)

Mode opératoire

- Mettre l'appareil sous tension ;
- Entrer le numéro du programme mémorisé pour la turbidité ;
- Ajuster la longueur d'onde ;
- Placer le blanc (eau distillée) ;
- Ajuster le zéro de l'appareil en appuyant sur la touche ''zéro'' ;
- Retirer le blanc et placer la prise d'essai de l'échantillon ;
- Appuyer '' READ '' et le résultat en NTU s'affiche.

L'unité de turbidité et NTU tel que :

N : néphélométrie

T : turbidité

U : unité

II .4.6. Détermination de résidu sec

Principe :

La détermination des résidus permet d'estimer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau. La détermination du résidu sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, c'est le résidu total. Si l'eau est filtrée préalablement à la mesure, le résidu correspond alors aux matières dissoutes. Une certaine

quantité d'eau est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé.

Materiel:

- Capsule en porcelaine.
- Balance analytique.
- Etuve réglable.

Mode opératoire

- Tarer une capsule préalablement lavée, rincée à l'eau distillée et desséchée.
- Prélever 100 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée et déverser la dans la capsule.
- Porter cette dernière à l'étuve à [110°C - 180°C] pendant 24 heures.
- Laisser refroidir pendant ¼ d'heure au dessiccateur.
- Peser immédiatement et rapidement.

Expression des resultants

Les résultats sont donnés en mg/l.

D'où PP: est le poids plein de la capsule.

PV: est le poids vide de la capsule.

$$\mathbf{RS\ (mg/l) = (PP - PV)\ 1000_{[mg]} \times 1000_{[l]} / 100_{[PE]}} \qquad \textbf{(4)}$$

Remarque

Les eaux contenant des matières en suspension (turbides) doivent être filtrées.

II.5.Paramètres de pollution

II .5.1. Dosage des ions nitrites (NO_2^-)

Principe

Par diazotation des nitrites avec l'acide sulfanilique à pH 2,5 puis par copulation du composé formé avec l'α-Naphthylamine (réactif de Griess), on obtient un colorant azoïque rouge stable au moins 12 heures dont on mesure l'intensité à 520 nm.

Réactifs

Pour la préparation des réactifs et des solutions étalons, on utilise une eau distillée exempte de nitrites, qu'on obtient facilement après passage sur un lit mélangé de résines (1 volume de résine cationique + 2 volumes de résine anionique).

Solution d'acide sulfanilique

1,2 g d'acide sulfanilique.

140 ml d'eau distillée chaude.

Refroidir et ajouter 40 ml d'acide chlorhydrique concentré.

Diluer avec de l'eau distillée Q.S.P 200 ml.

Solution d'α-naphthylamine

1,2 g d'α-Naphthylamine.

2 ml d'acide chlorhydrique.

Eau distillée Q.S.P 200 ml.

Cette solution se conserve environ 1 semaine, bien que se décolorant et précipitant. Une conservation à basse température prolonge la durée d'utilisation.

Solution tampon d'acétate de sodium

54,4 g d'acétate de sodium $NaCO_2$-CH_3, $3H_2O$ (ou 32,8 g de sel anhydre).

Eau distillée Q.S.P 200 ml

Solution d'E.D.T.A à 5 g/l

Destinée à complexer le fer et les métaux lourds qui peuvent provoquer des interférences**.**

Solution mère des nitrites à 100 mg/l

Le nitrite de sodium ($NaNO_2$) est un sel très soluble dans l'eau. Il fond à 271°C. Il s'oxyde rapidement à l'humidité. Il convient donc de s'assurer de la bonne qualité du produit avant son emploi.

Les solutions de nitrite sont relativement peu stables en milieu acide et en présence de certaines bactéries.

0.15 g de nitrite de sodium ($NaNO_2$).

On les conserve en y ajoutant 1 ml/l de chloroforme.

Eau distillée Q.S.P 1000 ml

Solutions étalons

Prendre successivement 1, 2, 4, 6, 8, 10 ml de la solution à 1 mg/l de NO_2 et compléter par de l'eau distillée à 50 ml. On obtient alors des solutions étalons contenant respectivement 0,02, 0,04 0,08, 0,12, 0,16 et 0,20 mg/l de NO_2^-.

Solution de thiosulfate de sodium 0.1 N

12.41 g de thiosulfate de sodium

Eau distillée Q.S.P 1000 ml

Solution d'iodure de potassium K I à 10%

Dissoudre 10 g de KI dans 100 ml d'eau distillé.

Titrage de cette solution de nitrite

Le nitrite est oxydé au moyen d'un excès de permanganate. L'excès d'oxydant est ensuite dosé par iodométrie.

$2MnO_4^- + 6H + 5NO_2^- \rightarrow Mn_2^+ + 3H_2O + 5NO_3^-$ **(5)**

20 ml de solution mère de nitrite. ⇓ 20 ml d'eau distillé

10 ml de permanganate de potassium $KMnO_4$ à 0,01 N.

2 ml d'acide sulfurique au ½.

5 ml d'iodure de potassium K I à 10%.

Soit V le volume de thiosulfate de sodium nécessaire pour l'échantillon et V_0 le volume trouvé pour un témoin effectué avec de l'eau distillée.

Concentration de nitrite en mg/l = (Titre du x (V_0 – V) x 23000) /PE (6)

$$V_2 = N_1 * V_1 / N_2 \quad (7)$$

$$= 1 * 50 / N_2 \quad (8)$$

A partir de cette solution de nitrite, on prépare une solution à 1 mg/l de NO_2.

Mode Opératoire

Si l'échantillon est coloré par des acides humiques, on l'acidifie par l'acide sulfurique (1 ml/l d'acide sulfurique) et on filtre.

- 50 ml de prise d'essai ;
- 1 ml de solution d'E.D.T.A ;
- 1 ml d'acide sulfanilique ;
- Agiter et attendre 10 nm ;
- 1 ml d'α-naphtylamine ;
- 1 ml de la solution de tampon acétate ;
- Agiter et attendre 30 nm ;
- Effectuer la mesure colorimétrique à 520 nm.

II .5.2.Dosage des ions nitrates (NO_3^-)

Principe

Les nitrates sont réduits en nitrites par une solution d'hydrazine en milieu alcalin et en présence de sulfate de cuivre comme catalyseur.

Les nitrites obtenus sont alors dosés par colorimétrie : diazotation avec l'acide sulfanilique et capulation avec l'α - Naphtylamine. On mesure la densité du colorant ainsi formé à 520 nm.

Réactifs

- **Solution de sulfate de cuivre ($CuSO_4$ $5H_2O$)**
- 2.6 g de Cu SO_4 $5H_2O$ additionnée de 40 ml d'acide sulfurique 1 N.
- Eau distillée Q.S.P 1000 ml.
- **Solution d'hydragine (NH_2-NH_2 H_2SO_4) à 0,1 N**
- 13 g de NH_2-NH_2 H_2SO_4.
- Eau distillée Q.S.P 1000 ml.

Conserver en flacon brun bien bouché.

- **Solution de Soude (NaOH) à 0,05 N**
- 50 ml d'après la solution de NaOH de concentration 1 N compléter 1000 ml.
- **Solution d'acide sulfanilique (H_2N SO_3)**
- 6 g d'acide sulfanilique H_2N SO_3
- 200 ml acide chlorhdrique concentrée
- Eau distillée Q.S.P 1000 ml.
- Conserver en flacon brun.
- **Solution α –Naphtylamine**
- 6 g de α –Naphtylamine
- 40 ml acide chlorhydrique concentrée
- Eau distillée Q.S.P 1000 ml.
- Verser la poudre dans l'eau froide, en agitant. Ajouter quelque ml d'acide chlorhydrique concentré. Achever la dissolution en chauffant très légèrement.
- Verser ensuite le reste d'acide et compléter à 1 litre d'eau distillée.
- Conserver en flacon brun.
- **Solution d'E.D.T.A**
- Dissoudre 5 g d'E.D.T.A dans 1000 ml d'eau distillée. Cette solution est destinée à complexer le fer et les métaux lourds qui peuvent provoquer des interférences.
- **Solution d'acétate de sodium (NaCOO-CH_3, $3H_2O$)**
- Dissoudre 272 g d'acétate de sodium NaCOO-CH_3, $3H_2O$
- Eau distillée Q.S.P 1000 ml.
- **Solution mère de nitrate à 1000 mg/l**
- Dissoudre 1,631 g de Nitrate de Potassium préalablement séché au dessiccateur et Compléter à 1000 ml par de l'eau distillée.
- **Solutions étalons**

- Prendre successivement : 0,25, 0.5, 1, 2, 3, 4, 5 ml de la solution mère de nitrate et compléter chaque prélèvement à 50 ml par de l'eau distillée.
- On obtient alors des solutions étalons contenant respectivement : 5, 10, 20, 40, 60, 80 ,100 et 150 mg/l de nitrates.

Préparation des solutions de travail

Mélange réducteur à préparer au moment de l'emploi

- 5 ml de la solution de sulfate de cuivre
- 5 ml de la solution d'hydrazine
- Eau distillée Q.S.P 200 ml

Mélange colorant (conserver en flacon brun)

- 10 ml d'acétone.
- 20 ml d'acide sulfanilique.
- 20 ml d'E.D.T.A.
- 20 ml d'acétate de sodium.
- 20 ml d'α -Naphthylamine.
- Eau distillée Q.S.P 1000 ml.

Ajouter l'α-Naphthylamine en dernier et après dilution pour éviter la formation d'un précipité blanc laiteux.

Mode Opératoire

- Effectuer le dosage dans des flacons bruns, de préférence.
- Réaliser le mélange suivant en introduisant dans le flacon :
  - 1 ml prise d'essai ;
  - 5 ml de solution de soude à 0.05 M ;
  - Agiter ;
  - 5 ml de mélange réducteur ;
  - Agiter ;
  - Après une heure, ajouter 40 ml du mélange colorant ;
  - Mettre à l'obscurité le mélange préparé pendant ¼ heure ;
  - Mesurer la densité à 520 nm.

Laisser la coloration se développer dans l'obscurité pendant ¼ heur.

Mesurer sa densité à 520 nm.

Le passage à la colorimétrie ne doit intervenir que juste avant la mesure optique afin que la solution soit exposée un minimum de temps à la lumière à laquelle est très sensible.

La réduction des nitrates est partielle et varie avec le temps et la température.il importe donc que la mesure des échantillons soit toujours accompagnée d'une mesure des solutions étalons, traitées dans les mêmes conditions.

Remarque

Essayer de ne pas exposer les flacons à la lumière avant leur passage au colorimètre. Il faut traiter les solutions étalons en même temps que les échantillons et dans les mêmes conditions car la réduction des nitrates en nitrites est une fonction du temps.

Expression des résultats

La courbe d'étalonnage donne directement les teneurs des échantillons de nitrates en mg/l.

II .5.3. Dosage de l'ammonium

C'est un dosage spectrométrique du composé bleu formé suite à la réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium.[**(ISO7150/1- 1984 (F)**]

Mode Opératoire

A 40 ml de l'échantillon, on ajoute 4ml du réactif coloré et mélanger, il y aura alors apparition d'une coloration jaune. On ajoute 4 ml de la solution de dichloro-iso-cyanurâtes de sodium et homogénéiser, on ajoute 2ml d'eau distillée.

Après une heure de réaction, s'il y aurait apparition d'une coloration verdâtre, on mesure la concentration en ions d'ammonium à 655 nm. L'essai à blanc est réalisé comme décrit précédemment, mais en utilisant 40 ml d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

II.6. Minéralisations globale

II .6.1. Dosage du sodium et du potassium par photométrie de flamme (Na^+/K^+)

Principe

Les ions en solution sont portés, au moyen d'une flamme de température convenable à un niveau énergétique supérieur à la normal (on dit que les atomes sont excités par la flamme). Libérés de la flamme, ils restituent l'énergie acquise en émettant une radiation caractéristique de l'élément. On pulvérise donc au moyen d'un gicleur, la solution à doser dans une flamme de température déterminée par l'élément que l'on recherche. On sélectionne la radiation attendu eau moyen d'un filtre. L'intensité de la radiation est proportionnelle à la concentration de l'élément présent dans la solution. On établit donc une gamme étalon pour chaque élément dosé et l'on s'y réfère pour déterminer une concentration inconnue. Le sodium et le potassium sont dosés à partir de la même

solution étalon à des sensibilités différentes du photomètre de flamme. Le calcium est dosé par sa gamme étalon propre.

Réactifs

Solution mere de sodium et de potassium

- Dissoudre dans de l'eau distillée 25,434 g de chlorure de sodium (NaCl) préalablement séché à l'étuve à 100°C pendant 12 heures puis refroidi au dessiccateur.
- Dissoudre simultanément 3,823 g de chlorure de potassium(KCl) préalablement séché à l'étuve à 100°C pendant 12 heures puis refroidi au dessiccateur.
- Compléter le tout à 1000 ml par de l'eau distillée.
- On obtient une solution contenant 10000 mg/l en Na^+ et 2000 mg/l en K^+

Solutions étalons en Na^+ et K^+

Mettre successivement dans des fioles jaugées à 100 ml :5,4, 3,1, 0.5 et 0. 2 ml de la solution mère en Na+ compléter à 100 ml par de l'eau distillée.

Pour le K+ en prendre : 0.1 ; 0.2 ; 0.3 ; 0.4 ; 0.6 ; 1 puis compléter à 100 ml par de l'eau distillée.

On obtient des solutions étalons contenant respectivement :

500, 400, 300,100, 50 et 20 mg/l de Na^+.

100,60, 40, 30, 20, 10 et mg/l de K^+.

Solution mère de calcium

Dissoudre dans de l'eau distillée 36.663 g de chlorure de calcium préalablement séché à l'étuve à 100° C pendant 12 heures puis refroidi au dessiccateur.

Solutions étalons de calcium

Mettre successivement dans des fioles gaugées à 1000 ml : 50.40.30.20.10.5 ml de la solution mère en Ca^{++} compléter à 1000 ml par de l'eau distillée.

Appareillage

Photomètre à flamme+enregistreur

- Sensibilité du photomètre
- Sensibilité du servotrace
- Pression du gaz
- Pression d'air

II.6.2.Dosage du calcium/magnésium du calcium par compleometrie (Ca_2^+/Mg_2^+) (Ca_2^+)

Principe

Le sel disodique de l'acide Ethyléne Diamino Tétra Acétique cristallisé avec H_2O, appelé aussi complexos ou versénate forme avec un nombre de cation des complexes dont la stabilité dépend essentiellement du pH.

Réactifs

Solution E.D.T.A (Ethylène diamine tétra acétique)

-40 g E.D.T.A
-5 g Soude caustique (NaOH)
-1 g Chlorure de Magnésium (Mg Cl_2.6H_2O).

⇒ { 8 g E.D.T.A ; 5 g Soude caustique (NaOH) ; 0.2 g (Mg Cl_2.6H_2O) }

⇓ A 10 L ⇓ à 2 L

-Dissoudre 40 g E.D.T.A, ajouter les 5 g NaOH, puis ajuster avec de l'eau distillée Q.S.P 1000 ml.

-Dissoudre à part 1 g de chlorure de magnésium, ajuster avec de l'eau distillée Q.S.P 1000ml.

-Mélanger les 2et l ainsi obtenus et y ajouter 8 autres litres d'eau distillée ce qui donne 10 litres d'E.D.T.A.

- **Solution : Tampon pH=10 (Ca/Mg)**

Le Tampon pH=10 est constitué par des mélanges à volume égale des solutions A et B.

Solution A

Peser 67 g de Chlorure d'ammonium(NH_4Cl) préalablement séché 12 heures à l'étuve à 100°C puis refroidi au dessiccateur.

Ajouter 400 ml d'Ammoniaque (NH_3) à 28% (448 ml à 25%).Ou bien 373.7 ml à 30 %

Compléter à 1000 ml par de l'eau distillée.

Solution B

Dissoudre à 2 litres d'eau distillée 1,5 Kg environ de Tartrate double de Sodium et de Potassium appelé couramment sel de seignette. Chauffer jusqu'à dissolution totale et ajuster à 2 L.

- **Solution de soude 1 N (Ca)**

40 g de Soude par litre d'eau distillée.

Indication colorée

1/ Dosage du Ca/Mg

Mélanger intimement puis broyer au mortier 100 g de Chlorure de Sodium (NaCl) préalablement séché et une quantité de Noir d'Eriochrome telle qu'on obtient un mélange de coloration mauve. On décèle la fin du virage par le Noir Eriochrome T qui vire du rose au bleu.

2/ Dosage du Ca

Mélanger intimement puis broyer au mortier 100 g de Chlorure de Sodium (NaCl) préalablement séché et une quantité de Patton et Raeder (Acide hydroxy-2 Hydroxy-2 Sulfo-4 Naphtoique-3). On observe la fin du virage quand la couleur passe alors du rouge au bleu franc.

Mode Opératoire

Titre de L'E.D.T.A

-Le dosage de l'E.D.T.A s'impose à chaque fois que le remplissage du flacon doseur est fait .On prépare une solution de $CaCO_3$ à 1 g/l (attaque de 1 g de $CaCO_3$ par HCl dilué puis ajuster à 1 litre par de l'eau distillée. Le $CaCO_3$ doit avoir été séché à l'étuve puis refroidi au dessiccateur). On prélève 10 ml qui seront dosés en même temps que les échantillons. Cette solution contient 20 mé/l de Ca^{++}

- Les PE ayant été placés dans des béchers de 50 ml on y ajoute systématiquement 2 ml de Tampon (Ca/Mg) et 2 ml de NaOH (Ca) et une pincée d'indicateur ; la solution prend une teinte rose (Ca/Mg) et rouge (Ca).

- La solution étalon de Ca^{++} et les échantillons ainsi préparés sont alors traités de manière identique. L'E.D.T.A étant placé dans la burette, on verse jusqu'au virage du rose au bleu en maintenant une agitation dans le bécher. On notera soigneusement le volume V_1 d'E.D.T.A nécessaire pour faire virer la solution étalon de Ca^{++} et les volumes V_2 d'E.D.T.A nécessaire pour faire virer les échantillons.

1. **Calcul de la normalité de l'E.D.T.A 10 ml à 20 mé/l de Calcium ont été dosés par V_1 d'E.D.T.A.**

$$N_{E.D.T.A}\ \text{mé/l} = \frac{20.10}{V1} = \frac{200}{10} \qquad (9)$$

2. **Teneur en Calcium et Magnésium des échantillons**

$$X\text{mé/l}_{Ca/Mg} = \frac{N\ E.D.T.A\ .V2}{PE} \qquad (10)$$

3. Teneur en Calcium des échantillons

$$X\text{mé/l}_{Ca} = \frac{N\ E.D.T.A.V2}{PE} \qquad (11)$$

4. Teneur en Magnésium des échantillons

mé/l de Mg = mé/l de Ca/Mg - mé/l de Ca (12)

= NV.1000 /(V_e) en Meql de CaCO3 (13)

II .6.3. Dosage des Chlorures

Principe

Les chlorures, en présence du thiocyanate mercurique [Hg (SCN) $_2$] et de l'alun ferrique [$Fe_2(SO_4)_3$,NH_4 $24H_2O$] donnent en milieu nitrique acide un compléxe coloré orange susceptible d'un dosage colorimétrique à la longueur d'onde de 470 nm.

Réactifs

Solution saturée de thiocyanate mercurique

Dissoudre 2 g de thiocyanate mercurique Hg (SCN) $_2$ dans 2 litres d'eau bidistillée.

Solution d'alun ferrique

67 g d'Alun ferrique $Fe_2(SO_4)_3$, NH_4 $24H_2O$.

Ou 134 g d'Alun ferrique $Fe_2(SO_4)_3$, NH_4 12 H_2O

430 ml d'acide nitrique concentré

Eau distillée Q.S.P 1000 m.

Solution mère de à 10 g/l

Dissoudre 20,984 g de Chlorure de potassium (KCl) pur préalablement desséché 12 heures à l'étuve à 100°C dans de l'eau distillée, ajuster à 1000 ml.

Solution Etalons

Prendre successivement :

8, 5, 4, 3, 2, 1 et 0.5 ml de la solution mère de Cl^- compléter chaque prélèvement à 100 ml exactement par de l'eau distillée. On obtient alors des solutions étalons contenant respectivement :

800, 500, 400, 300, 200, 100 et 50 mg/l en chlorures. Les stocker dans des flacons étiquetés.

Mode opératoire

On place les PE (5 ml) dans des fioles de 50 ml. Les PE des solutions étalent, le témoin (H_2O) et les échantillons sont alors traités de manière identique à savoir.

- On ajoute dans l'ordre 5 ml de la solution de thiocyanate mercurique préalablement diluée au 1/3 puis 3 ml de la solution nitrique d'alun ferrique également diluée au 1/6.
- On agite vigoureusement les fioles pour uniformiser la coloration qui apparaît et on laisse au repos pendant ½heure.
- On effectue les lectures au colorimètre à la longueur d'onde de 470 nm en réglant le zéro avec le témoin.

Expression des résultats

La courbe d'étalonnage donne directement la teneur en chlorures en mg/l.

II .6.4. Détermination des sulfates

Principe

Les sulfates sont précipités sous forme de sulfate de baryum par le chlorure de baryum. Le précipité ainsi obtenu, très fin est stabilisé par la gélatine. On effectue sur le trouble une mesure turbidimétrique à la longueur d'onde de 495 nm.

Réactifs

- **Solution de chlorure de baryum et de gélatine**

40 g de gélatine.

200 g de Chlorure de baryum (dissoudre à part).

3 g de Phénol (pour éviter une décomposition d'origine bactérienne de la gélatine).

H_2O Q.S.P 2000 ml.

- **Solution mere sulfate à 10 g/l**

Dissoudre 13.755 g de Sulfate d'ammonium $(NH_4)_2SO_4$ préalablement desséché à l'étuve à 100 °C puis au dessiccateur sous vide, dans de l'eau distillée, ajuster à 1000 ml.

- **Solution étalons**
- Prendre successivement : 5, 4, 3, 2, 1.5, 1 et 0.5 ml de la solution mère de SO_4^{-2},

Compléter chaque prélèvement à 100 ml exactement par de l'eau distillée.

On obtient alors des solutions étalons contenant respectivement :500, 400, 300, 200, 150, 100 et 50 mg/l en SO_4^{-2}.

Mode Opératoire

On place les PE (5 ml) dans des fioles de 50 ml

Les PE des solutions étalent, le témoin (H_2O) et les échantillons sont alors traités de manière identique à savoir :

- On ajoute à chaque PE, 5 ml de la solution de $BaSO_4$ et de gélatine préalablement diluée 1/6. Compléter avec l'eau distille Q.S.P 50 ml.
- On agite pour uniformiser le trouble et on laisse au repos pendant 20 minutes jusqu'à la mesure. Une nouvelle agitation aurait comme conséquences la formation de bulles d'air et par conséquent une perturbation des mesures
- On effectue les lectures au colorimètre à la longueur d'onde de 495 nm (Figure7) en réglant le zéro avec le témoin.

Expression des résultats

La courbe d'étalonnage donne directement la teneur en sulfates exprimés en mg/l

Remarque : Si la conductivité dépasse les 500 µs/cm on fait la dilution.

Fig. 7. Incubateur (photo original).

Conclusion

L'analyse de l'eau aide à connaître l'impact sur la santé de l'eau dans les lacs, les rivières, les océans et les eaux souterraines, et aide à connaître les limites de pollution autorisées sans nuire aux plantes, aux animaux et aux personnes qui utilisent l'eau.

Grâce à la chimie moderne, nous pouvons détecter des milliers de produits chimiques dans l'eau, même s'ils sont en très faible concentration. La liste sans cesse croissante des tests disponibles est écrasante, alors que la grande majorité des méthodes nécessitent des laboratoires très avancés. Heureusement, nous n'avons pas besoin de tout tester ! Un ensemble de tests plus petits et plus pratiques peut être un bon prédicteur chimique de la qualité de l'eau à des fins de contrôle. La bonne nouvelle est qu'il existe des types technologiques simples de ces tests qui fonctionnent avec un budget serré.

Chapitre III

L’étude de cas (BOUDA)

Introduction

Les facteurs naturels influent sur la quantité et la qualité des eaux souterraines dans la zone d’étude, en raison de leur relation étroite avec la structure géologique, les éléments climatiques, la qualité du sol et la densité de la végétation , chacun de ces facteurs influe sur la disponibilité, les caractéristiques et la répartition géographique des eaux souterraines

Une des zones les plus importantes avec de multiples sources de ressources en eau dans l’état d’Adrar de la municipalité de Bouda, qui a une grande population, où chaque catégorie utilise une ressource différente.

Dans ce chapitre, nous aborderons la définition de la zone d’étude et de ses sources d’eau souterraine ainsi que leur qualité.

III.1. Présentation de la Région Bouda

III.1.L'origine du mot Bouda

Le mot de bouda c' est une source de l’ancien accent local, et c' un mot divisé en deux parties: "Bou" signifie eau, et "da" signifie ici , donc ,le mot Bouda signifie eau ici, et ce nom remonte au premier homme qui est venu dans la région avec son fils à la recherche de vie et de stabilité, donc si son fils voit la rosée qui est apparue sur la surface de la terre, le fils crie, "bo... da, bo .....da ". Dans le sens de l’eau ici, ainsi le nom de la région est stabilisé par le nom de Bouda.

Région de Bouda était un lien entre le nord-ouest algérien et le sud algérien, car elle servait de centre d'approvisionnement en eau pour les Bédouins et les caravanes commerciales venant de Tlemcen, Bachar et Tabalbala, en plus d'un lieu de repos et d'échange, La région est considérée comme un lieu fertile pour ses eaux souterraines proches de la surface de la terre, qui étaient utilisées dans l'agriculture comme principale source de nourriture, et ils ont exploité l'eau souterraine pour créer Al-Foggara et l'ont utilisée pour boire**.[Direction du Tourisme.2010]**

III.1.2 Situation géographique de Bouda

Commune de Bouda est située à l'ouest de la wilaya d'Adrar(Figure8), elle est bordée au nord par la commune de Sebaa, au sud par la commune de Timi (Aouled Ahmed), à l'est par la commune d'Adrar, et à l'ouest par la commune de Tabalbala (Bechar), et située à 25 km du siège de l'état, la commune occupe une superficie de 4 140 km2,

Avec une population de 9 486 habitants, estimée à 4 140 km2, et une population de 9.938 personnes en 2008 table 05, dont 4 833 hommes et 4 653 femmes. La zone comprend plusieurs palais

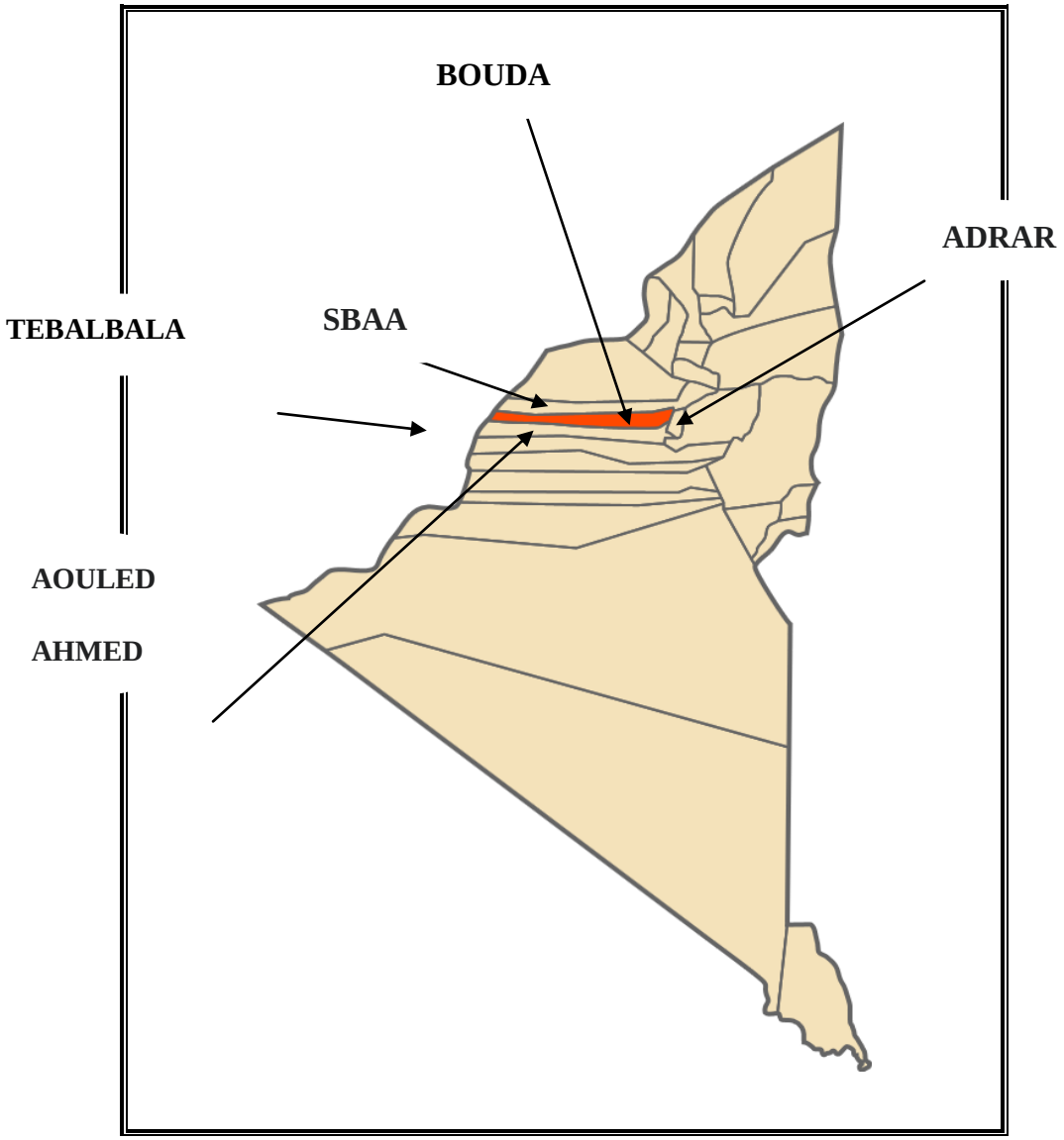

Figure (08) Situation géographique de Bouda. [Commune de Bouda,2022]

Le tableau 5 ci-dessous résume les définitions générales de la commune de Bouda

Tableau.5. Fiche Technique De La Zone Bouda[Commune de Bouda,2022.]

BOUDA	
Administration	**- Pays : Alegria** **- wilaya :Adrar** **- Daira : Adrar**

	-Chef-lieu : Ben Draou
Caractéristiques géographiques	**-superficie : 4 140 km2** **Coordonnées : 28° 00' 51' nord** **0° 30' 09'' ouest**
Démographie	**Population : 9 938 hab. (2008)** **-Densité : 2.4 hab/km^2**

III.1.3. Le Climat

Quant au climat qui prévaut dans cette région, c'est le climat désertique, qui est connu pour sa température élevée en été et basse en hiver, ce qui entraîne l'expansion de la marée thermique en plus du manque de pluie qui y contribue, car il s'agit d'une douche soudaine et peu efficace en raison de l'évaporation rapide de son eau. Cependant, il cause souvent des dégâts très importants aux habitations de citoyens construites en briques locales, entraînant leur démolition, sachant que la quantité annuelle de précipitations ne dépasse pas au mieux 550 mm.

III.2. Les Types de sources d'eau à Bouda

La municipalité de Bouda dépend de deux principales sources d'eau :

III.2.1. les Puits (Chateau) souterrains moderns

Il s'agit de puits forés par l'État à une profondeur de plus de 100 mètres, dont l'eau est extraite à l'aide de pompes à eau. Dans la municipalité de Bouda, il y a 7 anciens puits qui sont difficiles à consommer pour le salage de leur eau et sont imbuvables, et 02 puits dans la région nouvellement achevée de Wade Al-Zain contiennent de l'eau potable et consommable.

Les puits d'eau bédouins sont la source d'eau la plus fiable de la région pour la consommation la Commune de Bouda est responsable de tout le nettoyage et la désinfection des puits ainsi que de la gestion de leurs manoirs, car ils sont la source d'eau la plus importante dont la région dépend pour la consommation.

III.2.2. Système foggara :

La région de Bouddha, comme d'autres régions de l'État d'Adrar, est caractérisée par un système vertébré, une série de puits artésiens, et la profondeur de ces puits varie

selon leur région. Ces puits se connectent les uns aux autres par des tunnels faits pour amener l’eau entre eux avec une légère pente qui permet le mouvement de l’eau à la surface de la Terre par la soi-disant "tempête barrière"

Dans la municipalité de Bouda il y a plus de 15 Arabes (vertèbres), y compris Kumkaar, Thorpzo-Ya 'f, Hashlav, Babka, Habbi, Fakir -Bouzid, Ain Chafia...

De ces vertèbres ce qui est utilisé pour la culture, et de ce qui est de boire et de consommer, mais la plupart d’entre eux sont secs et détruits, et à partir de laquelle il y a un manque d’eau comme Foggara Ain Chafia et foggara Bouzid.

III.3. Ressources en eau à étudier

III.3.1.Ain Chafia Bouda

Ain Chafia est le point d'écoulement des eaux souterraines du sol où la surface de l'aquifère rencontre la surface de la terre. La source de cette source est un puits artésien appelé Foggara .L'eau monte souvent plus que l'aquifère,

Ain Chafia est une destination pour de nombreux touristes ou habitants. C’est une source d’eau entourée d’un bâtiment en forme de bain appelé Ain Bouda Bath (Figure9), qui a un endroit désigné pour l’eau potable et un endroit pour se baigner

Fig.9. Ain Chafia Bouda.[photo orignal]

III.3.2. Château

Château est une usine de distribution d’eau pour la population (Figure 10), l’eau est extraite à l’aide de grandes pompes d’un puits de plus de 50 mètres de profondeur qui est ajouté périodiquement par les autorités locales

Fig.10.photo Château. Bouda.[photo orignal]

II.3.3. Bouzid Foggara Bouda

Foggara est une technique traditionnelle du captage des eaux souterraines très répandue dans les Oasis (Figure 11), Elle consiste à capter l'eau souterraine à l'aide d'une galerie drainante souterraine qui sert à mener l'eau des profondeurs jusqu'à l'air libre par seul biais de la différence de charge hydraulique (écoulement gravitaire)

C'est un puits artésien qui provient d'une source d'eau fixe, comme la pénétration d'eau de pluie... Ce puits se déverse dans Ain Chafia, dont il a été question précédemment.

Fig.11.Bouzid Foggara Bouda.[photo orignal]

Conclusion

De ce chapitre, nous concluons que la région de Bouda est riche en une variété de ressources en eau traditionnelles, mais dans la période proche, la région est devenue submergée par les ressources en eau modernes, qui sont devenus une source fiable et une cause majeure de la détérioration de l'état des ressources en eau traditionnelles

Chapitre IV

Résultats Et Discutions

Le but du chapitre est basé sur les résultats obtenus dans nos expériences dans le laboratoire de l'Agence nationale des ressources en eau, où ils sont présentés sous forme de graphiques, puis nous analysons ces résultats et les comparons entre eux en plus de les comparer avec les normes sanitaires mondiales de l'eau potable et de conclure ensuite une explication des valeurs de chaque mesure.

IV.1. Résultats et interprétations des analyses organoleptiques

IV1.1. Odeur

La première étape consistait à tenir compte de l'odeur de l'eau, car les trois échantillons étaient inodores, ce qui suggère qu'il n'y avait pas de substances chimiques ou organiques décomposées.

IV.1.2. Couleur

Grâce à notre étude des trois échantillons, toute cette eau est claire, indiquant l'absence d'ions métalliques de fer (Fe2 +) et de fer (Fe3 +), qui sont les principaux facteurs de décoloration de l'eau, ainsi que de différents colloïdes.

IV .2. Résultats et interprétations des analyses physico-chimiques

IV.2.1. Turbidité

La turbidité résiduelle constitue u. n gène pour l'efficacité de traitements de décontamination microbienne L'histogramme représente les valeurs de la turbidité en NTU de nos échantillons (Figure12).

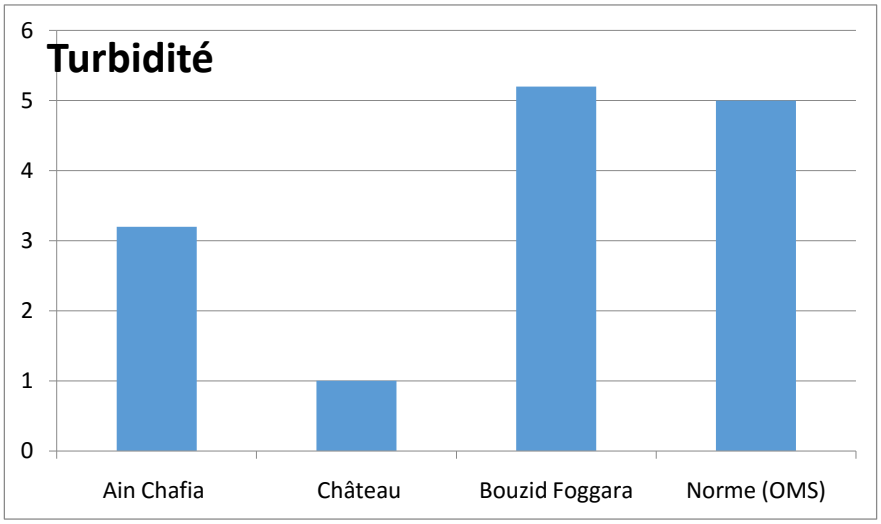

Fig.12. variation des valeurs de Turbidité

Le niveau moyen de turbidité dans l'eau (Ain Chafia Bouda) est de 3,42, ce qui indique qu'il y a quelques particules en suspens, mais à la limite admissible de la norme de consommation, Le degré de turbidité dans l'eau diminue (CHATEAU), ce qui signifie que

l'eau est pure, Alors que la turbidité est élevée dans l'eau (Bouzid foggara Bouda) pour dépasser la norme fixée à 5.00, fixée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), Cela indique que l'eau contient de nombreuses impuretés et particules en suspension.

IV .2.2. Potentiel Hydrogène (pH)

Le PH est un facteur important pour définir le caractère agressif ou croustillant de l'eau, il implique un phénomène complexe de dioxyde de carbone et d'alcalinité, et est lié à la nature du terrain traversant, (Figure13) ci-dessous montre les différences de tension d'hydrogène entre trois échantillons d'eau

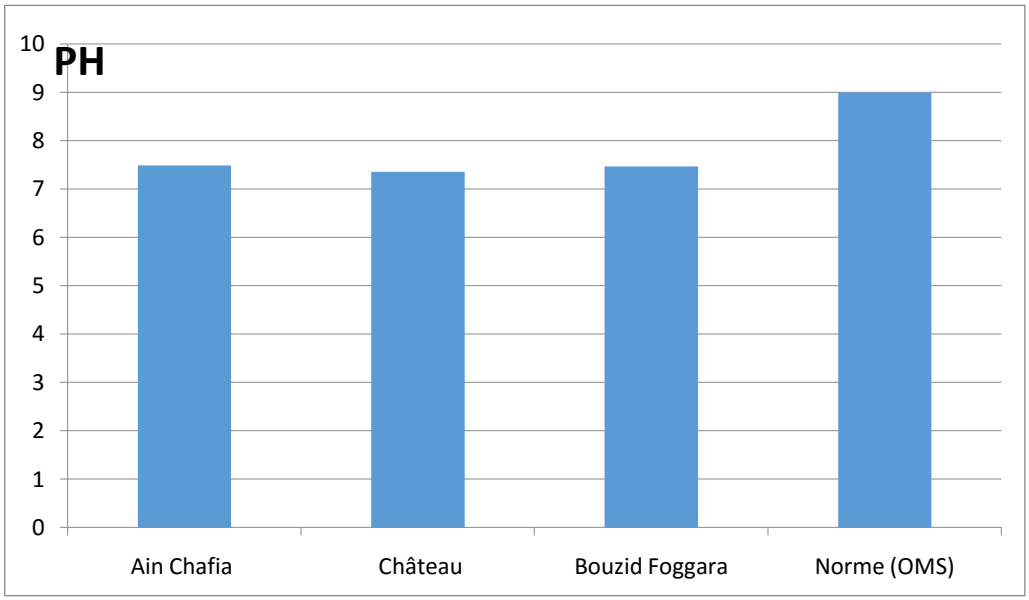

Fig.13. variation des valeurs de pH

Les valeurs d'échelle (PH) sont convergentes dans les trois sources allant de 7,36 à 7,49, qui sont limitées à la norme d'accession à la santé mondiale de 6,5 à 9.

IV.2.3. La température

La température de l'eau est un facteur important dans la production biologique. Ceci affecte ses propriétés physiques et chimiques; En particulier la densité, la viscosité et la solubilité de ses gaz (en particulier les gaz oxygénés) ainsi que la vitesse des réactions chimiques, (Figure14) représente un graphique des valeurs de température dans trois sources d'eau

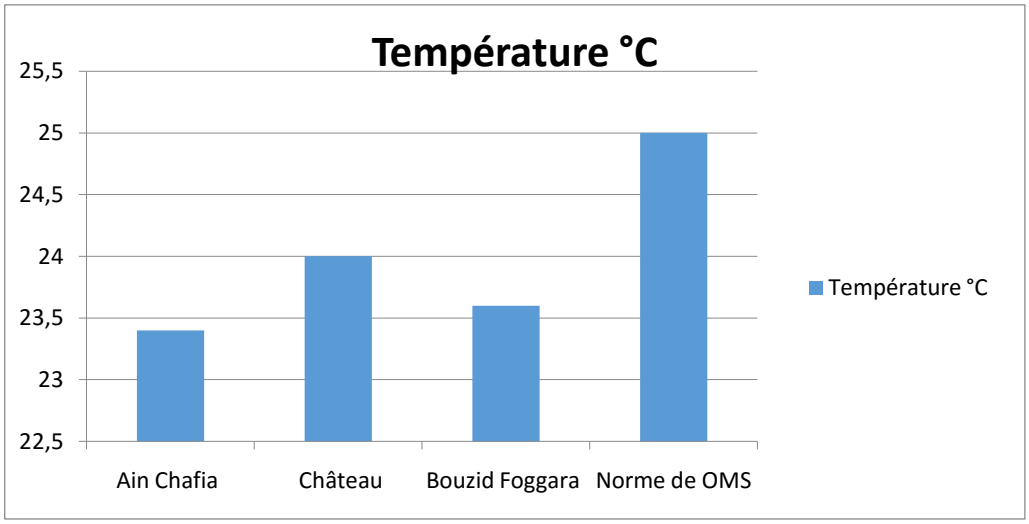

Fig.14.Variation de la température

La différence dans les valeurs de température pour les trois sources est presque inexistante, car les températures respectent la norme algérienne et l'adhésion à la santé mondiale.

IV. 2.4. Conductivité

La conductivité est une méthode par laquelle la pureté de l'eau est généralement mesurée. Elle est spécifiquement compatible avec la minéralisation de l'eau. Plus il y a de sels minéraux ionisants dans l'eau, plus la conductivité est grande. La conductivité varie selon la source d'eau (Figure15)

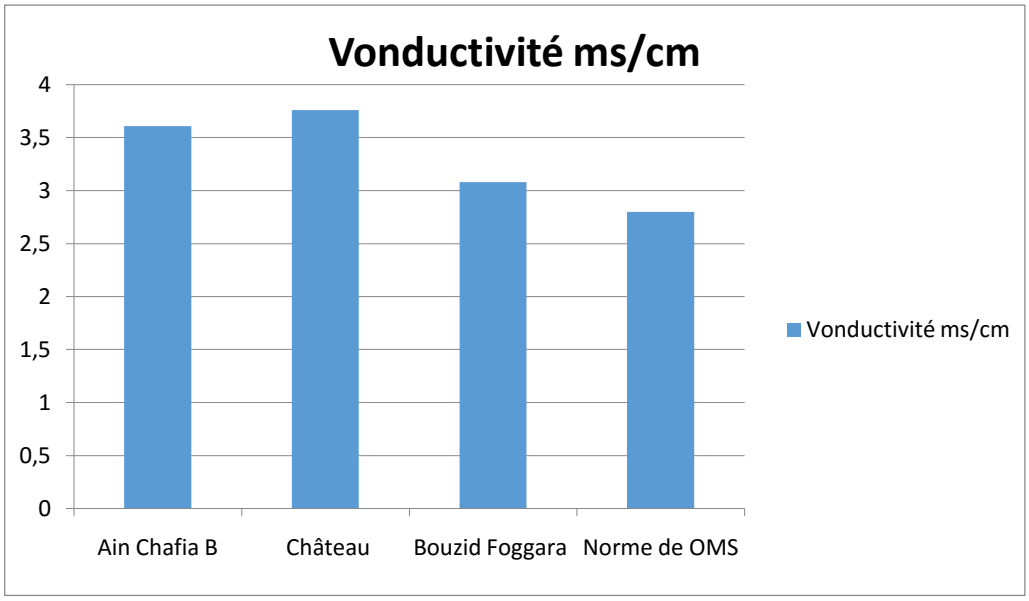

Fig.15. variation des valeurs de la conductivité

La conductivité de l'eau analysée varie de 3,08 à 3,76, ce qui signifie que la différence entre ces valeurs est minime, et par rapport à la norme de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et la norme algérienne de 2,80, la conductivité des trois eaux est élevée, indiquant la présence de sels et d'impuretés dans l'eau.

IV.3.. Résultats et interprétations de l'analyse des paramètres de pollution

IV.3.1.Ammonium (NH_4^+)

En général, l'ammoniac est rapidement transformé en nitrite et en nitrate par oxydation, et les preuves de niveaux élevés d'azote ammoniacal dans l'eau indiquent généralement une contamination organique récente [RODIER et coll., 2009].

Les résultats de l'analyse de l'ammonium sont présentés à (Figure 16) ci-dessous sous forme graphique

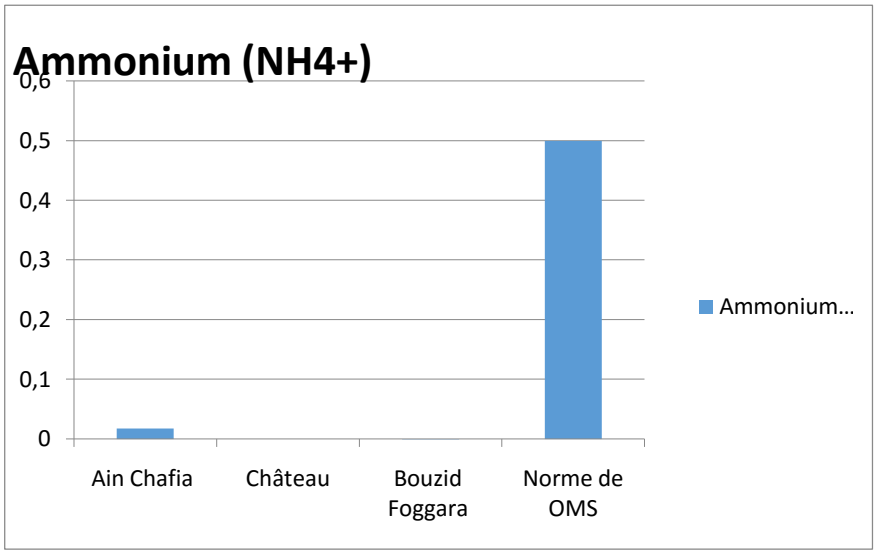

Fig.16. variation des valeurs du l'ammonium.

Pourcentage d'ammonium (NH4+) non présent dans les deux échantillons (Ain Chafia.et. Château), faible en Vain Chafia, cette valeur est minimale par rapport à la norme mondiale d'accession à la santé mondiale

IV.3.2. Les Nitrites (NO_2^-)

Les nitrates interagissent avec les protéines de l'organisme, ce qui mène à la production de nitrosamine, car des expériences sur des animaux montrent un lien entre la nitrosamine et le cancer de l'estomac, mais jusqu'à présent, il n'y a eu aucun lien entre la nitrosamine et le cancer chez les humains. D'autre part, il n'y a pas de preuve ou de résultats de recherche qui nie que la nitrozamine n'affecte pas la santé.

Les résultats de l'analyse des échantillons d'eau d'Ain Bouda (figure 19) montrent l'absence de nitrite

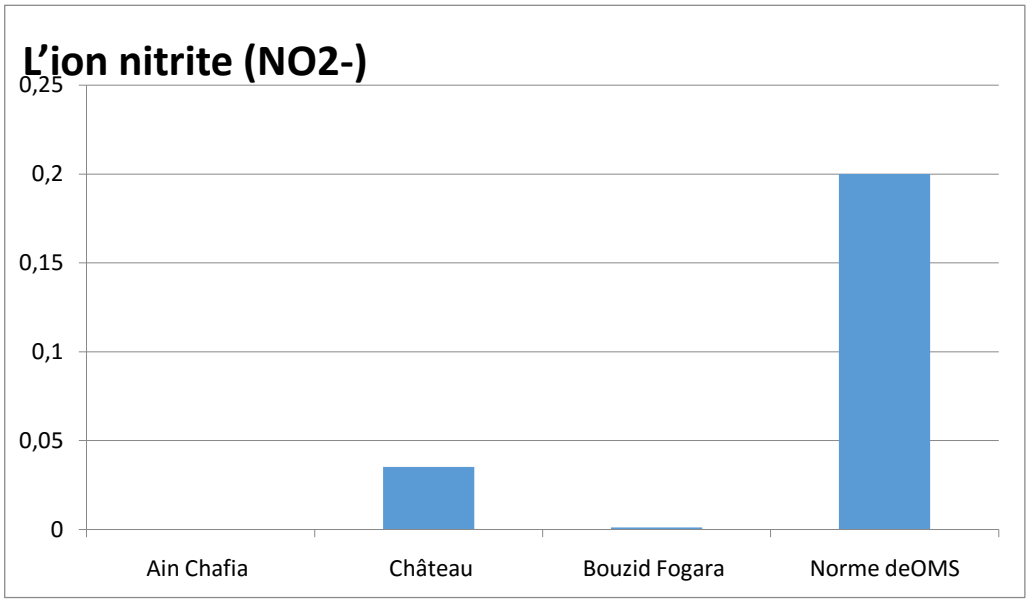

Fig.17.Variation des teneurs en nitrites.

Notez que la concentration de nitrates est faible dans l'échantillon (Château) et semi-absente dans les échantillons (Ain Chafia et Foggara Bouzid et. Cette orientation est adaptée aux circonstances spécifiques de la Plateforme mondiale de la santé, indiquant l'absence de pollution environnementale.

IV.3.3. Les Nitrates (NO_3^-)

La commune de Bouda s'appuie sur les eaux souterraines car celles-ci contiennent une grande quantité de nitrates (Figure18) et la quantité de nitrates varie en fonction de la région et des facteurs environnants

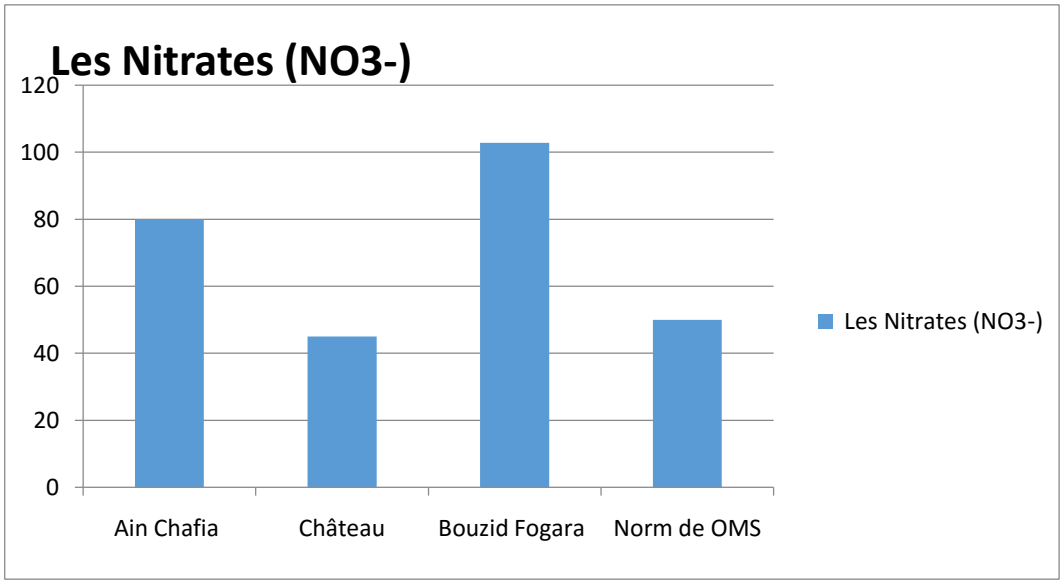

Fig.18.:Variation des teneurs en nitrates

Des concentrations élevées de nitrates dans l'eau posent un risque pour la santé humaine. La Plateforme mondiale pour la santé indique une valeur estimée de 45 mg/L qui ne devrait pas être dépassée.

Notez que la quantité de nitrates dépasse de loin la norme dans les deux échantillons (Ain Chafia et Bouzid Foggara). En raison de la détérioration de la qualité naturelle de la source d'eau, alors que la quantité de nitrates dans le Château est égale à la quantité déterminée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS)

IV.3.4.4. phosphate (PO4-)

Des études ont montré que toute défaillance ou augmentation du taux de phosphate dans l'eau (Figure 19) peut accroître la prévalence et la gravité des complications associées aux maladies liées à l'âge, comme les maladies rénales chroniques et la calcification ou la rigidité des tissus cardiovasculaires.

Ils peuvent également stimuler une atrophie sévère de la peau et des muscles.

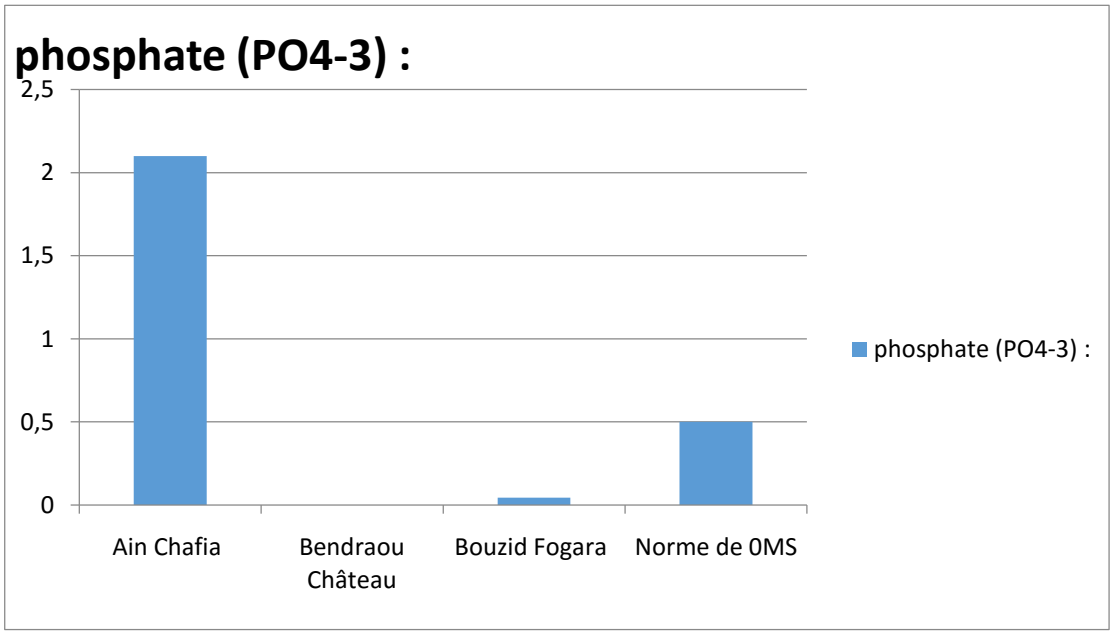

Fig.19. Variation des teneurs en phosphate (PO4-3)

La quantité de phosphate dans (Château et Bouzid Foggara) est inférieure à la valeur de phosphate approuvée par les membres de Santé mondiale 0,5 mg, mais elle est considérée comme un rapport acceptable, alors qu'elle est très élevée en (Ain Chafia) et dépasse la norme admissible qui pose un risque pour la santé humaine

IV.3.4.5.Calcium Ca++

Le calcium est l'élément le plus concentré dans les eaux souterraines, principalement en raison de l'abondance de roches calcaires dans les couches supérieures, et aide les sels de calcium à répondre à certains besoins de l'organisme en matière de construction osseuse et dentaire (Figure 20) ci-dessous représente la quantité de calcium dans les trois échantillons d'eau à Ain Bouda

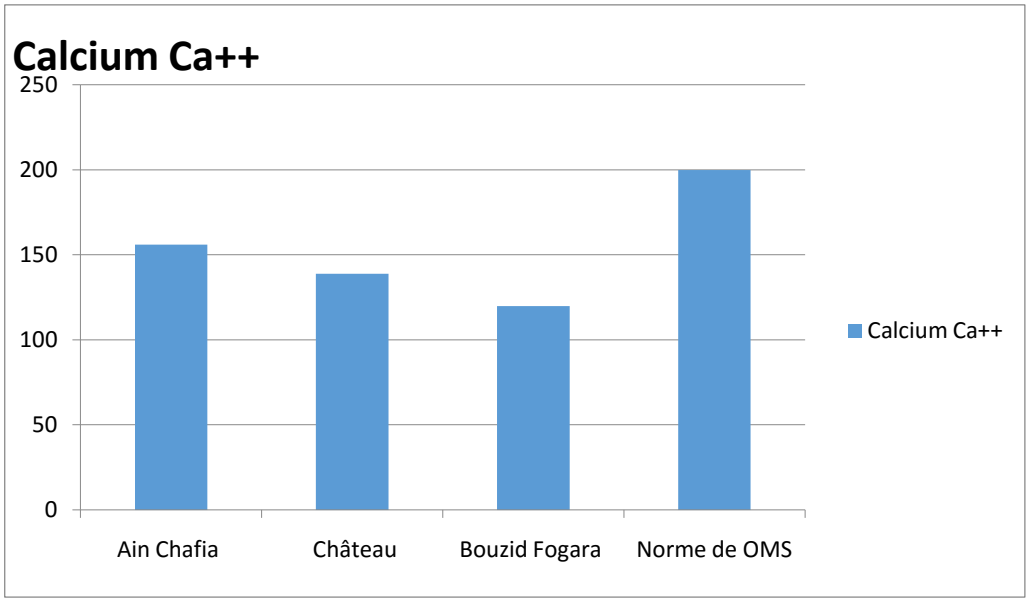

Fig. 20. Variation des teneurs en Calcium ca++

Le graphique montre que la quantité de calcium dans les trois échantillons est élevée, car elle se limite à deux valeurs (120-156) et ne dépasse pas la norme d'accession à la santé mondiale (200ml/l). in diquant que le calcium est bon dans nos eaux et est dû à l'abondance de roches calcaires dans les couches supérieures.

IV3.4.6.Magnésium Mg++

L'eau potable représente environ 20% du corps humain. Une carence en magnésium dans l'eau entraîne une carence en magnésium dans le corps humain, ce qui affecte négativement le corps humain (figure 21) Le graphique de la quantité de magnésium (Mg++) dans les échantillons d'eau analysés

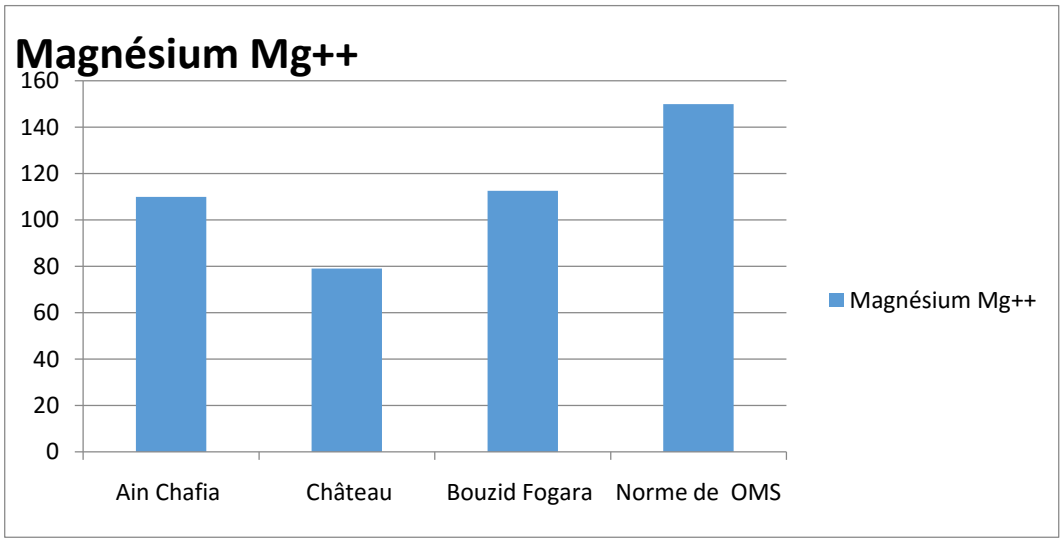

Fig.21. Variation des teneurs en Magnésium Mg++

D'après le graphique, il est clair que la quantité de magnésium dans les trois sources, entre (79-112), et la comparaison avec la quantité spécifique (OMS), est une bonne quantité.

La perte de Mg2+ est principalement due aux phénomènes d'interaction entre les roches aquatiques telles que la dolométrie, la décroissance et les précipitations. L'interaction de l'échange Ca2 +/Mg2 + dolomitine a été la principale raison de la réduction du rapport Mg/Ça dans l'eau de l'aquifère de carbone. Cette diminution suit la durée de vie des aquifères contrôlés par le bilan dolomitique calcite et dépend largement de la température [Fidelibus et al. 1996]

IV.3.4.7.Dosage de Sodium

. La présence de sodium dans l'eau potable ne pose aucun problème de santé pour le consommateur moyen qui n'a aucun problème de santé (figure 21) montre la quantité de sodium dans les échantillons d'eau Ain Bouda

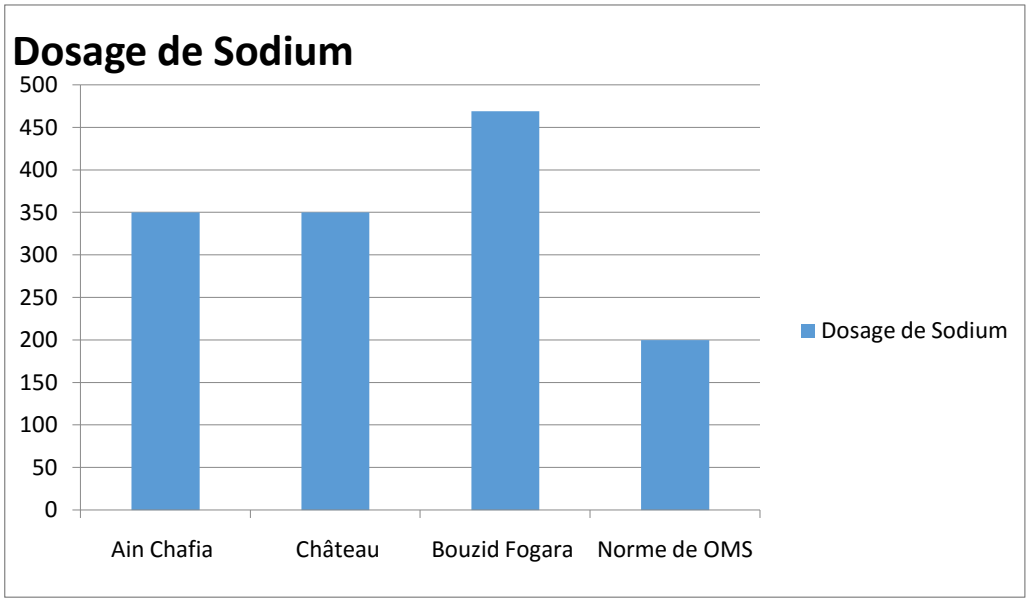

Fig.22. Variation des teneurs en Dosage de Sodium

(Figure22) montre les résultats de la concentration de sodium dans tous nos échantillons où la concentration de tous les échantillons augmente et dépasse la norme de santé mondiale de 150 mg/L. de sorte qu'une augmentation de la proportion de sodium dans ces eaux peut entraîner des maladies comme l'hyperactivité sanguine. pression…

IV.3.4.8.Dosage de Potassium

Le potassium est un ingrédient essentiel dans l'eau potable et est disponible dans les eaux souterraines à des ratios élevés (figure 23), ressemblant au sodium chimiquement, mais a des banques différentes du sodium dans les organismes, en particulier dans les cellules animales

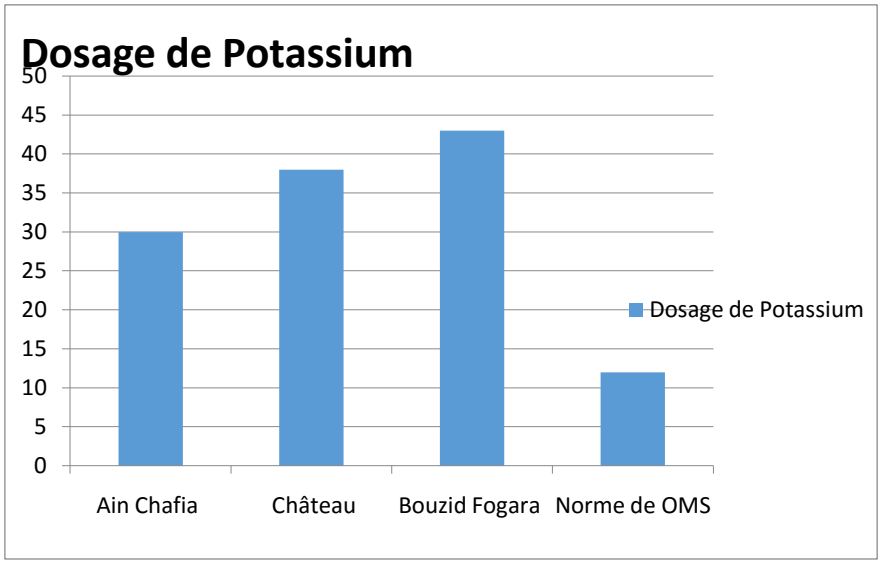

Fig.23 .Variation des teneurs en Dosage de Potassium

Selon (Figure 23), des niveaux élevés de potassium peuvent être observés dans les trois échantillons d'eau étudiés. Cela indique que le potassium est l'élément le plus concentré dans les eaux souterraines, principalement en raison de l'abondance de calcaire dans les couches supérieures. En plus de la pollution des installations industrielles et de la fertilisation dans les zones agricoles

Un potassium élevé a un impact négatif sur la qualité de l'eau par rapport au niveau mondial d'accès à la santé**.**

IV.3.4.9.Dosage des Chlorures Cl

Le niveau de chlorure dans l'eau est lié à l'altération de la nature de la Terre. (Figure 24) montre les résultats du dépistage du chlorure dans trois échantillons d'eau provenant de différentes sources à Ain Bouda.

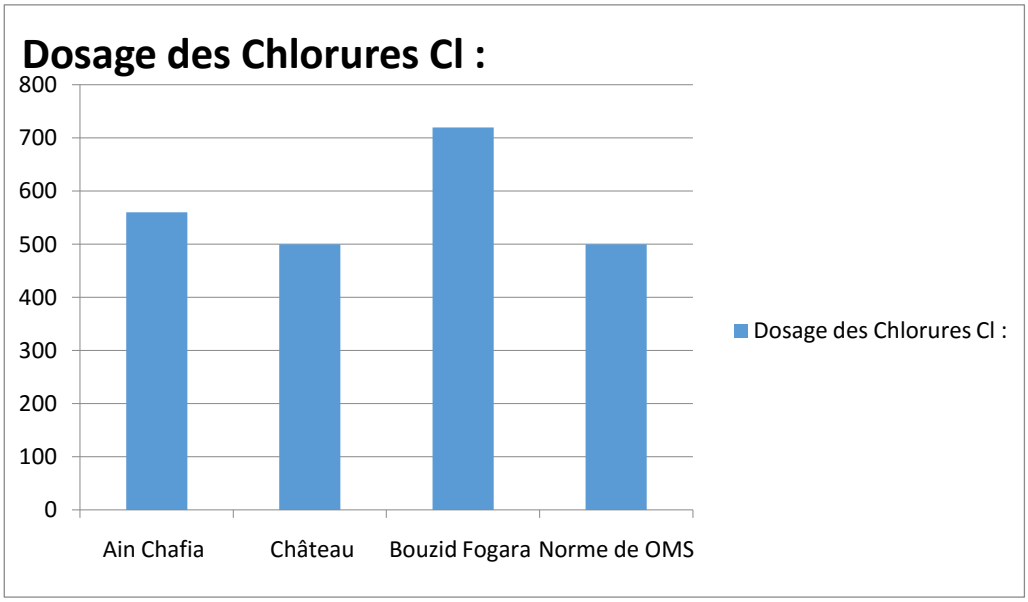

Fig.24.variation des valeurs pour les chlorures.

La quantité de chlorure dans l'échantillon (Château) est égale à la quantité déterminée par l'Association mondiale de la santé (500 mg/L), tandis qu'une augmentation de la quantité de chlorure dans les échantillons (Ain Chafia, Bouzid Foggara)

IV.3.4.10.Dosage des Sulfates SO4-

Les sulfates proviennent du ruissellement ou des fuites au fond. Ils sont aussi causés par l'activité de certaines bactéries. Cette activité peut conduire à l'oxydation du sulfure d'hydrogène toxique en sulfure

L'accession à la santé mondiale (OMS) repose sur une norme spécifique pour la quantité de sulfates (Figure 25) dans l'étude des concentrations de sulfates dans les échantillons d'eau.

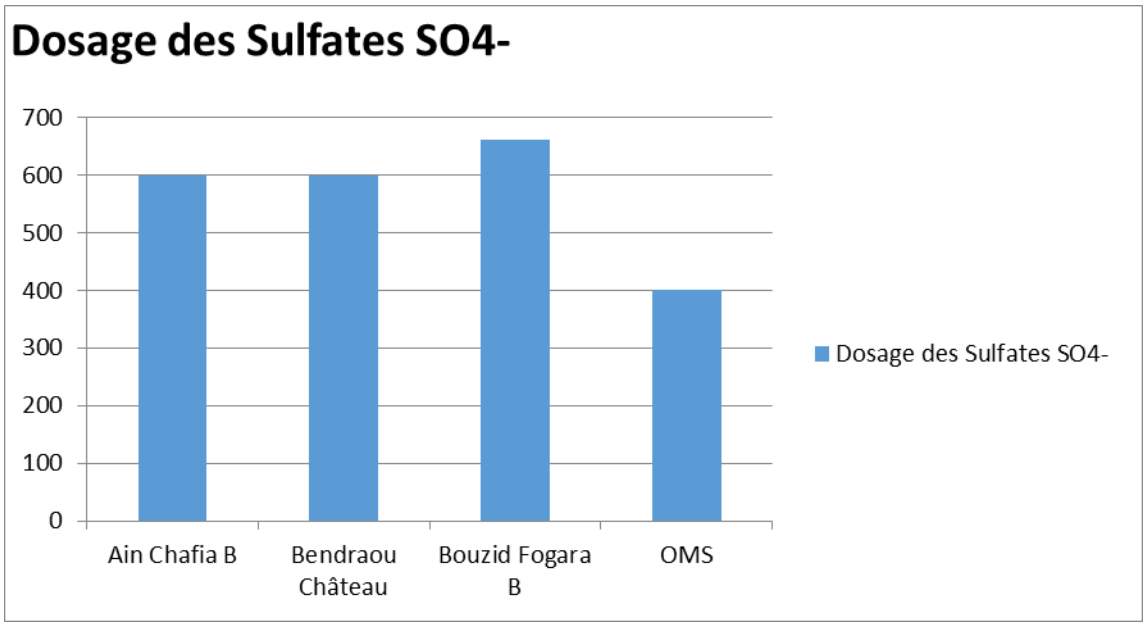

Fig.25 .variation des valeurs pour Dosage des Sulfates SO4-

D'après les résultats des échantillons analysés (Figure 25), les valeurs enregistrées de la quantité de sulfates sont supérieures à la valeur indicative (400 mg/L) de la Plateforme mondiale pour la santé, à noter que toutes les valeurs supérieures à 600 mg/L sont excessivement élevées et peuvent nuire à la santé humaine.

Conclusion

Cette séparation est considérée comme l'élément le plus important de notre recherche. Elle dessine la différence entre plusieurs captages d'eau dans la région de Bouda. En comparant les résultats des méta-analyses chimiques des trois échantillons d'eau, nous concluons que la majorité des valeurs et des quantités d'éléments trouvés dans nos échantillons sont proportionnelles aux normes sanitaires mondiales, mais on peut dire qu'il y a quelques excès dans certaines mesures, comme le sulfate, le chlore, le potassium, quelques excès mineurs, et cela est pris en compte dans la classification de la qualité de l'eau.

Conclusion général

Conclusion général

L'eau est un élément essentiel de l'être humain, et sa consommation quotidienne par tous comprend une surveillance attentive aux niveaux organiques ainsi que la physique chimique

L'étude menée au cours de ce modeste travail vise à évaluer la qualité organique, physique, chimique et bactériologique de trois sources d'eau trouvées dans la région de Bouda pour la consommation humaine.

1. Les eaux de ces sources sont classées comme des eaux carbonatées.
2. Du point de vue organoleptiques, les échantillons prélevés sont clairs ne présentent ni odeur, ni saveur désagréable.
3. Du point de vue physico-chimique, l'ensemble des résultats obtenus ont révélé une dureté importante de l'ordre de 200 à 464 (mg/l), une conductivité de 415 à 730 (µs/cm), donc c'est des eaux qui sont dure avec une minéralisation plus ou moins importante.

Ces paramètres effectués obéissent donc aux normes de potabilité de l'eau .Cette étude montre que :

4. Du point de vue de la pureté des germes et des impuretés, les résultats obtenus montrent une diminution de la présence de germes de l'indice de contamination dans l'échantillon (Château), contrairement à d'autres sources (, Ain Chafia Bouda. Bouzid Foggara)

que nous observons, comme le côlon total, les selles, les selles nodales, avec un faible taux de germes totaux.

L'eau de la source (Château) ne présente donc aucun risque bactériologique pour la consommation humaine. Cependant, d'autres sources polluantes posent un risque réel pour la consommation intérieure.

En fin, voici un ensemble de recommandations que nous aimerions que l'Administration prenne en compte. Les niveaux de nitrates ont augmenté de manière significative dans les eaux de Foggaras. Ces rapports de nitrates sont généralement attribués aux engrais azotés ainsi qu'à l'irrigation par les eaux usées. À long terme, la contamination par les nitrates de ces substances peut atteindre des niveaux inquiétants dans l'eau, d'autant plus que l'excès de nitrate peut provoquer de graves troubles sanguins chez l'homme, notamment la dégradation de l'hémoglobine. Les rejets domestiques et industriels non traits sont une source de pollution des eaux souterraines (bassins versants externes), en particulier des eaux souterraines, en raison de leur proximité apparente avec ces réserves d'eau. L'eau potable doit être protégée pour assurer sa disponibilité à l'avenir, aussi, tous les déchets rejetés doivent traités à l'avance pour réduire les risques de pollution. Pour éviter

Conclusion général

d’éventuels risques sanitaires, il est recommandé de faire un suivi de la chimie de cette eau et de procéder à un prétraitement industriel de tous les déchets avant de les rejeter à ciel ouvert

De plus, les consommateurs doivent être protégés de tout risque pour la santé en comprenant l'origine des divers problèmes liés à l'eau potable, dans ce cas, il convient de noter que l'eau est toujours contaminée si la concentration du produit chimique dépasse la limite autorisée dans ce Dans de nombreux cas, des contrôles sont nécessaires pour surveiller la qualité de l'eau afin de détecter rapidement les éléments toxiques et de protéger les stations d'épuration contre la contamination.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- Atteia Olivier. (2005). Chimie et pollutions des eaux souterraines. Editions Tec Doc Lavoisier, Paris .
- Aylan B, 2019. "Malgré la révolution l'Algérie veut exploiter le gaz de schiste avec une société américaine". Observ'Algérie.
- Benner R., Biddanda B., Black B. et McCarthy M. (1997). Abundance, «size distribution, and stable carbon and nitrogenisotopic compositions of marine organic matter isolated by tangential-flow ultrafiltration», Marine Chemistry 57 243-263.
- Bengarnia.Benmerine (2016). Contribution à l'étude et l'évaluation de la qualité physicochimiqueet bactériologique des eaux de consommation de larégion d'oued Es-Saoura cas de Béni-Abbès, Ougarta etZeghamra. THESE DE DOCTORAT EnBiologieOption :MicrobiologieFondamentale et Appliquée
- -B. Messaoud. (2013) « A perçu hydrogéologique et hydrochimie sur le système de captage traditionnel des eaux souterraines "foggara " dans la région d'ADRAR ». Mémoire de magister .Université Badji mokhtar-annaba.
- Brown E., Colling A., Park D., Phillips J., Rothery D. et Wright J. Seawater: «Its composition, properties and behaviour», The Open University, Second Edition (1997).
- CHOISNEL E. (1999). Le cycle de l'eau ; in : «L'eau : milieu naturel et maîtrise, Tome 1». INRA, Paris. ISSN: 1250-5218 ISBN: 2-7380-0854-2 Tome1 - 2-7380-0855-0 (HY. 47/T1).
- Chaussade J.I. ROVEL J.M., Mouchet P., Andriamirado I., Marchand D., LESOILLE M., Baig S., Mazonie P., Bourdilot J.C., Bonnolye V., Hesse C., Haurby A., Moles J., Nicl R ET Sanz M.A. (2005). Mémento technique de l'eau dégerment. Tome I. 10eme édition, Lavoisier Tec DOC. Paris.
- 7-DESJARDINS R. (1997). Le traitement des eaux deuxième Edition de l'école polytechnique de Montréal
- **.[Direction du Tourisme.2010]** Ministère du Tourisme et de l'Industrie traditionnelle de l'État d'Edr. 2010

Références Bibliographiques

- [Fidelibus et al. 1996] Fidelibus M. D. et Tulipano L. 1996. Regional flow of intruding sea water in the carbonate aquifers of Apulia (Southern Italy). 14th Salt Water Intrusion Meeting. Rapporter och meddelanden nr 87.pp. : 230-241
- Harez.A ; Djelailia.H -mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de : Master B Etude d'une station de traitement et de production d'eau potable à partir d'un forage « Hôpital El-Hadjar» soutenue , 2012.
- Julien Morel. « Les ressources en eau sur Terre: origine, utilisation et perspectives dans le contexte du changement climatique – un tour d'horizon de la littérature». 2007. ffhalshs00134979f
- .[J.Rodier, 1984] Rodier, J. (1984) L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduelles, eau de mer. Dunod, Paris.
- KADI A. (1997). La Gestion de l'Eau en Algérie. Edition Lavoisier Tec.et Doc,Limoges, France.
- Kettab A. (2001). Les Ressources en Eau en Algérie : Stratégies, Enjeux et Vision. Edition Elsevier Science B.V.
- Nadjat. H. Sara. S.D« Caractérisation de la gestion de l'eau en tant que bien communs dans l'espace saharien Algérien mode de gouvernance du système traditionnel des foggaras ». Mémoire de master. Université d'ADRAR
- OMS Directives de qualité pour l'eau de boisson Genève., 1985-86.
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 2009. Gestion des eaux souterraines en Algérie : projet de rapport de synthèse.
- Ransom B., Shea K. F., Burkett P. J., Bennett R. H. et Baerwald R. (1998). «Comparaison of pelagic and nepheloid layer marine snow: implications for carbon cycling», Marine Geology 150 [7] DESJARDINS, (1990).
- (RODIER et coll., 2009)C Geffroy- Rodier , L Grasset, R Sternberg… - Journal of Analytical
- Schriver-Mazzuoli, 2012 [La gestion durable de l'eau : ressources, qualité, organisation. Dunod, Paris. ISBN 978-2-10-055026-5 (HY.151).

Références Bibliographiques

- Safar-Zitoun M, 2018. Plan National Sécheresse Algérie : Deuxième Version. Convention des Nations Unies de Lutte contre la Désertification.
- VILAGINES R. (2003).Eau, environnement et santé publique: introduction à l'hydrologie. 2èmeEd, Lavoisier, Paris. ISBN 2-7430-0604-8 (HY.43).
- Xinhua, 2011. 'Algeria's drinking water supply increases by 3 times within a decade

and …, 2009 -Elsevier