



Réf :/UAMOB/FSNVST/DSA/2022

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Agro-alimentaire & Contrôle de Qualité

Présenté par :

HERKAT HOSSEM EDDINE & IDIOUI REDOUANE

Thème

Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau de source dans la Wilaya de Bouira

Soutenu le : 06/ 07 /2022

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>Mm KABEN..</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>Mm IAZZOURENE G.</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. Bouira</i>	<i>Promoteur</i>
<i>Mm AMMOUCHE.</i>	<i>MAA</i>	<i>Univ. Bouira</i>	<i>Examineur</i>

Année Universitaire : 2021/2022

REMERCIEMENTS

Avant tout, nous remercions Allah tout puissant qu'il nous a guidé tout au long de nous vie, qu'il nous a donné courage et patience pour passer tous les moments difficiles, qu'il nous a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.

. Tout d'abord, nous tenons à remercier l'encadreur. Mme Iazzourene G., Qui a confiance en nous et elle nous a permis de travailler sur ce sujet, et qu'elle a mis à notre disposition tous les conseils nécessaires à sa réalisation.

Nous remercions par ailleurs vivement les membres du jury de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail Mm Kaben & Mm Ammouche, Maitres de conférences à l'université AMO-Bouira.

Nous remercions à tous les enseignants du département de Sciences de la Nature & de la Vie. Nous adressons nos sincères remerciements à Mr Saiki, de nous avoir accueilli dans son laboratoire et pour la confiance et l'aide qu'il nous a accordé, ainsi que toute l'équipe du laboratoire d'ADE de Bouira pour l'accueil cordial et pour l'attention avec laquelle ils ont soutenu notre travail. Réellement, nous n'aurions pas pouvoir réaliser les expérimentations sans leurs aides.

Finalement, nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à notre formation universitaire.

Dédicace

Après des années, nous avons vécu à l'université, avec ses bons et ses mauvais côtés, ses joies et ses peines Je ne peux que dédier cet humble travail Au père, ami, paternel, Murad, et à la mère affectueuse, qui n'a rien épargné pour me soutenir et me motiver à arriver à ce que je suis aujourd'hui. A mes chers frères Khaled, Yassin et Warda. A feu mes chers grands-pères, que Dieu le protège, A mes tantes et oncles Et mes amis qui étaient comme mes frères et qui le resteront sont Messaoud, Ayman, Sid Ahmed, Redonde, Riyad Houcine et fahime

HOSSEM

Dédicace

Avant toutes choses, je remercie le DIEU de m'avoir illuminé
la voie du savoir et donné la force, le courage et la volonté
pour accomplir ce Modeste travail.

Je dédie ce mémoire A mes très cher parents MEFTAH et YAMINA
qui m'ont éclairé mon chemin et qui
M'ont partagé soutenue à mes études et pour leurs
encouragements et leurs

Sacrifices Durant toutes mes années d'études A partir de
primaire jusqu'au l'universitaire

A mes frères : YOUCEF ET AHMED

A ma sœur : NADA

A MES chers amies : AYMANE, HOSSEM, OUSSAMA et SALAH

A mes grands-parents: AHMED, MOHEMED, HADA et REBIHA

Et toute la famille : IDIOUI et ABERKANE

A tous mes amies : MOUSSA, KARIM, NAOURI, ZOUHIR,
MESSAOUD, SOUHAYB, SADEQ, WALID, FARES, SOUFIANE,
HALIM, IMAD, NASSIM, ABDELLAH, RIADH.

Redouane

SOMMAIRE

Remercîments	
Dédicace	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Introduction	01
Partie bibliographique	
Chapitre I : généralités sur les eaux	
1. Définition de l'eau.....	03
2. Composition de l'eau.....	03
3. Sources d'eau.....	03
3.1. Eau de pluie.....	03
3.2. Eaux souterraines.....	03
3.3. Les eaux superficielles.....	04
3.4. Cas particuliers : eau karstique et eau de mer.....	04
4. cycle naturel de l'eau.....	04
5. États de l'eau.....	05
5.1. Eau sous forme solide	05
5.2. Eau sous forme liquide	06
5.3. Eau sous forme de gaz	06
6. Eau et santé.....	06
7. Propriétés de l'eau.....	07
7.1. Propriétés chimiques.....	07
7.2. Propriétés biologiques.....	07
Chapitre II : Les eaux de sources	
I. Généralités	09
1. Définition.....	09
2. Les différents types de sources.....	09

3. Qualité naturelle des eaux sources.....	09
4. Vulnérabilité des eaux de sources.....	10
II. La pollution des eaux de sources.....	10
1. L'origine de la pollution.....	10
2. Les types de la pollution.....	11
2.1. Pollution physique.....	11
2.2. Pollution chimique.....	12
2.3. Pollution microbiologiques.....	13
III. Paramètres des eaux de sources.....	14
1. Paramètres physico-chimiques.....	14
2. Paramètre de pollutions.....	17
3. Paramètres bactériologiques.....	18
3.1. Coliformes totaux.....	18
3.2. Coliformes fécaux.....	18
3.3. Escherichia coli.....	19
3.4. Streptocoques.....	20
3.5. Clostridium.....	20
IV. Maladies à transmission hydriques.....	21
Partie II : Partie expérimentale	
Chapitre I : matériels et méthodes	
1. Description de la zone d'étude.....	24
1-1- Paramètres géographiques des régions du prélèvement.....	24
2- Matériel et échantillonnage.....	25
2.1- Matériel.....	25
2.2 Echantillonnage.....	25
3. Méthodes.....	26
3.1. Méthodes d'analyses physico-chimiques.....	26
3.2. Analyse bactériologique.....	38
Chapitre II : Résultats et discussions	
I. Résultats des analyses physico-chimique.....	43
II. Résultats des Analyses microbiologiques.....	58
Conclusion générale	62
Références bibliographiques	64
Annexes.....	

Liste des figures :

Figure 01: composition de l'eau	03
Figure 02: cycle de l'eau.....	05
Figure 03: diagramme représente l'origine et les sources de la pollution des eaux.....	11
Figure 04: les coliformes.....	19
Figure 05: E. coli.....	19
Figure 06: les streptocoques.....	20
Figure 07: Conductimètre de mesure.....	27
Figure 08: Turbidimètre.....	28
Figure 09: le résultat de virage de Ca ²⁺ après titrage.....	29
Figure 10: le résultat de virage de TH.....	30
Figure 11: le résultat de virage de TAC.....	31
Figure 12: coloration jaunâtre.....	32
Figure 13: le virage de Cl ⁻	32
Figure 14: dosage de sulfate.....	35
Figure 15: Résultats de la température obtenues pour les eaux de source étudié.....	44
Figure 16: Résultats du pH obtenues pour les eaux de source étudiées.....	45
Figure 17: Résultats de la turbidité obtenues pour les eaux de source étudiées	46
Figure 18: Résultats de la conductivité obtenues pour les eaux de source étudiées.....	
Figure 19: Résultats des Tds obtenues pour les eaux de source étudiées.....	46
Figure 20: Résultats des concentrations en Ca ⁺² obtenus pour les eaux de source étudiées.....	47
Figure 21: Résultats des concentrations en TH obtenus pour les eaux de source étudiées...	48
Figure 22: Résultats des concentrations en Mg ⁺² obtenus pour les eaux de source étudiées.....	49
Figure 23: Résultats des concentrations en Tac obtenus pour les eaux de source étudiée.....	50

Figure 24: Résultats des concentrations en Cl^- obtenus pour les eaux de source étudiées.....	51
Figure 25: Résultats des concentrations en MO obtenus pour les eaux de source étudiées.....	52
Figure 26: Résultats en R sec obtenus pour les eaux de source étudiées.....	53
Figure 27: Résultats des concentrations en SO_4 obtenus pour les eaux de source étudiées.....	53
Figure 28: Résultats des concentrations en NO_3 obtenus pour les eaux de source étudiées.....	54
Figure 29: Résultats des concentrations en Fer obtenus pour les eaux de source étudiées.....	55
Figure 30: Résultats des concentrations en Na^+ obtenus pour les eaux de source étudiées.....	56
Figure 31: Résultats des concentrations en K^+ obtenus pour les eaux de source étudiées....	56
Figure 32: Résultats des concentrations en NH_4 obtenus pour les eaux de source étudiées.....	57
Figure 33: Résultats des concentrations en nitrite obtenus pour les eaux de source étudiées	57
Figure 34: Résultats des concentrations en PO_4 obtenus pour les eaux de source étudiées	58

Liste des tableaux :

Tableau 01: Les sources de pollutions.....	18
Tableau02 : Résultats des analyses physico-chimiques	43
Tableau 03: résultats des analyses microbiologiques.....	58

Résumé

Le but de notre travail consiste à une analyse complète de 5 sources d'eau brute dans la wilaya de Bouira et de faire une comparaison entre ces sources et de contrôler leur potabilité par rapport aux normes algériennes. En effet, nous nous sommes intéressés à la collecte des échantillons étudiés dans différentes régions et puis, nous avons effectué les analyses physico-chimiques : le PH, la conductivité électrique, la turbidité, la dureté et les paramètres de pollutions...etc ainsi que les analyses microbiologiques, qui sont le dénombrement des coliformes totaux et fécaux, les streptocoques, Escherichia coli, le clostridium et les germes à 37°C et 22°C.

D'après les résultats que nous avons obtenus, nous avons constaté que l'eau de source d'Oued belaham est conforme aux norme de potabilité, par contre, nous avons remarqué la non-conformité des eaux des autres sources, qu'il soit sur le plan physico-chimique ou microbiologique et leur utilisation nécessitera des traitements.

Mots clés : Eau de source, analyse physicochimique, analyse microbiologique, Bouira

ملخص

يتمثل الغرض من عملنا في إجراء تحليل كامل لخمسة مصادر للمياه الخام في ولاية البويرة وإجراء مقارنة بين هذه المصادر والتحكم في قابليتها للشرب مقارنة بالمعايير الجزائرية. لقد اهتمنا بالفعل بجمع العينات المدروسة في مناطق مختلفة ثم قمنا بإجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية: درجة الحموضة، والتوصيل الكهربائي، والعمارة، والصلابة، ومعاملات التلوث ... التحليلات الميكروبيولوجية، وهي تعداد القولونيات الكلية والبرازية والمكورات العقدية ايشيرشيا كولي والمطثيات والجراثيم عند 37 درجة مئوية و 22 درجة مئوية

وبحسب النتائج التي حصلنا عليها وجدنا أن مياه نبع واد بلحم تتوافق مع معايير الشرب، ومن ناحية أخرى لاحظنا عدم مطابقة مياه المصادر الأخرى سواء كان ذلك على مادة فيزيائية - كيميائية. أو المستوى الميكروبيولوجي وسيتطلب استخدامها العلاج

الكلمات المفتاحية: مياه الينابيع، التحليل الفيزيائي الكيميائي، التحليل الميكروبيولوجي، البويرة

ABSTRACT

The purpose of our work consists of a complete analysis of 5 sources of raw water in the wilaya of Bouira and to make a comparison between these sources and to control their potability compared to Algerian standards. Indeed, we were interested in the collection of the samples studied in different regions and then, we carried out the physico-chemical analyses: the PH, the electrical conductivity, the turbidity, the hardness and the parameters of pollution...etc as well as the microbiological analyses, which are the count of total and faecal coliforms, streptococci, *Escherichia coli*, *clostridium* and germs at 37°C and 22°C.

According to the results that we obtained, we found that the spring water of Oued belaham complies with the drinking standard, on the other hand, we noticed the non-compliance of the waters of the other sources, whether it is on the physico-chemical or microbiological level and their use will require treatment.

Keywords: Spring water, physicochemical analysis, microbiological analysis, Bouira

Introduction

Introduction générale

L'eau est un facteur indispensable pour la vie des êtres vivants, la disponibilité d'eau en quantité et en qualité suffisante contribue au maintien de la santé et aussi dans certaines conditions, l'eau constitue également un support favorable au transport et au développement de nombreux maladies à transmission hydriques (le choléra, les diarrhées, la fièvre typhoïde, etc.) **(LALANNE, 2012); (KAHOUL ET TOUHAMI, 2014).**

Le contrôle de la qualité de l'eau joue un rôle important dans la santé publique car celle-ci est susceptible d'engendrer des altérations catastrophiques sur le sol, sur l'organisme humain et même de toucher à la santé de toute une population. L'eau de source provient obligatoirement d'une nappe d'eau d'origine souterraine. Plus la profondeur à laquelle se trouve l'eau est importante, plus elle assure à l'eau sa pureté **(AOUISSI ET HOUHAMDI, 2014).**

L'objectif de ce travail consiste à faire des analyses de différents paramètres physicochimiques et bactériologiques de l'eau de cinq sources « Bekouch, Ain bidha, Dechmia, Kraimia, Oued belaham », de la wilaya de Bouira. Comme on s'intéressera à déterminer l'existence d'une éventuelle contamination de ces sources par les paramètres de pollution et les contaminations microbiennes, pouvant émaner de différentes origines possibles.

Notre travail comporte deux parties et quatre chapitres :

- La première partie est consacrée à la recherche bibliographique, cette partie comporte deux chapitres:
 - ❖ Nous présenterons au cours du premier chapitre des généralités sur les eaux.
 - ❖ Le deuxième chapitre fait l'objet d'une présentation des eaux de sources et leurs caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques.
- La deuxième partie est consacrée à la méthodologie menée pour réaliser ce modeste travail avec les résultats que nous avons obtenus et leurs interprétations

Chapitre 01 : Généralités sur les eaux

Chapitre I : Généralités sur les eaux

1. Définition de l'eau

Ce qui est considéré comme de l'eau (H_2O) est un liquide assez normal, incolore, inodore et insipide, que l'on trouve sur Terre en grande quantité et qui est la source de la vie (GRAINI L, 2011)

2. Composition de l'eau :

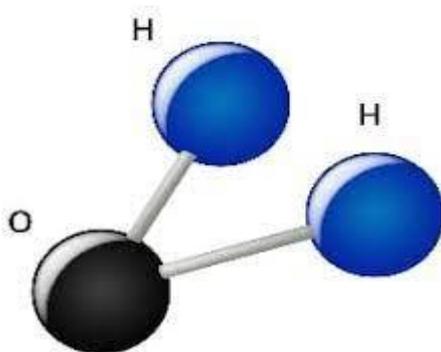


Figure 01 : la composition de l'eau

Une molécule d'eau, de formule H_2O , est constituée d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène liés à un atome d'oxygène par deux liaisons covalentes. Où ces atomes font sa masse molaire 18 g (LOUIS SCHRIVER –MAZZUOLI, 2012)

3. Sources d'eau

Le climat et le type de sol contrôlent la répartition de l'eau et la diversité de ses formes sur le globe, où elle est inégale. (VILAGINES, 2000)

3.1. Eau de pluie

L'eau de pluie est considérée comme l'une des eaux naturelles les plus pures, elle est éloignée des centres de baignade et des sources de pollution de l'air. (VILAGINES, 2000)

3.2. Eaux souterraines

Les plus bues, et souvent au moins de meilleure qualité, que celles qui proviennent de puits profonds. Cependant, ce sont les eaux d'infiltration qui rechargent les nappes phréatiques

chargées en matière organique en traversant les couches supérieures du sol et en les enrichissant des sels minéraux des terres rencontrées sur leur parcours. (VILAGINES, 2000)

3.3. Eaux superficielles

Il se compose des eaux des ruisseaux, des mers, des rivières, des étangs, des lacs, des barrages, des réservoirs et des glaciers. Et n'oubliez pas qu'ils sont en contact étroit avec la surface de la Terre d'un côté et l'atmosphère de l'autre. (VILAGINES, 2000)

3.4. Cas particuliers : eau karstique et eau de mer

3.4.1. Eaux karstiques

Ces zones sont calcaires constituées de couches épaisses résultant de l'eau qui dissout le carbonate de calcium en grande partie sous terre

La protection de ces ressources n'est pas aisée, car le périmètre est difficile à définir. (GRAINDORGE-J ET LANDOT-E, 2014)

3.4.2. Eau de mer

En l'absence d'eau de surface ou souterraine, il est parfois nécessaire de filtrer de l'eau saumâtre voire de mer, et de dessaler cette eau, les deux principales méthodes sont membranaires : l'électro lavage ou l'osmose inverse. Mais cela coûte cher et demande beaucoup d'énergie. (GRAINDORGE-J ET LANDOT-E, 2014)

4. Cycle naturel de l'eau

On appelle la circulation naturelle d'eau sur la planète le cycle hydrologique. (Kenneth, 1992). L'eau est évaporée par le soleil, incorporée aux nuages comme vapeur d'eau, tombe sur la terre et sur les étendues d'eaux sous forme de pluie, à partir de la terre elle retourne de nouveau aux ressources d'eaux dans le cycle hydrologique (SUDHANSHU, 2008).

Six composants principaux du cycle hydrologique : les précipitations, l'infiltration, l'évaporation, les eaux de surface, la transpiration et écoulement des eaux souterraines. (SUDHANSHU, 2008).

L'évaporation à la surface et la transpiration des végétaux ont un rôle majeur dans le cycle de l'eau ; ces deux phénomènes sont pris en compte dans le seul terme d'évapotranspiration (HILLEL, 2004).

L'eau qui arrive à la surface d'un sol se trouve à la pression atmosphérique, cette eau tend toujours à s'infiltrer sous l'effet de la gravitation dans le cas d'un sol saturé ou par effet du gradient de potentiel matriciel pour un sol non saturé (**BEAR, 1972**). L'eau pénètre dans le sol et pousse l'eau déjà présente. Il se forme alors un front d'infiltration qui progresse au fil du temps. Le flux infiltré est limité par la filtrabilité du milieu qui dépend de la conductivité hydraulique du milieu et de son état hydrique. (**WEILL, 2004**)

Lorsque les apports de l'eau en surface sont trop importants et dépassent la filtrabilité du milieu, ce dernier se sature par le haut et l'eau en surplus est évacuée par ruissellement de surface (**HILLEL, 2004**).

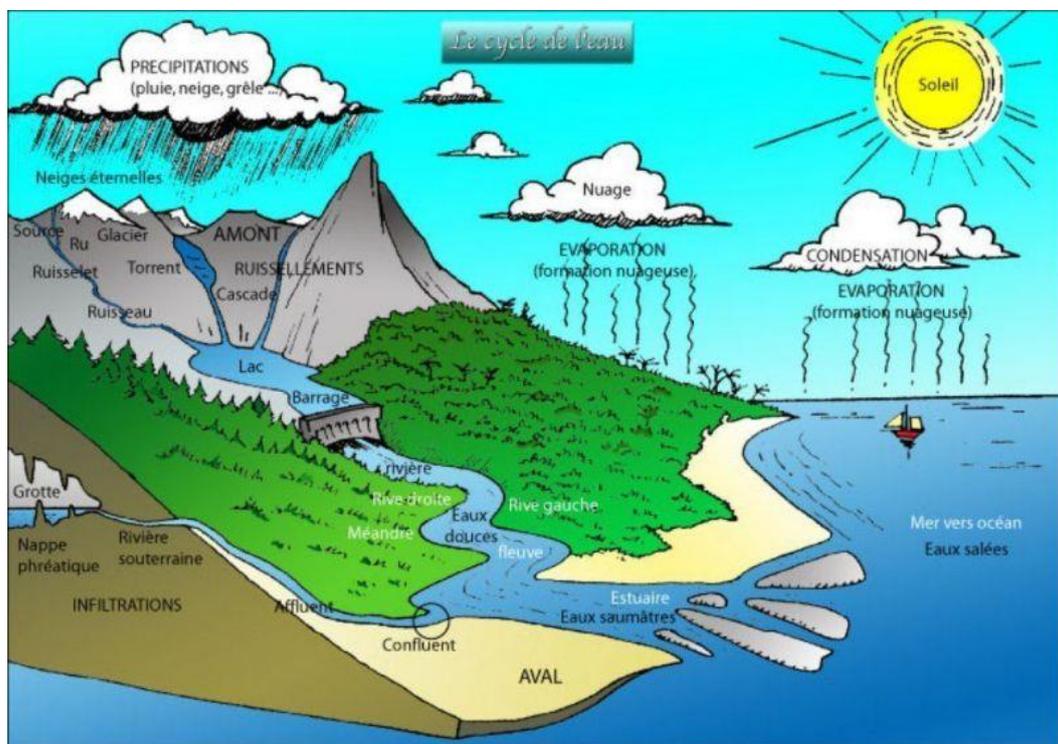


Figure 02: le cycle de l'eau.

5. États de l'eau

L'eau est la base de la vie. Il peut être solide, liquide ou gazeux.

5.1. Eau sous forme solide

L'eau devient solide lorsque la température est inférieure à 0°C . On le retrouve dans la glace aux pôles, ou la neige sur laquelle on skie, le givre qui se forme par temps froid sur les arbres en hiver.

Les calottes glaciaires et les glaciers représentent 2,1 % de l'eau sur Terre (**MEROUANI-M ET BOUGUEDAH-A, 2013**).

5.2. Eau sous forme liquide

Les plus grands réservoirs d'eau liquide sont les océans et les mers constitués d'eau salée. Ils représentent 97,2% de l'eau de la Terre. Les autres réservoirs d'eau liquide sont les lacs, les rivières et les eaux souterraines constituées d'eau douce. Les eaux souterraines représentent environ 0,06 % de cette eau, tandis que les lacs et rivières représentent 0,01 % de l'eau sur Terre. (**MEROUANI-M. ET BOUGUEDAH-A., 2013**)

5.3. Eau sous forme de gaz

L'eau existe sous forme de gaz, c'est-à-dire la vapeur d'eau présente dans l'air humide de l'atmosphère, elle ne dépasse pas 0,001% de l'eau de la Terre. (**MEROUANI-M ET BOUGUEDAH-A, 2013**)

6.Eau et santé

Les deux tiers de l'eau du corps se trouvent à l'intérieur des cellules. C'est donc la base de notre corps et une source d'intelligence et de sensibilité. (**BERNARD, 2006**).

Sa répartition selon l'âge et le sexe est :

-68% est de l'eau dans le corps humain adulte.

-80 % dans le sang, 4,5 % dans le plasma et 30 % dans les os.

-Pour la peau : 12 à 15 % dans la couche cornée et 60 à 70 % dans le derme.

-16% dans le milieu extracellulaire.

La fonction première de l'eau est d'assurer une protection contre la déshydratation due à la perte d'eau et d'assurer une bonne physiologie générale. L'eau couramment utilisée doit être exempte d'éléments indésirables ou toxiques, de métaux lourds (plomb, etc.), de composés organiques (pesticides) et d'organismes divers (virus). Tout le monde devrait boire 1,5 à 2 litres d'eau par jour.

La sécurité de tous les indicateurs pour la sécurité du consommateur d'eau doit être assurée.

La boisson principale doit être de l'eau minérale modérée.

Les maladies liées à l'eau sont nombreuses : dans les pays en développement, 80 % des maladies liées à l'eau provoquent la mort prématurée de trois millions de personnes chaque année.

Chaque année, 1,8 million de personnes meurent, dont 90% sont des enfants de moins de cinq ans, et la plupart vivent dans des pays pauvres à cause des maladies diarrhéiques et du choléra. 88% des maladies diarrhéiques sont dues à une mauvaise qualité de l'eau et à une mauvaise hygiène. **(HUGONIN, 2011).**

7. Propriétés de l'eau

Il y a trois cas: liquide (eau), solide (glace) ou gaz (vapeur d'eau).

Ces trois étapes coexistent de nature, qui peuvent toujours être observées de deux à deux, et plus ou moins en équilibre en fonction de la température et des conditions de pression. **(ALGEO ALGER GEOPHYSIQUE, 1997)**

7.1. Propriétés chimiques de l'eau

Cela rend l'eau en grande stabilité à être liée aux propriétés électriques et à la constitution moléculaire de l'eau, ce qui le rend particulièrement capable de mettre une solution de nombreux gaz et liquides polaires et surtout solide.

La plupart des matériaux métalliques peuvent fondre dans l'eau, ainsi qu'un grand nombre de gaz.

Les solvants sont le résultat d'une destruction complète ou partielle des différents liens électroniques entre les atomes et les particules du corps à dissoudre, pour les remplacer par de nouvelles liens par des molécules d'eau, créant ainsi de nouvelles structures **(BOEGLIN J, 1994).**

7.2. Propriétés biologiques de l'eau

L'eau, l'oxygène et le dioxyde de carbone aident à créer des conditions favorables pour le développement d'organismes vivants. **(DAJOZ R, 1982).**

Il y a un cours biologique, pendant lequel une série d'échanges se produit; L'eau joue un grand rôle dans la constitution des organismes vivants.

Chapitre II : les eaux de sources

Chapitre II : les eaux de sources

I. Généralités

1. Définition

Une source peut être définie comme l'apparition à la surface du sol de l'eau d'une nappe aquifère souterraine. Microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution, apte à la consommation humaine (**GOMELLA, 1974**)

Les teneurs en minéraux tels que le Calcium ou le Magnésium resteront les mêmes. C'est cette différence qui sépare eaux de source et eaux minérales naturelles (**VILAGINES, 2010**).

2. Différents types de sources

- **Source d'affleurement**

Lorsque la couche imperméable inférieure d'une nappe aquifère affleure au sol d'une vallée, l'eau de cette nappe apparaît à la surface sous forme d'un chapelet de source. Elles appartiennent à cette catégorie. (**VILAGINES, 2000**).

- **Source d'émergence**

Bien que la couche perméable soit fissurée en direction du sol, on peut avoir un débit alimentant un trou d'eau, souvent envahi de végétation par une ou plusieurs fractures ou l'on peut voir l'eau bouillonner. Le débit localisé de ces sources est souvent important, leur risque de tarissement est inégal (**GOMELLA ET GUERREE, 1980**).

- **Source de déversement**

Ce type de sources se rencontre dans les terrains fissurés en surface, calcaires et surtout granites (le réseau de fissures vient rencontrer la surface du sol, avec une pente qui permet d'y conduire l'eau). Généralement leur débit est faible pratiquement constat et peuvent facilement tarir. Aussi n'envisagera-t-on leur captage qu'en l'absence d'autres possibilités (**BONNIN, 1982**).

3. Qualité naturelle des eaux sources

Les nappes d'eau de source sont formées par la percolation de l'eau de pluie et de ruissellement à travers les sols et les roches (**BANTON ET BANGOY, 1999**). Au cours de ce

transfert, l'eau acide dissout les roches et se charge de quelques-uns de ses éléments chimiques les plus solubles. Certains de ces éléments sont nécessaires au bon fonctionnement du corps humain, mais en faible concentration; les mêmes peuvent être toxiques en plus fortes concentrations; d'autres sont toxiques même à faible dose. Cette réaction naturelle entre l'eau et la roche provoque une large diversité dans le caractère minéral des eaux souterraines, communiquant des propriétés intrinsèques comme la dureté, la salinité (**EDMUNDS ET AL., 2003**). Ces réactions naturelles font que la qualité naturelle des eaux souterraines est influencée par la nature lithologique des aquifères et des terrains superficiels.

4. Vulnérabilité des eaux de sources

La vulnérabilité est définie comme étant un défaut de protection ou de défense naturelle de l'eau de source contre les menaces de pollution, en fonction des conditions hydrogéologiques (**MARGAT,1998**). De ce fait, certaines eaux de sources ne sont pas à l'abri des pollutions éventuelles, malgré l'idée de pureté naturelle qui leur est communément attachée. En effet, certains types de sol notamment les sols minces et hautement perméables, favorisent l'infiltration directe de polluants vers les eaux de sources. Aussi, dans les aquifères sableux, la porosité d'interstice favorise l'infiltration des eaux superficielles conduisant ainsi à la contamination des eaux de sources (**SARRAZIN ET AL., 2003**).

II. Pollution des eaux de sources

La pollution de l'eau décrit généralement l'introduction ou la présence des substances nocives ou inacceptables dans l'ampleur suffisante pour modifier les indices de qualité de l'eau naturelle (**NSIKAK, 2008**). La pollution de l'eau douce (par exemple par le biais de l'acidification, et la pollution des eaux souterraines) est celle qui diminue sa pureté (**PARK, 2007**).

1. Origine de la pollution

En général, les eaux souterraines sont moins vulnérables à la pollution que les eaux de surface. (**FAWELL ET. NIEUWENHUIJSEN, 2003**)

La pollution de l'eau connaît différentes origines : naturelle, domestique, industrielle et agricole. L'origine naturelle implique un phénomène tel que la pluie, lorsque par exemple l'eau de ruissellement passe à travers des terrains riches en métaux lourds ou encore lorsque les précipitations entraînent les polluants de l'atmosphère vers le sol. L'origine domestique concerne les eaux usées ménagères (salle de bains, cuisine, ...etc.),

Quant à l'origine agricole et industrielle, elle concerne par exemple les eaux surchargées par des produits issus de l'épandage (engrais, pesticides) ou encore les eaux contaminées par des résidus de traitement métallurgique, et de manière plus générale, par des produits chimiques tels que les métaux lourds, les hydrocarbures...etc. (AFIR ET MEZAOUA,1984)

2. Types de la pollution

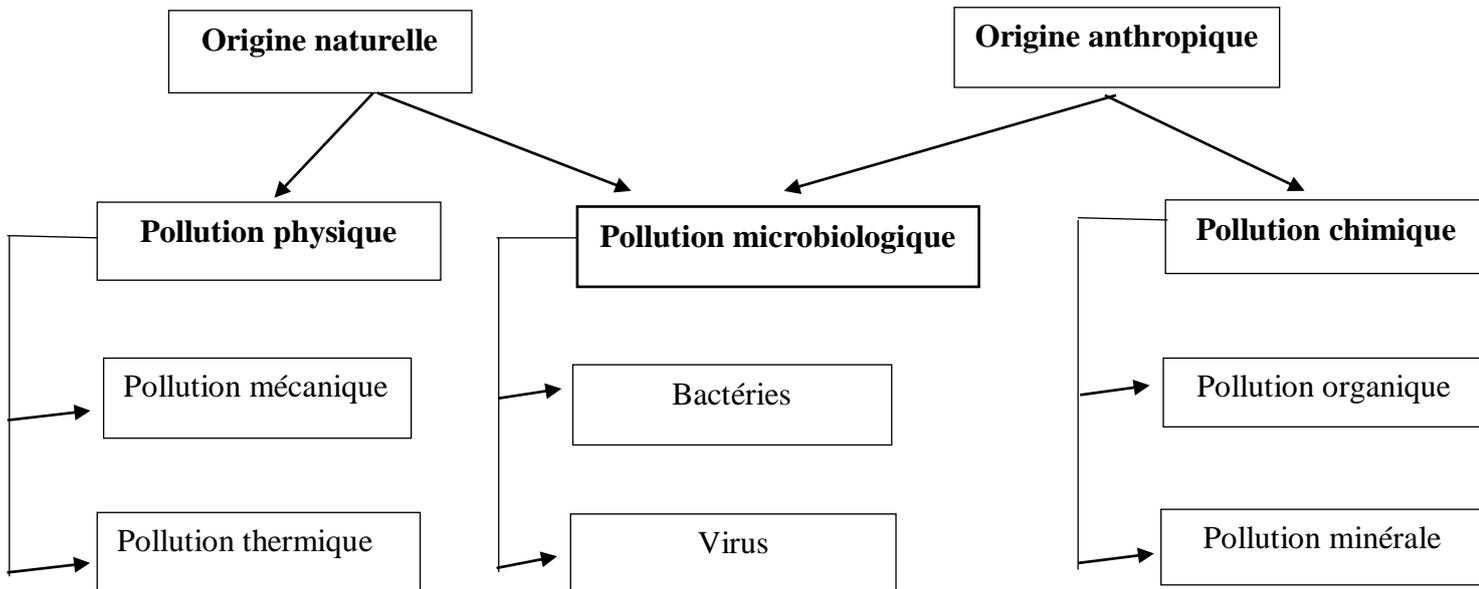


Figure 03: diagramme représente l'origine et les sources de la pollution des eaux (GERARD, M. 2003)

2.1. Pollution physique

La pollution physique est due essentiellement aux substances en suspension (matières solides) ; (BOYD, 1970). Elle peut englober également plusieurs autres aspects : couleur, transparence, pH dont on peut citer :

2.1.1. Pollution mécanique

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les eaux résiduaires industrielles, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES (GALAF., 2003).

2.1.2. Pollution thermique

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, raffineries, aciéries.); l'élévation de température qu'elle induit diminue la teneur en oxygène dissous. Elle accélère la biodégradation et la prolifération

des germes. Il se trouve qu'à charge égale, un accroissement de température favorise les effets néfastes de la pollution (GALAF., 2003).

2.2. Pollution chimique

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle, domestique et agricole. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories: (ENCYCLOPEDIE., 1995).

2.2.1 Pollution organique

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...), et par les effluents domestique (déjections humaines, graisses, ...etc.).

La première conséquence de cette pollution consommation d'oxygène dissous de ces eaux. les polluants organiques ce sont principalement : les détergents, les pesticides et les hydrocarbures.

- **Détergents**

Sont des composés tensioactifs synthétiques dont la présence dans les eaux est due aux rejets d'effluent urbains et industriels. Les nuisances engendrées par l'utilisation des détergents sont : - L'apparition de goût de savon.

- La formation de mousse qui freine le processus d'épuration naturelle ou artificielle.

- Le ralentissement du transfert et de la dissolution de l'oxygène dans l'eau.

- **Pesticides**

On désigne généralement comme des produits utilisés en agriculture les conséquences néfastes dues aux pesticides sont liées aux caractères suivants :

- Rémanence et stabilité chimique conduisant à une accumulation dans les chaînes alimentaires. -Rupture de l'équilibre naturel.

- **Hydrocarbures**

Provenant des industries pétrolières et des transports, qui sont des substances peu solubles dans l'eau et difficilement biodégradables, leur densité inférieure à l'eau les fait surnager. En

surface, ils forment un film qui perturbe les échanges gazeux avec l'atmosphère (ENCYCLOPEDIE., 1995).

2.2.2 Pollution minérale

La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou trouble physiologique chez les animaux. Le polluant minéral ce sont principalement les métaux lourds et les éléments minéraux nutritifs (MAYET., 1994).

- **Métaux lourds**

Sont essentiellement le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le plomb l'argent (Ag), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le nickel (Ni) et le zinc (Zn). Ces éléments, bien qu'ils puissent avoir une origine naturelle (roches du sous-sol, minerais), proviennent essentiellement de la contamination des eaux par des rejets d'activités industrielles diverses. Ils ont la particularité de s'accumuler dans les organismes vivants ainsi que dans la chaîne trophique (KECK, 2000)

- **Éléments minéraux nutritifs :**

(Nitrates et phosphates) : provenant pour l'essentiel de l'agriculture et des effluents domestiques (MAYET, 1994), il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques.

2.3. Pollution microbiologiques :

Les humains sont les plus importants pollueurs biologiques de la planète : les contaminants fécaux sont parmi les polluants biologiques des sources d'eau potable ; par conséquence l'homme et les animaux domestiques sont souvent contaminés par des microbes pathogènes. (TREVORS ET SAIER, 2007), Les eaux polluées peuvent contenir de très nombreuses colonies de bactéries pathogènes. La plupart de ces pathogènes sont d'origine fécale car ils sont plus connus et facile à rechercher et à dénombrer, et leur transmission dite fécale. Parmi les germes teste de contamination fécale qui se trouvent d'une façon presque constante dans les matières fécales humaines et animales appartiennent aux espèces suivantes:

- Coliformes: coliformes totaux et coliformes fécaux (E-coli).
- Streptocoques du groupe D: dite streptocoques fécaux.
- Clostridium-sulfio- réducteurs (BENNANA, 2013).

III. Paramètres des eaux de sources

1. Paramètres physico-chimiques

❖ Température (T°)

La température de l'eau joue un rôle important dans la solubilité des sels et des gaz ainsi que sur la valeur du pH. La connaissance de ce paramètre permet aussi de donner des indications sur les profondeurs de circulation des eaux souterraines. (ANRH, 2015)

❖ Potentiel d'hydrogène (pH)

Le ph (potentiel hydrogène) mesure la concentration en ion H⁺ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 10. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteur multiple, dont l'origine de l'eau. Le ph doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un ph -mètre. (HASLAY et All, 1993).

❖ Turbidité

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle donne une idée sur la teneur en matière en suspension. Les eaux troubles sont chargées de substances finement divisées (grains de silice, matière organique, limons...), elle est déterminée à l'aide d'un turbidimètre. (JEAN CLAUDE, 1992).

❖ Conductivité

La conductivité est un paramètre de mesures répandu dans de nombreux domaines contrôle qualité, contrôles des eaux pures, potables et usées, production, mesures de la salinité des produits en agroalimentaire....

La conductivité électrique indique la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. Elle est déterminée par la teneur en substances dissoutes, la capacité d'ionisation, la charge ionique, la température, la mobilité. La conductivité électrique sert aussi à évaluer le degré de minéralisation d'eau.

Une conductivité élevée traduit soit des pH peu ordinaires, soit avec une salinité élevée. (KOUIDRI, 2006).

❖ Taux des sels dissous TDS

La mesure des TDS est une mesure de la masse : c'est la masse de la totalité des anions, cations et autre solide non dissociés présente dans une solution. Elle est exprimée en ppm (partie par million) ou mg/l (1ppm=1mg/l). (CUNEY ET AL 2002)

❖ Chlorure (Cl⁻)

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, Les teneurs en chlorures (Cl) des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés. Ainsi, les eaux courantes non polluées ont souvent une teneur en chlorures généralement inférieure à 25 mg/l, mais parfois elle peut atteindre des teneurs exceptionnelles de 1000 mg/l, (NOUAYTI ET AL., 2015)

❖ Dureté (TH)

La dureté de l'eau est due à une variété d'ions métalliques polyvalents dissous, principalement les sels de calcium et de magnésium qu'elle contient (MALLOUM ET AL., 2015). La dureté est la mesure usuelle de la capacité de l'eau à réagir avec le savon, les eaux dures nécessitant considérablement plus de savon pour produire de la mousse. (OMS, 2017).

❖ Calcium

Le calcium est un métal alcalinoterreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates.

C'est un composant majeur de la dureté de l'eau. Le calcium est généralement l'élément dominant, des eaux potables, sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés. Le calcium est retrouvé dans les eaux qui ont traversé des roches calcaires. Avec le magnésium. (AYAD ET KAHOUL., 2016).

❖ Magnésium (Mg²⁺)

La majorité des eaux naturelles contiennent généralement une petite quantité de magnésium qui est un élément significatif de la dureté de l'eau, il donne un goût désagréable à l'eau, la teneur en magnésium est obtenue par la différence entre la dureté totale et la dureté calcique. (NOUAYTI ET AL., 2015)

❖ Titre alcalimétrique complet (TAC)

Ces deux valeurs permettent de connaître les concentrations en bicarbonates (HCO₃⁻) carbonates (CO₃²⁻) et éventuellement en hydroxydes (OH⁻) contenues dans l'eau.

Le TAC donnant l'alcalinité totale d'eau, il mesure les espèces basiques dans l'eau (ions hydroxydes OH^- , ions carbonates CO_3^{2-} et ions bicarbonate HCO_3^-). Le TAC est un indicateur de pouvoir tampon de l'eau face aux substances acides. Il existe une relation entre le pH et le TAC, En pratique pour une eau dont le pH est inférieur à 8,3, le TAC correspond à la concentration des ions bicarbonates HCO_3^- . **(BENGAIBONA, 2010)**

❖ Sulfates (SO_4^{2-})

Les sulfates sont naturellement présents dans les minéraux et ont de nombreuses applications commerciales, les concentrations les plus élevées se rencontrent généralement dans les eaux souterraines et sont d'origine naturelle.

La présence de sulfate est généralement liée à l'oxydation de pyrite [FeS_2] : minérale riche en soufre que l'on rencontre dans tous les types de lithologie (Calcaire, sable, roches magmatiques). Dans ce contexte, les concentrations en sulfate sont de l'ordre de quelques mg/l à quelques dizaines de mg/l. Dans les nappes captives, le soufre est également présent mais sous sa forme réduite [H_2S]. Les sulfates peuvent également provenir du lessivage de formations évaporitiques, exp : gypse [$\text{CaSO}_4, 2(\text{H}_2\text{O})$]. Dans ce cas les teneurs en sulfates sont très fortes (quelques centaines de mg/l à quelques g/l). **(RODIER 2009)**.

❖ Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates représentent la forme la plus oxydée de l'azote; leur présence dans l'eau atteste que la source de pollution est organique.

Les nitrates sont généralement issus de la dissolution par l'eau des engrais utilisés par les agriculteurs. Ils risquent à la longue de poser un problème si leur concentration dépasse les normes. L'azote des nitrates ainsi que celui des nitrites et de l'ammoniaque constituent l'un des éléments nutritifs majeurs des végétaux. Les nitrates comme les autres formes de l'azote évoluent très rapidement dans les milieux naturels **(PAUL, 1971)**.

❖ Matières Organiques

D'origine naturelle provenant de la décomposition des organismes végétaux et animaux, et qui se décomposent après leur mort. Elles constituent une source nutritive essentielle pour la prolifération bactérienne, contenu en élément organique carbonés est aujourd'hui considéré comme un facteur primordial dans la maîtrise de la qualité microbiologique de l'eau. Ces matières régissent avec le chlore et affectent le goût et l'odeur **(BENSACI.T 2006)**.

❖ Sodium et Potassium (Na^+ , K^+)

Le sodium et le potassium les 6^{ème} et 7^{ème} éléments les plus abondants à l'état naturel sont en proportions très variables. Aucune norme ne limite la concentration en sodium (ou en potassium) dans les eaux potables. On peut également signaler que le sodium joue un rôle important en agriculture pour l'irrigation, du fait de son action sur la perméabilité des sols. Le potassium, beaucoup moins abondant que le sodium, et rarement présent dans l'eau à des teneurs supérieures à 20 mg/l. Il ne représente aucun inconvénient particulier bien que le potassium soit une des sources possibles de radioactivité de l'eau (**TARDAT, 1984**) ET (**POTELON, 1998**).

❖ Résidu sec (Rs)

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

2. Paramètres de pollutions

❖ Nitrites (NO_2^-)

Proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates. Une eau renferme une quantité élevée de nitrites. La présence des nitrites d'origine naturelle est très rare, on en a signalé l'existence dans: l'eau de fonte des neiges et dans des nappes aquifères profondes. (**RODIER, 1996**).

❖ Ammonium (NH_4^+)

L'ammonium n'a pas d'effet appréciable sur la santé du consommateur, mais sa présence dans les eaux est un indicateur de pollution. Dans les eaux profondes, sa présence peut également être due aux conditions réductrices régnant dans une nappe. Il doit être éliminé dans les eaux de consommation car c'est un élément qui peut permettre à certaines bactéries de proliférer. (**CHADEN, 2014**).

❖ Phosphate (PO_4^{3-})

On retrouve assez souvent des phosphates dans les eaux et habituellement la quantité ne dépasse pas 1mg/l en PO_4^{3-} . Dans l'eau de souterraine la présence de phosphate peut être liée à une contamination par infiltration en provenance de fosses d'aisance ou de fumier. Dans le

cas des eaux de surface ou de nappes il peut s'agir d'infiltration d'eaux résiduelles industrielles ou d'eau de puits ayant, traversés des terres cultivées renfermant des engrais. (RODIER, 1996).

❖ **Différentes sources de pollution**

La présence d'un de ces trois paramètres dans l'eau de source, est due à une source de pollution. Voici quelques-unes dans le tableau ci-dessous :

Paramètre	Sources de pollution
Phosphate PO ₄ ²⁻	Pollution par détergent, engrais.
Nitrite NO ₂ ⁻	Pollution par engrais, métabolisme des organismes vivants.
d'Ammonium (NH ₄ ⁺)	Pollution par eau usée, engrais.

Tableau 01: Les sources de pollutions (GIRGENTI Patrick)

3. Paramètres microbiologique

L'eau ne doit contenir ni microbes, ni bactéries pathogènes, ni virus qui pourraient entraîner une contamination biologique (KOUIDRI, 2006). Les deux groupes de microorganismes les plus utilisés comme indicateurs de contamination bactérienne sont les coliformes totaux et les coliformes fécaux (DESJARDINS, 1990).

3.1. Coliformes totaux

Ils sont définis comme des bactéries non sporulées aérobies et anaérobies facultatives qui appartiennent à la famille des Entérobactéries, que nous retrouvons partout dans notre environnement, dans notre corps, de même que dans celui de tous les êtres vivants (AMENU, 2013). Le terme « coliforme » correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, Gram négatif, oxydase négatifs facultativement anaérobies, capables de fermenter le lactose avec production de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36°C et 37°C. Elles existent dans la matière fécale mais se développent également dans les milieux naturels (LEYRAL ET AL ; 2002).

3.2. Coliformes fécaux

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux. Ce sont des bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies ;

non sporulant. Les bactéries coliformes fécales retrouvent en grand nombre dans les excréments des animaux à sang chaud et les intestins. Cette particularité est associée à la contamination fécale, capables de fermenter le lactose avec production de l'acide et de gaz à 36 et 44°C en moins de 24 heures. Ceux qui produisent de l'indole dans l'eau peptonée contenant du tryptophane à 44°C, sont souvent désignés sous le nom d'Escherichia Coli (HACENE, 2016).



Figure 04: les coliformes

3.3. Escherichia coli

Le terme « E. coli » correspond à des coliformes thermotolérants qui produisent de l'indole à partir de tryptophane à 44°C.

Est le principal indicateur de la contamination fécale, par inférence, sa présence indique la probabilité que des pathogènes fécaux d'origine hydrique aient pénétré dans l'eau. Un nombre important de défaillances de la qualité de l'eau est dû à la détection d'E. coli au-dessus des normes de régulation (ABBERTON ET AL., 2016). Escherichia coli est l'hôte normal de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud (DELARRAS, 2014).

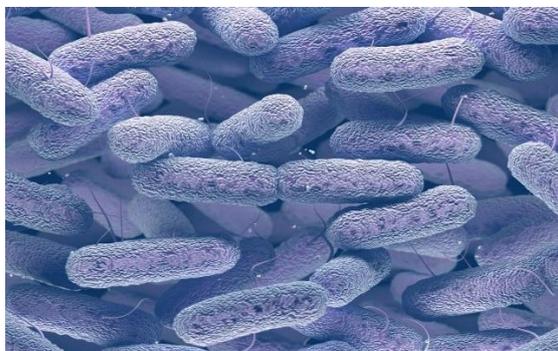


Figure 05 : E. coli

3.4. Streptocoques

Les streptocoques appartiennent à la famille des streptococcaceae. Ce sont des Cocci à Gram positif arrondis ou ovoïdes ou rarement allongées en bâtonnets. Les streptocoques nécessitent pour leur multiplication de nombreux facteurs de croissance qui sont présents dans la gélose au sang frais (**HACENE, 2016**).

➤ Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont un sous-groupe des streptocoques, Ils sont en grande partie d'origine humaine. Cependant, certaines bactéries classées dans ce groupe, peuvent être trouvées également dans la matière fécale animale ou se concentrent sur La végétation.

Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une pollution fécale et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants à la dessiccation. Ils apportent donc une information supplémentaire sur une pollution. L'identification de streptocoques fécaux donnera une confirmation importante du caractère fécal de pollution (**OMS, 2004**).

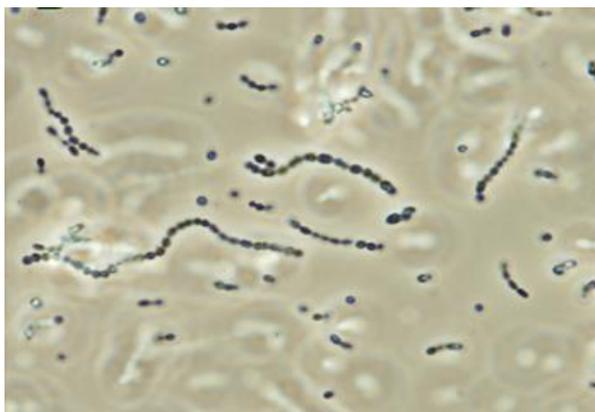


Figure 06: les streptocoques

3.5. Clostridium

Le genre clostridium est un genre bactérien regroupant des bacilles gram positif anaérobies souvent sporulés anaérobies stricts pour la plupart, beaucoup plus résistantes que les formes végétatives. Les Clostridium sont souvent considérés comme des témoins de Pollution fécale. Elles ont les propriétés de réduire le sulfite de sodium en sulfure en présence de sels de fer. Les bactéries qui réduisent le sulfite de sodium produisent des colonies entourées d'un halo noir dû à la formation de sulfure de fer (**ANNIE ET FRANÇOISE, 2001**).

IV. Maladies à transmission hydriques

Les maladies hydriques sont n'importe quelles maladies causées par la consommation d'eau contaminée par des espèces animales ou humaines, qui contiennent des microorganismes pathogènes (bactérien, virus, ou protozoaire) responsables de maladies infectieuses et constituent la troisième cause de mortalité dans le monde surtout au niveau des enfants (**MAKOUTOUDE, 1999 ET LALANNE, 2012**)

Cinq catégories de maladies d'origine hydrique sont identifiées par les services de santé :

- ❖ Maladies transmises par l'eau (typhoïde, choléra, dysenterie, gastroentérite et hépatite infectieuse).
- ❖ Infections de la peau et des yeux (trachome, gale, lèpre, conjonctivite et ulcères).
- ❖ Parasitoses (bilharziose et dracunculose).
- ❖ Maladies dues à des insectes vecteurs comme les moustiques et les mouches.
- ❖ Infections dues au manque d'hygiène. (**BELHADJ, 2017**).

Partie II : Partie expérimentale

Chapitre I: Matériel et méthodes

Chapitre I: Matériel et méthodes

Ce chapitre porte sur une description du matériel utilisé, la démarche expérimentale et les méthodes employées pour :

- La caractérisation physico-chimique des échantillons étudiés.
- L'analyse microbiologique.

Nos essais expérimentaux sont réalisés au niveau du laboratoire de l'Algérienne des Eaux par abréviation « ADE », de l'unité de Bouira, pour la présentation de lieu de stage voir l'annexe 02.

1-Description des zones d'étude

Notre étude consiste à une caractérisation physico-chimique et microbiologique de 5 échantillons de l'eau de source dans la wilaya de Bouira. Les eaux de source sont comme les eaux minérales naturelles, exclusivement d'origine souterraine, microbiologiquement saines, préservées de la pollution d'origine humaine, et aptes à la consommation humaine sans traitement ni adjonction. Les eaux de sources doivent répondre aux mêmes critères de potabilité de l'eau de consommation. A cet effet, nous avons choisi 5 régions différentes dans la w. de Bouira, et leurs situations géographiques sont comme suit selon *GOOGLEARTH SOFTWARE*:

1-1- Paramètres géographiques des régions du prélèvement des eaux de source étudiées.

- **Source Ain bidha**

Elle est située dans la commune de Bir Ghalou, cette source est située comme suit :

Latitude : 36° 15' 34" Nord.

Longitude : 3° 35' 33" Est.

Altitude : 638 m.

- **Source Dechmia**

Elle est située dans la commune de Dechmia, cette source est située comme suit :

-Latitude : 36° 07' 59" Nord.

-Longitude : 3° 34' 21" Est.

-Altitude : 896 m.

- **Source Kraimia**

Elle est située dans la commune de Kraimia, cette source est située comme suit :

-Latitude : 36° 19' 47" Nord.

-Longitude : 3° 40' 49" Est.

-Altitude : 696 m.

- **Source Oued belaham**

C'est une source qui est située entre la ville de Bouira et la commune de Haizar et ses coordonnées géographiques sont comme suits :

-Latitude : 36° 22' 23" Nord.

-Longitude : 3° 56' 22" Est.

-Altitude : 494 m.

- **Source de Bekouch**

Situé dans la commune de Sour EL-Ghozlane qui est une commune de la wilaya de Bouira, cette source est située comme suit :

-Latitude : 36° 10' 37" Nord.

-Longitude : 3° 43' 21" Est.

-Altitude : 910 m.

2- Matériel et échantillonnage

2.1- Matériel : durant notre stage au niveau de l'ADE, nous avons pu accéder à la verrerie disponible an sein du laboratoire, à savoir : Flacons. Fioles jaugées. Pipettes -Eprouvettes graduées- Erlenmeyers- Burettes avec robinet. - Bécher- Pissettes. - Spatules- Balance de précision -Ballons -Comparateur-Etuve: 180°C.- Boites de pétrie. La poire, ainsi que aux appareillages :- Le conductimètre.- Le turbidimètre.- Le pH-mètre- Le spectrophotomètre.- Le spectrophotomètre à flamme.- Photomètre chlore.

2.2- Echantillonnage

-Procédés d'échantillonnage

Dans les premières étapes, nous choisissons le bon endroit et préparons l'équipement pour assurer la sécurité de l'échantillonnage et ainsi garantir les résultats à obtenir, en effet, nous avons suivi les étapes suivantes :

-Effectuer un test de chlore avec DPD1 ou DPD4.

-Rincez les bouteilles trois fois avec de l'eau à analyser.

-Se désinfecter les mains avant de toucher l'eau.

-Pour l'échantillon destiné à l'analyse microbiologique, nous approchons la bouteille à la flamme et la mettons dans l'eau de manière verticale où le haut de la bouteille est en dessous,

puis nous ouvrons le bouchon et commençons à l'incliner et remplir, et nous ne remplissons pas toute la bouteille, mais nous laissons un vide, puis fermons le couvercle et le mettons dans la glacière.

-Pour l'échantillon d'analyse physico-chimique, on a besoin de bouteille en polyéthylène ou en verre et on remplit toute la bouteille et on la met dans la glacière.

Pour éviter toute altération que l'eau pourrait avoir sur la bouteille, les analyses doivent être effectuées 24 heures après le prélèvement.

-Les échantillons doivent être transférés dans une glacière à une température inférieure à 25 degrés Celsius (ANDI, 2015).

3. Méthodes

3.1-Méthodes d'analyses physico-chimiques

➤ Test de chlore

Il s'agit de déterminer la concentration de chlore résiduel dans l'eau en mg/L.

• Mode opératoire

-Nous nettoyons le tube puis le remplissons avec l'eau que nous voulons analyser.

-Ajouter une pilule ou un morceau de DPD (N. Ndiethyl-paraphenylene diamine).

-Lorsqu'une couleur rose apparaît, on se rend compte que l'eau contient du chlore.

-Nous plaçons le tube dans le comparateur de chlore, où se fonctionne pour comparer le degré de couleurs (chaque couleur correspond à une certaine concentration). (ISO 7393,1985)

➤ Mesure de la Température T

Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. Celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, donc dans la détermination du pH et sur la conductivité.

La détermination est relevée à l'aide d'un conductimètre possédant un thermomètre digital intégré, donc elle suit le même protocole de mesure que celui de la conductivité qui est comme suite:

- Tout d'abord il faut allumer le Conductimètre et rincer la sonde avec de l'eau distillée.
- Ensuite on verse environ 100 ml de l'eau à analyser dans un bécher (stérilisé).
- Puis on trempe la sonde dans le bécher de façon à être bien immerger.
- Enfin on lance la lecture.

Une fois stabiliser il ne reste qu'à noter la valeur de la température affiche sur l'écran qui est exprimé en °C. (ASSOCIATION, 1990).



Figure 07: Conductimètre de mesure

➤ **Mesure de PH-mètre**

La mesure du pH s'effectue à l'aide d'un pH mètre au niveau du laboratoire, tout d'abord il faut:

- L'allumer et rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Ensuite on verse environ 100 ml de l'eau à analyser dans un bécher (stérilisé)
- Puis on trempe l'électrode du pH mètre dans le bécher de façon à être bien immerger.
- Enfin on lance la lecture une fois stabiliser il ne Reste qu'à note la valeur du pH affiché sur l'écran.

➤ **Mesure de la Turbidité**

La mesure de la Turbidité s'effectue à l'aide d'un turbidimètre, tout d'abord avant de remplir la cuve de l'appareil il faut :

- Bien agiter l'échantillon pour pouvoir Avoir toutes les MES présente.
- Ensuite on remplit la cuvette en verre incolore de 50mm de diamètre avec l'eau à analyser en la ferme bien.
- Ensuite on l'essuie avec du papier absorbant tout en s'assurant de ne pas laisser de bulles d'air, car sa méthode fait partie de la photométrie qui est la propriété optique de la lumière quand un faisceau lumineux est dévier par les MES qui se trouve dans cette eau.
- On vérifie que la flèche de la cuvette est au bon endroit.
- Enfin on lance la lecture et on note la valeur qui est exprimé en NTU. (BNEDER,2008).



Figure 08: Turbidimètre

➤ **Mesure de la conductivité**

La conductivité va déterminer l'ensemble des minéraux présents dans une solution. Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre à électrode.

Tout d'abord il faut :

- L'allumer et rincer la sonde avec de l'eau distillée.
- Ensuite on verse environ 100ml de l'eau à analyser dans un bécher (stérilisé),
- Puis on trempe la sonde dans le bécher de façon à être bien immerger.
- Enfin on lance la lecture.

Une fois stabilisée il ne reste qu'à noter la valeur de la conductivité affichée sur l'écran, qui est exprimé en $\mu\text{s}/\text{cm}$ (BADJADJ, 2016/2017).

➤ **Mesure de la Teneur en Sel Dissous TDS**

- La TDS est mesurée avec le Conductimètre Donc elle suit le même mode opératoire que celui de mesure de la conductivité, mais pour afficher sa valeur il suffit de régler l'appareil sur sa mesure et cela en cliquant sur le bouton TDS et elle s'affiche directement sur l'écran exprimé par mg/l. (BADJADJ, 2016/2017).

✚ **Les paramètres volumétriques**

- **Dosage de Calcium Ca^{2+}**

Principe

Les ions calcium sont titrés avec une solution de l'EDTA à un pH entre 12 et 13, l'indicateur HSN forme un complexe rouge avec le calcium. Le magnésium est précipité sous forme d'hydroxyde.

L'EDTA réagit avec les ions Ca^{2+} libres puis avec les ions Ca^{2+} combinés avec le HSN qui vire de la couleur rouge au bleu clair ou violet.

Mode opératoire

- Prendre 50ml de l'échantillon dans une fiole de 100ml.
- Ajouter 2ml de NaOH a 2N.
- Ajouter du murexide (0,2g) puis mélanger.
- Titrer immédiatement avec l'EDTA jusqu'au virage violet. (BOUGHERIRA, 2008).



Figure 09: le résultat de virage de Ca^{2+} après titrage.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en mg/l, ils sont calculés avec la formule suivante :

$$[\text{Ca}^{2+}] = F \times FD \times V_{\text{eq}} \longrightarrow [\text{Ca}^{2+}] = 8 \times 1 \times V_{\text{eq}}$$

F : facteur de correction du titre de l'EDTA.

FD : facteur de dilution.

V_{eq} : le volume de titrage.

➤ Détermination de la dureté totale TH

Principe

La dureté totale détermine la concentration du calcium et du magnésium dissous. L'EDTA réagit avec les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} libres puis au point d'équivalence, les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} combinés avec l'indicateur et la couleur vire du violet au bleu.

Mode opératoire

- A l'aide d'une éprouvette graduée on introduit 50ml d'échantillon dans une fiole de 100ml.

- On ajoute à l'aide d'une pipette graduée 4ml de la solution tampon.
- Ajouter 3 gouttes de noir urochrome.
- On obtient une coloration rouge foncé violet.
- On commence à titre avec l'E.D.T.A jusqu'au virage bleu (BOUGHERIRA, 2008).

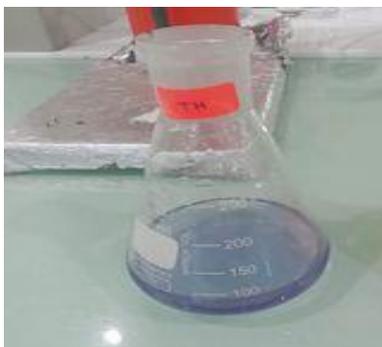


Figure 10: le résultat de virage de TH

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en mg/l, ils sont calculés avec la formule suivante :

$$[\text{TH}] = F \times \text{FD} \times V_{\text{TH}} \longrightarrow [\text{TH}] = 20 \times 1 \times V_{\text{TH}}$$

F : facteur de correction du titre de l'EDTA.

➤ Dosage de Magnésium (Mg^{2+})

Connaissant la dureté totale d'une part et la dureté calcique d'autre part, Les résultats sont calculé par la différence entre la dureté total TH et le calcium Ca^{2+} . (Bremond, 1973)

$$\text{TH} = \text{TCa}^{2+} + \text{TMg}^{2+} \longrightarrow \text{TMg}^{2+} = \text{TH} - \text{TCa}^{2+}$$

TH : Dureté Totale.

TCa^{2+} : Dureté Calcique.

TMg^{2+} : Dureté Magnésienne.

➤ Détermination du Titre Alcalimétrique Complet TAC

Principe

Le titre alcalimétrique complet TAC correspond à la teneur en alcalis libres, carbonates et hydrogencarbonates (HCO_3 , CO_3^- , OH^-).

Mode opératoire

- A l'aide d'une éprouvette graduée on introduit 100ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 250ml.
- On ajoute 2 goutte la solution de méthylorange on obtient une coloration jaune.
- On commence a titré avec la solution HCl jusqu'au virage jaune orangé (BOUGUETIT,2015).



Figure 11: le résultat de virage de TAC

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en mg/l, ils sont calculés avec la formule suivante :

$$[\text{TAC}] = F \times [(\text{FD} \times V_{\text{HCl}}) - 0.5] \longrightarrow [\text{TAC}] = 10 \times [(1 \times V_{\text{HCl}}) - 0.5].$$

➤ Dosage de chlorures Cl⁻

Principe

Les ions chlorures réagissent avec les ions d'argent pour former du chlorure d'argent insoluble qui est précipité quantitativement addition d'un petit excès d'ion argent et formation du chromate d'argent brun-rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur. Cette réaction est utilisée pour indication du virage.

Mode opératoire

- A l'aide d'une éprouvette graduée on introduit 100 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 250ml.
- On prépare aussi un essai à blanc composé de 100ml d'eau distillée dans un erlenmeyer de 250ml car on a besoin comme référence et pour le calcul de la concentration de Cl⁻.
- On ajoute à l'aide d'une pipette graduée 1ml de la Solution chromate de potassium (K₂CrO₄).

- On obtient une coloration jaunâtre.
- On commence à titrer avec la solution de Nitrate d'Argent (AgNO_3) jusqu'au virage brun-rougeâtre (BOUGUETIT,2015).



Figure 12: coloration jaunâtre.



Figure 13: le virage de Cl^- .

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en mg/l, ils sont calculés avec la formule suivante :

$$[\text{Cl}^-] = F \times [(FD \times V_{\text{AgNO}_3}) - V_{\text{BL}}] \longrightarrow [\text{Cl}^-] = 7.1 \times [(1 \times V_{\text{AgNO}_3}) - V_{\text{BL}}].$$

➤ Détermination de la matière organique MO

Principe :

Le but de cette méthode est d'approcher la teneur en matière organique présente dans l'eau. Elle consiste à mesurer en milieu acide la quantité d'oxygène utilisée pour la réduction du permanganate de potassium par les matières oxydables contenues dans une eau.

Mode opératoire

- A l'aide d'une éprouvette graduée on introduit 25ml de l'échantillon dans un flacon de 100ml.
- On ajoute 5ml d'Acide Sulfurique(H_2SO_4).
- Puis on place le flacon en bain-marie pendant 10min à 12min.
- On ajoute à l'aide d'une pipette graduée 5ml de la solution de KMnO_4 tout en notant l'heure on note une apparition de coloration rose.
- Après 10min on ajoute 5ml de la solution d'Oxalate de sodium pour la décoloration de la solution, une fois décolorer.
- On commence le titrage de la solution encore à chaud avec la solution de KMnO_4 jusqu'à l'apparition d'une coloration rose pâle qui persiste environ 30s.
- On note le volume de l'échantillon V_{eq} .

- Puis ont procédé avec la même condition a un essai à blanc sur 25ml d'eau distillée soit V_{BL} Pour la vérification du titre de la solution de $KMnO_4$.
- On ajoute à l'aide d'une pipette graduée 5ml de la solution d'Oxalate de sodium à l'essai à blanc.
- Puis on titre avec la solution de $KMnO_4$ jusqu'à l'apparition d'une coloration rose soit le V_T volume utilisé (CAWST, 2013).

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en mg/l, ils sont calculés avec la formule suivante :

$$[MO]= F \times [(V_{KMnO_4} - V_{BL}) / VT] \longrightarrow [MO]=16 \times [(V_{KMnO_4} - V_{BL}) / VT]$$

VT : volume de titrage.

➤ Détermination des résidus secs

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 d'une eau, c'est le résidu total. Si l'eau est filtrée préalablement à la mesure, le résidu correspond alors aux matières dissoutes.

Mode opératoire

- Tout d'abord il faut commencer par le nettoyage et le séchage d'une capsule tarée.
- Puis on la pèse à vide M_0 .
- On verse un volume de 10ml de l'échantillon et on met la capsule dans l'étuve à $150^\circ C$.
- Une fois l'eau totalement évaporée on laisse refroidir la capsule puis on la met dans un dessiccateur pour une durée de 15min.
- Enfin on la pèse et on note M_1 (COMMISSION DE PROTECTION DES EAUX, 2017).

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en mg/l, ils sont calculés avec la formule suivante :

$$[R\acute{e}s\acute{i}dus]=F \times (M_1 - M_0) \longrightarrow [R\acute{e}s\acute{i}dus]= 10000 \times (M_1 - M_0)$$

M_0 : la masse de la capsule en vide.

M_1 : la masse de la capsule après le séchage.

Paramètres spectrophotométriques

Principe de la spectrophotométrie

La spectrophotométrie est une méthode analytique quantitative et qualitative qui consiste à mesurer l'absorbance, généralement en solution afin de déterminer la concentration de l'espèce colorée. Plus l'échantillon est concentré, plus il absorbe la lumière. (JAMES 1978),

➤ Dosage de fer

Principe

Pour le dosage du fer total et du fer dissous, du chlorhydrate d'hydroxylamine est ajouté pour réduire le Fe^{3+} en Fe^{2+} .

En présence du fer non dissous, des oxydes de fer ou des complexes du fer, un prétraitement est nécessaire pour mettre ces composés en solution.

L'addition d'une solution de dphénanthroline-1,10 donne un complexe rouge-orange qui est dosé spectrométriquement à la longueur d'onde $\lambda_{max}=510nm$.

Mode opératoire

- A l'aide d'une pipette graduée on prend 50ml de l'échantillon qu'on met dans une capsule en verre
- On ajoute 1ml d'acide sulfurique(H_2SO_4).
- Puis on ajoute 1ml de chlorhydrate d'hydroxylamine et on verse dans une fiole jaugée 100ml.
- Ensuite on mélange bien la solution.
- On ajoute 2ml de solution tampon acétate et 2ml de la solution phénantroline.
- Après on conserve à l'obscurité pendant 15min et de même pour l'essai à blanc.
- Enfin on effectue la lecture au spectrophotomètre en commençant par l'essai à blanc pour le prendre comme Référence. (DEGREEMENT,2005).

Expression des résultats

Les résultats s'affichent sur l'écran du spectrophotomètre, ils sont exprimés en mg/l.

➤ **Dosage de sulfate SO_4**

Principe

Les sulfates sont précipités en milieu chlorhydrique à l'état de sulfate de baryum qui est stabilisé à l'aide d'une solution de tween 20 ou de polyvinyl-pyrrolidone. Les suspensions homogènes sont mesurées au spectrophotomètre à $\lambda=650 \text{ nm}$.

Mode opératoire

- A l'aide d'une pipette graduée on prend 50ml de l'échantillon qu'on verse dans une fiole Jaugée de 100ml.
- On ajoute 1ml acide chlorhydrique d'HCl et 5ml de La solution chlorure de baryum(BaCl_2).
- Puis on agite énergiquement deux à trois fois et on laisse reposer pendant 15min, puis on agite à nouveau, et de même pour l'essai à blanc.
- Enfin on effectue la lecture au spectrophotomètre, en commençant par l'essai à blanc. **(Dégréement,2005).**



Figure 14: dosage de sulfate.

Expression des résultats

Les résultats s'affichent sur l'écran du spectrophotomètre, ils sont exprimés en mg/l.

➤ **Dosage de nitrate NO_3^-**

Principe

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune qui est dosé spectrométriquement à la longueur d'onde $\lambda= 415$ Pour le dosage

de nitrate n'utiliser qu'une solution claire et les échantillons turbides doivent être filtrés sur 0.45 μm .

Mode opératoire

- A l'aide d'une pipette graduée on prend 10ml de l'échantillon qu'on verse dans un bécher de 200ml alcalinisé faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium NaOH.
- On ajoute 0.5ml de la solution azoture de sodium(NaN_3) et 0.2ml d'acide acétique, on attend 5min.
- Puis on met à évaporation sur bain-marie, il ne faut pas laisser surchauffer.
- Ensuite on ajoute 1ml de la solution Salicylate de sodium on mélange encore une fois on met à évaporation.
- Puis on laisse refroidir.
- On ajoute au résidu 1ml Acide sulfurique(H_2SO_4) tout en l'humectant (Rendre Humide) complètement et on attend 10min,
- Après on ajoute 15ml d'eau distillée et 10ml de solution hydroxyde de sodium(NaOH) pour donner la couleur jaune.
- Enfin on effectue la lecture au spectrophotomètre (**DEGREEMENT,1952**).

Expression des résultats

Les résultats s'affichent sur l'écran du spectrophotomètre, ils sont exprimés en mg/l.

Paramètre de spectrophotomètre à flamme : (Na^+ , et K^+)

La photométrie de la flamme est un des procédés les plus rapides et sensibles connus aujourd'hui pour le dosage des éléments alcalins et alcalino-terreux.

Mode opératoire

Il faut le suivre étape par étape :

- Allumer l'appareil à l'aide du bouton vert.
- Allumer la pompe.
- Ouvrir le robinet de la bouteille du gaz propane.
- Allumer la flamme.
- On fait l'étalonnage par une solution que nous connaissons son concentration (10) et on régle le spectrophotomètre a cette valeur.
- Toujours il faut met la sonde dans l'eau distillé.

- Après l'étalonnage on met la sonde dans l'eau à analyser et lire la valeur que sera afficher sur l'écran.
- Pour le sodium on fait la même méthode et on fait des dilutions.

Paramètres de pollution

➤ Dosage de Phosphate PO_4^{2-}

Principe

Les ions d'ortho phosphate réagissent avec une solution acide contenant des ions de molybdate et d'antimoine pour former un complexe d'antimonyl-phosphomolybdate. Il réduit par l'acide ascorbique pour former un complexe de molybdène fortement coloré en bleu qui est dosé spectrométriquement à la longueur d'onde $\lambda_{\text{max}} = 880\text{nm}$.

Mode opératoire

- A l'aide d'une éprouvette on verse 40ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée de 50ml.
- Puis on ajoute 1ml de l'acide ascorbique on agite.
- Ensuite on ajoute 2ml du Réactif molybdate et on complète jusqu'à 50ml, on attend 20 à 30min s'il y'a apparition de couleur bleu.
- Alors on effectue la lecture au spectrophotomètre (**FALL, 2007**).

Expression des résultats

Les résultats s'affichent sur l'écran du spectrophotomètre, ils sont exprimés en mg/l.

➤ Dosage de Nitrite NO_2^-

Principe

Les ions nitrites réagissent en milieu acide ($\text{pH}=1,9$) avec le réactif amino-4benzène sulfanamide ($\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{NH}_2$) en présence d'acide ortho phosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec le dichlorhydrate de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane ($\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{N}_2$) qui est mesuré spectrométriquement à la longueur d'onde $\lambda = 540\text{nm}$.

Mode opératoire

- A l'aide d'une éprouvette on verse 40ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée de 50ml.

- Puis on ajoute 1ml de réactif coloré d' NO_2 .
- On agite, ensuite on complète jusqu'à 50ml.
- On attend 15 à 20min s'il y'a apparition d'une couleur rose foncée.
- Alors on effectue la lecture au spectrophotomètre (**GARNIER, 2012**).

Expression des résultats

Les résultats s'affichent sur l'écran du spectrophotomètre, ils sont exprimés en mg/l.

➤ Dosage d'Ammonium (NH_4^+)

Principe

L'ammonium réagit avec les ions hypochlorite (qui sont générés par hydrolyse alcaline du sel de sodium de dichloroisocyanurate de sodium) pour former des chloramines qui vont réagir par la suite avec le salicylate de sodium à $\text{pH}=12,6$ en présence de nitrosopentacyanoferrate pour former un composé bleu. Du citrate de sodium est incorporé aux réactifs pour masquer l'interférence des cations, notamment le calcium et le magnésium. Le composé bleu est dosé spectrométriquement à la longueur d'onde $\lambda=655\text{nm}$.

Mode opératoire

- A l'aide d'une éprouvette on verse 40ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée de 50ml.
- Puis on ajoute 4ml de réactif coloré d' NH_4 .
- On agite, on remarque l'apparition d'une couleur jaune.
- Ensuite on ajoute 4ml de la solution de dichloroisocyanurate de sodium et on complète jusqu'à 50ml.
- On attend 40min à 1h s'il y'a apparition d'une couleur verte.
- Alors on effectuera la lecture au spectrophotomètre (**GESTION DES RESSOURCES HYDRIQUES MANITOBA, 2011**)

Expression des résultats

Les résultats s'affichent sur l'écran du spectrophotomètre, ils sont exprimés en mg/l.

3.2-Analyse bactériologique

➤ Recherche et dénombrement des germes totaux

Principe

Selon les normes internationales, les micro-organismes viables sont la somme des bactéries, des levures et des moisissures.

Mode opératoire

- A partir de l'eau à analyser, porter 2fois 1ml dans deux boites de pétri vides Préparées à cet usage et numérotées.
- Compléter en suite chacune boites avec environ 15ml de gélose TGEA et mélanger avec précaution en mouvement rotatoire puis laisser solidifier.

Incubation

- Retourner les boites et incuber, une à 37C° pendant 24h à 48h l'autre à 22°C pendant 72h la lecture se fait après chaque 24h (**ISO 6222 ,1999**)

➤ **Recherche et dénombrement des clostridium sulfito réducteur**

- **Principe**

Après traitement de l'échantillon par la chaleur pour détruire les formes végétatives, la filtration sur membrane est déposée sur un milieu sélectif (gélose contenant du sulfate de sodium et des sels de fer). Incuber dans des conditions permettant une croissance en anaérobiose, les colonies sulfito-réductrices sont reconnaissables par un halo noir.

Mode opératoire

- Remplir 100 ml d'eau à analyser dans un flacon, le porter au bain Marie à 80°C pendant 10min, puis un refroidissement brutal sous l'eau de robinet (choc thermique Qui a pour but d'éliminer la forme végétative et garder la forme sporulée des bactéries sulfito-réducteur.
 - Retirer la membrane de 0,22um de porosité à l'aide d'une pince stérile près filtration, puis la placer à l'inverse dans la boite de pétri.
 - Couler la gélose viande foie (VF) sur la membrane, après Refroidissement goutter la deuxième couche de la gélose.
 - L'incubation se fait à 37C°pendant 48 heures. (**RODIER, 2006**).
- **Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux**

A partir de l'eau à analyser porter aseptiquement :

- 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.
- 3 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de durham.
- 3 fois 0.1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.

- Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches et bien mélanger le milieu, l'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures, seront considérés comme positif+; les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).

-Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de fermentation du lactose présent dans le milieu).

Lecture

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP (Annexe 01).

Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur la recherche de coliformes fécaux parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*.

- Les tubes de BCPL positifs, après l'agitation, prélever de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche.
- Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloches et bien mélanger le milieu.
- L'incubation se fait à 44°C pendant 24 h, seront considérés comme positif; les tubes présentant à la fois :

-un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).

-Un anneau rouge en surface, témoin de la production d'indole par *Escherichia Coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovac.

Lecture

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP (Annexe 01).

-En tenant compte du fait qu'*Escherichia Coli* est à la fois producteurs de gaz et d'indole à 44°C.

-Utilisation d'un seul tube confirmation (Dénombrement de *Escherichia coli*).

➤ **Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux**

Test de présomption

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

- 3 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C.
- 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe D/C.
- 3 fois 1 ml dans 3 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 positifs, les tubes présentant à la fois:

- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu pendant cette période est
Présumé contenir un streptocoque fécal.

-La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP (Annexe 01),

Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoque fécaux éventuellement présents dans le test de présomption, Les tubes de Rothe positifs, Après l'agitation, prélevée de chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur donc faire l'objet d'un repiquage dans un tube contenant le milieu EvaLitsky Bien mélanger le milieu et l'inoculum et l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

Lecture

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

-Un trouble microbien.

- Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.

-La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP, le nombre de streptocoques fécaux sont par 100 ml de l'eau analysé (Annexe 01).

Chapitre II : Résultats et discussions

Chapitre II : Résultats et discussions

1. Résultats des analyses physico-chimiques : tous les résultats que nous avons

paramètre	Bekouch	Ain bidha	Dechmia	Kraimia	Oued belaham	NORME
T	14,8	16,7	13,5	19,4	17,8	25
PH	7,27	7,66	6,85	7,32	7,14	8,5
Turbidité	0,24	1,65	2,6	3,37	0,5	5
Conductivité	905	1589	956	1374	1080	2800
Tds	445	245	435	260	444	1000
ca ²⁺	120,1	18,02	152	236,3	119,2	200
Th	382,1	63,2	51,2	81,46	42	500
Mg ²⁺	19,2	34,74	32,02	52	29,6	50
Tac	237	201	357	21,3	364	500
Cl ⁻	44,02	181,05	102,95	41,9	92,3	500
MO	1,25	11,3	12,8	7,8	12,8	5
R sec	501	1124	512	360	340	1500
So ₄	123,75	388,5	176,6	313,7	89,1	400
No ₃	0	9,65	6,29	6,55	17,6	50
Fer	0	0	0,02	0	0	0,3
Na ⁺	22,11	28,8	42,3	18,1	49,8	200
K ⁺	1,14	0,38	0,48	0,46	0,2	12
Po ₄	0	0	0	0	0	0,5
No ₂	0	0	0	0	0	0,2
Nh ₄	0	0	0	0	0	0,5

obtenus sont résumés dans le tableau 02 et sont illustrés dans les figures (de 15 à 34).

Tableau 02 : Résultats physico-chimiques des échantillons étudiés

- **Température en °C :** Les résultats que nous avons obtenus pour la mesure de la température sont illustrés dans la figure 15.

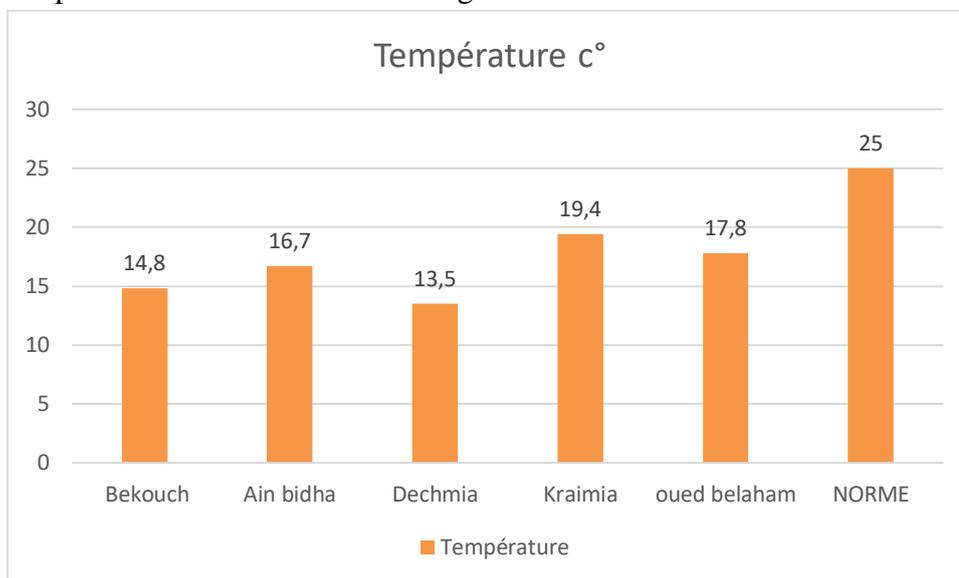


Figure 15: Résultats de la température obtenues pour les eaux de source étudiées.

Les valeurs de la température enregistrées dans notre étude varient entre [13.5°C-19.4°C], la valeur minimale est enregistrée au niveau de la source de Dechmia. Cependant, la valeur maximale est enregistrée au point Kraimia, ceci est peut-être dû à la différence de la situation géographique.

Ainsi, les valeurs obtenues sont conformes aux normes nationales de l'eau potable qui recommandent des températures ne dépassant pas les 25°C (JORA, 2011).

Selon (RODIER ET AL., 2009), L'OMS ne recommande aucune valeur, pratiquement la température n'a pas d'incidence sur la santé humaine. Cependant, une température élevée (supérieure à 20°C) favorise le développement des micro-organismes en même temps qu'elle peut intensifier les odeurs et le goût. Par contre une température inférieure à 10°C ralentit les réactions chimiques.

➤ **PH** : La figure 16 montre les résultats du pH obtenus pour les 5 échantillons étudiés.

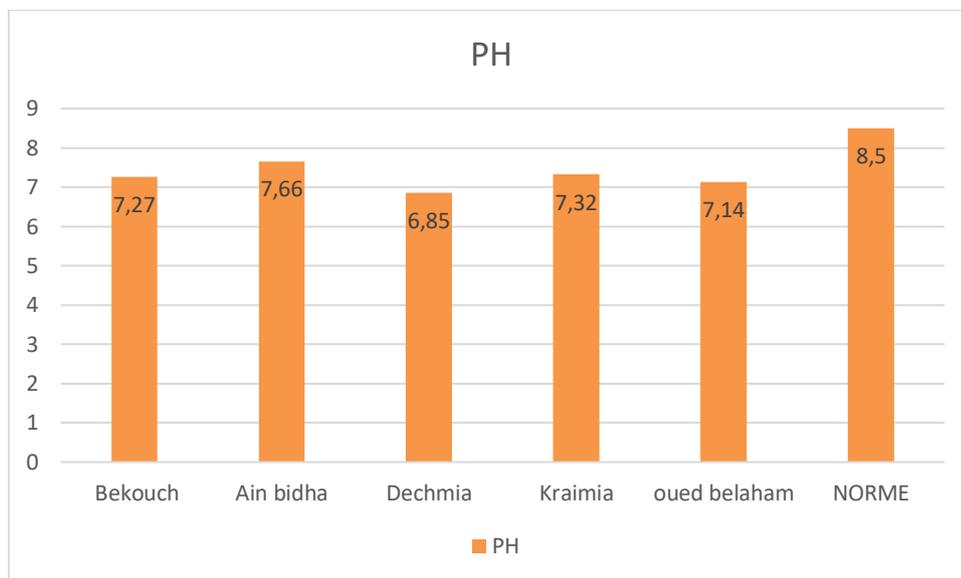


Figure 16: Résultats du pH obtenues pour les eaux de source étudiées.

Le pH mesure l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. Les normes algériennes fixent ses valeurs d'entre [6,5et 8,5]. Les valeurs mesurées sont comprises entre [6.85à 7,66]; la valeur minimale est enregistrée au niveau de point de Dechmia. Par contre, la valeur maximale est enregistrée au point Ain bidha, L'analyse de ces eaux a dévoilé que le pH est proche de la neutralité dans l'ensemble des points d'eau étudiés, ses valeurs restent conformes aux normes édictées par la réglementation nationale (**JORA, 2011**).

➤ **Turbidité** : La figure 17 montre les résultats de la turbidité obtenus pour les 5 échantillons étudiés.

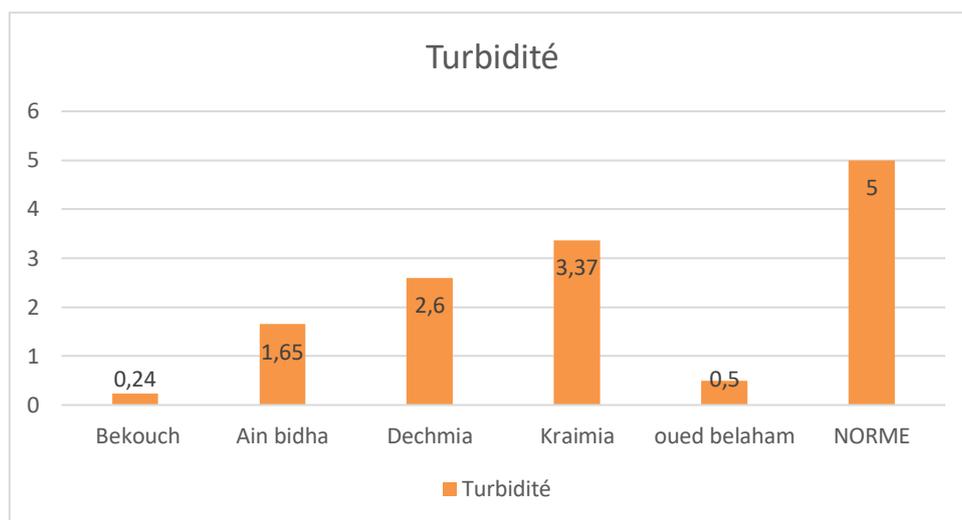


Figure 17: Résultats de la turbidité obtenues pour les eaux de source étudiées.

La turbidité d’une eau est due à la présence des matières en suspensions finement divisées : argiles, limons, grains de silice, matières organiques etc (COULIBALY, 2005).

L’eau des cinq sources étudiées est une eau claire, ceci est dû au rôle joué par le sol comme un filtre naturel.

Les valeurs mesurées sont comprises entre 0,24NTU et 3,37 NTU. La source de Bekouche et la source d’Oued belaham sont les moins turbides. Par contre, la source de Kraimia est la plus turbide, mais elles s’avèrent toutes conformes à la norme algérienne qui recommande la valeur limite de 5NTU au maximum

- **La Conductivité :** Pour ce paramètre, les valeurs obtenues sont illustrées dans la figure 18

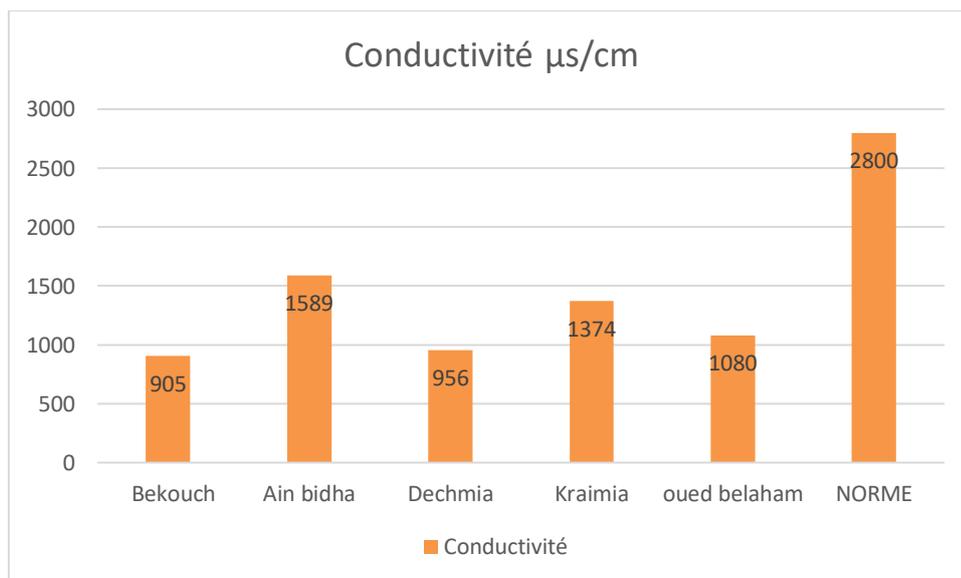


Figure 18: Résultats de la conductivité obtenues pour les eaux de source étudiées.

Selon (RODIER *ET AL.*, 2009), la conductivité permet d'apprécier le degré de minéralisation de l'eau dans la mesure où la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La classification des eaux de source étudiées en fonction de la conductivité se présente de la manière suivante :

Nous trouvons que la faible valeur de conductivité enregistrée dans la source de Bekouch est de l'ordre de $905\mu\text{s}/\text{cm}$. En parallèle, la valeur la plus élevée est obtenue pour la source de (Ain bidha), qui est de $1589\mu\text{s}/\text{cm}$. Ces variations peuvent être dues principalement à la nature des sols et des terrains parcourus.

D'après les résultats obtenus, tous nos échantillons d'eau sont moyennement minéralisés et ils sont conformes à la norme algérienne qui est de $2800\mu\text{S}/\text{cm}$.

- **Le nombre de solides dissous Tds (Total Dissolves Solides):** les résultats que nous avons obtenus qui concernent Tds sont représentés dans la figure 19

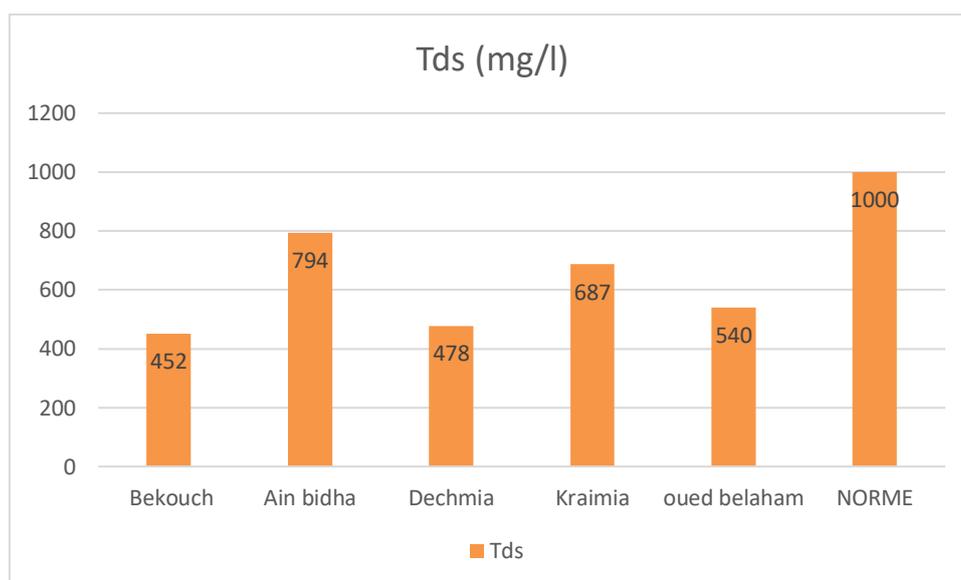


Figure 19: Résultats des Tds obtenues pour les eaux de source étudiées.

On appelle TDS ou minéralisation totale, la masse totale des minéraux dissous (anions et cation) et non dissous (la silice) exprimés en mg/l.

La teneur de taux des sels dissous de nos échantillons varie entre 452 mg/l de Bekouch et 794 mg/l de Ain bidha mg/l, nous remarquons que les valeurs de TDS sont variables d'un échantillon à un autre, ces valeurs sont conformes à la norme de l'OMS qui est de 1000 mg/l .

- **Calcium :** Les résultats que nous avons obtenus qui concernent les concentrations en Ca^{+2} sont représentés dans la figure 20

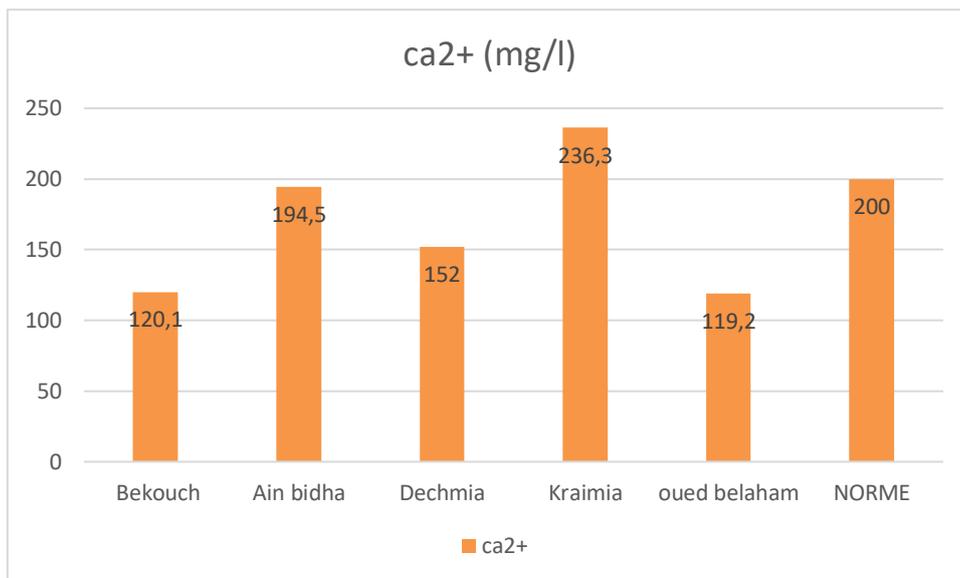


Figure 20: Résultats des concentrations en Ca²⁺ obtenus pour les eaux de source étudiées.

Le calcium est un sel minéral que se trouve dans le sol à des concentrations différentes. Les normes algériennes préconisent une concentration maximale de 200 mg/l, nos résultats montrent que la teneur du calcium dans les eaux étudiées sont compris entre 119.2mg/l et 236.3mg/l, la valeur minimale est enregistrée au niveau de point Oued belaham, Cependant, la valeur maximale est enregistrée au niveau de point Kraimia. En général, toutes les valeurs sont conformes à la norme algérienne de potabilité sauf la valeur de point du Kraimia, qui est de 236.3 mg/l, il convient à noter que les concentrations en calcium de plus de 200 mg/ l diminuent la possibilité de l'utilisation de l'eau par formation de dépôts calcaires. La variation de la teneur en calcium peut être expliquée essentiellement par la nature des terrains traversés et la composition de la roche mère.

- **La Dureté** : Pour ce paramètre, les valeurs obtenues sont illustrées dans la figure 21

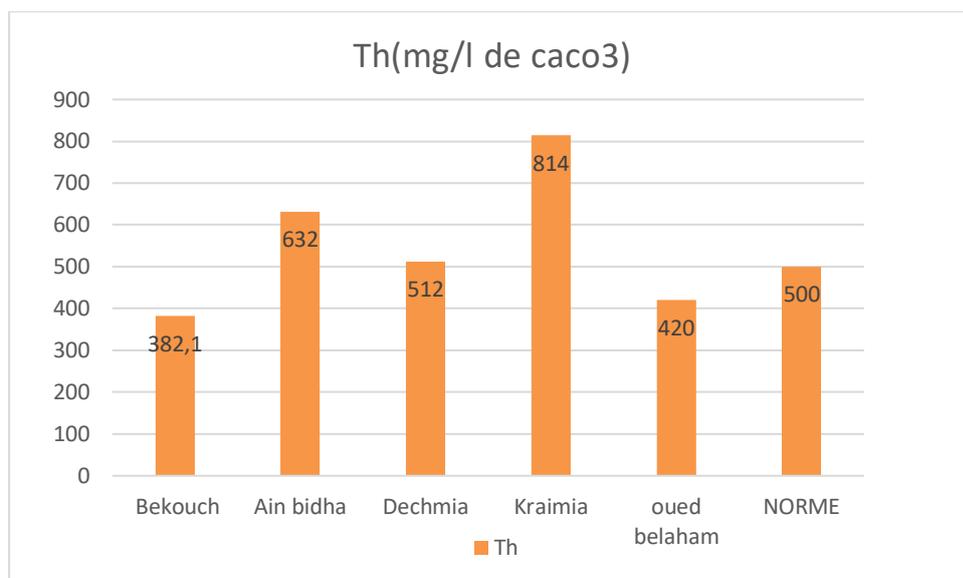


Figure 21: Résultats des concentrations en TH obtenus pour les eaux de source étudiées

Selon (RODIER ET AL., 2009) « La dureté a un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en Calcium et en Magnésium.

Les résultats obtenus sont compris entre 382.1mg/l de CaCO₃ et 814mg/l deCaCO₃, la valeur minimale est enregistrée au niveau de point du Bekouch, et la valeur maximale est enregistrée au niveau de point du Kraimia. Les valeurs de Bekouch et Oued belaham sont conformes à la norme algérienne de potabilité mais les autres sources dépassent la norme qui est de 500mg/l. Cette variation peut être expliquée dans la plupart des cas par la mobilisation des sels solubles présents dans l'horizon superficiel du sol, elle est aussi due aux ions calcium Ca²⁺ et magnésium Mg²⁺. Elle correspond globalement aussi au lessivage des terrains traversés.

- **Magnésium** : Les résultats que nous avons obtenus qui concernent les concentrations en Mg²⁺ sont représentés dans la figure 22.

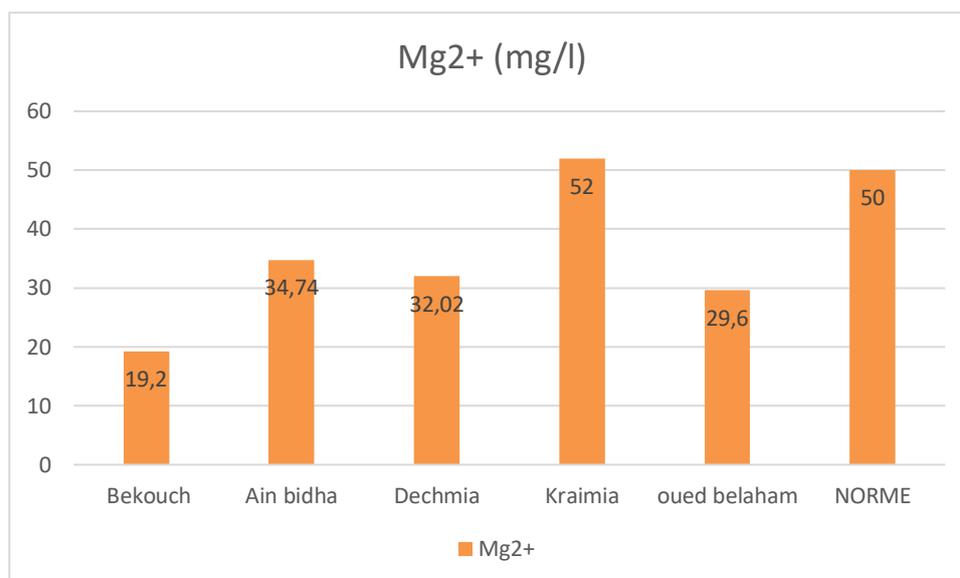


Figure 22: Résultats des concentrations en Mg⁺² obtenus pour les eaux de source étudiées.

Le Magnésium est un des éléments les plus répandus dans la nature, constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, la plupart de ses sels sont très solubles dans l'eau.

D'après les résultats obtenus, on note que le magnésium varie entre (19.2 mg/l et 52 mg/l), la valeur minimale a été enregistrée au niveau de point de bekouch et la valeur maximale a été enregistrée dans le point kramia. Toutes les valeurs sont conformes à la norme algérienne de potabilité qui est 50 mg/l sauf la valeur de point du kramia, qui est de l'ordre de 52 mg/l.

Cette valeur peut être expliquée par la dissolution des formations riches en magnésium et par la composition des roches sédimentaires rencontrées (calcaires dolomitiques: roche sédimentaire formée de carbonate de magnésium et de calcium) (**Rochier, 1978**).

- **Tac :** Les résultats des concentrations en Tac obtenus pour les eaux de source étudiées sont illustrés dans la figure 23.

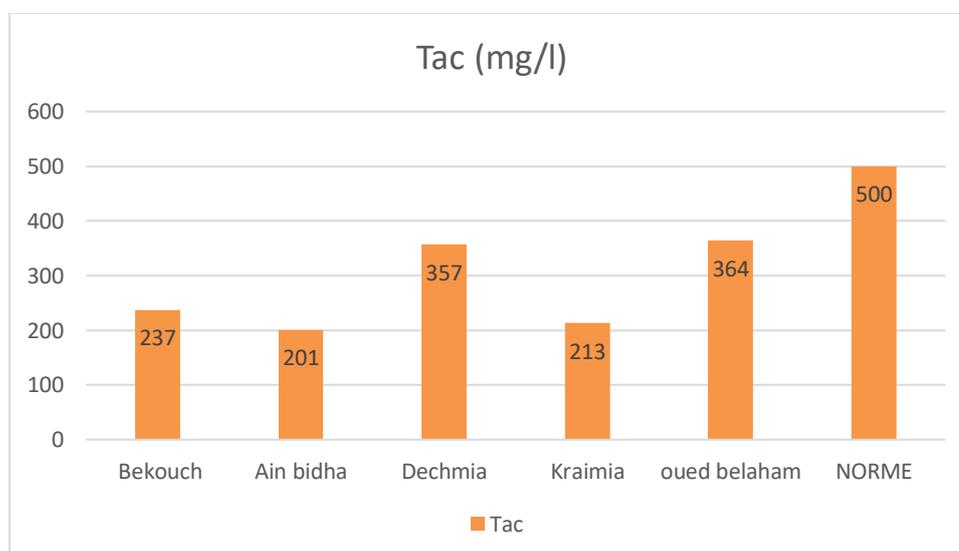


Figure 23: Résultats des concentrations en Tac obtenus pour les eaux de source étudiées.

La valeur relative de Tac permet de connaître la quantité d'hydroxyde, de carbonates et bicarbonates présents dans l'eau.

D'après les résultats obtenus, on note que la Tac varie entre [201mg/l et 364mg/l]. La valeur minimale a été enregistrée au niveau de point de Ain bidha et la valeur maximale a été enregistrée dans le point d'Oued belaham, cette valeur est élevée mais elle est conforme aux normes nationales de l'eau potable qui recommandent une valeur qui ne doit pas dépasser pas 500 mg/l. (JORA, 2014).

Cette augmentation peut être due à des concentrations élevées des ions OH⁻, HCO₃⁻, CO₃⁻², qui sont due à l'activité maximale des micro-organismes surtout les phytoplanctons comme les algues.

➤ **Chlorure :** Les résultats des concentrations en Cl⁻ obtenus pour les eaux de source étudiées sont représentés dans la figure 24.

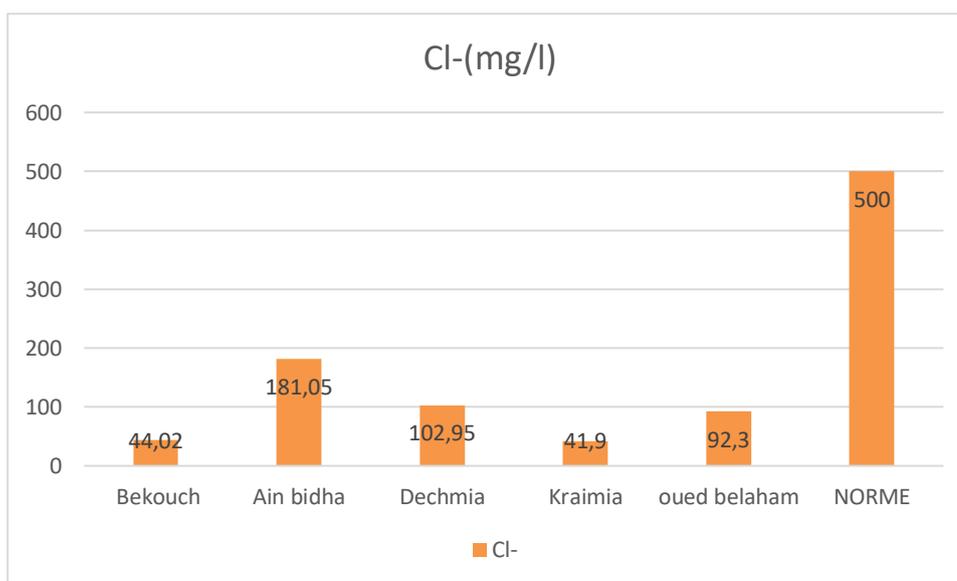


Figure 24: Résultats des concentrations en Cl⁻ obtenus pour les eaux de source étudiées.

Les Chlorures sont très répandus dans la nature. Leur teneur dans les eaux est très variable et liée principalement à la nature des terrains traversés (AYAD ET KAHOUL., 2016).

La teneur en chlorure de nos résultats est entre 41.9 mg/l et 181.05 mg/l, La valeur minimale a été enregistrée au niveau de point du (Kramia) et la valeur maximale a été enregistrée au niveau de point du (Ain bidha). Ces valeurs restent dans la norme de potabilité d'eau qui est de 500 mg/l.

➤ **Matière organique :** Les résultats des concentrations en MO obtenus pour les eaux de source étudiées sont représentés dans (la figure 25)

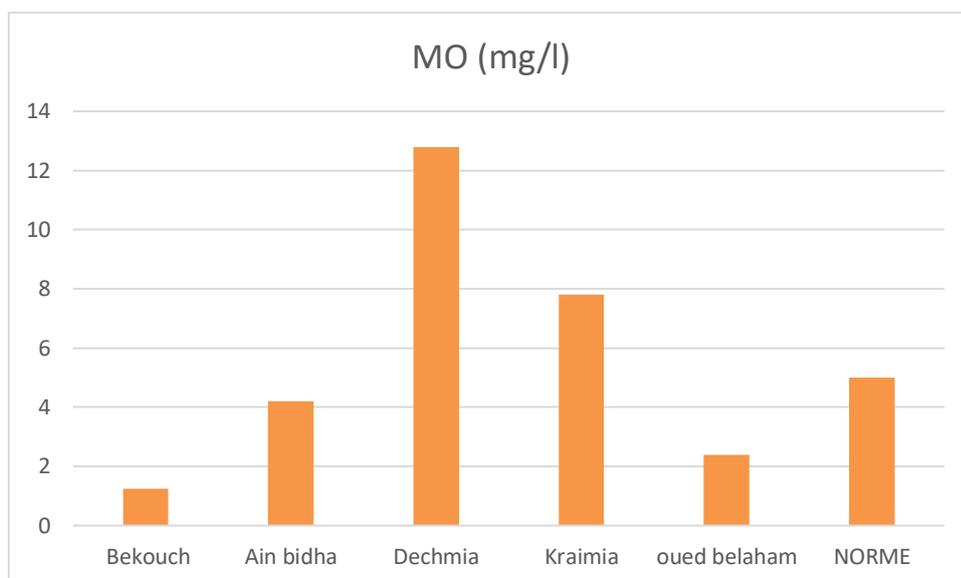


Figure 25: Résultats des concentrations en MO obtenus pour les eaux de source étudiées. Les matières organiques sont incorporées de manière naturelle dans l'eau et éprouvées de la mort des organismes vivants animaux et végétaux des cours d'eau et de ses abords.

Les résultats de la matière organique varient entre 1.25 mg/l et 12.8 mg/l. La valeur minimale a été enregistrée au niveau du point de Bekouch. En parallèle, la valeur maximale a été enregistrée au niveau du point de Dechmia. On observe que les deux valeurs de Dechmia et Kraimia sont très élevées, qui sont de l'ordre de 12.8 mg/l et 7.9 mg/l respectivement, et elles dépassent la norme de potabilité d'eau qui est de 5 mg/l, par contre les autres échantillons sont conformes à la norme.

Cette forte concentration en matières organiques peut donner un goût désagréable à l'eau. Qui dérivent du lessivage des sols, des métabolismes des organismes vivants (végétaux, animaux, microorganismes) et des activités humaines (rejets agricoles, urbains et industriels).

➤ **Résidu sec :** Les résultats en R sec obtenus pour les eaux de source étudiées sont représentés dans la figure 26

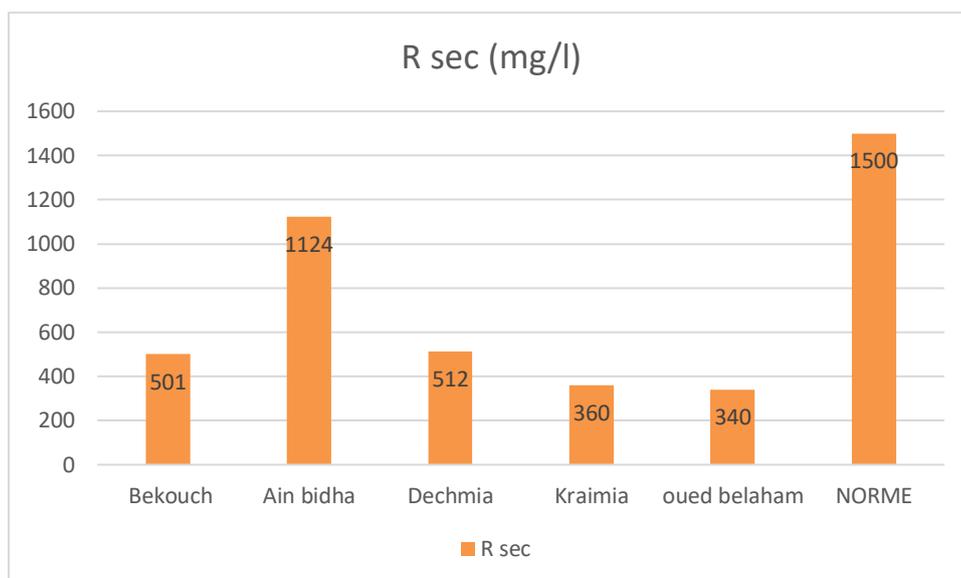


Figure 26: Résultats en R sec obtenus pour les eaux de source étudiées.

Le résidu sec de l'eau est ce qui reste après évaporation complète de l'eau. En principe, ce résidu est constitué des minéraux qui se trouvent dans l'eau.

Les résultats obtenus varient entre 340mg/l et 1124mg/l, la valeur minimale a été enregistrée au niveau de point d'Oued belaham et la valeur maximale a été enregistrée au niveau de point du Ain bidha, Ce sont des eaux moyennement minéralisées et toutes les valeurs sont conformes à la norme algérienne de potabilité.

- **Sulfate :** Les résultats des concentrations en SO_4 obtenus pour les eaux de source étudiées sont représentés dans la figure 27

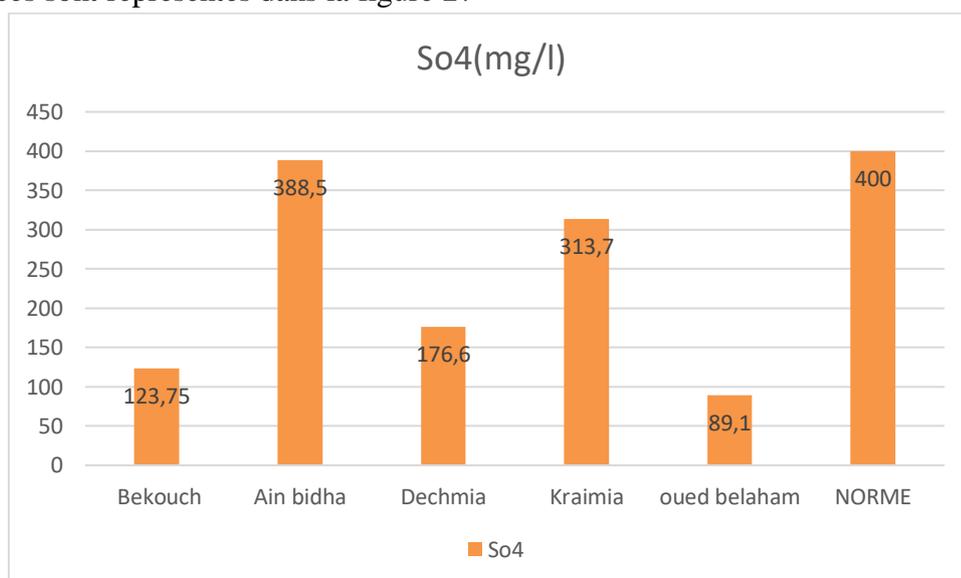


Figure 27: Résultats des concentrations en SO_4 obtenus pour les eaux de source étudiées.

Le sulfate est un composé chimique naturellement présent dans la quasi-totalité des eaux naturelles.

Les résultats des analyses des échantillons d'eau montrent un taux de sulfate qui varie entre 89.1mg/l et 388.5mg/l. La valeur minimale est enregistrée au niveau du point Oued belaham et la valeur maximale est enregistrée au niveau du point Ain bidha cette valeur est élevée mais elle reste conforme à la norme avec tout les autres résultats.

Ces valeurs peuvent être expliquées par sa provenance de certains minéraux, en particulier du gypse ou apparaissent à partir de l'oxydation des minéraux sulfureux comme l'eau souterraine se déplace au sol, certains sulfates sont dissous dans l'eau.

- **Nitrate** : Les résultats des concentrations en NO_3 obtenus pour les eaux de source étudiées sont représentés dans la figure 28

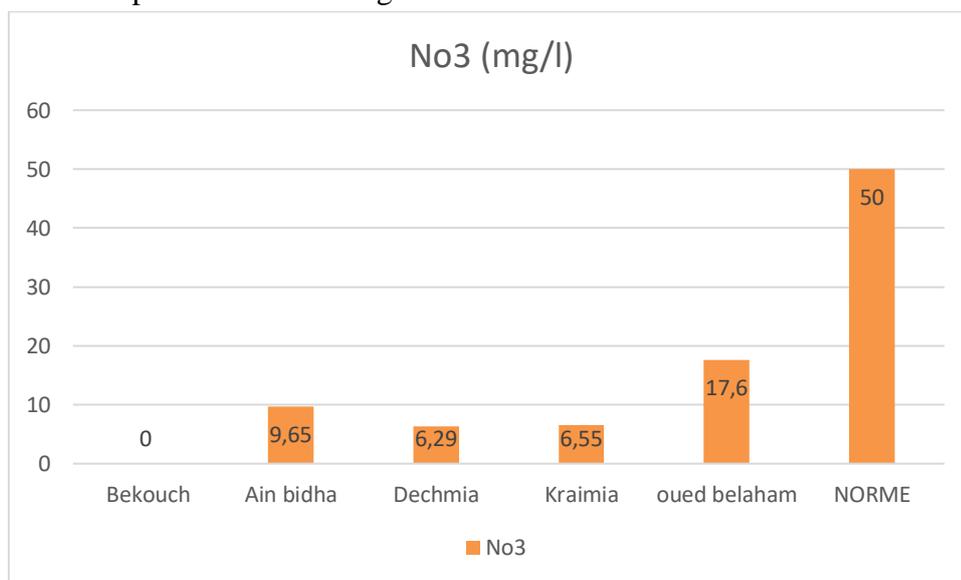


Figure 28: Résultats des concentrations en NO_3 obtenus pour les eaux de source étudiées.

Les nitrates sont des composés d'azote et d'oxygène, la plupart des eaux naturelles contiennent normalement des nitrates à des doses faibles.

Les résultats des analyses de nos échantillons montrent un Nitrate variant entre 0mg/l et 17.6 mg/l, la valeur minimale est enregistrée au niveau du point Bekouch et la valeur maximale est enregistrée au niveau du point Oued belaham. Ces valeurs restent dans la norme de potabilité d'eau qui est de 50 mg/l.

Ces valeurs peuvent être expliquées en grande partie par le ruissellement des eaux sur le sol ou la présence d'un apport en nitrates exogène (utilisation des pesticides pour les agricultures) et engrais azotés ou la présence d'un rejet domestique.

- **Le Fer** : Les résultats des concentrations en Fer obtenus pour les eaux de source étudiées sont représentés dans la figure 29

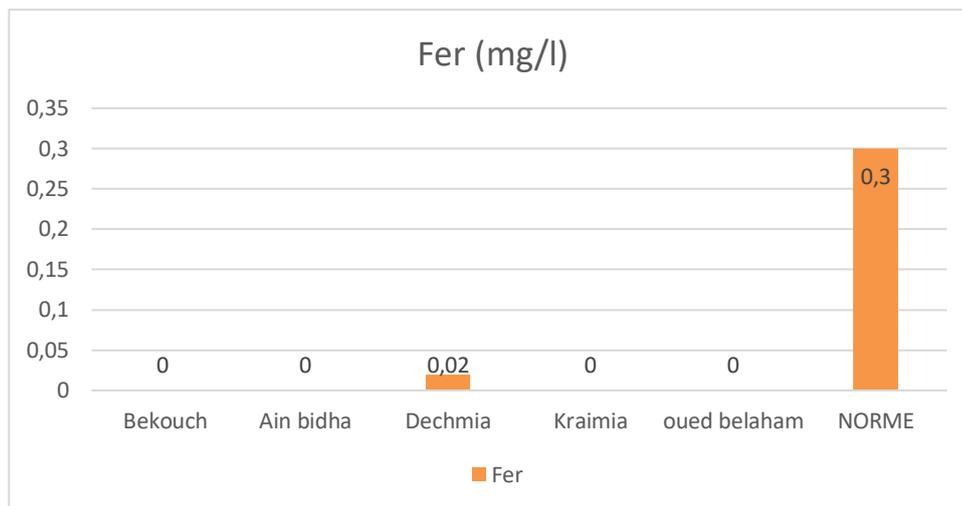


Figure 29: Résultats des concentrations en Fer obtenus pour les eaux de source étudiées.

Le fer est un élément chimique naturellement présent dans le sol. Il peut se dissoudre dans les eaux souterraines.

Nos échantillons sont sans fer sauf le point du Dechmia, qui représente une valeur de 0.02mg/l. ces résultats sont conformes à la norme algérienne de potabilité d'eau qui est de 0.3mg/l. Cette valeur peut être expliquée par l'existence d'une roche ferreuse proche de cette source dans le sol.

➤ **Sodium :** Les résultats des concentrations en Na⁺ obtenus pour les eaux de source étudiées sont représentés dans la figure 30

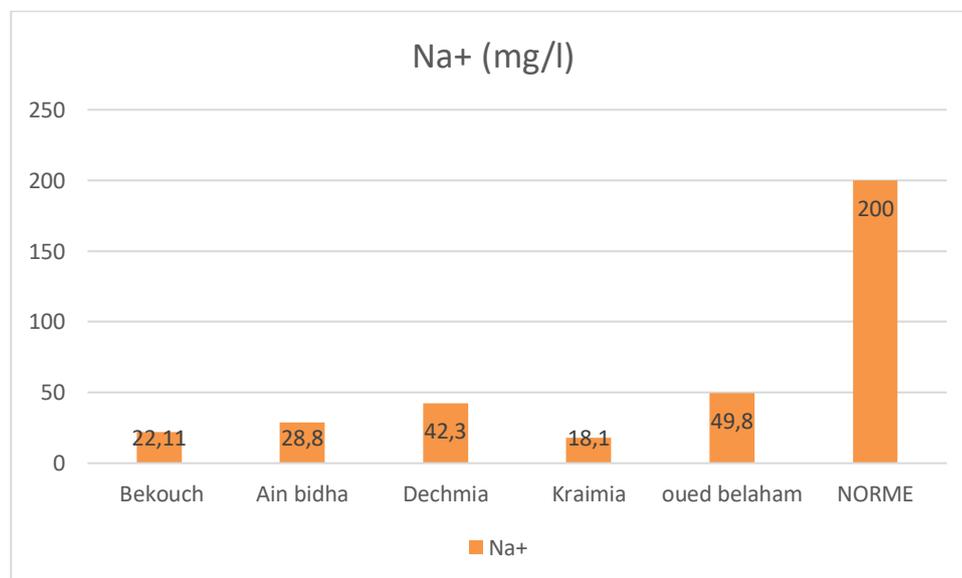


Figure 30: Résultats des concentrations en Na⁺ obtenus pour les eaux de source étudiées.

Le sodium est un métal mou, blanc argenté et fortement réactif ne se rencontre qu'à l'état combiné.

Les résultats qu'on a étudiés révèlent la présence de sodium dans tous les prélèvements, la plus faible valeur est celle de la source de kraimia, avec une valeur de 18.1mg/l et la plus élevée est celle de la source d'Oued belaham, qui est de l'ordre de 49.8mg/l.

Tous les résultats sont conformes à la norme de potabilité algérienne qui préconise une valeur de 200 mg/l à ne pas dépasser.

Généralement, la provenance du Sodium peut être due au lessivage des sels de sodium contenus dans les terrains traversés et leurs décompositions (comme les silicates de sodium et d'aluminium), retombées d'origine marine et de l'infiltration d'eau salée dans les nappes aquifères.

➤ **Potassium :** Les résultats des concentrations en K^+ obtenus pour les eaux de source étudiées sont représentés dans la figure 31

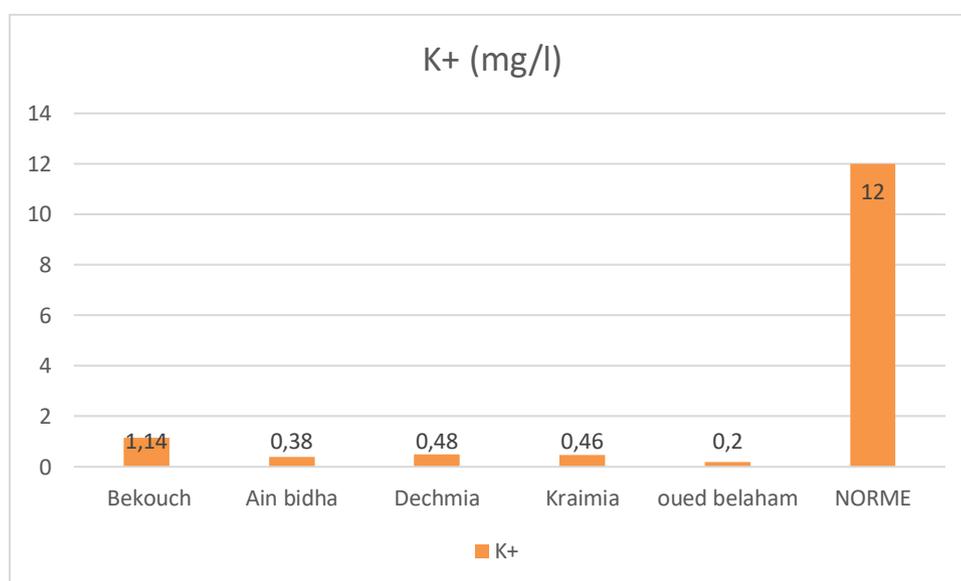


Figure 31: Résultats des concentrations en K^+ obtenus pour les eaux de source étudiées.

Le potassium est un métal mou, blanc argenté réagit rapidement avec l'oxygène, et leur concentration dans l'eau est inférieure à celle de sodium.

D'après les résultats obtenus, nous avons remarqué la présence de potassium dans tous les prélèvements, la plus faible valeur est de source d'Oued belaham, qui est de l'ordre de 0.2mg/l. Cependant, la plus élevée est enregistrée dans la source de Bekouch, avec une valeur de 1.14 mg/l.

Ces résultats ne dépassent pas la norme de potabilité et la présence de Potassium est acceptable dans tous les échantillons étudiés.

➤ **Ammonium :** Les résultats des concentrations en NH_4 obtenus pour les eaux de source étudiées sont représentés dans la figure 32

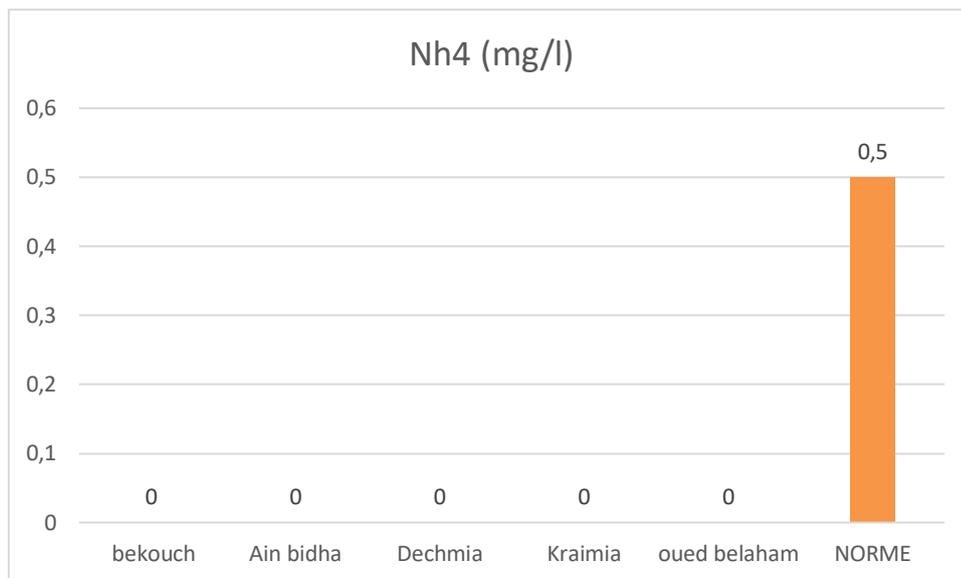


Figure 32: Résultats des concentrations en NH₄ obtenus pour les eaux de source étudiées.

On observe une absence totale de NH₄ dans toutes les sources qu'on a étudiées. Généralement, ce paramètre est considéré comme un indice de contamination causée par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industrielle.

➤ **Nitrite :** Les résultats des concentrations en nitrite obtenus pour les eaux de source étudiées sont représentés dans la figure 33

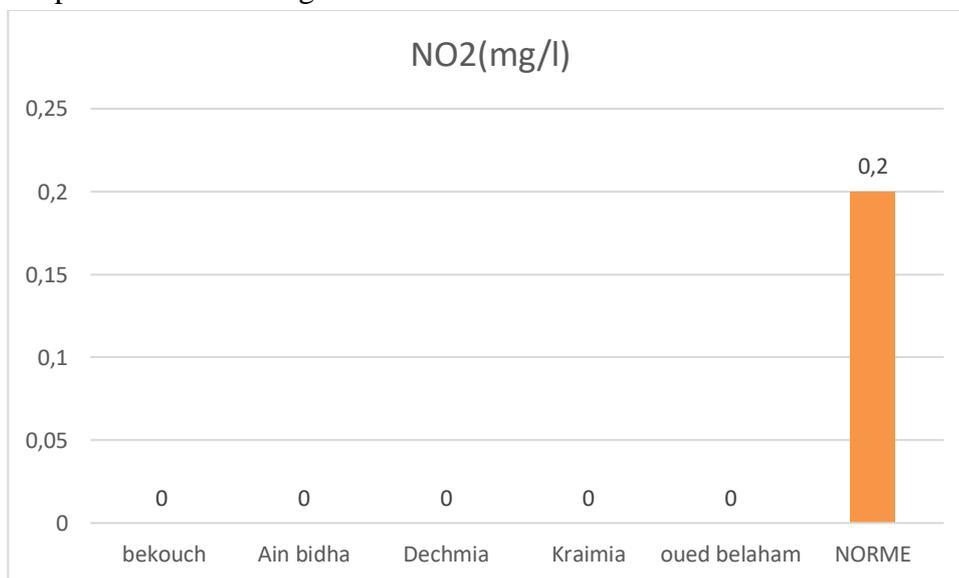


Figure 33: Résultats des concentrations en nitrite obtenus pour les eaux de source étudiées.

On observe une absence totale de nitrite dans toutes les sources qu'on a étudiées. La présence de nitrite dans l'eau signifie une contamination causée par pollution liée aux activités humaines : rejets urbains et industriels et surtout agriculture.

- **Phosphate :** La figure 34 montre les résultats du PO₄ obtenus pour les 5 échantillons étudiés.

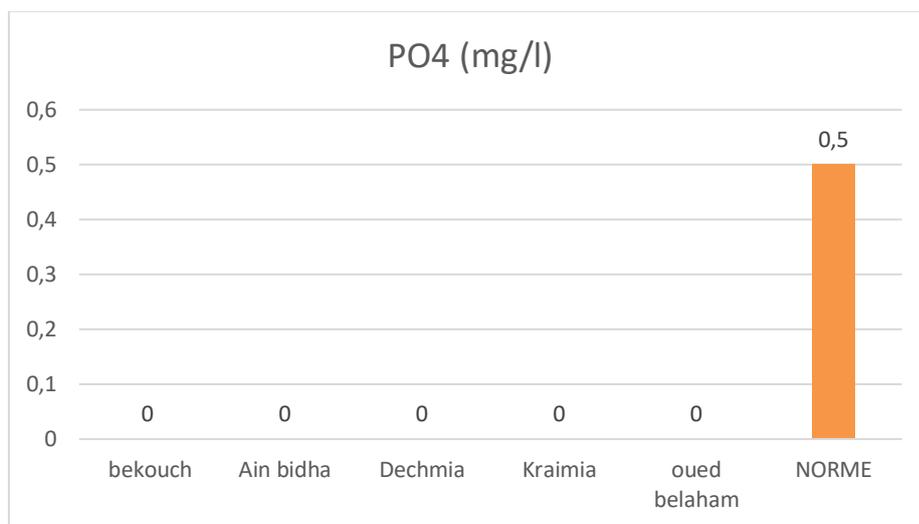


Figure 34: Résultats des concentrations en PO₄ obtenus pour les eaux de source étudiées.

On observe une absence totale du phosphate dans tous les sources qu'on a étudiées.

Cette contamination est d'origine agricole (engrais phosphatés) ou autres.

2. Résultats des analyses microbiologiques

Echantillons	Coliformes			Streptocoques	Clostridium	Germs		observation
	Fécaux	totaux	E. coli			22°	37°	
BEKOUCH	Abs	1100	Abs	460	01	230	438	Mauvaise
AIN BIDHA	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Bonne
DECHMIA	28	240	Abs	75	Abs	230	150	Mauvaise
KRAIMIA	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	17	22	Bonne
Oued belaham	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Bonne
NORME	0/250 ml	0/250 ml	0/100 ml	0/100 ml	Abs	150	20	

Tableau 03: résultats des analyses microbiologiques

- **E. coli**

L'une des bactéries des coliformes fécaux et membre de la famille de coliformes totaux. Elle atteint les sources d'eau y compris l'eau potable avec l'eau de pluie ou l'eau résultant de la fonte des neiges lors de sa fuite dans les rivières les égouts ou les lacs...etc.

Pour les valeurs des échantillons qu'on obtenu, on observe qu'elle est totalement absente dans tous les prélèvements.

E coli apparait dans l'eau à cause des rejets de l'homme ou les animaux. (JORA ,2011).

- **Coliformes fécaux :**

Ce sont des bactéries membre de la famille de coliforme totaux, ils sont provient des intestins et des excréments des humains et des animaux à sang chaud.

Pour les valeurs des échantillons qu'on a enregistrées, on observe une présence faible des coliformes fécaux dans la source Dechmia (28 coliformes). Cependant, une absence totale de ces coliformes dans les autres sources.

Ces résultats confirment que cette source Dechmia n'est pas conforme à la norme de potabilité.

Les coliformes fécaux apparaissent dans l'eau à cause des rejets de l'homme ou les animaux, et généralement traitée par le chlore pour leur élimination. (JORA ,2011).

➤ Coliformes totaux

Ce sont des bactéries servent comme indicateurs de pollution ou de contamination microbienne.

Pour les valeurs des nos échantillons, on observe une présence de ces coliformes dans la source de Bekouch (1100 coliformes) et dans la source de Dechmia (230coliformes). Cependant, une absence totale de ces bactéries dans les autres sources.

Les résultats de source Bekouch et Dechmia confirment que ces deux sources ne sont pas conformes à la norme de potabilité (JORA ,2011).

La plupart des coliformes totaux dérivent de substance végétale et peuvent être d'origine fécale et pour leur élimination souvent traités par le chlore.

➤ Streptocoques

Des bactéries photogènes et très résistantes aux substances acétiques qui devraient empêcher leur croissance.

Pour les valeurs de nos échantillons, on observe une présence de ces coliformes dans la source de Bekouch (460 germes) et dans la source de Dechmia (75germes).

Ces résultats confirment que ces deux sources ne sont pas conformes à la norme de potabilité (JORA, 2011). Cependant, les autres sources ne présentent aucun risque par rapport à la présence de ce type de bactéries et une absence totale était constatée.

Généralement, ces bactéries apparaissent dans l'eau à cause des rejets de l'homme ou des animaux et pour leur élimination, il faut un traitement par le chlore.

➤ Germes à 22°C et à 37°C

Ce sont des germes qui indiquent toute la flore microbienne qui vit dans la température de 37° (homme ou animal) et dans une température de 22° (le sol).

On a noté la présence de quelques germes (17 germes à 22° et 22 germes à 37°c) pour la source Kraimia, mais qui reste inférieure à la norme de JORA, ce qui signifie que la qualité microbiologique de l'eau de cette source est satisfaisante.

Par contre, on a observé une présence qui dépasse les normes de ces deux types de germes dans les sources de Bekouch (230 germes à 22°et 438germes à 37°) et de Dechmia (230germes a22°et 150 germes a37°). Cependant, on a observé une absence totale de ces germes dans les autres sources.

D'après les résultats qu'on obtenu, on a remarqué que de source bekouch et dechmia confirment que ces deux sources ne sont pas conformes à la norme de potabilité (**JORA ,2011**). Ces germes apparaissent dans l'eau à cause des rejets de l'homme ou les animaux, et généralement traité par le chlore.

➤ Clostridium

C'est un type bactérien regroupant des bacilles gram positifs strictement anaérobies et sporulés.

On observe une absence totale de ces bactéries dans toutes les sources qu'on a étudiées.

Cette contamination causée par des rejets de l'homme ou les animaux (**JORA ,2011**).

Conclusion générale

Conclusion générale

L'eau est un élément essentiel pour la vie quotidienne des êtres vivant d'une manière générale et pour l'être humain d'une manière spécifique.

L'objectif principal de ce travail est consacré à réaliser des analyses physico-chimiques et microbiologiques des eaux brutes de cinq sources « Source de Bekouch, Ain bidha, Dechmia, Kraimia et Oued belaham », localisées au niveau de la wilaya de Bouira, le but de ces analyses est le contrôle de la qualité de ces cinq sources par rapport aux normes de potabilité.

Les résultats que nous avons enregistrés nous ont permis d'établir les affirmations suivantes :

- La source de Bekouch et Dechmia sont non potables car les résultats des analyses des coliformes dépassent la norme de potabilité des eaux.
- La source de Ain bidha est non potable car leur teneur en dureté totale (TH) est non conforme à la norme de potabilité des eaux.
- La source de Kraimia est non potable car leur teneur en paramètres volumétriques (calcium, dureté totale, et Matière Organique) sont élevés ce qui implique la non-conformité de ces sources pour la consommation humaine.
- La source d'Oued belaham est de bon qualité et potable car tous les paramètres physico-chimiques et microbiologiques étudiés sont conformes aux normes de potabilité des eaux exigées par le journal officiel algérien.

Aux termes des résultats que nous avons obtenus, nous pouvons conclure qu'il existe une contamination soit physico-chimique ou microbiologique des eaux analysées, sauf la source d'Oued belaham.

Les sources de ces contaminations sont généralement dues à l'intervention humain (rejets agricoles, urbains et industriels), ou bien l'eau est contaminée naturellement à cause de la nature des roches dans le sol, dans ce cas, les autres sources ont besoin des traitements, soient par chloration, pour améliorer la qualité microbiologique ou par d'autres traitements comme l'oxydation ou osmose inverse.

Il serait également très convenable que les collectivités locales attachent une attention particulière à ces différents points d'eau, en y apportant tout le savoir-faire technique permettant d'assurer une hygiène parfaite de ces lieux et une sécurité sanitaire parfaite des eaux consommées.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **ABBERTON C. L., BERESCHENKO L., VAN DER WIELEN, P. W., & SMITH C. J., 2016.** Survival, biofilm formation, and growth potential of environmental and enteric *Escherichia coli* strains in drinking water microcosms. *Applied and environmental microbiology*, 82(17), 5320-5331
- **AFIR, D., MEZAOUA, (1984).** « Application et dimensionnement d'un procédé de coagulation-floculation pour le traitement des eaux résiduaires de la papeterie de Baba Ali », mémoire d'ingénieur, école nationale de polytechnique.
- **AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRIQUE (A.N.R.H., BLIDA), 2010-2015.** Rapports de données pluviométriques, hydrogéologie, la géomorphologie et la piézométrie du bassin versant de Sébaou, les résultats des analyses physico-chimiques des eaux souterraine et superficielle, 20p.
- **ALGEO (ALGER GEOPHYSIQUE), 1997).** Etude Géophysique Dans La Plaine De Guelma. Rapport Interne, 28 p.
- **ALGERIENNE DES EAUX. (S.d.).** Bouira, Algérie: Algérienne Des Eaux. 6-ANDI, A. N. (2015), invest in Algeria, wilaya de Bouira, Bouira
- **AMENU, D. (2013).** Drinking Water Quality, *World Journal of Arts, Commerce and Sciences*. 1(2). Available online at <http://wjacs.com/>. Pp 01 – 08.
- **ANDI, A. N. (2015).** Invest in Algeria, wilaya de Bouira. Bouira.
- **ANNIE C ET FRONÇOISE P, (2001).** Le préparateur en pharmacie, dossier 4 : Microbiologie – Immunologie, Broché– décembre 2000.
- **AOUISSI, A., & HOUHAMDI, M. (2014).** Contribution à l'étude de la qualité de l'eau de quelques sources et puits dans les communes de Belkheir et Boumahra Ahmed (Wilaya de Guelma, Nord-est Algérien). In 1er Séminaire National sur la Santé et Bio-Surveillance des Ecosystèmes Aquatiques.
- **ASSOCIATION, A. W. (1990).** WATER QUALITY AND TREATMENT A Handbook of Community Water Supplies 4e edition. (R. D. Letterman, Éd.) New York: McGraw- Hill.
- **AYAD, W., KAHOUL, M. (2016).** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de puits dans la région d'El-Harrouch (N. E -Algérie). *Journal Mater. Environ. Sci.* 7 (4). 1288- 1297. ISSN : 2028-2508.

Références bibliographiques

- **BADJADJ, N. (2016/2017).** analyse du systeme de production d'eau potable ainsi que sa gestion et son exploitation au niveau de la wilaya de bejaia. bejaia: université abderrahmane mira de bejaia
- **BANTON, O. ET BANGOY, L.M.1999.** Mise en valeur des eaux souterraines. Dans Hydrogéologie, multiscience environnementale des eaux souterraines. Éditeurs : PUQ/AUPELF. Sainte-Foy, Québec, pp. 460.
- **BEAR J. (1972).** Dynamics of fluids in porous media. Am. Elsevier Publishing Company. p769.
- **BELHADJ, M. Z. (2017).** Qualité des eaux de surface et leur impact sur l'environnement dans la Wilaya de Skikda. Thèse de doctorat en Sciences. Université Mohamed Khider. Biskra. Pp 07.
- **BENGAIBONA, B, B. 2010.** Analyse comparée des qualités microbiologique et physico-chimique des eaux de pluie stockées dans des citernes en Ferro ciment : Cas des impluviums de DORI. Mémoire de fin d'étude en master. spécialisé Génie Sanitaire et Environnement. Burkina Faso.
- **BENNANA-M, 2013,** Étude de la pollution de l'eau et du littoral du lac de Hassi ben Abdellah, UNIVERSITE KASDI MARBAH OUARGLA. Faculté des sciences et de la technologie et science de la matière, P 7.
- **BENSACI T. (2006).** Détermination De la Qualité Physico-chimique Et Bactériologiques Des Eaux De Surface: Cas du Barrage Timgad (W. d'Oum El Bouaghi). Mémoire de Magister, Centre Université Larbi Ben M'hidi, Oum El-Bouaghi. 98 p.
- **BERNARD, (2006).** Eau et la vie, Edition du Boykin. P 43.
- **BERNE.F ; JEAN. C, 1991,** Traitement des eaux, Édition TECHNIP, 306 p.
- **BNEDER E.P.E/SPA, B. N. (2008).** Carte d'Affectation des terres. Bouchaoui, Alger: Ministère de l'agriculture et du développement rural, Direction générale des forets.
- **BOEGLIN JEAN-CLAUDE.** Propriétés des eaux naturelles. Technique de l'ingénieur, traité environnement, G1 110.
- **BONNIN J., 1982 :** Aide-mémoire d'hydraulique urbaine : Eléments fondamentaux pour le calcul des réseaux de distribution d'eau et d'assainissement. 1ere édition, Eyrolles, Paris, France, 128 p.
- **BOUGUETIT, K., & BENHAMIDA, N. (2015).** Etude de la vulnérabilité à la Pollution des eaux souterraines de la cuvette d'Ouargla (Cas de la nappe du

Références bibliographiques

- Continental Intercalaire). OUARGLA: UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA, Faculté des Science Appliquées, Département de Génie des Procèdes.
- **BOUGHERIRA, N. (2008).** Impact des rejets industriels du complexe sidérurgique sur les eaux superficielles et souterraines dans la plaine de Meboudja. ANNABA: UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA.
 - **BOYD C.E. (1970).** Chemecal analyse of some vascular aquaic plants. P.50.
 - **BREMOND, R., ET VUICHARD, R. (1973).** parametres de la qualite des eaux. paris: ospepe.
 - **CAWST, (2013).** Introduction à l'Analyse de Qualité de l'Eau, Calgary, Alberta, Canada: Centre for Affordable Water and Sanitation Technology – Centre pour les Technologie d'Eau.
 - **CHADEN, M. H. (2014).** Evaluation de la qualité de l'eau du bassin supérieur de la rivière du Litani, Liban : approche hydrogéochimique. Thèse de doctorat en géosciences. Université de Lorraine. Pp99.
 - **COMMISSION DE PROTECTION DES EAUX, D. P.-S. (2017, OCTOBRE).** Les différents Paramètres physiques et chimiques des eaux.
 - **COULIBALY, K. (2005).** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako. Thèse de doctorat en Médecine de Pharmacie et D'Odonto Stomatologie. Université de Bamako. Pp 33.
 - **CUNEYT, G. ET GEOFFREY D. ET MCCRAY K.T. (2002).** Evaluation graphical and multivariate statistical methods for classification of water chemistry data, Springer-Verlag, France.
 - **DAJOZ R, (1982)** Précis d'écologie.4ème édition, Gauthier Villars, p : 525.
 - **DELARRAS, C. (2014).** Pratique en microbiologie de laboratoire.1er Ed Lavoisier. Paris. ISBN : 978- 2-7430-1565-7. Pp234-652.
 - **DESJARDINS, R. (1990).** Le traitement des eaux. 2ème Ed revue et enrichie. Canada. ISBN : 978-2- 553-00643-2. Pp 08-47-71-111.
 - **DEGREEMENT. (2005).** Mémento technique de l'eau. Paris: Lavoisier-Lexique technique.
 - **DEGREEMENT. (1952).** Mémento technique de l'eau, Première édition. 20-élimination du manganèse. (S.d.).
 - **ENCYCLOPEDIA, (1995).** Industrial chemistry, Water in Ull man's, Wiley-VCH Verlags, vol.8. épuration. Techniques, Sciences et Méthodes, 2 : 81-118.

Références bibliographiques

- **EDMUNDS, W.M., SHANDA, P., HART, P., ET WARD, R.S. (2003).** The natural (baseline) quality of groundwater: a UK pilot study. *The Science of the Total Environment*, 310: 25-35.
- **FALL, C. (2007).** Etude de la qualité de l'eau de robinet et de celle de la nappe Phréatique dans les différentes Communes d'Arrondissement du département de Guédiawaye. Dakar, Sénégal: Université Cheikh Anta Diop Dakar, département de Géographie.
- **FAWELL JOHN ET NIEUWENHUIJSEN MARK J. (2003).** Impact of environmental pollution on health: balancing risk : Contaminants in drinking water. *British Medical Bulletin*. 68: 199–208.
- **GALAF F ET S. GHANNA M, (2003).** « Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site Websur la pollution du milieu marin ». Mémoire d'ingénieur d'état. Université.
- **GARNIER, F. (2012).** Contribution à l'évaluation biogéochimique des impacts liés à l'Exploitation géothermique des aquifères superficiels. Expérimentations et simulations à l'échelle d'un pilote et d'installations réelles. Orléans: école doctorale Sciences et Technologies, Université d'Orléans.
- **GESTION DES RESSOURCES HYDRIQUES MANITOBA, E. S. (2011, MARS).** La turbidité dans les Sources d'approvisionnement en eau au Manitoba.
- **GERARD, M. (2003).** La qualité de l'eau et l'assainissement en France. Rapport de l'OPECST n° 215.fait au nom de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scient. Tech. Disponible au format Acrobat (893 Koctets).
- **GOMELLA . (1974)** « La distribution de l'eau dans les agglomérations urbaines et rurales ». Editions Eyrolles.
- **GOMELLA G. ET GUERREE H., 1980** : La distribution d'eau dans les agglomérations urbaines et rurales. 3ème Edition, Eyrolles, Paris, 277 p.
- **GRAINDORGE-J ET LANDOT-E, 2014,** La qualité de eau potable technique et responsabilité. 3eme édition. P 31-32
- **GRAINI L.,(2011)** GRAINI LAZHAR., 2011. Contrôle de la pollution de l'eau par méthode acousto-optique Mémoire magister. Université FERHAT ABBAS-SETIF . P106.
- **HACENE H, (2016).** Microbiologie fondamentale et Appliquée Tome1,477p.
- **HASLAY-C ET LECLERC-H, 1993.** Microbiologie des eaux d'alimentations. P 400.

Références bibliographiques

- **HILLEL D. (2004).** Introduction to Environmental Soils Physics . Elsevier Science. p392.
- **HUGONIN, (2011).** Eau introduction aux thématiques. ISE, UNIGE. P 10.
- **ISO 7393, 1985,** Qualité de l'eau-Dosage du chlore libre et de chlore total.
- **JAMES HENKEL, (1978),** Essentials of drug product quality (pp. 130,133).
- **JENG H. (2007).** Encyclopedia of Cancer and Society. Ed. Graham Colditz, Los Angeles: Sage Publications Inc. 2: 695-697.
- **JORA. (2011).** « Journal officiel de la république algérienne ». N °18. P7-9.
- **KAHOUL, M ET TOUHAMI, M. (2014).** Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'Annaba (Algérie). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n°19, pp.129-138.
- **KECK G. ET VERNUS E, (2000),,** « Déchets et risques pour la santé », Techniques de l'Ingénieur, Paris, 2450p
- **KENNETH N BROOKS. (1992).** Environmental Encyclopedia 3 : Hydrologic cycle. p 741.
- **KOUIDRI, B. Z. (2006).** Etude et traitement de l'eau du barrage djorf-eltorba de la wilaya de Bechar par filtration sur sables. Mémoire de magister. Faculté des sciences & des sciences de l'Ingénieur. Université Hassiba Benbouali. Chlef. Pp 18-20.
- **LALANNE, F. (2012).** Etude de la qualité de l'eau le long de la chaîne d'approvisionnement au niveau des consommateurs dans 10 villages de la Province du Ganzourgou. (Région du Plateau Central, Burkina Faso). Pp 10.
- **LEYRAL G ; RONNEFOY C ; GUILLET F, (2002).** Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris, p : 245.
- **LOUIS SCHRIVER-M, 2012.** La gestion durable de l'eau : ressource, qualité, organisation. P 18.
- **MAKOUTODE, M., ASSANI, A. K., OUENDO, E. M, AGUEHV, D ET DIALLO, P. (1999).** Qualité et mode de gestion de l'eau de puits en milieu rural au Bénin : cas de la sous-préfecture de grand-popo. Pp 529.
- **MALLOUM, M. S. A., THEOPHILE, M., TIDJANI, A., NDOUMTAMIA, G ET BICHARA, L. (2015).** Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux d'adduction publique de la Société Tchadienne des Eaux à N'Djamena au Tchad. Journal of Applied Biosciences 95 :8973 – 8980. ISSN 1997–5902. PP 8977.

Références bibliographiques

- **MARGAT, J. 1998.** Vulnérabilité (de l'eau souterraine) aux pollutions. Dictionnaire Français d'hydrologie.
- **MAYET J., (1994),** « La pratique de l'eau, Traitements aux points d'utilisation, le Moniteur » 2 ème Edition, p382, Paris.
- **MEROUANI MAHDI et BOUGUEDAH ABD EL BAKI., 2013.** Etude de la pollution chimique et la vulnérabilité alla pollution des eaux souterraines de la cuvette d'OUARGLA. Mémoire master. Université KASDI MARBAH OUARGLA. P59.
- **NOUAYTI, N., KHATTACH, D., HILALI, M. (2015).** Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux souterraines des nappes du Jurassique du haut bassin de Ziz (Haut Atlas central, Maroc). J. Mater. Environ. Sci.1068-1081. ISSN: 2028-2508. CODEN: JMESCN.
- **NSIKAK BENSON. (2008).** Encyclopedia of Global Warming and Climate Change. Ed.
- **OMS, (2004).** Directive de qualité pour l'eau de boisson : Vol2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui. Genève, p : 1050.
- **O.M.S. 2006,** « Directive de qualité pour l'eau de boisson. 2ème édition ». Volume 2. Critères d'hygiène et documentation à l'appui, Genève. p 1150.
- **OMS. (2017).** Directives de qualité pour l'eau de boisson. 4ème Ed. Intégrant le premier additif. Genève. ISBN 978-92-4-254995-9. Pp 226-341
- **PARK CHRIS. (2007).** A Dictionary of Environment and Conservation: water pollution. Oxford University Press, 2007.
- **PAUL.R ,1971** De-icing salts as a source of water pollution. Ministère de l'Environnement de l'Ontario, Toronto.
- **POTELON J. L., ZYMAN K. (1998).** Le guide des analyses d'eau potable, la lettre du cadre territorial.
- **RODIER J., LEGUBE., B MERLET N & COLL. (2009).** L'Analyse de l'eau, 9ème édition, Dunod, paris, pp : 1-33.
- **RODIER J, 1996,** Analyse De L'eau (Eau Naturelles, Eaux Résiduaire, Eau De Mer), 8ème Edition, paris, 1260 p.
- **RODIER J., 2005.** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaire, Eau de mer. 8eme édition: Dunod, Paris.
- **SARRAZIN, V., CARRIERE, A., ET BARBEAU, B. 2003.** Protocole québécois d'évaluation d'une eau souterraine sous l'influence directe des eaux de surface: Revue

Références bibliographiques

de littérature et développement d'un protocole provisoire. Projet PARDE, Dossier n° : 3331.24.02.02, Montréal : École Polytechnique de Montréal, pp. 166.

- **SUDHANSHU SEKHAR PANDA. (2008).** Hydrological Cycle. Gainesville State Collège. p515 -518.
- **TARDAT HENRY M., BEAURY J.P. (1984).** Chimie des eaux, Ed. Le Griffon d'argile INC, Canada.
- **TREVORS J. T. ET SAIER JR M. H, (2007).** Regulation of Pollution. Water Air Soil Pollution
- **VILAGINES R., 2000 :** Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie 1er Edition, Tec &Doc, Lavoisier, Paris, 174 p.
- **VILAGINES R., 2010 :** Eau, Environnement et Santé publique. Introduction à l'hydrologie. 3ème Edition TEC & DOC, Lavoisier, Paris, 218 p.
- **WEILL SYLVAIN. (2004).** Modélisation hydrodynamique du cycle de l'eau de pluie sur un sol incliné. Rapport de stage de DEA HHGG, Paris VI. p48.

Annexes

Annexe 01 :

Normes algérienne et directives internationales OMS

Tableau 04: les normes physico-chimiques liées à la composition naturelle des eaux selon l'OMS et le journal officiel algérien (OMS 2006 ; JORA, 2011).

Paramètres	Selon l'OMS	Selon le Journal Algérien
La température (T°)	Acceptable	25°C
Potentiel d'hydrogène (pH)	entre 6.5 et 9.5	≥ 6.5 et ≤ 9.5
La turbidité	5 NTU	5 NTU
La conductivité	pas de norme	2800 $\mu\text{S/cm}$

Tableau 05: les normes physico-chimiques liées à la composition naturelle des eaux selon l'OMS et le journal officiel algérien (OMS 2006 ; JORA, 2011).

Paramètres	Selon l'OMS	Selon le Journal Algérien
Le Chlorure (Cl ⁻)	250 mg/l	500 mg/l
La dureté (TH)	200 ppm	500 mg/l
Le calcium	100 mg/l	200 mg/l
Le Magnésium (Mg ²⁺)	50 mg/l	50 mg/l
Les sulfates (SO ₄ ²⁻)	Pas de valeur guide	400 mg/l
Sodium	Pas de valeur guide	200 mg/l
Potassium	12 mg/l	12 mg/l
Les nitrites (NO ₂ ⁻)	0.2 mg/l	0.2 mg/l
Les Nitrates (NO ₃ ⁻)	50 mg/l	50 mg/l
L'Ammonium (NH ₄ ⁺)	0.5 mg/l	0.5 mg/l

Tableau 06: les paramètres bactériologiques selon l'OMS et le Journal officiel Algérien (OMS, 2006) ;(JORA, 2011).

Paramètres	Selon l'OMS	Selon le Journal Algérien
Coliforme fécaux	0 nb/100ml	Non mentionnés
Coliforme totaux	0 nb/100ml	Non mentionnés
E .coli	Non mentionnés	0 nb/100ml
Streptocoque fécaux	0 nb/100ml	Non mentionnés

Tableau 07 : table de mac gardy (NPP)

Tables NPP (d'après la norme ISO 7218 :1996(F))

Tableau 1 - Table NPP pour 3 x 1 g (ml), 3 x 0,1 g (ml) et 3 x 0,01 g (ml).

Nombre de résultats positifs			NPP	Catégorie lorsque le nombre d'essais de mesures est de 1 pour le lot considéré	Limites de confiance			
					>95%	>95%	>99%	>99%
0	0	0	<0,30		0,00	0,94	0,00	1,40
0	0	0	0,30	3	0,01	0,95	0,00	1,40
0	1	0	0,30	2	0,01	1,00	0,00	1,60
0	1	1	0,61	0	0,12	1,70	0,05	2,50
0	2	0	0,62	3	0,12	1,70	0,05	2,50
0	3	0	0,94	0	0,35	3,50	0,18	4,60
1	0	0	0,36	1	0,02	1,70	0,01	2,50
1	0	1	0,72	2	0,12	1,70	0,05	2,50
1	0	2	1,1	0	0,4	3,5	0,2	4,6
1	1	0	0,74	1	0,13	2,00	0,06	2,70
1	1	1	1,1	3	0,4	3,5	0,2	4,6
1	2	0	1,1	2	0,4	3,6	0,2	4,6
1	2	1	1,5	3	0,5	3,8	0,2	5,2
1	3	0	1,6	3	0,5	3,8	0,2	5,2
2	0	0	0,92	1	0,15	3,50	0,07	4,60
2	0	1	1,4	2	0,4	3,5	0,2	4,6
2	0	2	2	0	0,5	3,8	0,2	5,2
2	1	0	1,5	1	0,4	3,8	0,2	5,2
2	1	1	2,0	2	0,5	3,8	0,2	5,2
2	1	2	2,7	0	0,9	9,4	0,5	14,2
2	2	0	2,1	1	0,5	4,0	0,2	5,6
2	2	1	2,8	3	0,9	9,4	0,5	14,2
2	2	2	3,5	0	0,9	9,4	0,5	14,2
2	3	0	2,9	3	0,9	9,4	0,5	14,2
2	3	1	3,6	0	0,9	9,4	0,5	14,2
3	0	0	2,3	1	0,5	9,4	0,3	14,2
3	0	1	3,8	1	0,9	10,4	0,5	15,7
3	0	2	6,4	3	1,6	18,1	1,0	25,0
3	1	0	4,3	1	0,9	18,1	0,5	25,0
3	1	1	7,5	1	1,7	19,9	1,1	27,0
3	1	2	12	3	3	36	2	44
3	1	3	16	0	3	38	2	52
3	2	0	9,3	1	1,8	36,0	1,2	43,0
3	2	1	15	1	3	38	2	52
3	2	2	21	2	3	40	2	56
3	2	3	29	3	9	99	5	152
3	3	0	24	1	44	99	3	152
3	3	1	46	1	9	198	5	283
3	3	2	110	1	20	400	10	570
3	3	3	>110					
autres valeurs			non cité dans la table ISO 7218 : 1996 (F)					

Annexe 02

Présentation de lieu de stage (ADE de Bouira) :

- **Historique de l'organisme :**

L'Algérienne des Eaux par abréviation « ADE » est un établissement public national à caractère industriel et commercial. Elle a été créée par le décret exécutif n°01-101 du 21 avril 2001. L'établissement est placé sous la tutelle du ministre chargé des ressources en eau, et son siège social est fixé à Alger. Elle est régie tant qu'administration vis-à-vis de l'état et tant qu'entreprise vis-à-vis des tiers. **(ALGERIENNE DES EAUX).**

Dès sa création, l'ADE s'est appliquée à la mise en place de ses structures, à donner une impulsion à la gestion et à lever les préalables de transfert des établissements en charge de la distribution de l'eau (régionale et de wilaya). **(ALGERIENNE DES EAUX).**

- **Objectif de l'ADE :**

L'ADE est chargé d'assurer sur tout le territoire national la gestion des opérations :

- De production.
- De transport.
- De traitement.
- De stockage.
- D'adduction.
- De distribution.
- De l'approvisionnement en eau potable et industrielle.
- Du renouvellement des infrastructures. **(ALGERIENNE DES EAUX).**

- **Missions principales de l'ADE :**

L'établissement ADE est chargé :

- D'assurer la disponibilité de l'eau aux citoyens avec des conditions universellement admises, en favorisant l'accès au maximum d'utilisateur aux réseaux publics.
- De la gestion et la maintenance (exploitation) des systèmes et installations permettant la production, le traitement, le transfert, le stockage et la distribution de l'eau potable et industrielle.
- De la normalisation et de la surveillance de la qualité de l'eau distribuée.
- De la protection des eaux, par des agents assermentés de la police des eaux.
- Du développement, renouvellement et de la modernisation du réseau national d'eau potable et industrielle, pour le compte de l'état, des collectivités, ou pour son propre compte.

-D'économie de l'eau par plusieurs actions comme l'introduction de toute technique de préservation de l'eau et la lutte contre le gaspillage par l'action d'information, d'éducation, de formation et sensibilisation des usagers.

-Développer des sources non conventionnelles de l'eau (un besoin).

-De gérer la concession du service public de l'eau à des personnes morales publiques ou privées pour agir dans ce domaine. **(ALGERIENNE DES EAUX).**

- **Unité de Bouira :**

L'unité de Bouira est rattachée structurellement à la zone de TIZI-OUZOU lié directement à l'agence régionale d'ALGER. Elle intervient sur tout le territoire de la wilaya de Bouira par six (6) centres qui sont : BOUIRA centre, LAKHDARIA, SOUR-ELGHOZLANE, BORDJ AKHRIS, AIN BESSAM, M'CHEDALLAH, Ayant la tâche de suivi de qualité et de contrôle des eaux de distribution. Ci-dessous le schéma d'organisation.

- **Présentation du laboratoire centrale :**

L'unité de Bouira est équipée d'un laboratoire d'analyse qui contrôle la qualité de l'eau Distribuée aux abonnés, afin de se rendre facilement au niveau du laboratoire central de l'Ade BOUIRA, il faut prendre la direction de lieu-dit DRAA-EL-BORDJ. Laboratoire est situé Juste au grand château d'eau à côté du fort turque. **(ALGERIENNE DES EAUX).**