

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الجبالي بوعامة خميس مليانة

Université Djilali Bounaama de Khemis- Miliana

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la terre

Département des sciences Biologiques



Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière: Hydrobiologie marine et continentale

Spécialité: Hydrobiologie appliquée

Thème

Étude de la qualité des eaux de sources de la région de Miliana

présenté par :

M^{elle} : RIALI Naima

M^{elle} : AMRANE kheira

Devant les Membres de Jury :

President: M^r. DJEZZAR Miliani MCB U. DBKM

Encadreur: M^r. BENZAADA Mohamed MCB U. DBKM

Co- promotrice : M^{me}. CHAABANE Safia MCB U. DBKM

Examinatrice 1: M^{me} TOUHARI Fadhila MCB U. DBKM

Examinatrice 2: M^{me} RICHA Amina MCB U. DBKM

Année universitaire: 2018/2019.



Remerciements

Au terme de ce travail, nous remercions Allah le tout puissant d'avoir nous guider au bon sens de la vie, nous le remercions pour la santé, le courage et la volonté d'avoir réalisé ce travail.

*Nous remercions notre Directeur de thèse Monsieur **BENSAADA Mohamed**, pour sa disponibilité, ses précieux conseils, sa confiance et ses encouragements au cours de la réalisation de ce mémoire, sans oublier Madame **CHAABANE Safia** d'avoir accepté de corriger la partie expérimentale.*

*Nous tenons à exprimer nos vifs et sincères remerciements à Monsieur **DJEZZAR**, de présider le jury.*

*Nos sincères remerciements à Madame **TOUHARI** et madame **RICHA** d'avoir accepté de juger ce travail.*

Ce travail a pu être mené avec le soutien de l'ensemble du personnel du laboratoire de la prévention de la polyclinique de Miliana,

Nos remerciements vont également aux ingénieurs de laboratoire de l'université de Djilali Bounaâma, et toutes les personnes du laboratoire de l'Algérienne des eaux de Ain Defla ainsi que toutes autres personnes qui nous ont aidé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Notre profonde reconnaissance est de formuler nos remerciements, d'une manière ou d'une autre à toute personne qui a apporté son soutien et à finaliser ce modeste travail.

Dédicaces

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde dans son vaste paradis, à toi mon père.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; maman que j'adore.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, à Mon frère Djamel et mes sœurs Keira ; Nawal et Raina, mes amies Dalila, Malika et aicha

et mes neveux Abdo el Rahman ; Tarkwa et Mohamed

je dédie ce travail dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.

Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnaient durant mon chemin d'études supérieures, mes aimables amis, collègues d'étude.

A ma chère binôme « romaissa » et a toute sa famille

N a i m a

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mon père qui ma encourager durant mes études, et son affection qui ma amener à finir mon projet.

A ma mère pour ses sacrifices en témoignage de tout mon affection au long de mes études.

A mes cher frères Hichem, Mohamed islam et Abderrahmane.

A mon fiancé absi Youcef pour tout le soutien et les encouragements qu'ils m'ont prodigué

A mes chères amies Nadjat, aicha, Sanaa

A toute ma famille paternelle « AMRANE » et la famille maternelle « KLETINE »

A mon binôme Naima qui a partagé les bons et les durs moments

A tous ce que je porte dans mon cœur.

Surtout Abdo

Kheira

Résumé

La qualité d'eau est l'une des préoccupations permanentes de l'homme qui lui a consacré toute une législation et à ratifier de nombreuses protocoles et conventions internationaux pour sa protection et sa préservation.

L'objectif principal de ce travail est l'évaluation de la qualité physico-chimique, chimique et microbiologique des eaux souterraines de la région de Miliana.

L'étude s'intéresse plus particulièrement à des eaux destinées à la consommation du fait de l'incidence de leur qualité sur la santé publique.

Les résultats obtenus ont montré que les valeurs des mesures des paramètres physico-chimiques des eaux analysées étaient toutes conformes aux normes sauf dans le cas de la teneur en nitrate qui s'est avérée anormale et dépassent le 50 mg/l au niveau des sources d'Ain Talaouchiba, Ain Seffra et Ain Tamborjia

Ces eaux sont de bonne qualité microbiologique à l'exception certaines sources qui révèlent une contamination.

D'après le diagramme de Piper le faciès chimique des eaux des sources de Miliana sont Bicarbonaté Calcique et magnésienne

On peut conclure que les sources d'eau présente dans notre étude nécessitent un traitement efficace de désinfection pour la protection et la sécurité sanitaire s'ils sont utilisés par le consommateur.

Mot clé : *Miliana, Eau de sources, qualité, analyse physique, chimique et bactériologique*

ملخص

نوعية المياه تشكل مصدر قلق للإنسان الذي كرس كل التشريعات و صادق على العديد من البروتوكولات والاتفاقيات الدولية لحمايتها و الحفاظ عليها.

الهدف الريديسي من هذا العمل هو تقييم الجودة الفيزيائية والميكروبيولوجية لعناصر المياه الجوفية في منطقة مليانة.

تركز الدراسة على تقييم المياه للاستهلاك بسبب تأثير جودتها على الصحة العامة .

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن قيم قياسات المعلمات الفيزيائية والكيميائية للمياه التي تم تحليلها كانت جميعها متوافقة مع المعايير باستثناء محتوى النترات ، الذي ثبت أنه غير طبيعي ، تتجاوز 50 ملغم / لتر في مصادر تلا و شيبا ' عين الصفراء و عين طامبورجية .

هذه المياه ذات جودة ميكروبيولوجية جيدة باستثناء بعض المصادر التي تكشف عن تلوث.

وفقاً لمخطط بايبر ، فإن الوجيهات الكيميائية لمياه ينابيع مليانة هي بيكربونات كالسيوم وماغنيسية.

يمكن الاستنتاج أن مصادر المياه الموجودة في دراستنا تتطلب علاجاً فعالاً للتطهير للحماية والسلامة إذا تم استخدامها من قبل المستهلك.

الكلمات المفتاحية : مليانة - مياه العناصر - الجودة فيزيائية والميكروبيولوجية

Abstract :

Water quality is one of the permanent concerns of the man who has devoted all his legislation to it and to ratify a large international protocol and convention for its protection and preservation.

The main objective of this work is to evaluate the physicochemical and microbiological quality of groundwater in the Miliana region

The study focuses on the evaluation of water for consumption because of the impact of its quality on public health.

The results obtained showed that the values of the measurements of the physicochemical parameters of the analyzed waters were all in conformity with the norms except for the nitrate content, which proved to be abnormal, exceed 50 mg / l at the Talaouchiba sources. , Seffra, Tambarjia

These waters are of good microbiological quality with the exception of some sources that reveal contamination.

According to the Piper diagram the chemical facies of the waters of Miliana's springs are Bicarbonated-Calcium and Magnesian

It can be concluded that the water sources present in our study require an effective disinfection treatment for the protection and safety if they are used by the consumer.

Key words: Miliana, source waters physicochemical quality, microbiological

S o m m a i r e

	<i>Pages</i>
<i>Liste des figures</i>	11
<i>Liste des tableaux</i>	12
<i>abréviation</i>	13
Introduction générale	15
Première partie : Partie bibliographique	16
Chapitre I : Généralité sur l'eau	17
I-1. Introduction	18
I-2. La composition de la molécule de l'eau	19
I-3. L'importance de l'eau	19
I-4. Le cycle de l'eau	19
I-5. Les types d'eau	20
I-5-1. Les eaux naturelles	20
I-5-2 Les eaux de surfaces	20
I-5-3 .Les eaux souterraines	20
I-6. L'utilisation de l'eau	20
I-6-1.L'usage domestique	21
I-6-2. L'usage agricole	21
I-6-3. L'usage industriel	21
Chapitre II : La qualité de l'eau	22
II-I. Introduction	24
II-2. Les critères de la qualité de l'eau	24
II-2-1. La couleur	24
II2-2. L'odeur et la saveur	24
II-3. Les critères physico-chimiques	25
II-3-1. La température	25

II-3-2. Le Ph	25
II-3-3.La turbidité	25
II-3-4.Les ions majeurs	26
II-3-5.L'alcalinité	26
II-3-6.La conductivité électrique	26
II-3-7.La minéralisation globale	27
II-3-8.Le titre hydrométrique	27
II-3-9. Les caractéristiques chimiques	28
II-4. Les analyses bactériologiques de l'eau	28
II-4-1.Les germes totaux	28
II-4-2.Les coliformes totaux	29
II-4-3. Les coliformes fécaux thermo-tolérants	29
II-4-4.Les streptocoques fécaux	29

Pages

Deuxième partie : Partie expérimentale	30
---	-----------

Chapitre III : Matériel et méthodes	31
--	-----------

III-1 Introduction	32
III-2. Présentation de la zone d'étude	32
III-3. Matériel et méthodes	34
III-3-1.L'échantillonnage et analyse hydrochimique	34
III-3-1-1.Echantillonnage	34
III-3-1-2.Conservation des échantillons	34
III-3-1-3. Méthodes d'analyse physico-chimique	35
III-3-1-4. Matériel et réactifs utilisés	36
III-3-1-5. Méthodes d'analyse chimique	37
III-3-1-6. Méthodes d'analyse microbiologiques	43

Chapitre IV : Résultats et discussions	53
IV-1.Introduction	54
IV-2.Les résultats obtenus des analyses physico-chimiques et chimiques	54
IV-2-1 L'Analyse organoleptique	54
IV-2-2. Les résultats des Analyses physico-chimiques	54
IV-2-2-1. Les paramètres physiques	54
IV-2-2-2. Les paramètres chimiques	57
IV-2-2-2. Les paramètres de pollution	62
IV-2-3. Classification des eaux de sources de Miliana	64
IV-2-3-1.Le diagramme de Piper	64
IV-2-3-2.Le diagramme de Schoeler	66
IV-2-4.Interprétation des résultats obtenus des paramètres microbiologiques	66
IV-2-4-1. Les coliformes totaux et fécaux	67
IV-2-4-2. Les coliformes totaux	68
IV-2-4-2. Les coliformes fécaux	69
Conclusion générale	70
Références bibliographiques	72
<i>Annexes</i>	<i>74</i>

Liste des figures

	<i>Pages</i>
<i>Fig.1 :</i> structure de la molécule d'eau	18
<i>Fig.2 :</i> cycle de l'eau globale	19
<i>Fig. 3 :</i> carte de situation des sources de la région de Miliana	33
<i>Fig.4 :</i> Test de présomption de coliformes totaux	45
<i>Fig.5 :</i> la lecture des tubes	46
<i>Fig. 6 :</i> test de confirmation de coliformes fécaux	47
<i>Fig.7 :</i> test de confirmation des Escherichia-colis	48
<i>Fig. 8 :</i> test de présomption de streptocoques fécaux	49
<i>Fig. 9 :</i> la lecture des tubes	50
<i>Fig. 10 :</i> test de confirmation de streptocoque	51
<i>Fig.11.</i> la lecture des tubes	52
<i>Fig.12 :</i> variation de la température en fonction de sources utilisées	55
<i>Fig. .13 :</i> variation des valeurs de ph en fonction des sources utilisée	56
<i>Fig. 14 :</i> variation de conductivité en fonction de sources utilisées	57
<i>Fig. 15 :</i> variation de la turbidité en fonction des sources utilisées	58
<i>Fig. 16 :</i> variation de valeur de dureté totales en fonction de sources utilisées	58
<i>Fig. 17 :</i> variation des valeurs de calcium en fonction des sources utilisée	59
<i>Fig. 18 :</i> variation de la valeur de magnésium en fonction des sources utilisée	60
<i>Fig. 19 :</i> variation de valeur de sodium en fonction des sources utilisée	60
<i>Fig.20 :</i> variation des valeurs de potassium en fonction des sources utilisée	61
<i>Fig.21 :</i> variation des valeurs de chlorure en fonction des sources utilisée	61
<i>Fig. 22 :</i> variation des valeurs de bicarbonates en fonction des sources utilisée	61
<i>Fig. 23 :</i> Variation des valeurs de nitrate en fonction des sources utilisée	62
<i>Fig. 24 :</i> diagramme de piper pour les sources étudiier	65
<i>Fig.25 :</i> diagramme de Schoeler pour les sources étudié	66

Liste des tableaux

	<i>Pages</i>
<i>Tab.1. :</i> classification des eaux d'après leur Ph	25
<i>Tab. 2.</i> classification des eaux selon la conductivité	26
<i>Tab. 3 :</i> classification de l'eau selon la dureté	27
<i>Tab. 4.</i> concentration maximale des substances chimiques continue dans l'eau potable selon (OMC1997).	35
<i>Tab. 5.</i> paramètre physico-chimique et leur conservation	35
<i>Tab. 6 :</i> résultats des paramètres organoleptiques	35
<i>Tab. 7:</i> les résultats des analyses physiques	54
<i>Tab. 8:</i> les résultats des analyses chimiques	54
<i>Tab. 9:</i> les résultats d'analyses des paramètres de pollution	62
<i>Tab. 10:</i> résultats des analyses physico-chimique et chimique de six sources	63
<i>Tab. 11:</i> les résultats des analyses bactériologiques par la technique de filtration	63
<i>Tab. 12:</i> résultats des analyses bactériologiques de l'eau des sources par le test présumptifs	67
<i>Tab. 13:</i> résultats des streptocoques fécaux	68

Abréviation :

Ade : *algérienne des eaux*

Agno3 : *Nitrate d'argent*

C.E : *Conductivité électrique*

MES : *Matière en suspension*

Ph : *Potentielle hydrogène*

INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'eau est essentielle à la vie, cependant elle peut être aussi une source de maladie. La consommation d'une eau potable est un facteur déterminant dans la prévention des maladies liées à l'eau, elle doit bénéficier d'une attention particulière

En effet, l'eau destinée à la consommation humaine ne doit contenir ni substances chimiques dangereuses, ni germes nocifs pour la santé.

Actuellement, l'eau participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles ce qui la rend un élément récepteur exposé à tous les genres de pollution. Le phénomène de la pollution contribue de façon considérable à la limitation des ressources en eau potable.

Les insuffisances existantes dans la protection de ces eaux face aux nombreuses pollutions peuvent contribuer à la dégradation de la qualité de ces eaux et à l'augmentation de certains micropolluants minéraux ou organiques indésirables dans les eaux destinées à la consommation (Mostefaoui.,2001).

La connaissance de la qualité de l'eau est une condition primordiale permettant l'instauration d'un système de gestion quantitative et qualitative qui contribuera à garantir l'approvisionnement en eau dans le futur.

Une eau saine est nécessaire à la vie, à l'hygiène et à la prévention des maladies d'origine hydrique. Elle constitue aussi le patrimoine d'une nation.

Les eaux souterraines occupent toutes sortes d'ouvertures au sein d'une roche à savoir pores, interstices, fissures et fractures constituant un aquifère. Les aquifères ou nappes d'eau souterraine sont alimentées par la percolation ou l'infiltration de l'eau de pluie, cette dernière ruissèle et alimente sources, cours d'eau et lac appelée eau de surface.

La région de Miliana était connue par des eaux de sources de bonnes qualités, actuellement elles sont menacées par la pollution ou presque chaque année durant le mois de l'été, on assiste à des cas de maladies de typhoïdes, diarrhées dans la zone d'agglomération de Zougala

Le présent travail est scindé en deux parties :

- ❖ La première partie est relative à l'étude bibliographique traitant des généralités sur l'eau,
- ❖ La seconde partie de l'étude est axée sur l'expérimentation, elle est consacrée à l'étude expérimentale, elle est réservée aux traitements des données de l'analyse physico-chimiques, chimique et bactériologique des eaux de ces sources.

Première partie

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I

GÉNÉRALITÉ SUR L'EAU

I -1-Introduction

L'eau est une substance incolore, inodore, insipide qui couvre trois quart de la surface terrestre et qui joue un rôle primordial pour tout ce qui a trait à la vie

Par contre une eau est dite potable quand elle satisfait à un certain nombre des caractéristiques [l'eau potable doit être limpide, incolore, fraîche (10° - 12° C)], inodore et de saveur agréable, son pH est de 7. Elle ne peut contenir de substances toxiques minérales ou organiques et elle doit être exempte de germes pathogènes, (OMS, 2014). La nature et la forme des normes s'appliquant à l'eau de boisson peuvent varier d'une région ou d'un pays à l'autre. Il n'existe pas d'approche unique, universellement applicable. Lors du développement et de la mise en œuvre des normes, il est essentiel de prendre en compte la législation actuelle et en préparation concernant l'eau, la santé et l'administration locale et d'évaluer la capacité du pays à établir des réglementations et à les faire appliquer.

I -2- La composition de la molécule d'eau

Elle est composée deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène (**H₂O**), c'est la formule de la molécule d'eau. Elle est généralement connue par la plupart d'entre nous. Dans cette molécule, un atome d'oxygène, O, est relié à deux atomes d'hydrogène, H, par des liaisons covalentes. La molécule a la forme d'un V majuscule, d'angle au sommet proche de 105° et de 1 angström de côté environ, soit 10^{-10} mètre. La molécule d'eau possède ainsi une attractivité vis-à-vis des molécules voisines. Des forces d'attraction s'exercent également entre les atomes d'hydrogène et d'oxygène des molécules d'eau voisines. Cette liaison, dite « pont hydrogène », est cependant moins forte que les liaisons au sein de la molécule elle-même. La distance O-H est alors d'environ 2 angströms. L'importance des ponts hydrogène entre les molécules d'eau explique les différences d'organisation des molécules aux états gazeux, sans liaison ; liquide, avec quelques liaisons déformables ; et solide, à structure rigide(**Rachid S., 2010**).

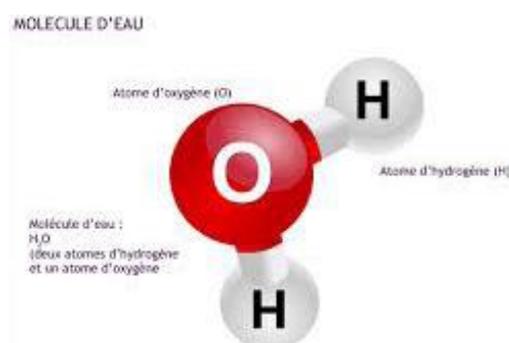


Fig.01: Structure de la molécule d'eau (J-C Boglin. 2001).

I- 3. L'importance de l'eau

L'eau est un élément essentiel à toute vie humaine, végétale ou animale. Elle est considérée comme la substance la plus importante sur Terre, (Festy, 2003). S'il n'y avait pas d'eau il n'y aurait pas de vie sur terre, plusieurs recherches ont démontré que l'eau a été toujours considérée comme partie intégrante du développement énergétique de la production et aussi un élément fondamentale du développement économique durable, sa qualité est un facteur influençant l'état de santé et la mortalité à la fois chez l'homme et les animaux. (Khettaf, 2018)

I-4. Le cycle de l'eau

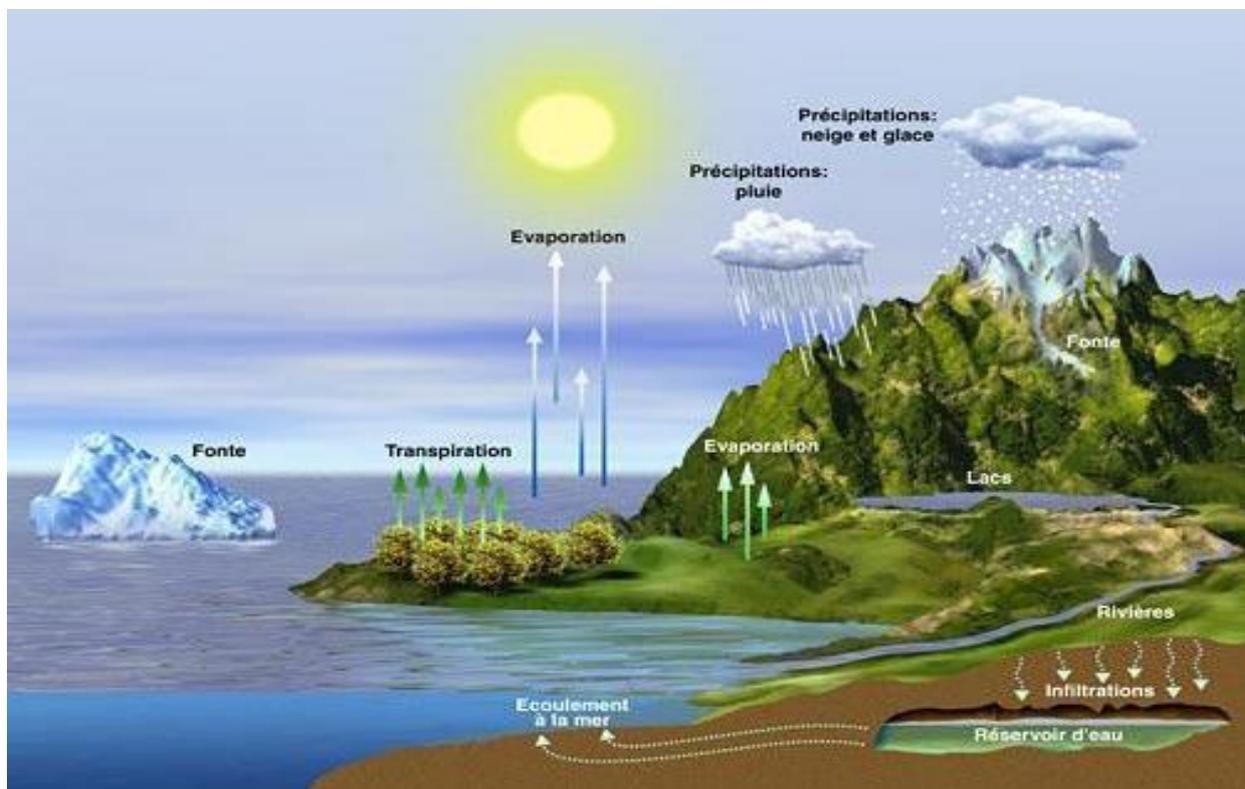


Fig. 02 : Cycle de l'eau (Blifert, Perraud, 2001).

L'eau est présente dans la nature sous trois formes (liquide, gazeux et solide), elle parcourt un cycle éternel. L'évaporation lente et incessante des mers, océans, lacs et fleuves, provoque la formation des nuages dans la haute atmosphère, qui par condensation se transforment en pluie. Une fraction des eaux de pluie ruisselle à la surface du sol et va rejoindre les cours d'eau et les lacs, d'où elle est sujette d'une part à l'évaporation d'autre part à l'infiltration à travers le sol et le sous-sol, elle alimente les aquifères.

L'écoulement de l'eau souterraine ou exutoire se fait soit par la mer pour les villes côtières, soit elle alimente les rivières et sources.

Enfin, l'eau peut revenir directement à sa phase liquide dans l'atmosphère par la transpiration des végétaux qui éliminent ainsi une partie de l'eau contenue dans les sols et conservent une partie de l'eau de pluie dans leur feuillage.

L'eau réalisant ainsi un cycle, la quantité d'eau dont dispose notre planète reste toujours la même, il n'y a que l'état de l'eau qui change.

I-5. Les types des eaux

I-5-1. Les eaux naturelles

L'eau prélevée dans le milieu naturel n'est pas utilisée directement pour la consommation humaine. Elle doit subir des traitements selon les exigences réglementaires de qualité en tout point de réseau (Taliby, 2017).

Les réserves de l'eau naturelle sont constituées des eaux de surfaces qui comprennent (les eaux circulant dans des fleuves ou rivières et des canaux, les eaux de surfaces stagnantes (lacs, barrage, étangs)(Pedro., 2012).

I-5-2. Les eaux de surfaces

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles ont pour origine, les nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement.

Les eaux de surface sont moins stables, et contiennent des matières minérales et organiques en suspension qui peuvent engendrer des désagréments olfactifs et gustatifs. Elles nécessitent un traitement physico-chimique parfois complexe dans des infrastructures importantes (Sari, 2014).

I-5-3. Les eaux souterraines

Les eaux souterraines constituent 20% des réserves d'eau sur Terre soit environ 100 millions de m³. Leur origine est due à l'accumulation des eaux d'infiltration. Elle varie en fonction de la porosité et de la structure géologique des sols et le sous sol. Elles sont généralement d'excellentes qualités physico-chimiques et bactériologiques (Rodier., 1997).

I-6. L'utilisation de l'eau

L'homme a besoin de grandes quantités d'eau dans de nombreux usages de l'eau à savoir, les besoins quotidiens ou domestiques ainsi que pour ces activités économiques, industrielles et de l'agriculture, chacun de ces usages présente ses propres contraintes en matière de quantité et de qualité des eaux utilisées (Azzam., 2005)

I -6-1. L'usage domestique

Chaque être humain consomme en moyenne 150 litre d'eau par jour, l'essentielle de l'eau consommée est utilisée pour l'hygiène corporelle, les sanitaires, l'entretien de habitats et divers tâches ménagères.

I -6-2. L'usage agricole

L'agriculture est un gros consommateur d'eau essentiellement à des fins d'irrigation, il faut ajouter que l'aquaculture (algues, mollusque, crustacés, et poisson) est assimilée aux activités agricoles.

I -6-3. L'usage industriel

L'utilisation de l'eau dans le domaine industriel inclus son utilisation pour plusieurs fins telles que la fabrication, le traitement, le lavage, la dilution et le refroidissement, ou le transport d'un produit, elle aussi est très utilisée pour le lavage et l'évacuation des déchets (**Azzam. 2005**).

Chapitre II

LA QUALITÉ DE L'EAU

II-1. Introduction

La qualité d'une eau est définie par des paramètres physiques, chimiques et biologiques mais également par son usage. Ainsi, une eau impropre à la consommation peut être adaptée à l'irrigation ou à la pisciculture.

Dans les pays en voie de développement à climat aride, le rôle des eaux souterraines est d'autant plus important qu'elles constituent souvent la seule source d'approvisionnement en eau potable, ils sont donc vitales pour le développement de ces pays (Travi., 1993).

Naturellement filtrée par le sol, l'eau souterraine est le plus souvent de bonne qualité et exempte de micro-organismes pathogènes. Celle-ci demeure cependant une ressource fragile. Les sources de contamination peuvent affecter la qualité et la rendre impropre à toute fin. L'épandage et le stockage de sels de déglacage (sels de voirie), les fuites de réservoirs d'essence, les débordements d'installations septiques et l'usage d'engrais et de pesticides sont quelques exemples de sources de contamination susceptibles d'affecter les eaux.

Les scientifiques évaluent la qualité de l'eau souterraine en mesurant les quantités des divers constituants contenus dans l'eau. Ces quantités sont souvent exprimées en milligrammes par litre (mg/l). La question de la qualité de l'eau au sein des programmes humanitaires se pose essentiellement en termes de consommation humaine et d'irrigation.

II- 2. Les critères de la qualité de l'eau

II -2-1 Les critères organoleptiques

Les critères organoleptiques concernant les qualités sensibles de l'eau comme la couleur, la saveur, l'odeur et la transparence, elles peuvent être définies comme l'ensemble de ses caractéristiques perçues et évaluées par les sens du consommateur ou par ceux d'un expert.

II-2-1-1 la couleur

Elle dépend de la nature et la concentration des matières colorantes, elle provient de la dégradation des matières végétales, les matières organiques colorantes comme l'acide humique et fulvique. (Tardat.,1984)

II -2-1-2. La saveur et l'odeur

Une eau destinée à l'alimentation doit posséder un goût et une odeur non désagréable. Les odeurs sont causées par la présence dans l'eau de substances relativement volatiles. ces substance peuvent être inorganique comme (le chlore, les hypochlorites...) ou organiques.

Comme (les esters, les alcools,...) qui provient de la décomposition de matière animales ou végétales. Les eaux potables doivent avoir aussi une saveur agréable. Les principaux corps qui peuvent donner à l'eau une saveur désagréable sont le fer et le manganèse, le chlorure actif et le phénol (Rodier J., 2005).

II -2-2 Les critères physico-chimiques

II -2-2-1 La température

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

II -2-2-2 . Le potentiel hydrogène Ph

Le pH est le paramètre essentiel pour qualifier l'acidité ou la basicité d'une solution aqueuse. Il est en fonction de la quantité d'acide ou de base présent dans la solution et du degré de dissociation de l'acide ou de la base, ce facteurs traduit l'activité des ions H_3O^+ ou OH^- dans le milieu aqueux. Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4.5 à 8.3 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés (R.Bourrier Bechir Selmi., 2011).

Tableau.01 : classification des eaux d'après leur pH (Apfelbaum.,1995).

$Ph < 5$	<i>Forte acidité => présences d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles</i>
$Ph = 7$	<i>Ph neutre</i>
$7 < Ph < 8$	<i>Neutralité approche =>majorité des eaux de surfaces</i>
$5,5 < Ph < 8$	<i>Majorité des eaux souterraines</i>
$Ph = 8$	<i>Forte alcalinité, évaporation intense</i>

II -2-2-3 la turbidité

La turbidité est la mesure de l'aspect trouble de l'eau .C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES), comme les argiles, les limons est les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale. La turbidité résulte de la diffusion de la lumière qui est ainsi déviée dans toutes les directions. Ce sont des particules en suspension dans l'eau qui diffusent la lumière. Leur origine peut être extrêmement variable : érosion des roches, entraînement des matières minérales ou organiques du sol, déversement d'eaux usées domestiques ou industrielles riches en matières en suspension grossières (Tardat., 1984).

II -2-2-4 Les ions majeurs

La minéralisation de la plus part des eaux est dominé par huit ions appelés couramment les ions majeurs. On distingue les cations comme le calcium, le magnésium, le sodium, le potassium et les anions on a le chlorure, le sulfate, les nitrates, les nitrites, et les bicarbonates (Apflbaum.,1995).

II -2-2-5. L'alcalinité

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des hydrogénocarbonates (HCO_3^-), des carbonates (CO_3^{2-}) et hydroxyde (OH^-). On distingue deux types d'alcalinité :

a. L'alcalinité à la phénolphtaléine ou TA

Le titre alcalimétrique simple (TA) permet de connaître la teneur complète d'hydrate alcalin (OH^-) et la moitié des carbonates (CO_3^{2-}) de l'eau.

$$TA = [OH^-] + 1/2 [CO_3^{2-}]$$

b. L'alcalinité au méthyle orange ou TAC

Le titre alcalimétrique complet (TAC) permet de connaître la teneur complète des carbonates, bicarbonates, et des hydrates alcalins contenus dans l'eau (Tardat.,1984).

$$TAC = [OH^-] + [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-]$$

II -2-2-6. La conductivité

La conductivité électrique est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Elle est peut être considérée comme la somme des conductivités des différents ions présents dans l'eau. La conductivité électrique standard s'exprime généralement en milli siemens par centimètre (ms/cm).ou en micro siemens par centimètres ($\mu s/Cm$) (Dore ., 1995).

Tableau 02 : classification des eaux selon la conductivité.(Rodier. j .,2005)

Types d'eau	Conductivité ($\mu s/Cm$)
Eau pure	23
Eau douce peu minéralisée	100 à 200
Eau minéralisée	250 à 500
Eau très minéralisée	1000 à 2500

II -2-2-7. La minéralisation globale

La minéralisation de l'eau est en fonction de la géologie des terrains traversés. Généralement, elle est plus élevée dans les eaux souterraines que dans les eaux superficielles. Les eaux très minéralisées, du fait de leur teneur en sels dissous, semblent bien contribuer à l'homéostasie de l'homme et surtout de l'enfant ; cependant, elles peuvent poser des problèmes endocriniens très complexes (Rodier J., 2005). Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité (Rodier J., 2009).

II -2-2-8 . Titre hydrotimétrique TH

Le titre hydrotimétrique TH ou dureté totale indique la teneur globale en sel de calcium et de magnésium qui sont responsables de la dureté de l'eau, dans la plupart des eaux naturelles, le calcium contribue au TH dans la proportion de 70 à 90 %. Initialement, la dureté d'une eau exprimait l'aptitude de cette eau à réagir et à faire mousser du savon. À l'heure actuelle on appelle dureté ou titre hydrotimétrique (TH) la somme des cations alcalinoterreux présents dans une eau (Chaouki., 2016).

Toutefois, on distingue différents types de duretés suivantes :

- 1- Dureté totale : Elle englobe tous les sels de calcium et de magnésium.
- 2- Dureté calcique : Elle est engendrée par la présence du seul calcium.
- 3- Dureté magnésienne : Elle est causée par des sels de magnésium.
- 4- Dureté temporaire : appelée aussi dureté carbonatée correspond aux carbonates et bicarbonates de calcium susceptibles de précipiter par ébullition.
- 5- Dureté permanente : Elle est nommée dureté non carbonatée, elle correspond aussi aux sulfates et aux chlorures de calcium stable.

La connaissance de ce paramètre permet de tirer des conclusions sur la qualité de l'eau (tableau ci-dessous) :

Tableau 03: classification de l'eau selon la dureté totale

<i>TH en degré français (°F)</i>	<i>Spécificité de l'eau</i>
<i>0 à 6</i>	<i>Eau très douce</i>
<i>6 à 15</i>	<i>Eau douce</i>
<i>15 à 30</i>	<i>Eau moyennement dure</i>
<i>30 à plus</i>	<i>Eau très dure</i>

Sources (Bernes., et al 1991)

II-4. Caractéristique chimique de l'eau

Une eau destinée à la consommation doit être exempte de substances chimiques toxiques, mais doit contenir sans excès un certain nombre d'éléments minéraux dont la présence est souvent nécessaire à l'organisme humain (iode par exemple).

Ces éléments confèrent d'ailleurs un goût et une saveur spécifiques à l'eau de boisson (Bouziani., 2000).

Tableau 04 : les concentrations maximales des substances chimiques contenues dans l'eau potable selon (OMS, 1997).

<i>Les substances admissibles</i>	<i>La concentration en (mg/l)</i>
<i>Chlorure Cl⁻²</i>	<i>250-500</i>
<i>Sulfate SO⁻⁴</i>	<i>500</i>
<i>Magnésium Mg²⁺</i>	<i>30-60</i>
<i>Calcium Ca²⁺</i>	<i>50-200</i>
<i>Sodium Na⁺</i>	<i>150-200</i>
<i>Potassium K⁺</i>	<i>12-20</i>
<i>Bicarbonate HCO³⁻</i>	<i>200-600</i>
<i>Les substances indésirables</i>	<i>La concentration en (mg/l)</i>
<i>Nitrate</i>	<i>50</i>
<i>Nitrite</i>	<i>0,1 ou 0,02</i>
<i>Ammonium</i>	<i>0,2-0,3</i>
<i>Fer</i>	<i>0,3</i>
<i>zinc</i>	<i>5</i>
<i>Manganèse</i>	<i>0,1</i>
<i>Cuivre</i>	<i>1</i>
<i>Les substances toxiques</i>	<i>La concentration en mg/l</i>
<i>Cadmium Cd</i>	<i>0,05</i>
<i>Plomb Pb</i>	<i>0,005</i>

II -2-3 les Analyses bactériologiques de l'eau

II -2-3 -1 Les germes totaux

Ce sont des germes qui se développent dans des conditions aérobies. Leur présence est indicatrice de pollution bactérienne. Leur dénombrement dans une information sur la qualité hygiénique de l'eau destinée à la consommation humaine.

Ainsi, ils renseignent sur le degré de protection des nappes souterraines d'où provient l'eau analysée (Rodier j., 2005).

II -2-3 -2 les Coliformes

Les coliformes appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae. Le terme coliforme correspond à organisme en bâtonnet, non sporogènes, gram négatif, oxydase négatif, anaérobie facultatif, capable de fermenter de lactose et (mannitol) avec production d'acide et gaz en 48 heures de température de 35 °C et 37 °C. Les coliformes comprennent les genres : Escherichia, Citrobacter, Enterobacter, Klebsiella, Yersinia, Serratia. (Rodier j.,2009).

II -2-3 -3 Les coliformes fécaux ou coliformes thermo -tolèrent

Les coliforme fécaux ou coliforme thermo tolèrent correspondant à des coliforme qui présente les mêmes propriétés (caractéristique des coliforme) après incubation à la Température de 44 °C.

L'Escherichia coli est sans doute le plus spécifique de tous les germes de contamination fécale. Le terme (Escherichia coli présumé) correspond à des coliformes thermo tolèrent qui produisent de l'indole à partir de tryptophane à 44°C et ont des caractères biochimique propre à cette espèce

II -2-3 -4 Les streptocoques fécaux

Sous la dénomination générale de streptocoque fécaux, il faut entendre l'ensemble des Streptocoque possèdent une substance antigénique caractéristique du groupe D de Lance Field. (RodierJ ., 2005).

Deuxième partie

PARTIE EXPÉRIMENTALE

Chapitre III

MATÉRIEL ET MÉTHODES

III 1. Introduction

Le chimisme des eaux souterraines dépend, principalement, de la Composition lithologique des couches traversées et du temps de séjour des eaux. Cette interaction influe sur la teneur des éléments majeurs (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- ).

Les concentrations de ces éléments naturels sont conditionnées par divers facteurs tels que les paramètres climatiques, l'activité anthropique, les échanges entre aquifères et les eaux de surface. Les activités anthropiques ont une influence non négligeable sur la qualité physicochimique des eaux souterraines. On observe principalement un type d'influence :

- Rejets des eaux usées : apports de Na^+ , K^+ , NO_3^- , Cl^- et quelques métaux lourds. Notre étude a porté sur l'analyse des paramètres physico-chimiques et microbiologiques des eaux de six sources.

L'étude de la qualité des eaux de sources comporte trois étapes :

- Prélèvement d'échantillonnages
- Analyse
- Interprétation

III -2 Présentation de la zone d'étude

La ville de Miliana, est située à 750 mètres d'altitude, dominée par le Zaccar culminant à 1579 mètres appelé Zaccar Gharbi, c'est un chaînon, d'une quinzaine de Km de longueur, et d'une largeur de 6 Km, il occupe une surface de 90 Km² environ.

Elle est limitée par :

- ✓ Les Monts *schisteux* de BOUMÄAD au Nord.
- ✓ La plaine du haut Chelif au Sud .
- ✓ La ville de Ain Benien à l'Est.
- ✓ Les Monts de Arib à l'Ouest .

Le Zaccar Gharbi est formé essentiellement par des roches carbonatées qui affleurent que dans les parties élevées du massif, on le rencontre plus en haut de la ville à environ 800 m. Les formations lithostratigraphiques sont excessivement perméables formant l'aquifère principal de la région. Au sud et en bas de la ville émergent plusieurs sources de débits non négligeables.

Le massif du Zaccar se caractérise de manière générale par l'existence de fractures, de plis, et de failles et des accidents orientés grossièrement Est-Ouest et Nord –Sud, ces accidents sont très développés au Nord du massif.

Le climat du secteur est doux et tempéré, ses sources et sa végétation verdoyante, a été toujours pour ses visiteurs conquérants ou voyageurs, un havre de paix, riche par les couleurs de ses paysages et d'un attrait par ses sites touristiques.

L'hydrogéologie est représentée par un aquifère hétérogène formant un karst, d'où l'étude est basée sur la qualité de l'émergence de quelques sources choisies.

Ces sources constituent des exutoires naturelles de l'aquifère, elles sont localisées dans le piémont du Zaccar et ils représentaient des eaux de bonnes qualités, souvent utilisées à des soins médicaux ; elles ont été pendant longtemps, considérés comme « eaux propres » répondant naturellement aux normes de potabilité mais actuellement ces sources sont menacées de pollution diverses car les aquifères karstiques sont des nappes d'eau souterraines très vulnérable à la pollution.

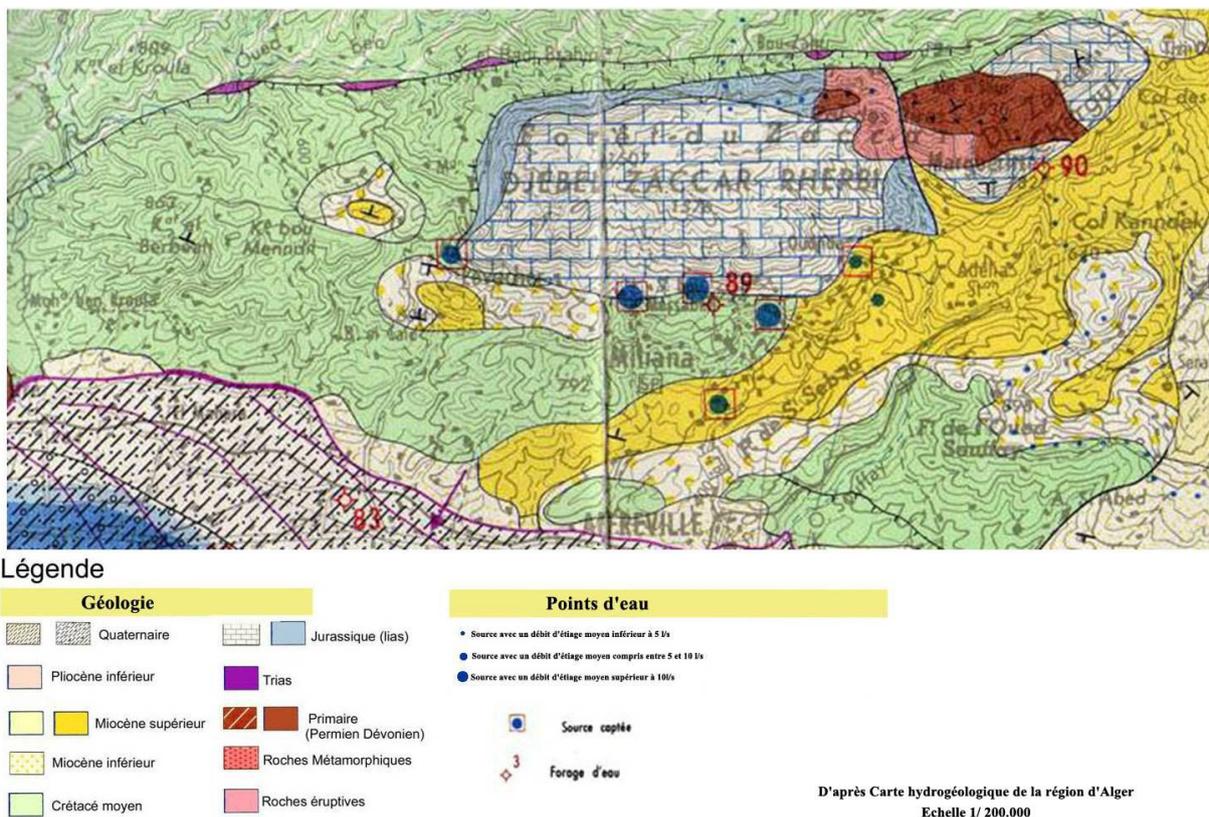


Fig. 03 : Carte de situation des sources de la région d'étude.

III-3. Matériel et méthodes

III-3-1. Échantillonnage et analyses hydrochimiques

III-3-1-1. Échantillonnage

Une série de deux campagnes de prélèvement organisées respectivement a permis de recueillir douze échantillons d'eau à partir de 06 sources de la région de *Zougala*, seulement un échantillon a été prélevé au niveau de Khemis-Miliana.

Une première campagne était programmée le 09 juin 2019 pour des échantillons destinés à l'analyse chimique. Une deuxième campagne le 26 juin 2019, pour des échantillons destinés à l'analyse bactériologique.

Ces échantillons d'eau ont été recueillis dans des flacons stériles en polyéthylène de capacité d'un litre, conservés dans des glacières contenant des carboglaces et analysés juste après la campagne de prélèvement. Les flacons contenant les échantillons doivent être clairement et soigneusement identifiés par des étiquettes qui doivent comporter un certain nombre d'information qui sont la date et l'heure de prélèvement.

Le prélèvement d'échantillon destiné à l'analyse bactériologique, est l'une des étapes les plus importantes pour l'évaluation de la qualité de l'eau. Il est donc essentiel que l'échantillonnage soit effectué avec prudence et de la technique afin d'éviter toutes les sources possibles de contamination. Les échantillons doivent être prélevés dans des flacons en verre blanc, stérilisés au préalable. Le temps entre la collecte et l'examen de l'échantillon ne doit pas excéder 24 heures.

III-3-1-2. Conservation des échantillons

Les prélèvements subiront obligatoirement un certain temps de transport et une attente au laboratoire avant la mise en route analytique. D'une façon générale, le transport à la température de 4 °C et à l'obscurité dans des emballages isothermes permet d'assurer une conservation satisfaisante

III-3-1-3. Méthodes d'analyses

Nous avons déterminé les paramètres physico-chimiques sur le terrain (*in situ*) et les analyses chimiques au laboratoire d'A.D.E par contre les analyses bactériologiques au niveau du labo de l'université selon les techniques de (RodierJ., 2009).

a) Mesures *in situ* des paramètres physico-chimiques :

Les mesures effectuées sur le terrain concernent les paramètres physiques que sont la température (T°C), le potentiel d'hydrogène (pH) et la conductivité électrique (CE), ainsi que l'oxygène dissous. Elles ont été faites immédiatement après prélèvement des échantillons d'eau, à l'aide d'un appareil portatif.

Tableau 05 : paramètre physico-chimique et leur conservation selon (Rodier j., 1987).

Paramètres	Type de récipient	Conservation
Température	/	6 heures
Ph	P ou V	24 heures
Conductivité	P ou V	6à24 heures
Turbidité	P ou V	24 heures
Nitrate	P ou V	24 heures
Nitrite	P ou V	24heures
Alcalinité	P ou V	24 heures
Chlorure	P ou V	1 mois
Magnésium	P ou V	1 mois
Calcium	P ou V	1 mois

b). - Mesures *in situ* du débit

C'est une méthode simple, Nécessitent un récipient et un chronomètre, elle s'applique pour un faible débit. La méthode consiste à mesurer le temps que met le récipient, d'un volume connu, à se remplir d'eau. L'évaluation de débit est donnée par la formule suivante :

$$Q = \frac{V}{t}$$

Ou :

Q : débit en l/s

V : est le volume d'eau en litre de récipient

t : le temps en second pour remplir le récipient

L'erreur de mesure est faible avec ce système et peut être estimé en fonction de l'imprécision sur le temps de remplissage et le volume de seau.

c). Analyses au Laboratoire :

Les échantillons d'eau destinée à l'analyse chimiques ont été faits au sein du laboratoire de l'A.D.E et les analyses bactériologiques au niveau du laboratoire de microbiologie de l'université de Khemis-Miliana, le labo de l'université nous a offert tous les moyens du bord pour effectuer les analyses disponibles.

Pour cela plusieurs méthodes analytiques ont été utilisées :

Les méthodes de dosage colorimétrique ont permis de déterminer les nitrates (NO_3^-), les sulfates (SO_4^{2-}), le potassium (K^+), le manganèse (Mn^{2+}), les phosphates (PO_4^{3-}).

La méthode volumétrique à l'E.D.T.A a servi à doser le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}) et déterminer la dureté totale de l'eau, à l'aide du titrateur digital. Elle a servi également à doser les chlorures (Cl^-), au nitrate d'argent et les bicarbonates (HCO_3^-) avec l'acide chlorhydrique 0,1 N à partir du titrateur digital.

Le sodium (Na^+) a été déterminé par spectrophotométrie d'absorption atomique avec flamme.

Les analyses effectuées concernaient les paramètres suivants :

- Paramètres organoleptiques
- Paramètres physico-chimiques
- Paramètres de pollution
- Paramètres microbiens.

III-3-1-4. Matériel et Réactifs**❖ Matériel**

- Burette de 25 à 50ml utilise pour E.D.T.A
- Pipette automatique
- Échantillons d'eaux
- Eau distillée
- Béchers
- Spatule
- Agitateur
- Multi paramètre
- Erlenmeyer (fiolle)
- Entonnoir
- Cuvette
- Étuve

- Spectrophotomètre
- Turbidimètre
- Photomètre a flamme Dr. LANGE (JENWAY).
- Bec benzène
- Pipette pasteurs
- Rampe de filtration
- Filtre à 0,45 µm
- Autoclave
- Pince
- Pipette pasteur
- Propipette
- Boites de pétri ;
- Compteur de colonie
- Chronomètre
- ❖ **Réactifs**
- Solution de nitrate d'argent de (AgNO_3)
- Solution d'indicateur de chromate de potassium (K_2CrO_4)
- Solution noir Ériochrome
- E.D.T.A (Éthylène diamine tétra acétique) ou acide éthylène diamine tétra acétique
- Solution de Salicylate de Sodium
- Solution d'hydroxyde de Sodium
- Solution de tartrate double de sodium et de potassium.
- Solutions tampon
- Murexide
- Noir Ériochrome (NET)
- ❖ **Milieu de culture bouillon**
- 1. Gélose Tergitol
- 2. bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol
- 3. Bouillon de ROTHE

III-3-1-5.L'analyse chimique

A)-1'Oxygènes dissous

-Principe

La réduction de l'oxygène, au niveau d'une cathode convenable, engendre un courant proportionnel à la pression partielle d'oxygène dans la solution (ADE.,2019).

-Mode opératoire

On effectue le dosage directement en plongeant les électrodes dans l'eau à analyser.

B)- Le dosage du Calcium et du Magnésium

-Objectif

Détermination de la concentration du calcium et du magnésium dans l'eau

-Principe

Titrage par des ions calcium avec une solution aqueuse de l'E.D.T.A a un ph compris entre 12 et 13. L'indicateur utilisé est le murexide, qui forment complexe rose avec le calcium.

Lors du titrage, l'E.D.T.A réagit avec les ions calcium, l'indicateur vire alors de la couleur rose à la couleur violet (ADE ., 2019).

Mode opératoire (Ca²⁺) ;

- 1-prélever 10ml d'échantillons de l'eau
- 2-diluer avec l'eau distillée jusqu' à 50 ml
- 3-ajouter 2 ml de tampon de NaOH
- 4-ajouter quelque quantité de murexide e
- 5-ajouter dans la burette E.D.T.A et titrer jusqu' a au virage violet

B-1. La mesure du magnésium et du calcium:

-Objectif

Détermination la concentration du magnésium dans l'eau

-Mode opératoire (Mg²⁺)

- 1- Prélever 10 ml d'échantillons d'eau
- 2- Diluer avec l'eau distillée jusqu' à 50 ml
- 3- Ajouter 2 ml de tampon ph =10
- 4- Ajouter quelque quantité de noir eriochrome
- 5- Ajouter dans la burette l'E.D.T.A et titrer jusqu' a au virage bleu

• Expression des résultats

1) . La détermination du Magnésium en mg/l est donnée par la formule suivante :

$$\text{Mg}^{2+} \text{ en } \frac{\text{mg}}{\text{l}} = \frac{V_2 \times V_1 \times N_{\text{EDTA}} \times F \times M_{\text{Mg}^{2+}} \times 1000}{\text{PE}}$$

V₂: volume total de l'E.D.T.A

V_1 : volume de l'E.D.T.A nécessaire pour une concentration donnée.

C : concentration molaire de l'E.D.T.A (0,01 M)

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

$P.E$; prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage)

F : facteur de dilution

2). La détermination du Calcium en mg/l est donnée par la formule suivant :

$$Ca^{2+} \text{ en } \frac{mg}{l} = \frac{V_1 \times N_{EDTA} \times F \times M_{Ca^{2+}} \times 1000}{PE}$$

V_1 : volume de l'E.D.T.A nécessaire pour une concentration donnée

C : concentration molaire de l'E.D.T.A

MCa^{2+} : masse molaire du calcium en g / mol

$P.E$; prise d'essai (volume de l'échantillon nécessaire pour ce dosage)

F ; facteur de dilution

B-2. Le dosage de la dureté totale (titre hydrométrique TH)

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des Concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux Alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout Due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les Ions fer, aluminium, manganèse, strontium. La dureté est encore appelée dureté calcique et magnésienne ou consommation De savon. Elle s'exprime en milliéquivalents de concentration en $CaCO_3$. Elle est aussi très souvent donnée en degrés français (Rodier J., 2009.).

-Principe

Les alcalinoterreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe du type chélate par le sel di sodique de l'acide éthylène diamine tétra étique à pH 10. La disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelée par le virage d'un indicateur spécifique, le noir urochrome. En Milieu convenablement tamponné pour empêcher la précipitation du magnésium, la méthode permet de doser la somme des ions calcium et magnésium.

B-3. Le dosage du sodium et du potassium

-Principe

La photométrie de la flamme, Appareil Dr. LANGE (JENWAY) (Rodier j ., 2009).
Le résultat est donné directement en mg/l.

-Mode opératoire

- allumer l'appareil à l'aide du bouton vert (power)
 - ouvrir le robinet de la bouteille du gaz
 - allumer la flamme à l'aide du bouton noir « IGNITION » sans lâcher le doigt jusqu'à l'affichage FLM en rouge sur écran.
 - pipeter de l'eau distillée remplie dans une cuvette.
 - optimiser la flamme si elle est jaune à l'aide d'un bouton noir fuel jusqu'à ce que la couleur devienne bleu violacée.
 - optimiser à zéro à l'aide du bouton « BLANC »
 - laisser se stabiliser 5 à 10 minutes.
 - une fois qu'elles se stabiliseront, activer la cuvette d'eau distillée et la remplacer par une autre cuvette remplie par une solution étalon de Na^+ ou de K^+ à 10 mg /l.
 - optimiser à 10mg /l à l'aide du bouton FINE
 - retirer la cuvette remplie par une solution étalon de Na^+ ou de K^+ à 10 mg/l et la remplacer par une cuvette remplie d'eau distillée vérifier si l'écran affiche zéro (0.000)
 - retire la cuvette remplie par l'eau distillée et la remplacer par une cuvette remplie par une solution étalon de Na^+ ou de K^+ à 10 mg / l et vérifier l'écran affiche 10.
 - retirer la cuvette et la remplacer par une autre cuvette remplie d'eau distillée
 - à la fin, passer à l'échantillon inconnu jusqu'à ce que la valeur affichée sur l'écran soit stable (3 essais pour chaque échantillon).
- A la fin passer du dosage et par mise de la sécurité, il faut toujours fermer la bouteille de gaz propane en premier lieu ensuite appareiller et la pompe (ADE.,2019).

- **Expression des résultats :**

Le résultat est donné directement en mg/l.

B-4. La détermination de l'alcalinité HCO_3^-

Alcalinité d'une eau correspond à la présence des hydrocarbonates, carbonate et hydroxydes.

-Principe

Détermination des volumes successifs d'acide fort en solution diluée nécessaire pour neutraliser, au niveau de $\text{pH} = 8,3$ et $4,3$, le volume d'eau analysé. La première détermination sert à calculer le titre alcalimétrique (TA), la seconde à calculer le titre alcalimétrique complet (TAC) .(ADE)

-Mode opératoire

Le titre alcalimétrique (TA)

D'une eau permet de connaître sa concentration en carbonate CO_3^{2-} et en bases fortes .autrement dit son alcalinité.

TA=0 si le PH est inférieure à 8,3 et si l'eau contient du chlorure.

B-5. La détermination des HCO_3^-

-Prendre 100 ml d'eau à analyser

-Noter son pH puis on a titré avec HCL a 0,1 N jusqu' à obtention d'un pH de 4,

* **Expression des résultats :**

$$\text{HCO}_3^- \text{ en mg/l} = \frac{V_a \times N_a \times M_{\text{HCO}_3^-} \times 1000}{PE}$$

V_a ; Volume d'acide à verser

N_a ; Normalité d'acide à verser

$M_{\text{HCO}_3^-}$: Masse des bicarbonates HCO_3^-

P.E : prise d'essai.

B-6. Le dosage d'ion de chlorure méthode de Mohr

-Objectif

Détermination la concentration de chlorure (Cl^-) dans un échantillon d'eau pour la méthode de Mohr

-Principe

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titré de nitrate d'argent en présences de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique de chromate d'argent.

-Mode opératoire

- Prendre 5 ml de l'échantillon d'eau
- Ajouter deux gouttes (K_2CrO_4) de chromate de potassium et la couleur doit être jaune
- Titre la solution avec AgNO_3 0,02 N jusqu' au la solution vire jaune rougeâtre qui est le point de fin de titrage

*Expression des résultats

$$\text{Cl}^- \text{ en mg/l} = \frac{V_{\text{AgNO}_3} \times N_{\text{AgNO}_3} \times M_{\text{Cl}^-} \times 1000}{PE}$$

V_{AgNO_3} : Volume d'AgNO₃ nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

N_{AgNO_3} : Normalité d'AgNO₃

M_{CL^-} : Masse molaire des chlorures.

F : facteur de correction du titre d'AgNO₃

PE : prise d'essai

B-7. Nitrite : NO_2^-

Suivant l'origine des eaux, la teneur en nitrites est assez variable, la méthode à la sulfanilamide a une sensibilité de l'ordre de quelques microgrammes par litre. Il sera nécessaire de tenir compte pour l'interprétation des résultats et de prendre toutes précautions utiles pour la pureté des réactifs et la propreté de la verrerie (Rodier., 2009)

-Principes :

Les nitrites réagissent avec la sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N-1NAPHTHYL éthylène diamine dichlorure donne naissance à une coloration rose mesurée à 543 nm.

-Mode opératoire

- 1- Introduire 50 ml d'échantillon d'eau analysé
- 2- ajouter 1 ml du réactif mixte (a) et attendre au moins 20 mn. L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2^-
- 3- Effectuer la lecture à l'aide d'un spectrophotomètre à 543 nm.

-Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l

B-8. Le dosage de nitrate NO_3^-

-Principe

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitro-salicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

-Mode opératoire

- a). Introduire 10ml d'eau à analyser
- b). Ajouter 3 gouttes de la solution d'hydroxyde de Sodium à 30%
- c). Ajouter 1 ml de solution de Salicylate de sodium à 0.5 %
- d). Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88°C
- e). Prendre le résidu avec 2 ml d'acide sulfurique concentré
- f). Laisser reposer 10 minutes ;
- g). Ajouter 15 ml d'eau distillée ;

- h). Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium
- i). Faire la lecture au spectromètre uv visible à la longueur d'onde de 415 nm.A.D.E

Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm multiplié par 4,43 pour obtenir le résultat en NO_3^-

B-9.Dosage de l'ammonium NH_4^+

-Principe

Mesure spectrophotométrique à environ 665 nm du composé bleu formé par la réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium

-Mode opératoire

Prendre 10 ml d'eau à analyser

Ajouter 1 ml de réactif de NAOH I

Ajouter 1 ml de réactif de NAOH II

Attendre 1 h 30.

L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de : NH_4^+

Effectuer la lecture de $\lambda = 655$ nm

-Expression des résultats

Le résultat est donné directement en mg/l.

III-3-1-6. Méthodes d'analyse microbiologique

Les analyses bactériologiques qui ont été effectuées au niveau de laboratoire de microbiologie de l'université de Djilali Bounaama de Khemis-Miliana, consistent à rechercher :

- -les germes totaux
- -les coliformes totaux
- -les coliformes thermo tolérants

A). Recherche des germes totaux

-Mode opératoire

La recherche des germes totaux se fait par la méthode de filtration membranaire un volume d'échantillon de 100 ml d'eau à analyser est filtré à travers une membrane qui retient les micro-organismes. La membrane est ensuite placée sur le milieu de TTC de tergitol.

B . Recherche et dénombrement des coliformes en milieu liquide

A partir de l'eau analysée, porter aseptiquement :

- 5fois 10 ml dans 5 tube contentent 10 ml de milieu BCPL /DC muni d'une cloche de durham.
- 1 ml dans un tube contente 1 ml de milieu BCPL/SC muni d'une cloche de durham.
- 50 ml dans un tube contentent 50 ml de milieu BCPL/DC muni d'une cloche de durham.

Chasser le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu, l'incubation se fait à 37 °C pendant heures.

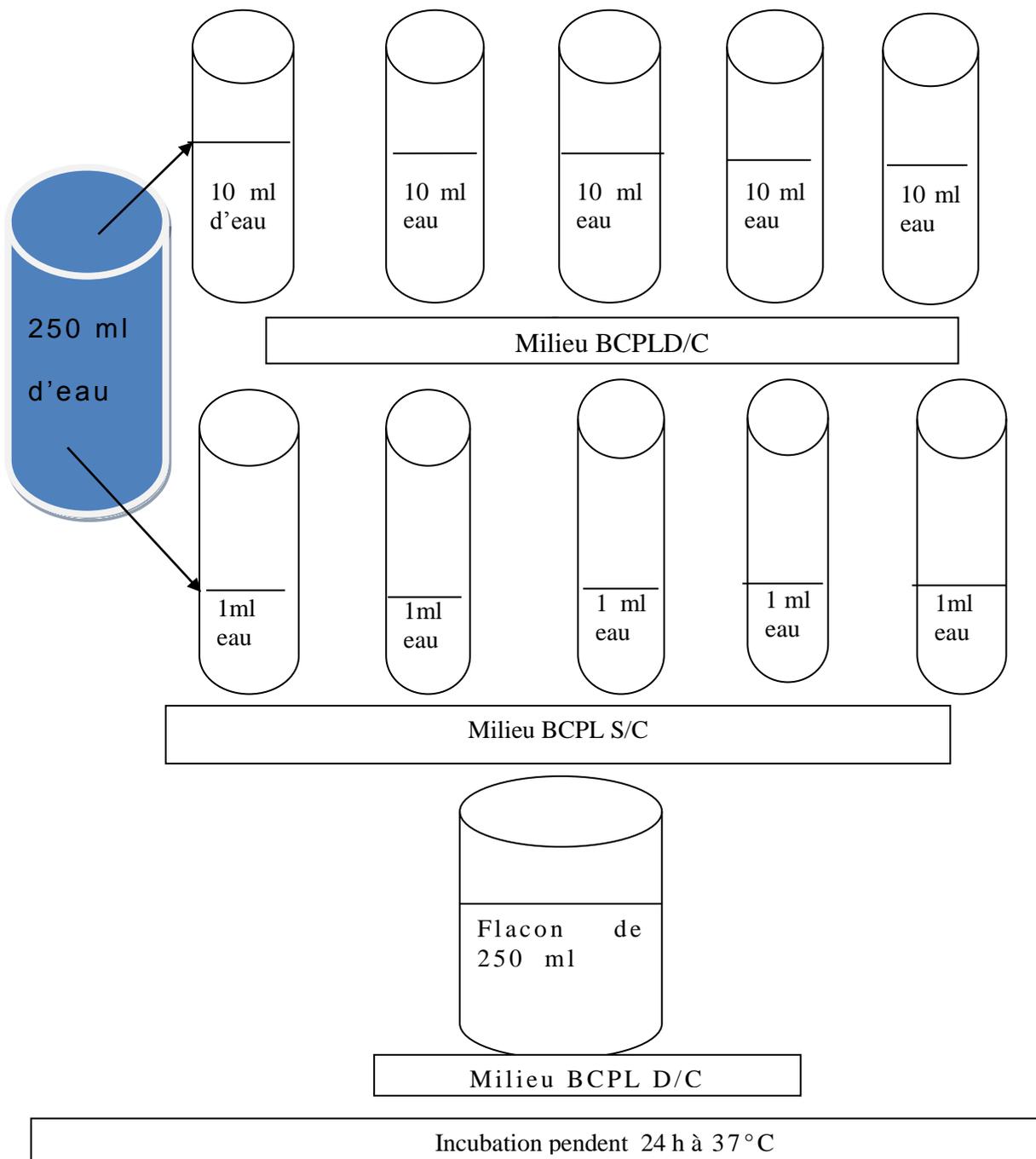


Fig.04: test présomption de coliformes totaux.

Lecture :

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

- Un dégagement de 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 la fermentation du lactose présente dans le milieu).
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac GradyNpp.

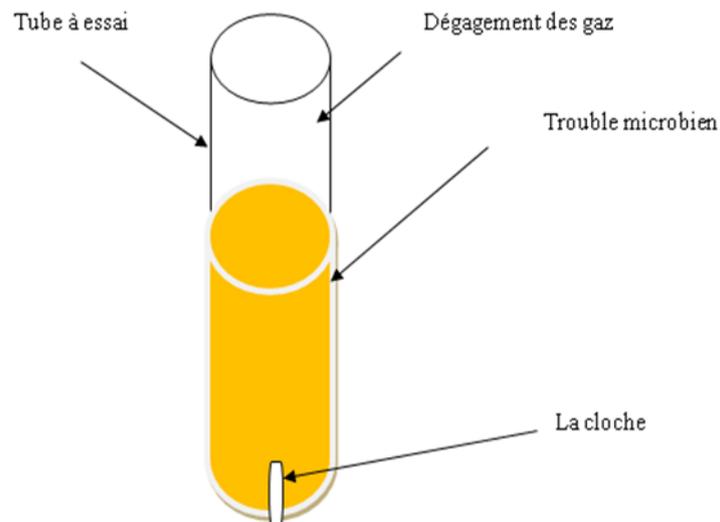
La lecture du tube

Fig. 05 : la lecture des tubes.

Test de confirmation :

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

Les tubes de BSPL positifs, après l'agitation, prélever de chacun deux quelques gouttes à l'aide d'une pipette pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu Eau peptone.

L'incubation se fait à 44 °C pendant 24 heures.

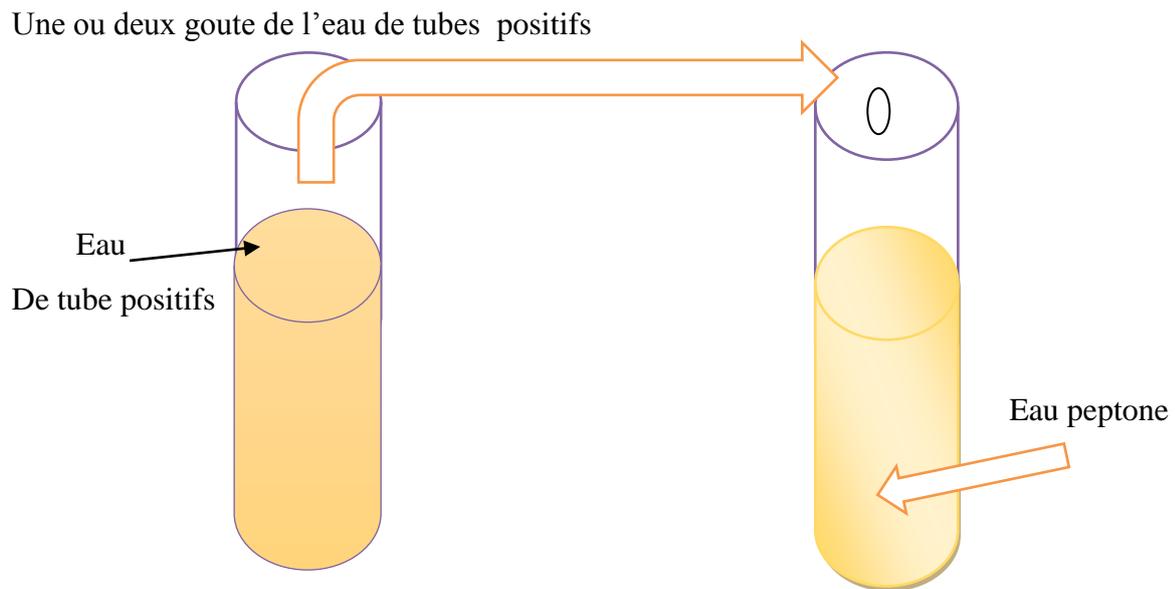


Fig .06 : test de confirmation de coliformes fécaux

Lecture :

Seront considéré comme positif + ; les tube présentant à la fois :

- Un anneau rouge ou rose en surfaces, témoin de la production d indole par *Escherichia coli* après adjonctions de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovac la lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de NPP

2 a 3 goutte de
Réactif Kovac

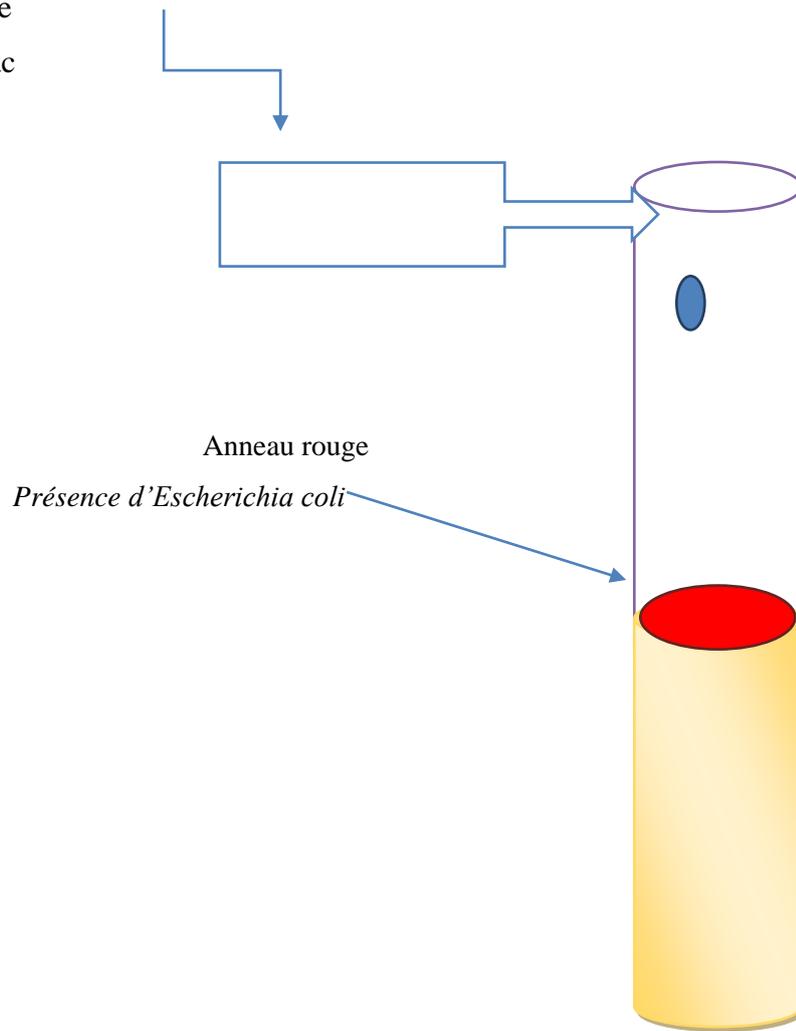


Fig. 07: Test de confirmation d'*Escherichia coli*

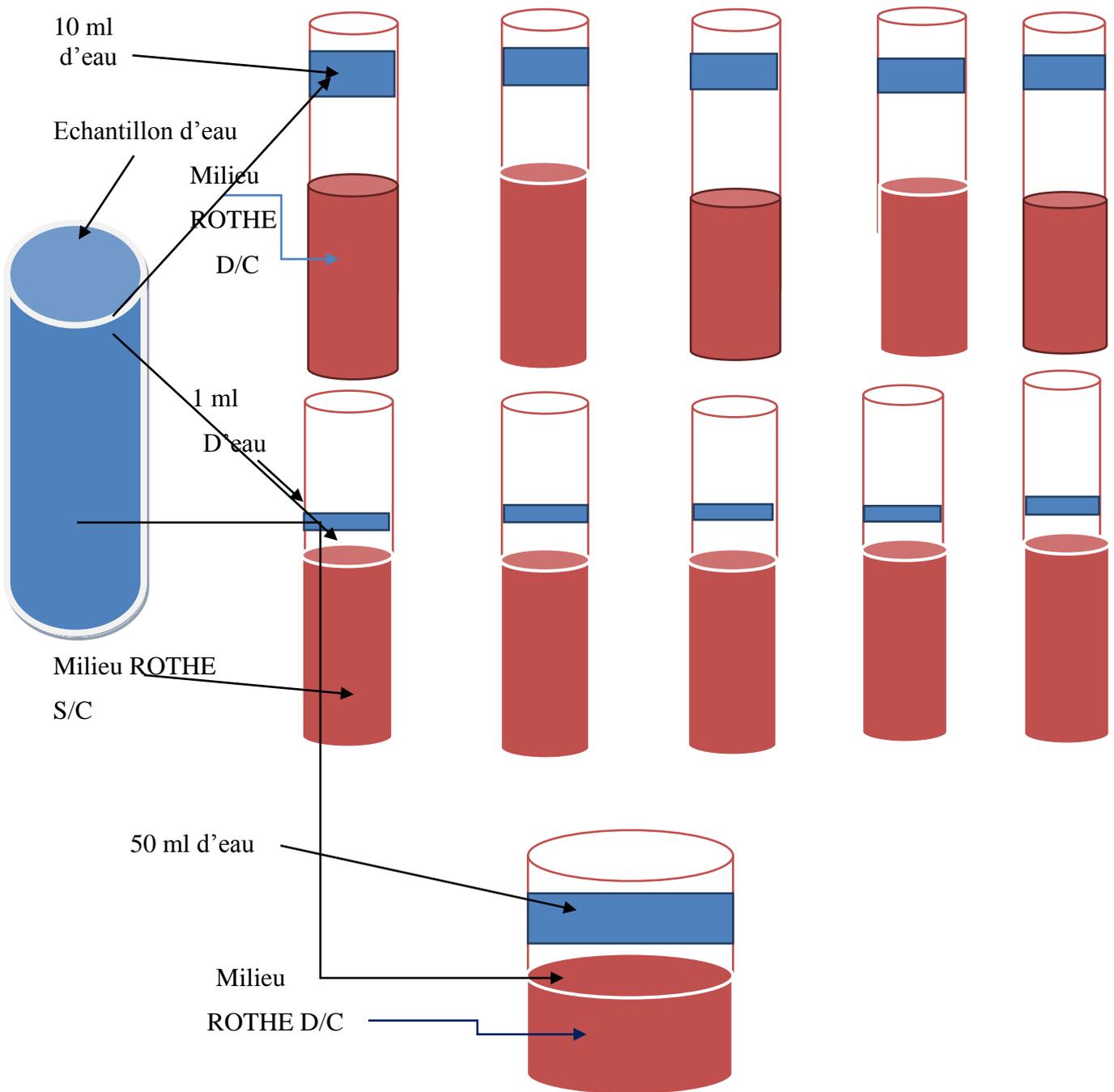
C..Recherche des streptocoques fécaux en milieu liquide

C1.Test de présomption :

A partir de l'eau analysée, porter aseptiquement :

- 5fois 10 ml dans 5 tube contentent 10 ml de milieu ROTHE /DC
- 1 ml dans un tube contente 1 ml de milieu ROTHE/SC
- 50 ml dans un tube contentent 50 ml de milieu ROTHE/DC
- Bien mélanger le milieu et l'inoculum.
- l'incubation se fait à 37 °C pendant 24 heures à 48 heures.

C2. Test de présomption des streptocoques fécaux



Incubation à 37°C pendant a 24 heures

Fig. 08 : Test de présomption de streptocoques fécaux.

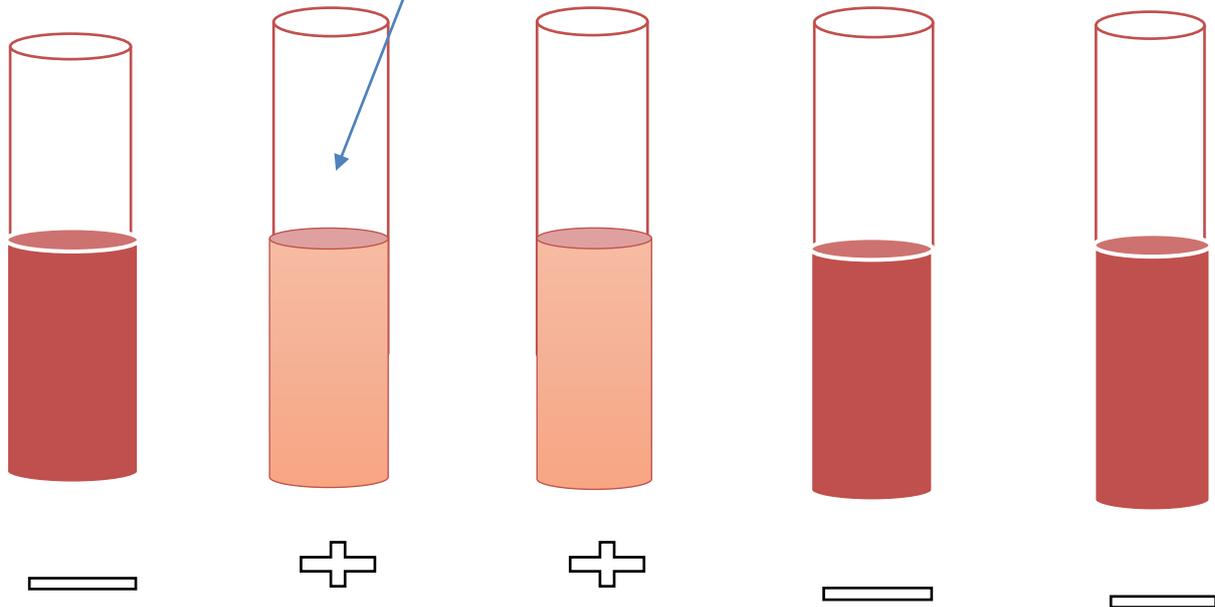
Lecture :

Seront considéré comme positif, les tube présentent 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.

La lecture des tubes :

1- Milieu ROTHE D/C Trouble Microbien



2- MILIEU ROTHE S/C

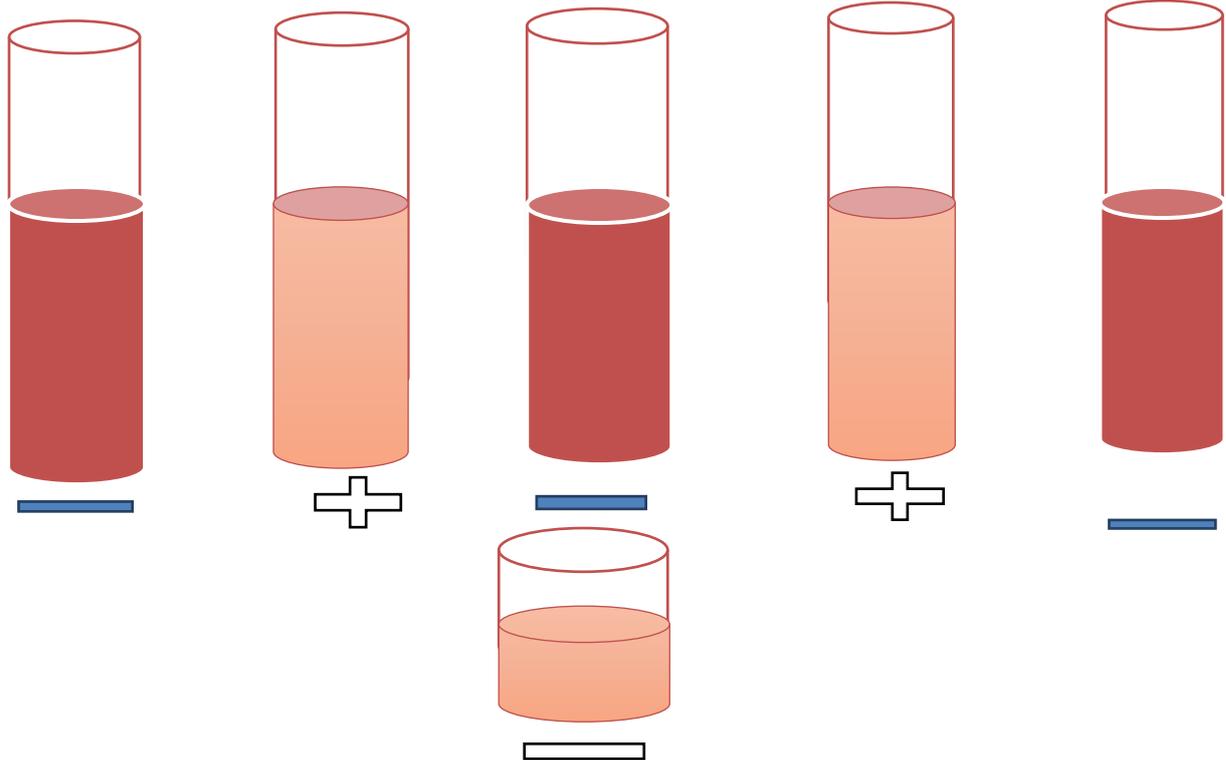


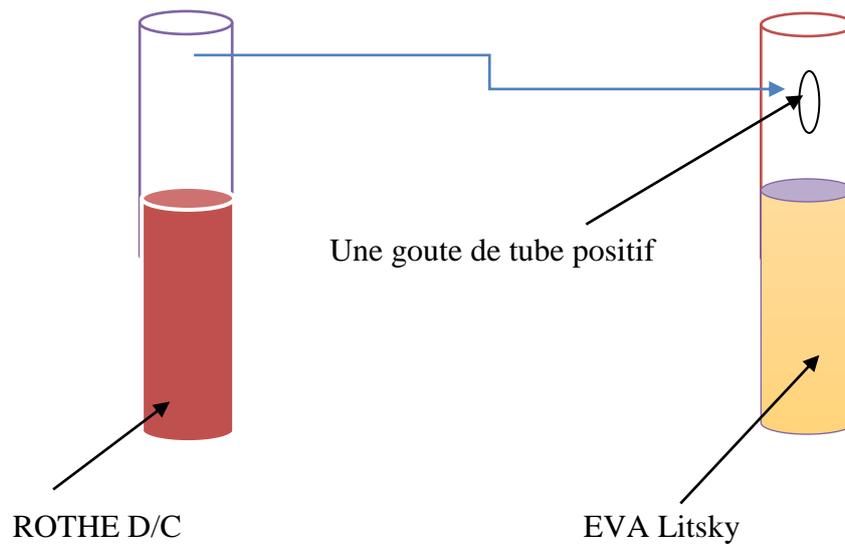
Fig. 09 : La lecture des tubes.

Test de confirmation

Le teste de confirmation est basé sur la confirmation des streptocoques fécaux éventuellement présent dans le teste de présomption.

Des tubes du milieu ROTHE positif, en ajout quelque goutte à l'aide d'une pipette pasteur en milieu EVA LITSKY et incuber se fait à 37 °C pendant 24heures.

1 ou 2 goutte de tube positifs



1 ou 2 goutte de tube positif

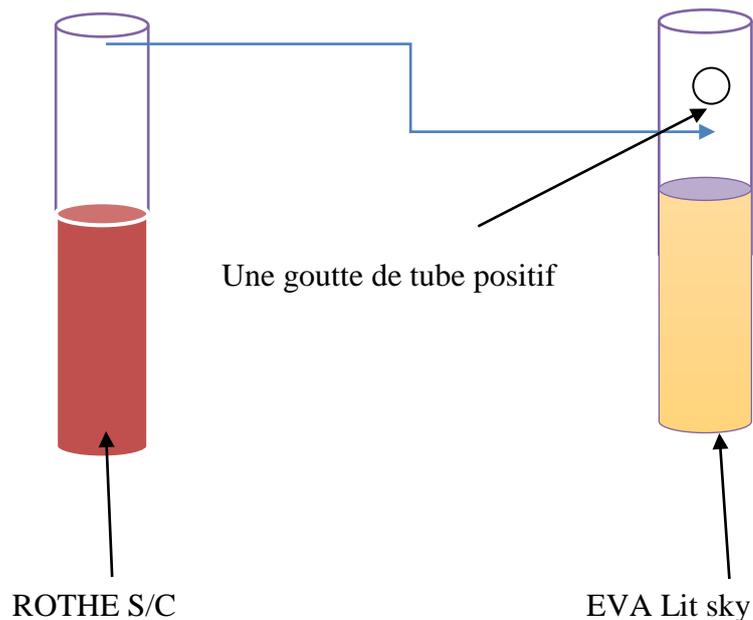


Fig 10 :Test de confirmation des streptocoques

Lecture :

Ils seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois :

- Un trouble microbien
- Une pastille violet blanchâtre au fond des tubes.
- La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de NPP le nombre de streptocoque fécaux sont par 100 ml de l'eau analysé. ADE
- **La lecture des tubes :**

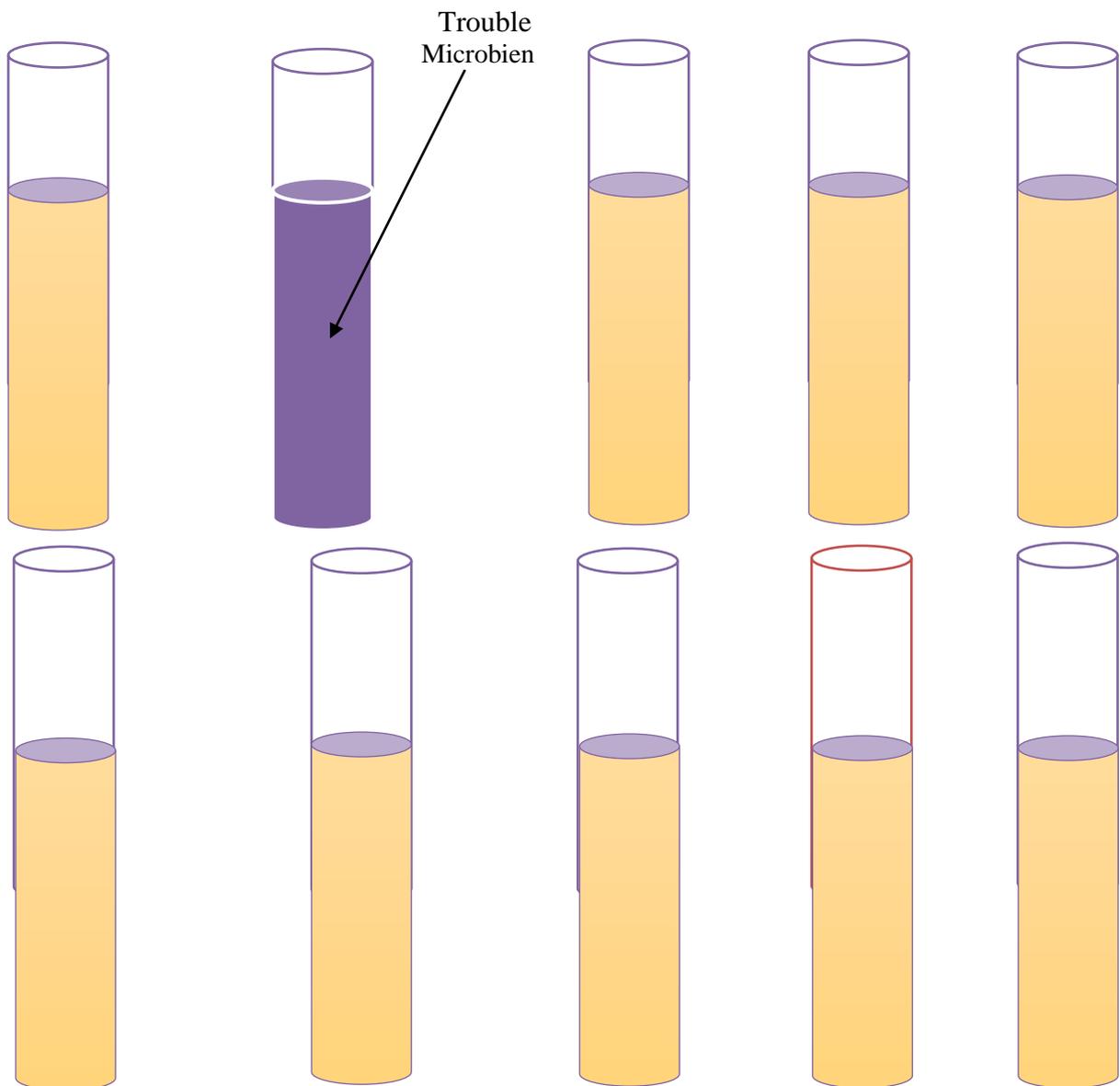


Fig.11 : la lecture des tubes.

Chapitre IV

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

IV-1.Introduction

La connaissance d'une eau saine potable doit faire l'objet d'une étude physico- chimique, chimique et bactériologique, elle joue un rôle très important dans la détermination de la qualité de l'eau, donc de la possibilité de son utilisation pour l'alimentation en eau potable.

IV-2. Les résultats obtenus des analyses physico-chimiques et chimiques

Les résultats des analyses des eaux de six sources de la région de Miliana sont représentés dans les tableaux ci-dessous :

IV-2-1. L'Analyse organoleptique

Les résultats des paramètres organoleptiques des six sources sont présentés dans le Tableau.07

Tableau.07 Les résultats des paramètres organoleptiques

Échantillon	Coloration	Odeur	Saveur
S1(Ain Benachour)	Incolore	Aucune odeur	Agréable
S2(Ain Berkouk)	Incolore	Aucune odeur	Agréable
S3(Ain Talaouchiba)	Incolore	Aucune odeur	Agréable
S4 (Ain sefra)	Incolore	Aucune odeur	Agréable
S5 (AinTamborgia)	Incolore	Aucune odeur	Agréable
S6 (AinFourchia)	Incolore	Aucune odeur	Agréable

IV-2-2. Les résultats des analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques de six sources sont regroupés dans le tableau 08

IV-2-2-1. Les paramètres physiques :

Tableau 08: Les résultats des analyses physiques

Paramètres	Normes Algériennes	S1	S2	S3	S4	S5	S6
pH	6.5-9	7	7.2	7.2	7.6	6.8	6.7
Température (°c)	25°c	18.7	19.5	18.5	16.8	18.1	16.3
Conductivité	2800µS /cm	918	905	1008	112.6	1199.5	1205.5
Turbidité	5 NTU	0.76	1.1	0.33	1.06	0.47	1.01

Le tableau ci-dessus a permis de tracer les histogrammes suivants :

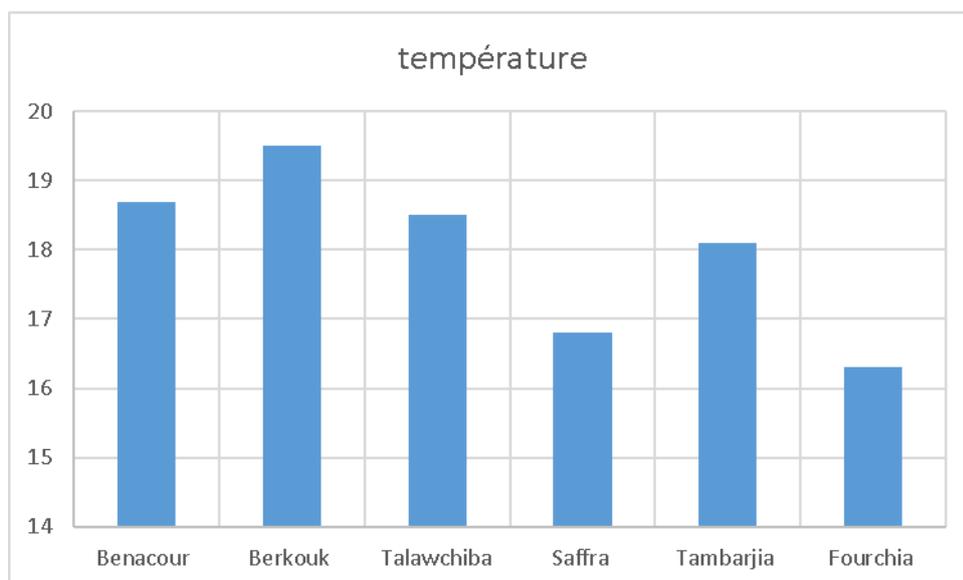
a) La température

Fig12: variation de la température en fonction des sources utilisées.

La température des eaux de sources étudiées varie entre 16,3°C et 19,5°C, la valeur minimale est observée au niveau de la source Ain Fourchia avec 16,3 °C et la valeur maximale est observée au niveau de la source Ain Berkouk 19,5°C. (Fig.12)

Les températures enregistrées restent normales et témoignent du niveau thermique de la saison d'échantillonnage.

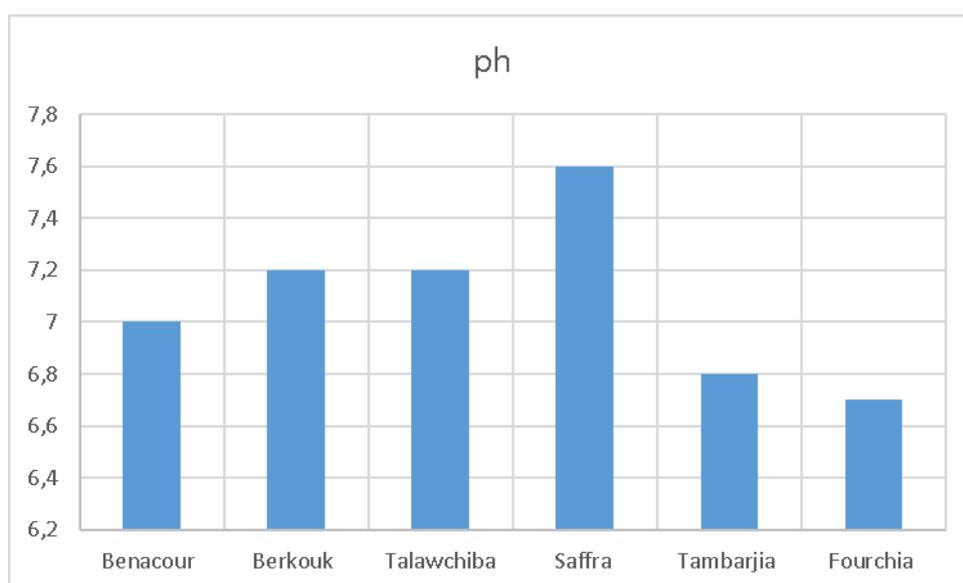
b) Le Ph

Fig.13 : variation des valeurs de ph

Le pH de l'étude varie entre 6,7 à 7,6 indiquant des eaux généralement neutres la valeur minimale est observées au niveau de la source de Ain fourchia et la valeur maximale est observée au niveau de la source de Ain seffra (fig. 13).

Valeur des pH de ces échantillons sont conformes à la norme.

c) La conductivité électrique

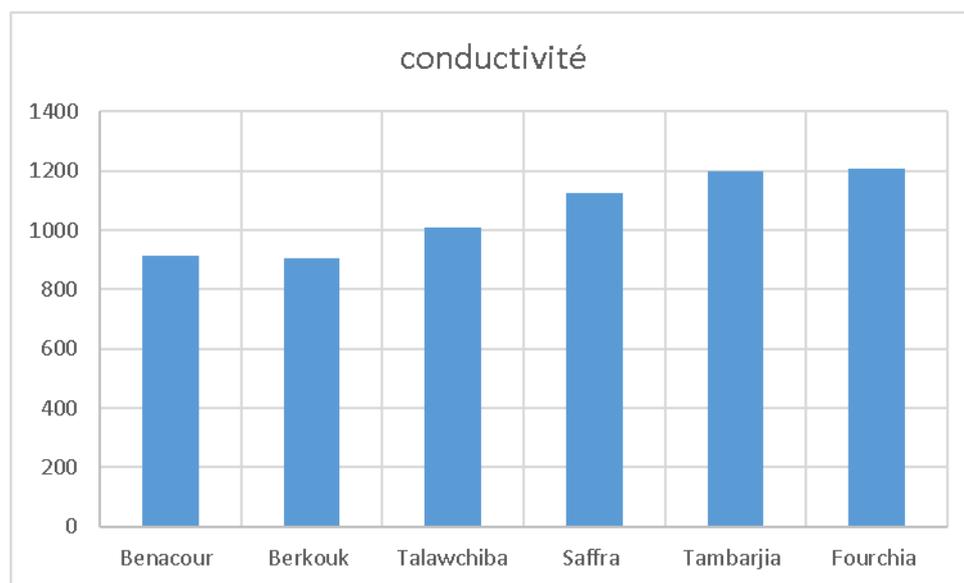


Fig14 : Variation des valeurs de la conductivité en fonction des sources utilisées.

La conductivité de l'étude varie entre 905 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 1205,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la valeur minimale est observée au niveau de la source de Ain Berkouk et la valeur maximale est observée au niveau de la source de Ain Fourchia. La conductivité électrique constitue un indicateur du degré de la minéralisation globale des eaux, elle dépend de la concentration des ions et de la température. La totalité des échantillons des eaux de sources présente une valeur de conductivité inférieure à la valeur maximale recommandée 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

d) La turbidité

La turbidité d'une eau est causée par la présence des matières en suspension ou par des substances en solution comme les substances minérales (sable, argile), des matières organiques (matières organiques morts ou des végétaux en décomposition, du plancton suspendu) ou d'autres matières microscopiques qui forment un obstacle au passage de la

lumière dans de l'eau (Rodier., 2005).les normes algériennes recommandent une valeur limite de 5 NTU

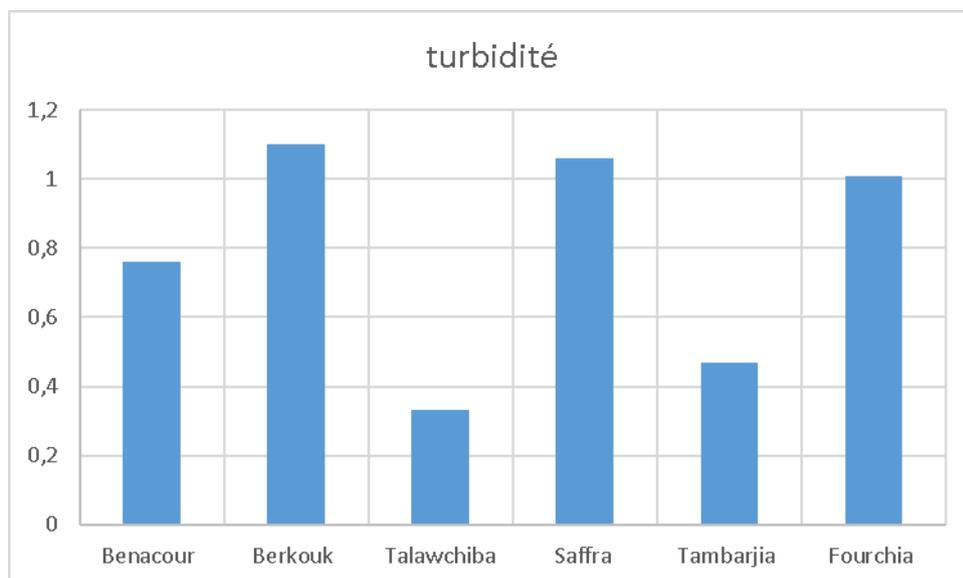


Fig 15 : variation de la turbidité en fonction des sources étudiées.

IV-2-2-2.Les paramètres chimiques :

Les données obtenues des paramètres chimiques sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau09 : les résultats des analyses chimiques

Paramètres	Normes Algériennes	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆
Dureté totale (mg/l en CaCO ₃)	500mg/l en CaCO ₃	41	32	39	34.1	51	45
TA	/	0	0	0	0	0	0
HCO ₃ ⁻ (mg/l)	/	366	378.2	366	451.4	402.6	488
Ca ²⁺ (mg/l)	200mg/l	116	112	96	104	140	166
Mg ²⁺ (mg/l)	50mg/l	29.16	9.72	36.45	21.87	38.8	38.8
K ⁺ (mg/l)	12mg/l	4.9	17.8	11.6	10.2	3.7	6.1
Na ⁺ (mg/l)	200mg/l	33	40.5	96	53.5	64	56
Cl ⁻ (mg/l)	500mg/l	43.73	76.53	76.53	87.47	76.53	65.6

Les résultats des analyses chimiques du tableau ci-dessus nous a permis de tracer plusieurs graphes :

a). La Dureté totale

La dureté est un caractère naturelle, elle est liée au lessivage des terrains traversées et correspond à la teneur en calcium et magnésium (Rodier j., 2009)

La dureté des eaux de sources varie entre 32 et 51, la valeur minimale est observée au niveau de la source Ain Berkouk et la valeur maximale est observée au niveau de la source Ain Tambarjia (fig.16) .Elle répond aux normes indiquées par la réglementation algérienne.

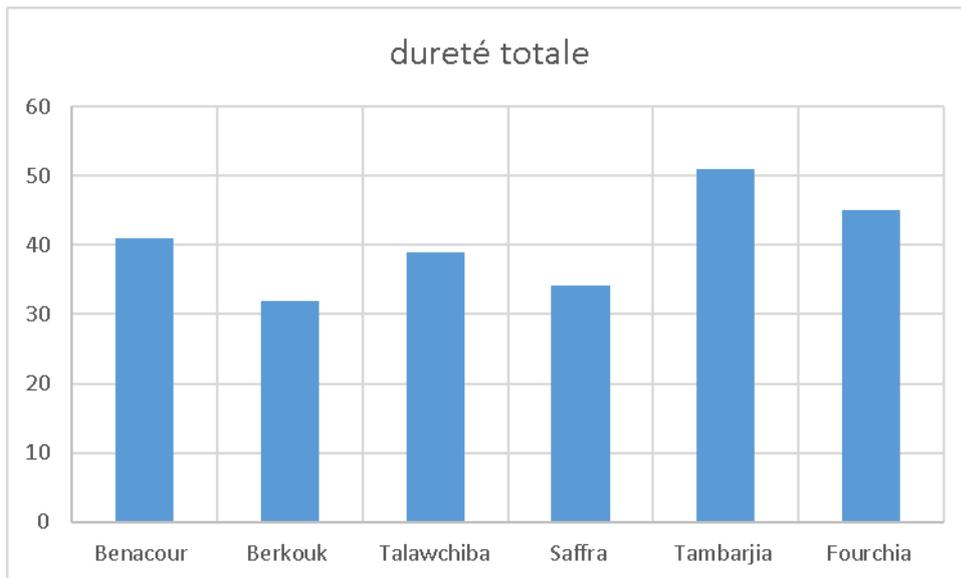


Fig16 : variation des valeurs de la dureté totale (TH) en fonction des sources utilisées.

b) l'ion Calcium

Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables .les normes algériennes préconisent une concentration de 200 mg/l comme concentration maximale. Pour les eaux de sources étudiées, les valeurs de calcium sont comprises entre 140 et 96 mg/l. la valeur minimale est observée au niveau de la source Ain Talaouchiba et la valeur maximale est indiquée au niveau de la source Ain Tambarjia (figure 17). Ces résultats sont conformes aux normes algériennes.

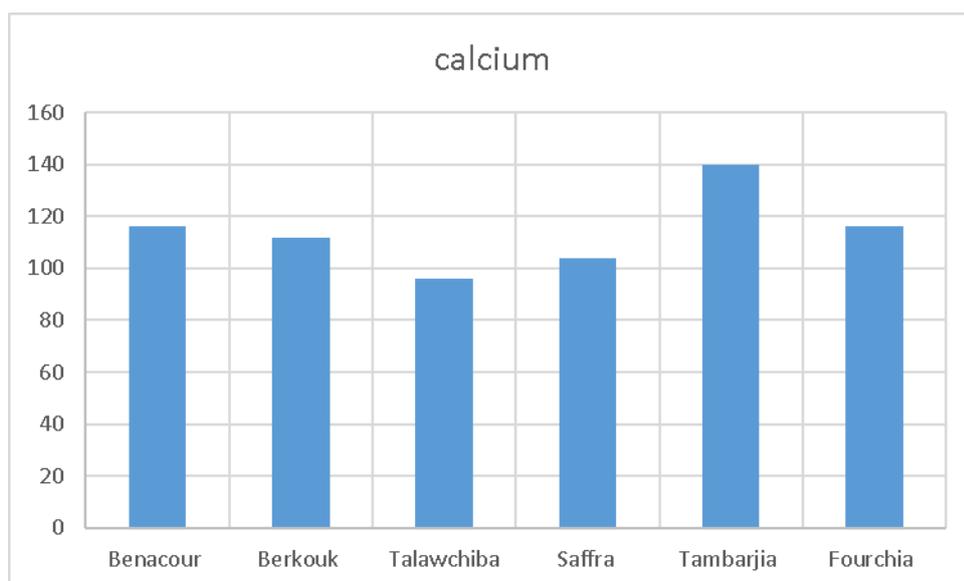


Fig17:variation des valeurs de calcium ca 2+ en fonction des sources utilisées.

c) L'ion Magnésium

L'ion magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrés dans les formations calcaires, dolomitiques et dolomies du jurassique ou du trias moyen (Rodier. J ; 2005).

Pour l'eau étudiée les valeurs de magnésium sont comprise entre 38,8et 21,8 mg / l. la valeur minimale est observée au niveau de la source Ain Seffra et la valeur maximale observée au niveau de la source Ain Tamborjia et Ain Fourchia (*fig.18*) Ces résultats sont conformes aux normes algériennes.

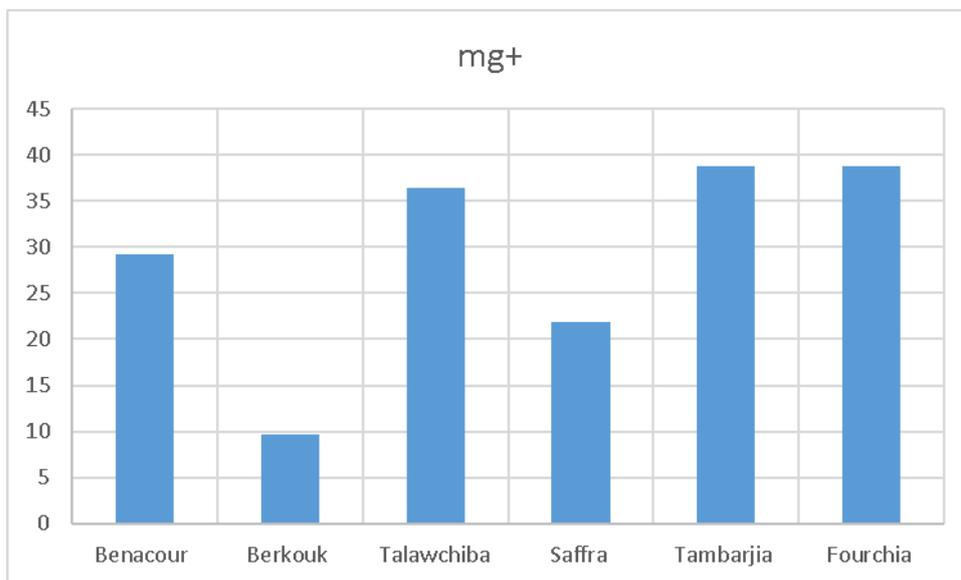


Fig.18 : variation des valeurs de mg^{+2} en fonction des sources utilisées.

d). L'ion Sodium

Le sodium est généralement trouvé dans l'eau avec des concentrations faibles. La valeur limite donnée par la réglementation algérienne est de 200 mg / l. Généralement le sodium varie entre 33 et 96 mg/l la valeur minimale est observée au niveau de la source Ain ben Achour et la valeur maximale est observée au niveau de la source Ain Talaouchiba (*fig.19*). Elle est conforme aux normes.

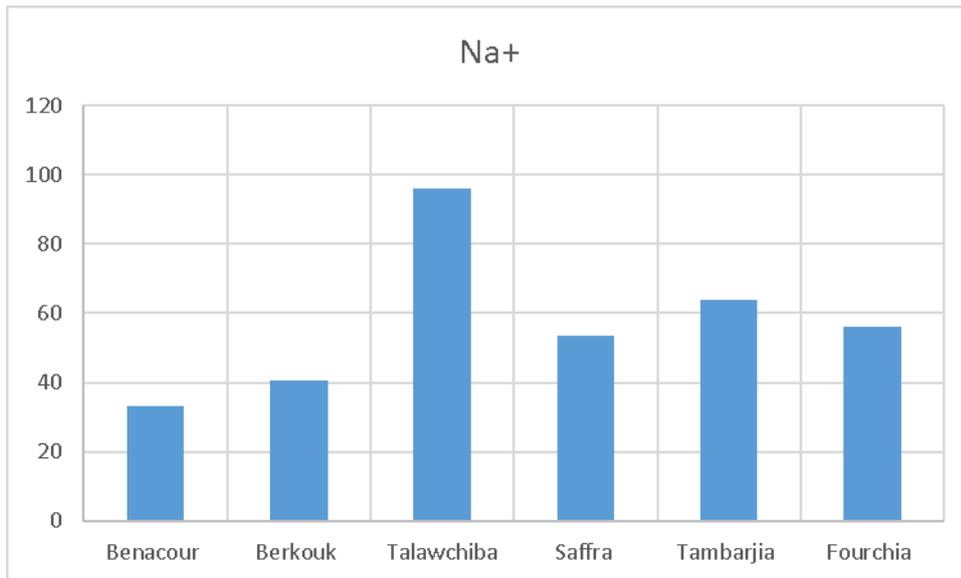


Fig.19: variation des valeurs du sodium (Na^+) en fonction des sources utilisées.

d) -Le Potassium

Le potassium est généralement trouvé dans l'eau avec des concentrations faibles, la valeur limite donnée par la réglementation algérienne est de 10 mg/l. parmi les six sources les sources de Ain ben Achour, Ain Tamborjia et Ain Fourchia ne dépassent pas les normes .elle varie entre 3,7 mg/l à 6,1mg/l sauf les sources de Ain Berkouk, Ain Talaouchiba et de Ain Saffra dépassent les normes, surtout la sources d'Ain Berkouk ave une concentration de 17,8 mg / l. (fig. 20)

La forte concentration en potassium du a une station de lavage et de graissage en amont des deux sources, à cause des eaux usées qui sorte de la station, les eaux infiltrent dans le sol et touche les eaux des sources proches qui vont changer la qualité des eaux.

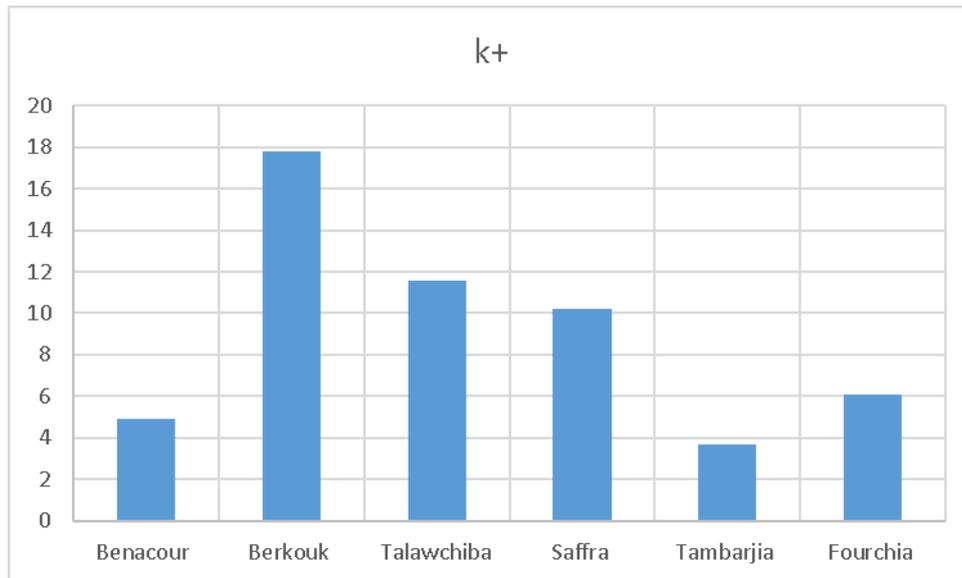
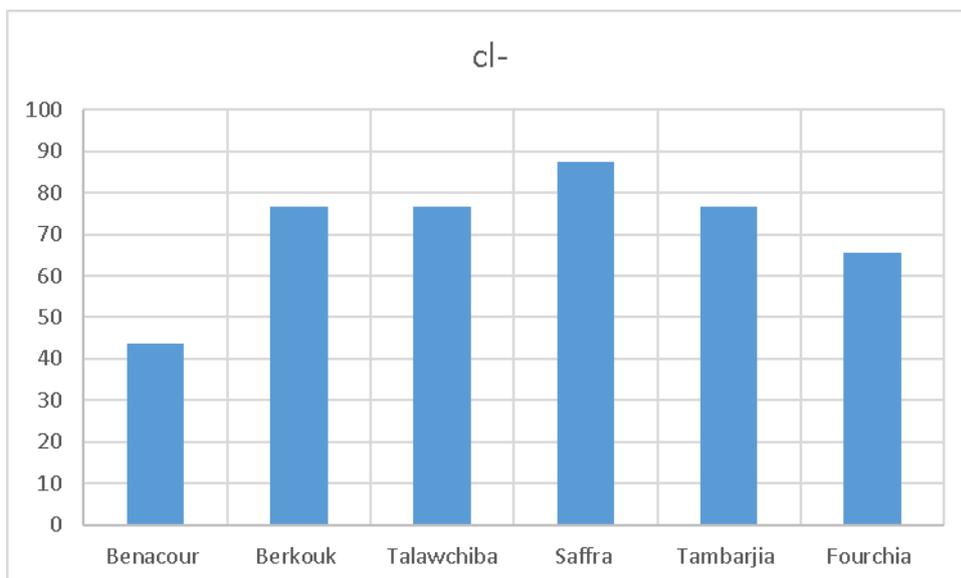


Fig20 : variation des valeurs de potassium (k^+) en fonction des sources utilisées.

e). Les Chlorures

La teneur en chlorure des échantillons est comprise entre 43,73mg/l et 76,53 mg/l. la valeur minimale est observée au niveau de la source Ain ben Achour et la valeur maximale est observée au niveau des sources de Ain saffra, et la valeur minimale au niveau de sources Ain ben achour .

Elle reste conforme aux normes algériennes qui fixent une concentration maximale admissible de 500 mg / l.



f). Les Bicarbonates

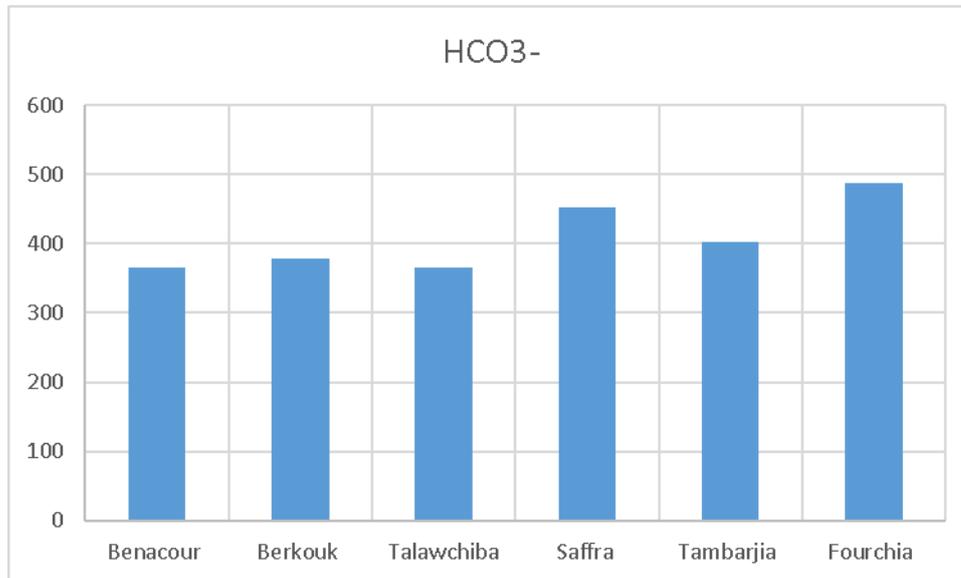


Fig22 : Variation des valeurs de bicarbonates (HCO_3^-) en fonction des sources utilisées

La teneur en bicarbonate dans l'eau dépend des terrains traversés. (RODIER J,2009). Les normes algériennes fixent une valeur de 600 mg / l. la majorité des sources étudiées ne dépassent pas les normes de consommation algérienne, la valeur des bicarbonates varie entre 366 mg/l au niveau de la source Ain Ben Achour et 488 mg/ l au niveau de la source Ain Fourchia.

IV-2-2-3. Paramètres de pollution

Les données obtenues des paramètres de pollutions sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 10 : les résultats d'analyse des paramètres de pollution

Paramètres en mg/l	Caractéristiques des Prélèvements						
	Normes Algériennes	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₂	S ₆
[NO ₃ ⁻] (mg/l)	50 mg/l	13.45	39.35	67.85	57.45	83.25	0.65
[NO ₂ ⁻](mg/l)	0.2 mg/l	0	0	0	0	0	0
[NH ₄ ⁺] (mg/l)	0.5 mg/l	0	0	0		0	0

a).Les Nitrites

La concentration en nitrates des eaux souterraines est normalement basse, mais peut attendre des niveaux élevés en raison de l'écoulement agricole, l'écoulement de décharges d'ordures, ou de contamination avec les déchets des animaux aux humaines.

Les résultats des analyses des eaux de source ont révélées que les teneurs en nitrates varient entre 0,65 et 83,25 mg/l la valeur des nitrates obtenues est supérieure aux normes dans les sources de Ain talaouchiba, Ain Seffra, Ain Tambarjia.

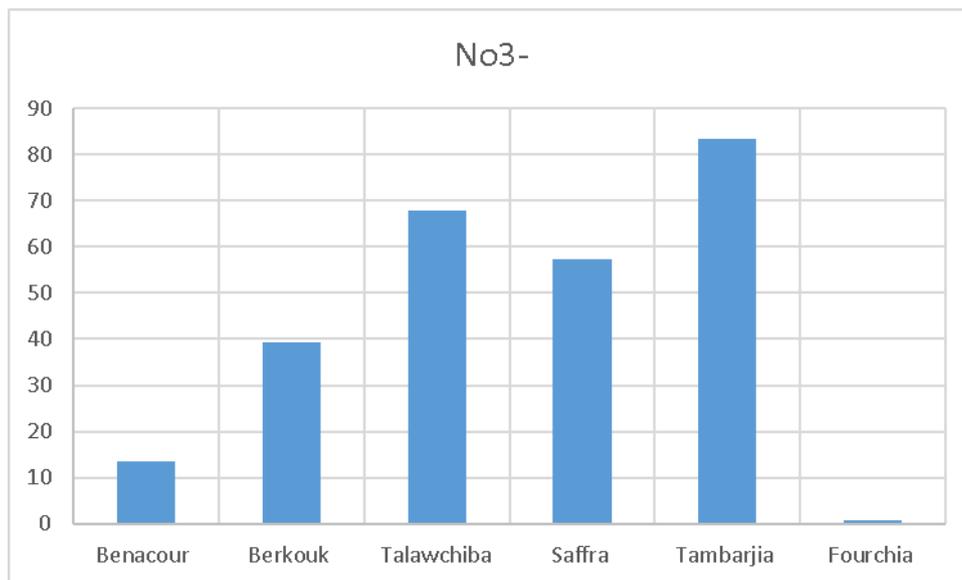


Fig.23 : Variation des valeurs des Nitrates (NO_3^-) en fonction des sources utilisées.

IV-2-3. Classification des eaux de sources de Khemis-Miliana

la somme (en équivalent chimique) des charges cationiques devrait être égale à celle des charges anioniques (en équivalent-chimique) (Aboubakar, 2012).

En pratique, cette égalité n'est presque jamais obtenue. De façon générale, la différence est attribuée à la présence de certains ions non dosés ou à des erreurs d'analyse. Une balance ionique < 0 traduit un excès d'anions, et une balance ionique > 0 traduit un excès de cations.

Ainsi, une certaine marge de déséquilibre entre anions et cations est admise (Aboubakar, 2012).

pour le calcul de l'erreur de la balance ionique, en prenant le rapport entre la somme des cations (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) et la somme des anions (Cl^- , HCO_3^- , NO_3^- , SO_4^{2-}) pour chaque échantillon d'eau, doit être dans la gamme d'acceptabilité ($\pm 10\%$) utilisée dans la plupart des laboratoires (Touhari, 2015).

$$\mathcal{E} (\%) = \frac{\sum[r^+] - \sum[r^-]}{\sum[r^+] + \sum[r^-]} * 100 \quad (8)$$

La somme des cations ($\sum r^+$) et des anions ($\sum r^-$) est exprimée en meq/l.

IV-2-3-1 Faciès chimiques

Des diagrammes particuliers ont été développés pour représenter les résultats d'analyses hydrochimiques et en tirer des renseignements particuliers. L'emploi de ces diagrammes s'avère précieux, car il rend simple et directe l'interprétation d'analyses riches et difficiles à interpréter de but en blanc. Ces diagrammes toute fois n'emploient pas tous les éléments analysés et sont parfois utilisés pour un objectif spécifique (reconnaître le faciès d'une eau souterraine ou repérer des processus de salinisation par exemple) (Bettahar, 2012).

IV-2-3-2. Le diagramme de piper

Le Diagramme de Piper est l'une des représentations les plus classiques pour comparer les compositions chimiques des eaux naturelles. Il permet une représentation des cations et anions sur deux triangles spécifiques dont les côtés témoignent des teneurs relatives de chacun des ions majeurs par rapport au total des ions. La position relative d'un résultat analytique sur

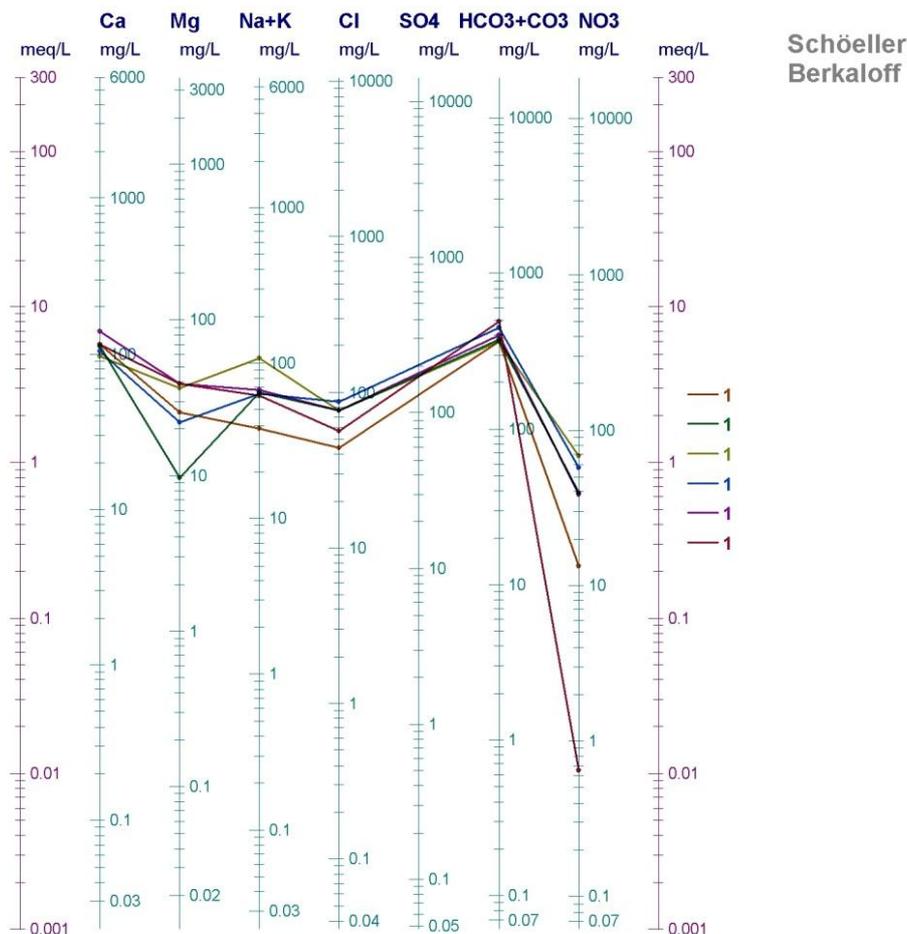
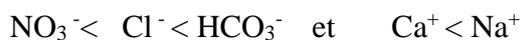


Fig25. Classification des eaux des sources de Miliana selon le diagramme

Les eaux de cette sources présente un faciès bicarbonaté calcique et magnésienne, les ions dominants sont les bicarbonates pour les anions et le calcium pour les cations.

Selon les formules caractéristiques, les ions s'ordonnent de la manière suivante :



IV-2-4. Interprétation des résultats obtenus pour les paramètres microbiologiques :

Les résultats des analyses bactériologiques des eaux sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau. 12 Les germes totaux

Paramètres	Germes 100 ml à 37 C°	Germes 100 ml à 22 C°
Normes	10	10
Ain Ben Achour	4	0
Ain Berkouk	17	0
Ain Talaouchiba	1	0
Ain Seffra	14	0
Ain Tambarjia	9	0
Ain Fourchia	3	0

Le dénombrement des germes totaux est considéré comme un type d'indicateur de toute pollution microbiologique ; celui détermine la totalité de la charge bactérienne.

La stabilité des dénombrements bactériens est donc un bon signe de protection. Les échantillons d'eau des sources d'Ain Ben Achour, Talouchiba, Tamborjia, et de Fourchia répondent aux normes dont la valeur ne doit pas dépasser 10 colonies dans 100 ml d'eau à l'exception des échantillons d'Ain Berkouk et Ain Seffra qui dépassent les normes.

IV-2-4-1. Les coliformes totaux et fécaux

Tableau13: Résultats des analyses bactériologiques de l'eau des sources de Miliana par le test présomptif

Sources	Recherche des coliformes totaux et fécaux			Recherche des Escherichia coli
	Milieu BCPL Flacon D/C 250ml	Milieu BCPL Tube D/C 250 ml	Milieu BCPL Tube S/C	Milieu eau peptone
S ₁	0	0	0	0
S ₂	0	3	1	0
S ₃	1	0	0	0
S ₄	0	3	1	0
S ₅	0	1	1	0
S ₆	0	2	1	0

IV-2-4-2. Les coliformes totaux :

Les coliformes totaux se trouvent généralement dans la nature associés à la matière organique en décomposition. On note la présence des coliformes totaux dans les échantillons d'eau de sources suivants :

- Ain berkouk
- Ain saffra
- Ain tambarjia
- Ain fourchia

On remarque que ces eaux présentent un danger pour ces utilisateurs. elles sont considérées impropres à la consommation et une désinfection d'eau doit être effectuée. La contamination par les coliformes totaux dans ce cas, peut provenir d'une infiltration d'eau de surface ou d'eau d'assainissement.

IV-2-4-3. Les coliformes fécaux :

Les coliformes fécaux sont des bactéries d'origine fécale qu'on retrouve dans le tube digestif des humains et des animaux, elles sont considérées comme étant des organismes indicateurs de pollution.

La réglementation algérienne exclue impérativement la présence des coliformes fécaux dans 100 ml, on note l'absence des coliformes fécaux dans les sources, donc ces eaux sont conformes aux normes.

Tableau 14 : Les streptocoques fécaux

Paramètre	Recherche des streptocoques		
	Flacon 250 ml D/C Milieu ROTHE	Tube ROTHED /C	TUBE ROTHE S/C
S ₁	0	0	0
S ₂	0	0	0
S ₃	0	0	0
S ₄	0	0	0
S ₅	0	0	0
S ₆	0	0	0

Les analyses Bactériologique effectuées sur les échantillons d'eau de six sources montrent une absence totale de streptocoques, les résultats sont conformes aux normes.

Conclusion générale

L'eau est un élément essentiel à toute vie humaine, végétale ou animale. Elle est considérée comme la substance la plus importante sur Terre.

La qualité d'une eau est définie par des paramètres physiques, chimiques et biologiques mais également par son usage

Les analyses physico-chimiques sont les moyens pour valider la potabilité des eaux.

L'étude de potabilité nous a révélé que toutes les eaux de sources analysées présentent une bonne qualité, la dureté varie entre 32°F à 54°F, montrant que les eaux de sources de Miliana sont dures. Les résultats des paramètres physico-chimiques et chimiques analysés sont conformes aux normes algériennes de potabilité à l'exception des nitrates qui dépassent le seuil qui est fixé à 50 mg/l pour les sources (Ain Talaouchibaa, Ain saffra, Ain Tamborjia). Les résultats de ces analyses présentent un taux très élevés en nitrate pour la sources Ain Tamborjia, indiquant que cette source est polluée, d'où elle doit subir un traitement spécifique .

D'après le diagramme de Piper le facies chimique des eaux des sources de Miliana sont Bicarbonaté-Calcique et magnésienne

L'analyse bactériologique indique que certaines sources sont contaminées par des coliformes totaux à savoir la sources de Ain Berkouk, Ain Seffra, Ain Tamborjia, Ain Fourchia.

On remarque qu'il y'a pas aucune colonie de contamination d'Escherichia Coli dans toutes les eaux de sources

En conclusion on peut dire que la majorité des eaux de sources étudiées ont une bonne qualité physico-chimique sauf les sources de Talaouchiba, Seffra et Tamborjia, mais ils présentent une qualité microbiologique mauvaise au niveau des sources : Ain Berkouk, Ain Seffra, Ain Tamborjia, Ain fourchia qui les rend impropre à la consommation humains, ce qui implique la nécessité d'une désinfection.

De tous ce qui procède on peut déterminer que la meilleure source qui présente une bonne qualité physico-chimique et microbiologique est la source de Ben Achour .

Références
bibliographiques

A.D.E : Algérienne des eaux de la wilaya d'Ain Defla

Alain Maurel, 2006, Dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtre et d'autres procédés nom conventionnelles d'approvisionnement en eau douce 2 Edition.

Mostefaoui A, 2001; Leader-based consensus. *Parallel Processing Letters*, , vol. 11, no 01, p. 95-107.

Afel Baum., 1995, Diététique et nutrition 3 Emme .Edition . Masson

Azzam., A., 2005 : Contribution à la mise en place d'un système multi capteurs pour la surveillance des eaux de surface: fusion de données et aide à la décision Doctoral dissertation, Université Henri Poincaré-Nancy 1

Banton O., et Bangoy I. M 1999 ., Mise en valeur des eaux souterraines .dans hydrogéologie, multi science environnementale des eaux souterraines. Editeurs : PUQ/AUPELF. Sainte –Foy, Québec, p 460.

BercherN.,2008, Précision de l'altimétrie satellitaire radar sur les cours d'eau Doctoral dissertation, Ph. D. thèses, Agro Paris Tech

Bernef. et Cordonnier J ., 1991. Traitement des eaux. Edition : Tec. P : 6-14

Bourrier. R.,Selmi. B, 2011 «Techniques de la gestion et de la distribution de l'eau », édition du moniteur, Paris,

Bouziati M., 2000 , L'eau de la pénurie aux maladies. Edition dar el Gharb, Algérie

Chaouiki Mourad, 2016 ; Évolution spatio-temporaire et la vulnérabilité à la pollution des eaux souterrain de la région d'Ouargla. Thèse de Doctorat en Génie des Procédée. Université Kasdi Merbah Ouargla, , p-68, pp69-75.

Daniel opol D .L 2004 ., gibert j .,griebler c ., gunatilaka a ., Hahn H .j.,messana g ., notenboom j et sket b ., incorporating ecological perspectives in European groundwater management policy . Environ mental conservation. p 31, 3

Dore. M., 1995 ; «Chimie des oxydants et traitement des eaux», édition technique et documentation, Lavoisier,

Edmunds W.M. ET Shand P, 2008;;Natural groundwater quality . Blackwell publishing Ltd p: 469.

Festy B., Harthman. P, 2003 ; Ledrans, M., Levallois, P., Payment, P., & Tricard, D. Qualité de l'eau. Environnement et santé publique-Fondements et pratiques, 333-368

Ghazali D., Zaid A. 2013, Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (région de Meknes –Maroc), Larhyss Journal, 12, PP : 25-36.

Jean claude B., 2001 : Propriétés des eaux naturelles. Dossier NG1110. Environnement Technologies de l'eau. Technique de l'ingénieur.

Journal officielle de la république algérienne démocratique et populaire conventions et accords internationaux lois décrets arrêtés, décision avis communication et annonce correspondant au 9mars 2014 N°13,53 Emme année.

Khettaf S., 2010 : Evaluation physico chimie de l'eau d'un barrage et proposition d'un traitement adapté pour une eau de haute qualité 3 cycle, mémoire de doctorats spécialité chimie de l'eau université El-Hadjar Lakhdar – BATNA 1.

O.M.S,1997 ; organisation mondiale de la santé .exigences de qualité .les eaux destinées à la consommation humaine.

O.M.S 2014 ; organisation mondiale de la santé .exigences de qualité .les eaux destinées à la consommation humaine.

Pedro G., 2012, Cycles biogéochimiques et écosystèmes continentaux. EDP sciences.

Rodier. J. 1984 ; « Analyse de l'eau, eau de mer, eau résiduaire »,7ème édition, Dunod, Paris,

Rodier j ., 1996.L'analyse de l'eau : Eaux naturelles eaux résiduaire eau de mer .6 eme Edition : Dunod, paris

Rodier j ., 2005 ;L'analyse de l'eau : Eaux naturelles eaux résiduaire eau de mer .8 eme Edition : Dunod, paris

Rodier. J ,2009 ; L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer.9 eme Edition : Dunod, paris

Salgui .R., 2010 ; professeurs à l'école national des sciences appliqué Agadir

Sari H., 2014 ; Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source Attar (Tlemcen), Mémoire de master en sciences des aliments, université Abou –BekrBlkaid Tlemcen.

Talybi.C, 2017 ; Étude de la qualité physico-chimique et bactériologiques, sources d'approvisionnement en eaux dans la ville de Conakry Thèse doctorat

Tardata -Henery .M., 1984 ; «Chimie des eaux», 1ere édition griffon d'argile INC, paris,

Travy.,1993 ; Hydrogéologie et hydrochimie des aquifères du Sénégal. Hydrogéochimie du Fluor dans les eaux souterraines (Vol. 95, No. 1). Persée-Portail des revues scientifiques en SHS.

ANNEXES

Les sources visitées



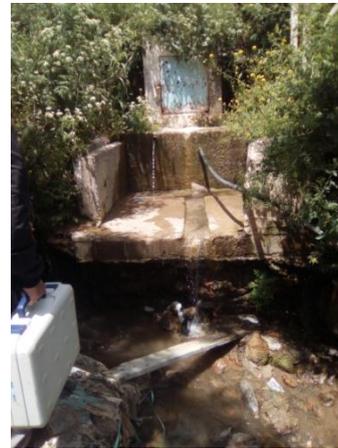
Source Fourchia (Khemis)



Source Talouachiba (Miliana)



Source Tamborgia (Miliana)



Source Ben Achour (Miliana)

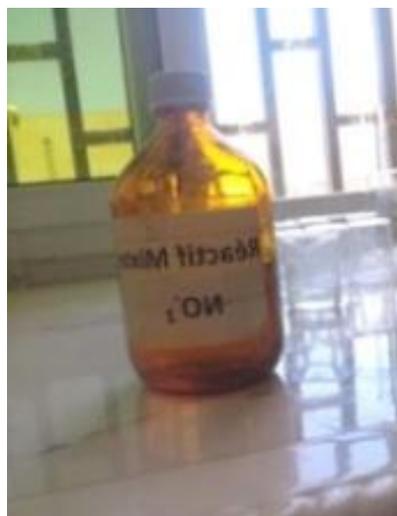
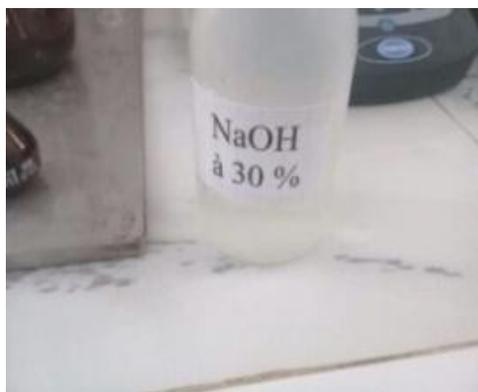


Source Ain berkouk (Miliana)



Source Ain sefra (Miliana)

Les réactifs utilisés



*les appareils des analyses physico-chimiques et
bactériologiques*

Turbidimètre



*PH-mètre,
Thermomètre,
Conductimètre*



Spectrophotomètre



Rampe de filtration



Compteur de colonies



<p>Étuve</p>	
<p>Photométrie de la flamme</p>	