REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DE MEDEA
FACULTE DES SCIENCES



Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de Master

En : science de la nature et de la vie

Spécialité : biotechnologie et microbiologie appliquée

Par :

Meriem Naimi

Ouissem Allaoua

Thème :

Contrôle de qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de source Chiffa

Soutenue publiquement le : 18/06/2017. Devant le jury composé de :

M. ACHEK R	**MAA**	**Université de Médéa**	**Présidant**
M. RAHAL M	**MAB**	**Université de Médéa**	**Examinateur 1**
M. MEDAH B	**MAB**	**Université de Médéa**	**Examinateur 2**

Encadrée par : Mme BOUHRAMA.

Promotion : 2016-2017

Remerciement

En premier lieu nos plus sincères remerciements vont au Dieu qui nous a donné la force, le courage et la volonté pour réaliser ce modeste travail.
Nous tenons à remercier notre promotrice Mme Bouherama. A enseignante au département science de la nature et de la vie de Médéa, de nous avoir encadrés, nous tenons à lui exprimer notre profonde reconnaissance pour le temps précieux qu'elle nous a consacré, ses encouragements ainsi que pour sa patience.
Nous remercions très respectueusement tous les membres de jury qui nous ont fait l'honneur d'examiner et de juger ce travail.
Sans oublier de présenter nos vifs remerciements à tous le personnel du laboratoire central d'ADE de Médéa surtout M^{me} Djazzar et M^{me}Lounes ; ainsi que le personnel féminin en l'occurrence Meriem, Asma, Amina, Romaissa et Mahdia pour leurs efforts, leurs orientations, leurs encouragements, et leur soutien moral et qui nous ont procuré les moyens nécessaires pour l'achèvement de ce travail. Nous tenons également à adresser nos remerciements à tous les membres du laboratoire d'ADE de Médéa.
Ainsi qu'à tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce projet.
On souhaite que ce mémoire soit utile à tous les futures étudiants et qu'ils leurs apport un progrès dans leur cursus scolaire et professionnel.

Merci

Dédicaces

Je dois cette réussite à ma chère, ma mère, qui m'a entouré de toute son affection et de sa tendresse, qui m'a inculqué l'amour des études et du travail bien fait, qui a supporté mes sants d'humeur tout au long de la préparation de mon mémoire et que j'espère la savoir rendu fière.
A l'homme de ma vie ; mon époux,
A mon petit enfant : Mohammed Amir,
A mes tantes
A mes cousines et mes cousins;
A ma très chère binôme Meriem pour son attachement et surtout pour sa compréhension et sa patience, ainsi sa famille.
Et à tous ceux que je n'ai pu citer.

Ouissem

Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui me sont chers, ma mère et mon père .
A ma mère qui m'a accompagné durant tout ce parcours laborieux, veillé sur mon éducation, m'offrant l'amour et la compréhension ;
A mon père qui m'a offert la clé de la réussite sur un plat d'or et qui ne cesse de donner sans jamais recevoir, dont je suis fière et j'espère que Dieu lui accordé une longue vie pour qu'il puisse assister à d'autres succès.
Je leurs exprime ma gratitude et ma reconnaissance ; car c'est à eux que je dois toute réussite.
A l'homme de ma vie Mohamed
A mon seul petit frère Mohamed
A mes sœurs
Hadjer ,asmaa, ihssane,rahil et malaak
A mes nièces et mes neveux
Alaaeddine ,alaa , yasmine , abdelmalek et aymen
A mes beaux frères
Farouk et youcef
A cousine Naila
A ma belle famille
A ma très chère binôme Ouissem et avec laquelle j'ai passé des moments inoubliables pendant et dehors du travail ainsi sa famille.
A toutes mes amies ; A tous ceux qui me sont chères.

Meriem

Les abréviations

C° : Degré Celsius

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

TH : Dureté totale ou titre hydrotimétrique

TA : Titre Alcalimétrique

TAC : Titre Alcalimétrique Complet

TDS : Solides totaux dissous

ADE: Algérienne Des Eaux

AFNOR: Association Française de Normalisation

ISO: International Standard Organisation

NTU : Néphlometric Turbidity Unit

Ca^{2+} : Ions Calcium

Mg^{2} : Ions Magnésium

Na^{2+} : Ions de Sodium

K^{+} : Ions de Potassium

NH^{4+} : Ions Ammonium

Fe^{2+} : Ions Fer

Mn^{+2} :Manganèse

CL^{-} : Ions Chlorures

SO_4^{2-} : Ions Sulfates

PO_4^{3-} : Ions Phosphates

NO_2^{-} : Nitrite

NO_3^- : Nitrate

CT : Coliformes Totaux

CF : Coliformes Fécaux

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydriques Médéa .

Liste des tableaux

Tableau I: Ressource en eau dans les cinq régions de l'Algérie.

Tableau II: La qualité des eaux en fonction de la conductivité.

Tableau III: La potabilité en fonction des résidus secs (RODIER J., 2005).

Tableau IV: Classification de l'eau selon la dureté totale (BERNE F. et CORDONNIER J., 1991).

Tableau V:Résultats des analyses des cations dans l'eau de la source de Chiffa

Tableau VI : Résultats des analyses des anions dans l'eau de la source de Chiffa.

Tableau VII: Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de la source de la Chiffa.

Tableau VIII: Résultat des analyses organoleptiques l'eau de la source de la Chiffa..

Tableau IX: Résultat de l'étude de la salubrité

Liste des figures

Figure 1 : Représente les 5 régions de ressources de l'eau en algérie .

Figure 2 : Les barrages en Algérie.

Figure 3 : Carte géographique de la zone de Chiffa.

Figure 4 : Variation du pH de l'eau de la source de la Chiffa durant la période Décembre 2016-Mai2017.

Figure 5 : Variation de la turbidité de l'eau de la source de la Chiffa durant la période Décembre 2016-Mai2017.

Figure 6 : Variation de la conductivité de l'eau de la source de la Chiffa pendant la période de décembre 2016/mai2017.

Figure 7 : Variation de taux des sels dissous de l'eau de source chiffa pendant la période décembre2016/mai2017.

.**Figure 8:** Variation de la température de l'eau de la source de la Chiffa.

.**Figure 9 :** Variation de salinité de l'eau de source Chiffa durant la période de décembre2016/mai2017.

Figure 10 : Variation du taux des résidus secs de l'eau de la source de la Chiffa.

Figure 11 : Variation de la dureté totale de l'eau de la source de la Chiffa.

Figure 12 : Variation de TAC de l'eau de la source de la Chiffa.

Résumé

Notre étude a portée sur le contrôle de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de source de Chiffa -wilaya de Blida-sur six prélèvements à l'intervalle de six mois. Et d'établir une comparaison au sein de la même source (évolution de sa qualité après stockage). Au niveau du laboratoire des analyses physico - chimique et microbiologique de l'ADE de Médéa.

L'analyse physico-chimique basée sur la mesure de différents paramètres à savoir:

Les paramètres physiques (turbidité, pH, température, conductivité, résidus secs, dureté totale, titre Alcalimétrique, solides totaux dissous et salinité), les paramètres chimiques (Calcium, Magnésium, Sodium, Potassium, Ammonium, Fer, Manganèse, Chlorure, Sulfate, Phosphate, nitrate et nitrite), les paramètres de pollution (azote ammoniacal, nitrite) a montré une conformité de tous les paramètres.

L'analyse bactériologique basée sur la recherche des germes pathogènes (salmonelles), et des germes de contamination (coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques fécaux) a montré une absence des germes pathogènes et une présence des coliformes fécaux avec des valeurs dépassant celles exigées par l'OMS et l'AFNOR.

L'analyse organoleptique de l'eau, on se focalisant sur 3 paramètres (Odeur, gout et couleur)

L'eau de sources de Chiffa présente une bonne qualité physico-chimique et une mauvaise qualité bactériologique due à la présence des coliformes totaux, leur présence peut être due aux travaux lancés depuis octobre 2012 (projet de nouvelle route nationale n°01).

Abstract

Water is essential for life with the development of modern civilization and the risks that accompanied especially because of the pollution that up everything, especially water analysis will be mandatory and indispensable for human consumption.

Our study related to the quality control physico chemical and bacteriological of spring water of Chiffa -wilaya of Blida- on levies in six months interval, and compare the same source changes in quality. In physic-chemical and bacteriological laboratory of Algerian of Water - Medea.

Physico chemical analysis based to the mesure of various parameters namely:

Physical parameters (turbidity, pH, temperature, conductivity, Residus secs, Painful total, Alcalimetric title, Solids dissolved toes and salinity), chemical parameters (Calsium, Magnesium, Sodium, Potassium, Ammonium, Iron, Manganese, Chlore, Sulfate, Phosphate, nitrate, nitrite and organic material), parameters of pollutions (ammonia nitrogen, nitrite) showed a compliance of all the parameters.

The bacteriological analysis based on the research of the pathogenic germs, and the germs of contamination, showed absence of pathogenic germs and the presence of total coliforms with values exceeding those required by OMS 2004.

Spring water of Chiffa has a good physico chemical quality and a bad bacteriological quality, caused by the presence of total coliforms may be caused by the project lanced in October 2012 (new road N°1).

الملخص

الماء ضروري للحياة مع تطور الحضارة الحديثة و المخاطر التي ترافقه خصوصا بسبب التلوث الذي يصل كل شيءوبالتالي تحليل المياه سيكون إلزامي ولا غنى عنه للاستهلاك البشري.

تهتم دراستنا بمراقبة النوعية الفزيوكيميائية و البكتيريولوجية لمنبع من منابع شفة – ولاية البليدة- 6 مرات لمدة 6 اشهر و المقارنة بين النتائج المختلفة لنفس المنبع على مستوى مخبري التحليل الفزيوكيميائية و البكتيريولوجية للجزائرية للمياه لولاية المدية.
يعتمد التحليل الفزيوكميائي على قياس مختلف المعايير الفزيائية والكميائية .
المقاييس الفزيائية (درجة التعكر- الحموضة- الحرارة- الناقلية- البقايا الجافة- الصلابة - القلوية - المواد الصلبة الذائبة - الملوحة)و العناصر المعدنية (الكالسيوم- المغنزيوم- الصوديوم- البوتاسيوم- الالمنيوم- الحديد- المونغاناز- الكلور- السولفات- الفوسفات- النترات- النتريت- المواد العضوية) و مقاييس التلوث (النتريت- الازوت الامونياكي) التي اثبتت مطابقة جميع المعايير.
يعتمد التحليل البكتيريولوجي على البحث على الجراثيم الضارة و الجراثيم الدالة على التلوث الذي اثبت وجود بعض الجراثيم بقيم فاقت معايير المنظمة العالمية للصحة 2004 وعدم وجود الجراثيم المسببة للامراض.
تتميز مياه منبع شفة التي قمنا بتحليلها بنوعية فزيوكيميائية جيدة و بنوعية بكتيريولوجية رديئة ناتجة عن التلوث الذي قد يكون سببه مشروع انجاز الطريق السيار رقم 01

Sommaire

Introduction……1

Chapitre I : Rappel bibliographique

I-L'eau ……3

1-Définition , importance et usages ……3

2-Les ressources en eau ……..4

II-Les sources ……8

1-Définition ……8

2-Les types ……9

III-La qualité des eaux ……...9

1-Evaluation de la qualité des eaux ……...9

2-Les paramètres de la qualité des eaux potables ……10

3- maladies d'origine hydrique ……18

4-La pollution des eaux ……20

Chapitre II : Matériel et Méthodes

I-Matériel ……21

1-Présentation de la zone d'étude……21

2-Matériel utilisé ……23

II-Méthodes ……23

1-Echantillonnage ……...23

2-Analyses physico-chimique ……23

Ph …… ……24

La conductivité ……24

La salinité ……24

Taux des sels dissous ……24

La turbidité ……..24

Température……..24

L'ammonium.……25

Nitrite……..…..25

Phosphate……..25

Sulfate …….25

Nitrate……...25

Fer…….26

Manganèse ……...26

Sodium …….26

Potassium ……26

Résidus sec……...26

Titre alcalimétrique complet ……..27

Calcium……....27

La dureté totale ……..……..27

Chlorure ……..28

Matière organique ……...29

3-Analyses microbiologique ……..30

Streptocoques fécaux…….30

Coliformes totaux et fécaux ……...31

Salmonelles……33

4-Analyses organoleptiques ……..33

Couleur……..33

Odeur-gout et saveur…….33

Chapitre III : Résultats et discussion

1-Analyses physico-chimiques……34

1.1-Analyses physiques……34

1.2- Analyses chimiques …….41

2-Analyses microbiologique……44

3-Analyses Organoleptique…….45

4-Evaluation du stockage sur la qualité de l'eau……....46

Conclusion……48

Introduction

L’eau est un élément indispensable à la vie et revêt de l’importance pour d’innombrables activités humaines. L’eau peut être rare à certains endroits, comme les zones arides et semi-arides, ou tout simplement d’une qualité médiocre à d’autres endroits. L'importance de l'eau dans l'économie humaine ne cesse de croître.

Sous la pression des besoins considérables de la civilisation moderne, on est passé de l'emploi des eaux de sources et de nappes, à une utilisation de plus en plus accrue des eaux de surface. Ainsi, l'approvisionnement en eau douce devient de plus en plus difficile tant en raison du développement accéléré des techniques industrielles modernes que de l'accroissement de la population et de son amélioration de son niveau de vie.

Comme la majorité des cours d'eau méditerranéens, les cours d'eau de l’Algérie sont soumis aux différentes perturbations naturelles et anthropiques (le curage, les rejets industriels et urbains, la pression agricole, le pompage d'eau, les barrages, la régulation). Il est certain que la croissance démographique qui présente la première cause de l’augmentation de la demande en eau pour les activités humaines accentuera les contraintes sur cette ressource. En outre, les facteurs naturels, tel que la sécheresse ou les contraintes géologiques, ont un effet sur l’approvisionnement en eau potable et sa distribution.

L’Algérie est un pays fortement marqué par l’aridité, au total, près de 95% du territoire algérien relèvent des conditions pluviométriques pénalisantes. Le changement climatique, la croissance démographique et le développement croissant de l’agriculture et de l’industrie a entraîné une augmentation très importante de la demande en eau conduisant, inexorable, l’Algérie vers une crise hydrique à l’horizon 2020.

Notre étude a été effectuée dans l’unité ADE -Médéa, s’inscrit dans le cadre de la réalisation d’un mémoire de fin d’étude dans le but de contrôler la qualité de l’eau de la source de la Chiffa afin de vérifier sa qualité.

Introduction

Nous avons effectué un stage dans laboratoire de l'unité Algérienne des eaux de Médéa « ADE » pendant 6 mois, notre travail réalisé à pour objectif de vérifier la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de source de la Chiffa.

Les objectifs fixés dans notre travail sont répartis en trois grands volets :

- Un contrôle physicochimique.
- Un contrôle microbiologique.
- Un contrôle organoleptique.

Partie bibliographique

I.L'eau

1. Définition, importance et usages

L'eau est un nom féminin, au latin veut dire « aqua », qui a donné le mot aquatique, et en grec, l'eau est définie par le mot *« hydros »*, et qui a donné le mot hydrique ou hydrologie. L'eau est un corps incolore, inodore, insipide, et de pH neutre. Elle est sous l'état liquide en conditions standards de température et de pression atmosphérique, mais peut exister sous une forme solide après solidification à une température de 0°C, ou sous une forme gazeuse.

L'eau est une molécule à une composition simple, elle est formée de deux atomes d'hydrogène et une atome d'oxygène (H_2O), cette structure a été découverte en 1785 par Lavoisie et qui a pu la synthétiser plus tard. (**Michard G** . 2002).

L'eau est le support de toute vie, elle présente une nécessité d'existence des être humains, elle présente plus de 70% de la cellule.

L'OMS préconise un minimum vital de 20 litres d'eau par jour et par personne pour répondre aux besoins fondamentaux (hydratation et hygiène personnelle).Pour vivre décemment, l'OMS précise qu'il faut 50 litres d'eau par jour et par personne. Mais un vrai confort n'est atteint qu'à partir de 100 litres par personne et par jour. Tous les pays développés se situent bien au dessus de ce seuil.

Les données statistiques fournies par l'OMS en 2010 indique que 89% de la population mondiale, soit 6,1 milliards d'habitants, utilisaient des sources d'approvisionnement en eau potable améliorées, contre 76% en 1990. Ainsi entre 1990 et 2010, 2 milliards de personnes ont pu bénéficier d'un accès à des sources d'approvisionnement en eau potable améliorées. Actuellement, entre 2 et 4 milliards de personnes dans le monde n'ont pas un accès satisfaisant à l'eau potable, Dans certains pays, moins de 50 % de la population à accès à l'eau potable, avec souvent un service discontinu (l'eau est disponible qu'à certaines heures et peut être coupée pendant plusieurs jours).

L'eau est impliquée dans de nombreux domaines de la vie quotidienne, elle intervient dans :

- **L'utilisation domestique**

La consommation domestique d'eau représente aujourd'hui 10 % de la consommation d'eau mondiale, avec de fortes variations selon le niveau et le mode de vie des pays. L'eau potable à domicile est une conquête du XX^{ème} siècle dans les pays les plus développés. D'abord considérée comme un luxe, elle se banalise après la seconde guerre mondiale avec le développement des réseaux d'alimentation en eau dans les villes, puis dans les campagnes. Elle contribue à plus de propreté et de salubrité. Elle est impliquée dans toutes les activités qui

rythment notre quotidien : toilette, lavages divers, évacuation des déchets.(**ONEMA fiche 6 .Eau et santé) et (ONEMA Fiche 4 Eau dans le monde).**

- **L'agriculture**

L'agriculture est considérée comme l'activité humaine la plus consommatrice d'eau, elle représente en moyenne 70 % de la consommation mondiale. Elle varie selon les pays, les climats, les types de cultures, les techniques d'irrigation,……Avec l'intensification de la production agricole, l'usage de l'irrigation se répand et engendre des consommations d'eau croissantes. L'alimentation du bétail nécessite également un approvisionnement abondant en eau dans les régions d'élevage. **ONEMA.**

- **L'industrie**

La consommation industrielle d'eau représente environ 20 % de la consommation mondiale. Elle varie selon les pays et les secteurs d'activité : toute l'eau utilisée par l'industrie n'est pas forcément consommée, elle peut parfois être rejetée dans le milieu après avoir servi. La qualité requise pour l'eau industrielle dépend de l'activité, par exemple ; les industries agroalimentaires ont besoin d'eau potable ; les industries électronique, médicale et biotechnologique requièrent une eau très pure, alors que dans d'autres cas, une eau même usée peut être suffisante. **ONEMA.**

2. Les ressources en eau

2.1. Classification

Les ressources en eau peuvent être classées en trois types : les eaux de pluie, les eaux de surface et les eaux souterraines.

2.1.1. Les eaux de pluie

Les eaux de pluie peuvent être collectées dans les barrages, les récipients ou dans des impluviums. A l'origine ces eaux sont pures sur le plan microbiologique, mais sur le plan chimique, il leur manque souvent certains éléments indispensables à la santé comme le Sodium, le Magnésium, le Manganèse, le Fer et l'Iode. (**Maïga Fatoumata** 2002).

2.1.2. Les eaux de surface

Les eaux de surface, quant à eux peuvent être subdivisées en deux types, les eaux salées et les eaux douces. Les mers et les océans sont les grandes masses d'eau salée qui recouvert les deux tiers de la surface du globe terrestre, et elles représentent prés de 97.4% de la capacité des grands réservoirs d'eau à la surface de la terre (**Drouiche, 2006**).

La teneur moyenne en sel varie en fonction de l'arrivée d'eau douce (pluies et fleuves), plus il y'a d'eau douce, moins il y'a de sel, cette teneur est fixée à 35 g/l.

Le dessalement des eaux de mer constitue, aux dernières années, la solution à la pénurie d'eau dans de nombreuses parties du monde. Cependant, le cout de dessalement demeure trop élevé.

Le deuxième type d'eau de surface est l'eau douce, elle ne présente que 2.5% de la totalité des eaux de surface (AMH journée mondiale de l'eau 2003). Ce sont les eaux qui coulent ou qui stagnent (lacs, rivière, étangs, barrages,…..). Elles ont pour origine, soit les nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement. Leurs compositions chimiques dépend de la nature des terrains rencontrés durant leurs parcours (**Ministère de développement durable, environnement et parcs, 2003).**

Ces eaux sont le siège, dans la plus part des cas, d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés dedans et de l'importante surface de contact avec l'extérieur.

2.1.3. Les eaux souterraines

Les eaux souterraines sont les eaux de sous-sol qui constituent une provision d'eau potable inestimable pour l'humanité. En plus des sources, les eaux souterraines sont traditionnellement les ressources en eau privilégiées pour l'eau potable, car à l'abri des pollutions que les eaux de surfaces (**Mebarki.A**, **2003).**

La composition et la qualité des eaux souterraines sont à l'origine liées à la nature géologique du terrain, ils ont un impact direct sur celle des eaux de surface, ainsi que sur les écosystèmes aquatiques et terrestres associés.

Les eaux souterraines sont moins sensibles aux pollutions accidentelles (**GilliE,Mangan C. , Mudry J. 2004**) mais la croissance démographique et la modernisation de l'agriculture ainsi que le développement industriel entrainent un grand problème de détérioration de la qualité de cette source souterraine, déjà en quantité limitée.

2.2 Les ressources d'eau en Algérie

L'Algérie présente des énormes ressources en eau superficielles et surtout souterraines. Malgré la dominance d'un climat aride et semi aride, une température élevée, des précipitations peu abondantes et irrégulières, une forte évaporation et une faible humidité de l'air. Selon les caractéristiques géographiques et naturelles des régions et le groupement des bassins. (**B. Remini .2010**).

Le territoire algérien a été subdivisé en 5 grands bassins versants créant dans chacun d'entre eux des organismes de bassin: Agences de Bassin hydrographique et Comités de bassin hydrographique. Ces cinq régions sont : oranie-chott chergui ,cheliff-zehrez , algérois-hodna-soummam, constantinois-seybouse-mellegue et sahara.

Les ressources souterraines sont représentées par les nappes. Au nord (Figure3), ces nappes, qui sont en nombre de 38 et possèdent une réserve estimée à 2 milliards de m^3 / an, sont alimentées essentiellement par les précipitations dont la répartition demeure irrégulière à la fois dans le temps et dans l'espace. Alors qu'au sud, ces ressources en eau sont considérables mais non renouvelables, il s'agit des nappes du Continental Intercalaire (**CI**) et du Complexe Terminal (**CT**) . Les réserves exploitables sans risque de déséquilibre hydrodynamique sont estimées **à 5 milliards de m^3 / an**, l'exploitation atteint actuellement1.6 milliards de m^3 par forages et 85 millions de m^3 par foggaras.

Les ressources superficielles de l'Algérie sont localisées exclusivement dans la partie nord du pays, elles sont stockées dans les barrages. En 2002, l'Algérie dispose de 52 grands barrages d'une capacité de 5,2 milliards de m^3 mais la capacité réellement mobilisable n'excédant guère 2.5 milliards de m^3 pour des raisons liées principalement à une sécheresse accrue et une irrégularité spatiale et temporelle des précipitations



Figure 1 : Represente les 5 régions de ressources de l'eau en algerie **(ANRH- Médea)**.

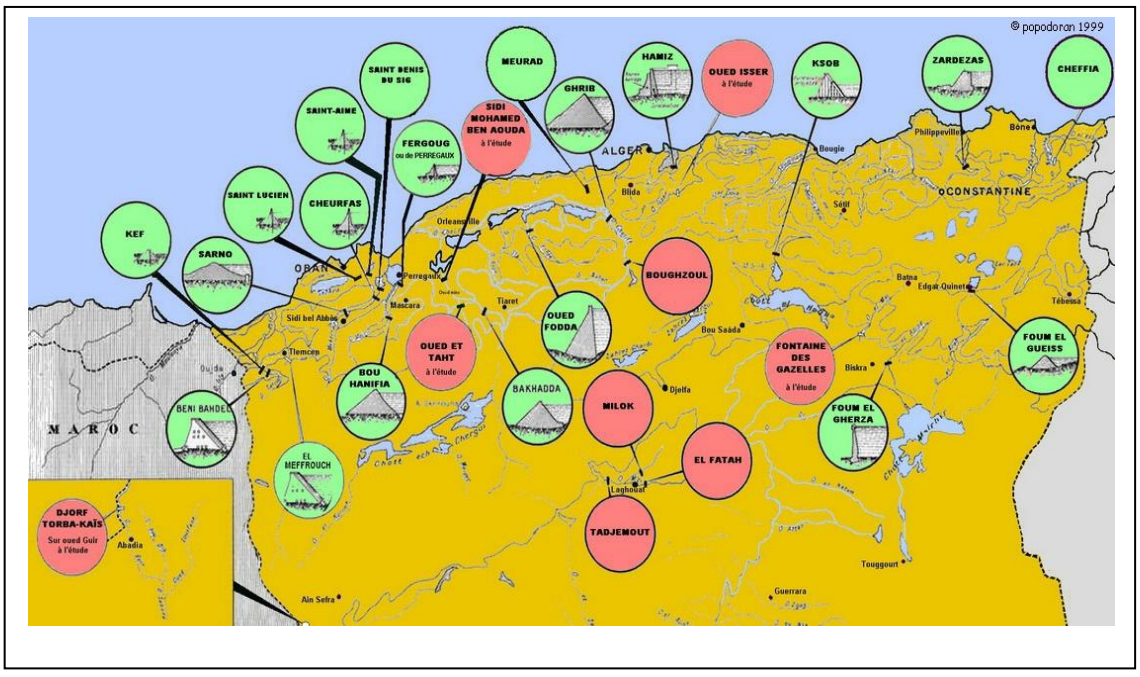


Figure 2 : Les barrages en Algérie **(ANRH- Médea)**.

Tableau I : Ressource en eau dans les cinq régions de l'Algérie **(ANRH- Médea)**.

Régions hydrographiques	Eaux superficielles	Eaux Souterraines	Total de la ressource
Oranie - Chott Chergui	1 milliard de m^3	0.6 milliard de m^3	1.6 milliard de m^3
Cheliff - Zahrez	1.5 milliard de m^3	0.33 milliard de m^3	1 .83 milliard de m^3
Algérois - Hodna - Soummam	3.4 milliard de m^3	0.74 milliard de m^3	4.14 milliard de m^3
Constantinois - Seybouse - Mellegue	3.7 milliard de m^3	0.43 milliard de m^3	4 .43 milliard de m^3
Sahara	0.2 milliard de m^3	5 milliard de m^3	(il s'agit de la nappe albienne)

II. Les sources

1. Définition

Une source peut être définie comme l'apparition à la surface du sol de l'eau d'une nappe aquifère souterraine. Une source se trouve généralement à l'origine d'un cours d'eau, mais existe des sources qui peuvent alimenter des mares, des lacs ou s'écouler directement en mers. Leur eau peut aussi disparaître rapidement dans les couches profondes des sols par infiltration.(**Marcel Pagnol, 1963** -).

2. Les types de sources

2.1. Les sources d'affleurement

Lorsque la couche imperméable inférieure d'une nappe aquifère affleure le sol d'une vallée, l'eau de cette nappe apparaît à la surface sous forme d'un chapelet de sources. Elles apparaissent surtout dans des terrains calcaires ou cristallins, les sources thermo minérales appartiennent à cette catégorie. **(VILAGINES R., 2000).**

2.2. Les sources 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 constant et peuvent facilement tarir. Aussi n'envisagera-t-on leur captage qu'en l'absence d'autres possibilités.**(BONNIN J., 1982).**

2.3. Les sources d'émergence

Bien que la couche perméable soit fissurée en direction de 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 G. et GUERREE H., 1980).**

III. La qualité des eaux

1. Evaluation de la qualité des eaux

L'eau joue un rôle important dans différent domaines de la vie, la santé, l'accès à l'hygiène et au confort. Elle constitue d'un autre côté le vecteur de nombreuses maladies à transmission hydrique comme la brucellose, la tuberculose, la fièvre typhoïde, le choléra et les diarrhées, ces maladies sont responsables de la mort des milliers de personnes chaque année à travers le monde. **(OUAHDI A., 1995).**

Une eau est considérée comme d'une bonne qualité, doit réunir des qualités physico-chimique, microbiologique et organoleptique. La qualité physico-chimique de l'eau informe sur la localisation et l'évaluation d'un niveau de pollution, en fonction d'un ensemble de paramètres basée sur des valeurs de référence établie par des internationaux, elle s'apprécie à l'aide de plusieurs paramètres. Alors que la bonne qualité microbiologique exige l'absence des germes responsables de maladies à transport hydrique, de substances toxiques et de quantité excessive de matières minérales et organiques. Elle doit par ailleurs respecter les normes d'une bonne qualité organoleptique, elle doit être limpide, incolore et ne possède aucun goût ou odeur désagréable. En outre l'eau potable doit contenir sans excès un certain nombre d'éléments minéraux dont la présence lui confère une saveur agréable à l'exclusion de

ceux qui seraient l'indice d'une contamination ainsi que toute substance toxique. (**D.E.R de Géologie** .Etude chimique et pollution de la nappe phréatique).

Actuellement la qualité de l'eau d'alimentation est considérée comme un symbole de pureté, donc elle est devenue le produit alimentaire le plus surveillé, et est soumise par conséquent aux normes de qualité les plus sévères. (**DEFRANGESCHI M., 1996).**

2. Les paramètres de la qualité des eaux potables

2.1. Les paramètres physico-chimiques

Le suivi de la qualité physico-chimique de l'eau destinée à la consommation est nécessaire pour s'assurer que leur teneur demeure en déçu à des valeurs pouvant engendrer une toxicité chez l'homme comme stipulé par les normes de qualité des eaux potable préconisé par l'OMS. Les paramètres régulièrement suivi lors des contrôles de qualité physico-chimiques comprennent :la turbidité, le pH, la température, les teneurs en pesticides et en minéraux qui présentent des risques néfastes pour la santé tels que les nitrates, l'arsenic, le plomb, et les ions métalliques en solution (**Miquel**, 2003 ; **OMS**, 2006).

- **La turbidité**

La turbidité désigne la teneur d'une eau en particules suspendues (débris organiques, argiles, organismes microscopiques, etc.)qui la troublent. Il est important de connaître la teneur de la turbidité lorsqu'on envisage de traiter l'eau car elle facilite le développement des germes indicateurs de contamination, réduit l'efficacité des désinfectants et accroît la consommation de chlore tout en diminuant son efficacité. (**Miquel**, 2003)

- **Le pH**

Le pH exprime l'acidité ou l'alcalinité suivant qu'il se trouve dans la bande de 0 à 7 ou de 7 à 14, le 7 constitue la neutralité du milieu. Le pH est indissociable de la température de l'oxygène dissous et de la minéralisation totale. Le pH est acide dans les eaux des aquifères sableux ou granitiques, Il est alcalin dans les aquifères calcaires. (**OMS**, 2006).

Le pH de l'eau peut influer sur les caractéristiques physiques, chimiques et microbiologiques de l'eau. En effet, la majorité des organismes aquatiques ont besoin d'un pH voisin de la neutralité (6-9) afin de survivre. Il influence aussi la qualité de nutriments (phosphore, azote) et de métaux lourds (plomb, cuivre, mercure….) dissous dans l'eau et disponibles pour les organismes aquatiques.

- **La température**

La température d'une eau potable devrait être inférieure en été et supérieure en hiver à la température de l'air. Pour que l'eau potable soit désaltérante, sa température doit situer entre 8 et 15°C à l'hiver et entre 20 et 25 °C à l'été. L'OMS ne recommande aucune valeur vu que la température d'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé humaine. Cependant, une température supérieure à 15 °C favorise le développement des micro-organismes d'un coté et aussi peut intensifier les odeurs et les saveurs. Par contre une température inférieure à 10 °C ralentie les réactions chimiques dans les différents traitements d'eaux donc il est important de connaître avec précision la température d'une eau car elle joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous et donc sur la conductibilité électrique et le pH. (**RODIER J.,**2005 ; **OMS**, 2006).

- **La conductivité**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm**(RODIER J., 2005).**. Elle est l'inverse de la résistivité électrique. La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution. D'une façon générale, la conductivité s'élève progressivement de l'amont vers l'aval des cours d'eau, les écarts sont d'autant plus importants que la minéralisation initiale est faible, en particulier dans les zones à substrat acide ou à sous-sol siliceux. Dans le cas d'un contrôle de distribution d'eau potable, l'intérêt de cette méthode ne réside pas dans une seule mesure mais dans une série de déterminations ou d'enregistrements en continu qui permettront de déceler les variations de composition pouvant signaler des arrivées d'eau susceptibles d'être polluées. (Tableau II / Annexe 1).

- **Résidu sec**

La détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, non volatiles, obtenues après une évaporation d'eau **(RODIER J., 2005).** Une eau dont la teneur en résidu sec est extrêmement faible peut être inacceptable à la consommation en raison de son goût plat et insipide (Tableau III / Annexe 1) **(WHO., 1994).**

- **Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)**

C'est une qualité particulière de l'eau due à la présence des bicarbonates, des chlorures et des sulfates de calcium et de magnésium, détectée principalement par le fait qu'elle empêche plus ou moins l'eau savonneuse de mousser (Tableau VI)**(MARCEL F.R., 1986).**
Elle est mesurée par la somme des concentrations en degré de calcium et de magnésium et s'exprime par le titre hydrométrique (TH). L'unité du titre hydrométrique est le milliéquivalent par litre (ou le degré français °F). **(WHO., 1994).**
Le TH peut subdiviser en TCa (titre calcique) et TMg (titre magnésien) selon l'équation : TCa + TMg =TH.**(BERNE F. et CORDONNIER J., 1991).**

- **Titre Alcalimétrique (TA et TAC)**

Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en ions hydroxyles « OH- » et une valence de carbonates. Le titre alcalimétrique complète ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres, carbonates et hydrogénocarbonates **(BERNE F.et CORDONNIER J., 1991).**

- **Solides totaux dissous (TDS)**

Les TDS rendent compte de la quantité de substance minérale dans l'eau. La concentration des TDS dans l'eau varie considérablement dans différentes régions géologiques à cause de la différence de solubilité des minéraux (**OMS**, 2006)

- **La salinité**

La salinité est la quantité de sels secs dissous dans l'eau. Elle est donnée en partie par milliers notée aussi ‰ ou psu (practicalsalinity unit). **(Frédéric BOUCHAR ,2010**).

- **Les sels minéraux dissous**

1. Les cations

- **Ions Calcium (Ca^{2+})**

L'eau potable de bonne qualité renferme de 100 à 140 mg/L de Calcium **(RODIER J.,2005)**. Le Calcium ne peut en aucun cas poser des problèmes de potabilité, le seul inconvénient domestique lié à une dureté élevée est l'entartrage. Par contre, les eaux douces peuvent entraîner des problèmes de corrosion des canalisations **(GAUJOUR D., 1995).**

- **Ions Magnésium(Mg^{2})**

Éléments indispensables à la vie, jouant un rôle important dans la respiration, leurs origines sont naturelles (dissolution des roches magnésites basaltes, argiles) ou industrielle(industrie de la potasse de cellulose, brasserie). La dureté manganésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale. Le Magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau **(KEMMER F., 1984).**

- **Ions de Sodium (Na^{2+})**

C'est un métal alcalin. Son origine peut être naturelle (mer, terrain salé....) ; humaine (10 à l5 g Na Cl dans les urines /jour) ou industrielle (potasse, industrie pétrolière,….).
Les eaux très riches en Sodium deviennent saumâtres, prennent un goût désagréable et nepeuvent pas être consommées **(RODIER J., 2005).**

- **Ions de Potassium (K^{+})**

Le Potassium règle la teneur en eau à l'intérieur des cellules **(MERCIER J., 2000).** C'est un métal alcalin, étroitement rattaché au Sodium à tel point, qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses de l'eau. Sa présence est moins répandue dans la nature **(KEMMER F., 1984).**

- **Ions Ammonium (NH^{4+})**

Dans l'eau, L'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes; l'ion ammonium (NH^{4+}) et la seconde non dissociée communément appelée ammoniaque (NH^{+3})

(GAUJOUR D., 1995).

En ce qui concerne la toxicité de l'ammoniaque, il est reconnu que ce n'est pas la forme ammoniaque ionisée qui est toxique, mais celle non ionisée dont la proportion dépend du pH et de la température **(RODIER J., 1996).**

- **Ions Fer (Fe^{2+})**

Le fer se classe en 4eme rang des éléments de la croûte terrestre. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. Les besoins pour l'organisme humain se situent entre 2 et 3 mg/j mais 60 à 70% seulement de la quantité intégrée sont métabolisés **(RODIER J., 2005).**

- **Manganèse ($Mn+^{2}$)**

C'est un métal qui peut provoquer une coloration et il est à l'origine de dépôts dans les réseaux. Par ailleurs il affecte les paramètres organoleptiques de l'eau comme d'autres métaux tels que Cuivre, Aluminium, Zinc. Dans les eaux de surface, le Manganèse se trouve en général à l'état oxydé et précipité ; il est donc éliminé par traitements classiques de clarification **(DEGREMONT D., 2005).**

2. Les anions

- **Ions Chlorures (CL^{-})**

Les teneurs en Chlorures des eaux extrêmement variées sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Le gros inconvénient des Chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau à partir de 250 mg/l surtout lorsqu'il s'agit de Chlorure de Sodium **(RODIER J., 2005).**

- **Ions Sulfates (SO_4^{2-})**

Le Sulfate qui se dissout dans l'eau provient de certains minéraux en particulier du gypse, où apparait à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux. La limite supérieure admise dans l'eau potable est 250 mg/l **(KEMMER F., 1984).**

- **Ions Phosphates (PO_4^{3-})**

Les Phosphates sont généralement responsables de l'accélération du phénomène eutrophisation dans les lacs ou les rivières. S'ils dépassent les normes, ceux-ci sont considérés comme indice de contamination fécale entrainant une prolifération des germes, goût et coloration **(RODIER J., 2005).**

- **Ions nitrates(NO_3^-) et nitrites ($N0_2^-$)**

Les Nitrites et Nitrates sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement .Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH_4^+) **(GAUJOUR D., 1995).**

Ils sont extrêmement solubles; ils pénètrent le sol et les eaux souterraines où se déversent dans les cours d'eau par ruissellement. Ils constituent une des causes majeures de la dégradation des eaux à long terme.

Les nitrites sont formés par dégradation de la matière azotée mais ils sont rapidement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable **(LEPELTIE S., 2005).**Dans les eaux, la quantité des nitrates maximale admissible est fixée de 50 mg/L**(COULAIS J.M., 2002).**

- **Matière organique**

On définit la matière organique comme la matière carbonée qui est généralement produite par les êtres vivants, végétaux, animaux, ou micro-organismes. La matière organique est constituée de composés organiques et est à l'origine de dégradations de la qualité de l'eau, ainsi elle influence directement les propriétés organoleptiques de l'eau (odeur et goût); elle peut être la cause d'une certaine toxicité acquise au cours du traitement, elle influence directement la stabilité biologique de l'eau dans le réseau de distribution **(RODIER J., 2005).**

2.2. Les paramètres microbiologiques

La qualité microbiologique des eaux est confirmée par la présence ou l'absence d'un certains nombre de microorganismes, il s'agit de :

- **Coliformes totaux**

Les coliformes appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae.*Le terme « coliforme » correspond à organismes en bâtonnets, non sporogène, Gram-négatifs, oxydase négatif, aéro-anaérobies facultatif, capable de fermenter le lactose (et mannitol) avec production d'acide et gaz en 48 heures à des températures de 35 et 37 °C.

Les coliformes comprennent les genres : *Escherichia, Citrobacter, Enterobacter, Klebsiella, Yersinia, Sérratia***. (RODIER J., 2005).**

- **Coliformes fécaux ou Coliformes thermo- tolérants**

Les coliformes fécaux ou coliformes thermo tolérants correspondent à des coliformes qui présentent les mêmes propriétés (caractéristiques des coliformes) après incubation à une température de 44 °C **(EDBERG *et al*., 2000).**

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-tolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane à 44 °C et ont des caractères biochimiques propres à cette espèce **(BOURGOIS C.M. et MESCLE J., 1996).**

- **Streptocoques fécaux**

Sous la dénomination générale de «*Streptocoques fécaux*», il faut entendre l'ensemble des streptocoques possédant une substance antigénique caractéristique du groupe D de Lancefield. **(RODIER J., 2005).**

Ils sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale. Ils sont des Gram positifs, groupes en chaînettes, anaérobies facultatifs, catalase négatif et immobiles. (**BOURGEOIS C.M. et MESCLE J., 1996).**

- **Clostridium Sulfito-Réducteurs**

Clostridium Sulfito-Réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale ancienne ou intermittente. Leur permanence marque la défaillance en un point donné du processus de filtration naturelle **(ARMAND L., 1996).**

Ce sont des bacilles Gram positifs, anaérobies stricts, isolés ou en chaînettes, mobiles, catalase positif, réduisent le sulfite de sodium en sulfure.

La forme sporulée des Clostridium Sulfito-Réducteurs est beaucoup plus résistante que les formes végétatives **(BOURGEOIS C.M. et MESCLE J., 1996).**

- **Salmonelles**

Les Salmonelles appartiennent à la famille des *Entérobacteriaceae*, se sont des bacilles à Gramnégatif, anaérobie facultatif, habituellement mobiles grâce à une ciliature péritriche, mais des mutants immobiles peuvent exister (**BOURGEOIS C.M. et MESCLE J., 1996).**
Les sérotypes adaptés à l'homme sont: *Salmonella typhi* et sérotypes*S. paratyphi* A et
S. Sendai, responsables de la fièvre typhoïde humaine.
Les Salmonelles sont en général considérées comme pathogènes bien que leur virulence et leur pouvoir pathogène varient énormément **(RODIER J., 2009).**

2.3. Les paramètres organoleptiques

- **Couleur**

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau claire et les eaux de faible turbidité (**RODIER J., 2005).**
Elle représente un indicateur de pollution si elle dépasse l'équivalent de 15 mg/1 de platine cobalt **(LEFÈVRE J.G., 1991).**

- **Odeur**

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles ou la qualité de cette sensation particulière provoquée par chacune de ces substances **(RODIER J., 2005).**

- **Goût et saveur**

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et desensibilité chimique commune perçue lorsque la boisson est dans la bouche. La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs **(RODIER J.,2005).**

3. Les maladies d'origine hydrique

L'eau peut présenter la première cause de mortalité et de maladies dans le monde. En Algérie, malgré les efforts consentis, les résultats restent à ce jour insuffisant. L'épidémie de choléra qu'a connue l'Algérie en 1986 à causée la mort de 475 personnes .Parmi les infections à transmission hydrique que l'on retrouve en Algérie, on peut citer : la fièvre typhoïde, le choléra, les hépatites infectieuses, les dysenteries, la poliomyélite …ect. (**Lahouari BENAYADA** .Université des sciences et de la technologie d'Oran , Algérie).

Les pathologies liées à l'eau peuvent être d'origine bactérienne, virale ou parasitaire, dues au manque d'eau et/ou à la présence de substance chimique dans l'eau (OMS) :

a. Maladies d'origine bactérienne

Les eaux peuvent transmettre un certain nombre de maladies d'origine bactérienne. Il s'agit principalement de :

Le choléra

Le choléra est une infection intestinale aiguë due à l'ingestion d'eau ou d'aliments contaminés par le bacille *Vibriocholerae*. La durée d'incubation est courte, de moins d'un jour à cinq jours. Le bacille produit une entérotoxine qui provoque une diarrhée abondante, indolore pouvant aboutir rapidement à une déshydratation sévère et à la mort du sujet si le traitement n'est pas administré rapidement. La plupart des patients présentent aussi des vomissements. (**OMS)**

La plupart des sujets infectés par *V. cholerae* ne présentent aucun symptôme bien que le bacille puisse être présent dans leurs selles pendant 7 à 14 jours. En cas de maladie, 80 à 90 % des épisodes sont bénins ou modérément sévères et il est alors difficile de les distinguer cliniquement d'autres types de diarrhées aiguës. Moins de 20 % des malades développent le choléra typique avec des signes de déshydratation modérée à sévère. (**OMS)**

Fièvres typhoïde et paratyphoïde

Les fièvres typhoïde et paratyphoïde sont des infections causées par des bactéries du genre *Salmonella* appartiennent au sérotypeTyphi ou moins fréquemment aux

sérotypesParatyphi A, B ou C qui sont transmises lors de l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminées par des selles. Une eau propre et un bon assainissement permettent de prévenir la propagation de la typhoïde et de la paratyphoïde. L'eau contaminée est l'une des voies de transmission de la maladie**. (OMS).**

Diarrhées infectieuse

Maladies causées par diverses bactéries tel que les salmonelles, les enterocoques, les coliformes totaux et fécaux,…, et dont les symptômes sont des selles liquides, des vomissements et de la fièvre. En général, elles n'entraînent pas la mort.**(BRIERE F.G., 2000).**

b. Maladies d'origine virale

Aux cotés des maladies d'origine bactériennes ; nous avons des maladies virales, parmi ces maladies on peut citer :

La poliomyélite

C'est une maladie très contagieuse provoquée par un entérovirus humain appelé poliovirus qui envahit le système nerveux et peut entraîner une paralysie totale en quelques heures. Le virus se propage d'une personne à une autre principalement par la voie fécale-orale ou moins fréquemment par le biais d'un véhicule commun (eau ou aliments contaminés, par exemple) et se multiplie dans l'intestin. La fièvre, l'asthénie, les céphalées, les vomissements, la raideur de la nuque et les douleurs dans les membres en sont les premiers symptômes.**(OMS).**

Hépatite virale

L'hépatite virale est une inflammation du foie causée par l'un des cinq virus de l'hépatite: A, B, C, D ou E.

Ces virus se transmettent par des voies diverses : par l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés pour les hépatites A et E; par contact avec du sang non sécurisé ou d'autres liquides corporels pour l'hépatite B; essentiellement par du sang contaminé pour l'hépatite C; quant à l'hépatite D c'est une infection additionnelle qui se déclare en présence de l'hépatite B**. (OMS).**

c. Maladies d'origine parasitaire

Plusieurs épidémies d'origine hydrique dues à des parasites tel que l'ankylostomose , la dracunculose , le téniasis etc…

Anémie

L'anémie est fréquente dans le monde entier. Sa cause principale, la carence en fer, est la carence nutritionnelle la plus répandue dans le monde. Outre la carence en fer, de nombreuses infections associées à l'hygiène, à l'assainissement, à la qualité et à la gestion de l'eau contribuent fortement à l'anémie. Il s'agit notamment du paludisme, de la schistosomiase et de l'ankylostomiase (vers parasites).**(OMS).**

4. La pollution des eaux

Selon **REJSEK** (2002) les eaux polluées ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine.

Une eau polluée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels. (**GROSCLAUDE**,1999). Donc sous la terminologie d'eau résiduaire, on groupe des eaux d'origine très diverses qui ont perdu leurs puretés ; c'est-à-dire leurs propriétés naturelles par l'effet des polluants après avoir été utilisées dans des activités humaines.

Aussi on peut dire que la pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et / ou perturbe l'écosystème aquatique.

Elle a pour origines principales : l'activité humaine ; les industries, l'agriculture, les décharges de déchets domestiques et industriels.

Elle se manifeste principalement par une diminution de la teneur en oxygène dissous, la présence de produits toxiques, une prolifération d'algues , une modification physique du milieu récepteur et la présence de bactéries ou virus dangereux .

Matériel et Méthode

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, il nous a été proposé de réalisé une étude qui porte sur le contrôle microbiologique et physico-chimique des eaux de la source de Chiffa (Les gorges de la Chiffa), ces analyses ont été réalisé au niveau du laboratoire de l'Unité de l'Algérienne des Eaux de Médéa durant une période de 6 mois (décembre 2016 - Mai 2017).

Notre travail a pour objectif d'effectuer des analyses physicochimiques et microbiologiques de l'eau de source de la Chiffa afin de contrôler la qualité de l'eau.

1. Présentation de la zone d'échantillonnage

La zone d'échantillonnage qui a été ciblé lors de notre étude est la source de la Chiffa. Elle se localise à l'ouest de la Wilaya de Blida (RN01). La source de la Chiffa alimente l'oued Chiffa . La zone de la Chiffa une grande importance vu sa position géographique qui lui confère un point de contrôle des liaisons vers le sud (Médéa, Djelfa).

Selon les données fournies par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques A.N.R.H, les premières pluies apparaissent généralement au mois de Septembre, les plus abondants s'étalent essentiellement d'Octobre à Avril.



Figure 4 : Carte géographique de la zone de Chiffa **(ANRH- Blida).**

2. Présentation de l'Unité l'Algérienne des Eaux de Médéa

La création de l'Unité de l'Algérienne des Eaux (ADE) de Médéa a été lancé par le décret N° 01-101 du 21/04/2001, tandis que le début de ses activités à eu lieu en 2004, cette unité est considérée comme la remplaçante de l'ex EPEM.

L'ADE est chargée de l'approvisionnement en eau potable les communes et localités qui sont sous sa gestion exclusive, ainsi que l'entretien et la maintenance des réseaux d'AEP (adduction + distribution) et les stations de pompages et de traitement des eaux.
En matière d'AEP des agglomérations et des localités gérées par l'ADE Médéa, celle-ci provient en grande partie des wilayas limitrophes : Ain defla (barrage Ghrib), Djelfa (champ captant de Birine) et ultérieurement à partir de Bouira (Barrage Koudiat – Acerdoune).
Le laboratoire de l'unité de l'Algérienne des Eaux (ADE) de Médéa comme tâches, le contrôle de la qualité de l'eau distribuée, d'établir le programme de nettoyage des réservoirs et intervenir dans les cas de pollution.

Organisation de l'ADE unité de Médéa
L'unité ADE Médéa est organisée comme suite :

Cinq centres répartis dans les agglomérations importantes comme suit : Médéa, Berrouaghia, Ksar El Boukhari, Ain Boucif et beni Slimane.

Huit antennes répartis dans les localités de moyenne importance comme suit : ouamri, Boughezoul, Seghouane, El Omaria, Aziz, Si Mahdjoub, Souaghi, Chellalet El Adhaoura.

Agences commerciales : sept dont trois au centre de Médéa et une dans chaque centre.

Caisse : dix dont quatre au centre de Médéa.

Un service relations abonnée a été instauré au sein de chaque agence commerciale.

Présentation du laboratoire d'unité

Le laboratoire central est situé au niveau du siège de l'unité **ADE** Médéa doté du matériel nécessaire pour les analyses bactériologique et physico-chimique, il est encadré par six ingénieurs chimistes, deux Laboratoires annexes de moindre importance par rapport au précédent ont été installés aux niveaux des stations de traitement de la Chiffa et du barrage Ghrib, ils sont gérés par des techniciens chimistes, un concernant la première et deux pour le second.

En sus des moyens disponibles pour les analyses, ils sont dotés aussi d'équipement pour la mise en service de logiciels entrant dans le cadre du projet de jumelage avec l'entreprise belge SWDE. Le laboratoire d'analyse physico-chimique a été mis en place, dirigé par une équipe d'ingénieurs en analyse des eaux, qui sont chargés de l'établissement des plans d'échantillonnages et de contrôle, l'exploitation et la préservation du matériel de laboratoire.

I- Le Matériel

1. Matériel biologique

Notre travail a été réalisé sur des échantillons d'eau provenant de la source de la Chiffa.

2. Matériel non biologique

Durant notre stage de fin d'études, nous avons utilisés des solutions (Annexe 1), des appareils (Annexe 1) et des milieux de culture (Annexe 1).

II- Les méthodes

1.Échantillonnage

Dans le cadre de notre étude, nous avons effectué 6 prélèvements d'eau afin de réaliser des études physico-chimique et bactériologique. L'ensemble des prélèvements ont été réalisé à partir de la même source et pendant une période allant de Décembre 2016 à Mai 2017.

Les échantillons destinés pour une analyse bactériologique sont prélevés dans des flacons en verre de 250 ml stérilisés à sec préalablement à une température de 120 C° et pendant 20 min. Tandis que pour les échantillons destinés à des analyses physico-chimiques, le prélèvement s'effectue dans des flacons en P.E.T (Poly Éthylène) d'une capacité de 1,5 L bien nettoyés.

Après le prélèvement, le flacon doit être lisiblement étiqueté (le lieu du prélèvement, la date et l'heure) puis transportés dans une glacière (+ 4°C) à l'abri de la lumière au laboratoire de l'ADE Médéa, qui se situe à 30min de la zone d'échantillonnage.

2. Les analyses physico-chimiques

Les facteurs physico-chimiques, ont une influence directe sur la croissance et le développement de la microflore au sein d'un écosystème bien déterminé. La nature et la composition de l'eau conditionnent le développement et la répartition de la flore microbienne autochtone (**Bouanani**, 2012).

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées dans le laboratoire de l'unité ADE.

2.1.1. Détermination du taux de pH

Le pH ou le potentiel hydrique est défini comme le cologarithme de la concentration en ions H^+dans une solution. Il est basé sur la détermination de la différence du potentiel existant entre deux électrodes plongées dans l'échantillon **(Bentouati et Bouzidi, 2011).**

La mesure du pH se fait selon l'instruction de travail du pH mètre cncerné, les mesures sont exprimées en unités de pH, à une température de 25°C.

2.1.2.Détermination du taux de la conductivité électrique (CE), salinité et T.D.S

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer la minéralisation globale (taux des sels dissous TDS) d'une eau du fait que les ions présents rendent celle-ci électriquement conductrice (**Thierrin et *al.***, 2003).

A l'aide du conductimètre, l'électrode est introduite dans les100ml d'eau à analyser, prenant soin que l'électrode soit complètement immergée, la lecture finale de la conductivité et la salinité et les T.D.S se fait sur l'afficheur de l'appareil, lorsque la valeur indiquée se stabilise.

2.1.3.Détermination du taux de la turbidité

La mesure de la turbidité peut s'effectuer en utilisant l'effet « Tyndall » ou l'opacimétrie.

L'effet Tyndall est utilisé plus spécialement pour la mesure des faibles turbidités (eau de boisson), l'opacité est appliquée aux eaux de fortes turbidités (eau brute) quelque soit le principe utilisé, l'appareil nécessite un étalonnage.

La mesure est obtenue directement en NTU (Unité de turbidité népheléometrique).

2.1.4 Détermination du taux de la température

C'est un paramètre qu'on doit absolument mesurer sur le terrain parce qu'elle tend à s'ajuster rapidement à la température ambiant. La lecture est faite après une immersion d'un thermomètre jusqu'à l'obtention d'une lecture stable, les résultats sont exprimés en degré Celsius (°C).

2.1.5. Détermination du taux de l'ammoniac (NH^{+4})

Afin de déterminer l'ammoniac, une mesure spectrométrique à environ 655 du composé vert formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate. L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de NH^{+4}, les résultats sont donnés directement en mg/L.

2.1.6. Détermination du taux des nitrites (NO^{-2})

Les nitrites réagissent avec la sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui après copulation avec le $N^{-}{}_{1}$Naphtyléthyélmediaminedichloride donne naissance à une coloration rose, mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de543nm.Le résultat est donne directement en mg/L.

2.1.7. Détermination du taux de phosphore ($PO^{-3}{}_{4}$)

Pour la détermination du phosphate, on a suivie le mode opératoire utilisé au niveau de l'unité ADE de Médéa, et cela consiste à prendre 40 ml d'échantillon, lui ajouter 1 ml d'acide ascorbique et 2 ml de réactif, le tout est mélangé dans une fiole jaugé.
Effectuer parallèlement au dosage, un essai à blanc, c'est-à-dire en suivant le même mode opératoire que précédemment et en utilisant les mêmes quantités de réactif, mais en emploie de l'eau distillé à la place de la prise d'essai.

2.1.8. Détermination du taux des sulfates ($SO^{-2}{}_{4}$)

Pour la détermination des sulfates, on prend 40 ml d'échantillon, auquel on ajoute 5 ml solution stabilisante et 2ml de solution de chlorure de baryum dans une fiole jaugé.

2.1.9. Détermination du taux de nitrate (NO^{-3})

Pour les nitrates, on prend 10 ml d'eau à analyser auquel est ajouté 3 gouttes de la solution d'hydroxyde de Sodium à 30%, on ajoute aussi 1 ml de solution de Salicylate de sodium à 0.5 %, ensuite on évapore notre solution à l'étuve à une température entre 75 – 88 °C. On prend notre résidu avec 2 ml d'acide sulfurique concentré et on laisse reposer 10 min, on ajoute par la suite 15 ml d'eau distillé et 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium. On fait lecture au spectromètre UV-Visible à la longueur d'onde de 415 nm.

2.1.10. Détermination du taux de fer (Fe^{+2})

Pour la détermination du fer, on doit tous d'abord lavé toute la verrerie à l'acide chlorhydrique (HCl) à 1.12 g/ml.

On prend 50 ml de notre échantillon, on lui rajoute 1 ml de la solution chlorhydrate hydroxylamine et mélanger soigneusement, à cela on ajoute 2 ml de tampon acétate pour obtenir un pH entre 3.5 et 5.5. Un volume de 2 ml d'une solution de phénantroline est ajouter à notre préparation est le tous et conserver pendant 15 min à l'obscurité. On mesure l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre UV VIS à 510 nm

2.1.11.Détermination du taux de manganèse (Mn^{+2})

Pour la détermination du manganèse, on prend 40 ml de notre échantillon, auquel on ajoute 1 ml d'acide ascorbique et 2ml de réactif et mélangé dans une fiole jaugé. Effectuer parallèlement, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités de réactif mais en employant de l'eau distillée à la place de notre échantillon.

2.1.12. Détermination du taux du sodium et du potassium par photométrie de flamme

La Détermination du sodium et du potassium se fait par photométre de flamme, pour cela on doit tout d'abord Optimiser la flamme si elle est jaune à l'aide du bouton « fuel » jusqu'à ce que la couleur devienne bleue violacée, par la suite on doit étalonner notre appareil avec de l'eau distillé. On effectue un deuxième étalonnage avec une solution étalon de Na^{+}ou du K^{+}à10 mg/l. Lorsque notre appareil est étalonné, on introduit nos échantillons jusqu'à ce que la valeur affichée sur l'écran est stable (3 essais pour chaque échantillon).

2.1.13.Détermination du taux de résidu sec (R.S)

Pour la détermination du résidu sec, on pèse la capsule avant séchage qui sera considéré comme le volume 1. On met 50 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée et la déverser dans la capsule, l'ensemble est porté dans une étuve à 105°C pendant 24 heures, on laisse refroidir pendant 15 min au dessiccateur et on pèse la capsule après séchage qui sera considéré comme le volume 2.

$$\mathbf{R.S= (v_2-v_1)*2*10^4}$$

2.1.14.Détermination de titre alcalimétrique complet (TAC) et l'acidité (HCO_3)

On introduit 100 ml de l'échantillon dans un bécher et noter le pH, par la suite ramener le pH à 4.3 en versant lentement l'acide chlorhydrique et on note le volume de Hcl

$TAC=v_{Hcl}*50=mg/L$

$HCO_3=v_{Hcl}*61=mg/l$

2.1.15.Détermination du taux de calcium méthode titrimétrique a l'EDTA

Prélever une prise d'essai de 50ml de l'échantillon, ajouter 2ml de la solution d'hydroxyde NaOH(2N) et une pincée d'indicateur (Murexide), la solution doit se colorer en rose bien mélanger le tout.

Titrer avec la solution d'EDTA, en versant lentement la virage est atteint lorsque la couleur devient nettement violette.

La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA.

Mesures et calcul du résultat

La teneur en calcium exprimée en mg/l est donnée par l'équation

$$Ca= \left\{ (C_1 * V_1 * A) / V_0 \quad F_c * 1000 * F \right\}$$

Ou :

C_1 : concentration exprimée en mole par litre de la solution EDTA soit 0,01.

V_0 : est le volume en millilitre de la prise d'essai soit 50ml.

V_1 : est le volume en millilitre de la solution d'EDTA utilisé pour le dosage.

A : est la masse atomique du calcium (40,08g).

F_c : facteur de correction du titre.

F : facteur de dilution.

2.1.16.Détermination de la somme du calcium et magnésium

Prélever 50ml de notre échantillon, ajouter 4ml de la solution tampon ammoniacal et une pincée d'indicateur noir Erichrome bien mélanger la solution doit se colorer en rose, titrer immédiatement avec la solution d'EDTA en versant lentement jusqu'au virage au bleu.

La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA.

Mesures et calcul du résultat

La concentration totale en ions calcium et magnésium exprimée en F°, est donnée par la formule :

$TH= V_2*2*F*F_c$

TH : dureté exprimée en F°.

V_2 : est le volume en millilitres, d'échantillon donné.

F_c : facteur de correction.

F : facteur de dilution.

2.1.17.Détermination du taux de chlorures-titrage au nitrate d'argent avec du chromate de potassium (cl^-)

Introduire 100ml de notre échantillon dans une fiole ou dans un bécher placé sur un fond blanc, auquel et ajouter 1ml d'indicateur de chromate de potassium la solution doit se colorer en jaune. La solution est titré par addition goutte à goutte d'une solution de nitrate d'argent (0,02N) jusqu'à ce que la solution prenne une couleur rougeâtre.

Mesures et calcul du résultat

La concentration en chlorure Pcl exprimée en milligrammes par litre, est donnée par formule

$Pcl= (V_s-V_b)*V_a*C*F$

Ou

Pcl : est la concentration en milligramme par litre de chlorure.

V_a : est le volume en millilitres de l'échantillon pour essai.

V_b : est le volume en millilitres de solution de nitrates d'argent utilisées pour le titrage de du blanc.

V_s : est le volume en millilitres de solution de nitrates d'argent utilisée pour le titrage de du l'échantillon.

C : est la concentration réelleexprimé en moles d'$AgNO_3$ par litre de la sollution de nitrate d'argent.

F : est le facteur de conversion f =35453mg /mol

2.1.18. Détermination du taux de l'oxydation au permanganate de potassium

Dans un erlenmeyer à col large on introduit 100 ml d'eau à analysée puis on ajoute 10 ml d'acide sulfurique 0.5 N plus quelques grains de Potter et porter à ébullition (1^{er} bulles). Ensuite on ajouter 10 ml de permanganate de k^+ N/80 et porter à ébullition pendant 10 minutes ($2^{éme}$ ébullition). Refroidir puis ajouter 10 ml de sulfate ferreux ammoniacal (N/80). Titrer avec KM_nO_4 jusqu'au virage de la solution rose claire.

Faire un témoin avec l'eau distillé.

Mesures et calcul du résultat

$$\mathbf{O = (V-V_0)\ mg/l}$$

2.2. Les analyses microbiologiques

2.2.1. La méthode de filtration sur membrane

Cette méthode a été utilisée pour l'eau de forage ainsi pour l'eau de station de traitement des eaux.

- **Principe**

C'est une méthode utilisée en microbiologie, qui permet de concentrer les germes présents dans une solution sur la membrane filtrante. Cette méthode consiste à filtrer un volume d'eau variable selon le germe recherché suivie d'une mise en culture dans une gélose sélective et d'un calcul du nombre des micro-organismes cibles présents dans l'eau ; la membrane filtrante utilisée est de 0.45µm de diamètre pour les bactéries (germes totaux, coliformes totaux, Pseudomonas, Streptocoques) ou de 0.22µm de diamètre pour les spores (les spores des Clostridies Sulfito-Réductrices).

- **Mode opératoire**

En premier lieu il faut stériliser les rampes filtrantes par flambage avec le bec Bünsen ; à l'aide d'une pince stérile placer aseptiquement les membranes filtrantes (0.45µm ou 0.22µm) dans les rampes de filtration. filtrer le volume approprié de l'échantillon sur la membrane filtrante stérile 0,45µm ou 0.22µm à l'aide de la rampe liée à une pompe à vide , retirer la membrane avec une pince préalablement flambée et la déposer sur la boite de Pétri qui contient le milieu de culture correspondant à chaque germe ; (dans le cas de clostridium sulfito-réducteur la membrane est renversée puis couler le milieu de culture au-dessus pour créer l'anaérobiose) ; placer à incuber

2.2.2. Les germes recherchés par la méthode de filtration sur membrane

- **La recherche des streptocoques fécaux**

On doit tout d'abord secouer énergiquement la bouteille contenant l'échantillon avant l'opération de filtration, les tables de travailles doivent être désinfectées à l'alcool. Allumer le bec Bunsen correspondant à la rampe de filtration lorsque les vapeurs du désinfectant ne sont

plus olfactivement perceptibles. Stérilisation par flambage de la partie supérieure du support de la rampe de filtration et particulièrement le fritté métallique avec le robinet ouvert au début du flambage et fermé en fin de flambage et aussi les entonnoirs ainsi que la verrerie sur laquelle ils sont déposés après usage. On laisse refroidir jusqu'à ce que les entonnoirs soient manipulables à mains nues. Passer la partie ouverte de la pince à la flamme 2 à 3 secondes. Saisir une membrane stérile de porosité 0,45 µm, ouvrir son emballage et l'extraire avec la pince stérilisée préalablement stérilisé par flambage et on la dépose sur le support de filtration refroidi.

Agiter énergiquement l'échantillon à analyser et flamber légèrement la partie supérieure de la bouteille. Ouvrir la bouteille contenant l'échantillon aux alentours de la flamme et flamber rapidement le goulot, verser l'eau à analyser jusqu'au repère de l'entonnoir (minimum 100 ml). Ouvrir le robinet du support, laisser aspirer entièrement et fermer ensuite le robinet.

Retirer la membrane de son support à l'aide de la pince préalablement passée à la flamme et la placer à l'endroit sur le milieu Slanetz et Bartley (T.T.C.) préalablement séché sur une plaque histologique en s'assurant que des bulles d'air ne soient pas emprisonnées sous la membrane. Incuber les boîtes de Pétri à l'envers, à 36 °C ± 2 °C pendant 24 heures ± 4 heures.

Lecture

La lecture se fait par Examinassions des membranes et considérer comme Streptocoque fécaux présumés toutes les colonies qui, quelle que soit leur taille, présentent une coloration rouge, marron ou rose, soit à leur centre, soit à leur périphérie.

Mesures et calcul du résultat

La mesure est à exprimer en UFC pour 100 ml d'eau.

(ISO 7899-2).

- **Recherche des coliformes**

Même protocole utilisé pour la recherche des Streptocoques à l'exception de retirer la membrane de son support à l'aide de la pince préalablement passée à la flamme et la déposer sur le milieu sélectif (gélose lactosée au Tergitol et au T.T.C.) en prêtant attention à ne pas piéger de bulles d'air. Incuber les boîtes de Pétri à l'envers à 36 ± 2 °C pendant 22 ± 2 heures pour la recherche des bactéries coliformes, soit à 44 °C ± 0,5 °C pour la recherche des coliformes thermorésistants.

Lecture

Examiner les membranes et considérer comme positives toutes les colonies petites, lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentés en jaune orangé ou en jaune (lactose positives).

Confirmation

Repiquer de façon aléatoire 5 à 10 colonies à des fins de confirmation basée sur le test à l'oxydase d'une part et la production d'indole d'autre part.

Test à l'oxydase

Pour les besoins de ce test, effectuer tout d'abord un repiquage sur gélose TSA à la caséine de 5 à 10 colonies, à incuber à 36 ± 2°C pendant 21 ± 2 heures, puis effectuer le test de l'une des façons suivantes :

- Imbiber un disque d'oxydase avec une goutte d'eau distillée stérile puis déposer une colonie caractéristique.
- Verser 2 à 3 gouttes du réactif à l'oxydase préparé extemporanément (Tétraméthyl-p-phénylènediamine) sur un papier filtre puis étaler dessus une partie de la culture.

Dans les deux cas la réaction positive est immédiate et se traduit par un virage au bleu violet foncé.

Test à l'indole

Pour cela, transférer chaque colonie caractéristique séparément (5 à 10) dans un tube contenant 3 ml de bouillon au tryptophane. Bien triturer la colonie dans le milieu puis incuber ce dernier à 44 ± 0,5°C pendant 21 ± 3 heures, rechercher la production d'indole en ajoutant 2 à 3 gouttes du réactif de Kowacs. La présence d'une coloration rouge à la surface du bouillon traduit la production d'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu.

Identification

Est considérée comme bactérie coliforme, toute colonie caractéristique (jaune), dépourvue de l'enzyme oxydase et non productrice d'indole. Est considéré comme bactérie *Escherichia coli,* toute colonie caractéristique (rouge), dépourvue de l'enzyme oxydase, mais productrice d'indole à 44°C.

Mesures et calcul du résultat

Calculer ensuite la valeur du nombre de bactéries coliformes lactose positives à part, celle des Escherichia coli à part ; le résultat final sera exprimé selon l'équation mathématique suivante : a=b/A*c

Où :
b: Nombre de colonies caractéristiques présumées dans la boite.
A: Nombre de colonies repiquées.
c: Nombre total de colonies trouvées dans la boite.
(ISO 9308-1).

- **Recherche des Salmonelles**

La recherche des Salmonelles est réalisée en 4 étapes :

1er jour : Enrichissement primaire

100 ml de l'eau à analyser est introduite dans **100 ml** de bouillon du **sélénite – cyctéine D/C.** La solution obtenue est appelée SFBI, Elle est incubée à **37°C** pendant **18 à 24h**.

2ème jour : Enrichissement secondaire et Isolement

La solution **SFBI** incubée la veille pour effectuer le 2 ème enrichissement sur bouillon sélénite – cystéine en tubes (solution **SFBII**) à raison de **1 ml** par tube et un isolement sur gélose **Héktoen**(**H1**). Dans les deux cas, l'incubation est réalisée à **37°C** pendant **18 à 24 h.**

3ème jour : Enrichissement tertiaire et isolement

A partir du bouillon **SFBII** isolé sur gélose **HéktoenI (HII)**, 1 ml de **SFBII** est introduit dans un bouillon sélénite-cystéine (**SFBIII**). L'incubation se fait à **37 °C** pendant **18 à 24 h.**

4 èmejour : Lecture et identification

La boite gélose **Héktoen** fera l'objet d'une lecture. Les Salmonelles apparaissent le plus souvent sous forme de colonies bleutées à centre noir **.**Ces derniers subiront une identification biochimique **(ISO 6340).**

2.3.les analyses organoleptiques

Les paramètres organoleptiques de l'eau doivent être appréciés au moment du prélèvement.

- **Test de la couleur**

La couleur a été évaluée par observation oculaire de plusieurs bouteilles et flacons remplies d'eau prélevée de la source.

- **Test de l'odeur et de la saveur**

L'odeur a été évaluée par simple sensation olfactive.

La saveur est décelée par dégustation qui exige à rincer la bouche avec l'eau distillée avant chaque dégustation.

Résultat et Discussion

I .Résultats des analyses physico-chimiques

1. Analyses physiques

Les analyses physiques effectuées au niveau de laboratoire physico- chimique de l'ADE sont :le pH, la turbidité, la conductivité, le TDS, la température et la salinité, les paramètres ont été mesurés d'une façon mensuelle pendant une période de six mois.

- **pH**

Le pH de l'eau conditionne les équilibres physico-chimiques et donc l'action de l'eau sur les carbonates.

Les résultats obtenus (Figure 5) indiquent que le pH varie entre 7.9 et 8.21, ce qui implique que l'eau de la source de Chiffa est alcaline (> 7.5).Les valeurs obtenues sur les différents échantillons d'eau de la source, sont conformes aux normes **AFNOR**(6.5-9) et les normes de l'**OMS**(6.5-8.5) , Cela reflète une qualité de l'eau de la source.

Les variations du pH d'une eau naturelle dépondent de l'origine de celle-ci et de la nature des terrains traversés (**Potelon et Zysman**., 1998). La région de l'atlas de Blida présente des terres calcaires, ce qui explique sa neutralité et sa tendance vers l'alcalinité.

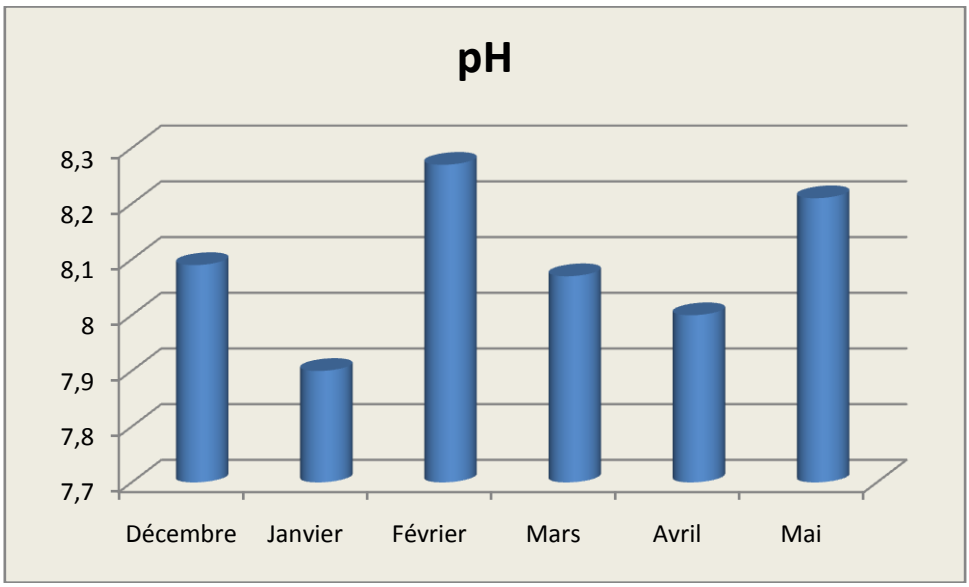


Figure 4 : Variation du pH de l'eau de la source de la Chiffa durant la période Décembre 2016-Mai2017.

- **Turbidité**

La turbidité désigne la teneur d'une eau en particules suspendues qui la troublent, c'est un paramètre qui reflète la qualité physique des eaux. Les résultats de nos échantillons varie de 0.38 TNU en mois de Février et 5.62 TNU en mois de Mai, les valeurs obtenus en mois de Mai dépasse la norme exigée par l'OMS (<5TNU).

Les fortes valeurs obtenues en mois de Mai peuvent être expliqué par les conditions climatiques qui ont précédé le jour de l'échantillonnage (vent) ou les travaux de la doublement de la route nationale.

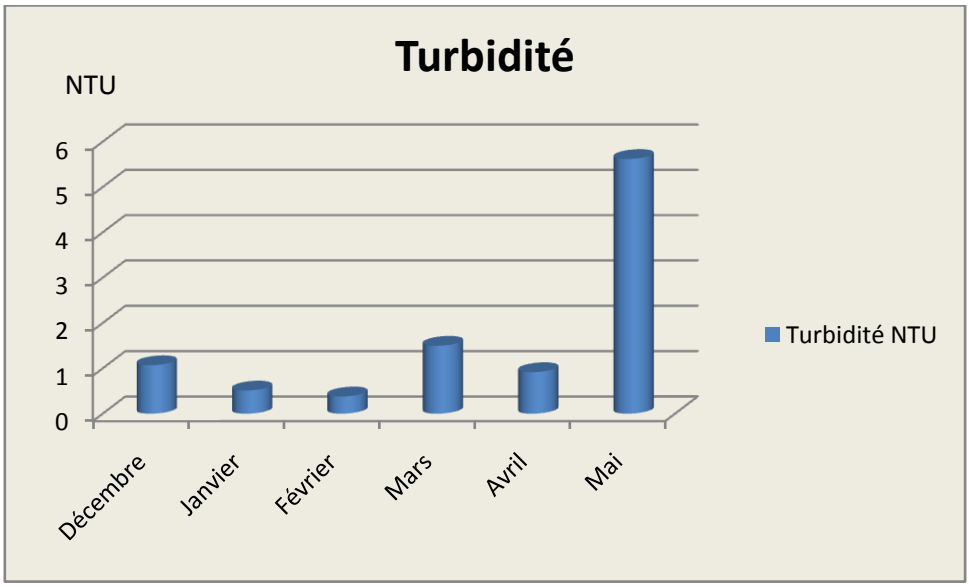


Figure 5 : Variation de la turbidité de l'eau de la source de la Chiffa durant la période Décembre 2016-Mai2017.

- **Conductivité**

Les résultats de la conductivité révèlent que l'eau de la source de la chiffa a une minéralisation moyenne accentuée, elle est comprise entre 401 et 527µs / Cm^3(Figure7), mais restent toujours dans les limites admissibles à la consommation humaine, (inferieure à 1250 µs / Cm^3) selon AFNOR et inferieure à 1500 µs / Cm^3 d'après l'OMS.

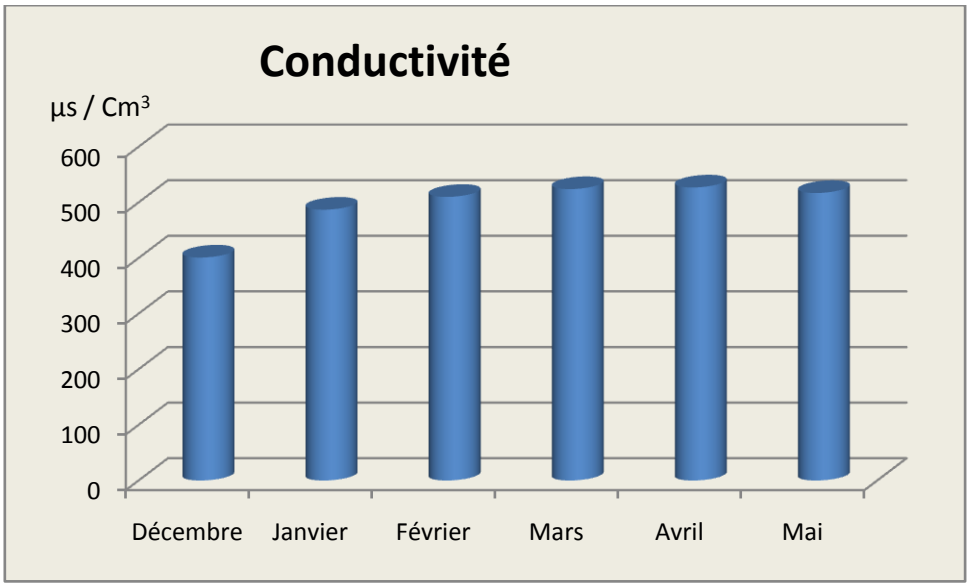


Figure 6 : Variation de la conductivité de l'eau de la source de la Chiffa pendant la période de décembre 2016/mai2017.

La conductivité est la propriété que possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique, elle est due à la présence dans le milieu d'ions qui sont mobile dans un champ électrique. La température influe sur la conductivité car la mobilité des ions augmente avec l'augmentation de la température et sert aussi à apprécier la qualité des sels dissous dans l'eau **(Rejsek , 2000).**

Les modifications des paramètres de la conductivité dans les eaux de surfaces peuvent avoir au cours de l'année et selon les saisons, ceci est en fonction de la température qui influe sur la solubilité des ions **(Rodier, 2005).**

- **Taux des sels dissous**

La minéralisation globale est déterminée à partir de la quantité ou bien la concentration des sels dissous dans l'eau **(Monteil et Duget., 2000).** Le TDS varie selon la température, la géologie des bassins (composition des roches) l'évaporation de l'eau, variation de débit (augmente lors le débit est faible) **(Hade ,2002).**

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité ; les résultats obtenus (Figure 7) indiquent que la source est moyennement minéralisée.

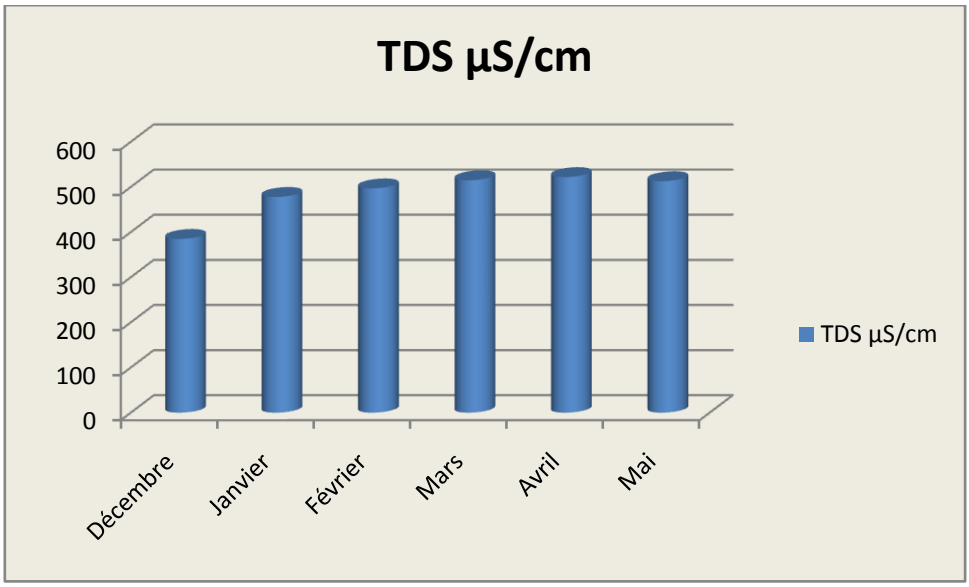


Figure 7 : Variation de taux des sels dissous de l'eau de source chiffa pendant la période décembre2016/mai2017.

- **La température**

La température des eaux analysées est comprise entre 14 C° mesurée dans le mois de Février et 20 C° prise en mois de Mai (Figure 8). En effet, la température augmente avec les mois d'échantillonnage, donc la température des eaux de la source de la Chiffa est en corrélation positive avec la température de l'air de la région (saison été).

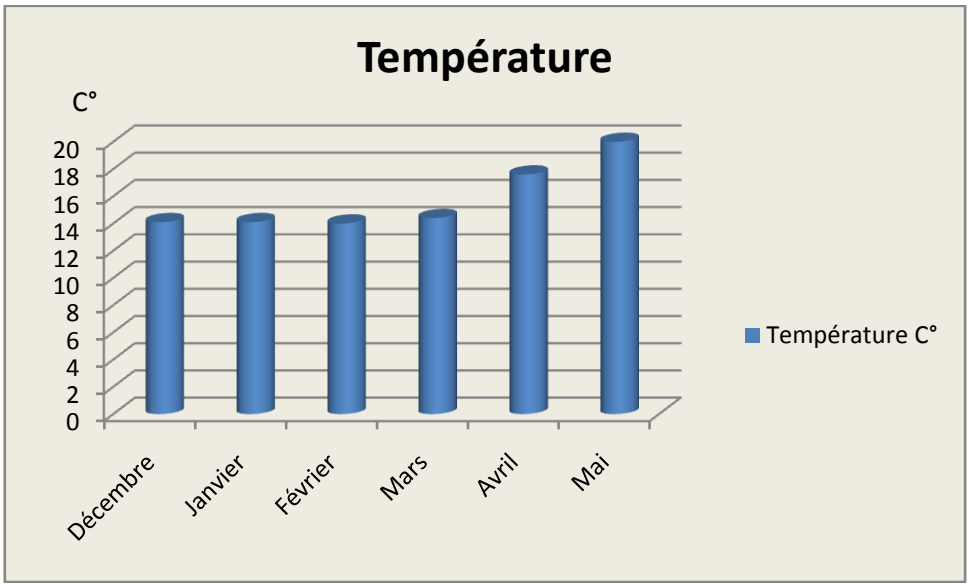


Figure 8: Variation de la température de l'eau de la source de la Chiffa

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 surtout des gaz ,dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la déterminations de p H **(Rodier , 2005).**

Selon **Laidani , 2009,** la température des eaux est influencée par la température de l'air et ceci d'autant plus que leurs origine est moins profonde et d'une façon générale , la température des eaux est influencée par l'origine dont elles proviennent (superficielles ou profondes).

Selon **Potelon et Zysman., 1998 ,**la température des eaux superficielles (rivières ,lacs et retenues) est influencée par la température de l'air et est très variable selon les saisons et peu passer de 2°C, en hiver à 30°C en été.

- **Salinité**

Le long de la durée de notre étude, les résultats de la salinité sont toujours les mêmes quelque soit le mois d'échantillonnage, elle est égal à 0 PSU (practical salinity unit).

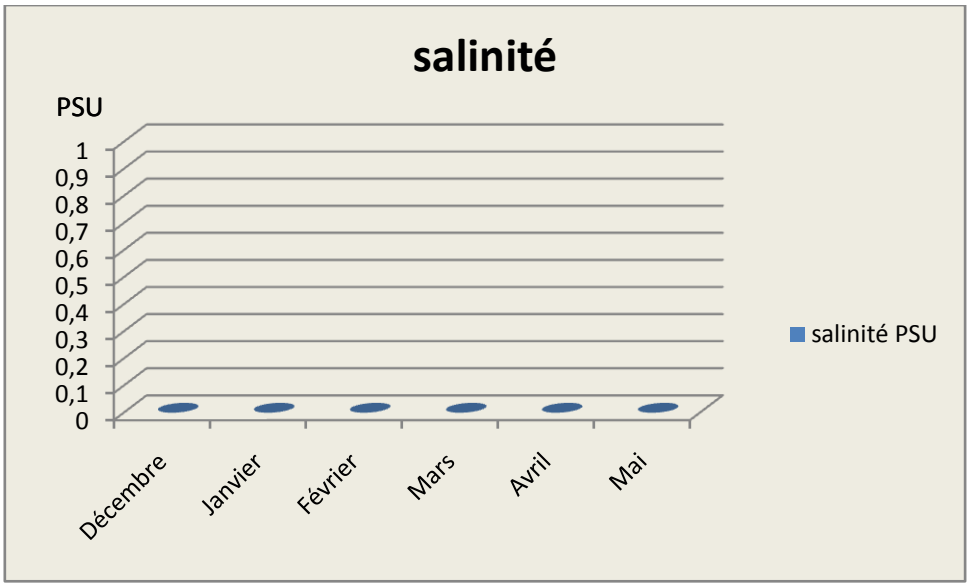


Figure 9 : variation de salinité de l'eau de source Chiffa durant la période de décembre2016/mai2017.

- **Résidus secs**

Les résidus secs est un indicateur qui exprime le taux de minéraux contenu dans 1 L d'eau. Les résultats de nos échantillons sont compris entre 19.4 en mois de Décembre et 34.6 en mois d'Avril, les valeurs obtenues ne dépassent pas les normes de l'OMS (R.S < 500, l'eau est de bonne qualité).

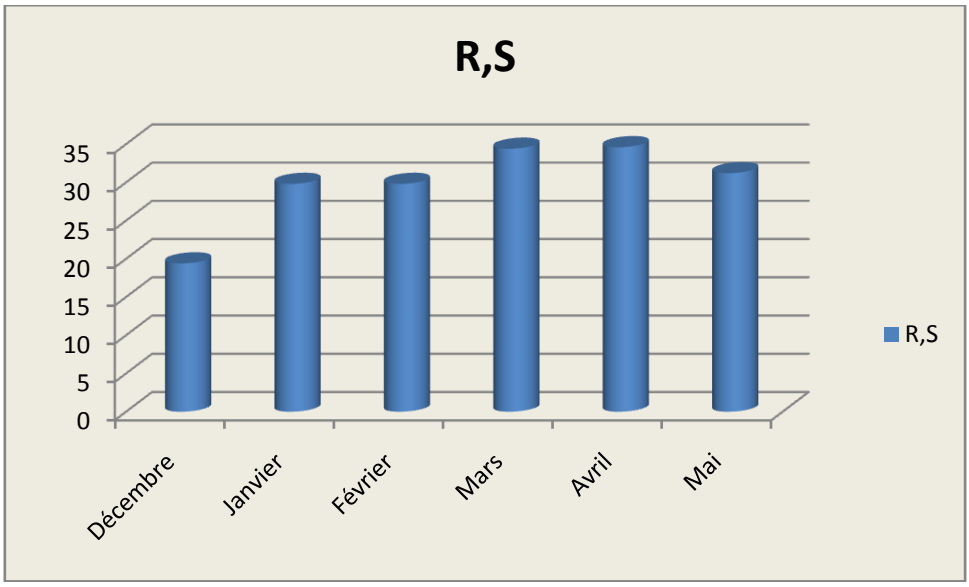


Figure 10 : Variation du taux des résidus secs de l'eau de la source de la Chiffa

- **La dureté totale (TH)**

La dureté total de la source est comprise entre 250 mg/l en $CaCO_3$ (Décembre) et 400 mg/l en $CaCO_3$ (Avril) et ces valeurs ne dépasse pas la norme préconisé par la réglementation Algérienne(TH < 500 mg/l en $CaCO_3$) donc c'est une eau moyennement dure.

La dureté est un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en Calcium et en Magnésium **(RODIER J., 2009).**

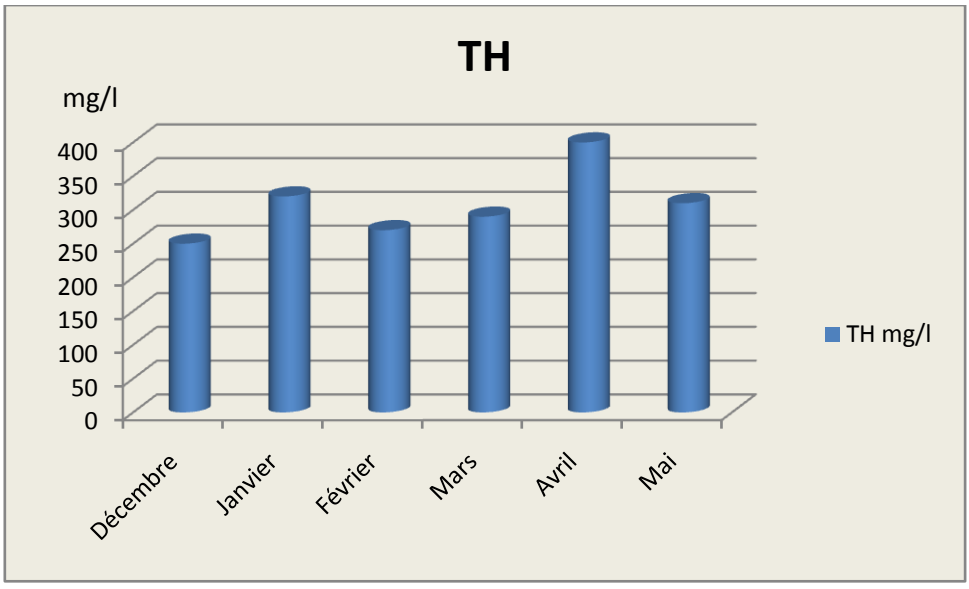


Figure 11 : Variation de la dureté totale de l'eau de la source de la Chiffa.

- **Titre Alcalimétrique (TA et TAC)**

Le TAC détermine la teneur des eaux en carbonates et bicarbonates. Les résultats de nos analyses effectué sur la source de la Chiffa ne dépasse pas la norme (500 mg/l) et ils sont comprises entre un minimum obtenu en mois de Janvier 174.5 mg/l et un maximum obtenu en mois d'Avril 216 mg/l.

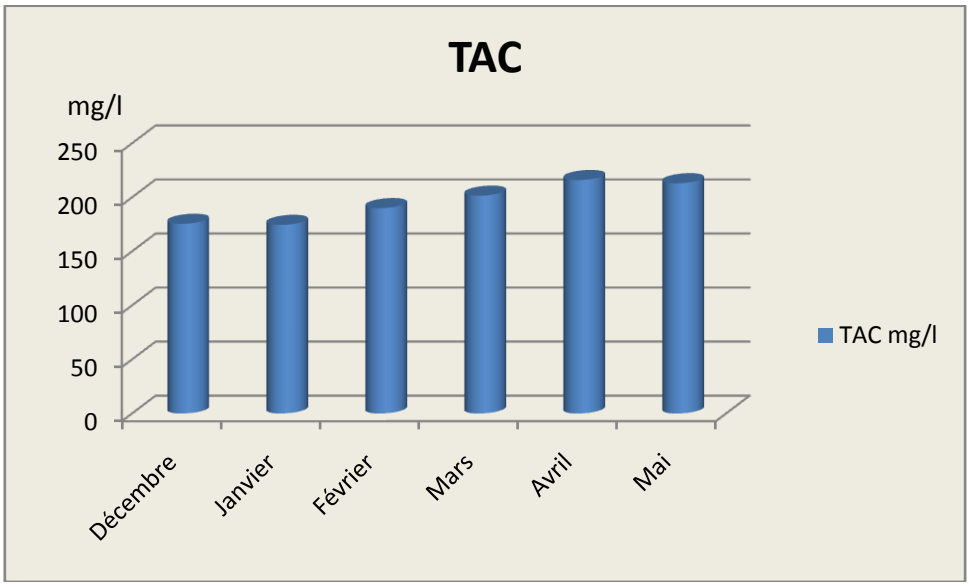


Figure 12 : Variation de TAC de l'eau de la source de la Chiffa

2.Analyses chimiques

- **Les sels minéraux dissous**

1.Les cations

Les résultats obtenus de la recherche des cations dans les eaux de la source de la Chiffa sont présentés dans le tableau V

Tableau V: Résultats des analyses des cations dans l'eau de la source de Chiffa.

Mois / Cation(mg/l)	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Normes AFNOR (1987)
$Ca2^+$	52.1	68.13	72.14	60.12	40.08	84.18	<200
Mg^{2+}	29.16	36.45	21.87	34.02	72.9	24.3	<150
Na^+	16	19	24	21	25	30	<150
K^+	1.3	1.7	0.7	1	0.8	6.5	< 50
NH_4^+	0	0	0	0	0	0	< 0.2
Fe^{2+}	0	0.002	0	0	0	0	0.3
Mn^{2+}	0	0	0	0	0	0	0.05

Les résultats obtenus montrent que :

-La teneur en Calcium de la source est comprise entre 40.08 mg/l (Avril) et 84.18mg/l (Mai) ; et toutes les valeurs ne dépassent pas la norme (<200 mg/l). Le calcium est un composant majeur de la dureté de l'eau. Il est généralement l'élément dominant des eaux potable. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés.

-Les valeurs de Magnésium sont faibles dans les quatre premiers mois, cette teneur en Magnésium augmente au mois d'Avril pour atteindre les 72.9 g/l puis elle diminue en mois de Mai à 24.3mg/l et ces valeurs restent au-dessous de la norme (<150mg/l).L'ion magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrés (calcaires dolomitiques, dolomies du jurassique ou du trias moyen) **(RODIER J., 2005).**

- La teneur en Sodium augmente progressivement jusqu'au une valeur de 30 mg/l en Mai. Mais, malgré cette augmentation, elle reste dans les normes tolérées par l'AFNOR (inférieur à 150 mg/l). L'excès de Sodium dans l'eau lui attribue un gout désagréable.

-Le Potassium des eaux de la source de la Chiffa se présente à des valeurs minimes et presque les même pendant les cinq premier mois puis elle augmente de façon brusque en mois de Mai, elle est de 6.5 mg/l. Malgré cette forte augmentation de la teneur en Potassium, l'eau de la source reste dans les normes tolérées par l'AFNOR. La présence de Potassium dans les eaux naturelles ne dépassepas 15 mg/l **(Ministère de ressources hydriques, 2007).**

- Pour les cations Ammonium, Fer et Manganèse, les valeurs obtenus sont nulles ou presque, l'exception est faite avec le Fer en mois de Février, avec une valeur de 0.002 mg/l. Les résultats obtenus restent dans les normes.

2. Les anions

Les résultats de la recherche des anions dans l'eau de source chiffa sont illustrés dans le tableau VI

Tableau VI : Résultats des analyses des anions dans l'eau de la source de Chiffa.

Mois / **Anions (mg/l)**	**Déc**	**Jan**	**Fév**	**Mar**	**Avr**	**Mai**	Normes AFNOR(mg/l)
Cl^-	39.79	34.08	63.9	59.64	53.96	56.8	<500
So_4^{2-}	53.75	71.3	77.8	75.27	92.31	100.34	<400
PO^{-3}_4	0	0	0	0	0	0	0.5
NO^{-2}	0	0	0	0	0	0	0.2
NO^{-3}	2.8	7.39	5.75	7.08	6.2	7.02	<50
M.O	0.6	5.8	2.8	2	2.8	3.1	10

Les résultats obtenus montrent que :

- Le teneur en chlorure de la source est entre 34.08 mg/l et 63.9 mg/l et cette dernière ne dépasse pas la norme <500 mg/l .Les teneurs en chlorures des eaux sont liés principalement à la natures des terrains traversées ;

- On observe que la teneur en sulfate augmente progressivement jusqu'à la valeur 100,34 mg/l mais cette valeur reste inférieur au normes tolérées 400 mg/l.

- Pour les ions phosphate des teneurs supérieures à 0.5 mg/L doivent constituer un indice de pollution. Ce n'est pas le cas pour notre eau étudiée parce que pendant la période d'étude la valeur de phosphate est stable et égal à 0 mg/l.

- On observe que l'eau de source de la Chiffa est exempte de nitrite. La normes tolérées est 0,2 mg/l. La présence de nitrite est due soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniaque, soit à la réduction des nitrates, leur présence dans l'eau naturelle est rare et ils sont des indicateurs de la pollution.

- La variation des valeurs de nitrate pendant la période de l'étude (décembre / mai) est entre 2.8 mg/l(mois de décembre) et 7.39 mg/l (mois de janvier) et ces valeurs restent inférieur au seuil de la norme <50 mg/l .La concentration en nitrate dans les eaux souterraines est normalement basse, mais peut atteindre des niveaux élevés en raison de l'écoulement agricole, l'écoulement de décharge d'ordures, ou de contamination avec les déchets des animaux ou des humaines.

- La teneur en matière organique est faible en mois de décembre 0.6 mg/l puis elle augmente de façon brusque jusqu'à 5.8 mg/l mois de janvier ensuite elle diminue mais reste presque dans la même valeur dans les quatre mois suivant ; et toujours ces valeurs ne dépassent pas la norme (<10mg/l).

II. Analyses microbiologiques

Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau de la source de la Chiffa sont indiqués dans le tableau VII

Tableau VII : Résultats des analyses microbiologiques de l'eau de la source de la Chiffa.

Echantillon / Germes/g	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Normes JORA (2003)
Coliformes totaux	136	80	120	78	90	60	<10
Coliformes fécaux	0	0	0	0	0	0	Abs
Streptocoque	0	0	0	0	0	0	
Salmonelle	0	0	0	0	0	0	< 5

Les résultats des analyses microbiologiques de l'eau de la source de la Chiffa montrent :

-La norme établie par l'OMS exige l'absence totale des coliformes totaux dans 100 ml d'eau analysé. Alors que, d'après les résultats obtenus, nous avons notés une présence au niveau de l'eau la source à raison de 60 à 136. 10^4germes/100 ml. Les coliformes totaux représentent un grand groupe de bactéries qui se trouvent essentiellement dans l'environnement. Elles s'utilisent plus comme indicateur de contamination fécale, car les progrès de la taxonomie montrent qu'ils ne sont pas spécifiques de l'intestin des humains ou des autres mammifères à sang chaud et qu'ils peuvent également se trouver dans l'environnement.

-Concernant les coliformes fécaux nous avons notés l'absence totale. Ces résultats indiquent la propreté de l'environnement autour de la source, car les coliformes fécaux sont un indicateur de contamination fécale.

- Pour les Streptocoque fécaux et les Salmonelles, aucun germe n'est présent. Selon **Potellon** et **Zysman** (1998), l'absence des germes pathogène dans une nappe souterraine ou une nappe alluviale est un signe d'efficacité de filtration naturelles des eaux au cours de leurs passages à travers les différentes couches du sol. L'absence totale de germes pathogènes à savoir Clostridium, Salmonelles, Vibrions dans tous les échantillons ont attribués à cette eau une bonne qualité sanitaire (**Rodier**, 2005).

III. Analyses organoleptiques

Les résultats d'analyses organoleptiques de l'eau de la source de la Chiffa, effectué sur les échantillons de mois de janvier et mai sont mentionnés dans le tableau VIII.

Tableau VIII: Résultat des analyses organoleptiques l'eau de la source de la Chiffa.

Paramètre organoleptique	Résultat
Coloration	Transparent (parfois présence de trouble (mois de Mai).
Odeur	Aucune odeur
Goût (saveur)	Peu agréable (mois de Mai goût de la terre)

Les résultats des analyses organoleptiques de l'eau de source Chiffa misent en évidence au cours de notre étude montrent une bonne qualité organoleptique liée à leur pH plutôt basique et à la température de 14.1 qui leur confère la fraicheur.

L'eau ne dégage aucune odeur, et possède un gout peu agréable (mois de mai l'eau possède un gout de la terre) .Une odeur et gout désagréables sont dues généralement soit à des pollutions, soit à la présence d'organismes vivants dans l'eau: algues, champignons (produits métaboliques ou de décomposition).Ces deux paramètres font appelle à différents traitements tels que: l'adsorption, l'oxydation, la filtration **(Frank, Rodier., 1996)**. Ce qui implique que notre eau n'est pas polluée.

Une eau colorée n'est pas agréable pour les usages domestiques et en particulier pour la boisson, car elle provoque toujours un doute sur la potabilité. Elle dépend essentiellement de la concentration des matières colorantes, du pH et de la turbidité **(Roland, 2003).**

IV. Etude de la salubrité

Les résultats d'étude de la salubrité du point de vue physico-chimique sur des échantillons d'eau de la source de la Chiffa, prélevés au mois de Mars (Résultats 1) et testé encore une fois en mois de Mai, sont mentionnés au tableau IX et Figure 14.

Tableau IX : résultat de l'étude de la salubrité .

Paramètre	Résultat 1(Mois Mars)	Résultat 2(Mois Mai)
Turbidité	1.5	1.08
pH	8.07	8.07
Température	14.1	24.2
Conductivité	524	519
Résidu sec	34.4	33.9
TH	2.9	3.3
TAC	201.5	201
HCO	245.83	245.22
TDS	515	507
Salinité	0	0
Calcium	60.12	64.12
Magnésium	34.02	36.28
Sodium	21	20
Potassium	1	0.9
Ammonium	0	0
Fer	0	0
Manganèse	0	0
Chlorure	59.64	52.54
Sulfate	75.27	80.02
Phosphate	0	0
Nitrite	0	0
Nitrate	1.36	1.20
Matière organique	2	1.3

Les résultats obtenus montrent que presque aucune différence n'est notée entre les deux analyses. Les eaux de la source de Chiffa peuvent être stocké pour une période de trois mois dans les conditions de température ambiante et obscurité sans subissent un grand changement.

Conclusion

Conclusion

L'eau constitue un élément essentiel pour l'organisme humain, sa consommation implique une surveillance étroite tant sur le plan physico-chimique que bactériologique et organoleptique.

Les analyses obtenues au niveau du laboratoire d'analyse physico-chimique de l'Algérienne des eaux (unité de Médéa) et du l'analyse bactériologique au niveau de laboratoire de la Faculté des Science –Université de Médéa- durant la période entre le mois de Décembre 2016 et le mois de Mai 2017, nous amènent à les conclusions suivantes:

- Les eaux de source de Chiffa: sont alcalines, froide (<25°C), ont une conductivité électrique moyenne, donc une minéralisation moyenne accentuée.
- Les paramètres de pollution répondent aux normes (aucun signe de pollution).

Donc elles ont une bonne qualité physico-chimique à raison de la fraicheur, et l'absence de toute substance toxique indésirable.

En revanche, elles ont une qualité bactériologique inacceptable pour tous les prélèvements probablement à cause d'une contamination accidentelle humaine.

Le lancement des travaux du projet de dédoublement de la voie (Route Nationale n°1depuis Novembre 2012) pourrait être remis en cause. Il est nécessaire donc de signaler sa fragilité et sa vulnérabilité à la pollution au cours de cette période.

Par ailleurs, les eaux sont exemptes des micro-organismes pathogènes (Salmonelles).

L'évolution des différents paramètres durant la période d'étude, montre les effets des facteurs abiotiques tels que: le climat (température, pluviosité, oxygène),l'érosion, les sols (nature porosité), et des facteurs biotiques tels que: les microorganismes et leurs métabolismes, et bien sur, on n'oubliera pas l'effet anthropique, les déchets, les pollutions et les rejets domestiques de l'homme.

L'eau de source de l'atlas de Blida est de bonne qualité physico-chimique car les résultats d'analyses sont conformes et en accord aux normes Algériennes ainsi que la réglementation de l'OMS mais de qualité bactériologique inacceptable.

Selon le cadre réglementaire des eaux d'alimentation, les valeurs trouvées classent les eaux de Chiffa non-conformes pour la consommation humaine sans traitement préalable. Donc, un traitement normal physique, chimique et une désinfection doivent être introduits obligatoirement pour en assurer sa potabilité.

Pour compléter notre travail nous recommandons :

- Une étude plus approfondie sur d'autres paramètres hydrogéologiques(Climat, reliefs, …etc.), qui peuvent influencer la qualité de nos sources en eau naturelles de l'Atlas

Blidien qui est riche en source naturelle, qui mérites d'être exploiter et les utilisées au profil de population.

- De sensibiliser les gens qui habitent au prés de ces sources (bouillir l'eau, mettre des gouttes de l'eau de javel…).

Références bibliographiques

AFNOR association française de normalisation.

ARMAND L., 1996Mémento technique de l'eau. Edition : Tec et Doc. P : 37.

BERNE F. et CORDONNIER J., 1991 Traitement des eaux. Edition : Tec. P : 6-14.

BONNIN J., 1982 Aide mémoire d'hydraulique urbaine. Edition. Eyrolles. P : 23-24-27-32-33.

Bouanani, 2012Hydrologie, transport solide et modélisation, étude de quelques sous bassins de la Tafna (NW-Algérie).Thèse de doctorat. Institut de géologie. Université de Tlemcen.

BOURGOIS C.M. et MESCLE J., 1996 Microbiologie alimentaire: aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Edition Lavoisier .P : 5- 6.

BRIERE F.G., 2000 Distribution et collecte des eaux. 2eme édition : École Polytechnique de Montréal .P :299-300.

COULAIS J.M., 2002 Qualité des eaux et normes de potabilité en deux serves.Édition. des ateliers.

DEFRANGESCHI M., 1996 L'eau dans tous ses états. Edition: Ellipses. P: 61.

DEGREMONT D, 1998Mémento technique de l'eau. Tome 1,2eme édition: Copyright dégremont. P: 129.

DEGREMONT D., 2005Mémento technique de l'eau. Tome 1, 10eme édition : Tec et doc. P: 3- 38.

Drouiche , 2006 : Traitement des eaux de surface etr des eaux de rejets d'huilerie d'olive par ultra filtration et procédés d'oxydation avancé UV/H_2O_2 thèse de doctorat d'etat en génie de l'environnement .Ecole National polytechnique d'Alger ,122 p.

EDBERG R., RACZYNSKI M., PROST J.C. et ELMUR T., 2000. Aide à la fiabilisation de l'eau potable en milieu rural. Aspect techniques et financiers .OIeau, France .P : 5.

Frédéric **BOUCHAR ,2010** TENUM Toulouse , Mesure de salinité

GAUJOUR **D., 1995**La pollution des milieux aquatiques : Aide mémoire. 2eme édition : Lavoisier. P : 49.

Gillie,Mangan C. , Mudry J. 2004 . Hydrogéologie : objets .méthodes et applications Editon DUNOD .paris .352p.

GOMELLA G. et GUERREE H., 1980 Guide de l'alimentation en eau dans les agglomérations urbaines et rurales. Tome 1:La distribution.3eme édition Eyrolles. P:21-22.

GrosclaudeGérard,. (1999) L'eau, tome 1 : Milieu naturel et maîtrise et tome 2 : Usages et polluants. Versailles, Institut National de la recherche Agronomique (Coll. « Un point sur … »), 204 p. et 210p.

Hade**J.C , 2002 :** Microbiologie alimentaire .Edition Québec-Griffon d'argile 987p.

ISO 6058 Qualité de l'eau – Dosage du calcium – Méthode titrimétrique à l'EDTA.

ISO 6059 Qualité de l'eau – Dosage de la somme du calcium et magnésium par la méthode titrimétrique à l'EDTA.

ISO 6332 Qualité de l'eau – Dosage du fer – Méthode spectrométrique à la phénantroline-1,10.

ISO 6333 Qualité de l'eau — dosage spectrométrique du manganèse.

ISO 6340 Recherche des salmonelle dans l'eau.

ISO 6777 NA 1657. Dosage des nitrites- Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire

ISO 7027 Qualité de l'eau — Détermination de la turbidité (troisième édition).

ISO 7150/1 Qualité de l'eau – Dosage de l'ammonium – Méthode spectrométrique manuelle

ISO 7899 Recherche et dénombrement des Streptocoques du groupe D ou entérocoques

ISO 9297 NA 6917 - Qualité de l'eau – Dosage de chlorures – Titrage au nitrate d'argent avec du chromate comme indicateur (Méthode de Mohr).

ISO 9308-1 Recherche et dénombrement des coliformes (totaux, fécaux) et d'*E.*coli par Filtration.

KEMMER F., 1984 Manuelle de l'eau .Edition : Lavoisier technique et documentation. P: 95- 96-112.

Lahouari BENAYADA .Université des sciences et de la technologie d'Oran , Algérie

LEFÈVRE J.G., 1991 Les analyses d'eau avec les tests prêts à l'emploi: la potabilité de l'eau, les eaux piscicoles, l'eau des piscines, laboratoire Merck-Clevenot.

LEPELTIE S., 2005 Un bon état écologique des eaux

Maïga Fatoumata Sokona Manuel du cour d'hygiène du milieu, F.M.P.O.S 2002.

Marcel F.R., 1986. Dictionnaire français d'hydrologie de surface. Edition: Masson. P: 94.

Mebarki A .1982 le bassin du kebirrhumel , ressource en eau et aménagement en Algerie , thèse doctorat 3ème cycle , université de Nancy II,303p.

MERCIER J., 2000 Le grand livre de l'eau. Edition: La reconnaissance du livre. Collecte art de vivre. P 91.

Michard G . 2002 chimie des eaux naturelles .principe des géochimie des eaux .édition publisud .565p/ cours 1.

Ministère de ressources hydriques, 2007L'eau de Béni Hroun alimentera les régions de l'Est-Journal El Watan.

Miquel G, 2003 la qualité de l'eau et l'assainissement en France (rapport).

Monteil et Duget., 2000 Analyse de la qualité des eaux TSM Juin 2000

NA 751 eaux potables, eaux minérales - Détermination du pH.

NA 749 Qualité de l'eau – détermination de la conductivité électrique.

NA 2364 Qualité de l'eau— dosage spectrométrique du phosphore en utilisant le molybdate d'ammonium.
NA 6945 Détermination des résidus secs, du résidu calciné et du résidu sulfaté.

OMS (Organisation mondiale de santé), 1994. Protection et amélioration de la qualité de l'eau.2eme édition. Volume 1.Genève:18**.**
OMS , 2000 : Organisation Mondial de la santé ; Directives de qualité pour l'eau de boisson 2éme édition volume , critère d' hygiène et documentaire à l'appui, Genève,1050 p.
OMS , 2004 : Directives de qualité pour l'eau de boisson ,volume 1 Genève ,110 p.
Paris ,1718 p.

ONEMA(office national de l'eau et des milieux aquatique).

ONEMA fiche 6 .Eau et santé.

ONEMA Fiche 4 Eau dans le monde.

OUAHDI A., 1995 Les maladies à transmission hydrique. Santé plus Alger N°45.

Potelon et Zysman., 1998Le guide des analyses de l'eau potable .Edition la lettre du cadre territorial 310 P.

RejsekFrank , 2003 : L'analyse de l'eau :aspect réglementaire et technique ,Edition science régional de documentation pédagogique d'aquatique 425 P.

Remini B,Larhyss Journal, 8 (2010), 27-46.

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

RODIER J., 1999. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 7eme édition: Dunod, Paris.

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

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

Roland, 2003 La qualité de l'eau , 19 ème congrès de l'Est du Canada, Université de Sherbrooke (Québec).

Tardat et Beaudry., 1992 Chimie des eaux 2éme édition ,le griffon d'argile ,Canada 537 p.

VILAGINES R., 2000 Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. Edition: Tec et Doc.

WHO (World HealthOrganization), 1994. Directive de qualité de l'eau de boisson. Critères d'hygiène. 2eme édition. Vol 2.Genève.

Annexe

Annexe 1

Les normes de la qualité des eaux **(journal officiel**).

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS INDICATIVES
Paramètres Organoleptiques	couleur	mg/l platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur à 25 °C	Taux dilution	4
	Saveur à 25 °C	Taux dilution	4
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	Alcalinité	mg/l CaCO3	65 pour les eaux déssalées ou déminéralisées (valeur minimale)
	Calcium	mg/l	200
	Chlorure	mg/l	500
	Concentration en ions hydrogène	Unité pH	≥ 6,5 et ≤ 9
	Conductivité à 20 °C	µS/cm	2800
	Dureté (TH)	mg/l en CaCO3	500
	Fer total	mg/l	0,3
	Manganèse	µg/l	50
	Phosphore	mg/l	5
	Potassium	mg/l	12
	Sodium	mg/l	200
	Sulfates	mg/l	400
	Température	°C	25

GROUPE DE PARAMETRES	PARAMETRES	UNITES	VALEURS LIMITES
Paramètres chimiques	Aluminium	mg/l	0,2
	Ammonium	mg/l	0,5
	Baryum	mg/l	0,7
	Bore	mg/l	- Eaux conventionnelles : 1 - Eaux déssalées ou déminéralisées : 1,3
	Fluorures	mg/l	1,5
	Nitrates	mg/l	50
	Nitrites	mg/l	0,2
	Oxydabilité	mg/l 02	5
	Acrylamide	µg/l	0,5
	Antimoine	µg/l	20
	Argent	µg/l	100
	Arsenic	µg/l	10
	Cadmium	µg/l	3

paramètre	Appareillage
La conductivité, la salinité, la température et TDS	Le conductimètre

Annexe

La turbidité	Le turbidimètre
Ph	pH mètre, agitateur magnétique
Détermination d'ammoniacal et de nitrites	Spectrophotomètre UV visible
Détermination de phosphores	Spectrophotomètre UV visible, balance analytique
Détermination de sulfates	spectrophotomètre UV visible, agitateur magnétique
Détermination de nitrates	spectrophotomètre UV visible, balance analytique, étuve.
Détermination de fer	spectrophotomètre UV visible, cuve photométrique, balance analytique
Détermination de manganèse	spectrophotomètre UV visible, balance analytique
Détermination de sodium et de potassium	Appareil Dr LANGE (JENWAY). Photométrie de la flamme
Détermination de résidu sec	Etuve, balance analytique, jarre

Paramètre	Réactifs
Détermination de l'ammonium	Double tartrate
	Réactif nessler .

Détermination de nitrate	Réactif mixte ou réactif de nitrate .
Détermination de phosphore	Acide ascorbique
	Réactif mélange (solution de molybdate + acide sulfurique)
Détermination de sulfate	Solution stabilisante
	Solution de chlorure de baryum
Détermination de chlorure	Solution de nitrate d'argent
	Solution d'indicateur de chromate de potassium
Détermination de TAC	Acide chlorhydrique (HCl)
Détermination de nitrate	Solution de Salicylate de Sodium
	Solution de tartrate double de sodium et de potassium
	Acide sulfurique
Détermination de calcium	Hydroxyde de sodium
	Murexide (indicateur)
	EDTA(acide éthylène diamine tétraacétique)
Détermination de TH	Solution tampon pH 10
	noir ériochrome(indicateur)
	EDTA

Détermination de fer	Solution d'acide chlorhydrique
	Solution de Peroxodisulfate de potassium
	Solution de chlorhydrate d'hydroxylamine
	Solution de phénantroline
	Solution tampon acétate
Détermination de manganèse	Solution de l'EDTA
	Solution de formaldoxime
	Solution de chlorure d'hydroxylammonium
	Solution d'ammoniaque
	Solution de chlorure d'hydroxylammonium/ammoniaque
	Solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium hexahydraté
	Acidesulfurique
	Solution d'hydroxyde de sodium, solution
Détermination de la matière organique	Acide sulfurique
	Solution de permanganate de potassium
	Solution de sulfate ferreux ammoniacale

Le germe	Milieu de culture	Composition de milieu

Coliformes totaux et fécaux	gélose lactosée au Tergitol et au T.T.C.	peptone 10,0 g extrait de viande 5,0 g extrait de levure 6,0 g lactose 20,0 g tergitol 7 10 mg TTC (chlorure 2, 3,5 triphényl-tétrazolium) 25 mg Bleu de bromothymol 50 mg agar 13,0 g pH = 7,2
Streptocoque fécaux	Gélose de Slanetz et Bartley Additif T.T.C (chlorure 2, 3,5 triphényl-tétrazolium) .	Agar-agar10 g Peptone20 g Azide de sodium0,4 g Glucose .2 g TTC (chlorure de 2-3-5 triphényl-tétrazolium).....0,1 g pH = 7,2
Salmonelle	Hektoen	Protéose-peptone 12g Extrait de levure 3 g Lactose 12g Saccharose 12g Salicine 2g Citrate de fer III et d'ammonium 1.5g Sels biliaire 9g Fuchsine acide 0.1g Bleu de bromothymol 0.065g

		Chlorure de sodium 5g Thiosulfate de sodium 5g Agar 14g pH = 7.6

Tableau II : La qualité des eaux en fonction de la conductivité (OMS).

Type d'eaux	Conductivité (µS/Cm)
Eau pure	< 23
Eau douce peu minéralisée	100 à 200
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500
Eau très minéralisée	1000 à 2500

Tableau III*:* La potabilité en fonction des résidus secs**(RODIER J**., 2005**).**

Résidu sec (mg/l)	**Potabilité**
RS<500	Bonne
500<RS<1000	Passable
3000<RS<4000	Mauvaise

Tableau IV: Classification de l'eau selon la dureté totale (**BERNE F. et CORDONNIER J.,** 1991).

TH en degrés français (°F)	Spécificité de l'eau
0 à 6	Eau très douce
6 à 15	Eau douce
15 à 30	Eau moyennement dure
30 à plus	Eau très dure

Annexe 2

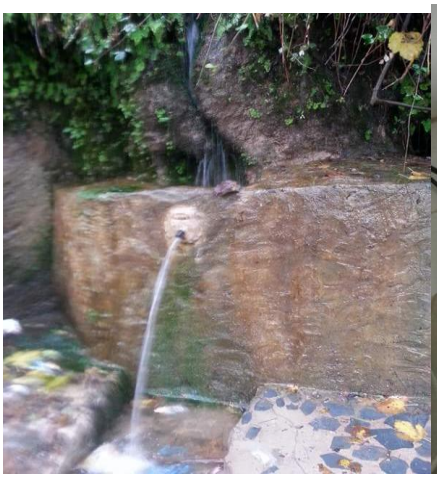


photo de la source



turbidimètre



spectrophotomètre



enceinte de sécurité

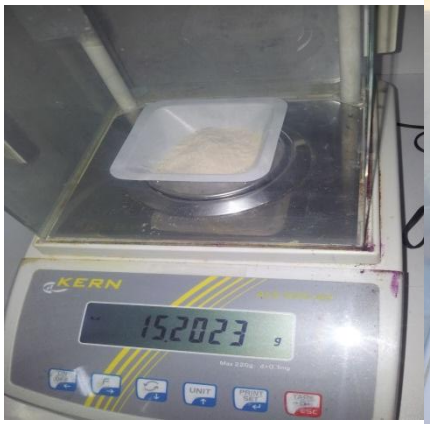
Annexe



Conductimètre



étuve



balance



compteur de colonie





dosage de chlorure .





dosage de calcium.





dosage de TH.



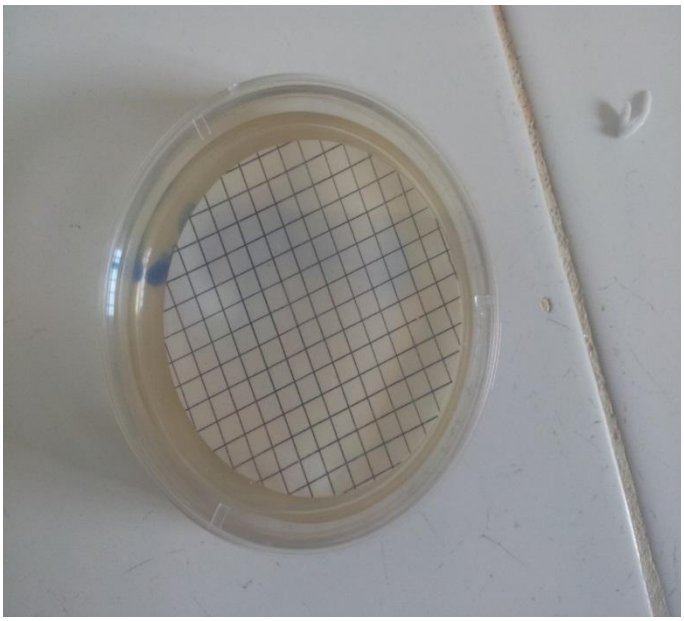
appareillage de TAC .



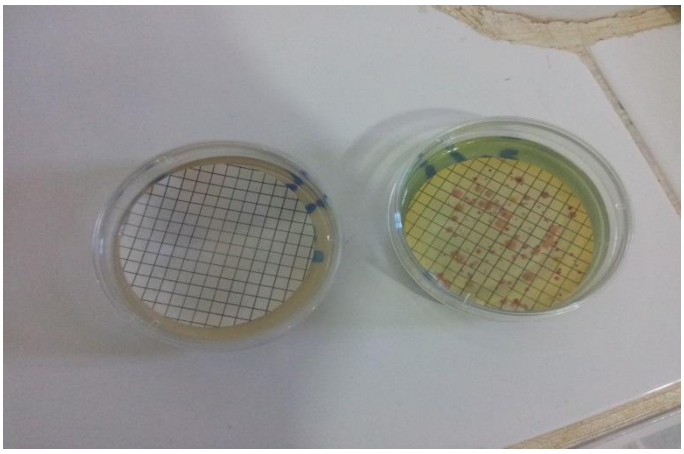
Appareil Dr LANGE (JENWAY).



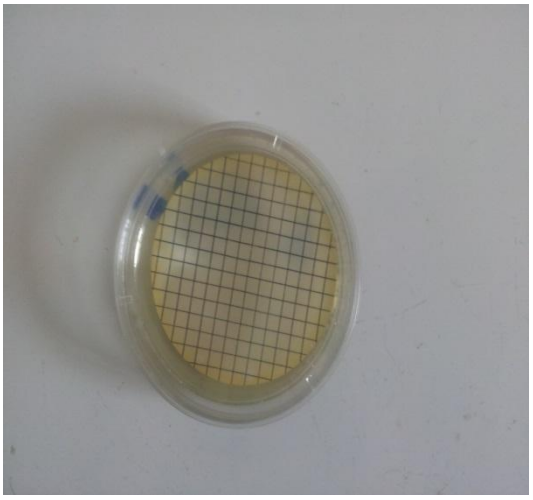
une jarre



résultat de dénombrement des streptocoques sur milieux slanetz



résultat de dénombrement des streptocoques et coliformes totaux



résultat de dénombrement des coliformes fécaux sur milieux tergitol .



la rompe de filtration .



résultat de dénombrement des salmonelles sur milieux hekteon .

Annexe 3

Détermination du taux de pH

Réactifs

- Eau distillée ;
- Solution tampon à pH 4,01 (± 0,02 à 25°C) ;
- Solution tampon à pH 7,00 (± 0,02 à 25°C) ;
- Solution tampon à pH 10,00(± 0,02 à 25°C) ;
- Solution tampon à pH 7,00 pour le contrôle qualité (± 0,02 à 25°C) ;
- Solution de KCl à 3 mol/l.

Matériels

- pH-mètre;
- Electrode ;
- Agitateur magnétique, barreaux magnétiques ;
- Bécher.

Détermination du taux de la conductivité électrique (CE) et la salinité et TDS

Matériels

Conductimètre.

Mode opératoire

Rincer plusieurs fois la cellule à conductimètre, d'abord avec de l'eau distillée puis on remplit un bécher de 100ml d'eau a analyser, on introduit l'électrode dans l'échantillon prenant soin que L'électrode soit complètement immergée et on fait la lecture finale de la conductivité et la salinité et les T.D.S lorsque la valeur indiquée sa stabilise.

On rince l'électrode par l'eau distillée après chaque mesure

Détermination de la turbidité

Appareillage

Cuvette d'évaluation de la transparence constituée d'une cuvette de verre incolore de 50 mm de diamètre.

Mode opératoire

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyée avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure.

Détermination d'ammoniacal (NH^+_4)

Réactifs

Réactif I : Acide dichloroisocyanurique …...1g

Hydroxyde de sodium (NaOH) ….16g

H_2O Distillée

Réactifs II : Tricitirate de sodium ……65g

Salicylate de sodium…….….16g

Nitroprussaite de sodium …….0, 485g

Appareillage

Spectrophotomètre UV visible.

Mode opératoire

- Prendre 40ml d'eau à analyser.
- Ajouter 4ml du réactif I.
- Ajouter 4ml du réactif II et ajuster à 50ml avec H_2O distillée et attendre 1heure.
- L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de $\mathbf{NH^+_4}$

Détermination de nitrites $\mathbf{NO^-_2}$

Réactifs

Réactif mixte

Sulfanilamide ……40g

Acide phosphorique ……..……100ml.

N-1 Naphtyle éthylène diamine ……..……. 2g.

H_2O Distillée

Appareillage

Spectrophotomètre UV visible.

Mode opératoire

- Prendre 50ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1ml du réactif mixte.
- Attendre 10mn.
- L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO-2.

Détermination du phosphore

Réactifs

- Acide ascorbique
- Réactif mélange

Matériel

- Balance analytique à 0,1 g et à 0,0001 g près.

- Spectromètre doit convenir pour la mesure de l'absorbance dans les régions du spectre visible et proches de l'infrarouge. La longueur d'onde la plus sensible est 880nm, mais si une perte de sensibilité peut être admise l'absorbance peut être mesurée à 700 nm.

Mode opératoire

Introduire 40 ml d'échantillon, ajouter 1 ml d'acide ascorbique et 2mL de réactif mélange dans une fiole jaugé de 50 ml. Compléter le volume.

Effectuer parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités de réactif mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai

Détermination de sulfates

Réactifs

- Solution stabilisante
- Solution de baryum (200ml)

Matériel

- Matériel courant de laboratoire (fioles, pipettes, béchers …)
- Spectrophotomètre UV/Visible
- Agitateur magnétique

Mode opératoire

Introduire 40 ml d'échantillon, ajouter 5ml solution stabilisante et 2mL de solution de chlorure de baryum dans une fiole jaugé de 50 ml. Compléter le volume.

Détermination de nitrate

Réactifs

- Solution de Salicylate de Sodium à 0.5%
- Solution de tartrate double de sodium et de potassium
- Acide sulfurique (H_2SO_4) concentré.
- Eau distillée

Matériel

- Balance analytique de laboratoire précision 0.1 µg ;
- Capsules de 100 ml ;
- Pipettes 10ml, 5ml, 2ml, 1ml ;
- Poires à pipeter ;
- Etuve pour séchage ;
- Spectrophotomètre UV-Visible

Mode opératoire

- Introduire 10ml d'eau à analyser
- Ajouter 3 gouttes de la solution d'hydroxyde de Sodium à 30% **(b)** ;
- Ajouter 1 ml de solution de Salicylate de sodium à 0.5 % **(a)** ;
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88°C ;
- Prendre le résidu avec 2 ml d'acide sulfurique concentré **(d)** ;
- Laisser reposer 10 minutes ;
- Ajouter 15 ml d'eau distillée ;
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium**.**
- Faire la lecture au spectromètre UV-Visible à la longueur d'onde de 415 nm.

Détermination de fer

Réactifs

- Solution d'acide chlorhydrique à 10%
- Solution de Peroxodisulfate de potassium à 40 g/l
- Solution de chlorhydrate d'hydroxylamine à 100 g/l
- Solution de phénantroline-1,10
- Solution tampon acétate
- Solution mère de fer correspondant à 1 g/l
- Solution intermédiaire (fille) de fer correspondant à 10 mg/l

Matériel

Toute la verrerie et flacons de prélèvement doivent-être lavés à l'acide chlorhydrique (HCl) à 1.12 g/ml.

- Spectrophotomètre UV-Visible convenant pour effectuer des mesurages à 510 nm ;

- Cuve photométrique, de parcours optique d'au moins 10 mm et convenant pour l'absorbance prévue de la solution d'essai ;
- Balance analytique de laboratoire ;
- Fioles ;
- Pipettes.

Mode opératoire

- Prendre comme prise d'essai, 50 ml.
- Transvaser la solution dans une fiole de 100 ml, ajouter 1 ml de la solution chlorhydrate hydroxylamine et mélanger soigneusement
- Ajouter 2.0 ml de tampon acétate pour obtenir un pH entre 3.5 et 5.5 de préférence 4.5.
- Ajouter 2.0 ml de la solution phénantroline et conserver pendant 15 min à l'obscurité.
- Mesurer l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre UV VIS à 510 nm en utilisant une cuve de 10 mm2.
- Établir une courbe d'étalonnage en portant la concentration en fer en mg/l, en abscisses et l'absorbance mesurer correspondante, en en ordonnée.
- Enregistrer la courbe établit sur le spectrophotomètre dans le cas ou le coefficient R est supérieur ou égale à 0.995 avec le maximum de point retenues.
- Procéder de la même façon pour l'analyse de l'échantillon.

Détermination du manganèse

Réactifs

- Solution de l'EDTA
- Solution de formaldoxime
- Solution de chlorure d'hydroxylammonium,
- Solution d'ammoniaque,
- Solution de chlorure d'hydroxylammonium/ammoniaque
- Solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium hexahydraté.
- Acide sulfurique, C (H_2SO_4) = 3 mol/l
- Solution d'hydroxyde de sodium, solution, c (NaOH) = 4 mol/l
- Manganèse, solution mère, c(Mn) = 100 mg/L

Matériels

- Balance analytique à 0,1 g et à 0,0001 g près.

- Spectromètre doit convenir pour la mesure de l'absorbance dans les régions du spectre visible et proches de l'infrarouge.

Mode opératoire

Introduire 40 ml d'échantillon, ajouter 1 ml d'acide ascorbique et 2mL de réactif mélange dans une fiole jaugé de 50 ml. Compléter le volume. Effectuer parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités de réactif mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai

Détermination de sodium et de potassium par photométrie de la flamme

Mode opératoire

Appareil Dr LANGE (JENWAY).

Il faut le suivre étape par étape.

- Allumer l'appareil à l'aide du bouton vert (power).
- Ouvrir le robinet de la bouteille du gaz.
- Allumer la flamme à l'aide u bouton noir « IGNITION » sans lâcher le doigt jusqu'à l'affichage « FLM » en rouge sur l'écran.
- Pipeter de l'eau distillée remplie dans une cuvette.
- Optimiser la flamme si elle est jaune à l'aide du bouton « fuel » jusqu'à ce que la couleur devienne bleu violacée.
- Optimiser à zéro à l'aide du bouton « Blank ».
- Laisser se stabiliser 5 à 10 minutes.
- Une fois qu'elle se stabiliser à zéro, activer la cuvette d'eau distillée et la remplacer par une autre cuvette remplie par une solution étalon de Na^+ou du K^+à10 mg/l .
- Optimiser à 10 mg/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 et vérifier si l'ecron affiche zéro (0.000).
- Retirer la cuvette remplier par l'eau distillée et la remplacer par une cuvette remplie par une solution étalon de Na^+ou K^+à 10mg/l et vérifier si l'écran affiche.
- Retirer la cuvette et la remplacer par une autre cuvette remplie d'eau distillée.
- A la fin passer aux échantillons inconnus jusqu'à ce que la valeur affichée sur l'écran est stable (3 essais pour chaque échantillon).
- A la fin du dosage et par mise de la sécurité, il faut toujours fermer la bouteille de gaz propane en premier lieu ensuite l'appareil el la pompe.

Détermination du résidu sec (R.S)

Matériel

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

Mode opératoire

- Peser capsule avant séchage, c'est le volume 1.
- Prélever 50 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée et déverser la dans la capsule.
- Porter cette dernière à l'étuve à 105° C pendant 24 heures.
- Laisser refroidir pendant $^1/_4$ d'heure au dessiccateur.
- Peser la capsule après séchage, c'est le volume 2.

Détermination de titre alcalimétrique complet (TAC) et l'acidité (HCO_3)

Mode opératoire

- Introduire 100 ml de l'échantillon dans un bécher et noter le pH.
- Amener 100 ml d'eau à analyser pH au 4.3 en versant lentement l'acide chlorhydrique (Hcl) pour obtenir cette valeur à l'aide d'un disimal.
- Noter le volume de Hcl

Détermination du calcium méthode titrimetrique a l'EDTA

Réactif

- Solution d'hydroxyde NaOH (2N)
- Indicateur (Murexide)
- Solution EDTA

Mode opératoire

- Prélever une prise d'essai de 50ml de l'echantillon, ajauter 2ml de la solution d'hydroxyde NaOH(2N) et une pincée d'indicateur (Murexide), la solution doit se colorer en rose bien mélanger le tout.
- Titrer avec la solution d'EDTA, en versant lentement la virage est atteint lorsque la couleur devient nettement violette.
- La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA

Détermination de la somme du calcium et magnésium

Réactif

- Tampon ammoniacal.
- Indicateur noir d'Erichrome.
- Solution d'EDTA.

Mode opératoire

- Prélever une prise d'essai de 50ml de l'échantillon, ajauter 4ml de la solution tampon ammoniacal et une pincée d'indicateur noir Erichrome bien mélanger la solution doit se colorer en rose, titrer immédiatement avec la solution d'EDTA en versant lentement jusqu'au virage au bleu.
- La couleur ne doit plus changer avec l'ajout d'une goutte supplémentaire de la solution d'EDTA.

Détermination de chlorures-titrage au nitrate d'argent avec du chromate de potassium

Réactif

- Indicateur de chromate de potassium.
- Solution de nitrate d'Argent (0.02N).

Mode opératoire

- Introduire 100ml de l'échantillon dans une fiole ou dans un bécher placé sur un fond blanc.
- Ajouter 1ml d'indicateur de chromate de potassium la solution doit se colorer en jaune bien mélanger.
- Titrer la solution par addition goutte à goutte de solution de nitrate d'Argent (0,02N) jusqu'à ce que la solution prenne une couleur rougeâtre.
- Après addition d'une goutte de solution de chlorure de sodium cette coloration doit disparaitre.

Détermination de l'oxydation au permanganate de potassium

Mode opératoire

Dans un erlenmeyer à col large on introduit 100 ml d'eau à analysée puis on ajoute 10ml d'acide sulfurique ½ N plus quelques grains de Potter et porter à ébullition (1^{er} bulles).

Ajouter 10 ml de permanganate de k^+ N/80 et porter à ébullition pendant 10 minutes (2éme ébullition).

Refroidir puis ajouter 10ml de sulfate ferreux ammoniacal (N/80).

Titrer avec KM_nO_4 jusqu'au virage de la solution rose claire.

Faire un témoin avec l'eau distillé.