REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE Dr YAHIA FARES DE MEDEA

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie des Procédés et Environnement

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par :

BELAGOUN Zahida

DAYA Hadjer

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Génie des Procédés

Option : Normes et Contrôle de Qualité

Dirigé par :

Mme GUENOUNE.S

Thème

Contrôle de qualité de l'eau de quelques sources de Chiffa (wilaya de Blida)

Soutenu le 24 Juin 2015, devant le jury composé de :

➢ **Mme TASSISTE . A**	**MCA**	**Présidente.**
➢ **Mme DJINENE . Z**	**MAA**	**Examinatrice.**
➢ **Mme TOBEL SEGHIR .GUENOUNE . S**	**MAA**	**Promotrice.**

Promotion : 2014-2015

Remerciements

En premier lieu nos plus sincères remerciements vont au Dieu qui nous a donné la force et le courage pour réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à remercier notre promotrice M^me^ Guenoune .S enseignante au département génie des procédés 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 d'analyses microbiologiques d'E.P.S.P de Médéa 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.

Merci

DEDICACES

A mes très chers parents qui ont fait de moi ce que je suis, qui m'ont entouré de toute leur affection et de leur tendresse, qui m'ont inculqué l'amour des études et du travail bien fait, qui ont supporté mes sants d'humeur tout au long de la préparation de mon mémoire et que j'espère les savoir rendu fières.

A ma sœur Ilhem qui ma remonter le moral quand il le fallait, et qui m'a aidé surtout ces derniers jours;

A mes frères Chemss- eddine, et Achraf qui ont répondues présent quand j'avais besoin de lui;

A ma grand-mère que dieu me la protégé;

A mes tantes et mes oncles;

A mes cousines et mes cousins;

A mon binôme Zahida pour son attachement et surtout pour sa compréhension et sa patience, ainsi qu'à toute sa famille;

A tous mes enseignants de la 1ère année primaire jusqu'à la dernière année universitaire.

Et à tous ceux que je n'ai pu citer.

Hadjer

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui me sont chers, MAMA et PAPA.

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 mes frères :Khaled, qui m'a toujours soutenu et aidé tout au long de mes études et que je serais éternellement reconnaissante ainsi qu'à sa femme Salima .Imad et Walid au quel j'espère qu'ils vivent cette expérience.

A ma seule petite sœur Nadjet, par sa tendresse qui m'a accompagné ; je t'aime Michou.

A mes tantes, mes oncles, mes cousins et cousines.

A ma très chère binôme Hadjer 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.

ZAHIDA

Glossaire

Eau souterraine: eau des couches aquifères se déplaçant ou séjournant dans les fissures ou les pores du sol.

Exutoire: cours d'eau évacuant les eaux d'un lac ou d'un étang.

Gisement: l'eau où un matériel géologique donnée s'est accumulé est que l'on peut exploiter en totalité ou en partie.

Organoleptiques: Se dit des aspects de l'eau potable qui affectent les organes des sens (gout, odeur, couleur et clarté).

Paramètre: caractéristique ou aspect mesurable ou quantifiable.

Pathogène: se dit d'un organisme capable de causer une maladie chez un autre organisme prédisposé.

Piozométrique: est l'altitude où la profondeur (par rapport à la surface du sol) de la limite entre la zone saturée et la zone non saturée dans une formation aquifère.

Qualité: la manière d'être bonne ou mauvaise de quelque chose.

Spore: corpuscule reproducteur privé d'un embryon préformé, qui est capable d'une germination spontanée pour former un nouvel individu ; corpuscule résistant formé par certains micro-organismes; cellule au repos; corpuscule reproducteur unicellulaire primitif.

Source: structure géologique ou dans la quelle une nappe phréatique ou un réseau hydrologique souterrains correspondants à des structure karstique ou à des infiltrations dans des roches cristallines fissurées viennent se déverser à la surface.

Substatum: Désigne le socle rocheux sur lequel repose un fleuve, un lac.

Maladies gastro-entérites: inflammation simultanée de l'estomac et de l'intestin grêle, d'origine virale ou bactérienne.

Bactéries anaérobies facultatif: un organisme capable de se developer en presence (milieu aérobie) ou en absence d'oxygène moléculaire.

Oxydation: processus par lequel les électrons sont enlevés à des atomes d'hydrogène, ou par lequel est produite une fixation à l'oxygène.

Abréviations

ADE: Algérienne Des Eaux

AFNOR: Association Française de Normalisation

ASR : Anaérobies sulfito- réducteurs

BR: Bactéries Revivifiables

C° : Degré Celsius

Cond : Conductivité

CF: Coliforme fécaux

CT: Coliforme totaux

DC: Double concentration

DPD: N-N-Diethyl- P- phynelene Diamine

E.Coli : Escherichia Coli

EPA : Milieu eau peptonnée alcaline

EPSP: Etablissement populaire de la santé à proximité

GNAB : Gélose nutritive alcaline et biliée

ISO: International Standard Organisation

JORA: Journal officiel de la république algérienne

NA: Norme Algérienne

NF : Norme Française

nm : Nanomètre

NTU : Néphlométric Turbidity Unit

OMS : Orgtanisation Mondiale de la Santé

S1 : Source n°1

S2 : Source n°2

S3: Source n°3

S4: Source n °4

S5: Source n °5

S6: Source n °6

Sal: Salmonelles

SFB : Bouillon au sélinite de sodium cystéine

SR : Streptocoque Fécaux

TDS: Taux des sels Dissous

TSA : Gélose trypto caseine soja

TSI : Triple sugar iron

TTC: Triphenyl Tetrazolium Chloride

Turb : Turbidité

UFC: Unité formant colonie

UV: Ultra violet

VC: Vibrions Cholériques

VF : Viande fois

Liste des tableaux

Tableaux	Titres	Pages
I	Teneur de l'eau en colibacilles	**05**
II	Normes des qualités organoleptiques de l'eau	**11**
III	Analyses décrites par la norme NFT 90-420	**19**
IV	Résultats des analyses organoleptiques de l'eau de six sources	**30**
V	Résultats des analyses bactériologiques de six sources à partir de 6 prélèvements	**Annexe 06**
VI	Détermination de l'origine de la contamination fécale à partir du rapport CF/SF	**35**
VII	Résultats des analyses physiques de six sources à partir de 6 prélèvements	**Annexe 06**
VIII	Relation entre la minéralisation globale et la conductivité	**41**
IX	Résultats des analyses chimiques de six sources à partir de 6 prélèvements	**Annexe 06**
X	Normes de qualité des eaux souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations	**Annexe 07**
XI	Les maladies bactériennes à transmission hydrique	**Annexe 08**

Liste des figures

Figures	Titres	Pages
01	Source de déversement	02
02	Source d'émergence	02
03	Exutoire par fracture	03
04	Captage des sources	03
05	Photo de source N°1	Annexe 03
06	Photo de source N°2	Annexe 03
07	Photo de source N°3	Annexe 03
08	Photo de source N°4	Annexe 03
09	Photo de source N°5	Annexe 03
10	Photo de source N°6	Annexe 03
11	Recherche et dénombrement des germes aérobies totaux	Annexe 04
12	Recherche et dénombrement de spores de Clostridium sulfito- réducteur	Annexe 04
13	Recherche de Salmonelle	Annexe 04
14	Recherche des vibrions cholériques	Annexe 04
15	Représentation graphique montre la variation de la T° pour chaque prélèvement	
16	Représentation graphique montre la variation de pH pour chaque prélèvement	
17	Représentation graphique montre la variation de la Cond pour chaque prélèvement	
18	Représentation graphique montre la variation de TDS pour chaque prélèvement	
19	Représentation graphique montre la variation de la Turb pour chaque prélèvement	
20	Représentation graphique montre la variation de la teneur en Na^+ pour chaque prélèvement	
21	Représentation graphique montre la variation de la teneur en K^+ pour chaque prélèvement	
22	Représentation graphique montre la variation de la teneur en CT pour chaque prélèvement	
23	Représentation graphique montre la variation la teneur en CF pour chaque prélèvement	
24	Représentation graphique montre la variation de la teneur en SF pour chaque prélèvement	
25	Représentation graphique montre la variation de la teneur d'E.Coli pour chaque prélèvement	
26	Représentation graphique montre la variation de la teneur de BR à 22°C pour chaque prélèvement	
27	Représentation graphique montre la variation de la teneur de BR à 37°C pour chaque prélèvement	

Résumé

Notre étude a portée sur le contrôle de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de quelques sources de Chiffa (six sources)-wilaya de Blida-sur six prélèvements à l'intervalle de quinze jours. Et d'établir une comparaison entre ces sources et même au sein de la même source (évolution de sa qualité avec le temps). Au niveau du laboratoire des analyses physico - chimique et microbiologique de l'ADE, et laboratoire d'hygiène d'EPSP de Médéa.

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

Les paramètres physiques (pH, T°, salinité, turbidité, conductivité, taux des sels dissous), les éléments minéraux (dosage de sodium et de potassium, test de chlore), 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 (Clostridium, vibrions cholériques, salmonelles), et des germes de contamination (coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques fécaux) a montré une absence des germes pathogènes et une présence avec des valeurs dépassant celles exigées par l'OMS;

L'eau de sources de Chiffa présentent une bonne qualité physico-chimique et une mauvaise qualité bactériologique due à la présence des coliformes fécaux, d*'Escherichia coli*, streptocoques fécaux *(*contamination fécale d'origine humaine) peut être due au travaux lancé depuis octobre 2012 (projet de nouvelle route nationale n°01).

Mots clés : Eau de sources, Analyse bactériologique, Analyse physico-chimique.

Abstrat

Our study related to the quality control physico chemical and bacteriological of spring water of Chiffa (six sources) -wilaya of Blida- on levies in fifteen days interval, and compare between these sources and even within the same source changes in quality over time for six souple. In physic-chemical and bacteriological laboratory of Algerian of Water and laboratory of EPSP -Médéa-.

Physico chemical analysis based to the mesure of various parameters namely: physical parameters (pH, T°, turbidity, conductivity, and rate of dissolved salts) mineral parameters (essay sodium and potassium, test of chlore), 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 the total and fecal coliformes 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 fecal coliform, *E.coli* (humain fecal contamination) may be caused by the project lanced in October 2012 (new road N°1).

Key words: Spring water, bacteriological analysis, physico chemical analysis.

الملخص

تهتم دراستنا بمراقبة النوعية الفيزيكو كيميائية و البكتوريولوجية لمياه بعض منابع شفة – ولاية البليدة –

(06 منابع) في 06 مرات بمجال مدته 15 يوم و المقارنة بين النتائج المختلفة لنفس المنبع و بين المنابع ، على مستوى مخبري التحاليل الفيزيكو كيميائية و البكتيريولوجية للجزائرية للمياه ومخبر النظافة بمديرية الصحة الجوارية لولاية المدية.

يعتمد التحليل الفيزيكو كيميائي على قياس مختلف المقاييس الفيزيائية و الكيميائية.

المقاييس الفيزيائية (الحموضة، الحرارة، الملوحة، درجة التعكر، الناقلية ، معدل الأملاح المنحلة) و العناصر المعدنية (الصوديوم ، البوتاسيوم واختبار الكلور) ومقاييس 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 و عدم وجود الجراثيم المسببة للأمراض

تتميز مياه منابع شفة التي قمنا بتحليلها بنوعية فيزكوكيميائية جيدة وبنوعية بكتيريولوجية رديئة ناتجة عن التلوث الذي قد يكون سببه مشروع انجاز الطريق السيار رقم 01.

الكلمات الدالة : مياه المنبع ، التحاليل البكتريولوجية ، التحاليل الفيزيكو كيميائية

Sommaire

Introduction **1**
Partie bibliographique
I. Eau de source **2**
I.1. Différentes types de sources 2
I.2. Captage des sources 3
I.3. Composition des eaux de source 3
I.3.1. Composition chimique 3
I.3.2. Composition bactériologique 4
I.4. Classification des eaux de sources 5
I.4.1.Classification selon la température 5
I.4.1.Classification chimique des eaux de sources 5
I.5. L'eau de source et consommation 5
I.6. Pollution des eaux de consommation 6
- Pollution domestique 6
- Pollution industrielle 6
- Pollution agricole 7
- Phénomènes naturels 7

I.7. Principaux types de polluants 7
I.7.1.Polluants physiques 7
I.7.2.Polluants chimiques 8
I.7.1.Polluants organiques 8
I.7.1.Polluants bactériologiques 8
II. Critères de la qualité d'une eau potable **9**
II.1. Critères organoleptiques 9
- Couleur 9
- Odeur 9
- Gout et flaveur 9
- Turbidité 10

II.2. Critères physico-chimiques 10
II.2.1.Les paramètres physiques 10
- La température (T°) 10
- Le potentiel d'hydrogène (pH) 10
- La conductivité électrique (C.E) 11
- Les résidus secs (Minéralisation totale) 11

II.2.2.Les paramètres chimiques 11

- ❖ Calcium 11
- ❖ Magnésium 12
- ❖ Sodium 12
- ❖ Potassium 12
- ❖ Chlore 12
- ❖ Sulfate 12

II.2.3.Les paramètres de pollution 13

- ❖ Nitrate 13
- ❖ Nitrite 13
- ❖ L'ammonium ou l'azote ammoniacal 13
- ❖ Phosphate 13
- ❖ Fer 13

II.2.4.Quelque métaux lourds présent dans l'eau 13

- ❖ Cuivre 13
- ❖ Cadmium 14
- ❖ Plomb 14
- ❖ Arsenic 14
- ❖ Zinc 14

II.3. Les paramètres bactériologiques 14

- ❖ Germes totaux 14
- ❖ Coliformes totaux 14
- ❖ Coliformes fécaux 15
- ❖ Streptocoque fécaux 15
- ❖ Clostridium sulfito-réducteurs 15
- ❖ Salmonelle 16
- ❖ Vibrion cholérique 16
- ❖ Helminthe 16
- ❖ Cyanobactérie 16
- ❖ Pseudomonas aeruginosa 17
- ❖ Micro-organismes revivifiables 17

II.4. Examens bactériologiques des eaux destinées à la consommation 17

Matériel et méthodes

I. Matériel 18

I.1. Matériel non biologique 18

I.2. Matériel biologique 18

Sommaire

II. Méthodes **18**
II.1. Echationnage 18
II.2. Les analyses bactériologiques 19
II.2.1. Recherche et dénombrement des germes revivifiables à 22°C et à 37°C 19
II.2.2. Recherche et dénombrement des coliformes et d'E. coli 20
II.2.3. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux 22
II.2.4. Recherche et dénombrement des spores sulfito-réducteurs 22
II.2.5. Recherche des salmonelles 23
II.2.6. Recherche des vibrions cholériques 24
II.3. Les analyses physico-chimiques 24
II.3.1. Les analyses physiques 24
❖ Détermination du pH 24
❖ Conductivité électrique, Température, TDS 25
❖ Turbidité 25
II.3.2. Les analyses chimiques 26
❖ Dosage de sodium, de potassium 26
❖ Chlore résiduel 26
II.3.3. Les paramètres de pollution 27
❖ Azote ammoniacal 27
❖ Nitrite 27
Résultats et discussions
I. Résultats des analyses organoleptiques 30
I. Résultats des analyses bactériologiques 31
I. Résultats des analyses physico-chimiques 37
I.1. Les analyses physiques 39
II.3. Les analyses chimiques 44
II.3. Les analyses des analyses de pollution 46
Conclusion **47**
Références bibliographiques **49**
Annexes

Introduction

L'eau est la principale composante de notre corps, elle est à l'origine de la vie, c'est le constituant majeur de la matière vivante (50% pour les bactéries ,70% chez les animaux supérieurs et attient 98% chez les méduses et les algues) **(Zella et Smadhi ., 2006).**

Elle est la source naturelle stratégique, l'Algérie est parmi les pays en développement, dont les ressources hydriques souterraines sont très importantes et qui sont toujours utilisées par la population habitant prés de ces ressources, pour leurs besoins alimentaires et hygiéniques **(Bouziani , 2006).**

La problématique de l'eau est un problème de quantité et de qualité, dont moins de 01% d'eau présente sur terre est de l'eau douce liquide**,** c'est-à-dire de ressources et de pollutions (**Lounnes , 2009).**

A cet égard, l'étude des émergences naturelles de l'atlas de Blida faisant partie de la wilaya de Blida devient une nécessite urgente afin d'évaluer les potentialités en eaux de cette source très réputée pour son climat humide et sa pluviométrie élevée **(Mederly, 2007).**

D'après **Lea , 2009** ; en général, plus les eaux sont profondes, plus elles sont claires et bonnes à la consommation ,c'est pourquoi on recourt aux eaux souterraines qui sont plus ou moins protégées ,de qualité préservée et meilleure .

Alors que pour les eaux de surface qui ont une qualité souvent pollué et très variable, ne peut être traitée qu'au cas par cas par des traitements appropriés à sa nature et à son degré de pollution. L'eau est un milieu qui se pollue facilement et peut véhicule des substances indésirables ou toxiques ainsi des micro-organismes pathogènes dangereux pour la santé humaine .l'assurance de la qualité et de l'hygiène de cette eau de source est une exigence prioritaire pour préserver la santé publique (**Ladjel , 2004)**.

C'est dans cette optique, notre travail s'est orienté vers le contrôle de qualité de l'eau de quelques sources « Chiffa » (wilaya de Blida). L'objectif générale de ce travail est d'étudier la qualité d'eau de source prélevé à partir des quelques points de captage présent sur la route nationale n° 01, pour cela nous avons procédé comme suit :

L'étude physico-chimique : consiste à l'étude des paramètres physiques (pH, T° , conductivité, turbidité, salinité, TDS) et des paramètres chimiques (dosage de sodium, potassium , test de chlore) et des paramètres de pollution (nitrite, azote ammoniacal).

L'étude bactériologique : consiste à la recherche et le dénombrement des germes indicateurs de contamination fécale ainsi que les germes pathogènes.

Le présent manuscrit est divisé en trois chapitres :

- Dans le premier chapitre, nous avons rappelé quelques définitions d'une eau de source, ces types, compositions, les paramètres de qualité, analyses effectués sur les eaux.
- Les modes opératoires réalisés.
- Les résultats obtenus avec des discussions sont détaillés dans le troisième chapitre.
  en fin une conclusion et des recommandations sont proposées.

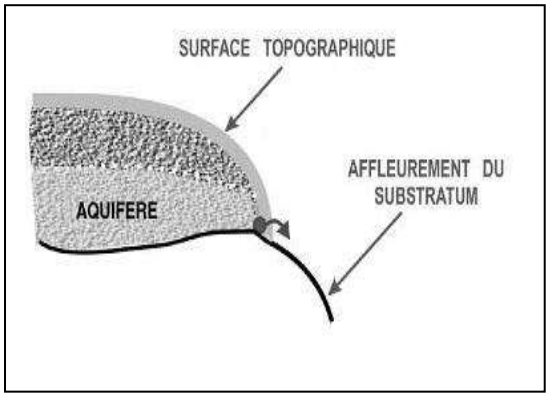


Figure 01: Sources de déversement
(Roland, 2003)

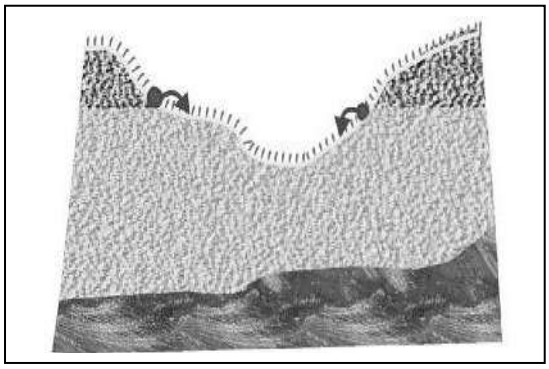


Figure 02: Sources d'émergence
(Roland, 2003)

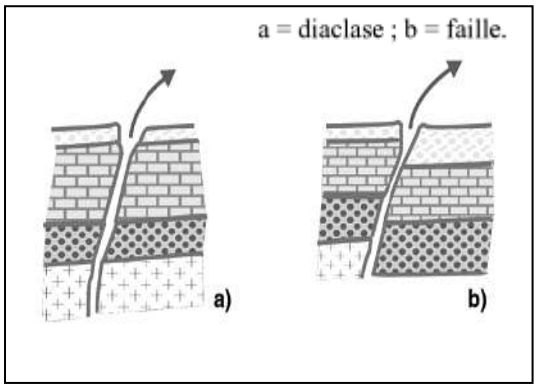


Figure 03: Exutoire par fracture
(Roland, 2003)

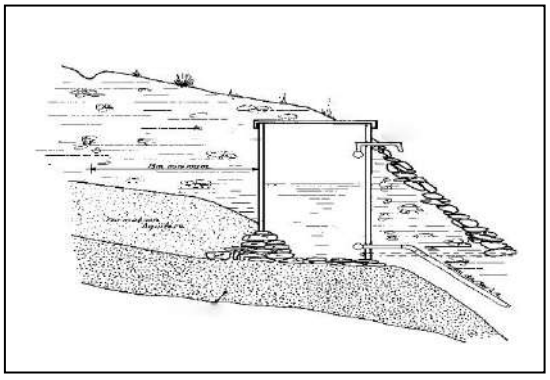


Figure 04: Captage des sources

I. Eau de source :

Les eaux de sources sont les points ou affleure l'eau souterraine contenue dans les formations géologiques aquifères. Elle est d'origine souterraine déterminée, provenant d'une nappe ou d'un gisement souterrain bactériologiquement sain et protégé des risques de pollutions . Elle doit être apte à la consommation sans autre traitement que la sédimentation des matières en suspension et la séparation des composés instables à l'aide de procédés physiques. Toute adjonction est interdite sauf celle de gaz carbonique **(Bretizel, 1997)**.

I.1. Différentes types de sources :

Selon **Roland (2003),** les sources peuvent être classées dans trois catégories distinctes: en trois catégories :

- **Sources de déversement:**

Elles se définissent comme des " sources issues d'un aquifère recoupé par la surface topographique et dont le substratum affleure" **(figure 01)**.

- **Sources d'émergence:**

Elles se définissent comme des " sources à l'intersection de la surface piozométrique d'un aquifère libre et de la surface topographique et dont le substratum de l'aquifère n'affleure pas" **(figure 02).**

- **Sources ou exutoires par fractures:**

Ils se définissent comme des " sources issues de l'intersection de fractures du sous-sol (failles, diaclases) avec la surface topographique ". Elles apparaissent surtout dans des terrains calcaires ou cristallins. Les sources thermo - minérales appartiennent à cette catégorie **(figure 03).**

I.2. Captage des sources :

Pour le captage, on utilise le plus souvent l'exutoire naturel qu'on dégage afin de saisir l'eau aura traversé des terrains susceptibles de la polluer **(figure 04)**. Il s'agit le plus souvent d'ouvrage en maçonnerie protégés des eaux de ruissellement par des drains superficiels ou des canaux de dérivation des eaux.

I.3. Composition des eaux de source:

I.3.1. Composition chimique :

L'eau de source n'est pas pure puisqu'elle contient toujours des substances (gaz, liquides ou solides) dont les concentrations et la stabilité dépendent de paramètres tels que le pH du milieu, la pression partielle des gaz en contact avec les eaux, la nature des substances minérales, organiques ou inorganiques dissoutes, la textures des sols, etc.

On peut distinguer au moins deux phases : une phase solide (la matière en suspension) et une phase liquide **(Banton et Bangoy, 1999)**.

Les composants chimiques principales qui se trouvent habituellement dans les eaux de source, sont les ions: chlore (Cl^-), sulfate (SO_4^{--}), hydrocarbonate et carbonate (HCO_3^- et CO_3), ainsi que les ions des métaux alcalins et alcalino-terreux et des oxydes: sodium (Na^+), calcium (Ca^{++}) et magnésium (Mg^{++}), de fer et de SiO_2 (à l'état colloïdal). L'eau peut contenir des gaz en dissolution: gaz carbonique, hydrogène sulfuré, méthane et autres.

Des combinaisons d'azote présentes parfois dans ces eaux ont une grande importance. Ce sont des ions (NO_2^-), nitrates (NO_3^-) et ammoniaque (NH_4^+) se forment par la décomposition des matières organiques, leur présence même en faible quantité est le signe de la contamination de l'eau et de l'existence possible de bactéries pathogènes **(Bogomolov, 1986).**

Selon **Monique et Beaudry, (1984)**, on peut trouver les métaux lourds suivants dans les eaux à des proportions différents : le fer (Fe), manganèse (Mn) , fluor (F), Chrome (Cr) , Cobalt (Co) , Cuivre (Cu) , Iode (I). Tous les autres ions ou éléments sont qualifiés d'éléments traces, apparaissant généralement en concentration très faible **(Banton et Bangoy, 1999).**

I.3.2. Composition bactériologique:

Les eaux courantes et stagnantes superficielles, ainsi que les eaux de sources, suivant le degré de leur pollution, contiennent différents micro- organismes et notamment des bactéries; un centième cube d'eau en contient plusieurs centaines, milliers ou millions. Il est démontré que le nombre de bactéries dans une eau souterraine diminue avec le profondeur. Les bactéries peuvent être inoffensives ou pathogènes, provenant différentes maladies de l'appareil digestif. Elles apparaissent dans l'eau souterraine ou dans les rivières à la suite de leur pollution par toutes sortes de détritus **(Bogomolov , 1986)**. L'eau est classée suivant la teneur en colibacilles dans le **tableau I**.

Tableau I: Teneur de l'eau en colibacilles

Excessivement pure, si une bactérie se trouve dans…..	500 -750 cm^3
Pure, si une bactérie se trouve dans ……	350 - 500 cm^3
Suspecte, si une bactérie se trouve dans ……..	200 - 300 cm^3
Douteuse, si une bactérie se trouve dans ……	180 - 200 cm^3
Impure, si une bactérie se trouve dans ……..	50 - 100 cm^3
Très impure et inutilisable, si une bactérie se trouve dans ……..	25 - 50 cm^3

(Bogomolov, 1986)

La présence de colibacilles dans l'eau est actuellement évaluée par le test Coli, c'est-à dire par le nombre de bactéries dans un litre d'eau **(Bogomolov, 1986).**

I.4. Classification des eaux de sources :

I.4.1. Classification selon la température:

La température des eaux thermo- minérales a pour origine le gradient géothermique. Cependant que l'eau se refroidissant en remontant doit avoir une ascension rapide pour conserver sa chaleur, on peut distinguer selon **Dieudonne et Latadiva, (1990).**

- Les sources froides: en dessous de 25 °C.
- Les sources hypo- thermales: entre 20 et 35 ° C.
- Les sources méso- thermales : entre 35 et 50 °C.
- Les sources hyper-thermales: entre 50 et 100 ° C.
- Les émissions de vapeur : Plus de 100 °C.

I.4.2. Classification selon la composition chimique :

Il existe plusieurs classifications des eaux de source , basé sur la somme des ions comparables par leurs propriétés chimiques, est jusqu'à présent la plus connue. Elle a été largement utilisée dans les recherches sur les eaux du pétrole. La minéralisation globale de l'eau s'exprime par la somme des éléments et des combinaisons chimiques qu'elle contient. Elle est mesurée par le résidu sec ou compact qui s'obtient après évaporation de l'eau à la température.

D'près **Bogomolov (1986),** les eaux sont classées en fonction de la quantité des résidus sec en :

- ✓ Eaux douces, contenant jusqu'à 1 g/l de sels;
- ✓ Eaux faiblement salées 1 à 5 g/l;
- ✓ Eaux saumâtres, à partir de 50 g/l et au dessus.

I.5. L'eau de source et consommation :

L'eau de source arrive aux consommateurs par deux vois :

- **Naturellement:**

Les habitants qui résident au voisinage des sources naturelles s'approvisionnent pour satisfaire leurs propres besoins en eau (alimentation et autres usages) directement par la source. Ils bénéficient d'une eau d'excellente qualité (pour ses caractères organoleptiques), sans recourir à l'eau embouteillée.

- **Préemballées:**

On entend par eau de source, de l'eau potable conditionnée directement à la source, non traitée ou uniquement traitée au moyen des procédés admis pour l'eau minérale naturelle **(Anonyme 2, 2005).**

I.6. Pollution des eaux de consommation :

Le terme pollution est un terme général qui désigne toute modification du milieu naturel qui s'exerce dans un sens défavorable sous l'effet des activités humaines en milieu urbain, industriel ou agricole **(Degremont, 1989; Marc et al., 2007).**

Plus spécifiquement, la pollution des eaux est le fait de divers types de rejets, ponctuels ou diffus, qui apportent au milieu soit des calories (pollution thermique), soit des substances minérales ou organiques (pollution chimique), soit des micro-organismes pathogènes (pollution microbienne) **(Degremont, 1989).**

La pollution de l'eau souterraine est le risque permanent de limitation de la ressource en eau dans un proche avenir **(Castany, 1982).**

I.6.1. les différents types de pollution:

La pollution de l'eau est presque toujours due à l'activité humaine, même si cette pollution est parfois accidentelle. Les quatres principaux types de pollution **(Anonyme, 2005)** sont:

❖ **Pollution domestique:**

Provenant des habitations, elle est en général véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration; la pollution domestique se caractérise selon **Gaujous (1995)** par:

- ✓ Des germes fécaux;
- ✓ Des fortes teneurs en matières organiques;
- ✓ Des sels minéraux;
- ✓ Des détergents.

❖ **Pollution industrielle:**

Provenant des usines, elle est caractérisée par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau; tous les produits ou sous produits de l'activité humaine se trouvent ainsi dans l'eau, qui est un bon solvant **(Gaujous, 1995):**

- o Matières organiques et graisses (industries agro-alimentaire, équarrisages…)
- o Hydrocarbures (raffineries);
- o Métaux (traitement de surface, métallurgie);
- o Acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries…);
- o Eau chaude (circuits de refroidissement des centrales thermiques);
- o Matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioctifs).

❖ **Pollution agricoles:**

L'agriculture moderne est aussi devenue une cause importante de pollution des sols et des eaux, par suite de l'usage systématique des engrais chimiques et des pesticides, dont certains présentent une telle toxicité qu'ils s'apparentent aux armes chimiques **(Ramade, 1998).**

❖ **Phénomènes naturels:**

Certains auteurs considèrent que divers phénomènes naturels sont aussi à l'origine de pollution (par exemple, une irruption volcanique, le contact avec des filons géologiques (métaux, arsenic, source thermominérale…) **(Gaujous, 1995)**. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles) puis en ruisselant sur les toits et les chaussées des villes, de produits divers (huiles de vidange, carburants, métaux lourds, etc..) **(Boeglin, 2001).**

I.7. Principaux types de polluants:

On désigne sous le terme polluant, une substance naturelle ou d'origine strictement anthropogénique que l'homme introduit dans un biotope donné dont elle était absente ou dont il modifie et augmente la teneur dans l'eau, l'air ou les sols dans le cas ou elle y était spontanément présentée **(Ramade, 1998)**.

I.7.1. Polluants physiques:

Selon **Castany (1982)**, les trois principaux agents physiques de la pollution sont:

- **La chaleur:** par élévation de la température de l'eau surtout de surface, provoque des effets écologiques sur la vie aquatique (développement des microorganismes comme les algues).Elle diminue la solubilité de l'oxygène, déficit renforcé par l'accroissement de l'activité biologique qui en consomme.
- **Les matières solides en suspension :** sont introduites par les précipitations et les eaux de surface. Certaines particules, très petites de l'ordre du micron, peuvent ainsi transiter.
- **La radioactivité:** est potentiellement le plus dangereux des polluants physiques. C'est pourquoi tous les rejets sont sévèrement réglementés et contrôlés.

I.7.2. Polluants chimiques:

L'eau, par son pouvoir dissolvant élevé, dissout les substances rejetées par l'activité humaine. Les polluants chimiques sont nombreux et d'origine diverses: sels, minéraux dissous, métaux lourds, pesticides, détergents et hydrocarbures. (**Castany, 1982)**.

Les principaux sels minéraux et métaux cités par **Boeglin, (2001)** sont :

- Sels et ions (Sulfates, Chlorures, Nitrates, nitrites, ammonium, Carbonates, Calcium, Magnésium, Potassium).
- Métaux courants : Fe, Mn.
- Métaux lourds: Hg, Ni, As, Cu, Cr, Zn, Cd.
- Gaz majeurs et en traces: H_2, CO_2, CH_4, Pb, H_2S.
- Détergents: très complexes, ce sont des détergents eux-mêmes (anioniques ou cationiques), ou des adjuvants, tels les poly phosphates, conduisent à un abaissement de la teneur en oxygène du milieu, et à des phénomènes de moussage **(Vilagines, 2003)**.
- Les pesticides, fongicides, et insecticides: sont beaucoup plus toxiques que les détergents, puisque leur rôle est précisément la destruction des parasites des cultures et qu'il sont entrainés dans des eaux par ruissellement **(Angelier, 2000).**

I.7.3. Polluants organiques:

Selon **Boeglin, (2001)** il ya:

- Composés de dégradation finaux et intermédiaires: acide gras, acitates, alcools, sucres.
- Composés indésirables : hydrocarbures volatiles ou non , phénols, cyanures, phytosanitaires, solvants.

I.7.4. Polluants bactériologiques:

La qualité d'un produit alimentaire est une notion en partie subjective, puisque le principal instrument d'évaluation est le consommateur. La qualité de l'eau destinée à la consommation humaine doit répondre à des normes strictes de même que les matériaux utilisée pour la produire et la distribuer **(Delarras et Bernard., 2006).**

II. Critères de la qualité d'une eau potable:

II.1.Critères organoleptiques:

Les paramètres organoleptiques correspondent à l'appréciation de la qualité de l'eau par le sens essentiellement la vue, le goût et l'odorat .ces paramètres sont importants pour le plaisir du consommateur mais peuvent également dans certains cas, être en relation avec la qualité hygiénique du produit **(Rejsek, Frank., 2003).**

Selon **Rodier 2006**, ces différents caractères doivent être apprécié au moment de Prélèvement : certaines odeurs peuvent par exemple disparaître pendant le transport, ou l'aspect de l'échantillon se modifie au cours de stockage (apparition d'une coloration, de précipités….etc).

- **Couleur** :

La couleur des eaux est due généralement, à des substances colorées d'origines variées:

*Substances humiques ou fulviques provenant de la décomposition de la matière végétale.

*Algues pouvant donner une coloration variable en fonction des pigments qu'elle contiennent.

*Substances minérales, en particulier le fer et le manganèse, dont les formes précipitées sont colorées **(Rejsek, Frank., 2003)**.

- **Odeur :**

C'est l'ensemble de sensations perçu par l'organe olfactif et flairant certaines substances volatiles. Seul le sens olfactif peut renseigner sur l'odeur de l'eau, certains organismes vivant (animaux, végétaux) peuvent se trouver dans les canalisations et après leur mort et leur putréfaction influence sensiblement l'odeur de l'eau.

- **Goût et flaveur:**

C'est l'ensemble de sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique Commune perçu lorsque l'eau est dans la bouche.

Les échantillons doivent être prélevés dans des récipients en verre convenablement nettoyés, les flacons doivent être rincés avec de l'eau à prélever puis remplis complètement , l'examen doit être pratiqué le plus rapidement possible ;l'échantillon peut être éventuellement conservé sous réfrigération pendant 24 heurs , mais par au-delà de 48 heurs (**Rodier, 2006).**

- **Turbidité:**

C'est la mesure de l'aspect plus ou moins trouble de l'eau , c'est l'inverse de la limpidité. Elle est causée par diverses matières particulaires ou colloïdales composées de limon, d'argiles, de composés organiques ou inorganiques ainsi que du plancton et d'autres micro-organismes **(INSPQ, 2003).**

Tableau II: Normes des qualités organoleptiques de l'eau

Paramètres organoleptiques (mg/l)	**Recommandation (OMS)**
Coloration	Ne doit pas dépasser 15mg/l de platine en référence à l'échelle platine cobalt
turbidité	Ne doit pas être supérieure à une valeur équivalente à 2 unités Jackson
Odeur et saveur	Le taux de dilutions doit être de 2° à 12°et de 3° à 25°C.

(OMS, 1981-1990)

II.2. Critères physico-chimiques:

Il existe de nombreux paramètres permettent de qualifier les éléments physiques ou chimique. Plusieurs indicateurs de la charge Polluante, résultant des activités humaines; peuvent également suivis **(Marc et al., 2007).**

II.2.1. Les paramètres physiques:

- **La température (T°):**

La température est un paramètre qu'en doit absolument mesurer sur le terrain, parce qu'elle tend à s'ajuster rapidement à la température ambiante **(Hebert et Legare., 2000).**

Il est important de connaître la température de l'eau avec de bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH **(Rodier et al ., 2005).**

- **Le potentiel d'hydrogène (pH):**

Le pH est la mesure de la concentration en ions hydrogène (H+), exprimant la quantité d'ions acides dans un milieu, donc l'acidité ou de l'alcalinité d'une solution **(Marc et al., 2007).**

Il est mesuré directement à l'aide d'une électrode de pH combinée **(Rodier et al.., 2005).**

Le pH d'une eau naturelle peut varier de 4 à10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés, des pH faibles (eau acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique et aussi des risques de corrosion. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons. En générale le pH agit sur le goût d'eau **(Degremont, 2005).**

- **La conductivité électrique (C.E) :**

C'est la capacité d'une eau à conduire l'électricité. La conductivité des eaux dépend de leur concentration ionique et de leurs température. Elle donne une bonne indication des changements de la composition des eaux, et spécialement de leurs concentration en minéraux. Cette mesure permet d'évaluer rapidement le degré de minéralisation d'une eau **(Hebert et Legare., 2000).**

La conductivité est influencée par divers facteurs naturels et anthropiques dont:

* la géologie du bassin versant (la composition des roches).
* les apports d'eau souterraine.
* la température de l'eau.

* l'évaporation de l'eau (qui augmente ou diminue la concentration d'ions dans l'eau).
* les variations de débit des ruisseaux et des rivières qui alimentent le lac (la conductivité augmente lorsque le débit est faible, car il y a une plus grandeconcentration d'ions, et diminue lorsque le débit est élevé).

Les apports d'eaux contaminées provenant des activités industrielles **(Hade., 2002).**

- **Les résidus secs (minéralisation totale):**

Parmi les éléments présents dans l'eau en quantité notable, on trouve les ions Ca^{2+}, Mg^{2+},Na^{+},HCO^{3-},Cl^{-},NO^{2-},NO^{3-},.Ce sont des éléments qui déterminent la minéralisation de l'eau, après une évaporation à100-105°C d'une eau débarrassée de ses matière en suspension, on obtient un résidu sec dont le poids est presque égal à la somme des poids des ions déterminés par l'analyse chimiques complète le résidu sec donne une idée sur la teneur des sels minéraux présent dans l'eau **(Drouiche,2006).**

II.2.2. Les paramètres chimiques:

- **Calcium**:

Le calcium est un élément de la dureté de l'eau, les eaux chargées de calcium sont dures et celles qui sont faiblement chargés sont douces.

- **Magnésium**:

Est un élément de la dureté de l'eau .A partir de certaines teneurs il donne à l'eau un goût désagréables, il se trouve dans les même formes que le calcium **(Degrement, 2005).**

- **Sodium**:

D'après **Rodier (2005)**, le sodium est élément constant de l'eau, toutefois, les concentrations peuvent être extrêmement variable allant de quelques dizaines de milligramme à 500 mg /l et même au delà. Indépendamment de la lixiviation des formateur géologiques contenant de chlorure de sodium et d'aluminium. Certains eaux en contiennent beaucoup de sodium et de ce fait sontd'un goût désagréable.

- **Potassium:**

Le potassium est un élément naturel des eaux ou sa concentration est plus ou moins constante, ne dépasse habituellement pas 10à15 mg/l, sauf dans certains ca**s**
(Potelon et Beaudry., 1994).

❖ **Chlore:**

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les naturelles, généralement sous formes de sels de sodium (Na Cl) et de potassium (KCL) .Ils sont utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que la croissance des végétaux **(Makhoukh et al ., 2011).**

Les eaux contient toujours de chlorure, mais en proportion très variable. La teneur en chlorure augmentent avec le degré de minéralisation d'une eau **(Tardat et Beaudry., 1992)**

❖ **Sulfate:**

La concentration des sulfates est très faible, dans la plus part des eaux douces .Elle peut atteindre 30 à 50 mg/l dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de minéraux sulfatés. La teneur en sulfate dans les eaux est élevée dans les zones contenant du gypse .Pour les eaux destinées à la consommation humaine, en raison du goût et de l'odeur, l'OMS recommande comme valeur limite 250mg/l **(OMS, 2004).**

II.2.3. Paramètres de pollution:

❖ **Nitrate :**

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote, et représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé présent dans l'eau. Leurs concentrations dans les eaux naturelles sont comprises entre 1 et 10 mg/l **(Makhoukh et al., 2011).**

Les nitrates dans l'eau proviennent généralement des engrais azotés, de la décomposition des matières végétales et animals **(Rodier et al., 2005).**

❖ **Nitrite:**

Les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre le nitrate et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées en milieu aquatique (quelques micromoles par litre d'azote nitreux). **(Ghazali et Zaid., 2013).**

❖ **L'ammonium ou l'azote ammoniacal**:

L'ammonium n'est pas d'effet appréciable sur la santé des consommateurs, mais sa présence dans les eaux de surface est un indicateur de pollution. Il doit être éliminé dans les eaux de consommations **(Degremont, 2005).**

❖ **Phosphate:**

Il peut être d'origine organique ou minérale, le plus souvent sa teneur dans les eaux naturelles résulte de son utilisation en agriculture de son emploi comme additifs dans le détergents **(Rodier et al., 2005).**

❖ **Fer :**

Le fer est retrouvé dans les roches épuratives et dans les minéraux argileux **(Kemmer et al., 1984)**.Il se trouve de manière plus importante dans les eaux souterraines car le fer est un élément de la croûte terrestre **(Rejesk , 2003).**

II.2.4. Quelques métaux lourds présents dans l'eau:

Les métaux lourds ont un effet cumulatif. Leur fixation sélective sur les organes et tissus sensibles peut être dangereux aux concentration élevées **(Llalogo, 1992).**

❖ **Cuivre:**

C'est un excellent conducteur d'électricité et de chaleur. Ainsi, les êtres humains sont exposés au cuivre à travers plusieurs vecteurs surtout l'eau potable, la nourriture, la terre et les poussières **(Rodier , 2005).**

❖ **Cadmium:**

Le cadmium est présent dans l'eau et provient du sol, il provoque chez l'homme une diminution du taux d'hémoglobine et des pertes de calcium. **(Llalogo, 1992).**

❖ **Plomb**:

Il présente une toxicité élevée (dose tolérable selon les normes de l'OMS : 0.001mg/l) **(Tchaou,2009).**

❖ **Arsenic**:

L'arsenic est un élément naturel très répondu dans la croûte terrestre, il S'infiltre naturellement dans les lacs ou les eaux souterraine .La dose létale est comprise entre70 et 180 mg **(Rodier , 2005).**

❖ **Zinc:**

C'est un oligo- élément pour l'Homme, l'animal et les végétaux, il se place en 26ème position parmi les éléments les plus fréquent dans la nature ,il entre dans la composition de la croûte terrestre **(Tchaou ,2009).**

II.3. Paramètres bactériologiques:

La détermination da la potabilité d'une eau doit être complétée par une analyse bactériologique. La bactériologie de l'eau basée sur la recherche des germes du groupe coliforme, dont en particulier *Escherichia Coli* et de quelques autre germes sporulés, qui ne sont pas dangereux par eux-mêmes, mais indiquent la présence d'une pollution par matières fécales. **(Degrement, 1987).**

Pour les eaux, la bactériologie renseigne sur l'état d'hygiène sanitaire **(Marc et al., 2007).**

- **Germes totaux**:

Une concentration en germes totaux importante peut entraîner des problèmes d'ordre organoleptique **(Potelon et Zysman ., 1998).**

- **Coliformes totaux:**

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très long temps comme indicateur de la qualité microbienne de l'eau parce que qu'ils peuvent être indirectement associer à une pollution d'origine fécale .Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobie facultatives, possédant l'enzyme B-galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35 °C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé approprié. Les principaux genres inclus dans le groupe sont: *Citrobacter, Escherichia, Klebsiella* et *Serratia.*

La presque totalité des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé, à l'exception de certaines souches *d'Escherichia coli*, ainsi que de rare bactéries pathogènes opportunistes. (**Chevalier, 2003 a).**

Selon l'ISO, il s'agit de Bacilles Gram négatif , non sporulés, oxydase négatif aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de se multiplier en présence de sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gazen 24 à 48 heurs à une température comprise entre 36°C et 37°C **(Guiraud , 1998).**

- **Coliformes fécaux:**

Ou coliformes thermo- tolérants sont un sous-groupe des coliformes totaux, ils possèdent les même caractéristiques que les coliformes totaux mais seulement ils fermentent le lactose avec production de gaz à 44°C **(Guiraud , 1998).**

E.coli représente toute fois 80 à 90% des coliformes fécaux, se caractérise par la production de l'indole à la même température, témoigne habituellement d'une contamination d'origine fécale **(Chevalier , 2003.b).**

C'est un indicateur direct de pollution fécale d'origine récente liée à la présence humaine ou animale, elle peut entrainer des gastro-entérites, des infections urinaire ,méningites ou septicémies **(Satin et Selmi .,2000**).

- **Streptocoque fécaux :**

Les streptocoques fécaux (ou streptocoques du groupe D ou entérocoques) sont des bactéries aérobies ou anaérobies facultatives, à gram positif qui se présentent sous forme de coques en courtes chaînes ; Ils ont la capacité de croitre à une température entre 10 et 45°C, non sporulées, ne possédant ni catalase ni oxydase. **(Chevalier, 2002)**.
Ce sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud,
Sont des témoins de contamination fécale sensible, et ne sont pas considérées comme pathogènes **(Potelon et Zysman., 1998).**

- **Clostridium sulfito-réducteurs**:

Il s'agit de bacilles à gram positive, anaérobies strictes, catalase négative, mobiles par ciliatures péritriches, souvent de grande taille, parfois immobiles et capsulées capable de se sporuler les spores sont ovoïdes ou sphériques naturellement thermo-résistants, tellurique, réduisent les sulfites en sulfures, responsable de botulisme (empoisonnement aigu résultant de l'ingestion de nourriture contenant des toxines de clostrtidium) **(Guiraud , 1998)**.

- **Salmonelles:**

Elles appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae, anaérobies facultatifs, oxydase négative, catalase positive. Les colonies apparaissent sur milieu HEKTOEN gris bleu au centre noire, fermentent le glucose avec production d'un gaz et d'H_2S, et ne fermentent pas le lactose .Les salmonelles peuvent être présentent dans les eaux destinées à la consommation humaines : dans les eaux douces ainsi que l'eau de mer **(Rodier., 2005).**Le genre salmonella comprend de nombreuses espèces pathogènes qui sont responsables de multitude de syndrome, fréquemment d'intoxication alimentaire, responsable de la typhoïde ou paratyphoïde (troubles digestifs, fortes fièvres) **(Potelon et Syzman., 1998).**

- **Vibrions cholériques:**

Ce sont des bâtonnets incurvés en virgule ou droits, mobiles et aérophiles , Gram négatif et oxydase positive**,** catalase positive **(Delarras., 2007).**Ils sont très largement répondus dans les eaux d'égout, les eaux de surface polluées et sont à

l'origine d'une grave maladie: le choléra. (**Leclerc et Haslay .,1999).**
Selon l'**OMS**, **2004**. L'ingestion d'eau contaminée par des fèces humaines ou animals (notamment d'oiseaux) qui représente le plus grand risque sur le plan microbien, les vibrions responsable de cholera (maladie aigu et diarrhéique).

- **Helminthes:**

Les stades infectieux de nombreux helminthes, comme les ascaris lombricoïdes et les planaires parasites peuvent être transmis à l'être humain via l'eau de boisson, une seule larve mature ou un seul œuf fécondé pouvant être à l'origine d'une infection appelé helminthiase, ces stades ne doivent pas être présents dans l'eau. L'espèce la plus connue est le ténia. Cependant, la voie aqueuse joue un rôle peu important dans la transmission des infections à helminthes **(OMS, 2004).**

- **Cyanobactéries:**

Les problèmes de la santé publique passé par les cyanobactéries sont liées à leur capacité à produire diverses toxines connues sous le nom de cyanotoxines qui ont des effets sur l'homme (irritation de la peau, crampes de l'estomac, des vomissements, des nausées).Les cyanobactéries ne prolifèrent pas à l'intérieur du corps , elles ne se multiplient abondamment que dans l'environnement aquatique avant absorption **(OMS, 2004)**.

- **Pseudomonas aeruginosa**:

Oxydase positive, développe à 37°C sur milieu sélectif au cétrimide et à l'acide nalidixique, capable de cultiver sur une gélose ordinaire à 42 °C, et de synthétiser un pigment : la pyocyanine **(Delarras, 2007)**.

- **Microorganismes revivifiables:**

Nommés également mésophiles aérobies en fonction de leurs conditions de développement, est utilisé comme indicateur de pollution, parmi les bactérie cultivant dans les conditions de la norme, on peut distinguer deux catégories différentes sur le plan de l'hygiène:

* les microorganismes qui se développent à 20°C et qui sont des saprophytes présents naturellement dans l'eau.
* les microorganisme qui se développent à 37°C , température du corps humain, et qui proviennent de l'homme ou d'animaux à sang chaud. Même s'il ne s'agit pas forcément de germes pathogènes, ils peuvent montrer une contamination de l'eau

analysée par des matières fécales **(Rejsek , Frank.,2003).**

II.4. Examens bactériologiques des eaux destinées à la consommation humain:

Les analyses décrites par la norme **NF T 90 - 420** sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau III: Analyses décrites par la norme NF T 90-420

Analyses	Norme	Technique	Volume de prise d'essai	Milieu utilisé	Température d'incubation	confirmation
Microorganismes revivifiables	NF EN ISO 6222	Incorporation en milieu solide	1ml ou 2ml	Gélose à l'extrait de levure	37°C ou 22°C	-
Coliformes totaux	NF T 90-414 EN 6388	Filtration	100ml	Gélose lactosée au TTC et au tergitol-7	37°C	Colonies typiques Ox $^-$
Coliformes thermo tolérants	EN ISO 9308-1	Filtration	100ml	Gélose lactosée au TTC et au tergitol-7	37°C	Colonies typiques
Streptocoques du groupe D ou entérocoques	NF T 90-416 EN ISO 7899-2	Filtration	100ml	Gélose Slanetz et Bartley	37°C	Colonies typiques +Litsky
Spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices	NF T 90-415	Incorporation en milieu solide	20ml	Gélose tryptone sulfite à la D-cyclosérine	37°C	Colonies typiques

(Rejsek ,Frank .,2003)

Notre travail a pour objectif la vérification de la potabilité des eaux de six sources de Chiffa wilaya de Blida (situées sur la route nationale n°**01)**, à travers le contrôle de leurs qualité microbiologique. Notre étude a été réalisée au niveau des laboratoires d'analyse de **la Direction de la Santé Publique** et de **l'Algérienne Des Eaux** de **Médéa**, durant une période de quatre-vingt-dix jours étalée sur les mois de **février, mars et avril 2015**.

I. Matériel:

I.1.Matériel non biologique:

Le matériel requis et celui habituellement utilisés au niveau des deux laboratoires d'accueil lors de leurs analyses de routine, à savoir l'appareillage, la verrerie, les milieux de cultures et des solutions illustrées dans l'annexes **n° 01,02**.

I.2.Matériel biologique:

Les échantillons qui constituent l'objet de notre expérimentation sont des eaux prélevées à partir de six sources de Chiffa.

Critères de choix des sources :

Les sources ont été sélectionnées en fonction des critères suivants :

- L'importance de debit ;
- La qualité physico-chimique et l'état de la potabilité des eaux des sources ;
- Les conditions sécuritaires du site ;
- L'emplacement stratégique qui leur rend parmi les sources les plus fréquentables.

II .Méthodes:

II.1. Echantillonnage :

Pour les analyses bactériologiques, les échantillons sont prélevés dans des flacons en verre 250 ml, préalablement stérilisées soit à l'autoclave à **120°C** pendant **1 heure**, soit au four Pasteur à **180°C** pendant **1 h 30** après avoir été soigneusement lavés, puis rincés à l'eau distillée. Au niveau de la source, les flacons sont rincés trois fois avec l'eau à analyser puis sont remplis aseptiquement au **9/10** et fermés de façon hermétique. Les échantillons sont transportés au laboratoire dans des glacières à une température comprise entre 1 et 4°C.

Les échantillons sont ensuite conservés à une température inférieure à **10 °C** dans l'obscurité' et analysés au plus tard dans les **24 heures** qui suivent le prélèvement. Il faut rappeler que la teneur des échantillons en coliformes se modifie entre le moment de

prélèvement et celui de l'examen en raison de nombreux facteurs comme la température, la concurrence des espèces microbiennes présentes, la composition chimique de l'eau…etc. Chaque prélèvement est identifié par une étiquette adéquate (**ISO 5667).**

Pour les analyses physico-chimiques, des flacons de **1000 ml** sont utilisés. Au moment du prélèvement, ils sont rincés de nouveau à trois reprises avec de l'eau de source puis sont remplis jusqu'au bord. Le bouchon est placé de telle façon qu'il n'y ait aucune formation de bulles d'air. On inscrit sur le flacon les indications nécessaires à son identification.

II.2. Les analyses microbiologiques :

Pour les analyses bactériologiques, avant chaque prise d'essai, l'échantillon doit être homogénéisé soigneusement par agitation du flacon. Il est procédé dans un premier temps au dénombrement des microorganismes revivifiables, puis aux autres dénombrements.

II.2.1. Recherche et dénombrement de micro-organismes revivifiables à 22 °C et à 37 °C par la méthode du dénombrement sur milieu solide:

L'échantillon à analyser est bien homogénéisé. S'il est déjà trouble, une dilution est automatiquement effectuée. **1 ml** de l'échantillon à analyser ou de ses dilutions décimales est déposé aseptiquement dans une boite Pétri. Ensuite, **15** à **20 ml** de milieu de culture régénéré sont ajoutés. L'échantillon d'eau est incorporé dans la masse du milieu de culture en décrivant de lents mouvements circulaires. Le temps entre l'addition de l'échantillon (ou de ses dilutions) et celle du milieu ne doit pas excéder **15** minutes. Après solidification, deux boites sont incubées couvercle en bas l'une à **36 ± 2 °C** pendant **44 ± 4 h**, et à **22 ± 2** °C pendant **68 ± 4 h (Voir figure 11 annexe N° 4) (NA 763, ISO 6222) .**

- ✓ **Expression des résultats** :

Seules les boites contenant un nombre d'UFC compris entre **15** et **300** sont retenues Le nombre de germe par millilitre est déterminé par la loi : $N = \frac{\text{Nombre d'UFC} \times F}{V}$

II.2.2.Recherche et dénombrement des coliformes (totaux, fécaux) et d'*E.*coli par filtration :

Après stérilisation à la flamme du bec, 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 à la fin et des entonnoirs aussi, une membrane stérile de porosité **0,45 µm** est déposée à l'aide d'une pince stérilisée sur le support de filtration refroidi. La partie supérieure du flacon est flambée puis l'eau à analyser est versée jusqu'au repère de l'entonnoir. Le robinet du support est alors ouvert laissant aspirer entièrement l'eau puis, il est refermé immédiatement. La membrane est prélevée à l'aide d'une pince stérile ensuite elle est déposée sur un milieu sélectif a savoir gélose lactosée au Tergitol et au T.T.C **(annexe N° 2)** en prêtant attention à ne pas piéger des bulles d'air. L'incubation est réalisée à **36 ± 2 °C** pendant **22 ± 2h** pour les coliformes totaux et à **42 ± 2 °C** pendant **22 ± 2h** pour les coliformes fécaux. **(ISO 9308-1).**

- ✓ **Lecture :**

Sont considérées comme positives, toutes les colonies petites, lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentés en rouge, jaune orangé ou en jaune (lactose positives).

- ✓ **Confirmation :**

- Milieu de confirmation et d'identification : **TSA (Gélose tryptonée au soja) (annexen°2).**
- Réactif de confirmation : Réactif de l'oxydase.

A des fins de confirmation basée sur le test à l'oxydase 5 à 10 colonies sont repiquées de façon aléatoire sur gélose TSA à la caséine, et incubées à **36 ± 2°C** pendant **21 ± 2 heures**.
le test est effectuée de la façon suivante :
Une colonie caractéristique est déposée sur un disque d'oxydase (disque en papier filtre imbibé dans le réactif à l'oxydase « Tétraméthyl-p-phénylènediamine ») .
Dans les deux cas la réaction positive est immédiate et se traduit par un virage au bleu violet foncé.

- **Système d'identification des Enterobacteriaceae et autres bacilles Gram négatif non fastidieux (API 20 E) :**

API20 E est un système standardisé, comprenant **20** tests biochimiques miniaturisés.

✓ **Préparation de la galerie :**

Le fond et le couvercle d'une boite d'incubation sont réunis ,environ 5ml d'eau distillée ou déminéralisé est répartis . la référence de la souche est inscrite sur la languette latérale de la boite . En fin la galerie est placée dans la boire d'incubation.

✓ **Préparation d'inoculum :**

A l'aide d'une pipette une seule colonie bien isolée sur milieu gélosé (on utilise préférentiellement des cultures jeunes 18-24 heures) est prélevée . pour réalisé une suspension bactérienne en homogénéisant les bactéries dans le milieu.

✓ **Inoculation de la galerie** :

la suspension bactérienne est introduite dans les tubes de la galerie à l'aide de la même pipette :

* Pour les tests : **CIT ,VP,GEL**, les tubes et cupules sont remplis.

*Pour les autres tests uniquement les tubes sont remplis et non pas les cupules.

*Pour les tests : **ADH , LDC ,ODC, H_2S ,URE**, une anaérobiose est crée en remplissant leur cupule d'huile de paraffine .

la boite d'incubation est refermée et incubée à **36 ± 2 °C** pendant **18-24 heures.**

✓ **Lecture et interprétation :**

Les tests nécessitant l'addition de réactif sont :

- Test **TDA** : 1goutte de réactif **TDA** est ajoutée.
- Test **IND** : 1goutte de réactif **JAMS** est ajoutée.
- Test **VP** : 1 goutte de réactif **VP1**et **VP2** est ajoutée.

Après incubation, la lecture de la galerie est faite en se référant au tableau de lecture.

II.2.3. Recherche et dénombrement des Streptocoques du groupe D ou entérocoques :

Après filtration des même quantités d'eau que pour la colimétrie selon la même technique , les membranes de filtation sont déposées sur le milieu **Slanetez**, puis incubées à **36 ± 2 °C** pendant **22 ± 2 h** (**ISO 7899).**

- ✓ **Lecture :**

les colonies qui présentent les caractéristiques suivantes : un diamètre de **0 .5** à **2mm** , une coloration rouge, violette, marron ou rose visible sur la boite sont comptées.

- ✓ **Expression des résultats :**

Les résultats du dénombrement des streptocoques fécaux sont exprimés en nombre de germes par **100 ml** d'eau analyser.

II.2.4. Recherche et dénombrement des Spores de bactéries anaérobies sulfito-réductrices :

l'eau à analyser est agitée soigneusement , et **25 ml** environ est introduite dans un tube stérile et après chauffage à **75 °C** pendant **15 min**, le tube est refroidit rapidement sous l'eau du robinet dans le but de détruire les formes végétatives des ASR éventuellement présentes et de garder uniquement les formes sporulées, le contenu de ce tube est ensuite répartit dans 4 tubes stériles, à raison de **5 ml** par tube. **15 ml** de gélose Viande Foie fondue et refroidie à **45°C**, additionnée d'une ampoule d'Alun de fer et d'une ampoule de sulfite de sodium est ajouté . le milieu et l'inoculum sont doucement mélangés en évitant la formation des bulles d'air et l'introduction d'oxygène. Après solidification du milieu sur paillasse pendant **30 minutes** environ, les tubes sont incubés à **37°C** pendant **16, 24** puis **48 heures (voir figure 12, annexe 04)** (**ISO 6222).**

- ✓ **Lecture:**

La première lecture doit absolument faite après 16 heures car très souvent les colonies des ASR sont envahissantes .Dans ce cas on se trouve en face d'un tube complètement noir rendant alors l'interprétation difficile voire impossible.

Dans le cas ou les colonies caractéristiques n'apparaissent pas, les tubes sont réincubés et une deuxième lecture au bout de 24 heures est effectué, puis une troisième et dernière lecture après 48heures.

La présence de germes Sulfito-Réducteurs se traduit par un halo de sulfure de fer autour des colonie. Toutes les colonies noires de 0.5 mm de diamètre , poussant en masse sont dénombrées

- ✓ **Expression des résultats**:

Il est impératif de repérer et de dénombrer toutes les colonies noires poussant en masse et de rapporter le total de colonies à **20 ml** d'eau à analyser.

II.2 .5. 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 SFB_I, Elle est incubée à **37°C** pendant **18 à 24h**.

- ❖ **2 ème jour : Enrichissement secondaire et Isolement:**

La solution **SFB_I** incubée la veille pour effectuer le 2 ème enrichissement sur bouillon sélénite – cystéine en tubes (solution **SFB_{II}**) à raison de **1 ml** par tube et un isolement sur gélose **Héktoen** (**H_1**). 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 **SFB_{II}** isolé sur gélose **Héktoen $_{II}$ (H_{II})**, 1 ml de **SFB_{II}** est introduit dans un bouillon sélénite-cystéine (**SFB_{III}**). L'incubation se fait à **37 °C** pendant **18 à 24 h.**

- ❖ **4 ème jour : 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 **(voir figure 13, annexe n°4)**

Ces derniers subiront une identification biochimique **(ISO 6340)**

II.2.6. Recherche des vibrions cholériques :

La recherche des vibrions se fait en 4 étapes :

- **1 er jour :**

Le premier enrichissement s'effectue sur milieu **Eau Péptonée Alcalin (EPA**) 10 fois concentré réparti à raison de **50 ml** par flacon, au quel **250 ml** d'eau à analyser sont ajoutés aseptiquement, puis incubées à **37°C** pendant **(6-18 à 24h).**

- **2ème jour :**

Le 2ème enrichissement se fait sur milieu **EPA_{III}** en tubes à raison de **1 ml** par tube et un isolement sur **$GNAB_I$** (Bouillon **Nutritif Alcaline Biliée**).

L'incubation se fait donc à **37°C** pendant **24 h**.

- **3ème jour:**

D'une part, le tube **EPA $_{II}$** fera l'objet d'une isolement sur **$GNAB_{II}$** et d'autre part , la boite de gélose **$GNAB_I$** subira une lecture , en tenant compte que les vibrions se présentent le plus souvent sous forme des grosses colonies lisses et transparentes .

- **4 ème jour:**

Une lecture de boite de gélose **$GNAB_{II}$** sera effectuée avec une identification biochimique s'il s'agit des colonies suspectes **(voir figure 14 en annexe N° 5)**.

(NF 90-421).

II.3.Analyses physico-chimiques :

II.3.1. Analyses physiques:

- **Détermination du pH:**

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans une même solution est une fonction linéaire du pH de celle –ci . Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H+.

La mesure du pH est faite à l'aide d'un pH mètre (**HANNA HI 2211 pH / ORP meter**)

(**NF T 90-008).**

- ✓ **Expression des résultats**

L'appareil donne la valeur du pH de l'eau à analyser par un affichage numérique.

❖ **Conductivité électrique, Température, Salinité et Taux des sels dissous (TDS) :**

La conductivité électrique d'une eau est une mesure du courant électrique conduit par les ions présents dans l'eau. Elle dépend de la concentration, nature des ions de la température et la viscosité de la solution.

La conductivité d'une solution est définie comme la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de **1 cm^2** de surface et séparées l'une de l'autre de **1 cm**. Elle est l'inverse de la résistivité électrique. L'unité de la conductivité électrique est le siemens par mètre **(S/m)** mais est généralement exprimée en micro-siemens par centimètre **(µS/cm).**

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

La mesure du TDS ,la salinité ainsi que la température est faite à l'aide du même appareil que celui qui détermine la conductivité électrique (HACH Sension 3).

Il faut opérer avec une verrerie rigoureusement propre et rincée avec l'eau distillée avant usage, la cellule à conductivité est rincée plusieurs fois , d'abord avec de l'eau distillée puis on la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner ,puis la mesure est faite dans un deuxième récipient en prenant soin que l'électrodes de platine sont complètement immergées, le liquide est agité (barreau magnétique)afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant, Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes **(NA 749).**

✓ **Expression des résultats**

L'appareil donne la valeur de la conductivité électrique en **µs /cm** ,la valeur de la température en **°C** ,la valeur de salinité en **mg/l** et la valeur des TDS en **mg/l**.

❖ **Turbidité :**

La turbidité d'une eau est causée par des matières non dissoutes (limon, argile, algue, grain de silice, micro-flocs …). Celles-ci atténuent la radiation incidente et les particules insolubles diffusent la radiation de façon inégale. L'appareil employé fonctionne sur le principe de la mesure diffusée. La longueur d'onde de la radiation incidente est de **860 nm** comme recommandé dans la méthode décrite dans la norme **ISO 7027**, afin d'éviter l'influence des matières dissoutes absorbant la lumière. La turbidité est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoute.

La mesure de la turbidité est effectuée à l'aide d'un turbidimètre optique (**HACH 2100 N Turbidimeter**) utilisant l'effet Tyndall ou opacimétrie. L'appareil de référence comprend un faisceau lumineux qui traverse la cuve le mesure. L'effet Tyndall est utilisé plus précisément pour la mesure de faible turbidité (eau de boisson).

- ✓ **Etalonnage du turbidimètre :**

L'étalonnage de l'équipement se fait par le blanc (l'eau distillée) : une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique est remplie avec l'échantillon à analyser bien homogénéisé et la mesure est rapidement effectuée , il est nécessaire de vérifier l'absence de bulles d'air avant la mesure .

- ✓ **Expression des résultats**

La mesure est obtenue directement en Néphlometric Turbidity Unit **(NTU).**

II.3.2. Analyses chimiques:

- ❖ **Dosage de sodium et de potassium :**

Les ions en solution sont portés au moyen d'une flamme de température convenable un niveau énergétique supérieur à la normal de la flamme, ils restituent l'énergie acquise en émettant une radiation caractéristique de l'élément.

le filtre est placé sur Na^+ou K^+ selon le dosage, la solution étalon fille la plus concentrée est passée et afficher 100 à l'aide des deux potentiomètre , ensuite les autre solutions étalons filles sont passées , l'indication correspondante à chaque solution est notée.

L' eau à analyser est passée, la graduation entre chaque mesure est notée, en fin le dispositif de pulvérisation est rincé à l'eau distillée.

- ✓ **Expression des résultats :**

L'appareil (**Photomètre à flamme CIBALORNIN**) donne la valeur du sodium ainsi que la valeur du potassium en **mg/l.**

- ❖ **Chlore résiduel :**

En présence de chlore libre, le DPD donne un complexe rougeâtre **(ISO 7393 /3).**

Réactif : Comprimés de **DPD**.

L'eau à analyser est agitée, puis versée dans un tube (environ 10ml), en suite un comprimé de DPD est ajouté. En fin la couleur de tube est comparée avec celle du comparateur pour préciser le taux de chlore présent dans l'eau à analyser.

II.3.3.Paramètres de pollution :

❖ **Azote ammoniacal (NH_4^+) :**

Mesure spectrométrique (spectromètre UV/Visible) à une longueur d'onde de **655 nm** du composé **vert** formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et hypochlorite en présence de nitroprussiate de sodium **(ISO 7150) .**

Réactifs

Réactif **I**.

Réactif **II (annexe N°1).**

4ml du réactif I et **4ml** du réactif II , sont ajoutés au **40ml** d'eau à analysée et après **20min** : l'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de NH_4^+.

Effectuer la lecture à l'aide d'un spectromètre UV/Visible à une longueur d'onde de **655 nm**.

✓ **Expression des résultats :**

Le résultat est donné directement en **mg/l.**

❖ **Nitrite (NO_2^-) :Dosage des nitrites par spectrométrie d'adsorption moléculaire :**

Réaction des ions nitrites présents dans une prise d'essai, à pH **1,9** avec le réactif amino-4 benzène sulfonamide en présence d'aide ortho phosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec le dichlor-hydrate de N-(naphtyl-1)diamino-1,2 éthane (ajouter avec le réactif amino-4 benzène sulfonamide) mesurage de l'absorbance à **540 nm**.

La minéralisation de la matière organique présente dans le sol est réalisée par des micro-organismes. L'azote minéral ainsi produit est ensuite transformée par des bactéries aérobies en nitrates. Cette transformation, appelée nitrification, comporte deux étapes:

- la nitritation qui produit des nitrites (NO_2-).
- la nitratation qui transforme les nitrites en nitrates. Si les conditions de milieu le permettent, les nitrates seront utilisés par des bactéries anaérobies comme source d'énergie et transformés en azote gazeux. Notons que les nitrates peuvent également s'adsorber et se fixer sur les argiles et humus. Les nitrites sont les sels de l'acide nitreux.

L'acide nitreux est un acide instable de formule HNO_2, la formule de l'ion nitrite est NO_2-



✓ **Préparation des réactifs :**

- **Réactif mixte** :

  40 g d'amino-4 benzène sulfonamide ($NH_2C_6H_4SO_2NH_2$) est dissous dans un mélange formé de **100ml** d'acide orthophosphorique et de **500 ml** d'eau distillée, **2 g** de dichlorhydrate de N-(naphtyl-1) diamino-1,2éthane ($C_{10}H_7NH\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2\text{-}2HCl$) est ajouté, le volume est complété jusqu'a **1000 ml** avec de l'eau distillée.

  Cette solution est stable pendant un mois si elle est conservée entre **2** et **5°C**.

- **Solution étalon mère de nitrites 100 mg/l :**

  0,15 g de nitrite de sodium (séché à **105 °C** durant au moins **2 h**) est dissous dans **1000 ml** d'eau distillée. Cette solution est stable pendant un mois si elle est conservée entre **2** et **5°C.**

- **Solution étalon fille de nitrites 1 mg/l :**

  A l'aide d'une pipette, **1ml** de la solution étalon de nitrites de concentration **100 mg/l** est prélevée, la transvasée dans une fiole de **100 ml** et le volume est complété avec de l'eau distillée. Cette solution est préparée le jour de l'emploi.

✓ **Nettoyage de la verrerie**

La verrerie doit être lavée avec une solution d'acide chlorhydrique à environ **2mol/l** et rincée abondamment à l'eau avant l'emploi .

✓ **Calibration**

Dans une série de fioles jaugées de **50 ml**, les volumes de la solution étalon fille de nitrites **1 mg/l** sont introduites à l'aide d'une pipette **,** l'eau distillée est ajoutée au contenu de chaque fiole, ensuite **1 ml** du réactif mixte est ajouté et attendre au moins **20 mn**. L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2-. Enfin, l'absorbance de chaque étalon est mesuré à la longueur d'onde (environ **540 nm**).

- ✓ **Dosage**

50 ml d'échantillon est introduite, avec **1 ml** du réactif mixte et attendre au moins **20 mn.** L'apparition de la coloration **rose** indique la présence des NO_2^-.

Enfin, l'absorbance est mesuré pour chaque étalon à la longueur d'onde (environ 540 nm).

un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités des réactifs mais en employant le même volume approprié d'eau distillée à la place de la prise d'essai.

- ✓ **Expression des résultats :**

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en **mg/l** des nitrites.

(**ISO 6777- NA 1657).**

I. Résultats des analyses organoleptiques:

Tableau IV: Résultats des analyses organoleptiques de l'eau de six sources:

Paramètres organoleptiques	Analyses
Coloration	Transparent (parfois présence des troubles surtout dans la source 3 et 5)
Odeur	Aucune odeur
Goût (Saveur)	Peu agréable (parfois goût de terre)

Les résultats organoleptiques misent en évidence au cours de notre étude concernant les 06 sources révèlent une bonne qualité organoleptique liée à leur pH plutôt basique et à la température entre (4°C et 9°C) sur site qui leur confère la fraicheur. L'eau ne dégage aucune odeur, et possède un goût peu agréable parfois goût de terre quand elle est trouble.

Selon **Degrement (1978),** 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)**.

Selon **Degrement (1978),** 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).**

II. Résultats des analyses bactériologiques:

Afin de pouvoir interpréter nos résultats, nous avons établie une représentation graphique qui regroupe tous les germes indiquant le nombre de chaque germe dans les six sources à partir de 6 prélèvements (Février, Mars, Avril, Mai) à l'intervalle de 15 jours.

❖ **Pour les bactéries revivifiables :**

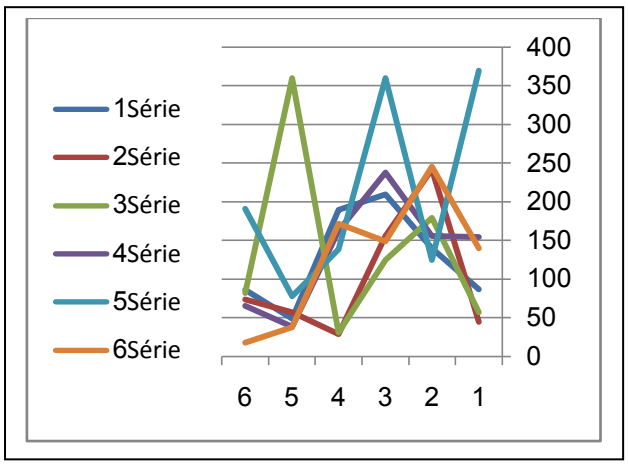


Figure 05 : Représentation graphique de la variation de la teneur en BR à 22°C

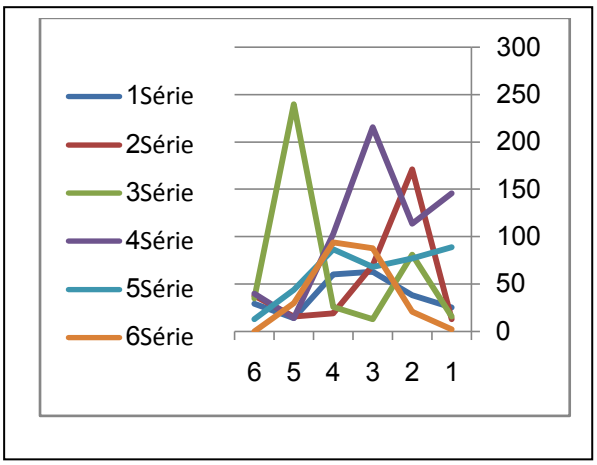


Figure 06 : Représentation graphique de la variation de la teneur en BR à 37°C

On remarque clairement que la charge microbienne est toujours présente durant toute la durée d'étude. Néanmoins, le nombre de micro-organismes à une température de 22°C est supérieur à celle qui se développent à une température de 37°C, cela peut être expliquer par une concurrence bactérienne entre celles qui sont autochtones habitués à son milieu et celles qui sont exogènes proviennent d'une contamination.

Selon **Rejesek, Frank., 2003**, les micro-organismes qui se développent à 20°C, présentent naturellement dans l'eau et sa concentration doit être inférieur à 100 UFC/ml, et les micro-organismes qui se développent à 37°C provient d'une contamination fécale par des organismes à sang chaud, leur présence doit être inférieur à 10 UFC/ml.

On utilisant le logiciel XLSTAT- test ANOVA avec un intervalle de confiance 95%, la différence entre les prélèvements (Pr = 0.152) et entre les 5 sources (S_1, S_2, S_3, S_5, S_6) respectivement, (Pr= 0.197, 0.767, 0.645, 0.149, 0.509) est non significatif, sauf pour la 5 ème source (Pr = 0.09), cela nous a permet de dire qu'il ya une différence significatif entre cette source et les autres sources.

- **Les coliformes totaux :**

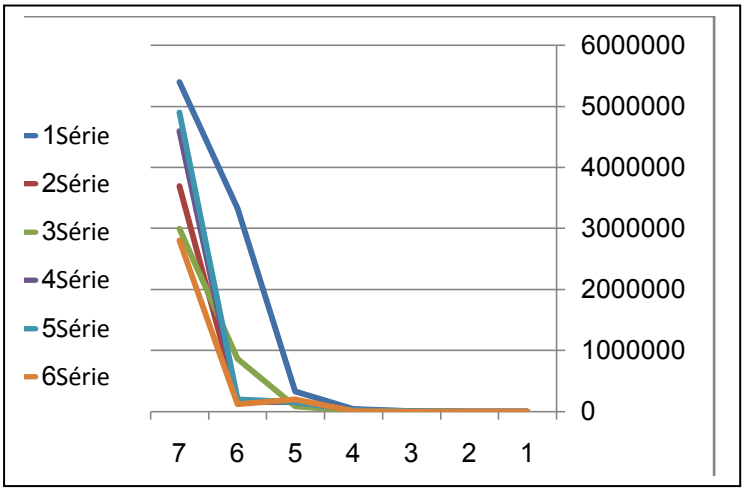


Figure 07 : Représentation graphique de la variation de la teneur en CT

La norme établie par OMS exige l'absence totale des CT dans 100 ml d'eau analysé. Alors que, d'après les résultats illustrés dans la **figure 07**, nous avons notés une présence importante au niveau des 6 sources (dans les 6 prélèvements) à raison de (230 - 540. 10^4 germes/100 ml), cette présence est justifiée par l'absence de chlore.

Deux autres hypothèses sont supposées :

La première explique le phénomène de filtration naturelle (la nature du sol, porosité…..).

La deuxième, l'eau de source se contamine lorsqu'elle jahisse et conduire la pollution au cours leur cheminement.

Selon **Potélon et Zysman, 2005**, la présence de CT causés par une filtration défectueuse des terrains, cette filtration insuffisante étant en étroite relation avec la formation des terrains qui constitue la source.

La représentation graphique (**Figure 07)** montre que la charge microbienne augmente proportionnellement avec la température.

D'après **Rodier, 2005,** la température basse freine le développement des micro-organismes.

L'analyse statistique, nous a donné (Pr = 0, 019) inférieur à 0,05; donc on peut dire que la différence entre les 06 prélèvement est significatif avec (Pr = 0.015, 0.011, 0.07, 0.04,0.02) respectivement, et pour la comparaison entre les sources on remarque pour:

- Le 1er prélèvement (Pr = 0.007) entre S_1 et les autres sources, donc la variation est significatif, cela peut être expliqué par la distance de cheminement de l'eau.
- Le 2ème prélèvement (Pr < 0.0001) , donc il ya une variation de la charge microbienne entre les différente sources, sauf entre S_5 et S_2, et entre S_4 et S_3.
- Le 3 ^{ème} et le 4 ^{ème} prélèvements (Pr = 0.014, 0.04), la variation entre S_5 et les autres et S_6 et les autres est significatif , cela explique qu'il ya un changement de la concentration microbienne entre ces sources
- Par contre, pour le 5 ^{ème} et le 6 ^{ème} prélèvement (Pr = 0.141, 0.368) respectivement, les variations sont significatifs.

Donc, l'analyse statistique nous a permis de conclure que S_1 est la source la plus polluée, et S_6 la moindre.

Les coliformes totaux comprennent les genres suivant: *Escherichia, Citrobacter, Euterobacter, Klebsiella, Yersinia, Seratia* **(Rodier , 2005)**.

Pour cela nous avons identifiés par l'ensemencement d'identification biochimique miniaturisé à 20 caractères dont:

- les *Citrobacters* apparaissent comme : colonies rouges.

-les *Enterobacter*s et *Seratia* comme : colonies jaunes et beiges.

- *Hafnia* comme : colonies transparentes visqueuses.

❖ **Les coliformes fécaux**

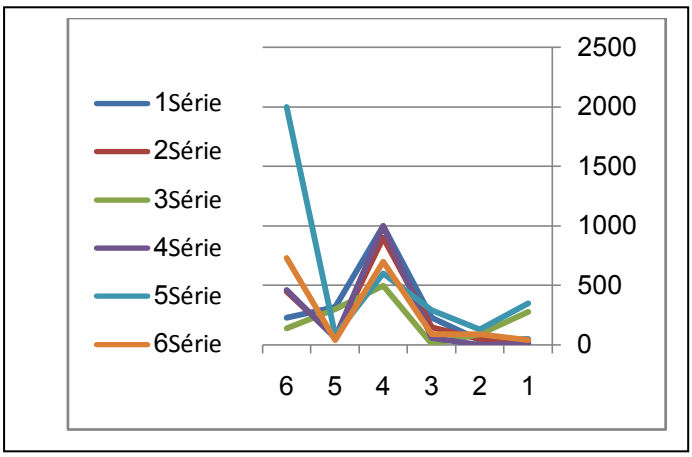


Figure 08 : Représentation graphique de la variation de la teneur en CF

Concernant les coliformes fécaux nous avons notés la présence de (50 à 20. 10^2 germes /100 ml) dépassant ainsi les normes tolérés par l'OMS, et pour le 1^{er}, $2^{ème}$, $3^{ème}$, $6^{ème}$ prélèvement S_5 présente le taux le plus élevé.

L'étude de la variance révèle que la variation est significatif (Pr < 0.0001) pour le $4^{ème}$ et les autres prélèvements (1, 2, 3, 5, 6).

Pour le 1^{er}, $2^{ème}$, $3^{ème}$, $4^{ème}$ et $6^{ème}$ prélèvements (Pr = 0.189, 0.380, 0142, 0.725, 0.242) respectivement , la différence est non significatif pour touts les sources, sauf pour le $5^{ème}$ prélèvement (Pr = 0.014) la différence entre les sources est significatif.

Les coliformes fécaux comprend les espèces suivant: *Citrobacter freundi, Citriobacter diversus, Citrobacter amalonacticus , Euterobacter aerogenes, Enterobacter cloacae, Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, Klebsiella oxytoca, Salmonella, Yersinia entercolitica* (**Rodier, 2005).**

❖ **Escherichia coli :**

Dans notre analyse on a confirmé la présence d' *E.coli* (colonie jaune orangé avec un halo jaune) *Klebsilla pneumonia* (colonie orange), *Citrobacter freundi* (colonie blanche), *Yersinia enterocolitica* (colonie transparente).

E.coli représente la majeure partie des coliformes thermo-tolérantes et se caractérise par la production d'indole à la même température **(Joffin, 1999).**

Le test de confirmation effectué à partir des CF a mise en évidence la présence de *E.coli* dans tous les prélèvements.

Selon **John et Donald, 2002**, *E.coli* est une bactérie qui fait partie du groupe des coliformes totaux et constitué le seul membre de ce groupe que l'on trouve exclusivement dans les matières fécales des humains et des animaux sa présence dans l'eau indique une contamination récente par les matières fécales .Elle peut entrainer des gastro-entérites, des infections urinaires, méningites, septicémie **(Satin et Zysmen , 1998)**.

On révèle la présence de *E.coli* au niveau des 6 six sources à raison de (0 à 400 germes /100 ml d'eau à analyser) dépassant ainsi les normes tolérés par l'OMS.

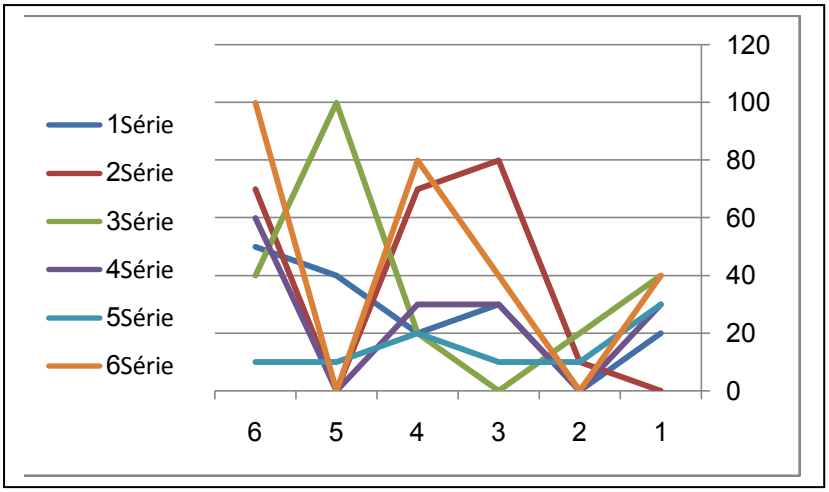


Figure 09 : Représentation graphique de la variation de la teneur en *E.coli*

L'analyse de la variance nous a montrés qu'il n'ya aucune signification entre les prélèvements avec (Pr = 0.161, 0.220, 0.178, 0.212, 0.254, 0.311) et même entre les sources avec (Pr =0.440, 0.677, 0.489, 0.286, 0.101, 0.326).

La recherche et le dénombrement de l'ensemble des coliformes sans préjuger de leur appartenance taxonomique et leur origine. Cet examen capital pour la vérification de l'efficacité d'un traitement désinfectant, est d'un intérêt plus nuancé pour déceler une contamination d'origine fécale. La recherche et le dénombrement des coliformes fécaux, examen sans base taxonomique, mais proposé en raison d'une concordance statistique entre leur présence et l'existence d'une contamination fécale quasi certaine. Le dénombrement d' *E. coli* est essentiels dans le diagnostic d'une contamination fécale **(Geldreich , 1996).**

❖ **Streptocoque fécaux :**

On note également la présence de streptocoques fécaux à raison de (0-300 germes/100ml) et leurs absence au niveau S_4 et S_6 **(figure 10),** la présence de SF dans les autres sources explique une contamination ancienne.

Selon **Leyral et al., 2002**, les entérocoques du groupe D sont mettent plus résistant que les coliformes et autre entérobactéries pathogènes.

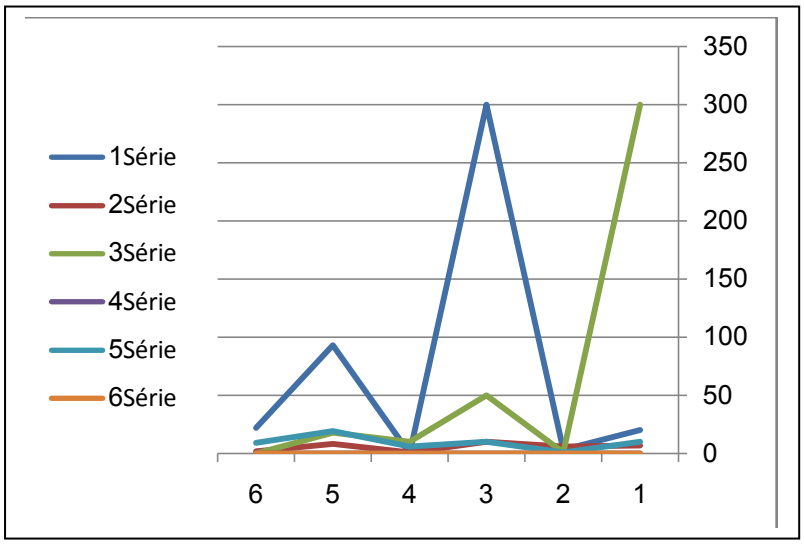


Figure 10 : Représentation graphique de la variation de la teneur en SF

La différence entre les modalités avec un intervalle de confiance 95 %, nous a montrés aucune signification entre les prélèvements (Pr = 0.073), mais au sein du même prélèvement on a enregistré une variation significatif (Pr = 0.069) pour le 1 ^{er} prélèvement entre S_3 et (S_1, S_2) , et (Pr = 0.029) pour le 3 ^{ème} et le 5ème prélèvements entre S_1 et les autres sources .

Les streptocoques du groupe D sont généralement pris globalement en compte des témoins de pollution fécale, car tous ont un habitat fécal, lorsqu'ils sont associés au coliformes fécaux, ils sont considérés comme un bon indicateur de pollution **(Ait boughrous, 2007).**

L'examen du rapport CF/SF est généralement considéré comme un bon indicateur de l'origine de la pollution fécale **(Ait boughrous, 2007).**

Selon les critères définis par **Borrego et Romero (1982)**, on détermine l'origine de la contamination fécale des eaux de source de Chiffa comme l'indique le tableau suivant:

Tableau V: Détermination de l'origine de la contamination fécale à partir du rapport CF/SF:

Rapport CF/SF	Origine de la contamination
CF/SF < 0.7	Principalement ou entièrement d'origine animale
0.7 < CF/SF <1	Mixte à prédominance animale
1< CF/SF <2	Origine incertaine
2< CF/SF <4	Mixte à prédominance humaine
CF/SF > 4	Source exclusivement humaine

(Borrego et Romero, 1982)

Le rapport CF/SF trouvé présente une moyenne générale comprise entre 2 et 4 pour le 1er prélèvement montre une contamination mixte à prédominance humaine et supérieur à 4 pour les autre prélèvements montre que la contamination fécale des eaux de sources de Chiffa est exclusivement humaine, cela peut être due au travaux lancé depuis Octobre 2012 (projet de dédoublement de la route nationale n°1).

Cela ne nécessitant qu'un traitement normal physique, un traitement chimique et une désinfection pour en assurer sa potabilité, par exemple : préchloration, coagulation, floculation, décantation, filtration, désinfection.

- **Les germes pathogènes (Spores sulfito-réducteurs, Salmonelles, Vibrions Cholériques) :**

On note l'absence totale des germes pathogènes à savoir les spores sulfito-réducteurs, salmonelles, vibrions cholériques dans tous les échantillons.

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 des spores anaérobies mésophiles dans une nappe souterraines ou alluviales est un signe d'efficacité de la filtration naturelle **(Potelon et Zysman, 1998).**

Pour le 6 ème prélèvement de S_1 et S_4 on a suspecté la présence de colonies qui ressemblent à celle des salmonelles (colonies noirs) mais après l'identification biochimique (galerie API20E), il semblerait qui ce soit une autre espèce (*Proteus mirabilis, Citrobacter frundi, Klebsiella pneumonia*).

Et pour le 5 ème prélèvement de S_5 et S_6 on a suspecté la présence de colonies qui ressemblent à celle des vibrions (gouttelettes d'eau transparente) mais après l'identification biochimique (galerie API20E), il semblerait qui ce soit une autre espèce non pathogène (*Citrobacter*).

Les vibrions cholériques sont d'origine aquatique, marine souvent, et ont des exigences minimales en chlorures de sodium très variés, selon les genres et les espèces **(Haslay et Leclerc, 1993)**.

Les salmonelles sont responsables de multitudes de syndromes fréquemment d'intoxication alimentaire **(Potelon et Zysman, 1998)**.

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).**

Ces espèces ont été responsable dans le passé d'épidémie terriblement meurtières (Au USA, en 1908 la morbilité typique était de 40 %).

Actuellement ces maladies (Choléra, fièvre typhoïde et para- typhoïde) connaissent une régression certaine, principalement dans les pays où l'hygiène est développé où les eaux d'alimentation rigoureusement contrôlées (la morbilité devient en USA 1.4%) **(Haslay et leclerc, 1993).**

III. Résultats des analyses physico- chimiques:

Les paramètres physico-chimiques prisent en compte dans notre étude varient d'une source à une autre mais restent toujours conformes aux normes établis par l'OMS.

III.1. Analyses physiques:

Les paramètres physiques prisent en considération (pH, turbidité, conductivité, TDS, température, salinité), lors de notre étude été réalisés au niveau de laboratoire physico- chimique de l'ADE Médéa.

Afin de pouvoir interpréter nos résultats nous avons établie des graphes montrent l'évolution des paramètres physiques de six sources.

- **La température :**

La température des eaux analysées sont comprissent entre 4, 2 °C mesurée dans le mois de Février et 10,8° C prise en mois de Mai sur site (température saisonnière). Et de 9, 1° C à 20 °C au laboratoire (température prise au laboratoire).

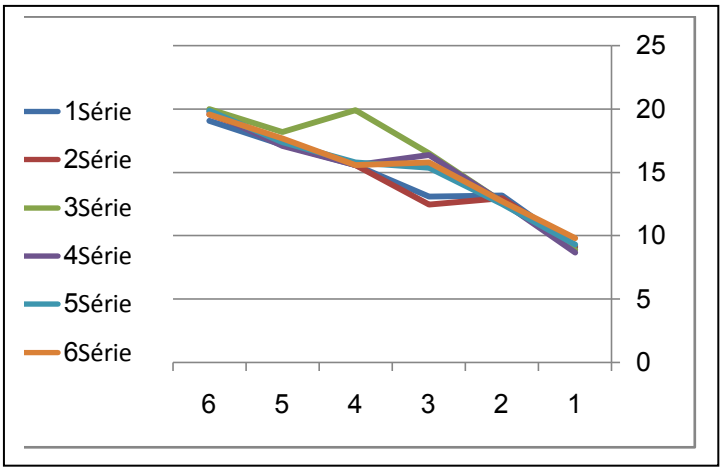


Figure 11 : Représentation graphique de la variation de la T°

Selon la classification de **l'OMS, (2004)**, ces résultats nous permettent de classer les sources parmi les sources d'eau froides.

Les sources présentent presque la même température puisque qu'elles sont proches et subissent les mêmes conditions climatiques.

Cette T° offre à l'eau une sensation de fraicheur pour le consommateur et freine le développement des micro-organismes.

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).

La température est un paramètre qu'on doit absolument mesurer sur le terrain, parce qu'elle tend à s'ajuster rapidement à la T° ambiante **(Hebert et Legare, 2000).**

Selon **Potelon et Zysman., 1998 ,** la T° des eaux superficielles (rivières ,lacs et retenues) est influencée par la T° de l'air et est très variable selon les saisons et peu passer de 2°C, en hiver à 30°C en été.

- **pH (potentiel d'Hydrogène) :**

Toutes les sources restent dans les normes de l'OMS (6,5-8,5) et AFNOR (6,5-9) Dont nous avons noté (7,5 0 - 8,82) qui varient d'une source à une autre **(Figure 12).**

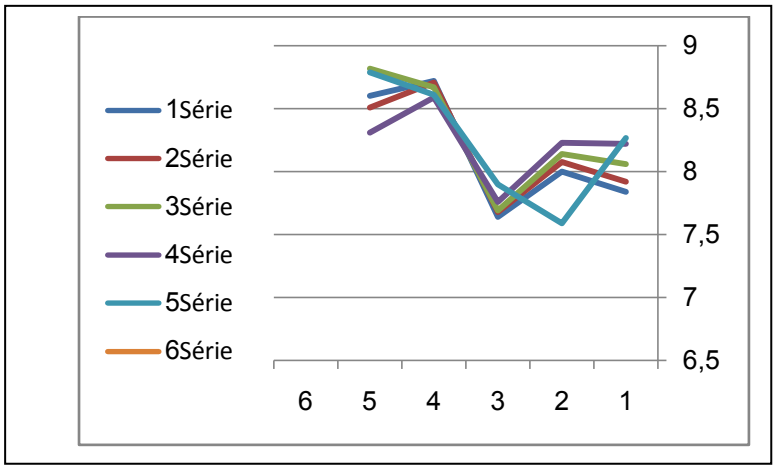


Figure 12 : Représentation graphique de la variation de pH

Pour mesurer le pH de l'eau sur site, nous avons utilisés la méthode colorimétrique, la coloration obtenue comparée à une échelle de teinte, cette méthode est essentielle, utilisée sur terrain pour avoir une idée rapide du pH de l'eau analysée.

La couleur obtenue est toujours verte (pH au voisinage de 7 à 8) pour toute les six sources.

Cette variation du pH est liée à la nature des terrains ; la région de l'atlas de Blida présente des terres calcaires, ce qui explique sa neutralité et sa tendance vers l'alcalinité.

Le pH de l'eau conditionne les équilibres physico-chimiques et donc l'action de l'eau sur les carbonates. Le pH est acide dans les eaux des aquifères sableux ou granitique. il est alcalin dans les régions calcaires, carbonatée **(ministère de ressource hydrique , 2007) .**

La norme française concernant le pH est assez large avec des valeurs de 6,5 à 9,5 en respectant l'équilibre calco-carbonique.

La Directive Européenne donne comme nouveau guide une variation de 6,5 à 8,5. Selon **Marc et al., 2007**, Le pH est acide s'il est inferieur à 6,5 , alcalin ou basique s'il est supérieur à 7, 5 .

Les variations du pH d' une eau naturelle dépondent de l'origine de celle-ci et de la nature des terrains traversés, dans la plupart des eaux brutes le pH oscillent entre 6 ,5 et 8,5 **(Potelon et Zysman., 1998).**

- **Conductivité :**

Les résultats de la conductivité révèlent que les sources ont une minéralisation moyenne accentuée (333 < Cond < 666) ; 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 13)**.

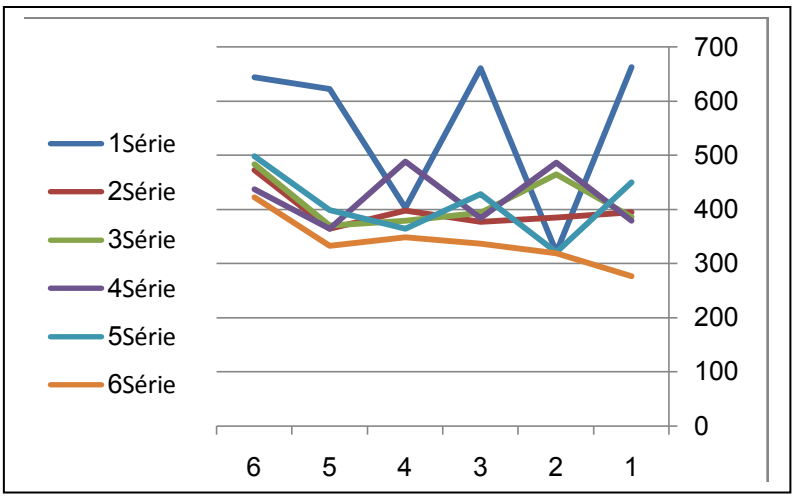


Figure 13 : Représentation graphique de la variation de la Cond

On remarque clairement que la source S_1 marque la plus grande valeur pour tous les prélèvements, et la source S_6 la plus faible valeur, par contre les sources S_2, S_3, S_4 et S_5 ont presque les mêmes valeurs.

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).**

La conductivité des eaux dépend de leur concentration ionique et de leurs températures. **(Hebert et Legare., 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 :**

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité ; on remarque clairement que la source S_1 est la plus riche en sels minéraux, et la source S_6 est la plus faible, alors que les autres sources S_2 , S_3, S_4 et S_5 sont moyennement minéralisés **(Figure 14)** .

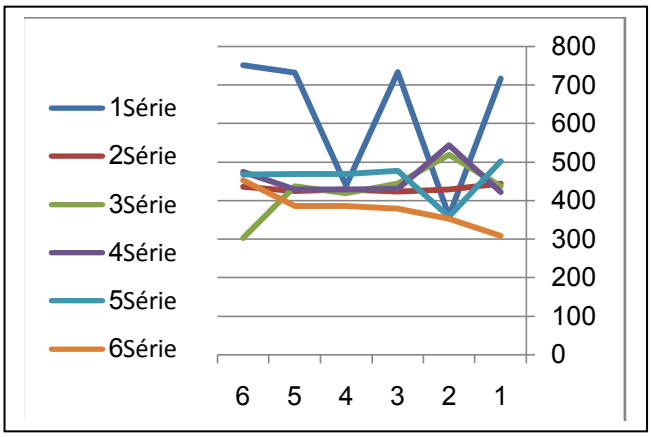


Figure 14 : Représentation graphique de la variation de TDS

La minéralisation globale est déterminée à partir de la quantité ou bien la concentration des sels dissous dans l'eau **(Monteil et Duget., 2000).**

Tableau VI : Relation entre la minéralisation globale et la conductivité

Conductivité µs /cm^3	minéralisation
Inferieure à 100	Très faible
Entre 100 et 200	Faible
Entre 200 et 333	Moyenne
Entre 333 et 666	Moyenne accentuée
Entre 666 et 1000	Importante
Supérieure à 1000	Elevée

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).**

- **Turbidité :**

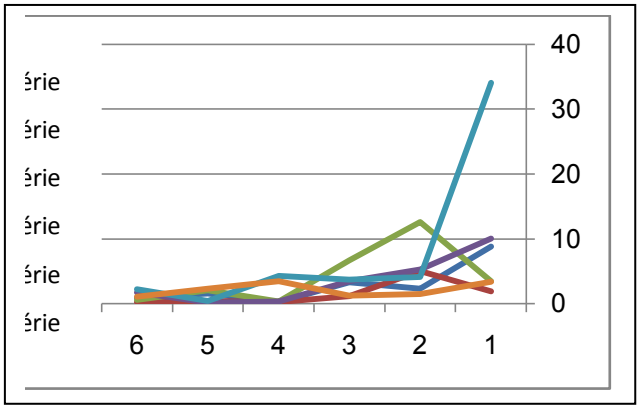


Figure 15: Représentation graphique de la variation de la Turb

La **figure 15** montre que**,** La turbidité de nos échantillons varie de 0,169 jusqu'à 34,1. Dépasse parfois la norme exigée par l'OMS (<5NTU).

En hiver les fortes pentes induisent des vitesse importantes et donc un transport actif de matières fines (sable, graviers**) (Satin et Salmi .,1999).**Ceci a été enregistré au cours de prélèvements d'eau pour le premier prélèvement surtout pour S_4 et S_5 et pour le S_3 de 3^{éme} prélèvements ; cela est due au conditions climatique de ces jours (forte précipitation).

Généralement la tempête et les vents influent directement sur la qualité de l'eau (forte précipitation, débit élevé).

La turbidité est causé par divers matières : particules ou colloïdales composé de limons, d'argile, de composé organiques ou inorganique ainsi que des planctons et d'autre micro-organismes **(INSPQ, 2003).**

Les mesure de la turbidité ont donc un grand intérêt dans le contrôle de l'épuration des eaux brutes **(Rodier , 2005)** ;selon **Behar, 1997 ;** La turbidité est une mesure qui permet d'identifier les particules en suspension dans l'eau et qui peuvent nuire à sa clairtée ;c'est un indicateur important d'érosion ,en générale la turbidité augmente fortement pendant et après une pluie .

III.3. Analyses chimiques:

Les résultats des paramètres chimiques obtenus au cours de notre étude révèlent une présence de Na^+, K^+, avec des teneurs relatives qui sont conformes aux normes tolérés par l'OMS.

- **Le sodium :**

Toutes les sources restent dans les normes tolérées par l'AFNOR (inférieur à 150 mg/l) **(Figure 16).**

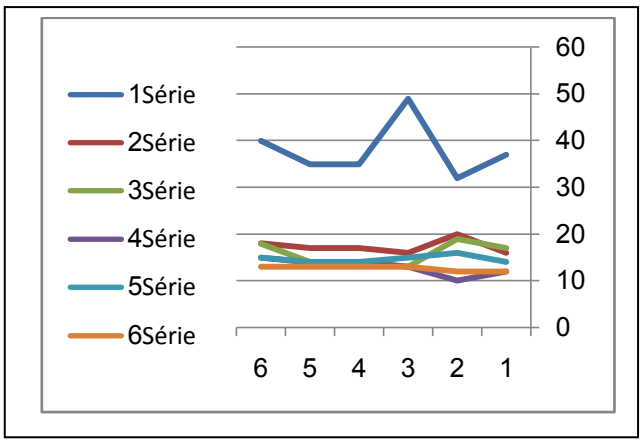


Figure 16 : Représentation graphique de la variation de la teneur en Na+

La source S_1 enregistre la plus grande concentration (32 - 49 mg/l), suivie par la source S_2 (16 à 20 mg/l), les sources S_3, S_4 et S_5 présentent presque la même concentration, la source S6 se caractérise par une faible concentration en sodium.

Le sodium sous forme de chlorure de sodium est obtenu par l'évaporation progressive des marais salants, et extrait à partir du sol, ou il existe sous forme de gemme (**Rodier , 2005).** Certains eaux contiennent beaucoup de sodium et de ce fait sont d'un gout désagréable **(Degrement , 1998).**

- **Le potassium** :

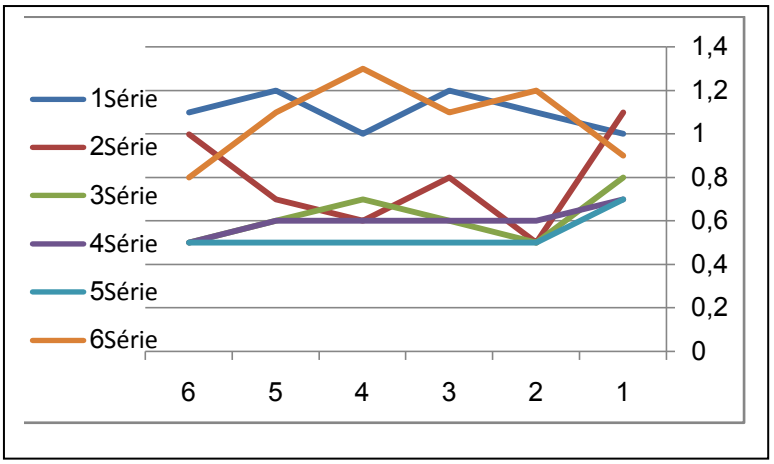


Figure 17: Représentation graphique de la variation de la teneur en K+

Toutes les sources restent dans les normes tolérées par l'AFNOR (inférieur à 50 mg/l) **(figure 17)**.

On marque pas une différence entre la teneur en potassium dans les six sources, et même dans les différents prélèvements.

Dans les roches ignées la teneur en potassium soit presque aussi importante que celle de sodium, sa présence à peu prés constante dans les eaux naturelles, et ne dépasse pas 15 mg/l **(Ministère de ressources hydriques, 2007).**

Les besoins de l'organisme sont de 3 à 4 g/j ; facilement fournit par l'apport alimentaire, qui est important, cet élément joue un rôle dans l'osmolarité des cellules et dans la transmission de l'influx nerveux, s'élimine par les urines, la sueur, et les sels **(Rodier, 2005).**

III.4. Les paramètres de pollutions :

Il en ressort que les sources ne présentent aucun signe de pollution par rapport au nitrite et au azote ammoniacal ; cela peut être expliqué par l'absence des effluents agricoles, industriels ; et urbains, au zone étudié ;

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.

L'azote ammoniacal des eaux naturelles peut avoir comme origine de dégradation

incomplète de la matière organique ; animal ou végétale (**Dassif, 2000)**.

Selon **Tardat et Beaudry., 1992.** La teneur en azote ammoniacal dans les eaux naturelles devrait être relativement faible (inferieure à 0,2 mg/l) puisque l'ammoniaque est oxydé graduellement en nitrite et en nitrate.

Le plus souvent, la présence d'azote ammoniacal résulte des rejets animaux ou humaines et c'est pourquoi elle est considérée comme un signe de contamination (agricoles, industrielles**) (Rejsek, 2000).**

L'ammoniaque est toxique pour l'homme mais à des concentrations élevées **(AFNOR).**

Conclusion

Au terme de notre travail qui a apporté sur l'analyse physico- chimique et bactériologique de l'eau de quelques sources "Chiffa" wilaya de Blida.

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 d'hygiène EPSP –Médéa- durant la période entre le mois de Février et le mois de Mai 2015, nous amènent les conclusions suivantes:

- Les eaux de source de Chiffa: sont alcalines, froide (<25°C), ont une conductivité électrique moyennement changée, 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 mauvaise qualité bactériologique pour tous les prélèvements probablement à cause d'une contamination accidentelle fécale humaine. Le lancement des travaux du projet de dédoublement de la voie (route nationale n°1 depuis 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 à savoir Clostridium, Salmonelles, Vibrions Cholériques.

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 micro-organismes et leurs métabolismes, et bien sur, on n'oubliera pas l'effet anthropique, les déchets, les pollutions et les rejets industrielles, domestiques, ou agricoles 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 mauvaise qualité bactériologique.

Conclusion

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.

Recommandations :

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…).
- Informer les gens spécialistes de contrôle d'EPSP de Blida de nos résultats pour contrôler de manière régulière la qualité de cette eau et l'hygiène des endroits où se trouvent ces sources.

-A-

AFNOR , 2001: Dictionnaire de l'environnement .Edition AFNOR. 2026p

Ait boughrous A , 2007 : " Biodiversité, écologie et qualité des eaux souterraines de deux régions arides du Maroc: le Tafilalet et la région de Marrakech ". Mémoire de Doctorat, 193p.

Angelier E , 2000 : Ecologie des eaux courantes. 2 ème édition – rue Lavoisier Paris: Lavoisier 203- 512 p.

Anonyme , 2000 : Réseaux communautaire d'eau potable DIT –SM-01.

Anonyme , 2005: Encyclopédie Collection Microsoft Encarta 2005 .1993-2004 Microsoft Corporation (4 CD ROM).

Anonyme , 2003 : Eaux de bev (qualité de l'eau & bev- BIOELECTRONIQUE VINCENT) Biogassendi 25 ans d'expérience, de conseils personnalises, et de résultats.

-B-

Banton et Bangoy , 1999: Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaire .Volume3, Paris - P: 224-225**.**

Behar, 1997: Définition of Water Quality paramètres testing of water : chemical and physical vital sign of River". Mon pelier. VT ir River watch network . p 1.

Boeglin J.C, 2001 : Technique d'ingénieur G1 (P-110 à P-110-8) l'environnement. Edition: technique d'ingénieur/ Paris.

Bogomolov G , 1986 : Hydrogéologie et notion de géologie d'ingénieur. Edition Moscou .278p.

Borrego A.F , et Romero P, 1982: " Study of the microbiological pollution of a Malaga littoral area 11. Relationship between fecal coliformes and fecal streptococci ". *VI journée étud. Pollution*, Cannes, France, pp: 561-569.

Bouziani M , 2006 : L'eau dans ces états ;Edition, Dar el chaab ,Oran 260 p.

Bretizel P , 1997 : Qualité des eaux souterraines- qualité naturelle- influence de la surface- Pollutions .

Briere F.G , 1997: Distribution et collecte des eaux ; édition de l'école polytechnique de Montréal, 282p.

-C-

Castany G, 1982 : Hydrogéologie principes et méthodes. Edition : Paris, bordas. 237p**.**

Chevalier P, 2002 : « Entérocoques et streptocoques fécaux» ;fiches synthèse sur l'eau potable et santé humaine ,groupe scientifique sur l'eau Institut National de Santé Publique ,Québec,5p.

Chevalier P, 2003 a : « Coliforme totaux » ;fiches synthése sur l'eau potable et santé humaine 4 P.

Chevalier P, 2003 b : « Coliforme fécaux » ;fiches synthése sur l'eau potable et santé humaine 3 P.

-D-

Degremont T , 1989 : " Mémento technique de l'eau ", 9 ème Edition, Tom 1, Ed.Technique et Documentation .Lavoisier, Paris, 592 p.

Degremont T , 2005 : " Mémento technique de l'eau ", 10 ème Edition, Rueil _Malmaison.

Degremont , 1978; " Mémento technique de l'eau", 8 ème édition. Ed. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris, 1200 p.

Delarras C , 1995 : Surveillance du milieu naturel et de ses ressources ,l'Opéron , Octobre 1995.

Delarras C et Bernard T , 2006 ;surveillance sanitaire et microbiologique des eaux ,3éme édition ,Lavoisier Tech Paris 149 p .

Delarras C, 2007 : « microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyse ou de contrôle sanitaire » ,Edition Technique et Documentation ,Lavoisier ,Paris,476 p.

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.

-G-

Gaujous D , 1995 : La pollution des milieux aquatiques: aide mémoire. 2ème édition rue Lavoisier : Technique et documentation. 219 p.

Geldreich E , 1996 : Santry signification of fecal coliformes in the environnement WP.CR series National Academy of sciences Daiking mater and health D C 20418.

Ghazali D et Zaid A , 2013 : « Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux des sources Ain Salama-JERRI (région de MEKNES-MAROC) » , Meknes , Maroc . (Larhyss Journal ,ISSN 1112-3680 n°12 ,Janvier 2013 ,p :25-36.

Guiraud J.C , 1998 : Microbiologie alimentaire ,Edition Québec Griffon d'argile 987P.

-H-

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

Haslay C et Lerlerc H , 1993: Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition Lavoisier TEC et DOC /Paris. 512 p.

Hebert et legare , 2000 : Suivi de la qualité de rivière et de petit cours d'eau .Dérection de suivi de l'état de l'environnement , Ministère de l'environnement, Québec Enviro Doq N° ENV-2001-0141 rapport N° QE -123- 24 p.

-I-

INSPQ , 2003 : Fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine ,Québec 23_46 p.

ISO 5667: Echantionnage et prélèvement de l'eau de source.

ISO 6222 : Recherche et dénombrement de micro-organismes revivifiables à 22 °C et à 37 °C par la méthode du dénombrement sur milieu solide.

ISO 6340 : Recherche des salmonelle dans l'eau.

ISO 7027 : Détermination de la turbidité de l'eau.

ISO 7150: Dosage d'azote ammoniacal NH_4^+ par spectrométrie d'adsorption moléculaire .

ISO 7393/3: Dosage du chlore résiduel.

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

ISO 9308.1 : Recherche et dénombrement des coliformes (totaux, fécaux) et d*'E.*coli par filtration

-J-

Joffin C, 1999: Microbiologie alimentaire , 5ème Edition , 212p**.**

John P et Donald A., 2002: Microbiologie. 2ème Edition, 1216 p

JORA (Journal Officiel de la République Algérienne) , 2011 : « décret exécutif n°11_219 du 10 Rajeb 1432 correspondant au 12 juin 2011 Fixant les objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau des population ;Imprimerie officielle .Les vergers, Bir-Mourad Rais ,Alger Algérie.

-K-

Kemmer F.N et Mccallion J et Qelosi Q , 1984 :Manuel des eaux .Edition Lavoisier (TEC et DOC) , 930 p.

-L-

Ladjel S , 2004 : « Contrôle des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de consommation **»** Edition .technique et documentation .Lavoisier, Paris 512 P.

Ladjel S , 2009 : « contrôle des paramètres physico_chimiques et bactériologique de l'eau de consommation .Les cahier techniques du stage T 7.Centre de formation en mitiers de l'eau .Tizi Ouzou.101 p.

Lalogo H , 1992 : Concentration de certains métaux d'importance médicale dans les poisons : cas de poison de lagune de lorné. Mémoire de technicien superieur en génie sanitaire (EAM), UL, 36p.

Lea M , 2009 : Dispositifs rustique d'alimentation de l'eau potable pour des services de petites tailles en région défavorisées, Cedex 280 P.

Leclerc H et Haslay C , 1999 : « Microbiologie des eaux d'alimentation »,Ed. Technique et Documentation.- Lavoisier ,Pris ,512 p.

Leyral G., Ronnefoy C., et Guillet F, 2002 : Microbiologie et qualité des industries agro-alimentaire, Paris, P245.

Lounnes A, 2009 : Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi -Kroma de Skikda, thèse de magistère en chimie, Université 20Aout 1955. Skikda. Algérie ; 120 P.

-M-

Makhoukh M ., Sabaa M ., Berrahou ., A et Clooster M.V, 2011 : Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficiel de l'oued Moulouz à Maroc oriental,149 p.

Marc B , Etec S, Regine B et David T , 2007 : « Qualité des cours d'eau en valais » ,Département des transports et de l'équipements et de l'environnement ,Service de la protection de l'environnement .

Mederly, 2007: River water quality assessment : a guide to the use of biota, sediments and water in environnement monitoring, Chapman edition , 2 nd.ed.E & FN, Spon London, pp59, 126.

Ministère de resource hydrique , 2007: L'eau de Béni Hroun alimentera les régions de l'Est -Journal El Watan-

Monique T et Beaudry H , 1984 : Chimie des eaux .2ème édition Québec Griffon d'argile, 537 p .

Monteil A et Duget G.P., 2000 : Analyse de la qualité des eaux TSM Juin 2000**.**

-N-

NA 749: Détermination de Conductivité électrique, Température, Salinité et Taux des sels dissous

NA 763: Recherche et dénombrement de micro-organismes revivifiables à 22 °C et à 37 °C par la méthode du dénombrement sur milieu solide.

NA 1656 : Dosage des nitrites par spectrométrie d'adsorption moléculaire.

NFT 90.008 :Détermination du pH de l'eau.

NFT 90.420: Recherche des vibrions cholériques.

-O-

OMS , 1981-1990 : Les lignes directives de l'OMS en ce qui concerne la qualité de l'eau potable , mis en 1990 sont la référence en ce qui consterne la sécurité en matière d'eau potable.

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.

-P-

Potélon et Baudry ,1994 : Chimie de eaux 2 ème Ed. Québec. Griffon d'argile 537p.

Potélon J.L et Zysman K , 1998 : Le guide des analyses de l'eau potable .Edition la lettre du cadre territorial Paris, 1025 P.

Potélon J.L et Zysman K , 2005 : Le guide des analyses de l'eau potable .Edition la lettre du cadre territorial 310 P.

-R-

Ramade F. 1998 : Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Edition science internationale, Paris .786 p.

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

Rodier J , 2006 : L'analyse de l'eau :eaux naturelles, eaux résiduaires ,eaux de mers ,8éme édition regisbourrier ,680 p.

Rodier J., Bazin C., Broutin J.P., Champsaur H. et Rodi L , 2005 : L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer ". 9 ème édition , Ed. Dunod, Paris.1530 p.

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

-S-

Satin M et Selmi B , 2000 : Guide technique de l'assainissement 2éme édition .édition regisbourrier 680 p.

-T-

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

Tchaou M.C , 2009 : Evolution de la pollution par les métaux lourds de quelques poissons du lac artificiel du barrage hydroélectrique de Nangbeto ,cas du Pb ,Cd ,Cu et Ni. Mémoire d'ingénieur en microbiologie alimentaire.

-V-

Vilaginès R , 2003 : Eau, environnement et santé publique. 2 éme édition- rue Lavoisier Paris: Lavoisier 2003 - 196 p.

-Z-

Zella L et Smadhi D , 2006 : L'eau :la gouvernance et l'éthique Edition .office des publications universitaire .Alger 131 P.

Annexe 01

Matériels non biologiques:

I. Matériels utilisé pour les analyses physico-chimiques

***** Solutions et réactifs et leurs compositions chimiques:***

Dosage de nitrates:

*** Solution de salicylate de sodium 0.5%

Salicylate de sodium……..0.5 g.

Eau distillée……..100 ml.

*** Solution de soude et de tartrate double de sodium et de potassium

Hydroxyde de sodium NaOH……400 g.

Tartrate de sodium et de potassium ……60 g.

Eau distillée…….1000 ml, laisser refroidir avant de compléter à 1000 ml.

*** Acide sulfurique pur (H_2SO_4)

Acide sulfurique……..150 ml.

Eau distillée…….150 ml.

Dosage d'ammonium:

***Réactif I:

Acide dichloroisocyanurique……...2 g.

Hydroxyde de sodium NaOH……..32 g.

Eau distillée……100 ml.

*** Réactif II (coloré):

Tricitrate de sodium……130 g.

Salicylate de sodium……130 g.

Nitroprussiate de sodium…….0.97 g.

Eau distillée……1000 ml.

****** Appareillage et verreries:***

-Flacons de prélèvement en plastique pour les analyses chimiques;

-Bechers de 50 ml et de 100 ml;

- Pipettes graduées de 5 ml, 20 ml, 25 ml, et de 100 ml;

- Erlen Meyers de 200 ml et de 250 ml;

-Eprouvettes de 25 ml et de 100 ml;

- Burette;

-Fioles jaugés de 50 ml;

-Entonnoires;

- papier filtrant;

- Pissette d'eau distillée;

-Barreaux magnétiques;

-poires;

-Comparateur " Lovibond 2000 "

- plaque chauffante " FALC "

- Turbidimètre " HACH 2100 N Turbidimeter "

-pH-mètre " HANNA HI 2211 pH / ORP meter "

-Conductimètre " HACH Sension 3 "

- Photomètre à flamme " CIBALORNIN"

-Balance analytique " AG 204 Delta Range "

-Etuve réglable " PROLABO "

-Agitateur " FALC "

-Papier pH

-Thèrmo-mètre mobile

-Chronomètre.

II. Matériels utilisé pour les analyses bactériologiques:

****** Milieu de culture : "liquides et solides"***

-Tergitol;
-Slanetez;
-Gélose viande foie (VF);
-Gélose Hektoen;
-Bouillon au sélinite de sodium cystéine (SFB);
-Milieu eau peptonnée alcaline (EPA);
-Gélose nutritive alcaline et biliée (GNAB);
- Gélose trypto caseine soja (TSA);
- Triple sugar iron (TSI);

****** Réactifs, additifs et solutions:***

-Eau physiologiques stérile;
-Réactifs de kovacs;
-Sulfite de sodium;
-Alun de fer;
-Eau de javel;
-Additifs Hektoen;
- Additifs SFB;

****** Appareillage et verreries:***

-Pipette pasteur stériles à usage unique;
-Pipettes graduées stériles de 25 ml;
-Tubes à essai stériles;
-Bec benzen;
-Anse à ensemence bouclée;
-Flacons en verre stériles de 250 ml;
-Boites de pétri stériles (de petit et de grande taille);
- Portoir;
-Pince;
-Etuve à 37°C, 44°C et 22 °C (BINDER);
-Réfrigérateur (ENIEM);
-Bain marie (SELECTRA);
- Chronomètre;
-Thèrmomètre;

Annexe 02

Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux:

***** Gélose lactosé au TTC et Tergitol 7:**

Gélose lactosé

Peptone	10 g
Extrait de viande	5 g
Extrait de levure	6 g
Lactose	20 g
Tergitol 7	10 mg
TTC	25 mg
Bleu de bromothymol	50 mg
Agar	13 g

pH = 7,2

*****Gélose TSA (Gélose tryptonée au soja):**

Hydrolysat enzymatique de caseine	15 g
Peptone de soja	5 g
Chlorure de sodium	5 g
Agar	12 g
pH final	7.3 ± 0.2

Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux:

*****Gélose Slanetz : (Gélose pour les entérobactéries):**

Tryptose	20 g
Extrait de levure	5 g
Glucose	2 g
Monohydrogéno-phosphate de potassium	4 g
Agar	8 à 18 g
Eau déminiralisée	1000 ml

pH = 7,2

Recherche des bactéries anaérobies sulfito-Réducteurs

***** Gélose glucosée V.F (viande –foie)**

Base viande-foie	30 g
D- Glucose	2 g
Agar	11 à18 g
Ethyle violet	7.6 ± 0.2 g

Autoclaver à 124°C

Recherche de salmonelles:

***** Bouillon au sélénite de sodium (SFB)**

Peptone	5 g
Tryptone	4 g
Chlorure de sodium	5 à 10 g
Phosphate dipotassique	27 à 54 g
Phosphate mono potassique	0.2 à 0.4 g
pH finale	6.96 ± 0.1 g
Phosphate disodique	4 g
Mannitol	
Cystéine	
pH final	7 ± 0.2

Autoclaver à 120°C pendant 15 min

***** Gélose Héktoen:**

Protéose-peptone	12 g
Extrait de levure	3 g
Lactose	12 g
Saccharose	12 g
Salicine	2 g
Citrate de fer III et d'ammonium	1.5 g
Sels biliaires	9 g
Fuchsine acide	0.1 g
Bleu de bromothymol	65 mg
Chlorure de sodium	5 g
thiosulfate de sodium	5 g
Agar	14 g

pH = 7.6

***** TSI (Triple Sugar Iron):**

Tryptone	14 g
Extrait autolytique de levure	3 g
Extrait de viande	3 g
Glucose	1 g
Lactose	10 g
Saccharose	10 g
Chlorure de sodium	5 g
Thiosulfate de sodium	0,3 g
Citrate ferrique ammoniacal	0,3 g
Rouge de phenol	24 mg
Agar	13.5 g

Recherche des vibrions :

**** Eau peptonée alcaline (EPA) 10 fois concentré:**

Peptone	20 g
Chlorure de Sodium	30 g
Eau distillée	1000 ml
pH final	8.6 ± 0.2

Autoclaver à 120°C pendant 15 min

***** Gélose nutritive alcaline et biliée (G.N.A.B):**

Peptone de viande	5 g
Extrait de viande	3 g
Chlorure de Sodium	2 g
Bile de bœuf desséchée	18 g
pH finale	8.6 g

Autoclaver à 120°C pendant 15 min

Annexe 03



Figure 18 : photo de la source N°1



Figure 19 : photo de la source N°2



Figure 20 : photo de la source N°3



Figure 21 : photo de la source N°4



Figure 22 : photo de la source N°5



Figure 23 : photo de la source N°6

Annexe 04

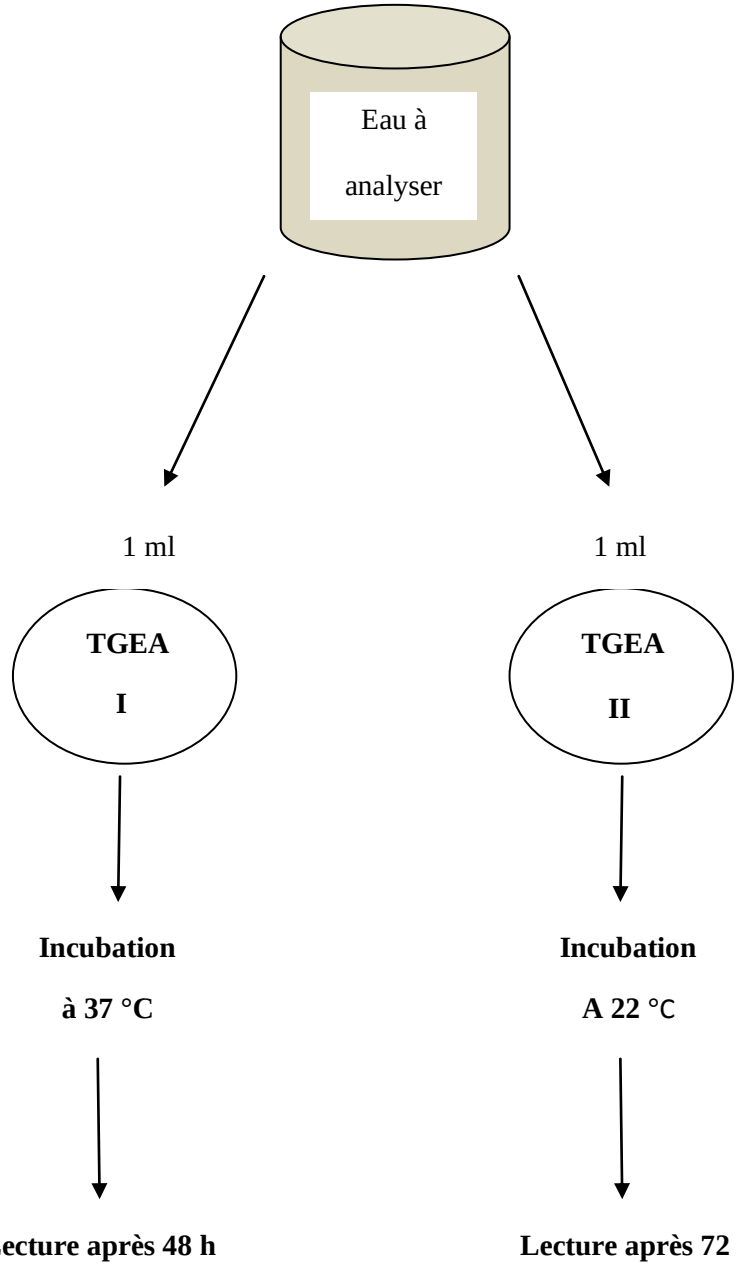
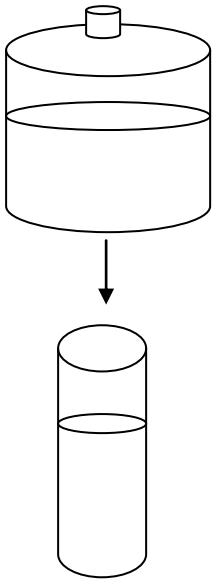


Figure 24 : Recherche et dénombrement des germes aérobies totaux



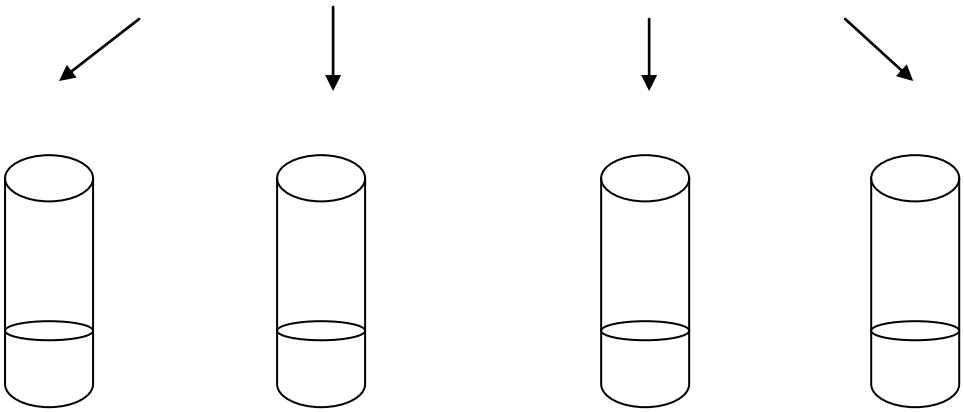
Eau à analyser

20 ml d'eau à analyser

*Chauffage à 80 ° pendant 10 minutes

* Refroidissement brutal sous l'eau de robinet

* Répartir à raison de 5 ml par tube dans 4 tubes



*Ajouter environ 20 ml de gélose VF fondue et additionnée d'une ampoule de sulfite de sodium et d'une ampoule d'alun de fer puis refroidie à 45±1 °C.

* Laisser solidifier sur la paillasse puis incuber à 37 °C pendant 16-24 puis 48h.

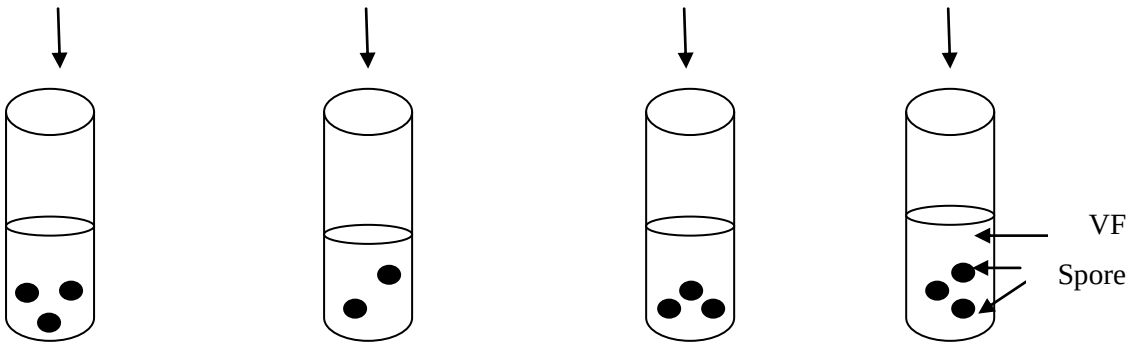
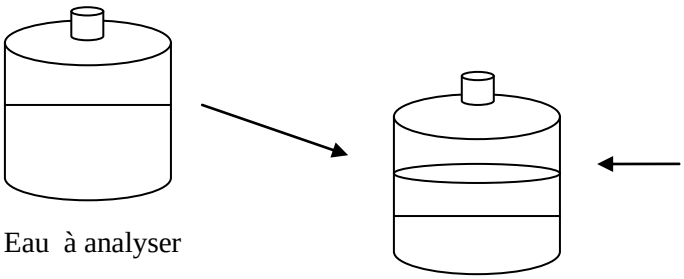


Figure 25 : Recherche et dénombrement de spores de Clostridium sulfito- réducteur.



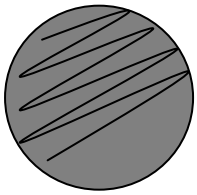
Eau à analyser

100 ml de Bouillon au sélénite de sodium Cystéine D/C + 4 disques SFB (additive SFB)

1er enrichissement :

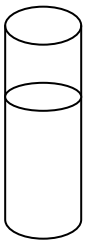
Incubation à 37°C pendant 18 à 24 h

Isolement sur Héktoen (H_I)



Apparition des colonies grises bleu à centre noir

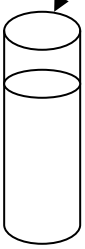
1 ml : 2 ème Enrichissement



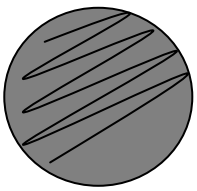
Bouillon SFB_{II} D/C+ 2 disques SFB

Incubation à 37°C pendant 18 à 24 h

1 ml: 3ème Enrichissement



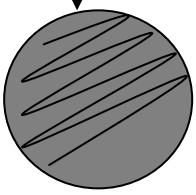
Bouillon SFB_{III} D/C + 2 disques



Incubation à 37°C pendant 18 à 24 h

Isolement sur Héktoen (H_{III})

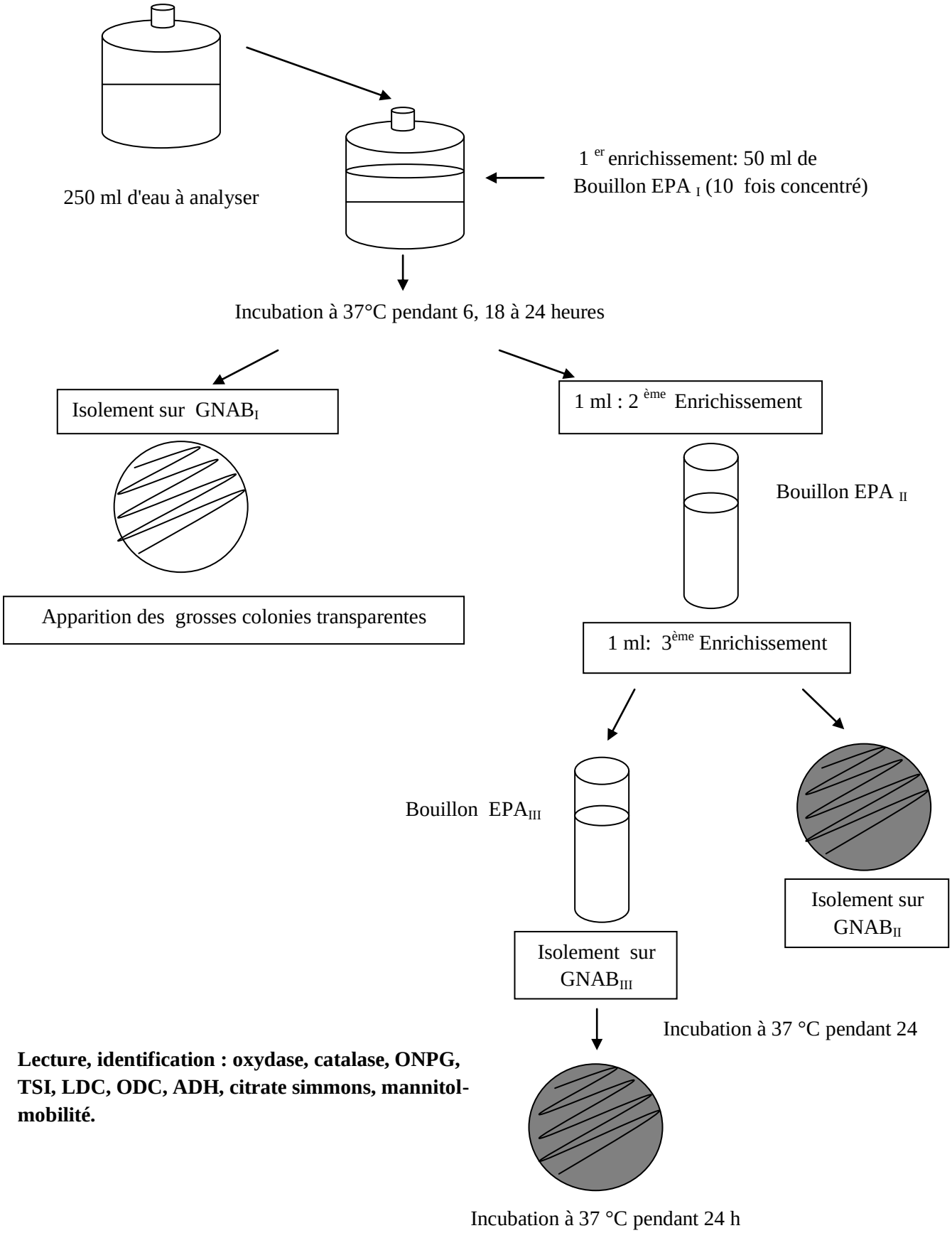
Isolement sur Héktoen (H_{II})



Incubation à 37 °C pendant 24 h

Lecture, identification : oxydase, catalase, ONPG, TSI, LDC, ODC, ADH, citrate simmons, mannitol-mobilité.

Figure 26 : Recherche de Salmonelles



Lecture, identification : oxydase, catalase, ONPG, TSI, LDC, ODC, ADH, citrate simmons, mannitol-mobilité.

Figure 27 : Recherche des vibrions cholériques

Annexe 05



Bain- marie



Décanteur de colonies



Rompe



Incubateur



pH- mètre



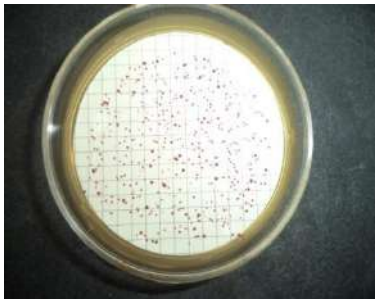
Photomètre à flamme



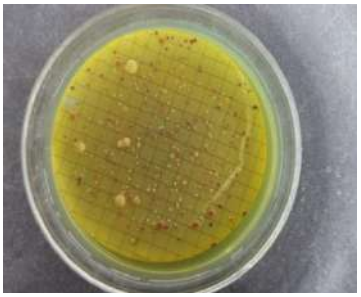
Conductimètre



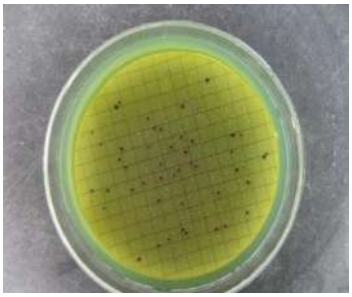
Autoclave



Streptocoques fécaux



Coliformes fécaux



Coliformes totaux



Isolement

(Salmonelle)



Enrichisement secondaire

(Salmonelle)



Enrichissement primère

(Salmonelle)



Isolement

Vibrions cholérique)



Enrichisement secondaire

(Vibrions cholérique)



Enrichissement primaire

(Vibrions cholérique)



Recherche des bactéries revivifiables



Identification

biochimique (API20E)



Recherche des ASR

Figure : Quelques photos des résultats obtenues

Annexe 06

Tableau VII : Résultats des analyses bactériologiques de six sources à partir de 6 prélèvements

Caractéristiques des prélèvements			Paramètres bactériologiques								
N° de prélèvement	Date	Source	CT UFC/100ml	CF UFC/100 ml	E.Col UFC/100ml	SF UFC/100 ml	BR		ASR	Sal	VC
							22°C	37°C			
1 er prélèvement	22/02/2015	S1	920	50	20	20	87	25	00	00	00
		S2	230	20	0	07	45	13	00	00	00
		S3	280	280	40	300	57	16	00	00	00
		S4	230	10	30	00	155	146	00	00	00
		S5	480	350	30	10	370	89	00	00	00
		S6	260	40	40	00	14	02	00	00	00
2 ème prélèvement	09/03/2015	S1	2590	40	00	03	140	38	00	00	00
		S2	2460	50	10	06	242	171	00	00	00
		S3	2040	90	20	01	179	81	00	00	00
		S4	2240	00	00	00	156	114	00	00	00
		S5	2900	130	10	01	125	77	00	00	00
		S6	1520	90	00	00	246	21	00	00	00
3 ème prélèvement	22/03/2015	S1	7400	230	30	300	210	63	00	00	00
		S2	3500	150	80	10	156	70	00	00	00
		S3	2600	10	00	50	125	13	00	00	00
		S4	1800	60	30	00	238	216	00	00	00
		S5	5300	290	10	10	360	68	00	00	00
		S6	4100	90	40	00	149	88	00	00	00
4 ème prélèvement	05/04/2015	S1	4600	1000	20	00	190	60	00	00	00
		S2	22000	900	70	01	29	19	00	00	00
		S3	19000	500	20	10	31	26	00	00	00
		S4	32000	1000	30	00	163	103	00	00	00
		S5	27000	600	20	06	139	87	00	00	00
		S6	7000	700	80	00	172	94	00	00	00
5 ème prélèvement	19/04/2015	S1	332000	320	40	93	49	14	00	00	00
		S2	172000	70	00	08	57	16	00	00	00
		S3	87000	300	100	18	360	240	00	00	00
		S4	154000	60	00	00	39	14	00	00	00
		S5	204000	80	10	19	78	44	00	00	00
		S6	120000	40	00	00	38	30	00	00	00
6 ème prélèvement	2015/05/03	S1	5400000	230	50	22	86	29	00	00	00
		S2	3700000	450	70	02	74	38	00	00	00
		S3	3000000	140	40	00	82	35	00	00	00
		S4	4600000	460	60	00	66	40	00	00	00
		S5	4900000	2000	10	09	191	43	00	00	00
		S6	2800000	730	100	00	18	00	00	00	00

Tableau VIII : Résultats des analyses physiques de six sources à partir de 6 prélèvements

Caractéristique de prélèvement			Paramètres physiques					
N° DE prélèvement	**Date**	**Source**	**T (°C)**	**pH**	**Conductivité Ms/cm)(**	**Salinité**	**Taux de sels dissous (TDS)** Mg/l	**Turbidité** NTU
1 er prélèvement	**22/02/2015**	S1	9.1	7.62	663	0.1	717	8.79
		S2	9.2	8.06	395	00	445	1.85
		S3	8.9	8.08	386	00	437	3.47
		S4	8.7	8.15	379	00	423	10.01
		S5	9.3	8.22	450	00	503	34.1
		S6	9.8	8.36	277	00	309	3.42
2 ème prélèvement	**09/03/2015**	S1	13.2	7.67	321	00	360	2.32
		S2	13	7.84	385	00	430	5.02
		S3	12.7	7.92	465	00	519	12.6
		S4	12.7	8.06	487	00	544	5.25
		S5	12.5	8.22	321	00	359	4.08
		S6	12.7	8.27	319	00	353	1.52
3 ème prélèvement	**22/03/2015**	S1	13.1	7.79	661	0.1	734	3.32
		S2	12.5	8.00	377	00	424	1.08
		S3	16.5	8.08	394	00	444	6.68
		S4	16.4	8.14	384	00	431	3.46
		S5	15.4	8.23	428	00	478	3.67
		S6	15.8	7.59	337	00	379	1.24
4 ème prélèvement	**05/04/2015**	S1	15.6	7.50	402	00	439	0.24
		S2	15.2	7.64	398	00	429	0.20
		S3	19.9	7.58	379	00	419	0.31
		S4	15.6	7.69	489	00	430	0.33
		S5	15.8	7.76	364	00	430	4.24
		S6	15.6	7.90	349	00	427	3.47
5 ème prélèvement	**19/04/2015**	S1	17.2	8.5	623	0.1	733	1.59
		S2	17.6	8.72	364	00	426	0.352
		S3	18.2	8.71	370	00	437	2.03
		S4	17.1	8.67	364	00	430	0.169
		S5	17.4	8.59	399	00	470	0.379
		S6	17.7	8.61	333	00	386	2.29
6 ème prélèvement	**03/05/2015**	S1	19.1	8.48	644	00	752	0.89
		S2	19.6	8.60	473	00	437	0.21
		S3	20.0	8.51	484	00	303	0.56
		S4	19.8	8.82	437	00	475	1.69
		S5	19.9	8.31	498	00	468	2.23
		S6	19.6	8.79	423	00	453	1.09

Tableau IX : Résultats des analyses chimiques de six sources à partir de 6 prélèvements

Caractéristique de prélèvement			Paramètres chimiques			Paramètres de pollution		
N° DE prélèvement	**Date**	**Source**	**Minéralisation Global (mg/l)**	**Na^+ (mg/l)**	**K^+ (mg/l)**	**Cl_2 (mg/l)**	**NO_2^- Mg/l**	**NH_4^+ (mg/l)**
1 er prélèvement	**22/02/2015**	S1	474.65	37	1	00	00	00
		S2	282.78	16	1.1	00	00	00
		S3	276.34	17	0.8	00	00	00
		S4	271.33	12	0.7	00	00	00
		S5	322.16	14	0.7	00	00	00
		S6	213.17	12	0.9	00	00	00
2 ème prélèvement	**09/03/2015**	S1	247.03	32	1.1	00	00	00
		S2	275.629	20	0.5	00	00	00
		S3	332.902	19	0.5	00	00	00
		S4	348.653	10	0.6	00	00	00
		S5	247.033	16	0.5	00	00	00
		S6	245.494	12	1.2	00	00	00
3 ème prélèvement	**22/03/2015**	S1	473.223	49	1.2	00	00	00
		S2	269.901	16	0.8	00	00	00
		S3	282.072	13	0.6	00	00	00
		S4	274.913	13	0.6	00	00	00
		S5	306.413	15	0.5	00	00	00
		S6	241.265	13	1.1	00	00	00
4 ème prélèvement	**05/04/2015**	S1	287.799	35	01	00	00	00
		S2	284.936	17	0.6	00	00	00
		S3	271.333	14	0.7	00	00	00
		S4	350.084	14	0.6	00	00	00
		S5	260.594	14	0.5	00	00	00
		S6	249.856	13	1.3	00	00	00
5 ème prélèvement	**19/04/2015**	S1	446.018	35	1.2	00	00	00
		S2	260.594	17	0.7	00	00	00
		S3	264.980	14	0.6	00	00	00
		S4	260.594	14	0.6	00	00	00
		S5	285.652	14	0.5	00	00	00
		S6	238.401	13	1.1	00	00	00
6 ème prélèvement	**03/05/2015**	S1	461.052	40	1.1	00	00	00
		S2	338.63	18	1.0	00	00	00
		S3	346.505	18	0.5	00	00	00
		S4	312.857	15	0.5	00	00	00
		S5	356.528	15	0.6	00	00	00
		S6	302.834	13	0.8	00	00	00

Annexe 07

Tableau X: Normes de qualité des eaux souterraines destinées à l'alimentation en eau potable des populations

Paramètre	Unité	Eaux souterraines	
Paramètres physiques		**OMS**	**NA**
Température	C°	25	25
Concentration en ions hydrogène (pH)	Unité pH	8.5 -6.5	6.5 - 9
Conductivité électrique	µS/cm à 20° C	2100	2800
Turbidité	NTU	5	
Taux des sels dissous (TDS)	mg/l	1000	
Paramètres chimiques			
Sodium (Na+)	mg/l	200	
Potassium (K+)	mg/l	20	
Paramètres de pollution			
Nitrites (NO_2^-)	mg/l	0.1	
Nitrates (NO_3^-)	mg/l		50
Ammonium (NH_4^+)	mg/l	0.5	0.5
Paramètres bactériologiques			
Bactéries revivifiables 22°C	UFC/ml	100	
Bactéries revivifiables 37°C	UFC/ml	10	
Coliformes totaux	UFC/100 ml	10	50
Coliformes fécaux	UFC/100 ml	00	20
Streptocoques fécaux	UFC/100 ml	00	20
Spore d'anaérobies sulfito-réducteurs	UFC/20ml	00	00
Salmonelles	UFC/ml	00	00
Vibrions Cholériques	UFC/ml	00	00

(OMS; JORA, 2011)

Annexe 08

Tableau XI: Les maladies bactériennes à transmission hydrique.

Quelques maladies à transmission hydrique	Agent pathogène	Principaux modes de transmission à l'homme	Principaux moyens de protection	Réservoir de l'organisme pathogène infectieux	Symptômes de la maladie
Choléra	Vibrions cholera	Eaux et aliments contaminés par des matières fécales; eaux d'égouts; voie fécale-orale	Vaccin peu efficace; ébullition ou désinfection de l'eau de consommation; non-consommation de légumes crus	Homme	Vomissement et diarrhée abandons
Fièvre typhoïde	Salmonella typhi	Eaux et aliments contaminés par des eaux d'égouts; coquillages	Vaccination ébullition ou désinfection des eaux de consommation ; Pasteurisation des produits laitiers	Homme	Inflammation intestinale, hémorragie.
Fièvre paratyphoïde	Salmonella paratyphi A, B et C	Eaux et aliments contaminés par des eaux d'égouts; coquillages	Ebullition ou désinfection des eaux de consommation pasteurisation des produits laitiers	Homme	Fièvre, céphalées, diarrhée, douleurs abdominales, accompagnées d'un abattement extrême (le tuphos) et peuvent avoir des complications grave, parfois mortelles; hémorragies intestinales, collapsus cardiovasculaire, atteintes hépatiques, respiratoires, neurologiques
Tétanos	Clostridium tetani	Spores de la bactérie introduites par de la terre, de la rouille , etc. Dans une plaie; contact avec des eaux d'égouts; injection avec des aiguilles contaminées	Vaccination	Homme, Animaux, sol	Contraction incontrôlable des muscles squelettiques
Diarrées infectieuses	Divers bactéries	Eaux et aliments contaminés par des eaux d'égouts; coquillages	Hygiène; désinfection de l'eau; cuisson des aliments; pasteurisation des produits laitiers	Homme et animaux (pores, bovins, moutons; volailles, chats, chiens, etc.)	Selles liquides, vomissements et fièvre. En général, elles n'entrainent pas la mort.
Maladies des légionnaires (légionellose)	Légionella pneumophila	Respiration de gouttelettes d'eau contaminée	Désinfection	Eau (chaude surtout)	Fièvre, myalgies, anorexie, céphalées, symptômes gastro-intestinaux. Elles peuvent être responsables de sinusites, pancréatites, péritonites et pyélonéphrites.

.

(Brier, 1997; Degremont, 1978; Vilagines, 2003).