

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE
L'UNIVERS
DEPARTEMENT DE SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE



12/30
Mémoire de Master 570 259

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Biologie
Spécialité/Option : Biologie moléculaire et cellulaire

**Thème : Etude comparative de la qualité physico-chimique et
bactériologique entre l'eau traitée et l'eau de source
de la région de Guelma.**

Présenté par :

BENGRAIT Wided

LARIBI Sarra

MEHAMEDIA Kenza

Devant le jury composé de :

President : Mr. BENOUERETH Djamel Eddine (Prof.)

Examineur : M^{me}. SOUIKI Linda (M.C.A)

Examineur : M^{me}. TORCHE Asma (M.A.A)

Encadreur : M^{me}. KHALLEF Messouda (M.A.A)

Juin 2012

Merci Dieu

En préambule à ce mémoire, on souhaitait adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apportés leur aide et qui nous ont contribués à l'élaboration de ce mémoire, ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

*On tient à remercier sincèrement Monsieur **Benouareth Djamel Eddine** en tant que président de ce mémoire, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

*Nos remerciements s'adressent également à l'encadreur Madame **Khallef Messouda**, pour sa générosité et la grande patience de lire et de corriger ce travail.*

On exprime notre gratitude à tous consultants et internautes rencontrés lors des recherches effectuées et qui ont accepté de répondre à nos questions avec gentillesse.

*N'oublions pas aussi de remercier **Mr Kebieche Hassen** chef de laboratoire de la direction de la santé de la wilaya de Guelma, ainsi que l'ensemble de l'équipe de la DDS, surtout **Boumazza Radja** pour leur accueil brieveillant et leurs conseils avisés, et cela malgré leur emploi du temps chargé.*

Et aussi nos remerciements à l'ensemble de l'équipe de la station de traitement de l'eau de barrage Hammam Debagh de la wilaya de Guelma.

Nos sincères remerciements vont aussi au personnel du laboratoire de biologie.

A la fin une pensée particulière est adressée à l'ensemble des enseignants du département de biologie, qui nous ont procuré une formation honorable.

Et nous exprimons tous le bonheur du monde à nos collègues de la promotion sortante 2012 du Master Biologie Moléculaire des procaryotes.

Wided , Kenza , Sarra.

Dédicace

Je remercie Allah, qui m'a donné la force et m'éclairer la voix pour achever ce modeste travail

Je dédie le fruit de mes études :

A mes parents, qui m'ont entouré de tout leur amour et leur affection, ma chère mère Houria et mon père Sebti. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail tout mon amour.

A mes chères frères Amir et Nounou qui m'ont toujours donné le courage et l'esprit pour continuer mes études.

A Mes chères sœurs Wissem et Hadjer.

A mes oncles, mes tantes, mes cousins et mes cousines et toute ma grande famille pour leurs encouragements.

A mes très chères amis : Moumenna Sara, Bouhdiche Imene, B eb Zineb, Adjroud Sara, Mehamedia Kenza et Laribi Sarra.

Tous mes respect, et ma haute considération vont tous a mes professeurs : Mr. Benouareth et M^{me}. Khallef.

A des personnes qui m'a aidé durant cette expérience.

Et à tous mes professeurs dans tous les cycles de ma scolarité.

A tous les enseignants et les étudiants du département de biologie, en particulier la promotion de Biologie moléculaire et cellulaire.

WIDED

Dédicace

Je remercie Allah, qui m'a donné la force et m'éclairer la voix pour achever ce modeste travail

Je dédie le fruit de mes études :

*A mes parents, qui m'ont entouré de tout leur amour et leur affection, ma chère mère **Akila** et mon père **ABDELAZIZ**. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail tout mon amour.*

*A mes chères frères **RAMZI, ISLEM** et **WALID** qui m'ont toujours donné le courage et l'esprit pour continuer mes études.*

*A Ma chère sœur **NEDJELA**.*

A mes oncles, mes tantes, mes cousins et mes cousines et toute ma grande famille pour leurs encouragements.

*A mes très chères amis : **WIDED, KENZA** et **SARRA ADJROUD**.*

A des personnes qui m'a aidé durant cette expérience.

A tous les enseignants et les étudiants du département de biologie, en particulier la promotion de

Biologie moléculaire et cellulaire.

SARRA

Dédicace

Je remercie Allah, qui m'a donné la force et m'éclairer la voix pour achever ce modeste travail.

Je dédie le fruit de mes études :

*A mes parent, qui m'ont entouré de tout leurs amour et leurs affection, ma chère mère **AKILA** et mon Père **MEHAMED**. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail tout mon amour.*

*A mes frères **KHALED**, **ISSEM** et **HAMZA** qui m'ont toujours donné le courage et l'esprit pour continuer mes études.*

*A Mes chères sœurs **AMEL** et **BOUCIRA**.*

A mes oncles, mes tantes, mes cousins et mes cousines et toute ma grande famille pour leurs encouragements.

*A mes très chères amis: **WIDED**, **SARRA** et **SARRA ADJROUD**.*

A des personnes qui m'a aidé durant cette expérience.

A tous les enseignants et les étudiants du département de biologie, en particulier la promotion de Biologie moléculaire et cellulaire.

KENZA

Table des matières :

Remerciements	
Dédicace	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	01
Partie bibliographique :	
Chapitre I : L'eau source de la vie	
I-1-Définitions.....	02
I-1-1-L'eau	02
I-1-2-L'eau dans la nature.....	02
I-1-3-L'eau potable.....	02
I-1-3-1-Les paramètres organoleptiques	03
*L'odeur et saveur.....	03
* La couleur	03
I-2-Normes de potabilité.....	03
I-3-Les différents types d'eau.....	03
I-3-1-Les eaux souterraines	05
* Eau de source	06
*Eau de source hydrothermale.....	06
I-3-2- Les eaux de surface.....	06
I-3-3-Différence entre eau de surface et eau souterraine	07
I-4-Les étapes de traitement de l'eau potable.....	08
I-4-1-Stockage.....	09
I-4-2-Le Prétraitement	09
I-4-3-Le traitement de clarification	09
I-4-3-1-coagulation- floculation	09
I-4-3-2-Décantation	10
I-4-4- La filtration sur sable.....	10

I-4-5-La désinfection.....	10
I-4-6-Le stockage de l'eau.....	11
I-4-7-La distribution	11
I-5-La pollution de l'eau	11
I-5-1-Notion de pollution	12
I-5-2-Origine et types de pollution	12
I-5-2-1-La pollution physique.....	12
I-5-2-2-La pollution chimique.....	12
I-5-2-3-La pollution biologique.....	13
I-5-2-3-1- La pollution organique	13
I-5-2-3-2- La pollution microbienne	13
I-6-L'impact de la pollution des eaux sur l'environnement.....	14
I-6-1- Sur milieu naturelle	14
I-6-2- Sur l'homme.....	15
Chapitre II : Maladies à transmission hydrique	
II-1-Définition des maladies hydriques.....	16
II-2-Les principales infections d'origine hydrique.....	17
II-2-1- Maladies d'origine bactérienne.....	17
II-2-2- Maladies attribués à l'eau d'origine chimique.....	20
II-3-Autres maladies hydriques.....	22
Partie pratique :	
I- Matériel et méthodes	
I-1-Description de la zone	23
I-2- Description du site « Barrage Bouhamdane »	23
I-3- Description des sources de la région de Guelma	25
I-3-1-Source de Ras -Elma (Bouhachana)	25
I-3-2-Source de Laghbal(Bendjarreah)	25
I-4-Analyse Bactériologique et Physico-chimique	26
I-4-1-Type et période de l'étude	26
I-4-2-Echantillonnage.....	26
I-4-3- Prélèvement des échantillons	26
I-4-3-1-Matériel de l'échantillonnage.....	27
I-4-3-2-Mode de prélèvement.....	27

I-5-Etude bactériologique	27
I-5-1-Méthode d'analyse bactériologique	27
I-5-1-1-Recherche et identification de la flore mésophile aérobie totale	28
I-5-1-2-Recherche des germes témoins de contamination fécale	28
I-5-1-2-1- Recherche et dénombrement des Coliformes totaux et fécaux	28
I-5-1-2-2- Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux	29
I-5-1-3-Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobies sulfite-réductrices.....	30
I-5-1-4-Recherche bactérienne et identification des germes pathogènes	31
I-5-1-4-1- Méthode d'ensemencement sur gélose	31
I-5-1-4-2- Isolement et purification des souches.....	31
I-5-1-5-Recherche des germes pathogènes	31
I-5-1-5-1- Recherche des Staphylocoques dans les eaux	31
I-5-1-5-2-Recherche des Vibrions cholériques	32
I-5-1-5-3-Recherche des Salmonelles.....	33
I-5-1-5-4-Recherche des <i>Salmonella</i> et <i>Shigella</i> sur le milieu gélose SS.....	33
I-5-1-6-Identification	35
I-5-1-6-1- Examen après coloration de Gram	35
I-5-1-6-2- Identification biochimique	35
I-6- Etude physico-chimiques.....	38
I-6-1-Méthodes d'analyse physico-chimique.....	38
I-6-1-1- Paramètres physiques.....	38
* PH.....	38
*Température	38
* Turbidité.....	39
* Conductivité	39
I-6-1-2-Paramètres chimiques.....	40
II-Résultats et discussion	
II-1-Analyse bactériologique	41
II-2-Résultats des dénombrements des germes de l'eau	42
II-2-1- Les germes totaux	42
II-2-2- Les coliformes totaux	42
* Les coliformes fécaux.....	43
II-2-3 Les streptocoques Fécaux.....	44

* Les streptocoques de groupe D.....	45
II-2-4- Les anaérobies sulfito-réductrice (ASR).....	46
II-2-5- Identification des germes pathogènes	47
II-2-6- Résultats et identification Biochimique	52
II-3-Analyse des paramètres physico-chimiques	55
II- 3- 1-Paramètres physiques	55
* PH	55
*Température	55
* Turbidité.....	56
*Conductivité.....	57
II- 3-2- Paramètres chimiques (Quelque paramètres).....	59
* Calcium, Magnésium et la dureté totale	59
* Chlorure	60
*Fer et Matière organique	61
*Nitrites et Nitrates	62
* Résidu sec et matière en suspension	63
*Taux de l'alcalinité	64
Discussion	66
Conclusion	68
Les références bibliographiques	
Liste des annexes	
Annexes	
Résumé	
Abstract	
ملخص	

Liste des figures

Figures	Titre	Pages
Figures n° 01	Source de Ras_Elma (Bouhachana)	25
Figures n° 02	Source de Laghbal (Bendjerrah)	25
Figures n° 03	Recherche des Coliformes totaux	42
Figures n° 04	Recherche des Coliformes fécaux	43
Figures n° 05	Recherche des Streptocoques fécaux de l'eau traitée	44
Figures n° 06	Recherche des Streptocoques de groupe D. de l'eau traitée et l'eau de source.	45
Figures n° 07	Observation macroscopique des colonies	50
Figures n° 08	Observation microscopique des colonies	51
Figures n° 09	Identification des germes sur le milieu TSI	52
Figures n° 10	Identification biochimique par test de l'oxydase	53
Figures n° 11	Identification biochimique par test catalase	53
Figures n° 12	Résultat de l'identification biochimique des germes par l'API20 E. (<i>Citrobacter freundii</i> .)	54
Figures n° 13	Résultat de l'identification biochimique des germes par l'API20E. (<i>Shigella</i> .)	54
Figures n° 14	variation du PH de l'eau traité et l'eau des sources	55
Figures n° 15	variations de température de l'eau traitée et l'eau des sources.	56
Figures n° 16	variation de la turbidité de l'eau traitée et l'eau des sources.	57
Figures n° 17	variation de la conductivité de l'eau traitée et l'eau des sources	58
Figures n° 18	variation en teneurs de calcium ; magnésium et de la dureté totale dans les eaux de sources et d'eaux traité	59
Figures n° 19	variation de chlorure de l'eau traité et l'eau des sources	60
Figures n° 20	variation en teneurs de fer et la matière organique de l'eau traitée et l'eau des sources	61
Figures n° 21	La variation des ions Nitrate et Nitrites de l'eau traité et l'eau des sources.	62
Figures n° 22	Variation en teneur du résidu sec est matière en suspension de l'eau traitée et l'eau des sources	63
Figures n° 23	Variation en teneurs de Taux alcalinité (TA) et taux alcalinité complet (TAC) dans les eaux de sources et d'eaux traité	64

Liste des tableaux

Tableaux	Titres	Pages
Tableau I	Les paramètres de potabilité de l'eau.	04
Tableau II	Les normes physico-chimiques, substances toxiques et indésirables de l'eau potable	04
Tableau III	Principales différences entre eaux de surface et eaux souterraines	07
Tableau IV	Types, nature et sources de pollution de l'eau	14
Tableau V	Les maladies à transmission hydriques et leurs germes pathogènes	21
Tableau VI	Autres maladies hydriques	22
Tableau VII	Les principales caractéristiques du barrage Bouhamdane	24
Tableau VIII	Dénombrement des germes totaux.	42
Tableau IX	Dénombrement des Coliformes totaux.	43
Tableau X	Dénombrement des Coliformes fécaux.	44
Tableau XI	Dénombrement des Streptocoques fécaux	45
Tableau XII	Dénombrement des Streptocoques de groupe D.	46
Tableau XIII	Dénombrement des ASR.	46
Tableau XIV	Observation macroscopique et microscopique	47
Tableau XV	Identification biochimique des colonies bactériennes	52
Tableau XVI	Résultats et identification par l'API 20 E	54
Tableau XVII	Résultats physico-chimique de l'eau traitée et l'eau des sources de la région de Guelma au cours de prélèvements.	65

Liste des abréviations

ADH: Arginine dihydrolase.

BCPL : Bouffon Lactose au Pourpre de Bromocrésol.

C°: Degrés Celsius.

CEE : Communauté Economique Européenne.

C F : Coliformes Fécaux.

CIT: Citrate.

CMA : Concentration Maximale Admissible.

CT: Coliformes Totaux.

EPA : Eau Péptoné Alcalin.

EPA : Eau peptone exempte d'indole.

F°:Degret français.

Fig.: Figure.

GN: Gélose Nutritive.

GNAB: Gélose Nutritive Alcaline et biliée.

ISO : Organisation Internationale de Standardisation.

Km: Kilomètre.

m:mètre.

ml: millilitre.

MES : Matière En Suspension.

mg/l : Milligramme par litre.

ml/min: Millilitre par minute.

MO : Matière Organique.

MTH: Maladie a Transmission Hydrique.

NPP: Nombre le plus probable.

NTU: Nephelometric Turbidity Unit.

OMS: Organisation Mondiale de la Santé.

PEHD : Polyéthylène Haute Densité.

PH: potentiel Hydrogène.

PVC : Polychlorure de Vinyle.

RW : Route Wilaya.

SARS: Syndrome Respiratoire Aigu Sévère.

S/C: Simple Concentration.

SF: Streptocoque Fécaux.

T° : Température.

TA : Taux Alcalinité

TAC: Taux Alcalinité.

Tab : Tableau.

TGEA : Tryptone Glucose Extract.

UFC : Unité Formant des Colonies.

URE: Urée.

µs/cm: Micro siemens par Centimètre.

X : Dix ème.

XI : Onze-ème .

Introduction

Produced with ScanTOPDF

L'importance de l'eau dans la vie humaine ne cesse de croître et l'approvisionnement en eau douce devient ainsi de plus en plus difficile, tant en raison de l'accroissement de la population et de son niveau de vie que du développement accéléré des techniques industrielles modernes.

Sous la pression des besoins considérables de la civilisation moderne, on est passé à l'emploi des eaux de sources et de nappes (milieux aquifères) en raison de la facilité de son exploitation. Suite à l'utilisation excessive de ces ressources souterraines due à la croissance démographique et la modernisation de l'agriculture, une détérioration de la qualité de ces eaux.

Le mécanisme de cette pollution des eaux souterraines est souvent un processus évolutif dans l'espace et dans le temps et il est difficilement maîtrisable. Une eau saine est nécessaire à la vie, à l'hygiène, à la prévention des diarrhées et d'autres maladies d'origine hydrique.

L'eau est une préoccupation constante de toutes les époques et de tous les lieux. Assez souvent quand il y a excès dans le cas d'une inondation ou pénurie en période de sécheresse, l'eau devient une question de vie et de mort. Jadis on s'interrogeait sur la pureté microbiologique des eaux, de nos jours on s'inquiète non seulement de sa qualité microbiologique mais aussi de ses caractéristiques physico-chimiques (1)

En ce qui concerne la wilaya de Guelma, il y a un mécontentement général de la population sur la qualité de l'eau potable; c'est pourquoi la population n'a eu comme unique refuge que de s'alimenter des sources naturelles qui entourent la wilaya.

Vu ce problème nous avons choisi d'effectuer des analyses bactériologiques et physico-chimiques de deux sources et l'eau de robinet consommateur de la ville de Guelma (Nord-est Algérien) dans l'unique but de déceler son impact sur l'environnement et sur la santé humaine. L'étude de l'eau a pour objet de déterminer ses possibilités d'utilisation, elle comporte une analyse physico-chimique et un examen bactériologique.

Partie bibliographique

Produced with ScantOPDF

Chapitre I :

L'eau source de la vie

Produced With ScantOPDF

I-1- Définitions :

I-1-1- L'eau :

L'eau est composé chimique simple, liquide à température et pression ambiantes, gazeuse au-dessus de 100°C et solide en dessous de 0°C Sa formule chimique est H_2O (2)

I-1-2-L'eau dans la nature :

L'eau est un élément très important et essentiel à la vie humaine, elle est la plus abondante dans la matière vivante (jusqu'à 90% du poids pour certains être vivants, animaux et végétaux...). (2).

L'eau est le principal constituant du corps humain, la quantité moyenne d'eau contenue dans un organisme adulte est de 65%, ce qui correspond à environ 45 litres d'eau pour une personne de 70 kilogrammes.

Outre d'être le constituant essentiel des cellules, l'eau remplit les fonctions :

- Participe aux nombreuses réactions chimique dont le corps humain est le siège.
- Assure le transit d'un certain nombre de substances dissoutes indispensables aux cellules.
- Permet l'élimination des déchets métaboliques.
- Aide au maintien d'une température constante à l'intérieur du corps. (Monod J, 1989).

I-1-3-L'eau potable :

Une eau potable est définie comme étant une eau claire, limpide, sans couleur, sans odeur, agréable au goût et hygiéniquement saine De plus, elle doit être distribuée là ou le consommateur en a le plus grand besoin, elle, doit être ni polluée ni interrompue de l'usine de traitement à la distribution (Lambert, 1998)

I-1-3-1-Les paramètres organoleptiques :

* Odeur et saveur :

Une eau de consommation humaine doit présenter un bon goût et indore, sa saveur dépend essentiellement de la qualité et la nature des corps dissous toute présence d'odeur est signe de pollution par des substances chimiques telles les hydrocarbures ou organique telles que les matières organiques en décomposition à l'état naturel, s'il y a absence ou faible concentration des sels habituels et d'anhydride carbonique, sa saveur se fait fade, c'est le cas des eaux à longue durée de stockage (EXP : l'eau des citernes).

Si une eau renferme trop de chlorure, elle aura un goût saumâtre, si elle contient beaucoup de sels de magnésium elle aura un goût amer (Terkmani A, 2006)

*La couleur :

La couleur de l'eau est due au différent élément qui s'y trouvent à l'état dissous ou colloïdal. On dit qu'elle est vraie lorsqu'elle est due aux substances dissoutes et apparente lorsqu'elle provient de substances contenues en suspension. 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. (Terkmani A, 2006)

I-2-Normes de potabilité :

Pour qu'une eau soit potable, elle doit répondre à des normes de qualité. Ces normes s'appuient sur des travaux médicaux établissant les « doses maximales admissibles » (quantités de substances qu'un individu peut absorber sans risque, tous les jours de sa vie, avec une marge de sécurité confortable)

Ses caractéristiques de potabilité répondent à des normes établies soit au niveau national, ou international (Tableau I).

Tableau I: Les paramètres de potabilité de l'eau (3).

Paramètres	Indicateurs
Organoleptiques	Transparence, couleur, odeur et saveur
Physico-chimiques	pH, température, concentrations en minéraux, conductivité.
Substances toxiques reconnues	Doses infimes en plomb, chrome
Paramètres microbiologiques	Bactéries nuisibles (coliformes, les streptocoques fécaux...)
Pesticides et produits apparentés	Doses infimes
Paramètres relatifs aux substances indésirables	Substance tolérées en très faible quantité pouvant avoir une incidence sur la santé sans provoquer de désagrément à court termes.
Paramètres concernant les eaux adoucies livrées à la consommation humaine	

Tableau II : les normes physico-chimiques, et substances toxiques et indésirables de l'eau potable (3).

Paramètres	Normes Européennes
Normes physico-chimiques	
Aluminium (Al^{3+}) en mg/l	max 0.2
Chlorure (Cl^-) en mg/l	max 200
Magnésium (Mg^{2+}) en mg/l	max 50
pH	de 6.5 à 9
Potassium (K^+) en mg/l	max 12
Sodium (Na^+) en mg/l	max 150
Sulfate (SO_4^{2-}) en mg	max 150
Substances toxiques	
Arsenic (As) en μ gr/L	Max 10
Cadmium (Cd^{2+}) en μ gr/L	Max 5

Chrome soluble (Cr) en $\mu\text{g/L}$	Max 50
Cyanures (Cn^+) en mg/L	Max 0.05
Mercuré (Hg) en $\mu\text{g/L}$	Max 1
Nickel (Ni) en $\mu\text{g/L}$	Max 50
Phosphore (P) en mg/L	Max 5
Plomb (Pb) en μL	Max 50
Substances indésirables	
Ammonium (NH_4^+) en mg/L	Max 0.5
Argent (Ag^+) en $\mu\text{g/L}$	Max 10
Cuivre soluble (Cu) en mg/L	Max 1
Fer soluble (Fe) en mg/l	Max 0.2
Fluorures (F^-) en mg/L	Max 1.5
Manganèse (Mn) en mg/L	Max 0.05
Nitrates (NO_3^-) en mg/L	Max 50
Nitrites (NO_2^-) en mg/L	Max 0.1
Zinc (Zn^{2+}) en mg/L	Max 5

I-3- Les différents types d'eau :

I-3-1- les eaux souterraines :

Les eaux souterraines ont pendant longtemps, été synonymes « des eaux propre » et répondant naturellement aux normes de potabilité, issues de nappes d'eau souterraine, elles sont généralement de bonne qualité et peuvent ne pas demander beaucoup plus qu'une aération par un système de cascades ou de jets d'eau qui assure un bon contact air-eau ; ainsi une rapide filtration sur sable et une désinfection. Toutes fois, elles peuvent avoir des teneurs de fer ; manganèse, matière organique et ammoniaque... etc. Elles présentent 60% des eaux continentales et 20 % réserves d'eau douce et leur renouvellement total est de 500 ans en moyenne. (Monod, 1989)

La nature géologique du terrain à une influence sur la composition chimique de cette eau, à toutes instants l'eau est en contact avec le sol dans lequel elle stagne ou circule, elles sont caractérisées par :

- Une faible turbidité.
- Une température et une composition chimique constante.
- Une absence presque générale de l'oxygène.
- Une grande pureté bactériologique. (Monod, 1989)

*- Eaux de source :

Les eaux de source sont des eaux minérales ayant des propriétés particulières : elles ont des teneurs en minéraux et en oligo-éléments qui peuvent leur donner des vertus thérapeutiques. Une eau ne peut être qualifiée de minérale que si elle a été reconnue comme bénéfique pour la santé (Kettab A, 1992).

*- Eau de source hydrothermale :

L'hydrothermalisme constitue un cas particulier dans les eaux souterraines, ce sont des eaux profondes possédant une température élevée (la température du sous-sol augmente avec la profondeur de l'ordre de 30°C par kilomètre (3°C par 100 m) dans la plupart des terrains où il n'y a pas eu de magmatisme récent. Dans les terrains qui ont connu récemment du magmatisme (volcanisme, par exemple), le gradient géothermique est beaucoup plus élevé que 30°C/Km.

Ces eaux chaudes sont très minéralisées (sulfures, bicarbonates, sulfates...) selon les terrains traversés et produisent énormément de dissolution au cours de leur trajet. (Kettab A, 1992).

1-3-2- Les eaux de surface :

Ce terme englobe les eaux ou stockées à la surface des continents (rivière, lacs, barrages... etc). Elles ont pour origine soit les eaux de nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseau et de rivière, soit les eaux de ruissellement, leurs parcours dans l'ensemble des bassins versants.(Kettab A, 1992).

Ces eaux sont le siège, dans la plupart des cas d'un développement d'une vie microbienne à cause des déchets rejetés dedans et de l'importance surface de contact avec le milieu extérieur. C'est à cause de ça que ces eaux sont rarement potables sans aucun traitement, elles contiennent des impuretés qui ont pour origine :

- La dissolution des encaissant (roches, terrains traversés). Ces encaissants sont responsable du pH et de la conductivité.
- Les colloïdes minéraux (argiles, gels de silice...) qui sont responsables de la turbidité.
- Les matières organiques qui peuvent avoir deux origines :

*Origine naturelle : produit de dégradation des végétaux, métabolites des algues et des micro-organismes.

*Origines artificielle : due à la pollution urbaine, industrielle et agricole (pesticides, fongicides et herbicides...)(Kettab A, 1992).

I-3-3- Différence entre eau de surface et eau souterraine :

Les eaux de surfaces sont plus chargées de matières en suspension que les eaux souterraines, ainsi que de matières colloïdales, plancton animale et végétales, le tableau III présente les Principales différences entre eaux de surface et eaux souterraines (Cardot, 1999).

Tableau III : Principales différences entre eaux de surface et eaux souterraines (Cardot C, 1996)

Caractéristique	Eaux de surface	Eaux souterraines
Température	Variable suivant saisons	Relativement constante
Turbidité, MES (vraies ou colloïdales)	Variables, parfois élevée	Faible ou nulle (sauf en terrain karstique)
Couleur	Liée surtout aux MES (argiles, algues...) sauf dans les eaux très douces et acides (acides humiques)	Liée surtout aux matières en solution (acides humique par exemple)
Minéralisation globale	Variable en fonction des	Sensiblement constante en

	terrains, des précipitations, des rejets...	général nettement plus élevée que dans les eaux de surface de la même région
CO ₂ agressif	Généralement absent	Souvent présent en grande quantité
O ₂ dissous	Le plus souvent au voisinage de la saturation. Absent dans le cas d'eaux très polluées	Absent la plupart du temps
NH ₄	Présent seulement dans les eaux polluées	Présent fréquemment sans être indice systématique de pollution bactérienne
Nitrate	Peu abondants en général	Teneur parfois élevée
Micropolluants minéraux et organiques	Présents dans les eaux de pays développés, mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source	Généralement absents, mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps
Eléments vivants	Bactéries (dont certaines pathogènes), virus, plancton (animal et végétal)	Ferme bactéries fréquents

1-4-Les étapes du traitement de l'eau potable:

Pour rendre l'eau potable, on applique des traitements qui, s'il peuvent varier suivant l'origine et la qualité de l'eau obéissent tous au même principe : on élimine les éléments de matière contenus dans l'eau par étapes successives jusqu'aux organismes microscopiques comme les virus et les microbes. (Anonyme, 1996)

I-4-1- Le stockage :

Cependant, l'eau brute subisse une étape de stockage qui consiste à conserver l'eau pendant un certain temps dans un grand réservoir pour assurer la sédimentation d'une partie de la matière particulaire, le seul fait de stocker cette eau à l'air libre permet aussi une certaine oxydation spontanée des matières organiques qui sont alors minéralisées et une étape d'aération qui enrichie l'eau en oxygène et pour l'élimination biologique de l'ammoniaque (Anonyme, 1996)

I-4-2- le prétraitement :

Il consiste à faire un dégrillage et un dessablage afin d'éliminer les particules de grosses tailles, les branches, les sables,...

Ensuite l'eau passe dans un bassin de sédimentation ou bassin de débouillage afin que les particules supérieures à 1 micron de diamètre se décantent naturellement (Kettab, 1992).

I-4-3- le traitement de clarification :

Il consiste à agréger sous forme de floccs, les matières en suspensions organiques et minérales et les substances colloïdales. Il se compose de deux étapes principales :

I-4-3-1- coagulation- floculation :

La coagulation- floculation est un procédé physico-chimique de clarification des eaux. Il réside dans la formation par l'addition de coagulant, trames floconneuses appelées « floccs » (Kettab, 1992).

A- Coagulation :

La coagulation est un processus qui consiste à neutraliser les charges portées par les substances colloïdales ou dissoutes indésirables à l'aide d'un produit chimique de charge opposée appelé « coagulant » avec une agitation rapide (120 tours/min) afin de faciliter leurs agglomération en flocons décantables ou filtrables. Le coagulant peut être introduit dans un bassin de coagulation est « sulfate d'alumine ». Ce bassin doit être équipé d'une unité mécanique de mélange rapide (Kettab, 1992).

B- Flocculation :

La flocculation est l'étape de traitement qui suit la coagulation, elle vise à favoriser la croissance de floccs par une agitation lente (40 tours/min) et prolongée de l'eau provenant des bassins de coagulation, elle est réalisée dans un bassin pourvu d'une unité mécanique d'agitation et implique habituellement l'ajout d'un flocculant.

Elle complète la phase de la coagulation et vise à assurer une plus grande cohésion du flocc et une meilleure vitesse de sédimentation.

Le flocculant peut être introduit dans un bassin de flocculation est « poly-électrique ».

Ce bassin est équipé d'une unité mécanique de mélange lente. Le nécessaire pour la coagulation-flocculation est de 20 à 30 min (Kettab, 1992).

I-4-3-2- Décantation :

La décantation a pour but d'éliminer les floccs issues de la coagulation et flocculation, elle se fait grâce au bassin de décantation. Le temps nécessaire pour la décantation des floccs est 2 heures (Kettab, 1992).

I-4-4- La filtration sur sable :

Le type de filtration utilisé à cette station est la filtration sur sable qui est un procédé permettant la séparation solide-liquide à travers un milieu poreux (sable) qui trouve sa place dans toutes les filières de potabilisation. La filtration sur sable permet l'élimination du flocc résiduel ainsi que les matières organiques absorbées à la surface du flocc. (Kettab, 1992).

I-4-5-La désinfection :

La désinfection est l'étape ultime du traitement de l'eau de consommation avant distribution. Elle vise à éliminer les micro-organismes pathogènes, bactéries, virus et parasites. On utilise dans cette étapes des désinfectant telle que le chlore (chloration)

La chloration des eaux destinées à la consommation humaine a été introduite au début du 20^{ème} siècle et a entraîné une régression spectaculaire des maladies à transmission hydrique.

Le principe de chloration consiste à appliquer une dose de suffisante pour oxyder toutes les matières organique, éliminer certaines matières minérales (fer, manganèse) et détruire les germes pathogènes (désinfection)

La chloration offre l'avantage en premier lieu d'assurer la persistance dans l'eau, de chlore libre (chlore résiduelle) ou combiné et en second lieu d'éviter une contamination ultérieure du réseau.

En effet dans toute eau destinée à la consommation humaine une bonne chloration doit permettre de retrouver une certaine quantité de chlore résiduelle (0,2a 0,4mg/l). (Ladjel F.et S 2001).

I-4-6- Le stockage de l'eau :

L'eau est stockée dans un réservoir d'eau pour des raisons d'économies. Les réservoirs d'eau permettent également à la station de fonctionner à un débit constant. Ils jouent le rôle de réserve d'eau et constituent une sécurité en cas de surconsommation assurant un débit et une pression régulière. (Anonyme, 1996).

Le passage direct de la station de traitement de l'eau potable au réseau de distribution nécessite des stations de pompage et des groupes électrogènes.

I-4-7- la distribution :

La distribution de l'eau se fait à partir d'un réseau de canalisations en acier, PVC ou PEHD. Ce réseau souterrain est sans cesse contrôlé et retenu par les fontainiers. Ils ont la charge des fuites (détection et réparation), de l'entretien des canalisations et des réservoirs, de la surveillance du rendement (Anonyme, 1996).

Ensuite l'eau passe dans un bassin de sédimentation ou bassin de débouillage afin que les particules

I-5- la pollution de l'eau :

La contamination des écosystèmes aquatiques par les polluants de l'eau peut sérieusement porter atteinte à l'intégralité du fonctionnement des organismes de la faune et la flore. (5)

I-5-1- Notion de pollution :

La pollution de l'eau peut être induite par les activités humaines ou par des phénomènes naturels. Dans la plupart des cas, elle est décrite comme un dépassement aux normes, définies en fonction des usages de l'eau.

La pollution des eaux constitue l'une des menaces à l'environnement le plus grave. Elle affecte aussi bien les pays industrialisés que ceux en développement, parmi ces derniers le problème est particulièrement grave pour ceux dont le climat est aride. En raison d'un déficit hydrique prononcé, la concentration des polluants solubles dans l'eau demeure élevée. Ceci est aggravé par le fait qu'un certain nombre de polluants sont solubles dans l'eau ou ils y restent en suspension pouvant ainsi être transportés loin des sources d'émission. (5)

I-5-2- Origine et types de pollution :

La pollution des eaux a essentiellement pour origine les rejets des eaux usées urbaines et industrielles dont l'abondance et la variété croît au fil des années sous l'effet de l'urbanisation galopante. Pendant des millénaires, les eaux usées étaient déversées directement dans les cours d'eau, oued et mers. Ce qu'il y a seulement moins d'un siècle que l'accent a été mis sur le résultat désastreux de telles pratiques. (5)

On distingue trois types de pollution pouvant affecter la qualité des eaux :

I-5-2-1- La pollution physique :

La pollution physique est provoquée essentiellement par les centrales thermiques qui situées le plus souvent aux bords de cours d'eau puisent de grandes quantités d'eau pour le refroidissement de leur système. Cette eau réchauffée est ensuite déversée dans le milieu naturel, ce qui a pour effet d'altérer fortement la flore et la faune, car la variation de la température écologique est très importante. (5)

I-5-2-2- La pollution chimique :

L'utilisation de diverses substances chimiques pour le besoin du développement industriel a entraîné dans presque toutes les régions du monde une dissémination dans le milieu naturel d'une multitude de résidus toxiques. Ces substances présentes habituellement dans les eaux à

l'état de traces, sont souvent capables de s'accumuler dans les tissus végétaux et animaux et de se concentrer au niveau des différentes chaînes trophodynamique et atteignent ainsi des concentrations dangereuses en fin de chaîne (animaux supérieurs et l'homme). (5)

I-5-2-3- La pollution biologique :

I-5-2-3-1- La pollution organique :

La pollution organique des eaux est le résultat des rejets de certaines industries agroalimentaires hautement polluantes tels que les abattoirs, laiteries, sucreries, conserveries... etc.

Lorsque la charge en matières organiques est faible, celle-ci sont rapidement dégradées par les microorganismes aérobies présents dans l'eau en produit finaux non directement nocifs pour la vie aquatique (CO_2 , nitrate, phosphore...). C'est le phénomène de l'autoépuration.

Mais lorsque la charge polluante organique est trop importante et dépasse les capacités d'assimilation du milieu, on observe alors un état d'anoxie (déficit en CO_2) et une biodégradation anaérobie se substitue à l'oxydation avec formation de composés toxique (Ammoniac, H_2S , phénol). (5)

I-5-2-3-2- La pollution microbienne :

La pollution organique s'accompagne souvent d'une pollution microbienne que celle-ci soit incluse dans l'effluent polluant ou le résultat de la prolifération de germes hétérotrophes au contact des matières organiques amenées dans l'écosystème récepteur.

Si les microorganismes jouent un rôle essentiel dans le processus d'autoépuration comme agents de minéralisation des matières polluantes, la prolifération des germes pathogène (bactérie, virus, champignon, levures...) provenant des matières fécales (humaines et animales), soulève dans bien des cas de redoubler les problèmes de santé publique. (Voir le Tableau IV) (5).

Tableau IV: Types, nature et sources de pollution de l'eau (5)

Sources	Nature	Types de pollution
Contrôles électriques	Rejets d'eau chaude	Pollution thermique
Effluents urbains, élevage, secteur agroalimentaire.	Bactéries, virus, champignons.	Pollution microbiologie
Agriculture, lessives.	Nitrates, phosphates	Fertilisants
Industrie agriculture, combustion, pluies acides.	Mercure, cadmium.	Métaux métalloïdes toxiques.
Agriculture, industrie.	Insecticides, fongicides, herbicides.	Pesticides
Industries pétrolières, transports.	Pétrole brut et dérivé	Hydrocarbures

I-6- L'impact de la pollution des eaux sur l'environnement :

La pollution des eaux a un grand nombre d'effets : en outre elle produit des changements complexes dans les eaux réceptrices et affectes les usages ultérieurs de l'eau de différentes manières plus ou moins apparentes.

On peut distinguer trois types de désutilités, de gravité croissante : les polluants peuvent d'abord nuire à l'agrément de la vie, ils peuvent ensuite porter atteinte à la santé de l'homme, ils peuvent enfin menacer la survie même de l'espèce. (5).

I-6-1- Sur le milieu naturel :

Une eau urbaine ou industrielle peut avoir suivant la nature et concentration de ses constituants, un certain nombre d'effets sur le milieu récepteur, même après avoir subi une épuration. (Lambert, M.C ,1998).

- Les matières en suspensions résiduelles même en concentration faible sont susceptibles de réduire la transparence du milieu.

- La présence de nitrate et de phosphates et l'effet précité des matières organiques peuvent accélérer le processus naturel d'eutrophisation des milieux récepteurs fermés.

Enfin un rôle perceptible de la matière organique est la modification des équilibres physico-chimiques du milieu et notamment son interaction avec les formes métalliques par des mécanismes de réduction de précipitation... susceptibles d'accroître les effets propres de ces métaux sur l'environnement. (Lambert, M.C, 1998).

I-6-2- Sur l'homme :

Les causes des maladies à transmission hydrique sont multiples, et c'est essentiellement la pollution des eaux superficielles par les eaux usées aggravées par une pluviométrie insuffisante et irrégulière. L'homme peut être affecté par une pathologie cutanée ou par une gastro-entérite après consommation de fruits de mer, tel que : La typhoïde, le choléra grâce à une consommation de fait par une voie digestive à partir d'eau contaminée par des matières fécales, ou par des mains sales, la conjonctivite aussi est une maladie à transmission hydrique qui est liée à la pratique des bains, et aux séjours sur le sable des plages. (Lambert, M.C, 1998).

Chapitre II :

**Les maladie à transmissions
Hydrique**

Produced with ScantOPDF

Bien que l'eau constitue un facteur important dans la santé humaine et animale, son insuffisance ou son absence détermine un manque d'hygiène favorable à la survenue de maladies et d'épidémies

La dégradation de l'environnement est souvent responsable de l'apparition d'épidémies, de maladies à transmission hydrique ou alimentaire ; la typhoïde et les dysenteries, et l'hépatite virale A constituent les maladies prédominantes (10,000 cas annuels de MTH en moyenne)

La pleine image des maladies associées à l'eau est complexe pour un grand nombre de raisons. Sur la dernière décennie, l'image des problèmes de santé relatifs à l'eau est devenue de plus en plus vaste, avec l'émergence de nouvelles maladies d'infection relatives à l'eau et la réémergence de certaines déjà connues

Des données sont disponibles pour certaines maladies relatives à l'eau et l'hygiène (qui incluent la Salmonellose, le Choléra, la Shigellose), mais pour d'autres telles que la malaria, la Schistosomiase ou les infections les plus modernes telles que la légionellose ou les syndrome respiratoire aigu sévère (SARS) des analyses doivent encore être effectuées (6)

II-1-Définition des maladies hydriques :

Les maladies hydriques sont toutes les maladies causées par la consommation d'eau contaminée par des fèces animales ou humaines, qui contiennent des microorganismes pathogènes.

Les maladies hydriques se propagent par la contamination des systèmes de distribution d'eau potable par l'urine et les fèces des personnes ou animaux infectés (Cheriet M, et al, 2010)

Les maladies à transmission hydrique constituent un véritable problème de santé publique et il faut conjuguer les efforts entre les différents acteurs de la santé pour diminuer le taux de morbidité de cette maladie (Cheriet M, et al, 2010).

II-2-Les principales infections d'origine hydrique :

II-2-1- Maladies d'origine bactérienne :

*Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes :

Ce sont de véritables septicémies dues à des salmonelles : *Salmonella typhi* et *Salmonella paratyphi* A,B. et C. Elles sont caractérisées par de la fièvre, céphalées, diarrhée, douleurs abdominales, accompagnées d'un abattement extrême (le tufhos) et peuvent avoir des complications graves, parfois mortelles : hémorragies, intestinales, collapsus cardiovasculaire, atteintes hépatiques, respiratoires, neurologiques

La contamination se fait par voie digestive à partir d'eaux contaminées par des matières fécales, d'aliments avariés ou encor par des mains sales

La bactérie traverse sans la léser la barrière intestinale et se fixe dans les ganglions mésentériques. Après incubation elle se répand dans la circulation sanguine ce qui conduit à une septicémie Elle libère lors de son élimination une endotoxine qui lèse le système abdominal provoquant des ulcérations

La toxine peut être également responsable de troubles plus généraux par atteinte du système nerveux central La bactérie est retrouvée dans les selles du malade dans 50 à 80 % des cas. (Roland V, 2003)

*Gastroentérites aiguës et diarrhées :

Escherichia coli :

C'est une bactérie saprophyte du tube digestif de l'homme et des animaux qu'elle envahit dès les premières heures de la vie Elle se multiplie par milliards dans les matières fécales leur extrême abondance et leur résistance dans l'eau sont telles que ces bactéries ont été retenues comme germes - tests de contamination fécale des eaux

Bien que fort nombreuses, ces bactéries ne sont guère pathogènes : 5 à 6 % des souches seulement chez l'enfant Ce n'est que dans de très rares cas qu'elles passent dans le sang provoquant une septicémie ou des infections urinaires (Roland, 2003).

Campylobacter jejuni :

Bien qu'étant l'une des causes les plus courantes de gastroentérites, ce n'est que vers la fin des années 1970 que cette bactérie a été reconnue comme agent d'infection gastro-intestinale, son taux d'infection dans la population est estimé à 1% et plus de 2000000 de cas par an sont comptabilisés aux Etats- Unis ,il en est de même au Royaume- Uni et dans d'autres nations développées, C'est une infection sporadique apparaissant en été, le plus souvent à la suite de manipulations de nourriture mal cuite, essentiellement de produits avariés

L'impact de *Campylobacter* dans les pays en voie de développement est de plusieurs fois supérieur à celui observé dans les pays développés et donne lieu à l'apparition de porteurs sains La plupart des infections surviennent l'enfance et leur fréquence diminue avec l'âge Le risque de contamination encouru par les touristes dans les pays à risque varie de 0 à 39% (Roland v, 2003).

Yersinia enterocolitica :

De nombreuses espèces animales constituent le réservoir de cette bactérie : porc ;lapins, mulots Le lait, les crèmes glacées et les crudités (carottes râpées, salades, légumes) ont conduit à des milliers d'infections . En ce qui concerne l'eau, sa transmission est oro-fécale Elle provoque une entérocôlite souvent sanglante qui régresse au bout d'une semaine Des complications abdominales survenues laissant penser parfois à une crise d'appendicite, (Roland V, 2003).

Salmonella sp :

Il existe plusieurs centaines de salmonelles dont la classification a été modifiée de nombreuses fois et qui n'est toujours pas bien stabilisée, Leur transmission par voie hydrique est oro-fécale

L'origine des salmonelles remonte à la nuit des temps En effet, elles auraient divergé du genre *Citrobacter* après l'apparition des amphibiens et des reptiles, il y a 300 millions d'années puis la sous- espèce I se serait différenciée à l'émergence des animaux à sang chaud, il y a 200 millions d'années engendrant les fièvres typhoïdes, c'est la sous espèce *enterica* qui est responsable des affections des animaux à sang chaud Elles sont

responsables de 8.6% des diarrhées infantiles hospitalisées dont 88% chez des enfants de 1 à 5 ans. Les sérotypes *Typhi*, *paratyphi* A, B et C sont responsables des salmonelloses humaines les plus graves, parfois mortelles, D autres sous- espèces d'origines animales peuvent être responsables de gastroentérites autolimitées avec fièvre de l'ordre de 2 jours et diarrhées n'excédant pas 7 jours, De même, d'autres sous-espèces peuvent être saprophytes d'animaux à sang froid (Roland v, 2003) .

Shigella dysenteriae :

Les dysenteries bacillaires sont dues à des bactéries du genre *Shigella* et ne représentent que 0,7% des gastroentérites de patients hospitalisés, dont 80% sont des enfants de 1 à 15 ans Elles sont caractérisées par un syndrome gastro - intestinal comportant des douleurs abdominales, des expulsions de selles non fécales nombreuses (de 4 à 20 par jour) sanguinolentes et glaireuses Elles s'accompagnent d'un amaigrissement et de dégradation de l'état général.

Leur début est brutal avec élévation brutale de température accompagnée de douleurs abdominales et émission d'importantes selles aqueuses suivies, 1 à 2 jours plus tard, par des volumes moindres de matières fécales contenant beaucoup de sang et de mucus .La shigellose se traduit par l'invasion et la muqueuse superficielle avec ulcération

L'espèce *shigella dysenteriae* peut provoquer une forme particulièrement sévère de dysenterie dont la mortalité peut atteindre 20% Les autres genres ne provoquent qu'une dysenterie passagère, rarement fatale, sauf pour les personnes âgées et les enfants dénutris

L'examen des selles est indispensable pour faire la distinction entre dysenterie bacillaire et dysenterie à protozoaires

L'affection cède à l'antibiothérapie ce qui permet d'éviter des complications comme arthrites ou phlébites ou encore l'apparition de formes hyper toxiques, de type choléra, à mortalité parfois élevée (Roland v. 2003)

Aeromonas :

Bien que le genre *Aeromonas* soit peu cité pour ce qui concerne son association avec les gastroentérites, il n'en demeure pas moins qu'il serait responsable en troisième, voire seconde, position des gastroentérites des mois d'été aux Etats- Unis

Dans sa forme légère la gastroentérite provoquée par les *Aeromonas* se présente comme une diarrhée aqueuse, très semblable à celle causée par de nombreux autres entéropathogènes et ce n'est que très rarement qu'elle présente un caractère cholériforme (Roland y. 2003)

II-2-2- Maladies attribués à l'eau d'origine chimique :

Certaines substances comme les métaux lourds ne sont pas éliminées par l'organisme. Elles s'y accumulent, et leur ingestion prolongée peut être de maladies graves, même si leur teneur dans l'eau est très faible ingérée en grande quantité, lors d'une pollution accidentelle, ces mêmes substances sont rapidement toxiques. (6)

*Plomb :

Le plomb passe rapidement dans le sang et va perturber de nombreux mécanismes biochimiques, touchant principalement le système nerveux mais aussi d'autres fonctions, comme la reproduction. Les enfants exposés de manière prolongée à de faibles doses de plomb peut ainsi développer un saturnisme, une maladie caractérisée par divers troubles.

Pouvant être irréversibles : ceux-ci concernent la croissance, le développement du système nerveux central, le développement intellectuel et le comportement. . (6)

A plus fortes, le plomb peut même induire chez les adultes, et aussi bien chez les hommes que chez les femmes, des troubles de la reproduction, des insuffisances rénales, ou des encéphalopathies. Il peut également se fixer sur les os ou il ne sera pas gênant tant qu'il ne sera pas renvoyé dans le sang ; or cela peut se produire en particulier chez les femmes enceintes - entraînant une exposition du fœtus, et chez les personnes âgées- qui se retrouvent empoisonnées de manière brutale. . (6)

*Nitrate :

Au-delà d'un certain seuil de concentration, les nitrates peuvent engendrer, chez les enfants et surtout les nourrissons très sensibles à une absorption trop importante, un empoisonnement du sang appelé une méthémoglobinémie ou encore maladie bleue. Les nitrates ne sont pas nocifs en soit pour la santé. Mais sous l'action d'une bactérie présente dans le corps humain, ils se transforment en nitrites - qui eux oxydent l'hémoglobine du sang qui ne peut plus fixer l'oxygène et perturbe la respiration cellulaire. . (6)

Même à faible concentration, ils peuvent également engendrer à long terme des cancers chez les adultes lorsqu'ils sont associés à certains pesticides avec lesquels ils forment des composés cancérigènes. Le risque demeure difficile à évaluer et les normes actuelles, qui fixent les seuils de concentration des nitrates à 50 mg/l représentent une application raisonnable du principe de précaution. . (6)

*Pesticides

La difficulté avec les pesticides est qu'ils forment une famille très nombreuse : plusieurs centaines de molécules très diverses sont en effet utilisées. En outre, dans la nature, ces molécules se dégradent et en génèrent d'autres. Les toxicités de ces substances, pesticides et produits de dégradation, diffèrent et sont mal connues pour la plupart, l'incertitude portant sur les effets à long terme de doses infimes répétées. Certains sont cancérigènes comme l'afrazine (voir le tableau V). (6)

Tableau V : les maladies à transmission hydriques et leurs germes pathogènes (6).

Maladies bactériennes	
Maladies	Bactéries pathogènes
cholera	<i>Vibrio cholera</i>
Dysenteries	<i>Shigelle dysenteriae</i>
Fièvre typhoïde	<i>Salmonella typhi</i>
Fièvre paratyphoïde	<i>Salmonella paratyphi</i>
Diarrhée infantile	<i>Escherichia coli</i>
Maladies virales	
Maladies	Virus
poliomyélite	Poliovirus
Hépatite infectieuse	Virus hépatite non classé type A
Méningite, diarrhée, fièvre	Echovirus
Vomissement, diarrhée infantile	Rotavirus
Maladies parasitaires	
Maladies	Parasites
Amibiase	<i>Entamoeba histolytica</i> (protozoaire)

Balantidiose	Balantidium coli
Cryptosporidiose	Cryptosporidium parvum
Dracunculose	Dracunculus medinensis (Helminthe)
Fasciolose	Fasciola hepatica
Toxoplasmose	Toxoplasma gondi

II-3-Autres maladies hydriques :

Tableau VI : Autres maladies hydriques. (Boubidi W et al. 2007).

Type de maladie	Maladie	Agent causal
Virale	Poliomyélite	Virus de la poliomyélite
	Méningite	Virus de coxsackie A
	Myocardite	Virus de coxsackie
	Hépatite infectieuse	Virus de l'hépatite A, E
	Gastro-entérite	Rotavirus-Calicivirus-Virus de Norwalk-Astrovirus-Coronavirus like
Parasitaire	Amibiase	Amibe
	Paludisme	Plasmodium
	Gastro-entérite	Giardia lamblia-Giardia intestinalis-plasmodium
Fongique	Condidose	Candida albicans

Partie pratique

Produced With ScantOPDF

Matériel et méthodes

Produced with ScantOPDF

Description de la zone :**I-1-situation géographique de la région de Guelma**

La wilaya de Guelma s'étend sur une superficie de 3 .686,84Km² elle se situe au Nord-est de l'Algérie, à 60 km environ de la méditerranée, à 600 Km à l'est d'Alger elle occupe une position médiane entre le Nord du pays, les hauts plateaux et le Sud.

Elle est limitrophe aux wilayas de : Annaba au Nord, El Taref au Nord-est, Souk- Ahras au Sud-est, Oum el Bouaghi au Sud, Constantine à l'Ouest, Skikda au Nord- Ouest. (Zouaidia H 2006).

I-2- Description du site « Barrage Bouhamdane » :

Le barrage Hammam Debagh, est situé dans la wilaya de Guelma à 25 Km à l'ouest du chef lieu sur la RW N° 27, il dépend administrativement de la Daira de Hammam Debagh et de la commune de Bouhamdane, occupant une superficie totale de 700 hectares il est alimenté principalement par l'Oued Bouhamdane, est destiné à l'irrigation du périmètre de Guelma-Boucheougouf (dont la superficie s'étend sur 13000ha) et à plus long terme à l'alimentation en eau de la ville de Guelma. Et les principales caractéristiques du barrage Bouhamdane ce présenté dans le tableau VII (8)

Ses coordonnées géographiques sont : Latitude : 36°, 27' N

Longitude : 7°, 14' E

Elévation : 418,31 m

Altitude : 360 m

Tableau VII : Les principales caractéristiques du barrage Bouhamdane (8)

Affluents	Barrage Bouhamdane
Longueur en crête	430m
Largeur en crête	9m
Largeur à la base	516m
Volume de la digue	6.500.000m ³
Niveau maximal	372,50
Niveau de retenue normale	360
Niveau au volume mort	315
Capacité utile	200 hm ³
Excavations	1.700.000 m ³
Coffrages	130.000 m ³
Remblais	6.500.000 m ³
Aciers	6.000 T
Béton	198.000 m ³
Forages et injections	139.000 ml

I-3- description des sources de la région de Guelma :

III-3-1 Source de Ras- Elma (Bouhachana) :

Elle se trouve dans la commune de Bouhachana au Sud-est de wilaya de Guelma et à distance de 28Km cette source est située dans une région montagneuse .Elle est exploitée pour tout type de consommation humaine cette source donnant un débit exploité actuellement de

186 ml/min (Fig.01)(8)

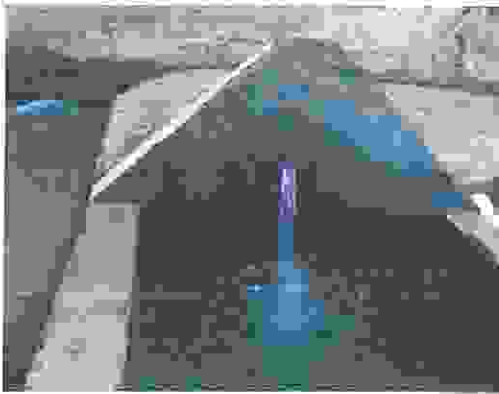


Fig. 01 : Source de Ras-Elma

III-3-2 Source de Laghbal (Bendjerrah) :

Elle se trouve dans la commune de bendjerrah au Sud de wilaya de Guelma et à distance de 31Km cette source est située près de l'usine de briqueterie. Elle est exploitée pour tout type de consommation humaine cette source donnant un débit exploité actuellement de

151 ml/min. (Fig. 02) (8)

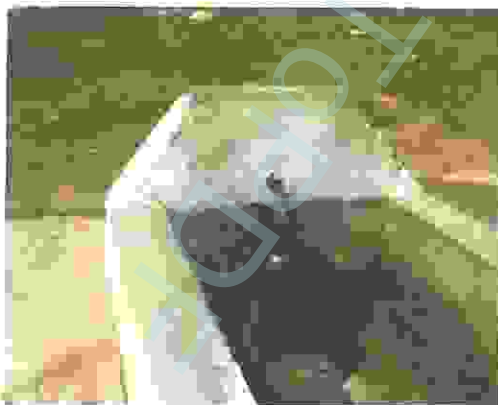


Fig. 02 : Source de Laghbal

I-4-Analyse Bactériologique et Physico-chimique :

I-4-1- Type et période de l'étude :

Ce travail est une étude transversale du barrage de Hammam Debagh sur la question de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau traitée du barrage et l'eau de sources et ceci dans le but d'une contribution à la connaissance de leurs états de qualité. Elle est réalisée sur une période allant du mois de Mars 2012 au mois d'Avril 2012.

I-4-2- Echantillonnage :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté l'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau, il convient que le prélèvement ait une connaissance précise des conditions du prélèvement et de son importance pour la qualité des résultats. (Kahlouche et al. 2010).

Dans le cadre de notre étude nous avons effectué au total 4 prélèvements, tous ces prélèvements ont été réalisés dans 4 points, dans le but d'une étude comparative de la qualité physico chimique et bactériologique entre l'eau potable et l'eau des sources de la ville de Guelma.

1) l'eau potable (l'eau traitée du barrage de Hammam Debagh) qui alimente la ville de Guelma et ces environs. Dans cette raison on a choisit 2 sites différents du réseau de la distribution de la région de Guelma qui sont :

- cité 19 juin
- cité champs manœuvre

2) l'eau de source de notre wilaya qui a-t- été choisies-en raison de leurs localisations (zone montagneuse et zone industrielle) est :

- source Ras- Elma.(Bouhachana)
- source Laghbal(Bendjarrah.)

Chacun de ces points a fait l'objet de 8 prélèvements, chaque mois (4 pour la physico-chimique) est (4 pour l'analyse bactériologique) pendant toute la durée notre travail.

I-4-3- Prélèvement des échantillons :

Un examen bactériologique ne peut être valablement interprété que s'il est effectuée sur un échantillon correctement prélevé, dans un récipient stérilisé, selon un mode opératoire précis évitant toute contamination accidentelle, correctement transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes. (Kahlouche et al. 2010).

I-4-3-1- Matériel de l'échantillonnage :

Pour effectuer chaque prélèvement, il est préférable d'utiliser des flacons en verre de 250 ml. Les flacons destinés aux prélèvements bénéficieront d'un nettoyage au détergent et à l'eau de javel puis sont rincés avec de l'eau du robinet et à la fin avec de l'eau distillée. Une fois les flacons nettoyés, ils subiront une stérilisation (afin d'éviter tout risque de contamination), (Kahlouche et al. 2010).

I-4-3-2- Mode de prélèvement :

L'échantillonnage consiste à prélever l'eau à analyser, des points étudiés en respectant certaines règles et consignes, dans le but d'obtenir de bons résultats à la fin. Le prélèvement commence après avoir effectué un choix des sources, les flacons stériles sont maintenus sous la conduite de la source directement, en ouvrant le bouchon sous le flux d'eau. Remplir le flacon en laissant un certain vide d'air, afin de permettre un mélange en agitant le flacon.

Après chaque prélèvement, l'étiquetage est primordial pour éviter tout risque de confusion, sur chaque étiquette doivent être mentionnés l'heure et la date du prélèvement. Pour assurer une bonne conservation des échantillons, il faut les transporter dans une glacière contenant des poches de glace ; afin d'éviter la destruction de l'échantillon.

Supérieures à 1 micron de diamètre se décantent naturellement (Kettab, 1992).

I-5- Etude bactériologique :

Les analyses bactériologiques de l'eau ont pour but de mettre en évidence la présence de bactéries qui modifient l'aptitude d'une eau à une utilisation donnée. Ces modifications sont souvent complexes et les variations d'aptitudes peuvent être simultanément favorables ou défavorables, selon l'utilisation envisagée.

Toute analyse bactériologique ne peut donc être effectuée et interprétée correctement qu'en fonction de l'utilisation envisagée de l'eau.

I-5-1-Méthode d'analyse bactériologique :

Nous avons utilisé pour cela 4 milieux de culture qui permettent le développement de groupes microbiens caractéristiques.

- ◆ Gélose nutritive
- ◆ Gélose Mac Conkey
- ◆Gélose Chapman
- ◆ Gélose Hektoen

I-5-1-1 Recherche et identification de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) :

La FMAT est un indicateur d'hygiène important. En effet, elle permet d'évaluer le nombre d'UFC (Unité Formant Colonie) présente dans un produit au sur une surface. Ce dénombrement se fait à 30°C ce qui permet de dénombrer :

-La flore mésophile Totale : optimale de croissance entre 20°C et 40°C. (Labres et al, 2008)

-Principe :

Il s'agit d'une technique de numération de micro-organisme après incorporation de volumes déterminés d'échantillon ou de ses dilutions dans un milieu gélose. Le but de cette analyse c'est pour voir la charge microbienne de notre eau (eau traitée et l'eau de source), on doit incubé les boîtes à 22 °C et à 37°C(ISO6222)

-la série 1 : à 22 °C pour assurer le développement de tous les germes (Bactéries, Champignons, Levures...)

- la série2 : à 37°C pour assurer le développement des Bactéries susceptible de provoquer une contamination à l'être humain.

Mode opératoire :

À partir des quatre échantillons à analyser, et qui sont considérés comme des solutions mères ; porter aseptiquement 4 gouttes de chaque échantillon dans des boîtes de Pétris étiquetés au préalable.

Compléter ensuite avec 4 ml de l'hauteur de gélose, TGEA, fondue et maintenue à 37°C. Incorporer à la fin l'eau des échantillons avec la gélose, en effectuant des mouvements circulaires de va et vient en forme de 8.

Laisser solidifier sur la paillasse puis incubé à deux températures, à 22°C et 37°C. Pendant 4 jours. (ISO6222)

-Lecture :

Les colonies apparaissent sous formes lenticulaires poussant en masse.

Transparente ou opaque.

-On dénombre les colonies, chaque colonies et relatif à UFC et chaque UFC est réciproque un nombre de germe /ml.

I-5-1-2- Recherche et dénombrement des germes témoins de contamination fécale :

I-5-1-2-1 Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux :

La recherche et le dénombrement des coliformes ; notamment les coliformes fécaux a été effectuée par la méthode du nombre le plus probable (NPP) cette recherche est dénommé la Colimétrie.

La technique du NPP fait appel à la méthode de fermentation multitubes, au cours de laquelle au moins trois inoculum (10ml-1ml-0,1ml) dans des tubes de bouillon de culture et incubées à une température de 37°C pendant 36h à 48 h.

-Mode opératoire :

Cette recherche se caractérise par deux phases successives :

*Test présomptif: pour la recherche des coliformes totaux (C.T).

*Test confirmatif: pour la recherche des coliformes thermo-tolérants et d'*Escherichia coli*. C'est les coliformes fécaux(C.F) (Chaouch, 2007, Labres et al. 2008).

a- Test présomptif :

Il est effectué en utilisant de BCPL, dont chaque tube contient une cloche appelée cloche de Durham, afin de déceler le dégagement de gaz dans le milieu.

-Lecture :

Les tubes présentant un aspect trouble de couleur Jaune (ce qui signifie la fermentation du lactose présent dans le milieu) et du Gaz dans la cloche (supérieur à un 1/10de la hauteur de la cloche), sont considérés comme positifs dit pouvant contenir des Coliformes totaux.

b- Test confirmatif :

Le test de confirmation consiste à déceler la présence des coliformes thermo-tolérants, parmi lesquels on y trouve *Escherichia coli*.

* A partir des tubes de BCPL trouvés positifs, lors du dénombrement des coliformes, effectuer un repiquage sur milieu Eau Peptonée Exempte d'Indoles à l'aide d'une anse bouclée.

* L'incubation se fait à 44°C pendant 24h à 36 heures.

-Lecture :

Dans les tubes montrant un trouble, ajouter quelques gouttes de Kowachs.une réaction considérée positive correspond à la formation d'anneau rouge à la surface des tubes indiquent la présence d'indole.

-Noter le nombre des tubes (+) dans chaque série et se reporter au tableau de NPP pour obtenir le nombre de germes.

I-5-1-2-2- Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux :

Cette méthode de référence, consiste en la recherche et le dénombrement des entérocoques intestinaux ou streptocoques du groupe D de la classification de Lancefield, autrement appelés streptocoques fécaux des eaux.

-Mode opératoire :

Les streptocoques fécaux dans les eaux sont dénombrés en milieu liquide à l'aide de deux bouillons de culture (milieu Rothe et le milieu Eva-Litsky).

Dont cette méthode fait appel à deux tests successifs

* Test présomptif réservé à la recherche présomptive des streptocoques fécaux.

* Test confirmatif réservé à la confirmation réelle de la présence des streptocoques du groupe D. (Chaouch, 2007).

a- Test présomptif :

A partir de l'eau à analyser, l'eau de robinet et l'eau de source, porté aseptiquement :

* 1ml dans des tubes contenant 9 ml de Rothe muni d'une cloche de Durham, dont ces tubes.

* Inoculer 1ml dans toutes les séries.

* Une fois tous les tubes de Rothe sont inoculés, chasser l'air présent dans les cloches de Durham.

-Lecture :

Les tubes présentant un trouble microbien lors de la période d'incubation seront susceptibles de contenir des streptocoques fécaux, doivent subir un test confirmatif

b- Test confirmatif :

Les tubes de Rothe trouvés positifs subiront un repiquage sur le milieu l'éthyle violet et acide de sodium (Eva-Litsky) à l'aide d'une anse bouclée.

S'assurer de bien mélanger le milieu avec l'inoculum, dont l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

-Lecture :

-Considérés comme positifs les tubes qui représentent un trouble due au développement bactérien, avec ou sans dépôt violet.

-Noter le nombre des tubes (+) dans chaque série et se reporter au tableau de NPP pour obtenir le nombre de germe.

I-5-1-3- Recherche et dénombrement des spores de bactéries anaérobie sulfito-réductrices (ASR) :

Les spores des bactéries sulfito-réductrices (ASR) se présentent sous forme de bactéries Gram positif, qui en se développant en 24 à 48 heures à 37°C, en gélose profonde viande foie (VF) ; donnant des colonies typiques de couleur blanche entourées d'une auréole noire.

Celle-ci témoigne de la réduction du Sulfite de sodium ($\text{Na}_2 \text{SO}_3$) qui est déjà existant dans le milieu ; en sulfure qui en présence du Fe^{+2} donne FeS (sulfure de fer) de couleur noire.

(Pechère, 1982, Labres et al. 2008).

Ce résultat constitue un indice de contamination ancienne. (Rejsek, 2002).

-Mode opératoire :

* Dont ils subiront un chauffage de l'ordre de 75°C pendant 15 minutes ; dans le but de détruire la flore végétative des bactéries sulfito-réductrices présentes.

* Une fois le chauffage terminé, refroidir les tubes sous l'eau du robinet.

* Remplir les tubes avec environ 18 à 20 ml de gélose Viande foie; fondue et refroidie à 45°C ; additionnée de leurs additifs spécifiques.

* Bien homogénéiser le milieu avec l'inoculum, tout en évitant d'introduire des bulles d'air et de l'oxygène.

* Laisser les tubes se solidifier sur la paillasse pendant une demi-heure, puis incuber à 37°C durant 24 à 48 heures.

-Lecture :

Dénombrer toutes colonies blanches entourées d'un halo noir de 0,5 mm de diamètre, et rapporter le nombre total des colonies dans les quatre tubes à 20 ml d'eau à analyser.

(Labres et al, 2008).

I-5-1-4- Recherche bactérienne et identification des germes pathogènes :

I-5-1-4-1- Méthode d'ensemencement sur gélose :

* Les géloses employées sont: Mac -Conkey, Chapman et Gélose nutritive (GN).

* L'ensemencement se fait par des stries sur boîtes de Pétri est pratiqué le plus souvent dans un but d'isolement. L'inoculum est prélevé directement à partir de l'eau à analyser est déposé sur un point périphérique de la gélose puis disséminé par stries sur toute la surface.

* Les boîtes sont étiquetées ; puis incubées à 37°C pendant 24 à 48 heures.

I-5-1-4-2- Isolement et purification des souches :

Sur les géloses Mac-Conkey, Chapman et Gélose nutritive ; qui sont mises en culture choisir les colonies suspectes ou désirées et les repiqué dans des nouvelles boîtes gélosés afin de vérifier la pureté des souches. Ces milieux gélosés sont ensemencés par stries et incubés à 37°C pendant 24 heures.

I-5-1-5- Recherche des germes pathogènes :

I-5-1-5-1- Recherche de Staphylocoques dans les eaux :

Les *staphylocoques* sont des bactéries qui se représentent sous forme de cocci à Gram positive, sphériques, isolées ou regroupées formant ainsi des grappes de raisin, possédant l'enzyme catalase et la coagulase.

Ils sont capables de se développer en 24 à 48 heures à 37°C sur un milieu sélectif Chapman au mannitol. (Pechère et al, 1982), (Pilet, 1987),(Labres et al, 2008)

-Identification morphologique et biochimique :

Une identification morphologique et biochimique est basée essentiellement sur:

- * Etat frais (bacilles, mobilité).
- * Test Catalase (+).
- * Coloration de Gram (Cocci Gram positifs).

I-5-1-5-2- Recherche des vibrions cholériques :

Les *vibrionaceae*, sont des bactéries qui se présentent sous forme de bacilles Gram négatifs droits ou incurvés (BGN) ; très mobiles une oxydase positif, aéro-anaérobies facultatifs, fermentent le glucose sans production de gaz ni d'H₂S, hautement pathogène. (Pechère et al, 1982),(Pilet, 1987),(Labres et al, 2008)

-Mode opératoire :*** Etape 1**

L'enrichissement primaire s'effectue sur le milieu Eau Peptonée Alcaline (EPA), contenu dans des tubes de 9 ml; auquel 5 ml d'eau à analyser

Sans oublier d'étiqueter les tubes (P₁, S₁, P₂et S₂).

Les tubes seront ensuite incubés à 37°C pendant 24 heures.

*** Etape2**

Une fois les boîtes de Pétris sont coulées ; avec de la gélose GNAB, s'assurer aussi de l'étiquetage des boîtes.

Les tubes incubés qui représentent l'enrichissement, feront l'objet d'un isolement sur milieu gélosé GNAB, dont le prélèvement sera effectué à partir de la surface du milieu (EPA).

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

*** Etape 3**

Après incubation ; la boîte de gélose GNAB subira une lecture en tenant compte du fait que les Vibrions se présentent le plus souvent sous forme de grosses colonies lisses, transparentes et très caractéristiques.

-Identification morphologique et biochimique :

Une identification morphologique et biochimique est basée essentiellement sur:

- * Etat frais (bacilles, mobilité).
- * Test Oxydase (+).
- * Coloration de Gram (bacilles Gram négatifs).

I- 5-1-5-3- Recherche des Salmonelles :

Les Salmonelles sont des bactéries entériques en forme de bâtonnets, anaérobies facultatives, Gram négatif, mobiles pour la plupart avec des flagelles

Se développent à une température de 37°C pendant 24 à 48 heures sur milieu Hektoen , formant ainsi de petites colonies lisses à contours réguliers, pigmentées en vert ou en bleu vert à centre noir.

Les Salmonelles se divisent en deux grands groupes les mineures et les majeures qui sont hautement pathogènes. (Pechère et al, 1982),(Pilet, 1987),(Labres et al, 2008)

-Mode opératoire :

*** Etape 1**

Effectuer un enrichissement dans des deux tubes contenant 9 ml du milieu SFB. Ajouter 1 ml d'eau à analyser. Et incuber à 37°C pendant 24 heures.

*** Etape2**

L'ensemencement se fait par des stries avec une anse de platine après avoir coulé la gélose (Hektoen) dans les boîtes de Pétris. Incuber à 37°C pendant 24 heures.

*** Etape 3**

Après l'incubation, une lecture s'effectuera sur les boites contenant la gélose Hektoen sachant que les Salmonelles se présentent sous forme de colonies moyennes de couleur vertes généralement, à centre noir.

-Identification morphologique et biochimique :

Une identification morphologique et biochimique est basée essentiellement sur

* Etat frais (bacilles, mobilité).

* Test Oxydase (+).

* Coloration de Gram (bacilles Gram négatifs).

I-5-1-5-4-Recherche des *salmonella* et *Schigella* sur le milieu SS :

La gélose SS est un milieu solide, plus sélectif pour l'isolement des *Salmonella- Schigella* et qui contient un indicateur d'H₂S. Toutes les entérobactéries cultivent, le cristal violet inhibe totalement la croissance des Bactéries à Gram positif partiellement celle de nombreux Coliformes. (Dégrément. 1998)

-Mode opération :

A partir des quatre échantillons à analyser on ajoute 4 gouttes de chaque échantillon dans des boîtes de Pétris de SS et étiquetés au préalable. Puis, incuber à 37°C pendant 48 heures.

Isolement :

A partir des tubes enrichissements positifs, on ensemence la gélose SS et incubé à 36°C pendant 24 à 48 heures.

Lecture :

Sur la gélose SS, on distingue deux types de colonies :

- Colonies rouge : Coliformes
- Colonies incolores ou transparentes : *Shigella*.

Identification :

Les colonies suspectes sur gélose d'isolement sont repiquées sur milieu TSI par stries longitudinales sur la pente et piqure du culot, incubation 37°C pendant 24h.

Le culot doit être jaune, fermentation de la gélose, la pente reste rouge, pas de fermentation, L'apparition de bulles dans le culot indique la production de gaz à partir du glucose. La recherche de l'oxydase doit être négative, réaliser une coloration de Gram. (Dégrément. 1998)

Identification biochimique de *salmonella* et *Schigella* :

Elle réalisée par la galerie biochimique " Api 20E"

Milieu	Tests	<i>salmonella</i>	<i>Schigella</i>
TSI	Glucose	+	+
	Lactose	-	-
	H ₂ S	+ (<i>sauf S.typhi</i>)	-
	Gaz	+ (<i>sauf S.paratyphi</i>)	-

I-5-1-6- Identification :**I-5-1-6-1- Examen microscopique après coloration de Gram :**

La coloration de Gram est qualifiée de coloration différentielle car elle permet dès le début de l'examen bactériologique, de cataloguer les bactéries en deux groupes distincts basés sur des propriétés de coloration : les Gram-positifs et les Gram-négatifs.

Elle comprend les étapes suivantes:

1. Préparer le frottis ; s'il s'agit d'une culture en milieu liquide, une goutte de bouillon sera prélevée à l'aide d'une pipette Pasteur, déposée sur une lame, et étalée soigneusement. Et s'il s'agit d'une culture en milieu solide, une colonie bien isolée sera prélevée et mise en suspension dans une goutte d'eau distillée et stérile.

2. Après fixation des bactéries par passage de la lame dans la flamme du bec Bunsen ou à l'éthanol à 96°. La lame est recouverte d'un premier colorant, le violet de gentiane laisser agir pendant 1 minute et laver à l'eau.

3. La lame est ensuite traitée au lugol en solution qui sert de mordant, Laisser agir pendant 1 minute puis laver avec de l'eau.

4. Décolorer à l'alcool 95°, la durée de décoloration doit être adaptée à l'épaisseur du frottis.

5. Rincer à l'eau courante et recouvrir la lame de la solution Fuchisine diluée; laisser agir quelques secondes.

6. Rejeter la Fuchisine en lavant abondamment à l'eau, égouttée, sécher entre deux feuilles de papier buvard très propres. (Dégrément, 1998).

-Résultat Les bactéries Gram positif sont colorées en violet, et les bactéries Gram sont colorées en rose. (Carbonnelle, 1988), (Boukrouma, 2008).

I-5-1-6-2- Identification biochimique :

•Milieu de TSI (Triple, Sagar, Iron) :

-principe :

Se milieu est utilisé dans l'identification des entérobactéries, il permet en évidence la dégradation du glucose et du lactose / ou saccharose ainsi que la production d'hydrogène sulfure et la production du Gaz (Boukrouma, 2008).

Si les Bactéries utilisent le glucose, le culot se colore en jaune, alors que si elles utilisent le saccharose et le lactose c'est la pente qui se colore en jaune. La production du gaz se traduit par la formation de bulle de gaz ou soulagement de gélose alors que la production d'H₂S se traduit par un noircissement du milieu. (Boukrouma, 2008).

-Technique :

Ensemencer la surface par des stries puis le culot par piqure centrale, ne pas viser bouchon de flacon à permettre l'aération du milieu.

Incubation pendant 24 à 48 heures dans l'étuve à 37°C. (Boukrouma, 2008).

-Lecture :

-Changement de la couleur du milieu du rouge en jaune (la pente et le culot) donc fermentation du glucose, lactose et saccharose

-Production de Gaz : bulle dans la masse du milieu ou encore les parois ou proche gazeuse décollant le culot.

-Noircissement du milieu donc H₂S positif.

• **Mise en évidence d'une catalase:**

C'est une enzyme qui décompose l'eau oxygénée en eau et en oxygène gazeux. La méthode consiste à prélever une colonie du germe à étudier sur l'extrémité d'une pipette Pasteur fermée que l'on plonge ensuite dans un millilitre d'eau oxygénée ; le dégagement de bulles gazeuses signe la présence de l'enzyme. (Carbannelle, 1988).

• **Recherche de l'oxydase:**

Le terme d'oxydase désigne une enzyme recherchée en bactériologie systématique. La présence d'oxydase serait liée à celle dans la chaîne respiratoire du complexe enzymatique IV : cytochrome-oxydase. (Carbannelle, 1988), (10).

La recherche de l'oxydase s'effectue avec des disques prêts à l'emploi du commerce. Déposer le disque sur une lame porte-objet, l'humidifier avec deux gouttes d'eau distillée stérile et écraser la colonie testée sur un disque ; la présence d'une oxydase se traduit par l'apparition d'une coloration violette. (Carbannelle, 1988).

• **Mode opératoire de l'API 20 E:**

* La galerie API 20 E est un système pour l'identification des *Enterobacteriaceae* et autres bacilles Gram (-), utilisant 20 tests biochimiques standardisés et miniaturisés, ainsi qu'une base de données.

* La galerie API 20 E comporte 20 micro-tubes contenant des substrats sous formes déshydratées. Les tests sont inoculés avec une suspension bactérienne. Les réactions produites pendant la période d'incubation se traduisent par des virages colorés spontanés ou révélés par l'addition de réactifs, la lecture de ces réactions se fait selon le profil numérique à l'aide du catalogue analytique API 20 E.

* L'opération s'effectue selon les étapes suivantes

- Réunir le fond et couvercle d'une boîte d'incubation et répartir environ 5 ml d'eau distillée dans les alvéoles pour créer une atmosphère humide.
- Remplir tubes et cupules des tests, ICITI, I VPI, IGELI, avec la suspension bactérienne.
- Remplir uniquement les tubes (et non les cupules) des autres tests.
- Créer une anaérobiose dans les tests : ADH, LDC, ODC, URE, H₂S en remplissant leurs cupules avec l'huile de paraffine.

- Refermer la boîte d'incubation, coder et placer à 37°C pendant 18 à 24 heures.

* Pour les résultats, noter sur la fiche de résultats toutes les réactions spontanées.

* Si le glucose est positif et/ ou si 3 tests ou plus sont positifs, révéler les tests nécessitant l'addition de réactifs

- Test VP : ajouter une goutte les réactifs VP1 et VP2, attendre au minimum 5 minutes. Une couleur rose franche ou rouge indique une réaction positive

Test TDA: ajouter une goutte du réactif TDA. Une couleur marron foncée indique une réaction positive.

- Test IND: ajouter une goutte du réactif Kowacks, un anneau rouge obtenue en 2 minutes indique une réaction positive.

* Avec le tableau d'identification comparer les résultats, afficher sur la fiche des résultats avec celle du tableau, chaque cellule de ce tableau contient le pourcentage de positivité. Avec le catalogue analytique, les tests sont regroupés en groupe de 3 et en valeur (1 ou 2 ou 4) est positive suivant l'ordre de l'emplacement de la cupule dans le groupe ; ensuite on obtient un nombre de 7 chiffres qui sert de code d'identification avec un logiciel d'identification. (11)

6-Etude physico-chimique :

I-6-1-Méthodes d'analyse physico-chimique :

Dans le but de l'obtention d'une eau potable et d'eau des sources de bonne qualité selon les normes internationales, une série de traitement physico-chimique a été effectuée au niveau du laboratoire de la station de traitement de Hammam Debagh.

I-6-1-1-Paramètres physiques :

Les paramètres physiques étudiés sont : le pH, la température, la turbidité et la conductivité.

*Mesure du potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH caractérise l'acidité ou la basicité d'une solution aqueuse ($\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$).

Sa valeur, le plus souvent mesurée à l'aide d'un pH mètre ou de "papier pH", Ce paramètre permet de connaître l'acidité, la basicité ou la neutralité de l'eau. Il varie légèrement selon la température. (12)

Dans chaque milieu naturel les eaux ont une valeur de pH propre e fonction du sous-sol de leur bassin versant (voir l'annexe tableau. III).

Mode opératoire :

- Rincer l'électrode avec l'eau distillée
- Dans un récipient contenant l'eau à analysée on fait immerger l'électrode
- Faire la lecture après la stabilisation de la valeur sur l'appareil du pH-mètre.

*Mesure de la température (T°) :

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 du gaz, et dans la détermination du pH pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges.

*Mesure de la turbidité (Turb) :

La turbidité traduit la présence des particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...). Une turbidité forte peut permettre à des

microorganismes de se fixer sur des particules en suspension. La turbidité est mesurée à l'aide d'un turbidimètre (Hach 2100 N).

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau (Voir l'annexe tableau. IV).

Mode opératoire :

- Remplir la cuve avec de l'eau à analyser
- Sur le turbidimètre appuyer sur le bouton "enter"
- Faire la lecture de la première valeur apparaître

***Mesure de la conductivité électrique (Cond) :**

La conductivité est également l'un des moyens de valider les analyses physico-chimique de l'eau, elle mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes.

La conductivité est mesurée en $\mu\text{S}/\text{cm}$ par la conductimètre à électrode (WTW.LFa97): La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement.

La mesure de la conductivité permet de connaître la proportion de sels sous forme d'ions dissous. La conductivité est également fonction de la température de l'eau : elle est plus importante lorsque la température augmente. (12)

Mode opératoire :

- Rincer l'électrode de la conductivimètre avec de l'eau distillée.
- Immerger complètement l'électrode dans un récipient contenant de l'eau à analyser.
- Agiter le liquide par le barreau magnétique
- Introduire le thermomètre aussi près que possible de l'électrode.

La température du liquide ne devra en aucun cas varier pendant la mesure (20°C). (12)

I-6-1-2-Paramètres chimiques :

Les paramètres chimiques qui entre dans l'analyse de l'eau au niveau du laboratoire de la station de traitement des eaux sont : le dosage du : calcium, magnésium, nitrate, nitrite et l'ammonium, la détermination du fer, du chlorure, des matières organiques et matières en suspension qui présentent les principaux paramètres dans l'analyse chimique de l'eau et que nous avons choisi d'étudier notre travail. De plus ; la détermination du sulfite, des résidus.

Résultats et Discussion

Produced with ScantOPDF

La qualité naturelle des eaux souterraines peut être altérée par l'activité humaine .la détérioration de la qualité physico-chimique et bactériologique .dans le cas d'une détérioration jugée important, l'eau ne sera plus considérée comme potable pour la consommation humaine. Elle pourra être telle quelle utilisée à d'autres fins (irrigation) ou devra subir un traitement approprié pour retrouver sa potabilité .l'eau des nappes n'est donc pas complète dans toute les nappes et vis -à -vis de certaine substance.(Carbonelle D. et al,1988)

II-1-Analyse bactériologique :

L'analyse bactériologique permet de mettre en évidence la pollution fécale de l'eau .Elle représente également un bon moyen pour contrôler l'efficacité des mesures de protection ou de traitement .Elle doit être utilisée comme un outil complémentaire de l'enquête sanitaire .Les organismes pathogènes ont pour origine de la pollution fécale de l'eau .Ils sont très nombreux et très variés et ne peuvent donc pas faire l'objet d'une recherche spécifique .de plus leur identification est très difficiles voire impossible dans le cas des Virus .Enfin leur durée de vie peut être très courte

Pour ces différentes raisons, il est préférable de recherche des germes qui sont toujours présents en grand nombre dans les matières fécales des hommes et des animaux à Song chaud ; qui se maintiennent plus facilement dans le milieu extérieur et qui sont clairement identifier. .(Carbonelle D. et al,1988)

II-2-Résultats des dénombrements des germes de l'eau :

II-2-1-Les germes totaux :

-Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT) :

Tableau. VIII : Dénombrement des germes totaux.

	Eau traitée		Eau de source	
	P ₁	P ₂	S ₁	S ₂
Mars	55	/	70	/
Avril	/	75	/	50

*UFC : Unité formant colonie.

La flore mésophile totale qui a été dénombrer au niveau de l'eau traitée (p₁, p₂) et l'eau des sources d'études (S₁, S₂) dans les deux mois mars et avril ; le nombre de germes totaux est considéré comme normale, on peut en déduire que l'eau est de qualité microbiologique satisfaisante concernant les germes totaux puisqu'il ne dépasse pas la limite, des normes Algériennes des eaux à consommer.

II-2-2-Les Coliformes totaux

Test présomptif



Fig.03: Recherche des Coliformes totaux

Les tubes (+) aspect trouble de couleur Jaune (ce qui signifie la fermentation du lactose présent dans le milieu) et du Gaz dans la cloche sont considérés comme positifs dit pouvant contenir des Coliformes totaux.

Tableau. I X : Dénombrement des Coliformes totaux

	Eau traitée		Eau de source	
	P ₁	P ₂	S ₁	S ₂
Mars	0	/	15	/
Avril	/	1400	/	2

*Les résultats sont exprimés par CT/ml

En ce qui concerne l'eau traité (p1) les concentrations des coliforme totaux est nulle ce qui peu être expliqué par un bon traitement au niveau de station par contre dans (p2) est très élevé 1400(CT/ml) peu être expliqué un problème dans les canaux de distribution

Pour l'eau de source (s1) la concentration est peu élevé 15(CT/ml) ceci qui explique par l'absence du périmètre de protection 150m qui peut s'étendre à 150mètre de diamètre en évitant des dépôts ordure et les déchets des animaux, et l'absence de chambre de captage dans cette source par contre pour (S2) est égale 2(CT/ml) à cause de la présence de chambre de captage ce qui peu explique par l'efficacité de traitement par les galets de chlore.

Donc l'eau traitée (p2) est plus contaminer que les autres sites (s1, s2, p1).

b- Test confirmatif

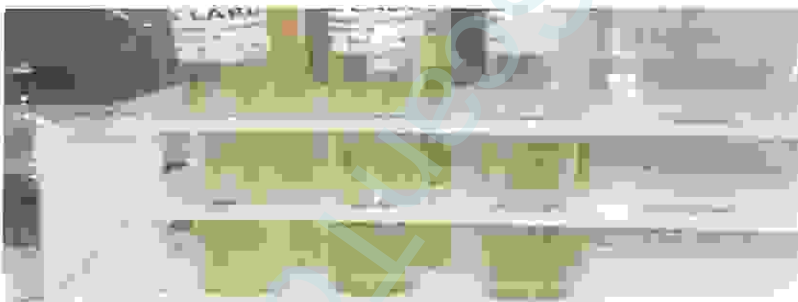


Fig.04 : Recherche des Coliformes fécaux

Après d'ajouter quelques gouttes Kovacs dans les tubes montrant un trouble, pas d'une réaction considérée positive correspond à la formation d'anneau rouge donc absence des Coliformes fécaux.

Tableau. X : Dénombrement des Coliformes fécaux

	Eau traitée		Eau de source	
	P ₁	P ₂	S ₁	S ₂
Mars	0	/	2	/
Avril	/	11	/	0

*Les résultats sont exprimés par CF/ml

Pour l'eau traité (p1) la concentration des coliformes fécaux est nulle a cause de efficacité de traitement et pour (p2) dépasse les normes est 11(CF/ml) peu être expliqué à cause d'un problème dans les canaux de distributions.

La concentration des coliformes fécaux pour (s1) est égale 2(CT/ml) à cause de l'absence de traitement par contre, pour (s2) est égale 0 (CF/ml) qui peut se traduire par l'efficacité du traitement appliqué.

Alors l'eau traitée (p2) est plus contaminé que les autres sites

II-2-3-Les Streptocoques fécaux :

Les streptocoques ne sont pas forcément associés aux coliformes car les coliformes sont uniquement présents lorsque la contamination est en cours ou très récente.

Ils témoignent d'une contamination d'origine fécale ancienne ; tandis que les coliformes fécaux témoignent d'une contamination d'origine récente

-Test présomptif :

Les tubes(+) présentant un trouble microbien avec formation d'un anneau blanc au dépôt



Fig05: Recherche des Streptocoques fécaux de l'eau traitée (p1)

Tableau. XI : Dénombrement des Streptocoques fécaux.

	Eau traitée		Eau de source	
	P ₁	P ₂	S ₁	S ₂
Mars	3	/	3	/
Avril	/	20	/	0

*Les résultats sont exprimés par SF/ml

Présence de streptocoque fécaux dans l'eau traité (p1) est similaire a (s1) correspondant 3 SF/ml et 20 SF/ml dans (p2) qui peu se traduire par d'un problème dans les canaux de distributions et l'absence de chambre de captage .et nulle dans (s2) qui peu se traduire par l'efficacité du traitement.

Donc l'eau traitée (p2) est plus contaminé que les autres sites

-Test confirmatif :

Formation d'un anneau blanc au dépôt qui signifie la présence des Streptocoques de groupe D



Fig.06 : Recherche des Streptocoques de groupe D. de l'eau traitée (p1) et l'eau de source(S1).

Tableau. XII : Dénombrement des Streptocoques de groupe D.

	Eau traitée		Eau de source	
	P ₁	P ₂	S ₁	S ₂
Mars	3	/	3	/
Avril	/	7	/	0

* Les résultats sont exprimés par SD/ml.

Présence de streptocoque de groupe D dans l'eau traité (p1) et(S1) est égale 3 SD/ml. Et dans (p2) égale (7) et nulle dans (s2) qui peu se traduire par l'efficacité du traitement

II-2-4-Les anaérobies sulfito-réducteurs(ASR)

Tableau. XIII : Dénombrement des ASR.

	Eau traitée		Eau de source	
	P ₁	P ₂	S ₁	S ₂
Mars	/	/	/	/
Avril	/	0	/	0

Les résultats sont exprimés par colonies.

Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne dont les résultats négatifs déduisent l'absence du genre sulfito-réducteurs *Clostridium sp.*, responsable du botulisme et tétanos.

II-2-5-Identification des bactéries isolées:

Tableau .XIV : Observation macroscopique et microscopique.

Site	Le milieu de culture	Aspect macroscopique	Aspect microscopique
P ₁	Gélose nutritive	-Arrondies, -Lisses, -Plates, -Blanchâtres, -Transparentes, -A contours réguliers, -Odeur de fermentation,	Cocci gram (-)
	Chapman	/	/
	Hektoen	////	////
	Mac Conkey	///	///
	Gélose SS	/////	/////
	Gélose GNAB	-Une colonie bombée -Lisses, -Plates, -Blanchâtres, -Transparentes, -A contours réguliers, -Odeur de fermentation	Coccobacille Gram(-)
S ₁	Gélose nutritive	-Arrondies, Bombées -Lisses, -A contours réguliers, -Odeur de fermentation,	-Courts bâtonnets Gram négatifs.
	Chapman	/	/
	Hektoen	////	////
	Mac Conkey	-Une colonie arrondie, -Lisse, -Bombée,	Bâtonnets Gram négatifs

		<ul style="list-style-type: none"> - Marron, -Blanchâtres, -Transparentes, -A contours réguliers, -Odeur de fermentation. 	Bacille Gram négatifs
	Gélose SS	////	////
	Gélose GNAB	//	//
P ₂	Gélose nutritive	<ul style="list-style-type: none"> Arrondies, -Lisses, -Plates, -Blanchâtres, -Transparentes, -A contours réguliers, -Odeur de fermentation 	-Cocci gram (-)
	Chapman	/	/
	Hektoen	////	////
	Mac Conkey	///	///
	Gélose SS	<ul style="list-style-type: none"> -Une colonie arrondie, -Lisse, -Bombée, - Marron, -Blanchâtres, -Transparentes, -A contours réguliers, -Odeur de fermentation 	Bacille Gram négatifs
	Gélose GNAB	<ul style="list-style-type: none"> Une colonie bombée -Lisses, -Plates, -Blanchâtres, -Transparentes, -A contours réguliers, -Odeur de fermentation 	-Coccobacille Gram(-)

S ₂	Gélose nutritive	-Arrondies, -Petites, -Bombées, -Lisses, -A contours réguliers. -Odeur de fermentation	-Courts bâtonnets Gram positifs. -Cocci (diplocoques) Gram positifs
	Chapman	/	/
	Hektoen	////	////
	Mac Conkey	///	///
	Gélose SS	////	////
	Gélose GNAB	//	//

(/ : Absence des colonies jaune, bombés, pas virage de couleur du milieu Chapman en jaune.)

(// : Absence des colonies jaunes bombées sur Gélose GNAB)

(/// : Absence des colonies sur gélose Mac)

(//// : Absence des colonies jaunes bombées sur gélose Hektoen.)

(//// : Absence des colonies sur gélose SS)

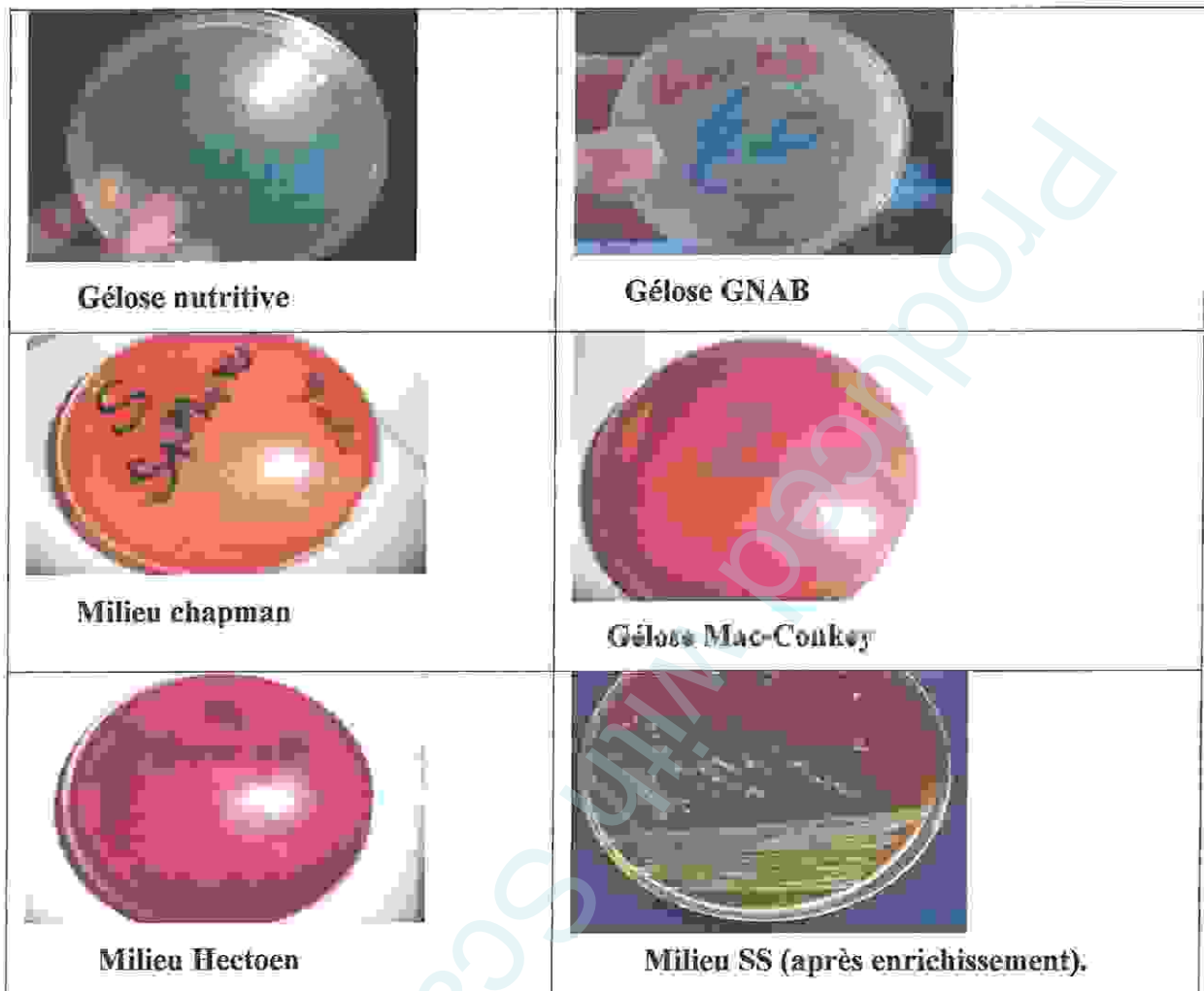


Fig. 07: observation macroscopique des colonies.

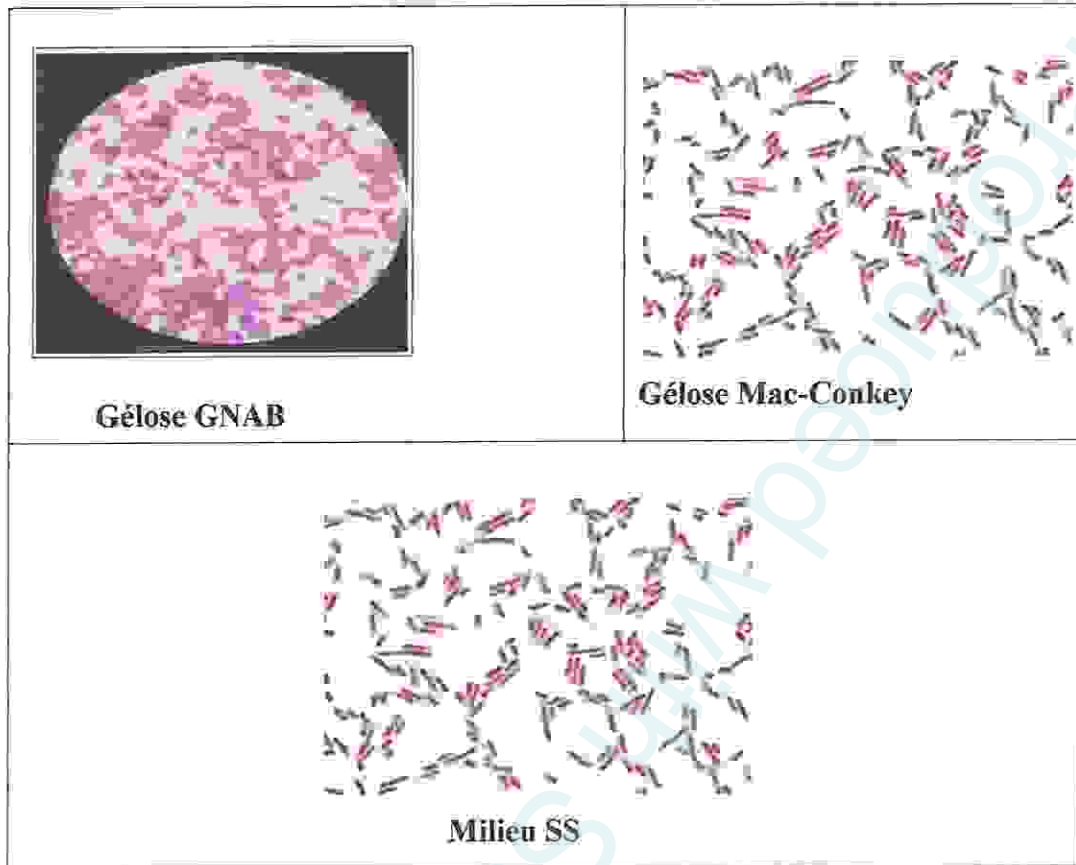


Fig.08 : observation microscopique des colonies.

II-2-6- Résultats et identification biochimique

-Milieu de TSI (trie sugar iron. agar)

Tableau. XV : Identification biochimique des colonies bactériennes.

Echantillon à analyser	Milieu TSI															Test	
	Gélose SS					Gélose GNAB					Gélose Mac					oxi	c
	Glu	La	Sac	Ga	H2S	Gl	La	Sac	Ga	H2S	Gl	La	Sac	Ga	H2		
	c	h	z		u	c	h	z		u	c	h	z	s		t	
P ₁	/	/	/	/	/	+	+	+	-	-	/	/	/	/	/	-	/
S ₁	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	+	+	+	+	+	-	/
P ₂	+	-	-	-	-	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	+	+
	/	/	/	/	/	+	+	+	-	-	/	/	/	/	/	-	/
S ₂	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/



Fig.09 : Identification des germes sur le milieu TSI

A partir de ce tableau (XV) on constate l'absence des vibrions cholériques, *salmonella* et la présence de *shigella* dans l'eau traité (P2)

Pour confirmer la présence et l'absence de ces germes on a fait deux tests

Pour shigella :

***Test oxydase :**

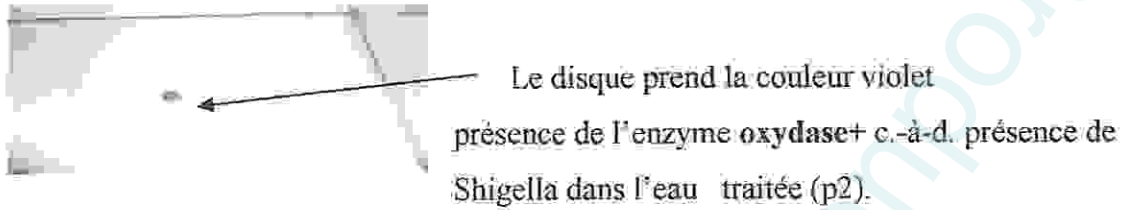


Fig.10 : Identification biochimique par test de l'oxydase

***Test de catalase :**

Formation des bulles de Gaz Présence de l'enzyme catalase +

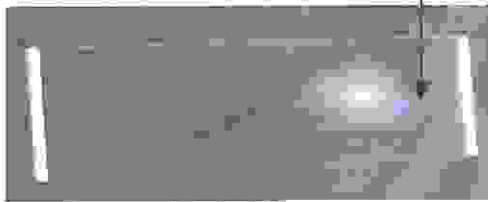


Fig. 11 : Identification biochimique par test catalase

* La galerie API 20 E.

Tableau. XVI : Résultats et identification par l'API 20 E

Echantillon à analysé	Espèces bactérienne identifiée
S ₁	<i>Citrobacter freundii</i>
P ₂	<i>Shigella</i>

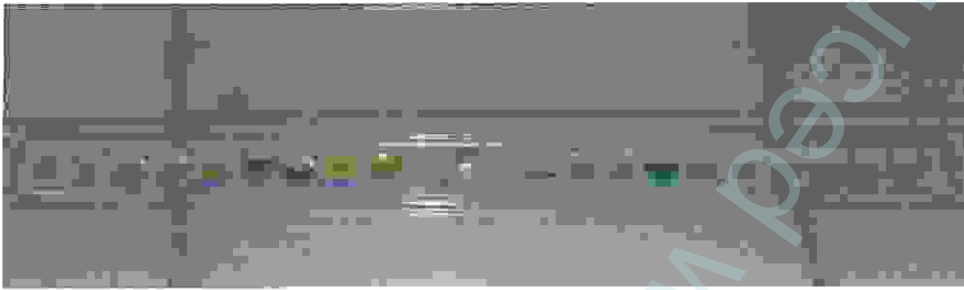


Fig.12 : Résultat de l'identification biochimique des germes par l'API20 E.

(*Citrobacter freundii*.)

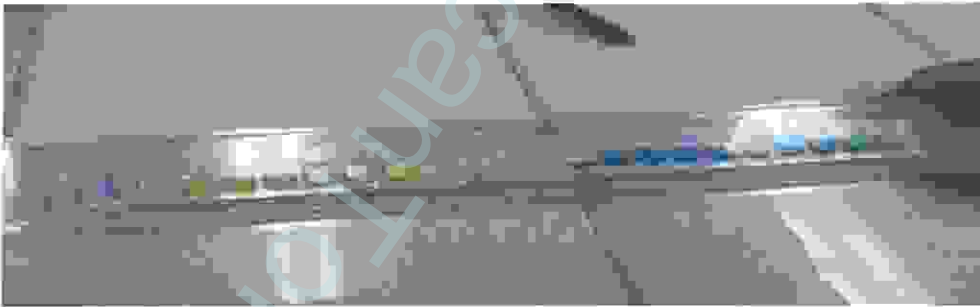


Fig.13 : Résultat de l'identification biochimique des germes par l'API20 E.

(*Shigella dysenteriae*)

II-3-Résultats d'analyse physico-chimique :

II-3-1-Analyse des paramètres physiques :

PH

Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés il donne une indication sur l'acidité d'une eau ; de point de vue sanitaire ; un pH élevé peut provoquer un problème de corrosion alors qu'un PH faible peut modifier le goût de l'eau. Elle se mesure sur le terrain à l'aide d'un PH mètre.

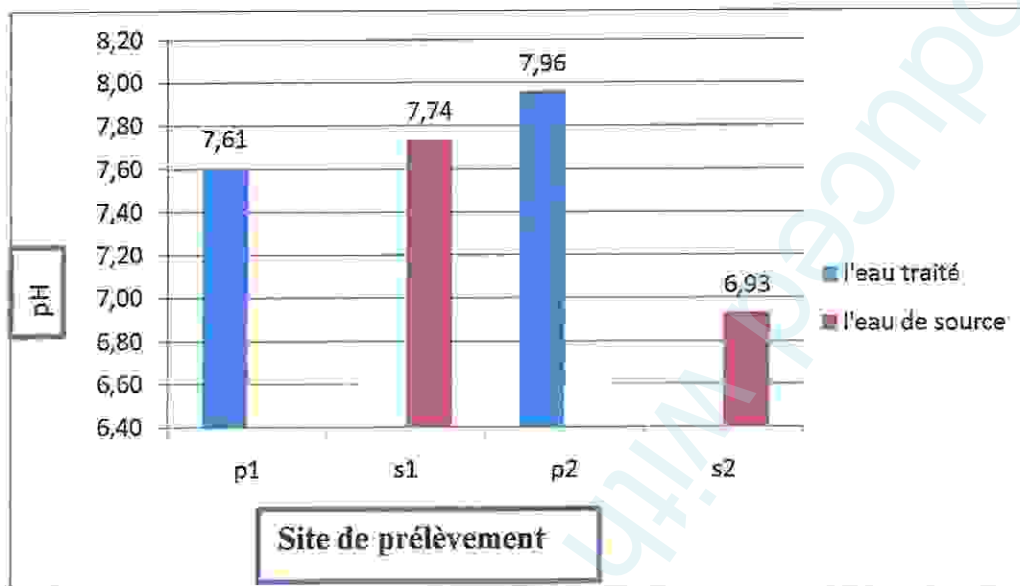


Fig.14: variation du PH de l'eau traité et l'eau des sources

D'après les résultats de la Fig. (14):

Le PH de l'eau traité est compris entre 7,61 et 7,94 la valeur de PH des sources de la région de GUELMA est comprise entre 6,93 et 7,74

Ces pH sont proches de PH neutre et indiquent que la qualité de l'eau traitée et l'eau des sources de la région de Guelma est bonne qualité selon les prélèvements.

La température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des Seles et surtout des gaz, dans la dissociation des Seles dissous donc sur la conductibilité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels.

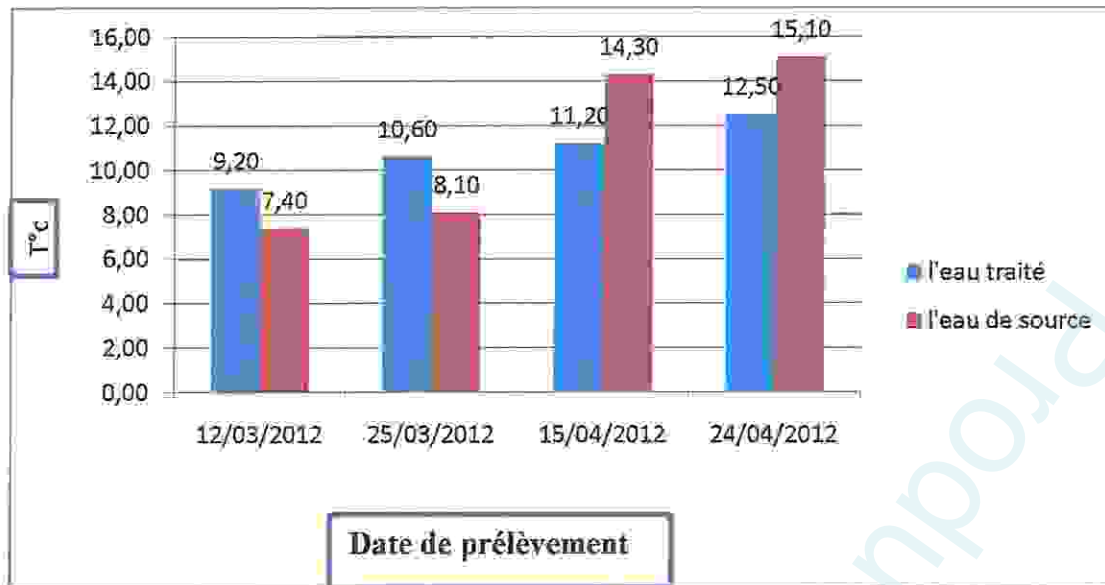


Fig15: variations de température de l'eau traitée et l'eau des sources.

D'après les résultats (fig15) la température in situ de l'eau traitée est comprise entre 9,20°C ET 12,5°C.

La température de l'eau de source de la région de Guelma est comprise entre 7,4°C et 15,1°C

Ces températures sont proches de la température ambiante et indiquent une origine peu profonde de l'eau étudiées selon ces prélèvements.

La température d'une eau douce devrait être inférieure en hiver à la température de l'air. Pour l'eau douce soit désaltérante, sa température doit se situer entre 20 et 25°C elle désaltère mal. La température supérieure à 15°C favorise le développement des micro-organismes qu'elle peut intensifier les odeurs et les saveurs.

Elle est nécessaire pour déterminer les équilibres chimiques entre les diverses espèces en présence tel les ions et les molécules non dissociées.

La turbidité

La turbidité est liée à la présence de particules organiques diverses d'argile, de colloïdes, de plancton, etc. Elle peut être favorisée par la pluviométrie.

Les particules en suspension peuvent entraîner des goûts et odeurs désagréables par la présence de turbidité. Elle se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre

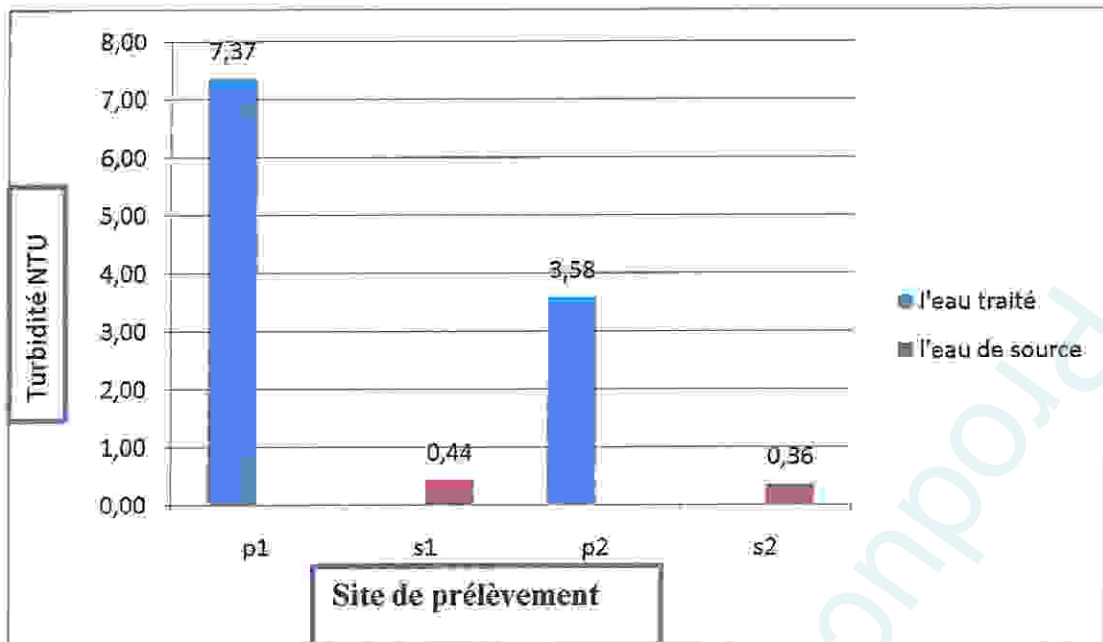


Fig.16: variation de la turbidité de l'eau traitée et l'eau des sources.

.D'après les résultats de la Fig.(16) la valeur de la turbidité de l'eau traité est comprise entre 3,58 et 7,37 NTU

.la valeur de turbidité de l'eau des sources de la région de Guelma est comprise entre 0,36 et 0,44 NTU.

.D'après les valeurs des normes internationale on trouve que :

L'eau traité est légèrement trouble $5 < NTU < 30$

.Mais dans l'eau des sources les valeurs ne dépasse pas les normes internationale $NTU < 5$ donc l'eau est clair.

La conductivité (us/cm) :

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau. (Rodier.2005)

Ces valeurs vérifiant ces minéralisation importante dont l'origine principale sont les rejets des eaux usées .une importante flaque d'huile de vidange, et le déterre agricoles est aussi d'une grande importance.

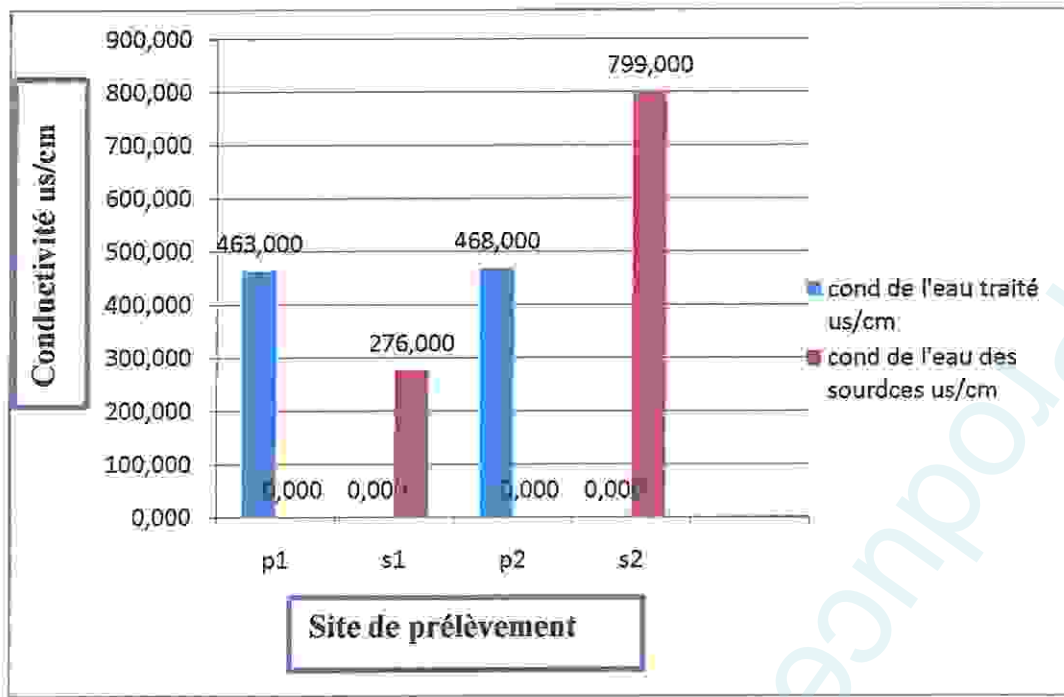


Fig.17: variation de la conductivité de l'eau traitée et l'eau des sources

D'après les résultats Fig.(17) la valeur de conductivité de l'eau traitée est comprise entre 463 et 468 us/cm

La valeur de conductivité de l'eau des sources de la région de Guelma est comprise entre 276 et 799 us /cm

La valeur entre conductivité et concentration ionique s'exprime par approximation de la façon suivante :

$$2\mu\text{S}/\text{cm} = 1\text{ppm (partie par million)}$$

Ou

$$1\text{ppm} = 1\text{mg/l correspond la concentration en solide dissous}$$

Certains conductimètre convertissent directement la conductivité en ppm et fournissent ainsi une lecture de la concentration en solides dissous totaux

II-3-2-Les Paramétras chimiques

Calcium (Ca^{+2}) magnésium (Mg^{+2}) et dureté totale (TH)

La dureté peut être essentiellement calcique ou magnésienne, voire les deux à la fois

En fonction de la valeur tu TH_{T} , on peut déterminer la caractère de la dureté de l'eau :

TH (°f)	0-10	10-20	20-30	>30
Dureté de l'eau	Très douce	Moyennement douce	Dure	Très dure

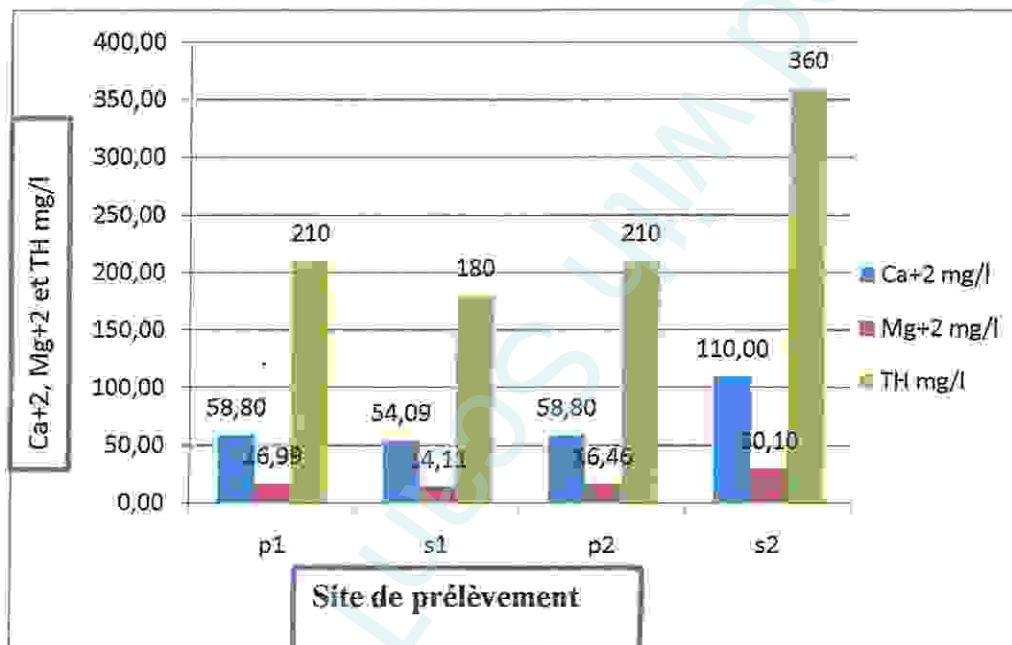


Fig.18: variation en teneurs de calcium ; magnésium et de la dureté totale dans les eaux de sources et d'eaux traité.

D'après ce graphe fig. (18) on remarque que :

La teneur du calcium se rencontre dans l'eau traité est constante 58,8mg /l et le magnésium comprise entre 15 ,99 et 16,46mg /l.

Alors que le TH de cette l'eau traitée égale à 21°f

20<21<30 donc l'eau traité est dure

La teneur du calcium se rencontre dans l'eau des sources est comprise entre 54,9 et 110mg /l et le magnésium comprise entre 14,1 et 30, 10 mg /l

Alors que le TH de Léau de source (s1) égale à 18°f

10<18<20 donc l'eau de ce source est Moyennement douce

Contrairement le TH de Léau de source (s2) égale à 36° → 36°f supérieur de 30°f donc l'eau de cette source est Très dure

La teneur en calcium et magnésium de ces sources sont liées directement à la nature géologique des terrains traversés par l'eau selon ce prélèvement

Donc les valeurs de ces ions de l'eau de source peu élevé par apport au l'eau traité.

Le chlorure (Cl) mg/l

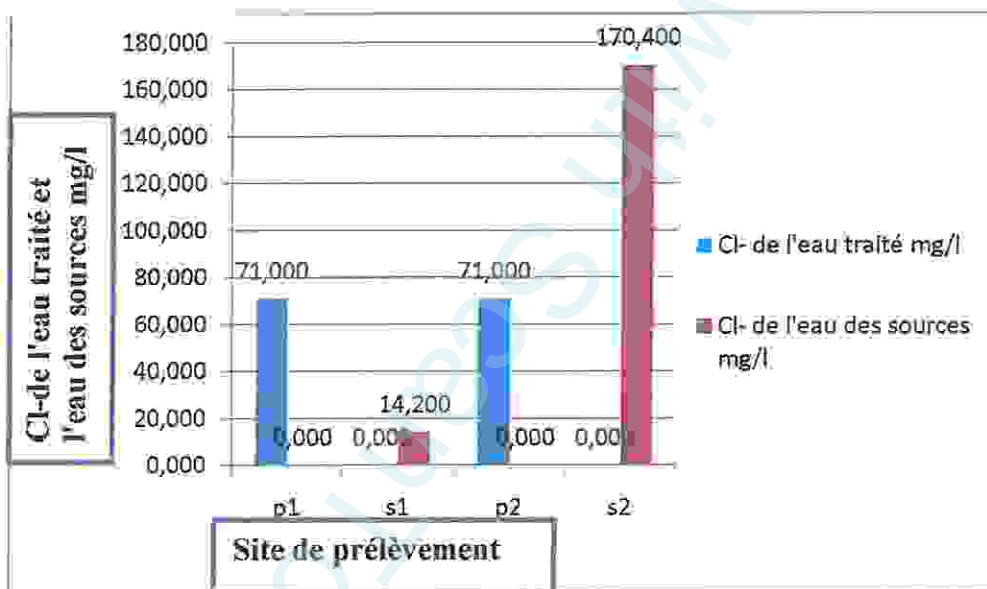


Fig. 19 : variation de chlorure de l'eau traité et l'eau des sources

D'après les résultats fig. (19) la valeur de chlorure de l'eau traitée est constante égale 71 mg/l

La valeur de chlorure de l'eau des sources de la région de Guelma est comprise entre 14,2 et 170,44 mg/l

Le Fer et matière organique mg/l :

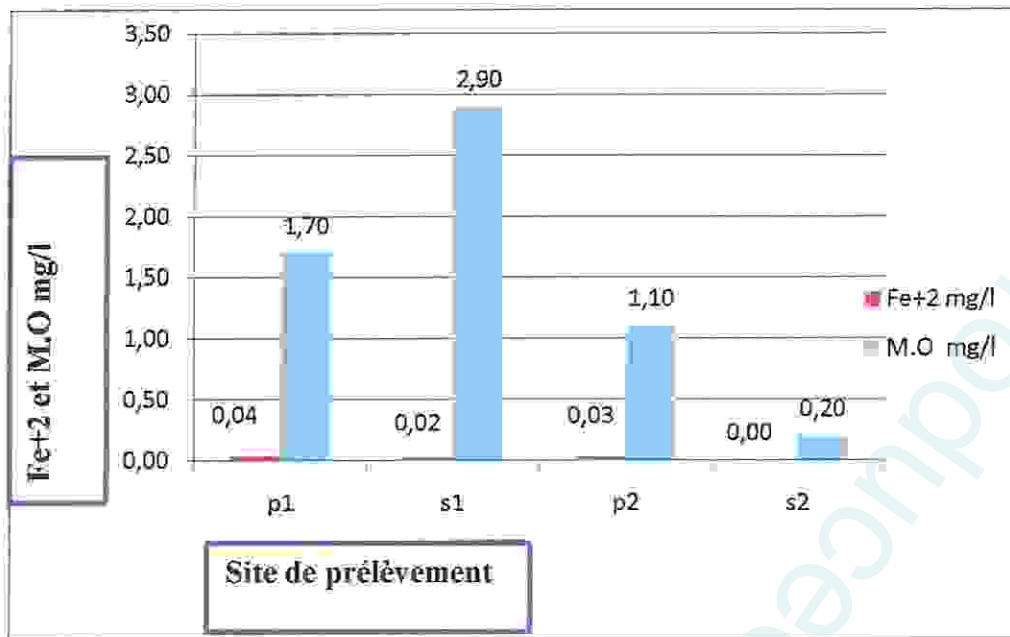


Fig.20 : variation en teneurs de fer et la matière organique de l'eau traitée et l'eau des sources

D'après les résultats fig. (20) on remarque que :

-la teneur de fer se rencontre dans l'eau traité est comprise entre 0.03 et 0.04 mg/l et les matières organique comprise entre 1.1 et 1.7 mg/l.

-mais, la teneur de fer se rencontre dans l'eau des sources et varie de 0 mg/l dans la source (s2) 0.02mg/l dans (s1).

Ces sources contiennent la matière organique comprise entre 0.2 et 2.9mg/l

Nitrites et Nitrates

En effet la dégradation des nitrates aboutit à la formation des nitrites qui sont des molécules instables dans l'eau du fait qu'ils sont facilement assimilables par les microorganismes aquatiques. et leur apparition est contrariée par la métabolisation bactérienne des précurseurs aminés

La présence de ces ions dans l'eau indique la pollution.

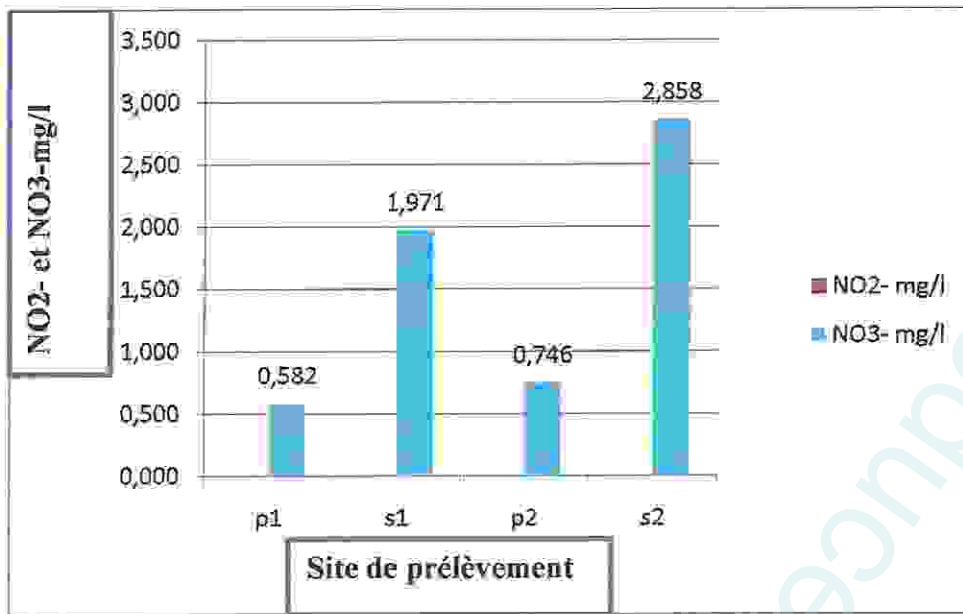


Fig.21 : La variation des ions Nitrates et Nitrites de l'eau traité et l'eau des sources

D'après les résultats Fig. (21) La valeur d'ion de Nitrites de l'eau traité est comprise entre 0.582 et 0.746 mg/l

La valeur d'ion de Nitrates (NO₃⁻) égale 0.001 dans (p1) et égale 0mg/l dans (p2)

Mais la valeur d'ion Nitrite (NO₂⁻) dans les eaux des sources est constante égale 0mg/l et la valeur d'ion de Nitrates est varié de 2.585mg/l dans (S2) et 1.971mg/ml dans (S1).

Donc les ions minérale de l'eau de source peu élevé par apport au l'eau traité.

Résidu sec (mg/l) et matière en suspension(M.E.S)

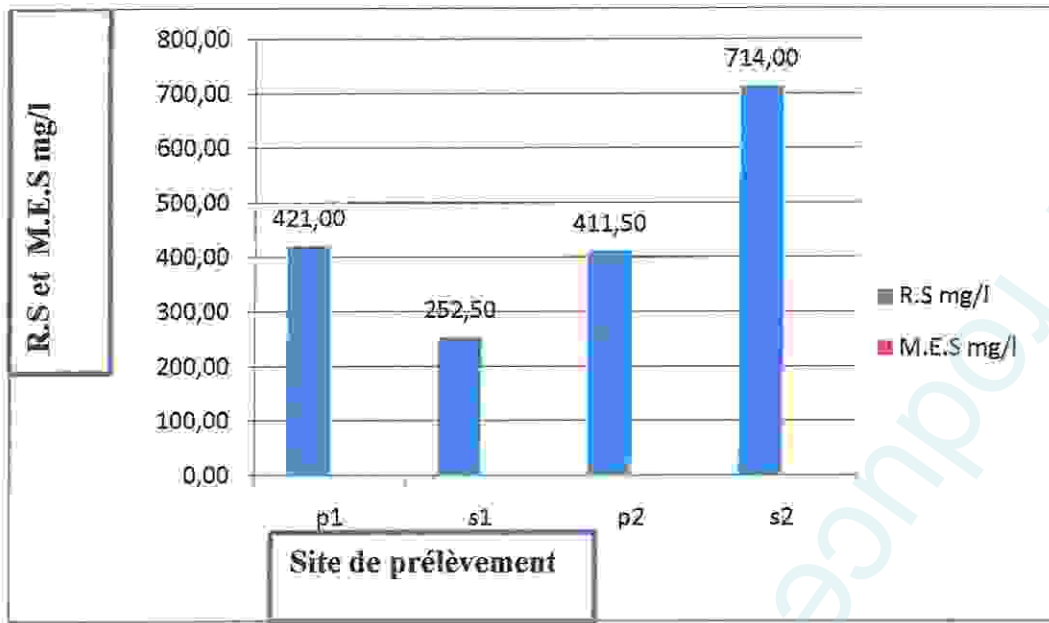


Fig.22 : Variation en teneur du résidu sec est matière en suspension de l'eau traitée et l'eau des sources

D'après les résultats : fig.(22) la valeur de résidu sec dans l'eau traité est comprise entre 411.5 et 421 mg/l et la matière en suspension est constante égale 0mg/l

Mais, la valeur de résidu sec dans l'eau des sources de la région de Guelma est variée de 252.5mg/l dans (s1) et 714mg/l dans (s2) et la matière en suspension dans ces sources présentent de valeur constante égale 0mg/l.

Taux alcalinité (TA) et taux alcalinité complet (TAC) :

Le TA est nul pour une eau dont le pH est inférieur ou égal à 8,3 et la TAC correspond à l'alcalinité totale au pH de 4,5ce qui revient à déterminer les ions HCO_3^- , CO_3^{2-} et OH^-

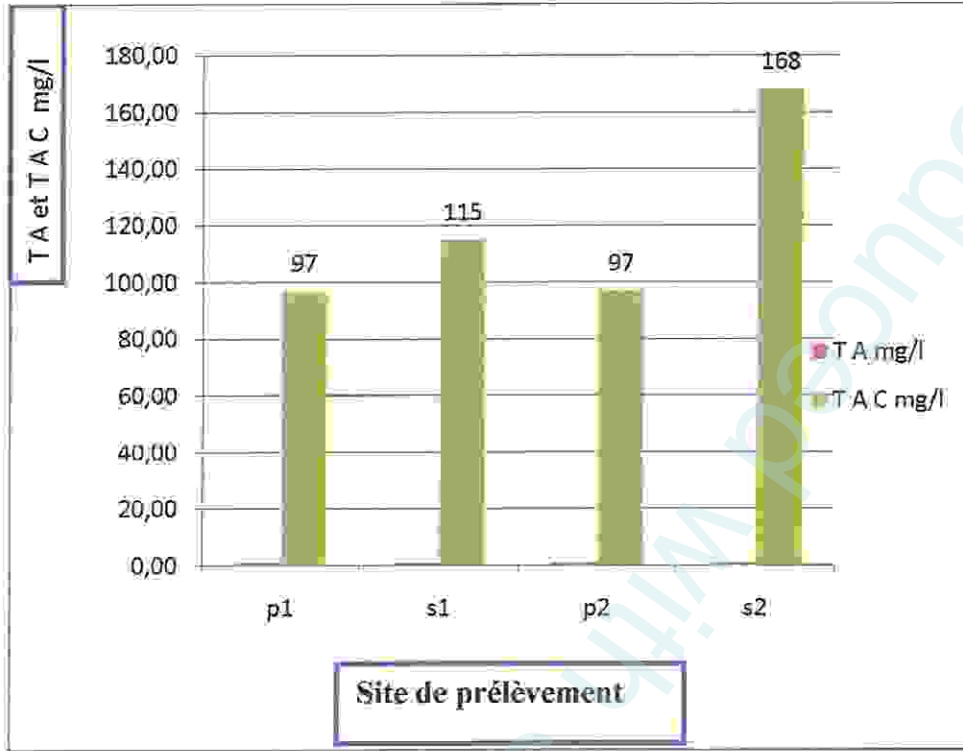


Fig.23: Variation en teneurs de Taux alcalinité (TA) et taux alcalinité complet (TAC) dans les eaux de sources et d'eaux traité

D'après fig.(23) le taux alcalinité complet (TAC) des sources (S1)(S2) et de l'eau traité (P1)(P2) est inférieur par rapport à la norme 30^of de l'OMS de potabilité d'eau destinée à la consommation (Benmarce K,2007)

Tableau. XVII: Résultats physico-chimique de l'eau traitée et l'eau des sources de la région de Guelma au cours de prélèvements.

Les paramètres physico-chimiques	L'eau à analysé				Les normes		
	Mois de Mars		Mois d'Avril		OMS	CMA	CEE
	P ₁	S ₁	P ₂	S ₂			
Température °c	13,6	14	14,1	14,1	-	-	-
pH	7,61	7,74	7,96	6,93	-	8,5	6,5-9,5
Turbidité (NTU)	7,37	0,44	3,58	0,36	5	5	-
Conductivité (us/cm)	463	276	468	799	-	2000	2500
TDS (mg/l)	277	163	276	472	-	-	-
Salinité	00	00	00	0,3	-	-	-
TH (mg/l)	210	180	210	360	-	500	-
TA (mg/l)	00	00	00	00	-	-	-
TAC (mg/l)	97	115	97	168	-	-	-
Hco ₃ ⁻ (mg/l)	118,34	140,3	118,34	204,96	-	-	-
Ca ⁺² (mg/l)	58,5	54,09	58,5	110,54	-	200	-
Mg ⁺² (mg/l)	15,99	14,11	16,46	30,10	-	150	-
Cl ⁻ (mg/l)	71	14,2	71	170,4	250	500	250
MO (mg/l)	1,7	2,9	1,1	0,2	-	-	-
MES (mg/l)	00	00	00	00	-	-	-
Résidu sec (mg/l)	421	252,5	411,5	714	1000	200	-
So ₄ ⁻² (mg/l)	129,79	30,29	113,94	114,105	-	-	-
No ₂ ⁻ (mg/l)	0,001	00	00	00	-	-	-
No ₃ ⁻ (mg/l)	0,582	1,971	0,746	2,585	-	-	-
NH ₄ ⁺ (mg/l)	00	00	00	00	-	-	-
Fe ⁺² (mg/l)	0,04	0,02	0,03	00	-	-	-

Discussion:

L'eau dans la nature n'est jamais "pure". Elle recueille ici et là un peu de tout sur son passage, soit par exemple des minéraux, de la boue, de la végétation, des engrais et le lessivage des terres cultivées. Si la plupart de ces substances sont sans danger, certaines peuvent présenter un risque pour la santé. Pour écarter ce risque, le laboratoire d'analyse bactériologique et physico-chimique de la station de traitement des eaux veille à avoir des concentrations acceptables maximales de ces substances dans l'eau potable. Dans le but de protéger la santé des membres les plus vulnérables de la société, soit les enfants et les personnes âgées, ainsi l'analyse de ces résultats obtenus pendant un suivi de deux mois allant du 12/03/2012 au 31/04/2012 (les paramètres à analyser sont choisis en fonction de l'objectif recherché) soit au total quatre prélèvements des eaux traitées et l'eau des sources de la région de Guelma.

Les espèces bactériennes identifiées dans l'eau potable de la région de Guelma sont :

- ❖ Des germes non pathogènes comme : *les flores mésophiles aérobies totales, les Coliformes totaux, les Coliformes fécaux, les Stérocoques fécaux, les Strptocoques de groupe D*, qui sont considérés comme des germes de contamination fécale.
- ❖ Les germes pathogènes : (*Shigella dysenteries Citrobacter freundii*).

Selon (Roland V, 2003) Permet les espèces microbiennes identifiées dans l'eau de robinet consommateur qui normalement traitées des germes pathogènes (*Sshigella dysenteries*) Les dysenteries bacillaires sont dues à des bactéries du genre *Shigella* et ne représentent que 0,7% des gastroentérites de patients hospitalisés, dont 80% sont des enfants de 1 à 15 ans. Elles sont caractérisées par un syndrome gastro-intestinal comportant des douleurs abdominales, des expulsions de selles non fécales nombreuses (de 4 à 20 par jour) sanguinolentes et glaireuses. Elles s'accompagnent d'un amaigrissement et de dégradation de l'état général.

L'espèce *Shigella dysenteriae* peut provoquer une forme particulièrement sévère de dysenterie dont la mortalité peut atteindre 20%. Les autres genres ne provoquent qu'une dysenterie passagère, rarement fatale, sauf pour les personnes âgées et les enfants dénutris.

Bien que *Citrobacter freundii* soit habituellement pathogène, c'est une cause importante d'infection chez les patients dont le système immunitaire qui engendrent les fièvres.

typhoïdes. Elles sont responsables de 8.6% des diarrhées infantiles hospitalisées dont 88% chez des enfants de 1 à 5 ans. (Roland, 2003) on l'a aussi incriminé récemment dans les maladies à transmission hydrique.

Selon les travaux de (Bouchlaghem Z, et al 2011) Parmi la flore bactérienne introduite dans les réseaux de distribution, des micro organismes pathogènes ou potentiellement pathogènes peuvent être détectés sous forme de spots principalement, tels que *Legionella*, *Yersinia enterocolitica*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholera*, *Shigella dysenteriae*, *Citrobacter freundii*, *Helicobacter pylori* peuvent également être présenter ou sein des réseaux de distribution, l'exposition à une eau du robinet contaminée se produit essentiellement par ingestion. Le contact avec la peau ou l'inhalation (tout particulièrement lors de douches) sont aussi des voies de pénétration possible. D'après les travaux de (Bouchlaghem Z et al, 2011), il s'avère que le chlore comme désinfectant devient faible contre les bactérie dans les canalisations qui peuvent être provenues de biofilms. Pour résoudre ce problème, d'après Jean-Luc et al, ont montrés que la chloramine, un composé combiné de chlore est beaucoup plus stable que le chlore et plus efficace pour lutter contre les biomasses fixées grâce à une meilleure pénétration au biofilm. C'est pour cela, il est conseillé de traiter les canalisations par la chloramine pour éliminer les biofilms.

Bien que : les flores mésophiles aérobies totales, les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les stérocoques fécaux, les stérocoques de groupe D, qui sont considérés comme des germes de contamination fécale, ne sont pas pathogènes.

Sur le plan physico-chimique comme les travaux de (Hamlaoui B et al, 2011) l'eau de source est de bonne qualité physico chimique et dans les normes selon l'OMS mais il ya un problème dans le taux élevé de salinité qui peut provoquer un risque de la santé à long terme telle que les maladies cardiaques et la tension. (14)

D'après nos résultats, selon l'OMS les paramètres physico-chimiques de l'eau traitée est dans les normes de potabilité (14)

Conclusion

Produced with ScanTOPDF

A travers cette étude bactériologique et physicochimique réalisée au laboratoire de la station de traitement des eaux et la direction de la santé, on a pu déterminer les caractéristiques, bactériologiques physicochimique et organique des eaux de source et des eaux traitées de la ville de Guelma.

Suivant les résultats bactériologiques et physico-chimiques on peut conclure que l'eau des sources (Ras- Elma et Laghbal) et l'eau de la ville de Guelma (19 juin et Champs manœuvre) est de bonne qualité après comparaison aux normes : communauté économique européenne(CEE), organisation mondiale de la santé (OMS), et concentration maximale admissible(CMA).

La nature de la qualité microbiologique et physico-chimique des eaux souterraines est toujours meilleurs que celles des eaux de surfaces ;et cela suite au non respect de la population et des autorités locales aux règles des rejets (les eaux usées) alimentant nos cours d'eau qui vont à leurs tour ,en partie , alimenter le bassin de la Wilaya de Guelma .

Notamment la qualité bactériologique , elle est de qualité acceptable à cause de la présence de *Citobacter freundii* dans la source de Rase el mas en mois de Mars suit au manque de traitement , plus la prise en charge des autorités locales de l'aménagement et la conception des bornes fontaine et surtout les chambres de captage et stockage par rapport de source Bendjarrah (laghbal) est de bonne qualité, malgré on a trouvé des germes de contamination fécale.

La plupart des fontaines publique ne se dispose pas de chambre de stockage pour assure une bonne désinfection (20minutes pour le temps contacte de chlore), ces fontaines dispose que une chambre de captage C.à.d. l'eau ne reste pas en contacte avec le chlore. Il frôle le galet, il n'ya pas de contacte entre l'eau et le galet.

D'après nos résultats bactériologique, l'eau traitée de 19 Juin est de bonne qualité se qui indique l'efficacité de traitement. Malgré on a trouvé des germes de contamination fécale.

Par contre on a trouvé des germes pathogènes : *Shigella dysenteriae* dans l'eau de champs manœuvre ce que pose un problème de canalisation.

A la lumière de nos résultats, les conditions climatiques et l'activité humaine ont des conséquences négatives sur la qualité bactériologiques et physicochimique donc sur la santé

Enfin tout cela est dû à la psychologie de citoyens Guelmoi qui a s'approvisionné de source à cause de leurs paramètres organoleptiques et tourne leur dos à l'eau de robinet tout simplement, parce qu'il Save que la politique préventif des eaux de surface est absente, c'est pour cela qu'il recourt aux eaux souterraines.

Recommandation :

En recommandation pour améliorer la qualité des eaux des sources et l'eau de robinet il faut respecter certaines règles d'hygiène :

- ❖ Appliquer le consignes de l'OMS qui disent que pour chaque sources faut avoir un périmètre de protection d'au moins 150m, et s assurer de bien les respecter par le contrôle continu des autorisés en charge.
- ❖ S'assurer de bien séparer les systèmes d'évacuation des eaux usées.
- ❖ Contrôle l'utilisation des Pesticides et des fertilisants dans les terres agricoles afin d'éviter le risque de migration de ces substances aux eaux souterraines.
- ❖ Dégrade la qualité de l'eau, la toxicité en nitrites est très significative en raison de leur pouvoir oxydant
- ❖ Collaborer avec les services de la santé après contrôle des procédés de traitement comme la chloration.

L'eau également est une ressource naturelle autour de la quelle se maintient et se développe la vie doit faire l'objet d'une surveillance attentive et d'un contrôle rigoureux (effectuer des traitements aux points de distribution par exemple).

- ❖ La javellisation de l'eau traitée, dans un réservoir doit – être continue.
- ❖ Il faut mettre la chloramine pour lutter contre les biomasses fixées grâce à une meilleure pénétration au biofilm. C'est pour cela, il est conseillé de traiter les canalisations par la chloramine pour éliminer les biofilms.

N° de tableau	Titre du tableau
Tableau I	Qualité physico- chimique de l'eau traitée
Tableau II	Normes microbiologiques
Tableau III	Classification des eaux d'après leur pH
Tableau IV	Classe de turbidité usuelle (NTU)
Tableau V	Classification des eaux d'après le TH

Matériels utilisés au laboratoire

Composition des milieux de culture et des réactifs

1. Milieux de culture

Milieux liquides

- **Eau peptonée exempte d'indole:** Elle est surtout utilisée pour la recherche de la production d'indole.

Formule (en grammes par litre d'eau distillée)

Peptone exempte d'indole	10
Chlorure de sodium.....	5
pH final 7,2.....	7,2

- **B.C.P.L (bouffon lactose au pourpre de bromocrésol) :** Il permet de rechercher et de dénombrer les coliformes, par la fermentation du lactose et la production de gaz.

Formule (en gramme par litre d'eau distillée)

Peptone	5
Extrait de viande	3
Lactose	5
Pourpre de bromocrésol	0,025
pH final	6,9

- **Milieu Rothe; (g/l d'eau distillée)**

Hydrolysate tryptique de caséine	12,6
Peptone bactériologique.....	8,0
Glucose	5,0
Chlorure de sodium	5,0
Phosphate dipotassique (K_2HPO_4).....	2,7
Phosphate mono potassique (KH_2PO_4).....	2,7
Azide de sodium	0,2
pH final=	$6,8 \pm 0,2$.

➤ **Milieu Litsky: (g/l d'eau distillée)**

Peptone	20
Glucose	5,0
Chlorure de sodium	5,0
Phosphate dipotassique (K ₂ HPO ₄)	2,7

Phosphate mono potassique (KH ₂ PO ₄)	2,7
Azothydrate de sodium	0,3
Ethyl-violet	0,0005
pH final	= 6,8±0,2.

-Stériliser à l'autoclave à 120 °C pendant 15 minutes.

➤ **Eau physiologique: g/l d'eau distillé.**

Chlorure de sodium	9g.
Eau distillée	1000 ml.

➤ **Réactif Kovacs : la mise en évidence de la production d'indole:**

Formule

Paradiméthylamino-benzaldéhyde	5g
Alcool amylique	75ml
HCl pur	25ml

➤ **Réactif TDA : Pour la recherche du tryptophane désaminase:**

Perchlorure de fer	3,4 g
Eau distillée	100 ml

➤ **Réactif IND : Pour la recherche de l'indole:**

Paradiméthylaminobenzaldéhyde	5.0 g
Alcool isoamylique	75.0 ml
HCl 37%	25.0 ml

➤ **Réactifs de Voges Proskauer (VP) :** pour la recherche de l'acétone:

VP 1

Hydroxyde de potassium	40 g
Eau distillée.....	100 ml

VP 2

Alpha naphтол.....	16 g
Ethanol.....	100 ml

➤ **Colorant:**

✓ **Violet de Gentiane:**

Violet de Gentiane	1g.
Ethanol à 90%	10ml.
Phénol.....	2g.
Eau distillée.....	100 ml.

✓ **Lugol**

Iode:	1g.
Iodure de potassium	2g.
Eau distillée	300ml.

✓ **Fushine**

Fuchine basique.....	1g.
Alcool éthylique.....	100 ml.
Phénol	5g.
Eau distillée.....	100ml.

❖ **Milieux solides**

- **Milieu de Chapman :** Le milieu de Chapman marmité est un milieu sélectif pour la culture des staphylocoques.

Formule (en gramme par litre d'eau distillée):

Peptone bactériologique	10 g/l.
Extrait de viande de bœuf.....	1g/l
Chlorure de sodium	75 g/l.
Mannitol.....	10g/l.
Rouge de phénol	0,025 g /l.
Agar.....	15g/l.
pH	7,5 (environ).

- **Milieu de Mac Conckey** : L'utilisation de ce milieu est recommandée pour isoler et numérer les entérobactéries dans les eaux, le lait, les matières alimentaires, les urines. Il peut aussi être utilisé pour la recherche, dans les matières fécales, des Salmonella, Shigella et des E. coli entéropathogènes pour le nourrisson.

Formule (en gramme par litre d'eau distillée)

Peptone bactériologique.....	20 g/l.
Sels biliaires	1,5 g/l.
Chlorure de sodium	5 g/l.
Lactose	10g/l.
Rouge neutre	0,03 g/l.
Cristal violet	0,001 g/l.
Agar.....	15g/l.
pH.....	7,1 (environ).

- **Gélose nutritive**: La gélose nutritive est un milieu qui convient à la culture des germes ne présentant pas d'exigences particulières.

Formule (en grammes par litre d'eau distillée)

Peptone.	5 g/l.
Extrait de viande	1g/l
Extrait de levure	2M.
Chlorure de sodium	5g/l.
Agar	15g.
pH	7,4 (environ).

Analyses physico-chimies

Matériels et réactifs

1) **Matériels:**

- ✓ Dispositif de filtration (pompe à vide ou sous pression).
- ✓ Disques filtrants en fibres de verre (filtres de wattman)
- ✓ Etuve réglable à 105-110e0 et 175-185c^o

- ✓ Dessiccateur
- ✓ Flacons en verre à bouchon rodé de 150 ou 250 ml
- ✓ Enceinte thermostaté (étuve) à $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$
- ✓ Matériel nécessaire pour le dosage de l'oxygène (oxymètre)
- ✓ Barboteur
- ✓ Appareil à reflux composé d'un ballon à fond plat de 250 ml à col rodé et d'un réfrigérant adaptable réservé exclusivement à la détermination de la DCO
- ✓ Spectrophotomètre
- ✓ Bêchers
- ✓ Papier filtre
- ✓ Pipettes graduée
- ✓ Fiole jaugé 200ml
- ✓ Appareil à distillé par entraînement de la vapeur
- ✓ Verrerie
- ✓ Autoclave

2) Réactifs:

- ✓ solution de chromate de potassium a 10/
- ✓ Solution de nitrates d'argent N/10
- ✓ Solution d'acide sulfurique 50/
- ✓ Solution de permanganate de potassium N/80 (1ml de la solution N/80 correspond à 0,1 g d'oxygène)
- ✓ Solution d'acide oxalique N/80 a préparé à partir d'une solution N/10 récemment titrée
- ✓ Noir d'eriochrome T
- ✓ Indicateur coloré d'eriochrome T
- ✓ Solution tampon Ammoniacale 34/

- ✓ Indicateur coloré : murexide
- ✓ Solution d'hydroxyde de sodium à 2 N
- ✓ Solution de phénolphtaléine dans l'alcool à 0,5/
- ✓ Eau permutée exempte d'anhydrique libre (par ébullition de 15

- minutes) V° Eau distillée
- ✓ Eau de dilution
 - ✓ Eau d'ensemencement
 - ✓ 1-solution de fer 0,7 g
 - ✓ 2- eau permutée q.s.p 100ml
 - ✓ 3- 1,10-phénanthroline 1,5g
 - ✓ Sulfate mercurique cristallisé
 - ✓ Solution de salicylate de sodium
 - ✓ Solution tartrate
 - ✓ Solution zembali
 - ✓ Antimousse (silicone)
 - ✓ Réactif nessler
 - ✓ Chlore de potassium KCL
 - ✓ Réactif de phosphate
 - ✓ Acide ascorbique
 - ✓ Solution de molybdate d'ammonium
 - ✓ solution de minéralisation
 - ✓ persulfate de potassium 3g

Tableau. I : Qualité physico-chimique de l'eau traitée (3)

Normes	Paramètres
25	Température °c
6,5-8,5	Potentiel d'hydrogène (pH)
-	Ca ⁺² (mg/l)
50	Mg ⁺² (mg/l)
<30	TH (°F)
200	Cl(mg/l)
250	So ₄ ⁻ (mg/l)
-	Hco ₃ ⁻ (mg/l)
30	TAC (°F)
50	No ₃ ⁻ (mg/l)
1000	Cond (µS/cm)

-	TDS (mg/l)
1500	RS à 180°C (mg/l)

Tableau .II: Normes microbiologiques (3)

Microorganismes	Valeurs maximales
Escherichia coli (E. coli)	0 dans 100 ml
Entérocoques	0 dans 100 ml

Tableau. III : classification des eaux d'après leur pH (12)

pH < 5	Acidité forte => présente d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles.
pH = 5	pH neutre => eau potable.
7 < pH < 8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface.
5,5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines.
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense.

Tableau .I V : classes de turbidité usuelles (NTU, nephelometric turbidity unit) (12)

NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble

- Un liquide trouble s'éclaircit vivement lorsqu'il est traversé par un faisceau lumineux, c'est le phénomène qui dit : "Tyndall" due aux particules insolubles en suspension diffusant latéralement une partie des rayons lumineux secs, du titre alcalimétrique simple et complet.

Dosage du calcium (Ca^{+2}) :*Réactifs utilisés**

- Solution d'EDTA (Ethylène Diamine Tétra Acétique) de concentration 0,104mg/l.
- Solution tampon de pH=12(CaOH 12%). (Rodier.1978).

- Mode opératoire

Prélever 50ml d'eau dans un erlenmeyer de 250ml. Ajouter une pincée de la poudre calcons (indicateur coloré) puis 5 gouttes d'une solution tampon de PH=12. Titrer alors la solution obtenue à l'aide de l'EDTA jusqu'au virage au bleu foncé. (Rodier.1978).

Lecture : Noter le volume de l'EDTA ajouté (V_e).

***Dosage du Magnésium (Mg^{+2}) :**

Le magnésium est métal alcalino-terreux. C'est huitième élément le plus abondant de la croûte terrestre, le troisième métal derrière l'aluminium et le fer. Il favorise la fixation du calcium sur l'os et catalyse de nombreuses réactions métaboliques.

A-Réactifs :

- Solution d'EDTA (N/50).
- Noir EuriochromeT.
- NH_4OH à PH= 10.

B-Mode opératoire :

- Introduire 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer au col large.
- Ajoute 02 ml de NH_4OH à PH = 10 et une pincée de noir EuriochromeT.
- Titrer par EDTA (N/50) jusqu'au virage de la couleur bleu (V_2).

C-Expression des résultats :

$$[\text{Mg}^{+2}] \text{ mg/l} = (V_1 - v_2) \times F \times 4,8$$

V_2 = Volume titré de Calcium et de Magnésium.

V_2 = Volume titré de Calcium.

D-Facteur :

- 50 ml de solution mère de CaCl_2 .
- 02 ml de NaOH (2N).
- Une pincée de Murexide.
- Titrer par SDTA (N/50) jusqu'au virage de la couleur violet.

$F = 12,5/V$ (EDTA).

*Chlorure (Cl)

Les chlorures sont largement répandus dans la nature, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl) ; ils représentent environ 0,05 % de la lithosphère. Une forte fluctuation des chlorures dans le temps peut-être considérée come indice de pollution.

A-Principe :

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titré de nitrate d'argent (AgNO_3) en présence de chromate de potassium (K_2CrO). La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

B-Réactifs :

- Solution de chromate de potassium a 10%.
- Solution de nitrate d'argent N/10.

C-Mode opératoire :

- Introduire 25 ml d'eau a analysée dans un erlenmeyer au col large.
- Ajouter 2 a 3 gouttes de solution de chromate de potassium a 10%.
- Verser au moyen d'une burette de solution de nitrate d'argent jusqu'à l'apparition d'une teinte rougeâtre, qui doit persister 1 a 3 min.

Soit V le volume de millimètres de nitrate d'argent $N/5$ utilisés. (13)

D-Expression des résultats :

$$\text{Teneur} = V \text{ (ml)} \times 142.$$

***Détermination du fer (Fe) :**

A-Principe :

Adition d'une solution de phénantroline 1.10 (Annexe) à une prise d'eau et mesurage photométrique du complexe rouge-orange à une longueur d'onde de 510nm.

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

B-Mode opératoire :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer de 100 ml.
- Ajouter 1 ml de la solution de chlorhydrate d'hydroxylamine.
- Mélanger soigneusement.
- Ajouter 2 ml de tampon acétate.
- Ajouter 2 ml de la solution 1,10 de phénantroline et conserver à l'obscurité pendant 15 mn.
- Enfin passer au specto pour mesurage à la longueur d'onde de 510 nm.

C-Expression des résultats :

Le résultat est donné en mg/l.

***Dosage des nitrates (NO_3) :**

Ils présentent naturellement dans les aux. Les apports excessifs ou mal maîtrisés d'engrais azotés provoquent une augmentation des nitrates dans les ressources. (13)

A-Principe :

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

B-Mode opératoire :

- Pendre 10 ml de l'échantillon à analyser.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30%.
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75-88 °C.
- (Ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 2 ml d' H_2SO_4 . Laisser reposer 10mn.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée.

Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectro au 415 nm.

C-Expression des résultats :

Le résultat donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 415 nm.

***Dosage des ions nitrites (NO_2) :**

C'est le résultat d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque ou d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une dénitrification. Leur présence dans l'eau est un indice de pollution

A-Principe :

Les ions nitrites réagissent en milieu acide ($pH = 1,9$) avec la sulfamilade en format sel de diazonium (diazotation) qui forme avec le N-(1-naphtyl)-éthylène diamine-dichlorohydraté un colorant azoïque rouge $\lambda_{max} = 543 \text{ nm}$.

B-Mode opératoire :

- Prendre 50 ml d'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml du réactif mixte .
- Attendre 10 mn.

L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2 .

C-Expression des résultats :

Le résultat est donné directement en mg/l à une longueur d'onde de 543 nm.

Dosage de l'ammonium (NH_4^+) :*A-Principe :**

Mesurage spectrométrique du composé bleu formé par réaction de l'ammonium avec les ions salicylate et Hypochlorite en présence de nitrosopentacyanoferrate (III) de sodium (nitroprussiate de sodium). (13)

B-Mode opératoire :

- prendre 40ml d'eau à analyser.
- Ajouter 4 ml du réactif I
- Ajouter 1 ml du réactif II et ajuster à 50 ml avec l'eau et attendre 1h.30.

L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de NH_4^+ . Effectuer la lecture à 655 nm.

***Matière organique M.O :**

La matière organique (M.O) contenue dans les eaux est la partie non encore décomposée de la pollution organique (matière vivantes, morte ou déjections des organismes vivants). La MO peut se rencontrer soit dissoute dans l'eau, soit sous forme particulaire visible (13)

A-Principe :

L'opération consiste à mesurer en milieu acide et en milieu alcalin la quantité d'oxygène utilisée pour la réduction du Permanganate de Potassium par les matières organiques d'origine animale ou végétale contenues dans une eau.

B-Réactifs :

- Solution d'acide Sulfurique 50%.
- Solution Permanganate de Potassium N/80 préparée à partir d'une solution N/10 récemment titrée. Vérifier le titre de cette solution.

- 1 ml de la solution N/80 correspond à 0.1 mg d'oxygène:
- Solution d'acide oxalique N/80. A préparée à partir d'une solution N/10 récemment titrée.

C-Mode opératoire :

Introduction dans un erlenmeyer d 500 ml, 10 ml d'eau à analyser et 10 ml d'acide sulfurique a 50 %, ajouter 10 ml de solution de Permanganate de Potassium N/80. Porter l'échantillon a l'ébullition ménagé pendant 10 min a partir du moment où les bulles en formation du fond du ballon viennent crever la surface du liquide. Ajouter ensuite 10 ml d'acide oxalique N/80 pour décolorer, revenir immédiatement a la teinte rose faible mais persiste a l'aide d'une burette graduée, la solution de Permanganate de Potassium N/80. Faire un essai à blanc en opérant dans les mêmes conditions.

D-Expression des résultats :

$$M.O \text{ (mg d'O}_2\text{/L)} = (V_{\text{échant}} - V_{\text{blanc}}).$$

*Détermination des matières en suspension (M.E.S) :

On appelle matières en suspension les très fines particules en suspension (sable, argile, produits organiques, particules de produits polluant, microorganismes...) qui donne un aspect trouble à l'eau (turbidité) est s'opposent à la pénétration de la lumière nécessaires à la vie aquatique. En trop grande quantité elles constituent donc une pollution solide des eaux [16].

A-Principe :

L'eau est filtrée et le poids de la matière a retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle.

B-Mode opératoire :

- Mettre les membranes filtrantes dans une étuve à 150C° pendant 20mn.
- Laisser refroidir dans le dessiccateur.
- Ensuite les peser. Soit P1 : Poids des membranes avant filtration.
- Placer les membranes dans la rampe a filtration et faire passer 200 ml d'eau à analyser a travers.

- Rendre les membranes à l'étuve (à 105°C) afin de les sécher pendant 20 min.
- Les laisser refroidir au dessiccateur puis les peser deuxième fois. Soit P2 : Poids des membranes après filtration.

Expression des résultats :

$$\text{M.E.S(mg/l)} = (P_2 - P_1) \times 5 \times 1000.$$

***Résidu sec :**

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

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

- **Mode opératoire**
- Peser (Balance analytique) un bécher vide en verre de 250 ml
- Le Remplir avec l'eau à analyser ;
- Mettre le bécher dans l'étuve (105°C) pendant 24h pour l'évaporation.
- On pèse le bécher après refroidissement au dessiccateur pour absorber l'humidité pendant 15 minutes.
- **Expression des résultats :**

Le calcul est effectué pour 1L :

$$\text{Résidu sec (mg/l)} = P \times 1000/V$$

Où :

P1 : poids du bécher vide en g

P2 : poids de bécher avec résidu sec après évaporation en g

$$P \text{ résidu sec} = p_2 - p_1$$

*Détermination de l'alcalinité (TA) et (TAC) :

Le titre alcalimétrique simple (TA) mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et en carbonate alcalins caustiques et le titre alcalimétrique complet (TAC) correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres, carbonates et hydrogénocarbonate

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré. (Rodier.1978)

- **Mode opératoire :**

- **A. Détermination du TA :**

- Prélever 10 ml d'eau à analyser dans une capsule ou erlenmeyer bien propre.
- Ajouter deux gouttes de phénolphthaléine (dans l'alcool à 0.5 %). Si l'eau contient d'hydrate ou carbo hydrates ; elle prend une coloration rosée, dans le cas contraire le TA est nul ce qui se produit en générale pour les eaux naturelles dont le pH est inférieur a 8.3
- Verser ensuite doucement l'acide à l'aide d'une pipette, en agit constamment et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution
- La consommation de réactif correspondant au TA de l'eau.

- **B-Détermination du TAC :**

- Utiliser l'échantillon précédemment ou le prélèvement primitif s'il n'y a pas eu de coloration
- Ajouter 2 gouttes de méthyle orange à 0.5% (indicateur de pH)
- Titrer de nouveau le même acide jusqu'au virage du jaune orangé (pH=4.3)
- S'assurer qu'une goutte d'acide en excès provoque le passage de la coloration du jaune orangé ou rose orange (pH=4)
- Soit V' le nombre de millilitre d'acide chlorhydrique ou sulfurique H_2SO_4 N/50 versés depuis le début de dosage, retrancher de se volume quantité d'acide nécessaire pour le virage de l'indicateur, qui un peut plus faible que le pH de neutralisation exacte de l'hydrogénocarbonate.
- **Expression des résultats :**

- **A. Titre alcalimétrique simple (TA) :**

$V/5$ exprime le titre alcalimétrique en milliéquivalent par litre.

V exprime le titre alcalimétrique en degré français.

($1^\circ f = 10 \text{ mg de CaCO}_3 = 1/5 \text{ mEq/L}$)

B. Titre alcalimétrique complet (TAC) :

$(V' - 0.5)/5$ exprime le titre alcalimétrique complet en milliéquivalent par litre.

$V - 0.5$ exprime le titre alcalimétrique complet en degré français.

Bicarbonate :

Les bicarbonates résultent de l'équilibre physico-chimique entre la roche, l'eau et le gaz carbonique



Les concentrations en bicarbonates dans les eaux naturelles dépendent essentiellement de la température ambiante, pH de l'eau, la concentration en gaz carbonique dissous et de la lithologie.

Le dosage des bicarbonates a été réalisé par : $HCO_3^- (\text{°f}) = 12.2 \times TAC$

Dureté totale :

Dite aussi titre hydrotimétrique (TH), la dureté totale d'une eau est donnée par la concentration en ions alcalino-terreux (essentiellement Mg^{2+} et Ca^{2+}), elle ne doit pas être étudié isolément mais dans tout un ensemble de paramètres tel que ; le TAC, le pH et la température. (Rodier,1978)

Tableau. V: Classification des eaux d'après le TH

TH (°f)	0 à 5	10 à 20	20 à 40	20 à 40	Supérieur à 40
Eau	Très douce	Douce	Moyennement dure	dure	Très dure

Elle est mesurée par le "Titre Hydrotimétrique" (TH). Cette grandeur est souvent exprimée en degrés français (°f) : 1°f équivaut à 10 mg/l de carbonate de calcium. Plus l'eau est riche en calcium et magnésium, plus elle est dure.

Les alcalino-terreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe du type CHELATE par le sel disodique de l'acide éthylène diaminetétracétique à pH = 10.

La disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelée par le virage d'un indicateur spécifique, en milieu communalelement tamponné pour empêcher la précipitation du magnésium.

- **Mode opératoire :**
- Prélèvement 100 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml de solution tampon (Ammoniaque 34%) (Ph=9,5-10)
- Ajouter quelques grains d'indicateur colorés (Indicateur noir d'urochrome T NEST).
- Titrer par solution d'EDTA (N/50) jusqu'au virage du rouge vieux ou bleu.
- **Expression des résultats :**

$$\text{TH (mg/l de CaCO}_3\text{)} = V \text{ (ml)} \times 10$$

Bibliographie

- Anonyme.**(1996),Manuel de qualité des eaux traitées Edition : ADE.
- Benmarce K. (2007)**, Caractéristiques physico-chimiques et isotopiques des eaux souterraines dans la région de Guelma (N.E Algérien)
- Boubidi W.et al. (2007)**, Traitement et critère de potabilité de l'eau (les normes) Mémoire d'ingénieur d'état, Université 08 Mai 1945.Guelma.30p.
- Bouchelaghem Z. et al. (2011)**, l'eau potable et les contraintes de la désinfection : biologie moléculaire et cellulaire. Université 08 Mai 1945, Guelma, 75 et 76pages.
- Boukrouma N.(2008)** ,Contribution à l'étude de la qualité microbiologique de l'eau écosystème aquatique artificiel ; cas de la retenue collinaire d'AIN Fakroune (W.oum el Bouaghi).
- Carbonelle D.et al. (1988)**, Bactériologie médicale techniques usuelles.Med.MalInfe.251p.
- Cardot C. (1996)**,Le traitement de l'eau Edition : Technosup.
- Chaouch R. (2007)**, Identification et quantification des déchets solides encombrant les plages d'Annaba, aspect phisico-chimique et bactériologique des eaux .Mémoire de magister, université Bdji –Mokhtar. Annaba p105.
- Cheriet M& Rouaigia M. (2010)**,qualité microbiologique des eaux de oued Messida (Wel Taref).
- Dégrement.(1998)**, Mémento technique de l'eau
8^{ème} édition, Tec et Doc. Paris.613p
- Hamlaoui B. et al. (2011)**, suivi de la qualité bactériologique des eaux des sources de la région de Guelma : option microbiologie de l'environnement de la santé .Université 08 Mai 1945, Guelma, 65pages.
- Kettab A. (1992)**, Traitement des eaux (eau potable) Office des publications Universitaires, 146p.
- KhahloucheB.et al. (2010)**, Microbiologie (Travaux pratiques)
3^{ème} édition corrigée ; Office des publications Universitaires 133p.
- Labres F. (2006)**, Cours d'hygiène et de microbiologie des eaux.
Manuel des travaux pratiques des eaux, Institut pasteur. Alger.60p
- Labres. (2008)**, La cour nationale d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson
Manuel des travaux pratiques des eaux. Institut pasteur .Alger 60p
- Ladjel F. et al(2006)**, Technique de désinfection une eau de boisson, ADE.

- Ldjel S.(2007)**,Control des paramètres physico-chimiques et bactériologiques d'une eau de boisson , ADE.
- Lambert. M.C.(1998)**,Cours pratique sur la désinfection et le contrôle de qualité de l'eau potable 73p.
- Monod J.(1989)**,Mémento technique de l'eau Tome 2.
9^{ème} édition, de cinquantenaire.595-1459p.
- Norme NF ENISO 6222** : Dénombrement des micro-organismes vérifiables.
- Norme NF ENISO 9308 -1-** Recherche et dénombrement des *Escherichia. Coli* et des bactéries Coliformes.
- Norme NF T90-411** : Recherche et dénombrement des Streptocoques du groupe D .méthode générale par ensemencement en milieu liquide.
- Norme NF T90-415** : Recherche et dénombrement des spores de bactérie anaérobies sulfite-réductrices et clostridium.
- Péchère J. (1982)**, Reconnaître traiter les infections
4^{ème} édition. Edisem SI Hyacinthe L'Arbre 204p
- Pilet C & Col. (1987)**, Bactériologie médicale et vétérinaire systématique bactérienne.
Doin371p.
- Rejsek F. (2002)**, Analyse des eaux
Tec et Doc, 358p.
- Rodier J. (1978)**, L'analyse de l'eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer Chimie, physico-chimie, bactériologie, biologie.
6^{ème} édition, Dunod.paris.1330p
- Rodier J. & col.(1998)**,L'analyse de l'eau.
7^{ème} édition, Dunod.paris.1383p (156-207).
- Rodier J & col. (2005)**, L'analyse de l'eau
8^{ème} édition, Duonds ,parie.
- Rodier J et col. (janvier 2007)**, L'analyse de l'eau.
8^{ème} édition, Duonds . Belgique, 1383p.
- Roland V. (2003)**, Eau, Environnement et santé publique
2^{ème} édition, introduction a l'hydrologie .TEC et DOC.
- Terkmani A. (2006)**, Normes de qualité d'une eau de boisson B2, ADE.
- Zouaidia H. (2006)**, Bilan des incendies de forets dans l'Est Algérien cas de Mila,
Constantine,Guelma.

Webographie

(1) : Définition d'eau

http://www.eaurmc.fr/juniors/cahiers_pedagogiques/eau.php. Consulté le 10/03/2012

(2):http://www.indescendicus.afro.who.int/iah/full_text/thesis_Bamako/05p82.pdf. Consulté le 12/03/2012

(3) : Norme de potabilité :

Siaep.faye.free.fr/qualite-de-l'eau/Normes-de-l'eau/arrete-11-01-2007-qualite-eau consulté le : 22/03/2012

(4) : Usage de l'eau

<http://www.ecosociodsystemes.fr/usages-eau.html> consulté le : 20/03/2012

(5) : pollution de l'eau

<http://www.futura-sciences.com/Fr/question-reponse/t/eau/d/pollution-de-l'eau-queles-sont-les-indicateur-1414/> Consulté le 23/03/2012

(6) :<http://www-sobolija.../3-les-differents-types-de-maladies-lies-a-l'eau> Consulté le 20/03/2012

(7) : Barrage Bouhamdane :

<http://www.lemididz.com/index.operation-article-midi-centre%40art5+%402010-11-20>. Consulté le 11/04/2012

(8):<http://www.umc.edu.dz/theses/sc-terre/BOU4469.pdf>. Consulté le 19/04/2012

(9) : <http://www.nhscience.ionestar.edu>. Consulté le 21/04/2012

(10) :<http://www.memoireonline.com/.../m.Evaluation-de-la-qualite-des-eaux-des-puits-couverts-munis-de-pompe-dans-la-commune-de-Porto-Novo>. Consulté le 10/04/2012

(11) : Analyse bactériologique de l'eau

<http://www.Laboratoire-de-France/laboratoire-d-analyse-documentation/1945>. Consulté le 02/04/2012

(12) : Analyse physico-chimique de l'eau

<http://www.orieau.fr/ReFEA/fiches/analyse-Eau/phisico-chimique-prescen.htm>. Consulté le : 02/04/2012

(13) : <http://www.Protec-traitement.com.../dosage%20du%Ta%20et%20Tac.htm>. Consulté le 28/04/2012

(14) : <http://www.eau-sein-normandie.fr/fileadmin/mediatheque/bocage-normande/pdf/traitement%20des%20eaux%20et%20consomation.pdf> . . Consulté le

29/04/2012