

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique
Université Chadli Bendjedid
El Tarf



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الشاذلي بن جديد
الطارف

Faculté des Sciences de la Nature et
de la Vie

جامعة الشاذلي بن جديد
UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

كلية علوم الطبيعة والحياة

Département de Biologie

قسم العلوم البيولوجية

Mémoire de Fin d'Études
Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2
« Toxicologie Industriel et Environnementale »

THÈME

**Caractérisation microbiologique et évaluation de l'indice de
contamination de pollution microbiologique des eaux de source
«d'Ain Melloul» au niveau de la région d'Oum Teboul la wilaya
d'El Tarf**

Soutenu le : 26\06\2022

Présenté Par : SOLTANI Narimen

Devant le jury composé de :

Dr. DELIMI Amel	MCA	Président	UCBET
Dr. BOUMARAF Warda	MCA	Examinatrice	UCBET
Dr. BERGAL Amira	MCA	Promotrice	UCBET

Année universitaire : 2021 - 2022

Remerciement

Avant tout, Je remercie Allah, le Miséricordieux qui m'a donné la force, le courage et la volonté de mener ce travail à son terme

Un grand merci à ma promotrice Mme Bergal Amira qui m'a fait l'honneur de m'encadrer et me guider avec patience et gentillesse tout au long de la réalisation de ce travail.

Je tiens à remercier Mme DELIMI Amel d'avoir bien acceptée de présider ce jury et Mme Boumaaraf Warda d'avoir exprimée son entière disponibilité à participer à ce jury et à examiner ce mémoire.

Je remercié de tout cœur tous les enseignants du Master 02 « Toxicologie industrielle et environnementale » qui m'ont permis d'arriver à ce stade de la formation.

Enfin, Merci à toute les personnes qui m'ont soutenue et encouragée pour aller au bout de ce travail, en particulier ma famille et mes amis proches.

Dédicace

Je dédie ce travail :

A Dieu qui m'a toujours illuminé et m'a mis sur les bonnes voies.

A celle qui m'a donné la vie, la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur qui sacrifiée pour mon bonheur :

***Maman** je t'aime*

A mon père, l'homme de ma vie qu'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que dieu te garde pour moi inshaallah.

A ma grand-mère qui m'a accompagné par ses prières, puisse dieu lui prêter longue vie et beaucoup de santé et de bonheur.

*A ma très chère sœur **Nejla** et mes deux petits frères **Wassim** et **Anis**.*

*A toute ma famille paternelle et maternelle **Soltani** et **Messadia** et tous mes très chers amis.*

*A tous ceux qu'ont contribués de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis **merci**.*

Narimen

Résumé

L'eau constitue un élément essentiel pour l'organisme humain et sa consommation journalière par tous implique une surveillance étroite tant sur le plan organoleptique, physicochimique et bactériologique.

Les évaluations de la qualité de l'eau et des sources de pollution sont d'une grande importance pour déterminer sa validité à la consommation des êtres vivants et surtout celle de l'homme, Pour apprécier la qualité de ces eaux, un contrôle bactériologique a été réalisé sur la source de « **Ain Melloul** » à la région d'Oum Teboul de la wilaya d'El Tarf.

Les analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire d'hygiène à l'établissement public de santé de proximité (EPSP « kaddache Ali ») à El Tarf.

L'objectif de ce travail consiste à vérifier la qualité bactériologique de cette source c'est-à-dire vérifier l'absence du risque d'ingestion des micro-organismes qui causent des différentes maladies hydrique et de déterminer la conformité des paramètres analysé aux normes de potabilité.

Les résultats obtenus montrent une absence totale des germes pathogènes sur cette source ce qui confirme la bonne qualité bactériologique.

Mots clés : Eau de Source, Qualité d'eau, Analyses bactériologique, Micro-organismes.

Abstract

Water is an essential element for the human body and its daily consumption by all implies a close monitoring of the organoleptic, physicochemical and bacteriological aspects.

The assessments of water quality and sources of pollution are of great importance to determine its validity for consumption of living beings and especially that of man, to assess the quality of these waters; a bacteriological control was conducted on the source of « **Ain Melloul** » in the region of Oum Teboul of the wilaya of El Tarf. The tests were conducted at the laboratory of hygiene for bacteriological analysis at the public health institution of proximity (EPSP« kaddache Ali ») in El Traf.

The objective of this modest work is to verify the bacteriological quality of this source i.e. to verify the absence of the risk of ingestion of microorganisms, which cause diseases, and to determine the conformity of the analyzed parameters with the standards of portability.

The results obtained show a total absence of pathogenic germs on this source, which confirms the good bacteriological quality.

Key words: Spring water, Water quality, Bacteriological analysis, Micro-organisms.

المُلخَص

تعتبر المياه من أهم الموارد الطبيعية وعنصر أساسي لجسم الإنسان، لكنها ليست دائماً في المكان المناسب، ومتوفرة في الوقت المناسب أو بجودة جيد. واستهلاكه يومياً من قبل الجميع يعني المراقبة الدقيقة على المستوى الحسي والفيزيائي والكيميائي والبكتريولوجي.

تعتبر تقييمات جودة المياه ومصادر التلوث ذات أهمية كبيرة في تحديد صلاحيتها للاستهلاك من قبل الكائنات الحية وخاصة البشر ومن أجل تقييم هذه الجودة تم إجراء مراقبة جرثومية على منبع «عين ملول» في منطقة أم طبول بولاية الطارف. تم إجراء التحاليل على مستوى معمل النظافة للتحاليل البكتريولوجية في مؤسسة الصحة العامة المحلية قداش على بالطارف.

الهدف من هذا العمل المتواضع هو التحقق من الجودة البكتريولوجية لهذا المنبع، أي التحقق من عدم وجود مخاطر ابتلاع الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض وتحديد مطابقة المعايير التي تم تحليلها مع معايير صلاحية الشرب.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها الغياب التام للجراثيم المسببة للأمراض عن هذا المصدر مما يؤكد الجودة البكتريولوجية الجيدة.

الكلمات الرئيسية : كائنات دقيقة , التحاليل البكتريولوجية , جودة الماء , ماء الينبوع

A red scroll graphic with a white border, featuring a white ribbon-like strip on the left side and a small red tab on the right side. The word "SOMMAIRE" is written in a bold, black, serif font across the center of the scroll.

SOMMAIRE

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction

Chapitre 01 : Généralités sur l'eau

I.1. L'eau.....	5
I.1.1 Composition de l'eau.....	5
I.1.2.Cycle hydrologique de l'eau.....	6
A. Evaporation.....	7
B. Condensation.....	7
C. Précipitation.....	8
D. Ruissellement.....	8
I.1.3. Qualité de l'eau.....	8
I.1.4. Ressources en eaux.....	9
A. Les eaux de surface.....	10
B. Les eaux souterraines.....	10
C. Eaux de mers et océans.....	10
I.1.5.Potabilité de l'eau.....	11
A. Eaux du robinet.....	12
B. Eaux embouteillées.....	12
I.1.6. Importance de l'eau.....	12
I.2.Pollution de l'eau.....	12
I.2.1.Origines de pollution de l'eau.....	13
A. Pollution domestique.....	13
B. Pollution agricole.....	13
C. Pollution industrielle.....	13
D. Pollution urbaine.....	14
I.2.2. Les principaux polluants.....	14

A. Les polluants physiques.....	14
B. Les polluants organiques.....	14
C. Les polluants chimiques.....	14
D. Les polluants microbiologiques.....	15
I.3. Principaux germes d'eau.....	16
I.3.1. Les coliformes.....	16
A. Coliformes totaux.....	16
B. Coliformes fécaux.....	17
I.3.2. Streptocoques fécaux.....	17
I.3.3. Clostridium Sulfito-Réducteurs.....	18
I.4. Maladies à transmission hydrique.....	19
I.4.1. Maladies d'origine bactérienne.....	21
A. Le choléra.....	21
B. La fièvre typhoïde.....	21
C. La dysenterie bacillaire.....	22
D. La gastro-entérite aigue et diarrhée.....	23
I.4.2. Maladies d'origine fongique.....	23
A. La candidose.....	23
B. Dermatophytose.....	23
I.4.3. Maladies d'origine virale.....	23
A. Les hépatites virales.....	23
B. La poliomyélite.....	23
C. Viroses des entérovirus.....	24
I.4.4. Maladies d'origine parasitaire.....	24
A. Les amibiases.....	24
B. Les giardases.....	24

Chapitre II : Matériel et méthodes

Introduction

II.1. Objectifs.....	26
----------------------	----

II.2.Présentation de la zone d'étude / Oum Teboul.....	26
II.2.1.Situation géographique.....	26
II.2.2 Climat.....	27
II.2.3 Géologie et hydrographie.....	27
II.3.Présentation de lieu du stage.....	29
II.4. Matériel et méthodes.....	29
II.4.1. Matériel utilisés.....	29
II.4.2. Méthodes d'analyses.....	32
A. Echantillonnage.....	32
A.1.Prélèvements de l'eau.....	32
A.2. Transport et conservation des échantillons d'eau.....	32
B. Analyses bactériologique.....	33
B.1.Recherche et dénombrement des coliformes totaux et des coliformes fécaux.....	33
B.2.Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux.....	35
C. Calcul de l'Indice de Pollution Microbiologique (IQM).....	37

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Les paramètres organoleptiques.....	39
III.1.1.La couleur.....	39
III.1.2. l'odeur.....	39
III.1.3. Le goût et la saveur.....	39
III.2. Les paramètres bactériologiques.....	39
III.2.1.Les bactéries indicatrices de la contamination fécale durant le mois d'avril.....	40
III.2.2.Les bactéries indicatrices de la contamination fécale durant le mois de mai.....	42

Conclusion

Références Bibliographique

Références électronique

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
I	La réserve en eau de la terre	5
II	Les différents polluants de l'eau	15
III	Normes et Recommandation Pour La Qualité Bactériologique de L'eau potable	19
IV	Principale maladies d'origine hydriques et leurs agents responsables	20
V	Classes de la pollution microbiologique	37
VI	Les résultats des analyses bactériologiques d'eau de source du premier prélèvement	40
VII	Les résultats des analyses bactériologiques d'eau de source du deuxième prélèvement	42

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	La molécule de l'eau	6
02	Cycle de l'eau dans la nature	7
03	Répartition des ressources d'eaux dans la planète	9
04	les ressources de l'eau	11
05	Coliformes totaux	16
06	Coliformes fécaux	17
07	Streptocoques fécaux	18
08	Spores anaérobies sulfito-réducteurs	19
09	Bactérie <i>Vibrio cholerae</i> responsable de choléra	21
10	<i>Salmonella typhimurium</i>	22
11	Bactérie de dysenterie bacille de <i>Shigella</i>	22
12	Localisation géographique de la région d'Oum Teboul	27
13	Schéma orohydrographique de la région d'Oum Teboul	28
14	La source d'échantillonnage « Ain Melloul »	29
15	Matériel utilisés au laboratoire	30,31
16	Echantillon prélevé d'eau de source «Ain Maloul»	32
17	Boite de pétri contient de la gélose TTC incubée à 37°C	34
18	Boite de pétri contient de la gélose TTC incubée à 44°C	35
19	Boite de pétri contient de la gelose Slanetz et Bartley incubée à 44°C	36
20	Boite de pétri contient de la gelose Slanetz et Bartley incubée à 37°C	36
21	Représentation graphique des résultats du dénombrement des coliformes totaux et fécaux et des streptocoques fécaux au mois d'avril	41
22	Représentation graphique des résultats du dénombrement des coliformes totaux et fécaux et des streptocoques fécaux au mois de mai	42

A red scroll graphic with a white border, featuring a white ribbon-like strip on the left side and a white circular element on the right side, resembling a scroll or a piece of paper.

Introduction

Introduction :

La terre est généralement appelée la «planète Bleue» car l'eau représente trois quarts de sa surface (**Kherifi et Achi, 2016**). Ce dernier représente l'élément essentiel au fonctionnement de tout écosystème, mais aussi des activités humaines (agriculture, industrie) et de notre vie de tous les jours (usage domestique, loisirs).

L'origine des eaux servant à l'alimentation humaine et provient de différents origines ; les eaux souterraines, les eaux douces de surface (celle des ruisseaux, des rivières, des fleuves, des barrages, ou dans certains cas, par adoucissement des eaux de mer...) (**Christiane, 1999**).

L'eau recouvrant 72% de la surface de la terre, et représentant une réserve totale de 1350 milliards de km³ dans la biosphère. Ce volume est constant et stable depuis 3 milliards d'années. L'eau suit de façon perpétuelle un cycle de renouvellement à l'échelle terrestre (**Lelerc et al., 1977**).

L'eau peut être aussi une source majeure de maladie. D'après un rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé cinq millions de nourrissons et d'enfants meurent chaque année de maladies diarrhéiques dues à la contamination des aliments ou de l'eau de boisson contaminés (**PULIM, 1991**). Le phénomène de la pollution de l'eau contribue de façon considérable à la limitation des ressources en eau potable (**Aissaoui A, 2009**).

La qualité de l'eau est influencée par un large éventail de phénomènes naturels et anthropiques. Différents processus naturels (hydrologiques, physiques, chimiques et biologiques) peuvent nuire aux caractéristiques des éléments et des composés chimiques de l'eau douce. De plus, plusieurs impacts anthropiques peuvent dégrader la qualité de l'eau comme l'activité industrielle, l'usage agricole ou des chantiers d'ingénierie fluviale (**Chapman, 1996**).

Ainsi, le contrôle de la qualité de l'eau joue un rôle important dans la santé publique car celle-ci est susceptible d'engendrer des altérations catastrophiques sur le sol, sur l'organisme humain et même de toucher à la santé de toute une population (**Roux, 1987**).

Afin de contrôler la qualité d'une eau il est nécessaire d'effectuer des analyses qui révèlent la présence de gaz, de matières minérales et de matières organiques en suspension

ou en solution et éventuellement des microorganismes. Nombres de ces composants ont une origine naturelle en prévenance des roches, du sol et de l'air ou de la vie humaine et animale.

A cette raison, ce travail a pour objectif d'évaluer par des analyses microbiologiques l'indice de contamination microbiologique de pollution des eaux de source de « Ain Maloul » au niveau de la région d'Oum Teboul (La wilaya d'El Tarf).

Ce travail est structuré en trois chapitres :

- **Le premier chapitre** est une synthèse bibliographique sur l'eau d'une part, et les pollutions qui affectent ce dernier et les microorganismes de l'eau ainsi que les maladies à transmission hydrique d'autre part.
- **Le deuxième chapitre** consacré à la présentation de la zone d'étude de point de vue géographique, hydrographique, géologique, climatologique.
- La présentation des matériaux et différentes méthodes d'analyse bactériologique utilisées dans le cadre de cette étude.
- **Le troisième chapitre** représente les différents résultats obtenus au cours de notre étude pratique, avec une discussion.
- Nous terminons par une conclusion générale tirée à partir des résultats obtenus.

Partie
Bibliographique

A red scroll graphic with rounded corners and a shadow, positioned horizontally in the center of the page. The text is written in a black, italicized serif font on the scroll.

*Chapitre I : Généralités
sur l'eau*

Chapitre I : Généralités sur l'eau

I.1. L'eau :

L'eau liquide (H₂O) est souvent perçue comme une substance assez ordinaire car elle est transparente, inodore, insipide et se présente sur terre en grande quantité (GRAINI 2011).

- ✚ Du point de vue chimique l'eau est un corps de formule H₂O, sa composition a été déterminée en 1783 par Lavoisier et Meusnier.
- ✚ Du point de vue physique c'est un liquide incolore, inodore, sans saveur qui se solidifie à 0 °C et bout à 100 °C. Sous la pression atmosphérique normale à partir 120 °C l'eau se dissocie en hydrogène et en oxygène.
- ✚ Du point de vue biologique l'eau est un constituant essentiel des cellules vivantes : animales, végétales et micro-organismes. Solvant de la plus grande partie de constitutions de la matière vivante, l'eau libre sert de milieu réactionnel pour tout le métabolisme d'où son extrême importance (Encyclopédie, 1998).

Tableau I. La réserve en eau de la terre (Bliefert et Perraud, 2008).

Domaine de l'hydrosphère	Volume de l'eau en (10 ⁶ km ³)
Les mers	1370
La glace et la neige (pôle entre autres)	29
Les nappes phréatiques	9.5
Eau de surface (lac et fleuves)	0.13
Atmosphère	0.013
Biosphère	0.0006

I.1.1 Composition de l'eau :

La molécule d'eau est l'association d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène sous le symbole H₂O. En tant que liquide, elle est considérée comme un solvant universel. L'eau se congèle à 0° C et sa température d'ébullition est 100°C, à cette température l'eau s'évapore. L'eau est un liquide sans odeur, sans couleur et sans goût (GERARD, 1999)

En effet, l'eau est un excellent solvant qui se charge en composé solides ou gazeux tout au long de son cycle, suivant les milieux (rivières, roches, atmosphère) dans laquelle elle circule.

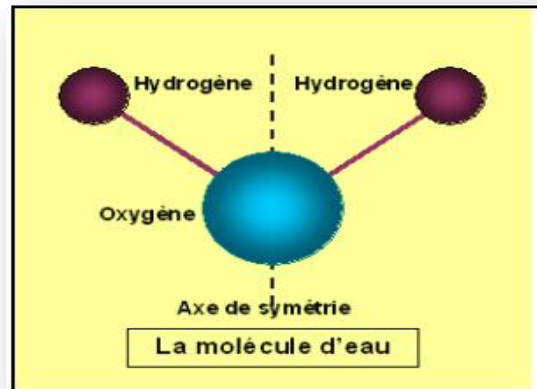


Figure 01 : La molécule de l'eau. (Chelli et Djouhri, 2013)

I.1.2.Cycle hydrologique de l'eau :

Le cycle de l'eau, appelé aussi cycle hydrologique, est l'ensemble des cheminements que peut suivre une particule d'eau. Ces mouvements, accompagnés de changements d'état, peuvent s'effectuer dans l'atmosphère, à la surface du sol et dans le sous-sol. Chaque particule n'effectue qu'une partie de ce cycle et avec des durées très variables : une goutte de pluie peut retourner à l'océan en quelques jours alors que sous forme de neige, en montagne, elle pourra mettre des dizaines d'années. (Laborde, 2000).

L'hydrosphère chauffée par l'énergie solaire, s'évapore et conduit à la présence d'eau dans l'atmosphère. Cette eau, à la suite d'un refroidissement de l'air, se condense en gouttes ou cristaux de glace et se trouve précipitée sous forme de pluie, neige ou grêle sur lithosphère à la surface de laquelle approximativement $\frac{1}{4}$ pénètre, $\frac{1}{4}$ ruisselle, quant au $\frac{1}{4}$ restants, il s'évapore à son tour (Vilagines, 2003).

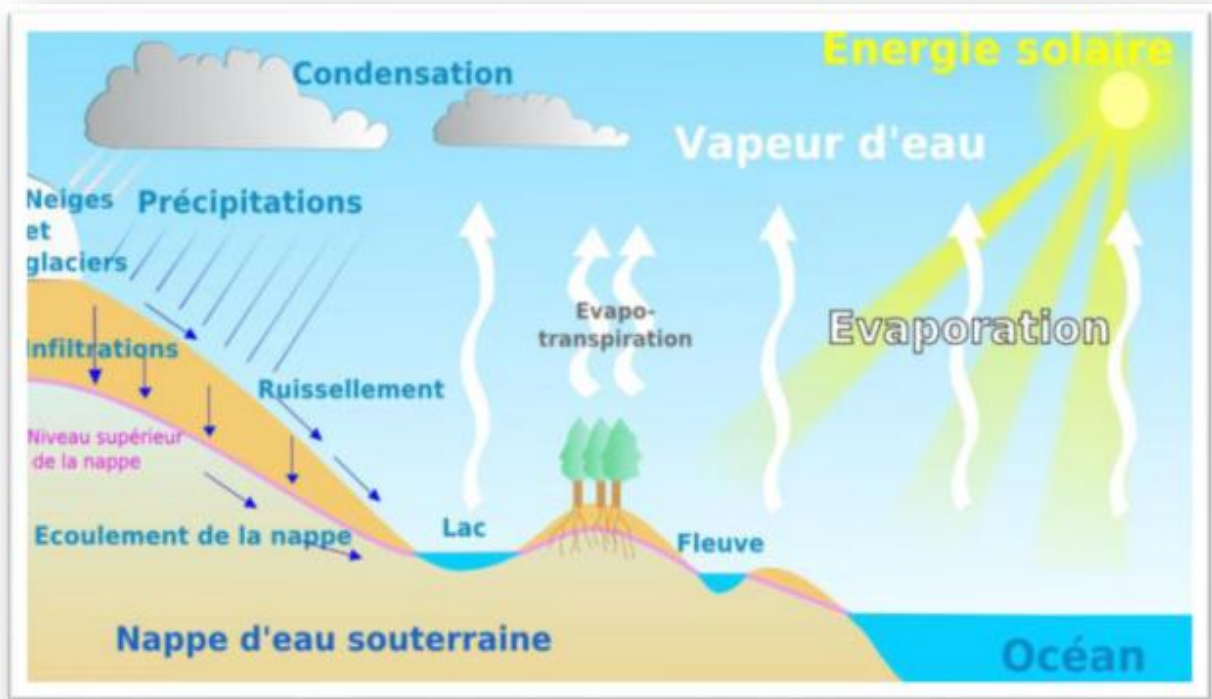


Figure 02 : Cycle de l'eau dans la nature (VILAGINES, 2003).

Le cycle de l'eau se décompose en plusieurs étapes et résumé comme suites :

A. Evaporation :

Grâce à l'énergie solaire, l'eau des mers et des océans s'évapore dans l'atmosphère en se débarrassant de son sel et de ses impuretés. L'évaporation peut également provenir de la terre, nous parlerons alors d'évapotranspiration. C'est un phénomène qui transforme en vapeur d'eau les eaux des rivières, des lacs, des sols, des animaux, des hommes et surtout de la végétation. Cette vapeur d'eau viendra ensuite s'accumuler dans les nuages, de la même manière que l'évaporation des mers et océans (**Site internet 1**).

B. Condensation :

Est la seconde étape du cycle de l'eau. Cette étape est aussi appelée liquéfaction. La vapeur d'eau va rencontrer un air plus froid et va donc se transformer en gouttelettes. Les gouttelettes d'eau s'accumulent sous la forme de nuages. Soit l'eau tombe sous forme de pluie, soit elle tombe sous forme de neige avec la troisième étape qui est la solidification (**Site internet 2**).

C. Précipitation :

Sous l'impulsion des vents, les nuages se déplacent dans l'atmosphère. Lors d'un changement climatique et par effet de gravité, les nuages s'alourdissent et retombent sur le sol sous forme d'eaux pluviales, de grêle ou de neige. 79 % des précipitations tombent sur les océans, les 21 % restants tombent sur la terre puis viennent alimenter les nappes phréatiques, soit par infiltration, soit par ruissellement.

Les eaux de pluie qui pénètrent dans le sol par infiltration peuvent stagner jusqu'à des milliers d'années avant de retourner dans les océans. Un peu moins de la moitié des précipitations vont servir à recharger les nappes souterraines, le reste repart en évaporation. L'eau qui ne parvient pas à s'infiltrer directement dans le sol, ruisselle le long des pentes pour se jeter ensuite dans les lacs et les rivières. Cette eau suivra leurs cours pour rejoindre les mers et les océans.

Toutes les eaux issues du ruissellement (ruisseaux, rivières, fleuves, lacs) sont appelées cours d'eau de drainage (**Site internet 1**).

D. Ruissellement :

La plus grande partie de l'eau tombe directement dans les océans. Le reste s'infiltré dans le Sol (pour former des nappes souterraines qui donnent naissance à des sources) ou ruisselle pour aller grossir les rivières qui à leur tour, vont alimenter les océans. Et le cycle recommence (**Chelli et Djouhri, 2013**)

1.1.3. Qualité de l'eau :

La qualité de l'eau diffère naturellement selon le lieu, la saison, et les divers types de roches et sols dans lesquels elle se déplace.

Même si l'eau est claire, elle n'est pas forcément sûre à consommer. Il est important d'évaluer la salubrité de l'eau en prenant en compte les trois types de paramètres suivants :

- ✚ Microbiologique ; bactéries, virus, protozoaires et helminthes (vers)
- ✚ Chimique ; minéraux, métaux, produits chimiques et pH
- ✚ Physique ; température, couleur, odeur, goût et turbidité

Une eau de boisson salubre doit avoir les paramètres microbiologique, chimique et physique suivants :

- ✚ Sans agent pathogène (un agent pathogène est un organisme vivant provoquant une maladie. Parmi les agents pathogènes couramment présents dans l'eau de boisson, on trouve des bactéries, des virus, des protozoaires et des helminthes).
- ✚ Faibles concentrations en produits chimiques toxiques
- ✚ Claire
- ✚ Insipide, inodore et incolore (pour des raisons esthétiques)

La qualité microbiologique est habituellement la principale préoccupation car les maladies infectieuses provoquées par les bactéries, virus, protozoaires et helminthes pathogènes sont les risques sanitaires associés à l'eau de boisson les plus répandus. Seuls quelques produits chimiques ont entraîné des effets sanitaires à grande échelle chez les personnes buvant une eau qui en contient des quantités excessives. Parmi ceux-ci on trouve le fluorure, l'arsenic et les nitrates (CAWST, 2013).

I.1.4. Ressources en eaux :

Les réserves disponibles en eau naturelle sont constituées d'eaux souterraines (nappe souterraines) des eaux terrestres (barrage, lacs, rivière), des eaux de surface, et eaux de mer (Hadeif D. et Hasni M., 2017).

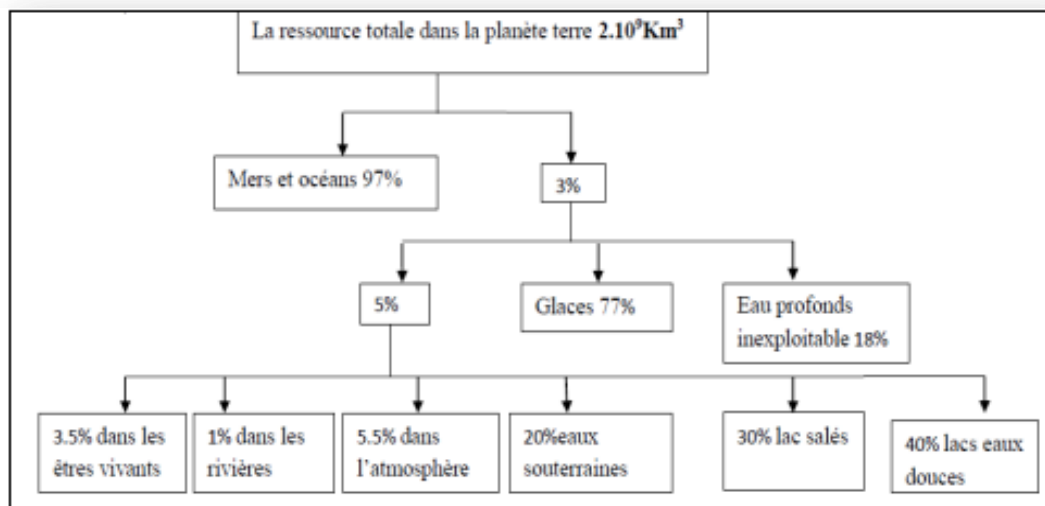


Figure 3 : Répartition des ressources d’eau dans la planète (Papa, 2005).

A. Les eaux de surface :

Les eaux de surface sont constituées par les eaux de mer, des rivières, des fleuves, des étangs, des lacs, des barrages, des réservoirs et des glaciers. Il s'agit d'une masse d'eau bien individualisée, solide ou liquide, immobile ou en mouvement (**Debabza, 2005**).

Cette source est caractérisée par des pollutions microbiennes et chimiques maximales. C'est la raison pour laquelle elles sont l'objet d'un classement SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE 6 permettant théoriquement d'éliminer les plus contaminées et de sélectionner les plus pures d'entre-elles pour en faire des eaux d'alimentation. Ces eaux sont fréquemment utilisées dans les régions à forte densité de populations ou très industrialisées (**Vierling, 2003**).

B. Les eaux souterraines :

Les eaux souterraines sont toutes les eaux se trouvant sous la surface du sol, dans la zone de saturation et en contact direct avec le sol ou le sous-sol et se caractérise par une turbidité faible ou leurs eaux bénéficient de filtration naturelle importante (**Chelli et Djouhri, 2013**).

Comme elle se caractérise par une contamination bactérienne faible, car elle est habituellement à l'abri des sources de pollution. Par conséquent la dureté est élevée, et les eaux souterraines peuvent être en contact avec des formations rocheuses contenant des métaux bivalents comme le calcium ou magnésium. En plus, dans les eaux souterraines, le fer et le magnésium présentent une concentration élevée (**Degremon, 2005**).

C. Eaux des mers et océans :

Les mers et les océans constituent des énormes réservoirs d'eau, elles représentent près de 97.4% du volume d'eau existant actuellement sur notre planète, le reste est la part des eaux continentales (eaux souterraines et superficielles). Les eaux de mers sont caractérisées par une grande salinité, elles sont dénommées aussi «eaux saumâtres», ce qui rend leur utilisation difficile, notamment leur coût très élevé pour leur traitement (**Salghi R., 2015**).



Figure 4 : les ressources de l'eau (Igor A, 1999)

I.1.5.Potabilité de l'eau :

L'eau potable est considérée comme une eau de consommation qui est adaptée et destinée à la consommation humaine soit à la boisson, à la cuisson ou à la préparation d'aliments et à d'autres usages domestiques, quelles que soit leur origine et qu'elles soient fournies par un réseau de distribution, à partir de citernes, en bouteille ou en conteneur (PERRY, 1984), Une eau est dite potable qui n'offre pas d'inconvénients pour la santé du consommateur (FREDDY, 2010).

On pourrait dire, qu'une eau destinée à la consommation humaine doit :

- ✚ être raisonnablement minéralisée,
- ✚ être raisonnablement colorée et limpide,
- ✚ assurer de ne pouvoir nuire à la santé,
- ✚ assurer de ne pas voir ses qualités altérées par le temps, ou les conditions de son transport (ALOUANE, 2011).

A. Eaux du robinet :

Ces eaux proviennent de captage d'eaux superficielles (cours d'eau, lac... etc.), de nappes ou de sources souterraines. Ces eaux subissent plusieurs traitements avant leur distribution (SOUMARE, 1997).

B. Eaux embouteillées :

Elles doivent provenir de nappes souterraines très protégées et mises à l'abri de toute souillure, Elles sont mises dans des bouteilles en plastique ou en verre (TRAORE, 1996).

1.1.6. Importance de l'eau :

L'eau est un élément essentiel de la vie biologique et dans l'activité humaine. Elle participe à toutes les activités quotidiennes et est impliquée aussi dans de nombreuses fonctions physiologiques essentielles telles que la digestion, l'absorption, la thermorégulation et l'élimination des déchets (Kirkpatrick et Fleming, 2008 ; Laidani et al, 2009).

L'eau est le principal constituant des cors humains, la quantité moyenne d'eau contenue dans un organisme adulte est de 65%, ce qui correspond à environ 45 litre d'eau pour une personne de 70 Kilogrammes. Outre d'être le constituant des cellules, l'eau remplit les fonctions :

- Participe aux nombreuses réactions chimique dans le corps humain
- 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'intérieure du corps (Monod, 1989)

1.2. Pollution de l'eau :

La pollution de l'eau c'est la contamination de l'eau par des corps étrangers tels que des micro-organismes, des produits chimiques, des déchets industriels ou autres. Ces substances et corps étrangers dégradent la qualité de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités.

On appelle pollution de l'eau toute modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui a un effet nocif les êtres vivants la consommant. Quand les êtres humains consomment de l'eau polluée, il y a en général des conséquences sérieuses pour leur santé. La pollution de l'eau peut aussi rendre l'eau inutilisable pour l'usage désiré (Boucherit et Hakimi, 2016).

1.2.1. Origines de pollution de l'eau :

L'expansion et l'intensification des activités humaines sont à l'origine de l'accroissement de la dispersion des polluants dans les milieux naturels. Les polluants sont émis dans l'environnement sous forme de gaz et de substances dissoutes ou particulaires. Ils atteignent

les milieux aquatiques par des voies diverses telles que les retombées atmosphériques, le ruissellement, le lessivage des sols ou le déversement direct des déchets (**Chibani, 2009**).

A. Pollution domestique :

Elle est liée à l'utilisation de l'eau par les habitants.

L'utilisation de l'eau pour les besoins domestiques mène à deux types d'eaux usées :

- ✚ Les eaux de toilettes : elles sont riches en matière organique issues des déjections. C'est une source de pollution des cours d'eau en carbone, en phosphore ou en nitrate. Par les urines, une certaine partie des médicaments consommés peuvent également se retrouver dans les égouts. Enfin, ces eaux sont source de pollution bactériologique.
- ✚ Les eaux ménagères : elles contiennent entre autres des détergents, des résidus organiques, des solvants, des parfums ou bien encore des adoucissants (**Site internet 3**).

B. Pollution agricole :

Les élevages produisent un excédent de déjections qui peuvent se retrouver dans les cours d'eau ou les nappes souterraines via le ruissellement et l'infiltration. Cet apport constitue une pollution azotée et bactériologique.

Les produits phytosanitaires, aussi appelés pesticides, s'accumulent dans les nappes et dans les sols, et polluent les cours d'eau.

Les engrais chimiques azotés et phosphorés sont entraînés par lessivage et impactent la qualité des cours d'eau et nappes souterraines (**Site internet 3**).

C. Pollution industrielle :

Si la pollution domestique des ressources en eau est relativement constante, les rejets industriels sont, au contraire, caractérisés par leur très grande diversité (**GERARD, 1999**).

Selon le type d'industrie on distingue diverses matières polluantes :

- ✚ Matières organiques et graisses (abattoirs, industrie agroalimentaires...).
- ✚ Hydrocarbures (industrie pétrolières, transports).
- ✚ Métaux (traitements de surface, métallurgie).
- ✚ Acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries...).
- ✚ Eaux chaudes (circuits de refroidissement des centrales thermiques).
- ✚ Matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs) (**Boucherit et Hakimi, 2016**).

D. Pollution urbaine :

En milieu urbain les sources de pollution sont facilement identifiables, ce sont essentiellement les eaux pluviales, les résidus de traitement de la pollution domestique ainsi que les résidus de traitement des ordures managers. Elle est caractérisée par :

- ✚ Une teneur importante de matières minérale en suspension (sable, gravier, poussière).
- ✚ La présence de nombreux détritits solide.
- ✚ Des fortes concentrations en toxiques et hydrocarbures provenant essentielles des sivages des parkings, résidus d'échappement des véhicules, résidus de corrosion des équipements métalliques (**Boucherit et Hakimi, 2016**).

I.2.2. Les principaux polluants :

A. Les polluants physiques :

La pollution physique est due à la présence de matières en suspension parfois de colloïdes, elle se traduit par un trouble ou une coloration plus ou moins prononcée (**LEROY, 1999**).

B. Les polluants organiques :

La pollution organique est la plus réponde, elle est engendrée par le déversement des eaux usées domestiques ou des eaux résiduaires provenant de diverses industries agroalimentaires, abattoirs, laiteries, fromageries, sucreries, industries, bois et papeteries(**Liu et al, 1997**).

C. Les polluants chimiques :

La pollution chimique peut avoir de nombreuses sources : domestique, agricole, industrielle. Elle concerne différents types de composés tels que les fertilisants, les métaux et métalloïdes, les pesticides, les hydrocarbures ou bien encore les organochlorés. Les hydrocarbures tels que le pétrole sont dégradables. Toutefois, s'ils sont présents en forte quantité, ils peuvent avoir des effets toxiques sur la faune et la flore aquatique (**3**).

D. Les polluants microbiologiques :

La pollution microbienne est principalement liée aux eaux usées urbaines. Ces dernières sont très chargées en coliformes, bactéries pathogènes, virus et parasites. Le réservoir majeur des bactéries responsables des maladies à transmission hydrique se trouve à l'appareil digestif de

l'homme et des animaux. L'élimination de ces bactéries par les matières fécales contamine les égouts urbains, les eaux résiduaires hospitalières et les eaux de surface (**Boucenina H., 2018**).

Tableau II : Les différents polluants de l'eau (**Moilleron R., 2017**).

Type de pollution	Nature	Sources
Physique pollution thermique pollution radioactive	rejets d'eau chaude radio-isotopes	centrales thermiques installations nucléaires
Matières organique	Glucides, lipides, protides Ammoniac, nitrates	Effluents domestiques, agricoles élevages et piscicultures
Chimique fertilisants métaux et métalloïdes pesticides Organochlorés Composés organique de synthèses détergifs hydrocarbures	Nitrates, phosphates Hg, Cd, Pb, Al, As insecticides, herbicides PCB, solvants Nombreuses molécules Agents tensio-actifs Pétrole et dérivés	agriculture, lessives industries, pluie acides. industries effluents domestiques industries pétrolière, transport
Microbiologique	Bactérie, virus, champignon	Effluents urbains et d'élevage

I.3. Principaux germes d'eau :

Ce sont des germes qui se développent dans des conditions aérobies et aéro-anaérobie facultatifs, capables de former des colonies de taille et de formes différentes dans un milieu de culture nutritif gélosé après incubation à 30°C pendant 72h (**TOURAB, 2013**).

I.3.1. Les coliformes :

Les coliformes sont des micro-organismes appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae* que nous retrouvons partout dans notre environnement, dans notre corps, de même que dans celui de tous les êtres vivants. L'ensemble de ces coliformes se nomme coliformes totaux (**Rodier, 2009**).

A. Coliformes totaux :

Les coliformes appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae*. Le terme « coliforme » correspond à des microorganismes en bâtonnets, aéro anaérobies facultatifs, Gram négatif, non sporulant, oxydase négatif, capables de se multiplier en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface ayant des propriétés inhibitrices et capables de fermenter le lactose avec production de gaz à 35-37°C (RODIER, 2005).



Figure 05 : Coliformes totaux (4)

B. Coliformes fécaux :

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermotolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux. Ce sont des bâtonnets Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies ; non sporulant, capables de fermenter le lactose avec production de l'acide et de gaz à 36 et 44°C en moins de 24 heures. Ceux qui produisent de l'indole dans l'eau peptonée contenant du tryptophane à 44°C, sont souvent désignés sous le nom *d'Eschericia Coli* (Hacene, 2016).



Figure 06 : Coliformes fécaux (4)

I.3.2. Streptocoques fécaux :

Les streptocoques fécaux sont un sous-groupe des streptocoques, en grande partie d'origine humaine. Cependant, certaines bactéries classées dans ce groupe peuvent être trouvées également dans les fèces animales, ou se rencontrent sur les végétaux. Ils sont néanmoins considérés comme indicateurs d'une pollution fécale et leur principal intérêt réside dans le fait qu'ils sont résistants à la dessiccation. Ils apportent donc une information supplémentaire sur une pollution. L'identification de streptocoques fécaux donnera une confirmation importante du caractère fécal de pollution (OMS, 2004).



Figure 07 : Streptocoques fécaux (4)

I.3.3. Clostridium Sulfito-Réducteurs :

Les Clostridium Sulfito-Réducteurs sont des bactéries commensales de l'intestin ou saprophytes du sol, elles sont souvent considérées comme des témoins de contamination fécale ancienne ou intermittente (**BORDJAH, 2011**).

Ce sont des bacilles Gram positifs, anaérobies stricts, isolées ou en chaînettes, mobiles, catalase positif, réduisent le sulfite de sodium en sulfure. La forme sporulée des Clostridium Sulfito-Réducteurs est beaucoup plus résistante que les formes végétatives (**BOURGEOIS, 1996**).



Figure 08 : Spores anaérobies sulfito-réducteurs (AIT KACI ET HAMDI, 2008)

Tableau III : Normes et Recommandation Pour La Qualité Bactériologique de L'eau potable (BERNE, 1972)

<u>Paramètres bactériologiques</u>	<u>Unités</u>	<u>Recommandation (OMS)</u>
Germes totaux	Germe/ml	100
Coliformes fécaux	Germe /100ml	0
Streptocoques fécaux	Germe /100ml	0
Clostridium sulfito réducteurs	Germe /20ml	0

I.4. Maladies à transmission hydrique :

Les maladies à transmission hydrique (MTH) recouverts un large éventail de manifestation pathologiques d'origine bactérienne, parasitaire ou virale dont l'élément commun est le mode de contamination de l'eau (Kreisel, 1991 ; Bazine et Bournane, 2011).

La majorité des symptômes induits par les agentes pathogènes d'origine hydrique sont d'ordre entérique (nausées, vomissement et diarrhées et plus rarement, colites). D'autre symptômes peuvent cependant être d'ordre neurologique, cardiovasculaire, respiratoire (*Legionella*,

oculaire (toxoplasmose), hématologique (septicémie causé par *E coli* O157 : H7) ou dermatologique (**Payment et pintar, 2006**).

Tableau IV : Principale maladies d'origine hydriques et leurs agents responsables (**Bazine et Bournane, 2011**).

<u>Maladies</u>	<u>Agents</u>
<p><u>Origine bactérienne</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - La typhoïde et la paratyphoïde - La dysenterie bacillaire - Le choléra - La Gastro-entérite aiguë et la diarrhée 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Salmonella typhi</i> - <i>Salmonella paratyphi A et B</i> - <i>Shigella sp</i> - <i>Vibrio cholerae</i> - <i>Escherichia coli Entérottoxique</i> - <i>Amylobacter</i> - <i>Yersinia enterocolitica</i> - <i>Salmonella sp.</i> -- <i>Shigella sp</i>
<p><u>Origine fongique</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Candidose -Dermatophytose 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Candida albicans</i> -<i>Epidermo-phyton,</i> <i>Microsporium Trichophyton</i>
<p><u>Origine virale</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - L'hépatite A et E - La poliomyélite - La Gastro-entérite aiguë et Chronique 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Virus de l'hépatite A et E</i> - <i>Virus de la poliomyélite</i> - <i>Virus de Norwalk</i> - <i>Rota virus</i> - <i>Entérovirus</i> - <i>Adénovirus</i>
<p><u>Origine parasitaire</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dysentérie amibienne - Giardiase 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Entamoeba hystolytica</i> - <i>Giardia lamblia</i>

I.4.1. Maladies d'origine bactérienne :

A. Le choléra :

Le choléra est une infection bactérienne aiguë du tractus intestinal, pouvant entraîner rapidement Après adhérence de *Vibrio cholerae* à la surface des cellules épithéliales de l'intestin elle se multipliant et produisent une entérotoxine altérant le processus ionique avec pour conséquence des pertes d'eau et d'électrolytes sous forme de diarrhées sévères et de vomissements. Le malade en l'absence de traitement adapté meurt. La transmission de cette maladie est féco-orale (SOUMARE, 1997).



Figure 09 : Bactérie *Vibrio cholerae* responsable de choléra (Site Internet 5)

B. La fièvre typhoïde :

La fièvre typhoïde et paratyphoïdes dues à des salmonelles (*salmonella typhus* et *paratyphus*), peuvent à partir de l'intestin envahir les tissus de l'hôte et provoquer une septicémie accompagnées avec fièvre élevée, une céphalée, diarrhée, douleurs abdominales abattement extérieur (le typhus) (Baziz, 2008).

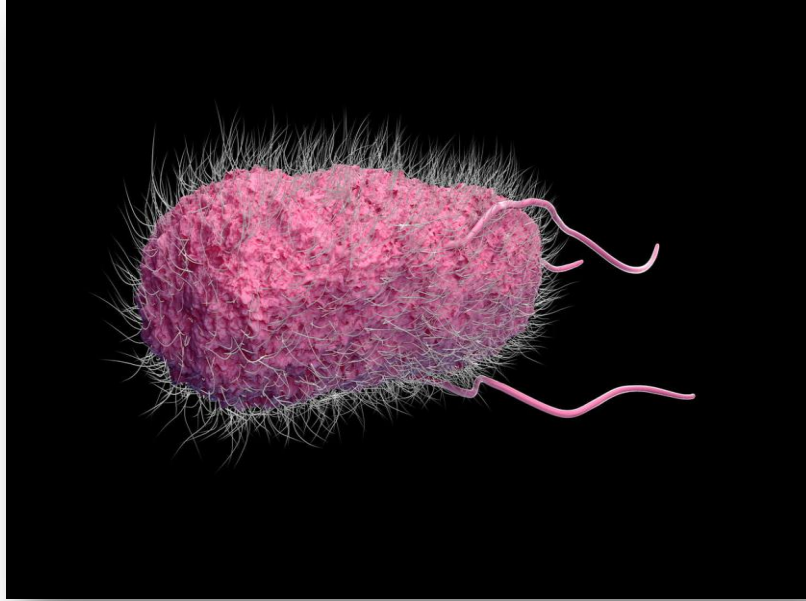


Figure 10 : *Salmonella typhimurium* (6)

C. La dysenterie bacillaire :

La dysenterie bacillaire est une maladie qui sévit à l'état quasi endémique dans les pays chauds. Sa division est favorisée par les mauvaises conditions d'hygiène. Elle se caractérise par des troubles gastro-intestinaux sévères (douleurs abdominales, diarrhée, nausées) (**Germani et Sansonetti, 1999**).

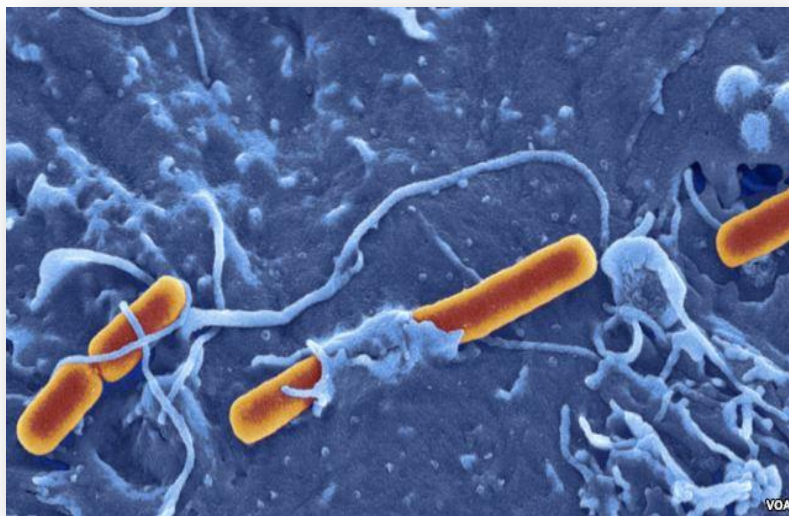


Figure 11 : Bactérie de dysenterie bacille de *Shigella* (7)

D. La gastro-entérite aigue et diarrhée :

La gastro-entérite est une inflammation de la muqueuse de l'estomac ou de l'intestin. Elle entraîne des troubles digestifs aigus, le plus souvent réversibles, tels que la diarrhée, les vomissements, les douleurs abdominales, les nausées et s'accompagne ou non de fièvre. (Laroche G, 2001).

I.4.2. Maladies d'origine fongique :

A. La candidose :

La candidose est une infection fongique provoquée par plusieurs espèces de la levure *Candida*, en particulier *Candida albicans*. La candidose est due à la transformation de cette levure saprophyte en une forme filamenteuse pathogène pouvant adhérer sur les muqueuses et les envahir (Site Internet 8).

B. Dermatophytose :

La dermatophytose est une infection fongique causée par des champignons filamenteux présents dans la kératine (peau, ongles, poils ou cheveux). Ce sont les « teignes », lésions de la peau ou du cuir chevelu. Il survient chez les humains et les animaux et est contagieux (Site internet 9).

I.4.3. Maladies d'origine virale :

A. Les hépatites virales :

Les deux principaux virus responsables d'hépatites virales aiguës sont le virus de l'hépatite A (VHA) et le virus de l'hépatite E (VHE). Tous deux sont transmis par voie féco-orale et peuvent provoquer de grandes épidémies. L'eau joue un rôle majeur dans leur transmission. Toutefois, ils correspondent à deux modèles épidémiologiques différents. (Manceur et Djaballah, 2016). Elle se manifeste par une infection du foie s'accompagnant de vomissement, de céphalées et de fièvre pouvant entraîner la mort par insuffisance hépatique (Cherif, 2006).

B. La poliomyélite :

C'est une maladie très contagieuse provoquée par un virus qui envahit le système nerveux et peut entraîner une paralysie totale en quelques heures. Le virus se propage d'une personne à une autre principalement par la voie fécale-orale ou moins fréquemment par le biais d'un

véhicule commun (eau ou aliments contaminés, par exemple) et se multiplie dans l'intestin. La fièvre, l'asthénie, les céphalées, les vomissements, la raideur de la nuque et les douleurs dans les membres en sont les premiers symptômes (**Site Internet 10**).

C. Viroses des entérovirus :

Une virose est une maladie due à un virus. Un virus est un organisme pathogène, qui, après avoir pénétré dans l'organisme provoque des symptômes définissant une **maladie ou infection virale**. Les virus sont microscopiques et ont besoin de pénétrer à l'intérieur d'une cellule de leur hôte pour se multiplier. Les variétés de virus s'attaquant au genre humain sont très nombreuses : virus de l'influenza (grippe), virus de l'hépatite C, VIH (virus du sida) (**Site Internet 11**).

I.4.4. Maladies d'origine parasitaire :

A. Les amibiases :

L'amibiase (la dysenterie amibienne) est une infection parasitaire qui provoque une maladie intestinale (**Lassoued et Touhami, 2008**). Ce parasite est présent sous sa forme enkystée dans l'eau ou les aliments souillés qui sont très résistants. Les symptômes habituels de la maladie sont la diarrhée, la fièvre et des crampes abdominales, l'infection peut se compliquer. L'amibe change alors de biotope, gagne d'autres organes et elle entraîne diverses manifestations intestinales et extra intestinales (hépatique, pulmonaire,...) (**Manceur et Djaballah, 2016**).

B. Les giardases:

La giardase est la plus commune au cours des infections intestinales humaines. Les manifestations les plus fréquentes débutent 1 à 3 semaines après la contamination et sont marquées par une diarrhée, des vomissements et une anorexie (**Lassoued et Touhami, 2008**). Ces parasites provoquent des gastro-entérites, fièvres. On constate des pathologies plus sévères pour les personnes immunodéprimées. (**Rodier, 2009**).

A red scroll graphic with a white border, featuring a vertical strip on the left and a horizontal strip on the right, both with rounded ends. The text is centered on the horizontal strip.

Chapitre II : Matériel et méthodes

Chapitre II : Matériel et méthodes

Introduction :

Au cours de cette partie d'étude, on va détailler le processus d'analyse microbiologique des eaux de surface de la source « **Ain Melloul** » au niveau de la région d'Oum Teboul d'El Tarf par l'établissement public de santé de proximité (EPSP) « Kaddache Ali » d'El Tarf.

II.1.Objectifs :

Notre travail a pour objectif d'évaluer l'indice de contamination de pollution microbiologique des eaux de source destinées à l'alimentation humaine au niveau de la région d'Oum Teboul à la wilaya d'El Tarf sur une période de deux mois / une seule fois par mois (Avril-Mai).

Cette étude nous permettra de déterminer le degré de potabilité des eaux de cette source et leur exposition à la pollution microbienne.

II.2.Présentation de la zone d'étude / Oum Teboul :

II.2.1.Situation géographique :

L'étude porte sur le territoire d'Oum Teboul. Ce dernier est un village situé dans la commune de Souarekh, dans la Wilaya d'El Tarf, en Algérie, il est situé à 10 km à l'ouest de la frontière tunisienne. Situé à l'extrême nord-est de l'Algérie, avec un littoral de 09 km, habité par environ 22000 personnes (12).

Les coordonnées géographiques du gisement Oum Teboul sont :

Latitude : 36,8807° ou 36° 52' 50" Nord

Longitude : 8,5643° ou 8° 33' 52" Est

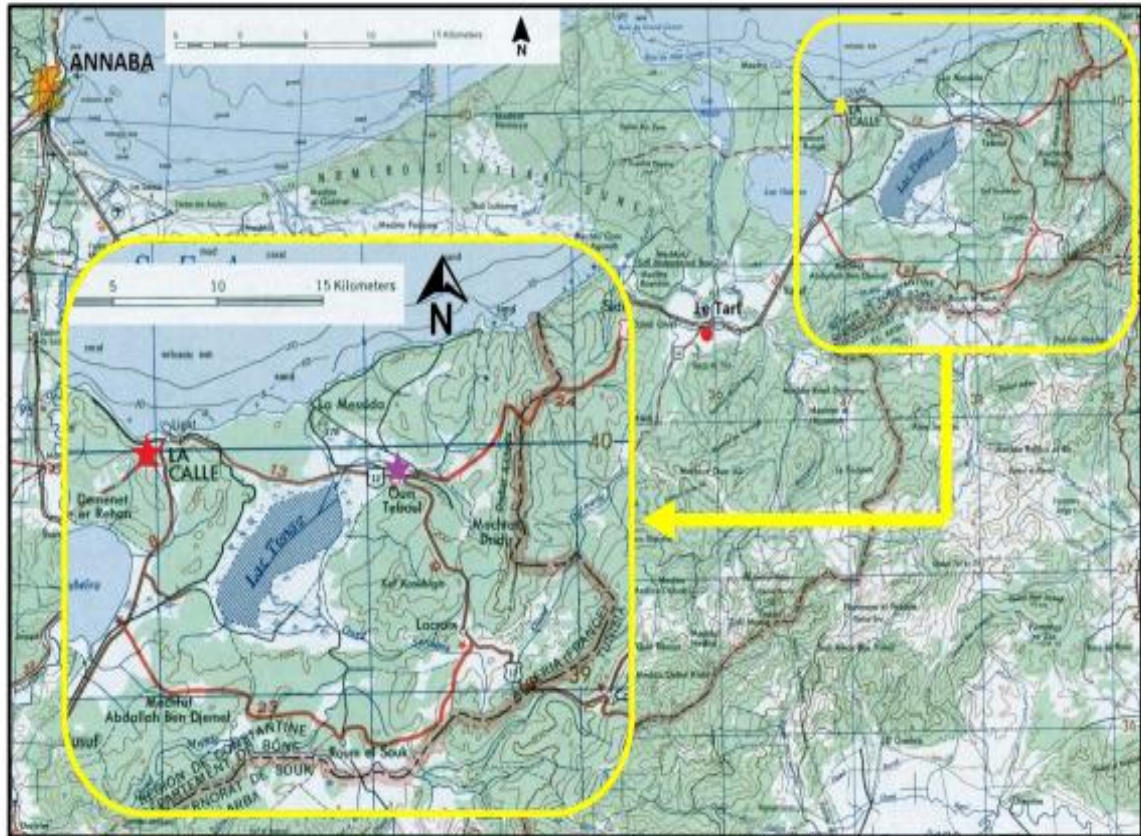


Figure 12 : Localisation géographique de la région d’Oum Teboul

(Extrait de la carte topographique d’Annaba 1/250.000)

II.2.2 Climat :

Le climat de la zone étudiée est méditerranéen typique, subtropical. Il se caractérise par un été chaud et sec, un hiver pluvieux et relativement doux.

La température moyenne annuelle pour Oum Teboul est de 22°C degrés et il y tombe 432 mm de pluie chaque année. Il fait sec pendant 204 jours par an en moyenne. (Site internet 13)
L’humidité de l’air est très élevé, elle affiche des valeurs moyennes pas moins de 70% durant toute l’année.

II.2.3 Géologie et hydrographie :

C'est une zone sablonneuse avec une altitude de 11 mètres (36 pieds), caractérisée par des dunes de sable mélangées à des montagnes portant des arbres verts, ainsi que des forêts denses vertes, elle combine aussi entre de larges plages de sable et des plages rocheuses.

La région, à cause de sa proximité de la Mer Méditerranée et de sa couverture végétale assez bonne, se caractérise par une bonne pluviométrie qui alimente les eaux souterraines ; mais à cause des pentes raides du relief et son découpage par les oueds, les eaux des pluies s'écoulent facilement et rapidement en ruisseaux, ce qui empêche l'accumulation des quantités importantes d'eau dans les roches. Ceci est favorisé aussi par la couverture d'éluviale des matériaux argilo-sableux puissante de 3 à 4 m, qui diminue l'accès des eaux atmosphériques jusqu'aux roches basales (SONAREM, 1971)

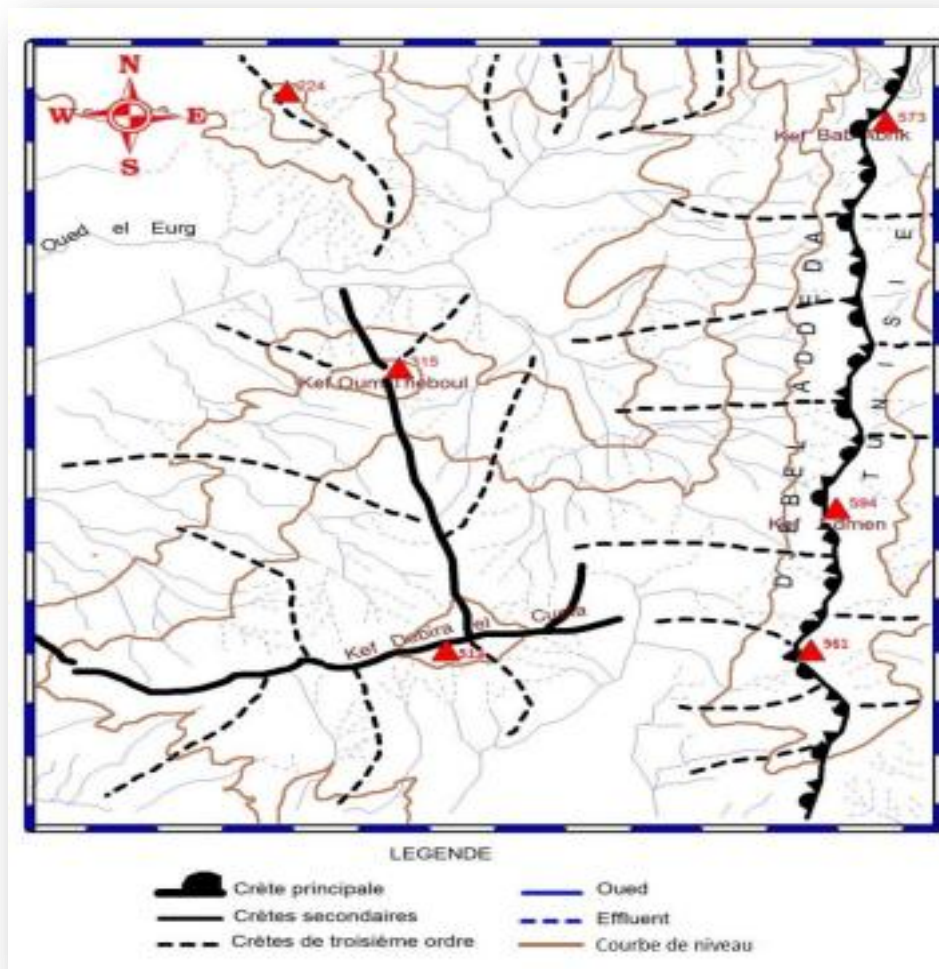


Figure 13 : Schéma orohydrographique de la région d'Oum Teboul (SONAREM, 1971)



Figure 14 : La source d'échantillonnage « **Ain Melloul** »

II.3. Présentation de lieu du stage / EPSP-EL Tarf

Notre stage a été effectué à l'Établissement Public de Santé de Proximité (EPSP) « Kaddach Ali » à EL-Tarf ; au niveau du laboratoire d'hygiène sous la surveillance du bureau de prévention et d'hygiène de milieu. Cette dernière a pour objectif de prévenir contre les maladies à transmission hydrique par la réalisation des analyses microbiologiques des :

- Eaux de sources
- Eaux de barrages
- Eaux de puis
- Eaux de robinet
- Eaux de boissons

II.4. Matériel et méthodes :

II.4.1. Matériel utilisés :

- Glacière pour transporter les échantillons.
- Flacons en verre de 250 ml.

- Rampe de filtration avec 3 entonnoirs.
- Pompe à vide.
- Fiole.
- Bec de benzène.
- Un briquet.
- Une pince.
- Membrane de filtration.
- Boîtes de pétrie.
- Les produits : (Gélose : Tergitol, Slanetz et Bartley).
- Etuve 37°C, 44°C



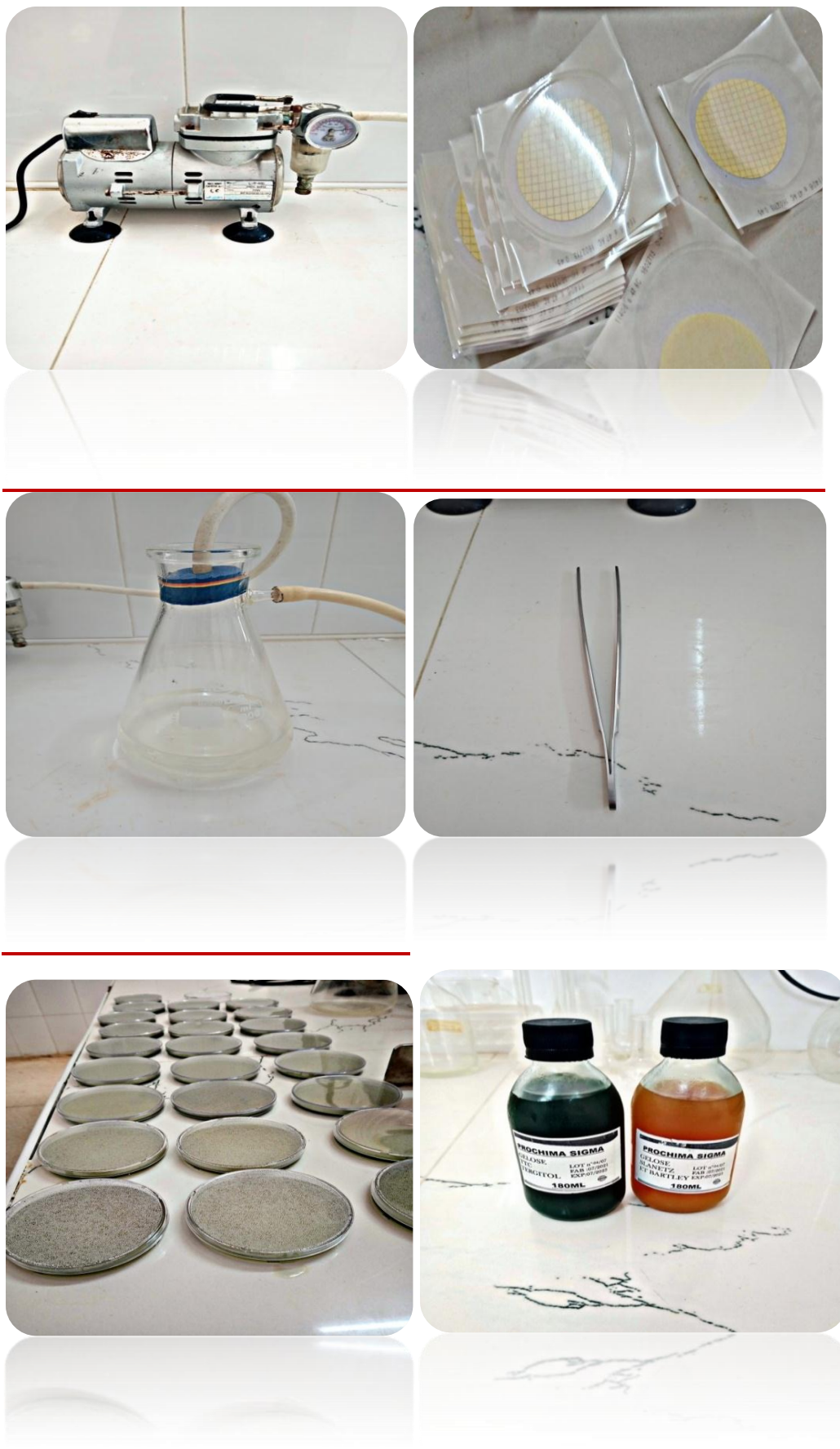


Figure 15 : Matériel utilisés au laboratoire

II.4.2. Méthodes d'analyses :

A. Echantillonnage :

A.1. Prélèvements de l'eau :

Les prélèvements destinés pour l'analyse bactériologique nécessitent de nombreuses précautions ; de façon à ne pas contaminer l'échantillon lors de sa prise.

Il faut utiliser de préférence des flacons en verre pyrex munis d'un large col et d'un bouchon à visse métallique. Le mode de prélèvement varie suivant l'origine de l'eau à analyser (**Guiraud, 1998**). Pour éviter les risques de contamination, les flacons d'échantillonnages ne doivent être ouverts qu'au moment du prélèvement. Une fois l'échantillon est prélevé, les flacons doivent être fermés hermétiquement jusqu'au moment de l'analyse (**Bouchair et Benalia, 2015**).



Figure 16 : Echantillon prélevé d'eau de source «Ain Maloul»

A.2. Transport et conservation des échantillons d'eau :

Les échantillons sont étiquetés et transportés dans une glacière isothermique «pour ne pas influencer la flore bactérienne de cette eau» vers laboratoire d'hygiène à l'EPSP d'El-Tarf ; afin de réaliser des analyses dans les heures qui ont suivi les prélèvements.

Les analyses microbiologiques doivent être conservées moins de six heures après le prélèvement. Si le transport dépasse six heures et si la température extérieure est supérieure à 10°C ; le transport doit se faire obligatoirement en glacière à une température inférieure à 4°C.

Enfin, les prélèvements sont placés au froid de leur arrivée au laboratoire avant le début des analyses (AFNOR NF T90-420).

B. Analyses bactériologique :

Les méthodes d'analyse bactériologiques de l'eau sont l'étude de la variation de la population bactérienne globale, le dénombrement et la recherche des bactéries d'origine fécale et la recherche des bactéries pathogènes (Guiroud, 1998).

Ces analyses concernent souvent non pas des micro-organismes pathogènes, mais des germes jouant un rôle d'indicateurs sans que leur présence constitue nécessairement un risque en soi pour la santé publique (Rodier, 2005).

Un examen bactériologique ne peut être valablement interprété que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé, dans un flacon stérile, selon un mode opératoire précis évitant toute contamination, correctement transporté au laboratoire et analysé au moins après 6 heures dans des conditions satisfaisantes. (Rodier, 2009).

La méthode utilisée pour la réalisation de ces paramètres est faite en utilisant la technique de filtration sur membrane à l'aide d'un milieu de culture adapté au type de bactérie que l'on souhaite dénombrer.

On a effectué la recherche des germes ou des bactéries qui sont des indicateurs de contamination fécale. Ces paramètres sont :

- ✓ Coliformes totaux (CT)
- ✓ Coliformes fécaux (thermo-tolérants ou thermorésistants CTT).
- ✓ Streptocoques fécaux

Le résultat sera exprimé en unité formant des colonies (UFC) par 100 ml d'eau analysée.

B.1. Recherche et dénombrement des coliformes totaux (CT) et des coliformes fécaux (CTT)

Les coliformes totaux sont utilisés comme indicateurs de pollution d'origine organique (Merzoug, 2009).

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermo-tolérant sont représentés étant un sous-groupe des coliformes totaux. Ces derniers sont capables de fermenter le lactose à une température de 44°C (Edber et al, 2000). L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactériens est

Escherichia coli (*E.coli*), dans une moindre mesure, certaines espèces des genres *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* (Roux, 2003).

+ **Milieu de culture :**

➤ La gélose TTC (Chlorure de Triphényl tétrazolium) appelée aussi Tergitol.

+ **Mode opératoire :**

- **La stérilisation :** Stériliser deux entonnoirs de la rampe de filtration et la pince par le bec benzène.
- Mettre deux membranes de filtration sur la base des deux entonnoirs avec la pince stérilisée.
- Remplir 100 ml d'eau prélevée sur le premier entonnoir et 100 ml dans le 2^{ème}.
- Actionner la pompe à vide pour permettre le passage d'eau à travers la membrane vers la fiole.
- Retirer ensuite les deux membranes à l'aide de pince stériliser et les placer sur 2 boîtes de pétri contenant de la gélose TTC (Chlorure de Triphényl tétrazolium).
- Mettre une boîte dans une étuve à 37°C et l'autre dans une étuve à 44°C pendant 24 heures à 48 heures

+ **Lecture :**

➤ **La boîte incubée à 37°C :** Absence totale de colonies des coliformes totaux et fécaux.



Figure 17 : Boîte de pétri contient de la gélose TTC incubée à 37°C

- **La boîte incubée à 44°C :** Absence de colonies des coliformes fécaux et les colonies de coliformes totaux apparaissent sous forme de colonies de couleur vert et jaune lisse et généralement bombées.



Figure 18: Boîte de pétri contient de la gélose TTC incubée à 44°C

B.2. Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux :

Les streptocoques fécaux ou streptocoques du groupe D de la classification de Lancefield, se présentent sous forme de cocci à Gram +, sphériques à ovoïdes formant des chainettes (Labres E., 2002).

Ces entérocoques intestinaux sont généralement pris globalement en compte comme des témoins de pollution fécale (Mouffok F., 2001).

Milieu de culture :

- La gélose Slanetz et Bartley.

Mode opératoire :

- **La stérilisation :** Stériliser deux entonnoirs de la rampe de filtration et la pince par le bec benzène.
- Mettre deux membranes de filtration sur la base des deux entonnoirs avec la pince stérilisée.
- Remplir 100 ml d'eau prélevée sur le premier entonnoir et 100 ml dans le 2ème.
- Actionner la pompe à vide pour permettre le passage d'eau à travers la membrane vers la fiole.

- Retirer ensuite les deux membranes à l'aide de pince stériliser et les placer sur 2 boites de pétri contenant de la gélose Slanetz et Bartley.
- Mettre une boite dans une étuve à 37°C et l'autre dans une étuve à 44°C pendant 24 heures à 48 heures

Lecture :

- Absence totale de colonies des streptocoques fécaux dans les deux boites incubées à 37°C et à 44°C.



Figure 19 : Boite de pétri contient de la gelose Slanetz et Bartley incubée à 44°C

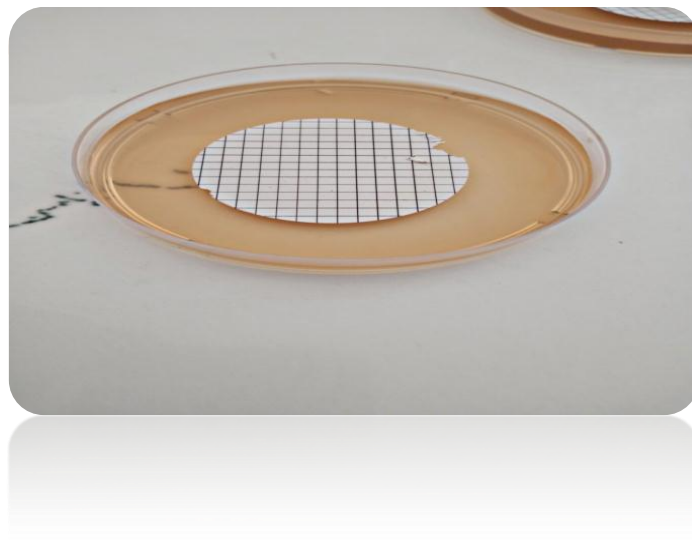


Figure 20 : Boite de pétri contient de la gelose Slanetz et Bartley incubée à 37°C

C. Calcul de l'Indice de Pollution Microbiologique (IOM) :

Tableau V : Classes de la pollution microbiologique (Bovesse et Depelchin, 1980)

Classes	CT (MPN/100ml)	CF (MPN/100ml)	SF (MPN/100ml)	IQM	Classes de pollution microbiologique
1	< 2000	< 100	< 05	4.3-5.0	contamination Fécale nulle
2	2000- 9000	100- 500	05- 10	3.5-4.2	contamination Fécale faible
3	9000- 45000	500- 2500 2500-	10- 50	2.7-3.4	contamination Fécale
4	45000- 36000	20000	50- 500	1.9-2.6	modérée contamination
5	> 360000	> 20000	> 500	1.0-1.8	Fécale forte contamination Fécale très forte

A red scroll graphic with a white border, featuring a vertical strip on the left side and a small circular tab on the right side. The text is centered on the scroll.

*Chapitre III : Résultats et
discussion*

Chapitre III : Résultats et discussion

Au cours de ce chapitre, nous présenterons et discuterons les résultats des analyses bactériologiques des eaux de source qui font l'objet de notre étude. Ces analyses ont été effectuées au sein de laboratoire d'hygiène de l'EPSP « kaddache Ali » à El Tarf durant les deux mois (Avril-Mai).

III.1. Les paramètres organoleptiques :

III.1.1. La couleur :

La couleur doit être acceptable pour les consommateurs et aucun changement anormal ne doit se faire notamment une couleur inférieure ou égale à 15 mg/l de platine en référence à l'échelle Pt/Co (Platine / Cobalt) (**Boudot, 2007**).

- Durant toute la période de cette étude on a remarqué que l'eau échantillonnée est claire, transparente et fraîche.

III.1.2. L'odeur :

L'odeur et la saveur anormales sont dues à des molécules organiques contenues en très faibles quantités dans les eaux. Ces molécules peuvent être des molécules d'origine naturelle (algues). Soit d'origine de pollutions domestiques ou industrielles (**Vilagines, 2003**).

- En ce qui concerne notre étude de l'eau de source, nous notons l'absence totale de toute odeur étrange ou désagréable.

III.1.3. Le goût et la saveur :

Une mauvaise saveur peut être le résultat d'une croissance de micro-organismes occasionnelle d'une contamination par les matériaux utilisés, de la présence de substances organochlorées. Elle doit être acceptable pour les consommateurs et aucun changement anormal ne doit se faire notamment pas de saveur détectée pour un taux de dilution de trois à 25 °C (**Boudot J., 2007**).

- Nous avons également vérifié la saveur et le goût de cette eau, où elle était rafraîchissante et légère, et nous n'avons ressenti aucun goût étrange ou dégoûtant ou mauvais.

III.2. Les paramètres bactériologiques :

La qualité bactériologique d'une eau est évaluée lors des contrôles analytiques réglementaires, par la recherche de bactéries, principalement des germes témoins de contamination fécale.

La présence de ces bactéries dans l'eau a pour origine une pollution de la ressource. Les conséquences dépendent de plusieurs facteurs dont l'état général du consommateur, de la virulence de microorganismes, du mode de transmission ainsi que de la dose ingérée, Les

trouble sont principalement des troubles gastro-intestinaux, diarrhées, vomissements (**Chouti, 2006**).

Donc le suivi de la qualité bactériologique des eaux est très important pour assurer la potabilité d'eau et la sécurité des consommateurs. Le suivi consiste à la recherche et au dénombrement des bactéries indicatrices de la contamination fécale ; qui sont toujours présents en grand nombre dans la matière fécale des hommes et des animaux qui se maintiennent plus facilement dans le milieu extérieur : **Les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux.**

Les résultats obtenus des analyses bactériologiques durant toute la période d'étude (Avril-Mai) sont présentés dans les tableaux V et VI et dans les figures 18 et 19.

III.2.1. Les bactéries indicatrices de la contamination fécale durant le mois d'avril :

Tableau VI : Les résultats des analyses bactériologiques d'eau de source du premier prélèvement

<u>Source</u>	<i>Coliformes totaux (CT)</i>	<i>Coliformes fécaux (CTT)</i>	<i>Streptocoques fécaux</i>
Mois d'Avril 25\04\2022			
<u>Maloul</u>	200 UFC\100ml	00 UFC\100ml	00 UFC\100ml

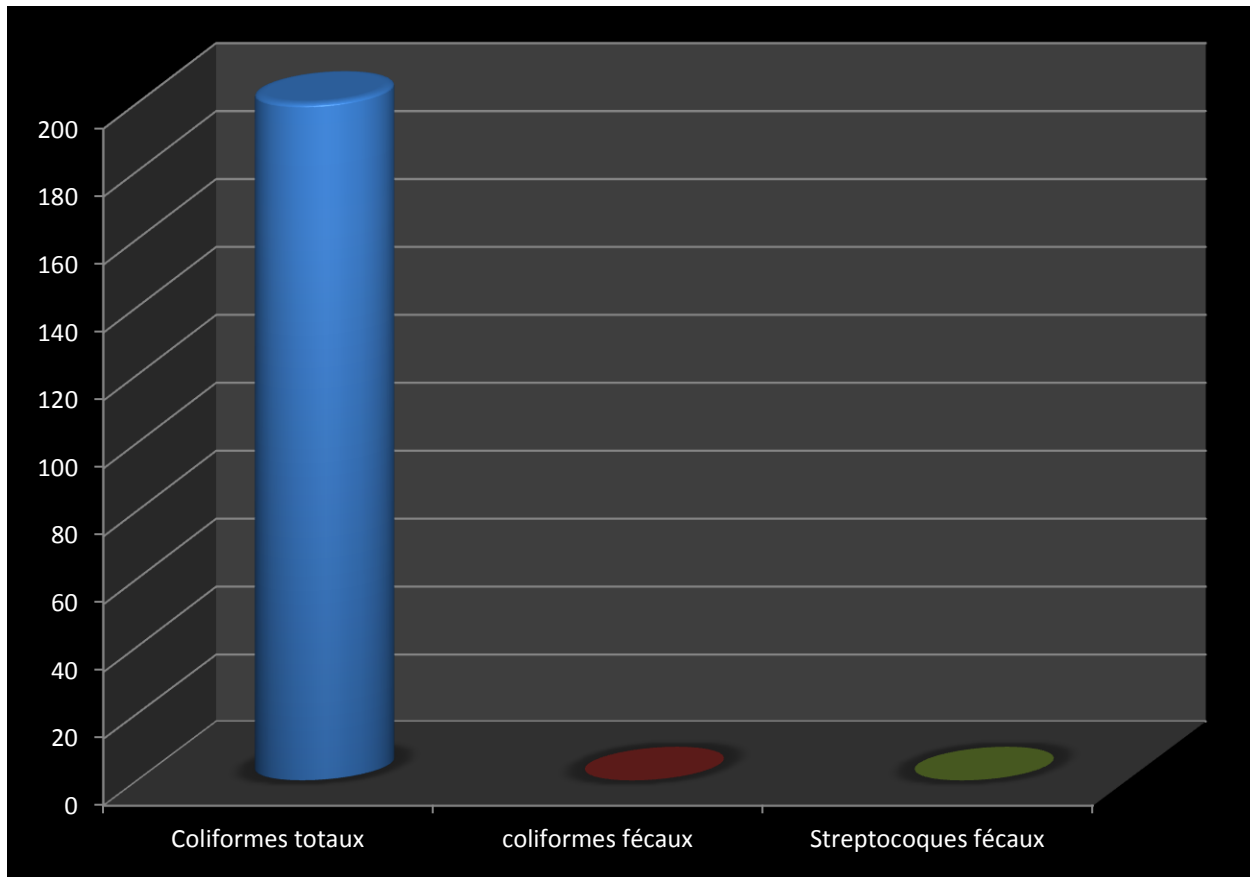


Figure 21 : Représentation graphique des résultats du dénombrement des coliformes totaux et fécaux et des streptocoques fécaux au mois d'avril

On remarque d'après le **tableau VI et la Figure 18** ; mentionnant le dénombrement des coliformes et des streptocoques fécaux dans l'eau de source au mois d'avril :

- Une présence des coliformes totaux avec une valeur de 200 UFC (Unité Formant Colonie) par 100ml ceci est considéré comme le maximum. Si le dénombrement de ceux-ci est supérieur à 200 UFC par 100 ml est un signal d'alarme qui démontre une détérioration de la qualité de l'eau et donc elle est considérée impropre à la consommation.
- Une absence totale des coliformes fécaux et les streptocoques fécaux et cela nous montre l'inexistence d'une contamination fécale.

Les coliformes totaux ne sont pas un signe de pollution, leur origine peut être environnementale (sol, végétation, eau). Leur présence n'indique pas nécessairement une pollution fécale (**Debabza, 2005**).

III.2.2. Les bactéries indicatrices de la contamination fécale durant le mois de mai :

Tableau VII : Les résultats des analyses bactériologiques d'eau de source du deuxième prélèvement

<u>Source</u>	Coliformes totaux (CT)	Coliformes fécaux (CTT)	Streptocoques fécaux
<u>Maloul</u>	Mois de Mai 22\05\2022		
	06 UFC\100ml	00 UFC\100ml	00 UFC\100ml

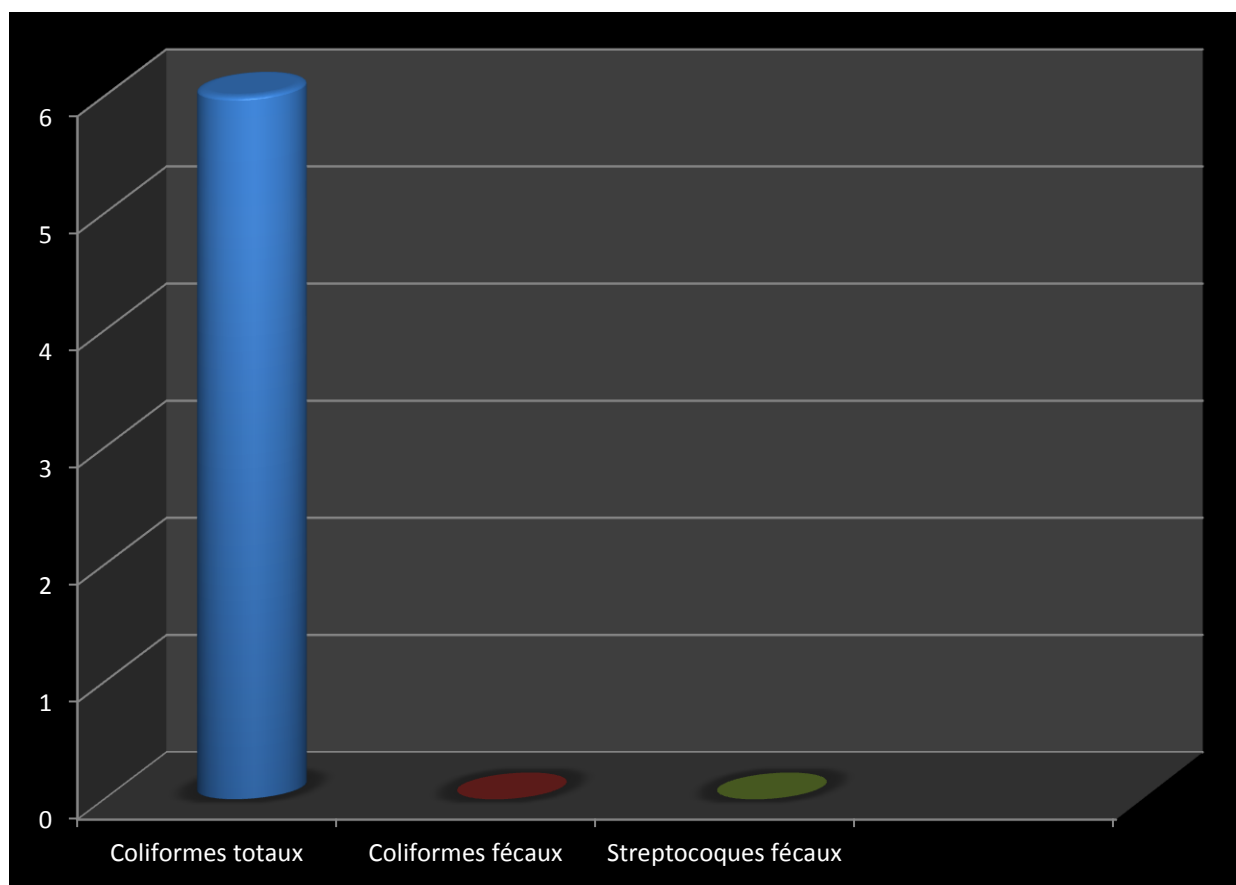


Figure 22 : Représentation graphique des résultats du dénombrement des coliformes totaux et fécaux et des streptocoques fécaux au mois de mai

On remarque d'après le **tableau VII et la Figure 19** ; mentionnant le dénombrement des coliformes et des streptocoques fécaux dans l'eau de source au mois d'avril :

- Une diminution des coliformes totaux à 6 UFC par 100ml,
- Les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux restent totalement absents, ce qui confirme une autre fois l'inexistence d'une contamination fécale et donc la conformité de la bonne qualité bactériologique d'eau de cette source.

L'absence des coliformes fécaux dans les échantillons d'eau peut être expliquée par l'absence de contamination bactérienne d'origine fécale (**MOKDADI et MESSAI, 2014**).

Les streptocoques sont associés aux coliformes fécaux, ils sont considérés comme un bons indicateurs de contamination fécale des eaux, aussi utilisés comme indicateurs d'efficacité de traitement, car ils sont nettement plus résistants dans le milieu extérieur, que les coliformes et autres entérobactéries pathogènes (**LEYRAL et al., 2002**).

A red scroll graphic with a white border, featuring a vertical strip on the left side and a small circular detail at the top right corner. The word "Conclusion" is written in a black, italicized serif font across the center of the scroll.

Conclusion

Conclusion :

L'eau est l'une des ressources naturelles les plus importantes, Elle est généralement considérée comme une ressource renouvelable, même si elle dépend de différentes parties du cycle de l'eau. Mais elle n'est pas toujours au bon endroit disponible, au bon moment ou de bonne qualité. Plusieurs maladies sont liées à la pollution et la contamination de l'eau, ce sont les maladies à transmission hydriques.

Notre étude a pour but d'évaluer l'indice de contamination de pollution microbiologique des eaux de source de « **Ain Melloul** » au niveau de la région d'Oum Teboul à la wilaya d'El Tarf par des analyses bactériologiques. Cette dernière permettra de fournir des informations sur la qualité sanitaire de l'eau c'est-à-dire la présence et/ou absence des germes pathogènes (*la recherche des coliformes totaux, les coliformes fécaux, et les streptocoques fécaux*).

La région d'étude obéit un climat méditerranéen typique, subtropical. Il se caractérise par un été chaud et sec, un hiver pluvieux. Les différentes analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire d'hygiène pour les analyses bactériologique à l'établissement public de santé de proximité « kaddache Ali » à El Tarf. Ces derniers nous a permis dans un premier temps d'expérimenter les techniques d'analyses bactériologiques. Parallèlement ; nous nous sommes intéressé de présenter nos résultats et de les comparés avec les normes de potabilité et d'autres travaux antérieurs.

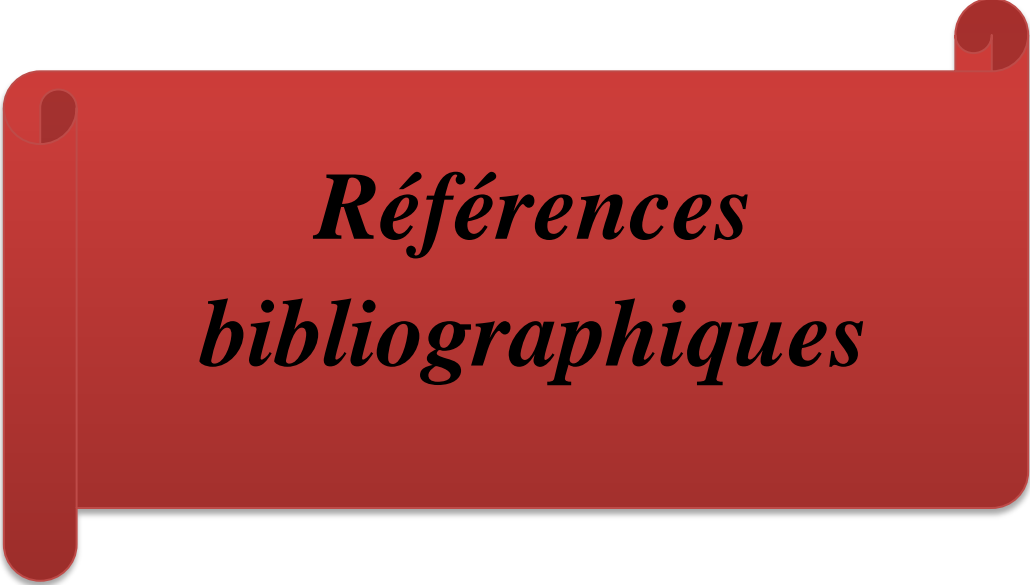
Les résultats de ces analyses montrent une absence totale des germes pathogènes (une Contamination fécale nulle).

A la lumière des résultats obtenus, nous pouvons donc conclure que :

- l'eau de source de « **Ain Melloul** » au niveau de la région d'Oum Teboul est de bonne qualité bactériologique ; donc elle est potable.
- Les eaux de source sont comme les eaux minérales naturelles, exclusivement d'origine souterraine, microbiologiquement saines et préservées de la pollution d'origine humaine, et aptes à la consommation humaine sans traitement ni adjonction mais à condition d'effectuer des contrôles et des surveillances périodiques.
- La localisation et le climat (la succession de saison) des sites des sources contribuent d'une manière significative à la potabilité des eaux des sources.

Donc il faut prendre toutes les mesures pour préserver la richesse de notre région :

- ✓ La surveillance et le contrôle régulier dans les infrastructures spécialisés
- ✓ Sensibiliser les citoyens au respect des règles d'hygiène
- ✓ Adopter une véritable politique e développement durable et un système d'aménagement de l'environnement.

A red scroll graphic with a white border, featuring a white ribbon-like strip on the left side and a white circular element on the right side, resembling a scroll or a piece of paper.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- **AFNOR NF T90-420, février (1987).** Examens bactériologiques des eaux destinées à la consommation humaine.
- **Aissaoui A., (2009).** Microbiologie et physico-chimie de l'eau des puits et des Sources de la région de Guelma Nord-est de l'Algérie .Mémoire de Magister, Université 08 mai 1945, Guelma. 141p.
- **AIT KACI ET HAMDI, (2008).**Contribution à l'étude des paramètres physico-chimiques et bactériologique de l'embouchure.Mémoire de DEUA, institut Beni-Messous
- **ALOUANE-H, (2011),** Evaluation des teneurs en nitrates dans les sols et dans les eaux captées et émergentes en zones à vocation agricole Impact des nitrates sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Mémoire du diplôme de Magistère en : Filière Écologie. P 9
- **Bazine. N, et Bourenane. A., (2011).**Evaluation de la qualité bactériologique des eaux de l'oued Messida (parc national d'El kala ,W .d'El-Taref). Mémoire de Master. Université de 08 Mai 1945 Guelma)
- **Baziz. N., (2008).**Etude sur la qualité de l'eau potable et risques potentiels sur la santé cas de la ville de Batna. Thèse de Magister. Université Colonel Elhadj Lakhdar Batna (Algérie), p: 144.
- **BERNE F., (1972).** Les traitements des eaux dans l'industrie pétrolière, Édition TECHNI, 207 p.
- **Bliefert C, Perraud R. (2008).** Chimie de l'environnement : Air, eau, sol, déchets. Edition, De Boeck, Paris, 478 p
- **BORDJAH A.,(2011).** analyse physico-chimique et microbiologique du lait demiecreme Haddadi Cherif El-Hidhab Sétif Dans le but d'obtention du diplôme de Brevet de Technicien Supérieure en Contrôle de Qualité dans les Industries Agro-alimentaire.
- **Boucennina H. (2018).** Analyse bactériologique des eaux de certaines écoles à la wilaya de Mila. Mémoire de Master, Université des Frères Mentouri, Constantine.
- **Bouchair. C, et Benalia. H., (2015).** Etude de la qualité bactériologique et physicochimique de l'eau du Lac Tonga (Parc National D'El-Kala, Nord-Est Algérien). Mémoire de Master. Université du 08 Mai 1945-Guelma- 64 p

- **Boucherit, Hakimi. (2016).** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau du Barrage Hammam Debagh –Guelma.
- **Boudot J. (2007).** Risque des milieux
- **BOURGEOIS C. M., MESCLE J. F., (1996).** Microbiologie alimentaire: aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Tome 1 .Edition: Lavoisier .Tec et Doc .P: 260- 261.
- **Bovesse M, Depelchin A. (1980).**Cartographie de la pollution des cours d'eau de la province de Namur : Analyses bactériologiques. Rapport final, 25p
- **CENTRE FOR AFFORDABLE WATER AND SANITATION TECHNOLOGY,** introduction à analyse de qualité de l'eau de boisson,manuel october 2013
- **Chapman-D, (1996),** Water Quality Assessments. A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring. Chapman & Hall, London.
- **Chelli. L, et Djouhri. N., (2013).** Analyses des eaux de réseau de la ville de Béjaia et évaluation de leur pouvoir entartrant. Mémoire de master. Université A. MIRA – BEJAIA, Faculté de Technologie
- **Chérif Ibrahima. K., (2006).** Etude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar. Mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales. Université cheikh AntaDiop de Dakar, 16 p
- **Chibani. S., (2009).** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de surfaces et souterraines de la région de Ain Makhlof (Wilaya de Guelma). Mémoire de Magister. Université de 08 Mai 1945-Guelma-, 104 p.
- **Chouti W.K. (2006).** Evaluation de la qualité des eaux des puits couverts munis de pompe dans la commune de Porto-Novo. Mémoire d'études supérieur spécialités
- **Christiane, J,et Noel, J, (1999).** Microbiologie alimentaire. 5 éme édition Aquitaine.
- **Debabza, (2005).** Mémoire de Magister en Microbiologie appliquée : Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba Evaluation de la résistance aux antibiotiques des microorganismes pathogènes, Université des sciences de Badji-Mokhtar, Annaba(Algérie), 2005.
- **Degremont., (2005).** «Mémento technique de l'eau », Deuxième édition Tom1
- **Edber. R, Raczynski. M, Prost.J.C, et Elmur. T., (2000).** Aide à lafiabilisation de l'eau potable en milieu rural .Aspect technique et financiers. Oiseau, France p5.

- **Encyclopédie., (1998)** : Encyclopédie de la langue française.
- **FREDDY S. S., (2010)**. Approvisionnement en eau dans la ville de Bukavu et son impact sur les maladies de mains sales, Licence en santé publique, Université officielle de Bukavue
- **GERARD G., (1999)**. l'eau: milieu naturel et maîtrise, Ed INRA, vol 1, 204P
- **Germani Y. Sansonetti P. (1999)**. Schigelloses et infection à *Escherichia coli* entéroinvasifs. *encycl. méd. Chir (elsevier). maladies infectieuses* 8- 026 –a-10 :1-9
- **GRAINI-L, (2011)**. Contrôle de la pollution de l'eau par méthode acousto-optique. Mémoire Magister Option : Optique appliquée. UNIVERSITE FERHAT ABBAS-SETIF. P 2
- **Guiraud. J., (1998)**. Microbiologie alimentaire, Paris, Dunod, 651p
- **Hacene H, (2016)**. Microbiologie fondamentale et Appliquée Tome1, 477p
- **Hadef D. et Hasni M. (2017)**. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'Oued de Boutane région de Khemis-Miliana W. Ain Defla. Mémoire de Master. Université de Djilali Bounaâma, Khemis Miliana.7p.
- **Igor A. (1999)**. Shiklomanov, *State Hydrological Institute (SHI, ST, Petersburg) and United*
- **Kherifi. N, et Achi. I., (2016)**. Caractéristiques physico-chimiques d'un cours d'eau (cas de l'Oued Charef) dans la région de Guelma (Nord-est algérien). Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 Guelma.
- **Kirkpatrick. K, et Fleming. E., (2008)**. La qualité de l'eau, ROSS TECH 07/47, 12p.
- **Kreisel. W., (1991)**. Water quality and health, Paris, Donod, 209 p.
- **Laborde, J. P.** Eléments d'hydrologie de surface. Support de cours, Université de Nice Sophia-Antipolis, 2000, p 191.
- **Labres E., (2002)**. Cours national d'hygiène et des microbiologies des aliments Microbiologie des eaux, des boissons et des produits de la mer. Institut Pasteur d'Algérie. 34 p
- **Laroche G. L. (2001)**. Evaluation du risque microbiologique hydrique : validation épidémiologique des fonctions dose-réponse du risque viral et parasitaire. Etude E.M.I.R.A. Thèse de doctorat. Université Joseph Fourier - Grenoble1, Faculté de Pharmacie. 259 p.

- **Lassoued. K, et Touhami. N., (2008).** Contribution à l'étude de la qualité microbiologique de l'eau du barrage de hammam debagh. Mémoire D'ingéniera. Univ. Guelma. 1p
- **Lelerc, et all (1977),** Microbiologie appliquée, Edition Doin., 1977, p: 94-96.
- **LEROY J. B., (1999).** La pollution des eaux, 4eme Ed.-Paris : presse universitaire de France. 127p.
- **LEYRAL G., RONNEFOY C. et GUILLET F., (2002).** Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris, 245p
- **Liu F; Mitchell C; Odom J; W, Hill D.T; Rochester E.W, (1997).** Swine lagoon effluent disposal by overland flow: effects on forage production and uptake of nitrogen and phosphorus. Agronomy Journal, 89 900-904.
- **Manceur. Y, et Djaballah. S., (2016).** Analyse microbiologique de l'eau distribuée dans la ville de Tébessa. Memoire de master. Université Larbi Tébessi – Tébessa. Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
- **Merzoug. E., (2009).** Étude de la qualité microbiologique et physico-chimique de l'eau de l'écosystème lacustre Garaet Hadj-Taher (Ben Azzouz, wilaya de Skikda). Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945, Guelma. 113 p.
- **Moilleron R. (2017).** Pollutions hydriques. Paris. 10p.
- **MOKDADI H. et MESSAI A. N., (2014).** contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'eloued, mémoire de fin d'étude, universite Echahid Hamma Lakhdar d'el-oued.
- **Monode. T., (1989).** Méharées géographie. Loisir. France, 233 p.
- **Mouffok F., (2001).** Guide technique d'analyses bactériologiques des eaux de mer. Institut Pasteur d'Alger. 40 p. nouvelles des éditions Boubée, Paris.
- **OMS, (2004).** Directive de qualité pour l'eau de boisson : Vol2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui. Genève, p : 1050.
- **Papa M. (2005).** Les eaux à usage industriel, Edition EP5, p17
- **Payment. P, et Pintar.K., (2006).** «Microorganismes pathogènes transmis par la voie hydrique: une évaluation critique des méthodes, des résultats et de leur interprétation», Revue des sciences de l'eau, vol. 19, no 3, p. 233-245
- **PULIM., (1991).** L'eau et la santé en Afrique tropicale colloque pluridisciplinaire Géographique. Médecine limoges.

- **Rodier. J, Bazin. C, Broutin. J.P, Chambon. P, Champsaur. H, et Rodi. L., (2005).** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris, 1384 p.
- **Rodier J. (2005).** L'Analyse d'eau 5 ème édition.
- **RODIER J., (2005).** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8eme édition: Dunod, Paris.
- **Rodier J, (2009).** « (L'analyse de l'eau » 9ème édition, Dunond, Paris,
- **Roux. (1987):** Office international de l'eau. L'analyse biologique de l'eau. TEC&DOC. Paris. 229p
- **Roux., (2003).** TP de microbiologie : Analyses de l'eau. NOVELLO Célia. IUP SIAL. Université Paris 12p.
- **Salghir R. (2015).** Support du cours .Université Ibn zohr , Agadir
- **SONAREM, (1971) :** Rapport des recherches géologique sur le gisement de Kef Oum Teboul avec estimation des réserves industrielles
- **SOUMARE I. G., (1997).** Contribution à l'étude de la qualité hygiénique des eaux de boisson vendues sur la voie publique.Th : Méd. vet : Dakar ; 10.
- **TOURAB H., (2013).** Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Haouz, mémoire de fin d'études eau et environnement, Université Cadi Ayyad Marrakech
- **TRAORE E. D., (1996).** Etude de l'ité microbiologique de l'eau et de la glace dans les industries des produits de la pêche de Dakar. Th : Méd. vet : Dakar ; 33.
- **Vierling, (2003).** Gestion des eaux : Alimentation en eau assainissement. Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, Paris
- **Vilagnes R.F. (2003).** Eau, Environnement et santé publique ; 2ème édition Tec&Doc .Paris.
- **Villagines R., (2003) :** Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie. 2ème Edition : Tec et Doc. Lavoisier. 3p

Références électronique

- Site 1 : <https://www.cieau.com/espace-enseignants-et-jeunes/les-enfants-et-si-on-en%20apprenait-plus-sur-leau-du-robinet/cycle-de-leau>
- Site 2 : <https://www.sideet.fr/index.php/2015-02-09-16-03-22/le-cycle-de-l-eau>
- Site 3 : <https://www.smmar.org/article/tout-savoir-sur-l-eau/inf-eau/pollutions-des-eaux>
- Site 4 : <https://experteau.com/services/analyse-bacteriologique.php>
- Site 5 : <https://www.crushpixel.com/fr/stock-photo/vibrio-cholerae-gramnegative-bacteria-3d-183385.html>
- Site 6 : <https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-nutrition/2421813-salmonella-typhimurium-typhi-symptomes-traitement-serotype-bovin/>
- Site 7 : <https://www.medical-actu.com/cours/bacteriologie/shigella/>
- Site 8 :
https://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=candidose_pm
- Site 9 :
<https://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=dermatophytose>
- Site 10 : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/poliomyelitis>
- Site 11 : <https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-maladies/2513939-virose-ori-digestive-symptomes-traitements-maladie-virale-infection/>
- Site 12 : https://fr.wikipedia.org/wiki/Oum_Teboul#:~:text=Oum%20Teboul%20est%20un%20village,v
- Site 13 : <https://www.quandpartirpour.fr/algerie/oum-teboul-97237/>