



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Larbi Tébessi - Tébessa

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

Département : Biologie Appliquée



MEMOIRE DE MASTER

Domaine: Sciences de la nature et de la vie

Filière: Science Biologie

Option: Microbiologique appliquée à la santé et l'environnement

Thème

Analyse microbiologique de l'eau distribuée dans la ville de Tébessa

Présenté par :

Manceur Yassmina

Djaballah Salwa

Devant le jury:

Belbel Zineb	M.A.B	Université Larbi Tébessi- Tébessa	Présidentent
Fenghour Hind	M.A.A	Université Larbi Tébessi- Tébessa	Rapporteur
Chadi Hafida	M.A.A	Université Larbi Tébessi- Tébessa	Examineur

Date de soutenance: 29/05/2016

ملخص

نقول عن الماء أنه صالح للشرب إذا توفرت فيه الخصائص التالية: منعش، صاف، دون رائحة دون لون، مهوى بكفاية، قليل التمعدن، مع غياب الجراثيم والمواد السامة. في الدول المتقدمة أعظم مشكل متعلق بالماء الموجه للشرب منذ زمن بعيد كان مرتبط بالجانب الصحي، وابتداء من القرن العشرين بدأت الأمراض الكبرى ذات الأصل المائي تتقلص، ثم تندثر. بهدف حماية الإنسان من الأخطار المتعلقة باستعمال مياه ملوثة نكون بحاجة إلى معرفة الكائنات الحية الدقيقة المتواجدة في هذا الماء تصنيفهم و تعدادهم وكذا مراقبة مدى فعالية طرق معالجة المياه. أجرينا تحليل المعايير الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية لمياه الشرب للأحياء التالية: حي 4 مارس، الإقامة الجامعية 1000 سرير (2)، الحي الشعبي، حي الزاوية و حي الجرف المختارة عشوائيا من مدينة تبسة.

التحليل الفيزيائية والكيميائية بينت أن بالنسبة لدرجة الحرارة متغيرة ما بين 17,43 و 19,40 درجة مئوية، هذا الماء نعتبره جيد مقارنة بالمعايير الجزائرية. درجة الحموضة متغيرة من 7,99 إلى 8,30 هذا يدل أن الماء ذا نوعية جيدة حسب المعايير الجزائرية أما كمية الأكسجين المنحل تختلف من 1,37 إلى 2,17 غ/ل يؤشر أنه معتدل تبعا للمعايير الجزائرية وأخيرا الناقلية متغيرة ما بين 12,60-1,12 ميكرو سيمنس/سم مما يؤشر بأن الماء ذو جودة متوسط حسب المعايير الجزائرية. التحليل الميكروبيولوجي لمياه الشرب سمحت لنا بالتحصل على النتائج التالية: الغياب التام للجراثيم الممرضة هذا مما سمح لنا بالحكم أن مياه الأحياء الخمسة ذات نوعية جيدة جداً.

الكلمات المفتاحية: مياه الحنفية، التحليل الفيزيائي، الكيميائي والميكروبيولوجي.

Abstract

Said drinking water when it meets the following criteria: fresh, clear, odorless, colorless and sufficiently ventilated slightly mineralized, lack of seed and toxic substances with pleasant taste.

In developed countries, the major problem of water intended for human consumption has long sanitary it is only since the early 20th century that major waterborne diseases have gradually regressed and then disappeared.

In order to protect human health risk related to the use of contaminated water in general, we need to know the microorganisms present in the water, and the identifiers in the counting and monitoring the effectiveness of methods water treatment.

We have analyzed the physico-chemical and microbiological parameters in drinking water following cities: March 4, 1000 University City (2), popular city, city Zawiya, cited Eldjorf random from the town of Tébessa.

The physico-chemical water analysis showed that the water temperature varied entre 17, 43 to 19.40 ° C, this water is considered good according to Algerian standards. The pH varied between 7.99 to 8.30 this translates that the water is of good quality according to Algerian standards, dissolved oxygen varied between 1, from 37 to 2.17 mg / l it can judge the poor water according Algeria the standards, and finally conductivity which varies between 1.12 to 7.60 $\mu\text{S} / \text{cm}$, thereby mentioned water as poor according to Algeria standards.

The microbiological analysis of drinking water showed à complete absence of pathogens which allowed us to judge that water intended for human consumption from the town of Tébessa is very good quality from a health perspective.

Keywords: Tap water, analyzes physicochemical, microbiological.

Résumé

Une eau dite potable lorsqu' elle répond aux critères suivants : fraîche, limpide, inodore incolore et suffisamment, aérée légèrement minéralisée, absence de germe et substances toxiques avec gout agréable.

Dans les pays développés, le problème majeur de l'eau destiné a la consommation humaine a été longtemps d'ordre sanitaire c'est seulement depuis le début du 20^{ème} siècle que les grandes maladies d'origine hydrique ont progressivement sont régressés puis disparus.

Dans le but de protéger l'homme du risque sanitaire liée à l'utilisation d'une eau généralement souillé, nous avons besoin de connaitre les micro-organismes présents dans cette eau, en les identifiants et en le dénombrant et contrôler l'efficacité des méthodes de traitement de l'eau.

Nous avons analysée les paramètres physico-chimique et microbiologique de l'eau potable de cités suivant : 4 Mars, cité universitaire 1000(2), cité populaire, cité Zaouïa, cité Eldjorf pris au hasard de la ville de Tébessa.

Les analyses physico-chimiques de l'eau ont montré que la température de l'eau vari entre 17, 43-19,40°C, cet eau est considérée bonne selon les normes algérienne. Le pH vari entre 7,99-8,30 ceci traduit que l'eau est de bonne qualité selon les normes algérienne, l'oxygène dissous vari entre 1, 37-2,17 mg/l cela permet de juger l'eau médiocre selon les normes algérienne, et enfin la conductivité qui varie entre 1,12-7,60 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ce qui permet de mentionner l'eau comme médiocre selon les normes algérienne.

L'analyse microbiologique de l'eau potable a montré une absence totale des germes pathogènes ce qui nous a permis de juger que l'eau destiné à la consommation humaine de la ville de Tébessa est de très bonne qualité de point de vue sanitaire.

Mots clés: L'eau de robinet, analyse physico-chimique, microbiologique.

Dédicace

Au nom de dieu le clément et miséricordieux

*Je dédie ce modeste travail pour tous les efforts que vous avez fourni
pour me voir arriver à mon but*

*A tous ceux qui m'ont consacré temps, patience et conseils surtout
dans le moment difficile.*

*la plus chère à mon cœur, la bougie qui a éclairé ma vie et qui a
contribuer à ma réussite, qui me toujours aidée avec sa d'Oaa ses
conseils précieuses et j'espère rendre tout ce qu'elle a fait pour moi.
Merci de tout cœur ma chère mère, que dieu vous accorde santé et
longue vie.*

*Le plus grand amour dans mon cœur, à la prunelle de mes yeux, le
meilleur guide dans ma vie et qui n'a jamais cessé de m'encourager, le
meilleur père.*

*Et je dédis ce travail spécialement à Ma chère sœur la source du
sourire dans ma vie qui me donne l'espoir de vivre et de réussite de
mes études "Iman" et son mari "Mohammed"*

*A mes chers frères: le symbole de fidélité "Hacène", le symbole de
largesse et de paix le meilleur frère dans le monde "Rafik" qui fournit
tout les possibles pour moins pendant l'étude universitaire et son
marie " Amal", "Bachir", "Khair alaine".*

*A toute la famille surtout ma chère grand-mère, que Dieu tout
puissant vous garde et vous procure santé, bonheur et longue vie.
les bougies de la maison: Aridje, Mamoune, Chihabe, Tasnim,
Touka, Madjed .*

*A mes belles amies les plus près dans mon cœur : La belle rose Wafa,
Hadjera, Meriem, Zayneb, Radia, Fatma, chedia.*

*Sans oublier Salwa, Nadjete, Chahra, Zahra, Khawla, Zina et toute la
promotion de microbiologie.*

Yassmina

Dédicace

Au nom de dieu le clément et miséricordieux

*Je dédie ce modeste travail pour tous les efforts que vous avez fourni
pour me voir arriver à mon but*

*A tous ceux qui m'ont consacré temps, patience et conseils surtout
dans le moment difficile.*

*La plus chère à mon cœur, la bougie qui a éclairé ma vie et qui a
contribuer à ma réussite, qui me toujours aidée avec sa d'Oaa ses
conseils précieuses et j'espère rendre tout ce qu'elle a fait pour moi.
Merci de tout cœur ma chère mère, que dieu vous accorde santé et
longue vie.*

*Le plus grand amour dans mon cœur, à la prunelle de mes yeux, le
meilleur guide dans ma vie et qui n'a jamais cessé de m'encourager, le
meilleur père.*

*Et je dédis ce travail spécialement à Ma chère sœur la source du
sourire dans ma vie qui me donne l'espoir de vivre et de réussite de
mes études" Rachida".*

A ma cher frères: le symbole de fidélité" Azzeddine"

*A toute la famille surtout ma chère grand-mère, que Dieu tout
puissant vous garde et vous procure santé, bonheur et longue vie.
les bougies de la famille : Naïma, Nadia, Lamia, Maroua, Safa,
Bouthaina, Khadija, Loulou, Farah, Yahya.*

A ma belle binôme : Yasmina.

*A mes belles amies les plus près dans mon cœur : La belle rose
Nadjette, Nadia, Chouchou, Nadjwa, Chahra, Khaoula.*

*Sans oublier Zahra, Nessrine, Zina, Amina, et toute la promotion de
microbiologie.*

Saloua

Remerciement

Avant tout, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant, le Miséricordieux, de nous avoir donné le courage, la force, la santé et la persistance et de nous avoir permis de finaliser Ce travail dans de meilleures conditions.

Nous tenons à remercier notre promotrice Madame Fenghour Hind, pour l'honneur qu'elle nous a fait en dirigeant ce travail, pour ses aides, ses conseils, tout au long de l'élaboration de ce modeste travail.

Nous remercions particulièrement Mademoiselle Chadî Hafida qui a accepté D'examiner ce travail

Nous tenons également à présenter nos plus vifs remerciements à Mademoiselle Belbel Zineb Pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider la commission d'examen de cette thèse.

Nous remercions sincèrement tous les enseignants de département de biologie

Nous remercions tous nos collègues et amies pour leurs esprit de groupe pendant le travail pratique.

Enfin, nous remercions, tous ceux qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Table des matières

ملخص

Abstract

Résumé

Dédicace

Remerciements

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des symboles

Introduction

Partie bibliographique: I. Notion général sur l'eau

I.1. L'importance de l'eau	02
I.1.1. L'eau dans l'alimentation	02
I.1.2. L'eau dans l'organisme humain	02
I.1.3. L'eau dans les aliments	02
I.1.4. L'eau dans l'industrie	03
I.1.5. L'eau dans l'agriculture	03
I.2. Le cycle de l'eau	03
I.3. Les principales sources de l'eau potable	04
I.3.1. Les eaux souterraines	04
I.3.2. Les eaux de surface	05
I.3.3. Les eaux de source	05
I.4. Définition de la pollution de l'eau	05
I.5. Les types de pollution	06
I.5.1. Pollution physique	06
I.5.2. Pollution chimique	06
I.5.3. Pollution microbienne	06
I.6. Traitement des eaux	07
I.6.1. Traitements physiques	07
I.6.2. Traitements chimiques	07
I.6.3. Traitement biologique	08

Partie bibliographique: II Les caractéristiques générales de l'eau potable

II .1. Caractéristiques de l'eau potable	09
II .1.1. Les caractéristiques organoleptiques	09
II .1.1.1. Couleur	09
II .1.1.2. Odeur et Saveur	09
II .1.2. Les caractéristiques physicochimiques	09
II .1.2.1. pH	09
II .1.2.2. Minéralisation	10
II .1.2.3. La conductivité	10
II .1.2.4. La turbidité	11
II .1.3. Les caractéristiques microbiologiques	11
II .1.3.1. Bactéries	12
II .1.3.1.1. Bactéries indicateurs spécifiques de pollution fécale	12
II .1.3.1.2. Bactéries indicateurs, non réellement spécifiques de pollution fécale	13
II .1.3.1.3. Bactéries pathogènes	14
II .1.3.2. Virus	14
II .1.3.3. Parasite	14

Partie bibliographique: III. Les maladies à transmission hydrique

III.1. Généralité	15
III.1.1. Maladies hydriques d'origine bactérienne	15
III.1.1.1. Le choléra	16
III.1.1.2. La typhoïde	17
III.1.1.3. La Shigellose ou Dysenterie bacillaire	18
III.1.2. Maladies hydriques d'origine virale	19
III.1.2.1. Les hépatites virales	19
III.1.2.2. Poliomyélite	19
III.1.3. Maladies hydriques d'origine protozoaire	20
III.1.3.1. L'amibiase	20
III.1.3.2. Les Giardiases	20
III.1.4. Les maladies causées par les helminthes	20
III.1.4.1. Ascariadiase	20
III.2. Les principaux facteurs des M. T. H en Algérie	21
III.3. Le programme national de lutte contre les M T H	21

Partie expérimentale: I. Matériels et méthodes

I.1. Objectif de l'étude	22
I.2. Matériels utilisés	22
I.2.1. Verreries	22
I.2.2. Appareillages	22
I.2.3. Outils	23
I.2.4. Milieux de cultures	23
I.3. Echantillonnage	24
I.3.1. Lieu et saisons de prélèvement	24
I.3.2. Méthode de prélèvement	24
I.4. Analyses physico-chimiques de l'eau de robinet	24
I.4.1. Détermination de la température de l'eau	24
I.4.2. Détermination du pH de l'eau	25
I.4.3. Détermination l'oxygène dissous dans l'eau	25
I.4.4. Détermination la conductivité	25
I.5. Préparation de dilution	25
I.6. Analyses microbiologiques de l'eau de robinet	26
I.6.1. Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale	26
I.6.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux	26
I.6.3. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux	27
I.6.4. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux	27
I.6.5. Recherche et dénombrement des Staphylocoques	27
I.6.6. Recherche et dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs	28
I.6.7. Recherche et dénombrement des <i>Pseudomonas sp</i>	28
I.6.8. Recherche et dénombrement des <i>Entérobactéries</i>	29
I.6.9. Recherche et dénombrement des Salmonelles et Shigelles	29

Partie expérimental : II. Résultats et discussions

II. 1. Résultats	30
II. 1.1. Résultats des caractéristiques physico-chimiques de l'eau analysée	30
II. 1.2. Résultats d'isolement et dénombrement de la microflore de l'eau analysée	33

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Liste des tableaux

Tableau N°	Titre	Page
01	Grille normative concernant le pH pour estimer la qualité de l'eau en Algérie.	10
02	Grille normative pour estimer la qualité de l'eau en Algérie.	10
03	Guide de la conductivité d'une eau destinée à la consommation humaine.	11
04	Les résultats d'analyse des caractéristiques physico-chimiques de l'eau analysée	30
05	La grille normative de l'OMS concernant la Température pour estimer la qualité de l'eau potable.	31
06	Grille normative concernant le pH pour estimer la qualité de l'eau en Algérie.	32
07	Relation entre minéralisation et conductivité selon la réglementation française.	32
08	Les résultats du dénombrement de la microflore de l'eau analysée.	34

Liste des figures

Figure N°	Titre	Page
01	Cycle de l'eau naturel	04
02	L'incidence de Choléra dans le monde.	16
03	L'incidence du Cholera en Algérie 1981-2001.	16
04	L'incidence de la Fièvre Typhoïde en Algérie 2000-2011.	17
05	L'incidence de dysenterie en Algérie 2000-2011.	18
06	L'incidence des Hépatites en Algérie 1985-2007.	19
07	Préparation des dilutions décimales	20

Liste des symboles

µm : micromètre

AEP : Approvisionnement en eau potable

C° : degré celsius

CO₂ : Dioxyde de carbone

Ca²⁺ : calcium

Cl⁻ : Chlorure

E. coli : *Escherichia coli*

HCO³⁻ : Bicarbonates

I.N.S.P : Institut National de Santé Publique

K⁺ : Potassium

Mn²⁺ : Manganèse

MTH : Maladie à transmission hydrique

Na²⁺ : Sodium

NTU : Unité de Turbidité Néphélométrique

OMS : Organisation mondiale de santé

MSPRH: Ministère de la santé de la population et de la réforme hospitalière

PEV: paralysie flasque aiguë

pH : potentiel d'hydrogène

SO₄²⁻: Sulfates

UC : Unité de couleur

UV: Ultra violet

VHA : virus de l'hépatite A

VHE : virus de l'hépatite E

Introduction

Introduction

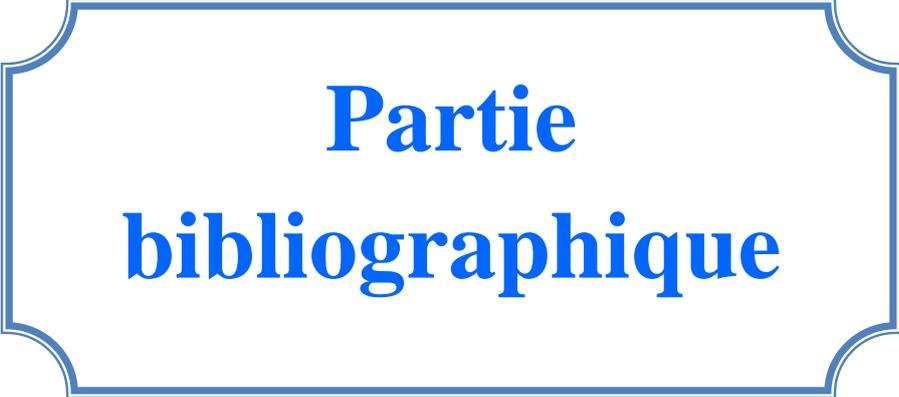
L'eau est le moteur de la vie, la source des activités agricoles, la substance la plus consommée par les industries notamment agroalimentaire et l'économie domestique, mais elle est également un agent important et redoutable dans la transmission des maladies infectieuses.

La plus grande partie des eaux du globe terrestre sont marines (97%). Les eaux douces ne représentent qu'une partie mineure. Elles constituent cependant une source important d'eau potable. [1]

La pollution des eaux peut être minérale ou microbiologique. Les eaux de surface sont très polluées contrairement aux eaux souterraines, qui sont bien protégées. Les eaux polluées doivent subir différents traitement: physique, chimique et biologique, selon le degré et la nature de la pollution, afin de les rendre potables. [2]

L'eau destinée à l'alimentation humaine doit présenter un certain nombre de critères aussi bien organoleptique, physicochimique et microbiologique car, elle constitue un réservoir important pour la survie et la dissémination de microorganisme (bactéries, virus, protozoaires et parasites), ce qui la rend impropre a la consommation humaine. Ces microorganismes véhiculés directement ou indirectement, sont pathogènes pour l'homme. Ils sont à l' origine de nombreuses maladies infectieuses (Choléra, hépatite A...) dites maladies à transmission hydrique. [3]

L'objectif de notre travail est d'apprécier la potabilité et déterminer la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau distribuée dans quelques cités de la ville de Tébessa.



**Partie
bibliographique**

I.1. L'importance de l'eau

L'eau est un élément constitutif du milieu naturel dans l'écosystème, c'est également un élément indispensable à toute forme de vie sur notre planète et recouvre les 3/4 de la surface du globe terrestre et elle se présente sous multiples formes Pluie, glace, neige, etc.; sans oublier l'eau contenue dans le sol et la végétation. [4]

L'eau est un élément indispensable à la vie humaine. Elle entre dans la composition du corps humain et la plupart des aliments. Elle est utilisée en alimentation humaine et animale, en industrie, en agriculture et autres secteurs. De part sa consommation, elle joue également un rôle important dans la transmission des maladies hydriques par les agents pathogènes qu'elle véhicule. [5]

I.1.1. L'eau dans l'alimentation

Sans eau, l'homme ne peut pas survivre. Il en est de même pour tous les êtres vivants. Les aliments déshydratés ne peuvent permettre, sans apport complémentaire d'eau, le développement et la reproduction normale des êtres vivants. [6]

L'eau est très importante dans l'alimentation de l'homme, où elle permet de compenser les pertes hydriques par un apport de 2,2litres dont 1,2litres sous forme de boissons de toute nature et 1 litre représentant l'eau contenue dans les aliments. [7]

I.1.2. L'eau dans l'organisme humain

L'eau est quantitativement le constituant majoritaire du corps humain. Même si la teneur des différents tissus est variable 10% pour l'ivoire des dents, 22% pour les os, 25% pour les masses grasses, 75% pour les muscles striés et 90% pour le plasma, Elle représente 60% du poids du corps de l'adulte mâle et 55% de celui de la femme. [7,8]

Elle diminue avec l'âge. Peu après sa conception, le fœtus en contient 95%, après sa naissance le bébé joufflu 80%, l'adulte de 55% à 60% (selon le sexe) et les vieillards dont les rides se creusent 50% seulement. [7,9]

I.1.3. L'eau dans les aliments

L'eau entre à des proportions variables dans la composition de tous les aliments. Elle est indispensable pour donner aux aliments la texture requise et permettre les réactions biochimiques qui président à leur transformation. Les enzymes présents naturellement dans les aliments en cause d'origine microbienne sont appliqués dans de nombreuses biotransformations, Ils ne peuvent agir que si une certaine quantité d'eau est disponible.

Cette exigence en eau conditionne en particulier les fermentations mais aussi la plus parts des dégradations indésirables du produit de sa récolte à sa consommation.[7]

I.1.4. L'eau dans l'industrie

L'eau est utilisée dans l'industrie à différentes fins :

- De façon directe: elle peut être utilisée dans l'entretien (lavage, nettoyage), soit dans le transport hydraulique, soit dans le refroidissement.
- De façon indirecte: dans la production de différents aliments.

Les besoins en eau de l'industrie alimentaire sont certes importants et divers.[7,10]

I.1.5. L'eau dans l'agriculture

De tous les secteurs qui utilisent l'eau douce, c'est l'agriculture qui représente 70% des prélèvements mondiaux de sources naturelles. Toutes les plantes absorbent de l'eau, cette consommation est une nécessité pour leur croissance et leur reproduction, faut en effet 500 -1000 litres d'eau pour fabriquer 1kg de grain (blé, riz, maïs, orge, soja). [11]

Dans certains pays, l'irrigation représente jusqu'à 95% de toute utilisation d'eau et joue un rôle important dans la production de nourriture et la sécurité alimentaire. L'agriculture irriguée peut entraîner une grande concurrence puisqu'elle représente de 3% à 90% de l'utilisation d'eau dans certaines régions. [12,13]

I.2. Le cycle de l'eau

L'eau est un élément fondamental de la vie, 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. [14]

La source principale d'eau douce provient de l'évaporation, sous l'effet du soleil, des océans, rivières et des lacs, ainsi que l'évapotranspiration des végétaux. [14]

Cette vapeur d'eau se condense dans l'atmosphère, retombe sous forme de précipitations pluvieuses ou neigeuses et parvient aux cours d'eau soit: directement par ruissellement ou indirectement par infiltration: Stockage dans les nappes, les puits et les restitutions aux cours d'eau à la faveur des exigences. [15]

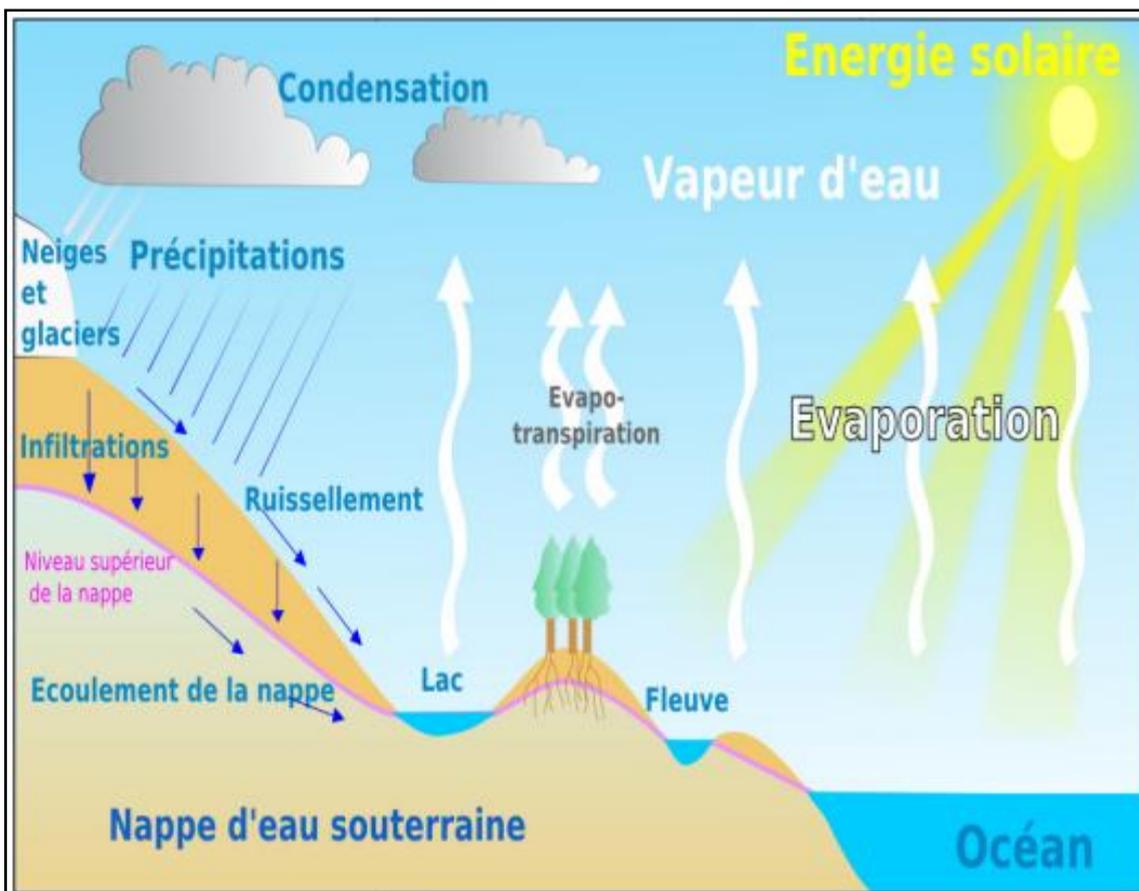


Figure 01 : Illustré les différentes phases du cycle de l'eau. [16]

I.3. Les principales sources de l'eau potable

L'eau résulte de la condensation des vapeurs produites à la surface des mers. Les vapeurs forment des nuages qui sont emportés par le vent et tombent ensuite sous forme de brouillards, de pluie, de neige ou de grêle. [17]

Une partie de cette eau glisse à la surface du sol, mais la plus grande portion s'infiltrate à l'intérieur de la terre, jusqu'à ce qu'elle se trouve arrêtée par une couche géologique imperméable. Une petite quantité de cette portion infiltrée, est capturée par les racines des végétaux. Le reste s'écoule à travers les ruisseaux souterrains, vers les puits où bien vers les rivières et les océans. [17,18]

I.3.1. Les eaux souterraines

Les eaux potables d'origine souterraines proviennent de deux sources essentielles: Les nappes profondes et les nappes phréatiques. Les eaux des nappes profondes sont bien protégées des contaminants microbiens. Par contre, elles sont beaucoup plus accessibles aux souillures chimiques tels que les nitrates, les hydrocarbures, les détergents, les pesticides, les métaux, etc. En dépit de ce danger, les eaux profondes lorsqu'elles sont potables, sont idéales pour le consommateur. [19,20]

Les eaux des nappes phréatiques sont par contre peu recommandées pour l'alimentation humaine, car largement soumise aux pollutions microbiennes et chimiques. [21]

I.3.2. Les eaux de surface

Cette source est caractérisée par des pollutions microbiennes et chimiques maximales. C'est la raison pour laquelle elles sont l'objet d'un classement 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. [22]

Les eaux de surface sont constituées par les eaux des rivières, des fleuves, des étangs, des lacs, des barrages, des réservoirs, des glaciers. Il s'agit d'une masse d'eau bien individualisée, solide ou liquide, immobile ou en mouvement. [19,20]

I.3.3. Les eaux de source

Une eau de source est une eau d'origine souterraine, microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution. A l'émergence et au cours de la commercialisation, elle respecte ou satisfait les mêmes limites ou références de qualité, portant sur des paramètres microbiologiques et physico-chimiques, définies pour les eaux de la distribution publique. Une eau de source est exploitée par une ou plusieurs émergences naturelles ou forées. Les eaux de source ne peuvent faire l'objet que de traitements ou adjonctions autorisés par arrêtés ministériels. [20,21]

I.4. Définition de la pollution de l'eau

La pollution comprend toute nuisance apportée à un écosystème qu'elle soit une modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau. C'est la contamination de l'eau par les corps et substances étrangers tels que des micro-organismes, des produits chimiques, des déchets industriels ou autres ; dues à des déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matières de toute nature et, plus généralement, tout à fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques. [23]

I.5. Les types de pollution

I.5.1. Pollution physique

Elle peut être thermique, radioactive ou due au transport de matières en suspension. Ces dernières créent la turbidité qui donne à l'eau un aspect peu agréable, causent des dommages aux poissons et freinent le développement des organismes photosynthétiques. Les pollutions radioactives et thermiques proviennent quant à elles du rejet de radio-isotopes ou d'eaux chaudes ayant servi au refroidissement des centrales électriques et nucléaires. [24,25]

Les conséquences directes de ce rejet, est l'élévation de la température des eaux naturelles, ce qui modifie le taux d'oxygène, augmente l'activité cellulaire et la respiration de la biocénose, diminue la diversité du phytoplancton et peut provoquer la prolifération d'espèces thermophiles. [24]

I.5.2. Pollution chimique

Les polluants chimiques sont nombreux et d'origines diverses : déchets industriels minéraux et organiques. Ils peuvent être dégradables (substances dont la nature est modifiée ou la quantité réduite par des phénomènes biologiques, chimiques ou physiques) ou non dégradables (ne sont pas modifiés par les processus biologiques qui se déroulent dans les eaux naturelles). Ce sont les engrais agricoles, les pesticides, les composés organochlorés, les hydrocarbures, les détersifs. Certains éléments toxiques (plomb, arsenic, mercure...) dits bio-accumulables, peuvent, à travers la chaîne alimentaire depuis le plancton, atteindre l'Homme, et provoquent des altérations graves de certains organes. [7,30]

I.5.3. Pollution microbienne

La pollution microbienne est principalement liée aux eaux usées urbaines. Ces dernières sont très chargées en coliformes, bactéries pathogènes, virus et parasites. [15]

Le réservoir majeur des bactéries responsables des maladies à transmission hydrique se trouve être 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. [7,26]

I.6. Traitement des eaux

L'eau destinée à la distribution publique doit être traitée pour éliminer les pathogènes responsables des maladies, et éliminer ou y diminuer jusqu'à une teneur non dangereuse toutes substances nocives qui pourraient s'y trouver. [27,31]

On dispose de trois types de traitements:

I.6.1. Traitements physiques

Les traitements physiques sont nombreux par la filtration, la décantation, la coagulation, et la floculation. [23]

I.6.1.1. Filtration

On distingue deux types de filtration:

- La filtration de surface : est une filtration dans laquelle la maille du réseau poreux est de taille inférieure à la taille des particules à retenir, il y a donc accumulation de déchets en surface. [24]
- La filtration en profondeur: fait appel à des phénomènes physiques plus subtils. Sans ce procédé, la dimension de la maille de la substance poreuse est supérieure à celle des particules qui s'y trouvent retenues. Il y a donc encrassement interne de la substance poreuse. [24]

I.6.1.2. La décantation

Elle a pour principe d'éliminer les particules en suspension par le phénomène de gravité. La vitesse de décantation est fonction de la vitesse de chute des particules, Elle-même dépend de divers paramètres dans la taille et la diversité des particules. Elle peut accélérée par centrifugation. [25]

I.6.1.3. La coagulation

Le principe consiste à annuler les charges électriques des particules qui maintiennent la suspension à l'état colloïdal par addition de sels minéraux cationiques ou de poly-électrolytes organiques. Les particules perdent leurs charges électriques. Il en résulte une coagulation des particules qui s'agrègent, c'est la floculation suivie de la décantation. [26,29]

I.6.2. Traitements chimique

Les traitements chimiques ont pour objectifs de transformer certains produits réputés polluants en d'autres produits moins polluants, ou encore en d'autres produits tout aussi polluants mais d'élimination plus facile. [16]

Il existe beaucoup de procédés chimiques, parmi les plus utilisés on distingue:

I.6.2.1. La neutralisation

C'est l'ajustement du pH à la neutralité. Ceci peut se faire par addition de substances acides ou basiques, ainsi que par un mélange effluent acide-effluent alcalin dans la mesure où ce type de mélange ne provoque pas de réaction secondaire nuisibles.[27]

I.6.2.2. L'oxydoréduction

Les réactions d'oxydoréduction sont intéressantes dans la mesure où elles permettent la formation de composés non toxiques ou facilement séparables sous forme de gaz de précipitation. Exemple: par oxydation des cyanures en cyanates et même en CO₂. [16]

I.6.3. Traitement biologique

La lutte biologique est essentiellement utilisée pour le traitement des eaux usées d'origine organique, en particulier le traitement de la pollution urbaine. [22]

Le traitement est basé sur la croissance des microorganismes (notamment les bactéries) qui dépend des matières organiques biodégradables. Les bactéries utilisées exigent un apport permanent d'oxygène. Les eaux à épurer ruissellent sur un matériau poreux qui sert de support aux bactéries, il se forme ainsi un film de bactérie au niveau duquel s'opère l'assimilation des substances indésirables contenues dans l'eau. [16,28]

II.1. Caractéristiques de l'eau potable

Pour être consommée, l'eau doit répondre à des critères de la qualité très stricte fixée par le ministre de la santé et le conseil supérieur du secteur d'hygiène publique. Les normes définissant une eau potable sont variables suivant la législation en vigueur. [32]

Il existe plusieurs critères pour une eau propre à la consommation. Ces critères, décidés selon le principe de précaution maximal qui permet de protéger les personnes dont la santé est les plus fragiles. [32]

II.1.1. Les caractéristiques organoleptiques

Ces paramètres concernent les qualités sensibles de l'eau : la couleur, la saveur, l'odeur, la transparence. Ils n'ont pas de valeur sanitaire directe, une eau de consommation doit être inodore, incolore. [33]

II.1.1.2. Couleur

Paramètre traduit une nuisance d'ordre esthétique, la coloration des eaux peut : Avoir une origine naturelle, industrielle chimique, ou biologique. [33]

Cet élément va être éliminée pour rendre l'eau agréable à boire, même une fois traitée n'est jamais rigoureusement incolore (si on la compare, par exemple à une eau distillée). [32] Pour l'eau potable, le degré de couleur maximale acceptable est de 15 UC (Unité de couleur) à partir du quel le consommateur peut percevoir la coloration de l'eau dans un verre d'eau.[32]

II.1.1.3. Odeur et Saveur

Ces deux propriétés sont simultanément excités et ils sont extrêmement difficile de les distinguer l'un de l'autre, sont extrêmement subjectives et il n'existe aucun appareil pour les mesurer. Les problèmes de goût et d'odeur sont la cause principale des plaintes formulées par les usagers. Les eaux de consommation doivent posséder un goût et une odeur « non désagréable ». [35]

II.1.2. Les caractéristiques physicochimiques

II.1.2.1. pH

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité, le pH n'a pas d'effet direct sur la santé mais il présente certain inconvénient. [34]

Les législations Algériennes et européennes précisent pour l'eau destinée à la consommation humaine un pH moyennement neutre comme niveau guide $6,5 < \text{pH} < 8,5$. [34]

Partie bibliographique: II. Caractéristiques générale de l'eau potable

Tableau 01: Grille normative concernant le pH pour estimer la qualité de l'eau en Algérie.[35]

Qualité de l'eau	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	>6, - <9	>5, - <9

II.1.2.2. Minéralisation globale

La minéralisation traduit la teneur globale en sels minéraux dissous, tels que carbonates, bicarbonates (HCO_3^-), les chlorures (Cl^-), sulfates (SO_4^{2-}), calcium (Ca^{2+}), sodium Na^{2+} , potassium (K^+), manganèse Mn^{2+} . Une minéralisation excessive donne un goût salé. [36]

La grille suivante a été établie par l'agence nationale des ressources hydrauliques algérienne pour limiter les concentrations des paramètres physico-chimiques dans les eaux de boissons.

Tableau 02 : Grille normative pour estimer la qualité de l'eau en Algérie. [35]

Qualité de l'eau	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
Minéralisation globale mg/l	300-1000	1000-1200	1200-1600	>1600

II.1.2.3. La conductivité

La conductivité de l'eau est une mesure de sa capacité à conduire le courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Elle est proportionnelle à la minéralisation de l'eau. [33]

La conductivité a, dans la plupart des cas, une origine naturelle due au lessivage des terrains ou une origine d'activité humaine (agricole ou domestique) contribuant aussi à l'accroissement de la conductivité. Elle est très utile pour mettre en évidence la qualité de l'eau. [32]

Tableau 03: Guide de la conductivité d'une eau destinée à la consommation humaine. [37]

Conductivité à 20°C (µS/cm)	Qualité de l'eau
50 à 400	Qualité excellente
400 à 750	Bonne qualité
750 à 1500	Qualité médiocre mais eau utilisable
>1500	Minéralisation excessive

II.1.2.4. La turbidité

La turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle donne une idée de la teneur en matières en suspension de très faibles dimensions (grains de silice, matière organique, limons...) éveille la méfiance et la répugnance du consommateur. [32]

La consommation d'une eau très trouble peut constituer un risque pour la santé car une turbidité excessive peut protéger des micro-organismes pathogènes ou stimuler la croissance des bactéries dans les réseaux. Pour cette raison, réduire de la turbidité est l'un des buts primordiaux du traitement. [38]

II.1.3. Les caractéristiques microbiologiques

Généralement, tous les ressources d'eaux soit des lacs, des rivières, des fleuves, aussi bien des nappes phréatiques un peu profondes, contient 3 type des germes : typiquement aquatique, tellurique (due par ruissellement) et des germes de contamination humaine ou animale (contamination fécal) ; que ce soit le type du germe il peut engendre des maladies infectieuses chez l'homme. [20]

En définitive, La majorité des micro-organismes pathogènes (virus, bactéries ou protozoaires) pouvant causer des maladies susceptibles de se trouver dans l'eau, proviennent de déjections humaines ou animales, l'importance de pollution microbiologie nous obliger de faire un traitement avant d'être distribuer au publique. [39]

L'analyse microbiologique de l'eau distribué à la consommation basée sur la recherche des germes né le concept de "**microorganismes indicateurs de contamination fécale**". Ces indicateurs sont spécifiques de la flore intestinale, ils ne sont pas nécessairement pathogènes,

mais leur présence en grand nombre dans un milieu aquatique indique l'existence d'une contamination fécale, et donc un risque épidémiologique potentiel. [20]

II.1.3.1. Bactéries

Le contrôle bactériologique réalisé dans ce contexte, porte sur la quantification des germes indicateurs de contamination fécale : les coliformes et les streptocoques fécaux. D'autres indicateurs non spécifiques ont été utilisés comme complémentaires : les germes totaux et les *Clostridium* sulfito-réducteurs. [20]

Implique aussi la recherche de certains germes pathogènes : *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio*, *Pseudomonas aeruginosa* et les *Staphylocoques*. [32]

II.1.3.1.1. Bactéries indicatrices spécifiques de pollution fécale

Ces bactéries ont été choisies parce qu'elles sont présentes en grand nombre dans les selles des animaux à sang chaud qui sont des sources fréquentes de contamination assez grave, qu'elles sont détectables facilement. [32]

Trois indicateurs sont à noter : les Coliformes totaux, Coliformes fécaux, et Les streptocoques fécaux. [20]

II.1.3.1.1.1. Les coliformes totaux

Sous le terme de « coliformes » est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des *Enterobacteriaceae*, correspondent à des bacilles Gram négatif, non sporulés, aéro/anaérobies facultatifs, possèdent des propriétés caractéristiques de structure et de culture à 35-37°C, ils sont sensibles au chlore. [40]

Ils se répartissent en deux catégories:

- Les germes thermophiles ;
- Les germes psychrophiles (aquatique ou terrigène).

Leur intérêt plus moindre pour déceler une contamination d'origine fécale. [22]

II.1.3.1.1.2. Les coliformes fécaux (coliformes thermo-tolérants)

Les coliformes fécaux sont un sous-groupe de coliformes totaux, l'existence de ces germes peut être une indication de la présence des micro-organismes entéropathogènes, comme les salmonelles. [20]

Un autre test peut fournir les mêmes indications que celles fournies par le dénombrement des coliformes fécaux, c'est le dénombrement des *E. coli* présumés qui correspondent à des coliformes thermo-tolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane, à 44°C. [20]

- ***E. coli***: L'espèce la plus fréquemment associée aux coliformes fécaux est *E. coli* représente toutefois 80 à 90% des coliformes thermo-tolérants détectés. L'OMS (2004), n'énonce que la présence d'*E.coli*, apporte la preuve incontestable d'une pollution fécale récente. [34]

- **Intérêt de la recherche et de dénombrement d'*E. coli***: Selon l'OMS, l'indicateur le plus précis pour estimer la pollution fécale est en fait *E. coli*, en raison de son abondance dans les fèces humaines (jusqu'à 1 milliard de bactéries par gramme de matière fraîche), et de sa persistance pour être recherché (sa durée de détection dans l'eau à 20°C varie d'une semaine à un mois). [20]

II.1.3.1.1.3. Les streptocoques fécaux

Ce sont les streptocoques du groupe D. Elles sont des bactéries sphériques groupées en paires ou en chaînes, Gram positif, catalase négatif et anaérobies facultatives. Ce groupe est divisé en deux sous groupes : *Enterococcus* et *Streptococcus*. [41]

- **Intérêt du dénombrement des streptocoques fécaux**: L'apport d'entérocoques par rapport aux coliformes consiste en leur plus grande résistance dans les eaux naturelles. Leur présence serait donc le signe d'une contamination fécale de l'eau plus ancienne. [34]

II.1.3.1.2. Bactéries indicatrices, non réellement spécifiques de pollution fécale

II.1.3.1.2.1. Les *Clostridium* sulfito-réducteurs

Ce sont des bactéries à Gram positif mesurant 4 à 6µm de long et 1 à 2µm de large produisant des spores dont le plus caractéristique est *Clostridium perfringens*. Elles font partie de la flore tellurique naturelle, aussi bien que dans les matières fécales humaines et animales. C'est pourquoi, leur utilisation en tant qu'indicateurs de contamination fécale d'une eau n'est pas très spécifique. [34]

L'intérêt de la recherche de tels indicateurs réside dans la propriété de sporuler, ce qui les rend particulièrement résistant aux traitements de désinfection. [42]

II.1.3.1.2.2. Les bactéries aérobies revivifiables (germes totaux)

Sa recherche vise à dénombrer non spécifiquement le plus grand nombre de microorganismes, le dénombrement des bactéries aérobies revivifiables à 22°C et 37°C s'effectue dans La gélose glucosée à l'extrait de levure ou PCA. [43]

Partie bibliographique: II. Caractéristiques générale de l'eau potable

La charge mésophile totale n'est pas un paramètre d'appréciation de la qualité bactériologique mais quand même peut nous renseigner sur le degré de potabilité des eaux et tous produits alimentaire. [43]

II.1.3.1.2. Bactéries pathogènes

Les bactéries pathogènes jouent le rôle de signal d'alarme. En fait, seules les *Salmonella* et les *Shigella* sont des bactéries fréquemment recherchées, en dehors de cas d'épidémies. Ces dernières années cependant, une certaine importance a été attribuée aux *Yersinia*, *Campylobacter*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Legionella pneumophila*, *Aeromonas hydrophila*, *Vibrio cholerae*. [20]

II.1.3.2. Virus

Parmi les virus présent dans l'eau, on compte le virus de l'hépatite A, le virus de l'hépatite E plutôt confiné dans les milieux tropicaux, le virus commun des gastroentérites, les Adénovirus, les Réovirus. [44]

Le plus souvent les virus sont adsorbés aux matières en suspension et décantent avec elles, aussi bien la désinfectant au rayon UV est efficace pour les détruire. [44]

II.1.3.3. Parasite

Les protozoaires constituent un groupe diversifié de microorganismes. Ce sont, pour la plupart des organismes libres, qui peuvent vivre dans l'eau de surface et l'eau usée. Elles ne présentent aucun risque pour la santé humaine. Cependant, certain protozoaires entérique, comme *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium parvum*. Ils sont pathogènes et ont été associés à des éclosions de maladies liées à l'eau potable. Ils peuvent se retrouver dans l'eau potable à la suite d'une contamination par la matière fécale d'humains ou d'animaux. [45,47]

Persistent à la condition environnementale sous des formes particulières : kyste, oocyste, une fois ingérés, ils entrent en phase de germination, se reproduisent et entraînent la maladie ex: Giardiase, Amibiase, gastro-entérites... (L'OMS-1996 estime l'incidence mondiale de la giardiase à 200 millions de cas par année). [45]

III.1. Généralité

Les maladies à transmission hydrique appelées par contraction (MTH) sont des infections dues par l'ingestion d'eau contaminée par certains germes, comme les bactéries, les virus ou les parasites issues d'une fèces humaine ou animale. [45]

Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), plus d'un milliard de personnes à travers le monde n'ont pas accès à un l'eau salubre. Toujours selon l'OMS en 1990, près de 5 millions d'enfants dans le monde sont morts de maladies à transmission hydrique. [46]

Dans son rapport du 26 juin 2008, l'OMS estime que l'eau sale est à l'origine de 9,1% des maladies et de 6% des décès enregistrés chaque année dans le monde. Les enfants sont les premières victimes, Il y a une forte inégalité entre les pays riches et pauvres : l'eau est à l'origine de moins de 1% de la morbidité dans les pays développés, cette proportion atteint 10% dans les pays en développement. [47]

En 2009, 1,1 milliard de personnes n'ont aucun accès à une source d'eau salubre. La conséquence directe est que 1,6 million de personnes meurent chaque année de maladies diarrhéiques. [47]

Parmi les infections à transmission hydrique que l'on retrouve en Algérie, on peut citer : la fièvre typhoïde, le choléra, les hépatites infectieuses, les dysenteries, la poliomyélite. [48]

III.2. Maladies hydriques d'origine bactérienne

Parmi les affections hydriques dont l'impact est important, on distingue surtout les maladies hydriques d'origine bactérienne dites « maladies de canalisations ». [46]

Dues à des germes pathogènes, ou potentiellement pathogènes, sont responsables de la plupart des maladies infectieuses qui sévissent en Afrique subtropicale notamment : le choléra, la fièvre typhoïde, la dysenterie, la gastro-entérite, les maladies diarrhéiques, etc. [34]

Généralement transmises à l'Homme par voie digestive liée à la consommation d'eau ou d'aliments contaminés. [34]

III.2.1. Le choléra

C'est une maladie à transmission orofécale due par *Vibrio cholerae* qui libère une exotoxine thermolabile et entraîne une hypersécrétion d'eau. Le volume d'eau éliminé peut atteindre 15 à 20 L par jour. La dose infectante est importante, de l'ordre de 10^8 bactéries. [45]

L'OMS estime dans l'année 2000 près de 140.000 cas causent approximativement 5000 morts furent annoncés à l'OMS, l'Afrique comptait 87 % de ces cas. [46]

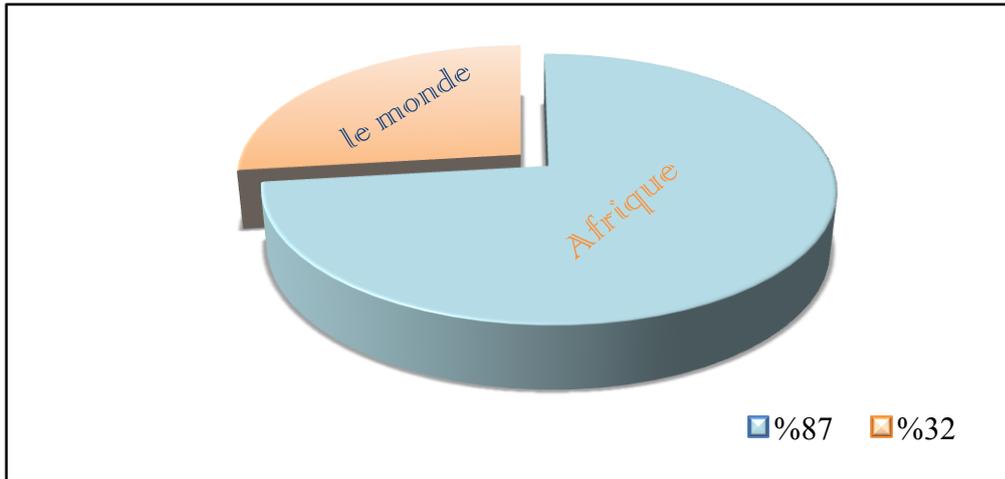


Figure 02 : L'incidence de Choléra dans le monde. [46]

• **Evolution des épidémies de choléra en Algérie:** En Algérie, ce pire est revenu. Le choléra, introduit en 1971 et constater 1332 cas et 110 décès, le pic choléra peut être considéré comme une catastrophe épidémiologique national en 1986 (8000 cas clinique de choléra et 450 décès), le nombre de cas de cette maladie est à diminué sensiblement depuis le début des années 1990. [46] (Figure 03)

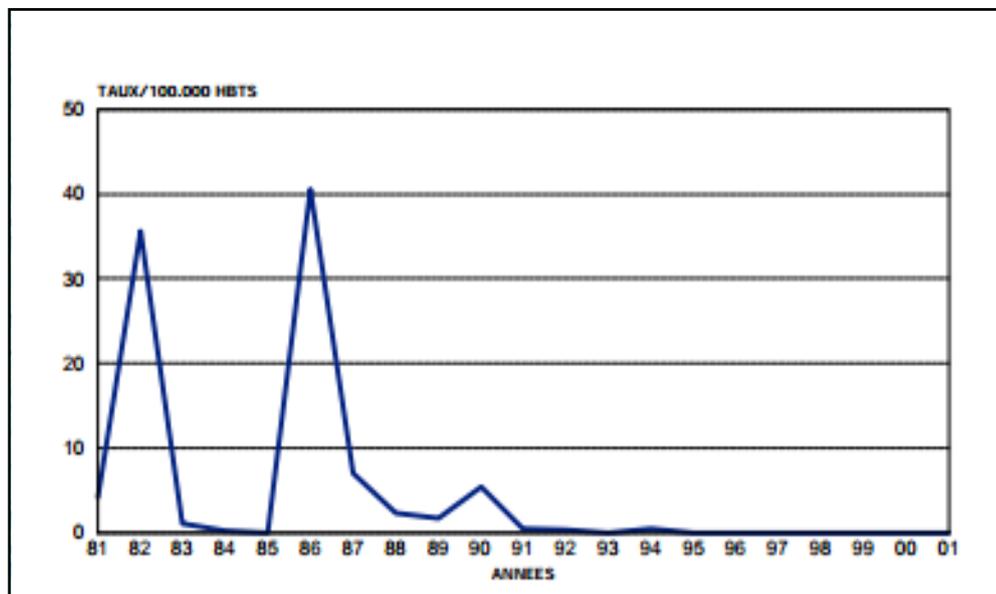


Figure 03 : L'incidence du Cholera en Algérie (1981-2001).[46]

III.2.2. La typhoïde

La fièvre typhoïde et paratyphoïde 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). [48]

- **Evolution de la fièvre typhoïde:** Les typhoïdes touchent dans le monde 500000 personnes et provoquent 25000 morts par an particulièrement fréquentes dans les pays en voie de développement. [46]

En Algérie, la situation épidémiologique de la fièvre typhoïde est nettement améliorée au cours de ces dernières années. Le taux d'incidence de la fièvre typhoïde est stable, il est passé de 0,62 % en 2010 à 0,59 % cas pour 100.000 habitants en 2011. Elle représente 3,1% de l'ensemble des cas de MTH ; Dans la wilaya de Tébessa cette maladie résulte 1 seul cas/694131Pop*. (Population estimée à partir du recensement 2008 et des données actualisées par l'ONS –Organisation National de la santé). [48] (Figure04)

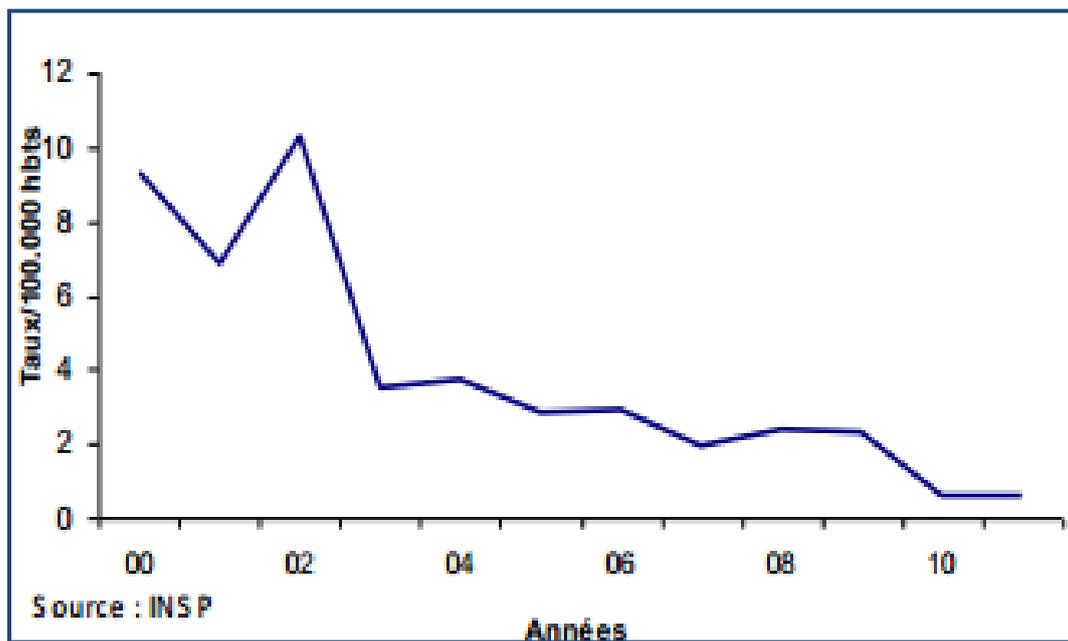


Figure 04 : L'incidence de la Fièvre Typhoïde en Algérie (2000-2011). [48]

III.2.3. La Shigellose ou Dysenterie bacillaire

Les shigelles sont responsables de toute une variété de signes cliniques allant de la diarrhée aqueuse légère, jusqu'à la dysenterie sévère. Elles sont résistantes aux effets destructeurs des acides facilitate la propagation digestive intraluminale de la bactérie. [49]

- **La situation épidémiologique du Shigellose:** Pour les pays pauvres, la shigellose constitue un véritable défi de santé publique, c'est la plus meurtrière des maladies diarrhéiques : elle tue chaque année entre 700 000 et 1 million de personnes dans le monde. [49]

En Algérie, la situation épidémiologique concernant les dysenteries s'est nettement améliorée avec une nette diminution du taux d'incidence passée de 1,57% en 2010 à 1,44 cas pour 100.000 habitants en 2011. [48]

Pendant l'année 2011 la dysenterie représente 7,4% de l'ensemble des cas de MTH ; 00 cas à été mesure dans la wilaya de Tébessa au cours de l'année 2011. [48] (Figure 05)

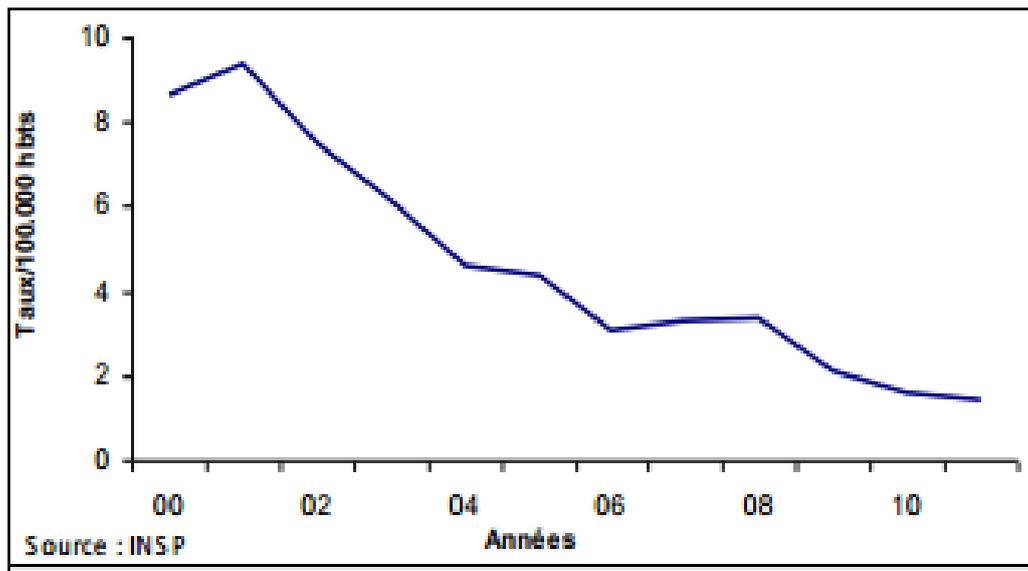


Figure 05 : L'incidence de dysenterie en Algérie (2000-2011). [48]

III.3. Maladies hydriques d'origine virale

III.3.1. 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. [47]

Les épidémies ne s'observent que dans les pays à niveau d'hygiène insuffisant et sont généralement liées à une contamination massive de l'eau. Elles se caractérisent par un taux de létalité élevée. [47] (Figure 06)

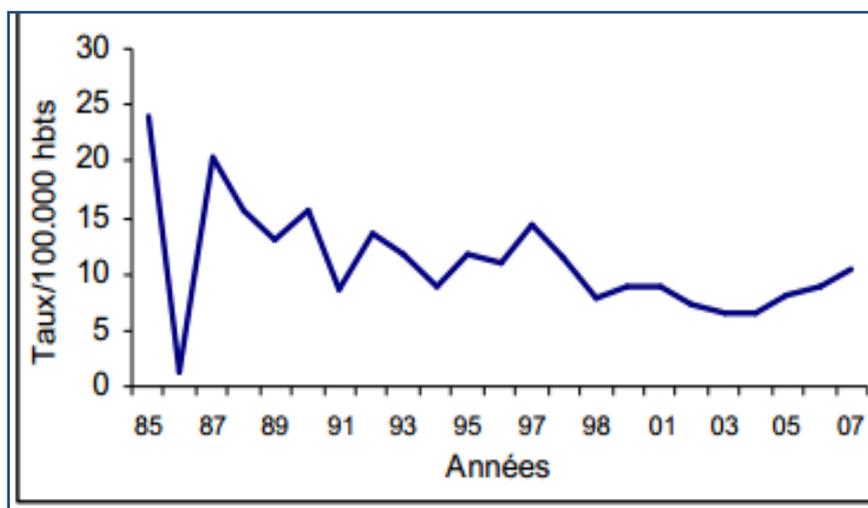


Figure 06 : L'incidence des Hépatites en Algérie (1985-2007). [47]

On note une chute de l'incidence de l'hépatite virale ; La wilaya de Tébessa constate 51 cas de VHA.

III.3.2. Poliomyélite

La poliomyélite est une infection entérovirale due *enterovirus poliovirus*, la polio se diffuse par contact d'homme à homme, entrant généralement dans le corps par la bouche à cause de la contamination par des fèces de l'eau ou de la nourriture. La maladie est généralement mortelle si les cellules nerveuses du cerveau sont attaquées (poliomyélite bulbaire), entraînant une paralysie des muscles essentiels, tels que ceux contrôlant l'ingestion, les battements du cœur et la respiration. [48]

Les cas de polio ont diminué de plus de 99% depuis 1988. La réduction est le résultat d'un effort global pour éradiquer cette maladie. [46]

L'Institut National de Santé Publique (I.N.S.P) estime un taux d'incidence de 5, 6% pour la poliomyélite parmi les MTH-2011. La wilaya de Tébessa constate 2 cas. [48]

III.4. Maladies hydriques d'origine protozoaire

III.4.1. L'amibiase

L'amibiase est une parasitose cosmopolite causée par l'amibe dysentérique et provoque la dysenterie amibienne. De nombreuses espèces d'amibe vivent dans le gros intestin de l'homme, seule l'une d'elles; *Entamoeba histolytica*, est susceptible de déclencher une amibiase, c'est la seule qui possède en effet la capacité de traverser la muqueuse de l'intestin et d'en détruire la paroi où nourrit exclusivement d'hématies où il provoque une nécrose locale et des ulcères. Ce parasite est présent sous sa forme enkystée dans l'eau ou les aliments souillés qui sont très résistants. [50]

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 elle entraîne diverses manifestations intestinales et extra intestinales (hépatique, pulmonaire,...). [50]

III.4.2. Les Giardiases

La Giardiase est une parasitose de l'intestin grêle, due à un protozoaire flagellé : *Giardia intestinalis*, La transmission du parasite se fait principalement par l'ingestion d'eau ou d'aliments contaminés par les formes kystiques du parasite. On sait actuellement que c'est un parasite, touchant 10 à 20 % des populations vivant en climat tempérés et chauds, Il semble que la présence des *Giardia* entraîne des troubles dans l'absorption de divers aliments ou vitamines, si l'infestation est peu importante, elle peut rester latente. Parfois, le début est brutal, après incubation de 10 à 15 jours, avec des symptômes gastro-entérite aiguë avec des douleurs abdominales, ballonnement, nausées, anorexie, vomissements, et diarrhée aqueuse.[50]

III.5. Les maladies causées par les helminthes

III.5.1. Ascariadiase ou ascariodiose

L'ascariodiose est due à un nématode (ver rond): *Ascaris lumbricoïdes*. C'est une parasitose cosmopolite, l'une des plus communes et des plus répandues. [46]

Dans les années 1970, une personne sur quatre dans le monde en était atteinte, ce chiffre a probablement légèrement diminué depuis. On la rencontre principalement dans les pays tropicaux. La contamination est réalisée par l'ingestion d'œufs d'*ascaris* souillant l'eau les fruits et les légumes, ou par les mains sales. Après avoir éclos dans le tube digestif, les vers gagnent le foie, les poumons puis l'intestin grêle, où ils deviennent adultes, la femelle pondant des œufs rejetés dans les selles. [48]

Le cycle évolutif est direct à un seul hôte, l'homme. L'œuf, très résistant, évolue dans le milieu extérieur, s'embryonne en trois semaines au moins, et devient infectieux. [48]

III.6. Les principaux facteurs des M. T. H en Algérie

- ✓ La vétusté des réseaux en milieu urbain qui provoque fréquemment des cross-connexions entre les réseaux d'approvisionnement en eau potable (AEP) et l'assainissement.
- ✓ L'accroissement des besoins en eau qui est liée d'une part à un forte poussé démographique et d'autre part en développement économique et industriel.
- ✓ Les facteurs sociaux, comme l'exode rural massif des populations, la multiplication autour de grandes villes du pays : Alger, Annaba, Constantine, Oran
- ✓ Urbanisation anarchique.
- ✓ La dégradation de l'environnement. [46]

III.7. Le programme national de lutte contre les M T H

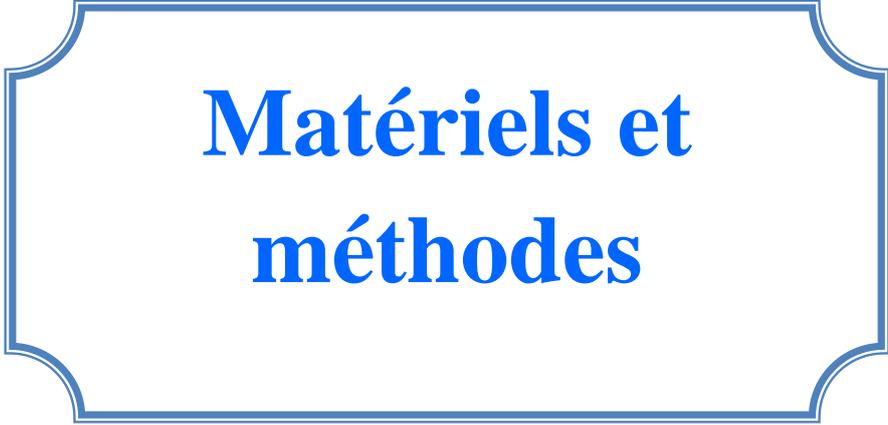
Plusieurs facteurs ont permis l'éclosion de nombreux foyers endémo-épidémiques des MTH et la multiplication de nombreux processus épidémiques de typhoïde et de choléra durant les saisons estivales. [46]

Devant cette grave situation épidémiologique, le gouvernement a mis en place en 1987 un programme national de lutte contre les maladies hydriques. [46]

Le programme de la lutte contre les M T H comprend : des actions relevant de secteur de l'hydraulique (réseau de distribution et d'assainissement, épuration des eaux,), des actions qui doivent être menées par les services de santé (surveillance épidémiologique, contrôle systématiques des aliments et de l'eau de boisson) et des actions qui sont prises en charge par les communes (entretien et protection des ouvrages d'adduction d'eau, l'assainissement et la contrôle des puits). [46]



**Partie
expérimentale**



Matériels et méthodes

I.1. Objectif de l'étude

La distribution répétée dans le robinet de notre maison à Tébessa d'une eau avec une couleur et une odeur désagréable nous a orientés vers le choix de ce thème dans le but d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau potable distribuée dans la ville de Tébessa.

I.2. Matériels utilisés

I.2.1. Verreries

- Flacons en verre de 250 ml, avec bouchon à vis métallique
- Pipettes graduées : 1 ml, 2 ml, 10 ml
- Tubes à essais stériles
- Lames
- Lamelles
- Pipettes Pasteur
- Becher
- Eprouvettes graduées
- Fiole

Avant chaque utilisation, la verrerie doit être soigneusement lavée, rincée, séchée et stérilisée au four Pasteur à 180°C pendant 30 minutes.

I.2.2. Appareillages

- Autoclave.
- Bec benzène.
- Microscope optique marque (OPTICA).
- pH mètre marque (Consort C562).
- Balance de précision, capacité 620g avec précision de 0,01g marque (*KERN EW*).
- Agitateur : marque (*Lab Tech® ISO 9001*).
- Bain-marie marque (*memmert*).
- Four pasteur.
- Etuves réglées à 37°C ; et 44°C marque (*memmert*).
- Loupe binoculaire marque 1000 (*OPTIKA/P-180*).
- Frigo (LG).

I.2.3. Outils

- Anse de platine.
- Boîtes de Pétri stériles.

- Pince.
- Portoirs.

I.2.4. Milieux de cultures

Des milieux de cultures solides et liquides sélectives ont été utilisés pour la recherche et l'isolement de différentes flores présentes dans l'eau de robinet analysée. (Annexe 01)

❖ Gélose PCA : (Plat Count Agar), est préconisée pour le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale.

❖ Bouillon de Rothe : est utilisé pour effectuer le test présomptif de recherche et de dénombrement des entérocoques dans les eaux d'alimentation, les produits surgelés et les autres produits alimentaires par la méthode du nombre le plus probable.

❖ Bouillon de Litsky à l'éthyle-violet : est utilisé pour effectuer le test confirmatif de recherche et de dénombrement des streptocoques fécaux (entérocoques) dans les eaux d'alimentation, les eaux résiduaires, les surgelés et les autres produits alimentaires par la méthode du nombre le plus probable.

❖ Bouillon de Giolitti et Cantoni : est un milieu d'enrichissement sélectif utilisé pour la recherche et dénombrement des staphylocoques à coagulase positive dans les produits alimentaires.

❖ Gélose Chapman –Mannitol Salt Agar : est un milieu sélectif pour l'isolement et la numération des Staphylocoques, il permet également de différencier les espèces fermentant le mannitol de celles qui ne le fermentent pas.

❖ Gélose glucosée viande-foie : est utilisée pour le dénombrement des spores de *Clostridia* sulfite-réducteurs dans les eaux (selon le cadre normatif NF T 90-415), et les produits alimentaires.

❖ Gélose cétrimide : est un milieu sélectif destiné pour l'isolement et le dénombrement de *Pseudomonas sp* dans les différents produits d'origine animale au d'autre.

❖ Gélose Sabouraud : milieu sélectif pour l'isolement des levures et moisissures dans les eaux.

❖ Gélose SS (*Salmonella-Shigella*) : est utilisée pour l'isolement des salmonelles et des shigelles dans les produits alimentaires ainsi que dans les autres prélèvements(les eaux, par exemple) susceptibles d'en contenir, après enrichissement préalable.

❖ Gélose de MacConkey : Milieu sélectif destiné pour l'isolement des *entérobactéries* et pour l'*E coli* on ajoute MUG (4méthyle umb β -D glucuroide).

❖ Gélose VRBL : est un milieu sélectif pour l'isolement et dénombrement des

coliformes (fécaux et totaux).

I.2.5. Réactifs utilisés

- Alun de fer.
- Sulfite de sodium.
- Tellurite de potassium.
- Colorants de Gram (Violet de Gentiane, Lugol, Fushine).
- Ethanol 95%.
- Huile à immersion.

I.3. Echantillonnage

I.3.1. Lieu et saisons de prélèvement

L'étude a été menée en 3 mois à partir du mois du février jusqu'à la fin du mois d'avril 2016, au niveau les cités suivant : 4 Mars, cité Universitaire 1000 (2), cité Populaire, cité Zaouïa, cité Eldjorf appartenant à la ville de Tébessa.

I.3.2. Méthode de prélèvement

Pour effectuer les analyses microbiologiques, le prélèvement a été réalisé à partir du robinet disposé à la partie inférieure de la cuve, dans un flacon stérile avec un bouchon à vis. Le robinet est flambé au préalable, les premiers jets ont été éliminés et le flacon a été rempli de volume 3/4.

Le prélèvement est aussitôt refroidis dans un réfrigérateur, jusqu'au moment de l'analyse avec un délai n'excédant pas plus de 8 heures. [18]

I.4. Analyses physico-chimiques de l'eau de robinet

Dont le but d'évaluer la qualité physico-chimique de l'eau de robinet distribue dans la ville de Tébessa nous avons effectué les analyses suivantes:

I.4.1. Détermination de la température de l'eau

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). De plus, en mettant en évidence des contrastes de température de l'eau sur un milieu, il est possible d'obtenir des indications sur l'origine et l'écoulement de l'eau. [21]

La température a été mesuré par la méthode électrochimique à l'aide d'un thermomètre de terrain de marque Consort C562. La lecture de la température se fait directement en tenant le thermomètre dans une position légèrement incliné et s'affiche sur l'écran.

I.4.2. Détermination du pH de l'eau

Consiste à déterminer l'acidité ionique, par le dosage des ions de H⁺ présents dans l'eau. Le pH de l'eau a été mesuré par la méthode électrochimique à l'aide d'un pH-mètre de terrain de marque Consort C562. La mesure se fait par les étapes suivant:

- Etalonner l'appareil à l'aide de 2 solutions tampons de pH connus (4 et 10) ;
- Mesurer le pH par immersion du bout de l'électrode dans le bécher contenant 500 ml du l'eau analysé ;
- Lire la valeur qui s'affiche immédiatement sur l'écran du pH mètre.

I.4.3. Détermination l'oxygène dissous dans l'eau

Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène, alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. [24]

L'oxygène dissous est mesuré à l'aide d'un Ph mètre de marque Consort C562.

I.4.4. Détermination de la conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. [24]

La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. La conductivité a été mesuré par la méthode électrochimique à l'aide d'un conductimètre de terrain de marque Consort C562.

I.5. Préparation de dilution

Avant d'ensemencer les milieux de culture, des dilutions ont été effectués en cascades de la 10⁻¹ à la 10⁻³. Nous prélevons du flacon contenant l'eau à analyser 1ml que nous déposons dans un des tubes contenant les 9 ml de l'eau physiologie (la première dilution marquer par chiffre 10⁻¹), nous homogénéisons le tube par une légère mouvement, puis nous prélevons 1 ml de ce tube pour le mettre dans un deuxième tube (la deuxième dilution marquer par chiffre 10⁻²), nous répétons la même action pour obtenir la dilution 10⁻³. [21]

Il faut noter que la pipette ne doit pas entrer en contact, ni avec la paroi des tubes, ni avec l'eau physiologique. Il est nécessaire par sécurité d'utiliser une poire en caoutchouc.

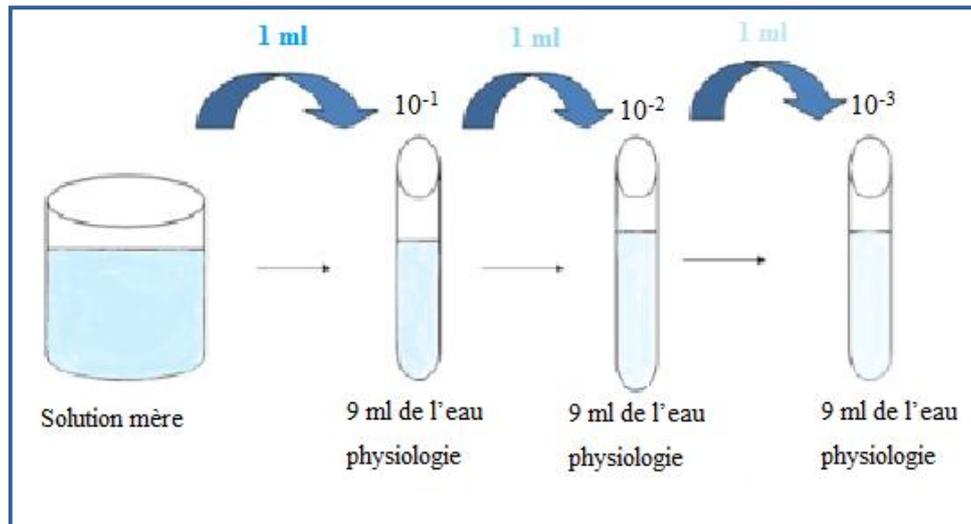


Figure 07 : Préparation des dilutions décimales. [46]

I.6. Analyses microbiologiques de l'eau

I.6.1. Recherche et dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (Annexe 02)

Les microorganismes aérobies et aéro-anaérobies facultatifs se développent dans un milieu nutritif gélosé défini non sélectif incubé à 37°C pendant 24 heures. Ils apparaissent sous forme de colonies de tailles et de formes différentes.

- **Mode opératoire**

On introduit 1ml de chaque dilution dans une boîte de Pétri (deux boîtes de Pétri sont ensemencées par dilution), puis on coule le milieu gélosé fondu au préalable au bain marie et maintenu à 45°C. Les boîtes sont incubées à 37°C pendant 24 heures.

- **Lecture**

Le comptage des germes contenus dans 1 ml d'échantillon n'est autre que le nombre de colonies comptées, multiplié par l'inverse du rapportée de dilution. Le nombre de germes totaux retenu est la moyenne arithmétique du nombre de germes trouvés pour les différentes dilutions. Les résultats sont exprimés en nombre d'unités formant colonies (U.F.C) par millilitre d'eau analysée.

I.6.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux

Le dénombrement des coliformes totaux à été effectué sur un milieu de culture gélosé VRBL (Milieu lactosé biliée au cristal violet et au rouge neutre).

- **Mode opératoire**

Ensemencer avec 1ml dans la masse à raison de deux boîtes par chaque dilution. Incuber les boîtes à 37°C pendant 24 à 48 heures.

- **Lecture**

Dénombrer les colonies violettes de 0,5 à 1 mm.

I.6.3. Recherche et dénombrement des coliformes fécaux

La numération des coliformes fécaux est effectuée avec le même milieu VRBL après 24 à 48 heures d'incubation à 44°C.

I.6.4. Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux

Nous avons recherchés en milieu liquide les streptocoques du groupe D et cela à été réalisé par 2 tests:

- **Le test présomptif** : réservé à la recherche des streptocoques sur milieu Rothe.
- **Le test confirmatif** : réservé à la confirmation proprement dite sur milieu Litsky, des tubes trouvés positifs au niveau des tests de présomption.

- **Mode opératoire**

a. Test de présomption: Préparer dans un portoir une série de tubes contenant le milieu sélectif de Rothe à raison de deux tubes par dilution. L'incubation se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

- **Lecture**

Sont considérés comme positifs les tubes présentant un trouble microbien.

b. Test de confirmation: Chaque tube de Rothe trouvé positif lors du test de présomption fera l'objet d'un repiquage à l'aide d'un ose dans un tube de milieu Litsky. Bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait à 37°C, pendant 24 heures.

- **Lecture**

Sont considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois un trouble microbien et une pastille blanchâtre ou violette au fond du tube.

Le dénombrement s'effectue selon les prescriptions de la table de MAC GRADY en tenant compte des tubes Litsky positifs.

I.6.5. Recherche et dénombrement des Staphylocoques

La recherche des staphylocoques passe par deux étapes:

- Un enrichissement dans le bouillon de Giolitti Cantoni ;
- Un isolement sur milieu sélectif Chapman.

- **Mode opératoire**

a. Enrichissement: Ajouter 15 ml de tellurite de potassium dans un flacon contenant 250 ml de Giolitti Cantoni. Préparer les dilutions 10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3} dans des tubes secs stériles puis prendre aseptiquement 1 ml des dilutions ainsi préparées puis ajouter 15 ml environ du

milieu d'enrichissement (Giolitti & Cantoni). Incuber les tubes à 37°C pendant 24 heures.

- **Lecture**

Les tubes ayant virés en noir seront considérés comme positifs ce qui indique la présence des staphylocoques.

I.6.6. Recherche et dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs

Pour effectuer le dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs nous avons utilisé le milieu solide sélectif viande de foie (VF).

- **Mode opératoire**

Placer un volume suffisant d'eau analysée dans un tube stérile et le porter au bain marie 10 min à 80°C, afin d'activer les spores des clostridies : elles peuvent persister sous forme latente dans l'eau, germer dès que les conditions sont favorables et sécréter des substances toxiques. Les milieux sont utilisés en tube haut et régénérés afin de chasser le dioxygène (création d'une anaérobiose dans le fond du tube).

Ensemencer avec 1 ml d'eau analysée chauffé les tubes contenant 20ml de la gélose VF plus un additif d'alun de fer et le sulfite de sodium;

Ajouter quelques gouttes d'huile de paraffine pour créer l'anaérobiose, puis Incuber à 37°C pendant 24h.

- **Lecture**

Après incubation, se développent les bactéries et/ou les spores produisant, qui donnent un précipite noir.

I.6.7. Recherche et dénombrement des *Pseudomonas sp* :

Pour la recherche des *Pseudomonas sp* nous avons effectué un ensemencement sur le milieu sélectif Cétrimide de la solution mère et de ses dilutions.

- **Mode opératoire**

Étaler 0,5 ml de solution mère et des dilutions d'eau analysée à la surface de la Cétrimide, Incuber à 37°C pendant 24 heures.

- **Lecture**

Les colonies de dénombrement de *Pseudomonas sp* apparaissent avec une couleur blanc crème ou plus ou moins jaunâtre et un aspect muqueux et sont parfois accompagnées d'une production de pigment bleu-vert.

I.6.8. Recherche et dénombrement des *Entérobactéries*

Pour effectuer cette analyse nous avons utilisé le milieu sélectif MacConkey.

- **Mode opératoire**

Ensemencer la surface des boîtes contenant la gélose MacConkey par 0,1 ml de la solution mère et ses dilutions. Incuber les boîtes à 37°C pendant 24 heures.

I.6.9. Recherche et dénombrement les *Salmonelles* et les *Shigelles*

Du fait de leur rareté et de l'endommagement des cellules, il s'applique un processus de revivification et de multiplication, correspondant à un pré-enrichissement sur eau peptonée tamponnée puis un enrichissement des cellules sur bouillon de sélénite de sodium cystine. L'isolement a été effectué sur milieu gélosé sélectif SS (*Salmonella-Shigella*).

- **Mode opératoire**

a. Enrichissement: Introduire 10 ml du liquide pré-enrichi dans 100 ml de bouillon sélénite puis incuber 24 heures à 37°C.

b. Isolement: Étaler 0,1 ml de la solution enrichie à la surface de la boîte de Pétri contenant le milieu SS coulé préalablement.

- **Lecture**

Les salmonelles et shigelles apparaissent incolores et transparentes de petite taille, sur gélose SS.

I.6.10. Recherche et dénombrement des levures et moisissures

Dans notre analyse nous avons utilisé le milieu Sabouraud pour l'isolement des levures et moisissures.

- **Mode opératoire**

Couler les boîtes de Pétri par la gélose Sabouraud et laisser solidifier, prélever une prise d'essai de 0,1 ml de l'échantillon à analyser et de ses dilutions et ensemencer en surface de la boîte.

Procéder de la même façon, pour les différentes dilutions : 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} Incuber à 20 - 25 °C de 7 jours.

- **Lecture**

Après incubation, les colonies sont comptées. En effet, les moisissures se distinguant des levures par leur morphologie car elles ont un aspect duveteux.

Résultat et discussion

II.1. Résultats

Afin d'étudier la potabilité des eaux de robinet de la wilaya de Tébessa, nous avons comparées nos résultats avec les normes algériennes et les normes de l'OMS qui ont défini la concentration maximale admissible est la quantité maximale de substances tolérées. Les teneurs supérieures peuvent être dangereuses pour la santé du consommateur.

II.1.1. Résultats des caractéristiques physico-chimiques de l'eau analysée

Ces analyses de terrain sont considérées comme préliminaire. Plusieurs types des méthodes permettent de caractériser ces paramètres, nous avons utilisé la méthode potentiométrique à l'aide des électrodes spécifique qui sont utilisées par immersion dans l'eau analysé et les résultats sont reportés dans le tableau 04.

Tableau 04 : Les résultats d'analyse des caractéristiques physico-chimiques de l'eau analysée

Cité Paramètre	Ech 01 Cité 4 mars	Ech 02 Cité 1000(2)	Ech 03 Cité Populaire	Ech 04 Cité Zaouïa	Ech 05 Cité Eldjorf	Norme Algérienne	Norme d'OMS
Température (C°)	19,4 ± 0.1	18,86 ± 0.2	17,43 ± 0.25	18,2 ± 0.5	18,3 ± 0.2	25	12-30
Ph	8.19 ± 0.16	8,01 ± 0.095	8,01 ± 0.1	7,99 ± 0.02	8,30 ± 0.00	≥6,5 et ≤ 8,5	6,5 - 9
Conductivité (µS/cm)	4,93 ± 0.07	4,43 ± 0.25	6,16 ± 0.08	1.12 ± 0.1	7,6 ± 0.025	2800	2000
O₂ dissous mg/l	1,43 ± 0.015	1,41 ± 0.015	1,37 ± 0.015	2,17 ± 0.08	1,5 ± 0,03	>5 et 8<	5 à 7

- **Température**

Pour l'analyse des paramètres physico-chimiques, nous avons commencé par la température. Ce paramètre joue un rôle primordial dans la solubilité des sels et des gaz, donc sur la conductibilité. Cependant une température supérieure à 25°C favorise le développement des micro-organismes dans les canalisations. [34]

Partie expérimental: II. Résultats et discussions

Les résultats obtenu montre que les valeurs de T°C des cinq échantillons d'eau analysé durant la période d'étude varient entre des valeurs minimales de $17,43 \pm 0,25$ °C enregistrées pour l'échantillon 03, et des valeurs maximales de $19,4 \pm 0,1$ °C enregistrées pour l'échantillon 01 (Tableau 04).

En effet, les valeurs mesurées de température sont conformes aux normes algériennes et normes de l'OMS (25°C) [53,54]. La grille suivante a été établie par l'OMS pour qualifié la qualité de l'eau destinée à la consommation. [51]

Tableau 05 : La grille normative de l'OMS concernant la Température pour estimer la qualité de l'eau potable. [53]

Température °C	20-22°C	22-25°C	25-30°C
Qualité de l'eau	Excellente	Passable	Médiocre

La température mesurée dans les échantillons d'eau de la ville de Tébessa varie entre 17 et 19°C (Tableau 04), ces valeurs sont inférieures à 20°C, ceci pourrait signifier comparativement à ces normes, que les eaux analysées ne sont pas excellentes mais plutôt bonnes. [53]

- **pH**

Les valeurs du pH mesurées au niveau des différents quartiers varient entre $7,99 \pm 0,02$ min et $8,30 \pm 0,02$ max (tableau04). Ces valeurs se trouvent dans l'intervalle des normes de potabilité des normes algériennes ($\geq 6,5$ et $\leq 8,5$). [36]

Les valeurs de pH respectent aussi les normes internationales concernant l'OMS, qui décrit un intervalle entre 6,5 et 9,5. [31, 34,51]

En effet, le pH acide a un effet agressive sur les canaux d'alimentation et participe à la dissolution des métaux composant la canalisation et donc au phénomène de corrosion qui à un effet nuisible d'ordre esthétique et sanitaire. Tandis que le pH très basique contribue à la diminution progressive de l'efficacité de la décontamination microbienne par le chlore. [34]

Partie expérimental: II. Résultats et discussions

Tableau 06: Grille normative concernant le pH pour estimer la qualité de l'eau en Algérie.[35]

Qualité de l'eau	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5	□6, - □9	□5, - □9

Selon la grille la qualité des eaux analysées est Bonne.

- **Conductivité**

Concernant les valeurs de la conductivité, la réglementation algérienne fixe une limite maximale de 2800 $\mu\text{S}/\text{Cm}$ [32]. Les résultats d'analyses de tous les prélèvements montrent que les valeurs de la conductivité électrique des eaux de robinet sont largement inférieures à la norme algérienne ainsi que la norme internationale de l'OMS qui dépose des limites. [30]

La mesure de la conductivité permet d'apprécier rapidement mais très approximativement la minéralisation de l'eau et d'en suivre l'évolution.

Tableau 07 : Relation entre minéralisation et conductivité selon la réglementation française.[54]

Conductivité	Minéralisation
0-100 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Très faible
100-200 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Faible
200-333 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Moyenne accentuée
333-666 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Accentuée
666-1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Importante
>1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$	Élevée

Le taux faible de la conductivité permet de juger que notre eau est très faiblement minéralisée, ce la peut être corrosive pour les canalisations. [35]

- **L'oxygène dissous**

L'oxygène dissous joue un rôle primordial dans la multiplication des micro-organismes présente dans l'eau, donc il faut respecter les normes pour empêche leur multiplications. [34]

Les teneurs d'O₂ dissous trouvées sont toutes au dessus de norme nationale >5 et 8<[34], relatives à l'eau destinée à la consommation, de valeurs compris entre 1,37 ±0,015 min et 2,17±0,08 max (tableau 03). Selon l'OMS, l'eau de qualité supérieure contient une quantité d'oxygène supérieure à 7 mg/l. Elle est de bonne qualité lorsque l'oxygène dissous varie de 5 à 7 mg/l ; et elle est médiocre lorsque la quantité d'oxygène dissous est inférieure à 3 mg/l. Alors, la qualité de l'eau analysée est considérée comme médiocre selon la grille de l'OMS.

II.1.2. Résultats d'isolement et dénombrement de la microflore de l'eau analysée

Les résultats du dénombrement des différentes bactéries, levures et champignons criblés dans l'eau analysée sont représenté dans le tableau 07.

Partie expérimental: II. Résultats et discussions

Tableau 08 : Les résultats du dénombrement de la microflore de l'eau analysée.

Cité Germes	Ech 01 Cité 4 mars	Ech 02 Cité 1000(2)	Ech 03 Cité Populaire	Ech 04 Cité Zaouïa	Ech 05 Cité Eldjorf	Norme Algérienne
FMAT à 37°C	4	2	9	5	8	10/ml
Coliformes Totaux	4	5	10	2	3	<10/100ml
Coliformes Fécaux	0	0	0	0	0	0/100ml
<i>Streptococcus sp</i>	0	0	0	0	0	0/100ml
<i>Entérobactéries</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Salmonella et Shigella</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Clostridium sp</i>	0	0	0	0	0	0/20ml
<i>Pseudomonas sp</i>	0	0	0	0	0	Non mentionné
<i>Staphylococcus sp</i>	0	0	0	0	0	Non mentionné
Levure et Moisissure	0	0	0	0	0	Non mentionné

Les paramètres microbiologiques sont les premiers à prendre en compte en matière d'alimentation en eau potable parce qu'ils peuvent avoir des effets directs sur la santé du consommateur. En effet, L'examen bactériologique est le moyen le plus précis de détecter les pollutions fécales récentes, et d'apprécier par conséquent la qualité de l'eau du point de vue sanitaire. [46]

Le dénombrement de FMAT vise à estimer la densité de la population bactérienne générale présente dans l'eau potable, la plupart ne sont pas pathogènes. Cependant, certaines espèces peuvent être pathogènes opportunistes et causent des infections chez les personnes dont le système immunitaire est affaibli. En effet, la forte concentration en germes totaux génère des problèmes d'ordre organoleptique de l'eau. [32]

Les résultats portés sur le tableau 02 montre que les teneurs en germes totaux de tous les échantillons restent toutes fois conformes aux normes prescrites par la réglementation algérienne (≤ 10 UFC/ml à 37°C). [33] La consommation de cette eau n'engendre pas de risque grave pour les consommateurs.

Les résultats de l'analyse d'eau potable réalisée par (K. Chaâbana, D. Bouarroudj, 2004) ont montré un taux élevé en germes totaux entre 36 UFC/ml pour la cité Bourgois et la 70 UFC/ml à la cité Eldjorf, par rapport à nos résultats qui ont marqué une diminution du taux des germes totaux. Cela peut être expliqué par la surveillance exercé au niveau de la station de distribution d'eau potable de la ville de Tébessa.

En ce qui concerne les coliformes totaux, la concentration varie entre une valeur minimale de 2 UFC/ml dans l'échantillon 04 et une valeur maximale de 9 UFC/ml dans l'échantillon 03. De façons générale, elles n'ont pas dépassée les limites fixées par les normes algériennes (< 10 UFC/100ml comme concentration maximal). [33] 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. [20]

Les coliformes fécaux sont absents totalement dans tous les prélèvements de l'eau analysée. Cela confirme l'absence d'une pollution fécale et l'eau des différentes cités est bien désinfectée.

En ce qui concerne les *Streptocoques fécaux* le test présomptif (Rothe) témoigne leur absence dans l'eau analysée. Ceci montre que l'eau de tous les échantillons est conforme aux normes algériennes (0 UFC/100ml). [53] Nos résultats concordent avec ceux de (K. Chaâbana, D. Bouarroudj, 2004).

Partie expérimental: II. Résultats et discussions

L'Analyse de l'eau à révélé également l'absence de spore de *Clostridium sp* c'est une indication d'absence d'une contamination ancienne .Cela peut être probablement du à un bon traitement de l'eau notamment la filtration et la floculation. [34]

Enfin, Les résultats de l'analyse physicochimique et microbiologique ont montré que l'eau destinée à la consommation humaine de quelques cités de la ville de Tébessa ne renferme pas de germe de contamination ou des germes pathogènes, ce qui répond aux normes Algériennes, à l'OMS et à différentes organisations internationales de la santé. Ceci prouve que le traitement de l'eau dans la station de distribution de la ville de Tébessa est très efficace et bien contrôlée.

Conclusion

Conclusion

L'eau fait partie de notre environnement naturel, tout comme l'air que nous respirons et la terre qui nous porte et nous nourrit. Elle constitue un des éléments familiers et indispensables de notre vie quotidienne.

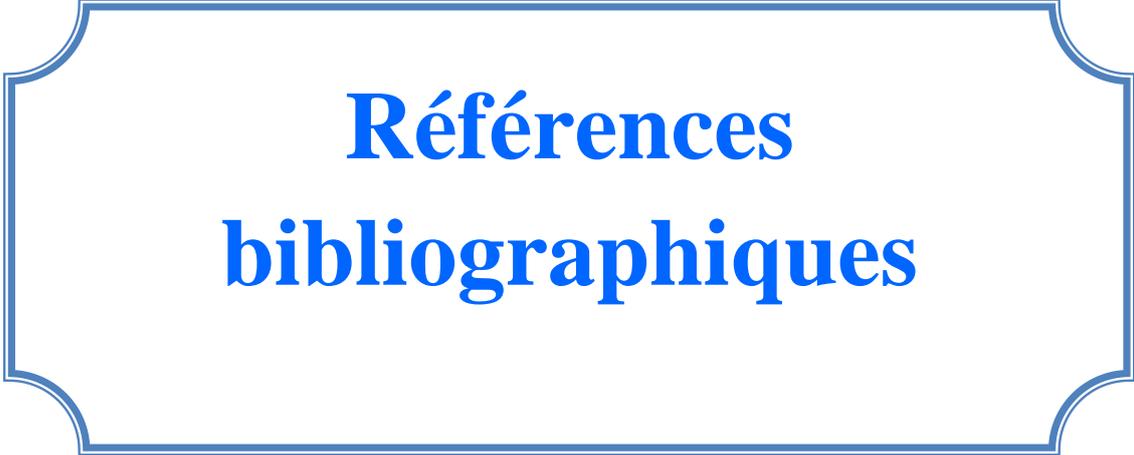
Le problème majeur de l'eau destinée à l'alimentation humaine a été longtemps d'ordre sanitaire. Ce problème découlé de l'existence de microorganismes (bactéries, virus, protozoaires, parasites) transmissibles de nombreuses infections dangereuses chez l'homme.

Les résultats des analyses physicochimiques ont montré que les caractéristiques physicochimiques de l'eau sont comprises dans des intervalles proches des normes internationales retenues pour l'eau.

Les analyses microbiologiques effectuées sur les prélèvements ont révélé une absence totale des germes pathogènes et des germes de contamination fécale.

A la lumière des résultats obtenus au cours de ce modeste travail, nous pouvons conclure que l'eau distribué dans quelque cités dans la ville Tébessa est de très bonne qualité physico-chimique ainsi que bactériologique et dépourvue de tous les germes pathogènes. L'analyse de l'eau reste toujours nécessaire pour protéger le consommateur.

En perspective, il sera intéressant de faire l'analyse de l'eau dans d'autres cités de la ville de Tébessa et analysé l'eau lorsqu'elle sera distribuée aux consommateurs avec une couleur inhabituelle et une odeur désagréable.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographiques

- [1] F. Boucenna, Mémoire de Magister, Cartographie par les différentes méthodes de vulnérabilité à la pollution d'une nappe côtière cas de la plaine alluviale de l'Oued Djendjen, Université de Badji Mokhtar, Annaba(Algérie), 2009, p:133.
- [2] J.L. Cuq, Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc., Université de Montpellier, 2007, p: 20-25.
- [3] N.A. Nanfack, et *al*, Eaux non conventionnelles : un risque ou une solution aux problèmes d'eau pour les classes pauvres, Université de Dschang (Cameroun), 2014, p: 96.
- [4] X. Anglaret, E. Mortier, Maladies infectieuses, Edition, Med-Lin., 2002, p: 40-43.
- [5] H. Guerd, A. Mesghouni, Mémoire de fin d'étude, Performance de la station de dessalement des eaux dans la région d'El-Oued, Université Kasdi Merbah-Ouagla, 2007, p:67
- [6] G. Grosnde, Coord, Un point sur l'eau (L'eau, usages et polluant), Tome 2^{ème} édition., Inra, Paris, 1999, p: 51-94.
- [7] Degremont, 1989. Mémento technique de l'eau, Tome 1 & 2, Collection Dégrement, ISBN 2-9503984-0-5, p: 1459.
- [8] J. Turcelin, Traite d'irrigation, Edition tec et doc., Lavoisier, Paris, 1998, pp :13-15. p: 429.
- [9] B. Genin, et *al*, Cours d'eau, et indices biologiques, 2^{ème} édition., Edugri, Paris, 2003, p: 15-17, p: 36-41.
- [10] G. Grosconde, Coord, Un point sur l'eau (l'eau milieu naturel et maitrise), Tome 1^{ème} Edition., Inra, Paris, 1999, p: 17-18.
- [11] A. Azizi, Mémoire de Master, Réutilisation l'eau condensat, Université des Sciences et de Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, 2014, p: 67.
- [12] R. Lecoq, Manuel d'analyse alimentaire et d'expertises usuelles, Tome2 1^{er} édition., Dion-Deron et C'a, Paris, 1965, p: 910.
- [13] F. Ramade, Ecologie des ressources naturelles, Edition Masson., France, 1981, p: 136-142.
- [14] H. Lelerc, et *al*, Microbiologie appliquée, Edition Doin., 1977, p: 94-96.
- [15] R. Vilagines, Eau, environnement et santé publique, Edition Tee et Doc., Lavoisier, 2000, p: 5-164.

- [16] F. Mouffok, Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson, Manuel des travaux pratiques des eaux. Institut Pasteur d'Algérie 2008, p: 53.
- [17] D.O. Rachel, thèse de doctorat, université de Reims Champagne-Ardenne, France, 2009.
- [18] J.P. Guiraud, Microbiologie Alimentaire, Edition Dunod., Paris, 2003, p: 136-139.
- [19] E. Vierling, Aliment et boisson-Filière et produit, 2^{ème} édition doin éditeurs. Centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine, 2003, p: 11-270.
- [20] M. Debazza, 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.
- [21] Rodier et al, L'Analyse de l'eau, Edition 9^{ème}, Dunod, Paris, 2009, p: 120-256-1002.
- [22] S. Ghizellaoui, Thèse de magister en chimie analytique et traitement des eaux, Evaluation de la qualité des ressources en eau alimentant la ville de Constantine, prévision de la demande en eau à l'horizon, 2010, p: 13-24.
- [23] F. Shukuru Salulum, Mémoire de Licence, Approvisionnement en eau dans la ville de Bukavu et son impact sur les maladies de mains sales, Université officielle de Bukavu, 2010, p: 68.
- [24] J. Rodier, et al, L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer. 8^{ème} Ed., Dunod(Paris), 1996, p: 1383.
- [25] A.Lounnas, Mémoire de Magister, Amélioration des procédés de la station Hamadu de Skikda, Université du 20 Aout 1955 Skikda, 2009, p: 120.
- [26] J. Rodier et al, L'Analyse de l'eau, 9^{ème} édition, Dunod, Paris, 2009, p: 20-256-1002.
- [27] H. Abdellatif, Mémoire de Licence, Traitement des eaux "traitement de l'eau de source bousfer Oran, Université des Sciences et de la Technologie, Oran, 2006, p: 120.
- [28] K. Joachim, Mémoire de Licences, Matrise de la qualité des eaux dans les industries agro-alimentaires- : cas de la Sobebra, Haute Ecole de Commerce et de Management de Cotonon (HECM), 2010, p: 57.
- [29] M. Abouzlam, Thèse de Doctorat, Optimisation d'un procédé de traitement des eaux par ozonation catalytique, Université de Sciences et Ingénierie pour information, Mathématiques, 2014, p: 167.
- [30] H. Hervé, Contribution à l'amélioration de la qualité de l'eau à usage domestique dans le 5^{ème} arrondissement de la commune de porto-novo-bénin, Université d'environnement et santé, 2005.

- [31] B. Carbonnelle, et al, 1987. Bactériologie médicale : Techniques usuelles. *SIMEP SA*, Paris,p: 121-137-146-155.
- [32] A. Dahel Zanat, Mémoire de Magistère, Analyse de la qualité bactériologique des eaux du littoral Nord-Est algérien à travers un bioindicateur la moule *Perna perna*, Université Badji-Mokhtar, Annaba, 2009, p: 69.
- [33] S. Ali Abbou, M. Benmlouka, Thèse de master, Université des Sciences et Techniques d'Oran Caractéristique physico-chimiques des eaux embouteillées algérienne et vérification d'étiquetage (Algérie), 2014, p: 66.
- [34] A. MAIGA, Thèse diplôme d'état (Docteur en Pharmacie) Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière, Bamako (Mali), 2005, p: 77.
- [35] Direction des Affaires Sanitaires et Sociales de la Nouvelle-Calédonie, Elaborer et mettre en œuvre un plan de sécurité sanitaire des eaux 28 Guide 4 : Suivi de la qualité de l'eau. , 2014, BP N4, 98851.
- [36] D. Vaurette, Contrôle bactériologique de la potabilité des eaux, Tregor Solidarité Niger, p: 18.
- [37] K. Bendada, M. Boulakradeche, Mémoire de Master, Optimisation des conditions de dosage par spectroscopie d'absorption atomique (SAAF et SAAET) : Application à la détermination de la pollution et de la bioaccumulation des métaux lourds, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, 2011, p: 78.
- [38] W. Hamdi, Thèse de Magister en Biologie Qualité hygiénique et caractéristiques physico-chimiques des eaux domestiques de quelques localités de la cuvette de Ouargla, Université sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers de KASDI MERBAH, Ouargla (Algérie), 2011, p: 97.
- [39] Z. Belala, Mémoire de Magister, Etude et traitement de l'eau du barrage Djorf-Eltorba de la wilaya de Bechare par filtration sur sable, Université Hassiba Benbouali des sciences et sciences de l'Ingénieur, Bechare (Algérie), 2006, p:128.
- [40] M. HAMED, et al, Thèse d'Ingénieur d'état en Biologie Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage DJORF-TORBA, Université des sciences et technologies département des sciences(Bechar), 2012, p: 69.
- [41] K. Seghir, Thèse de Doctorat En Géologie Appliquée Vulnérabilité à la pollution, protection des ressources en eaux et gestion active du sous système aquifère de Tébessa

Hammamet (Est Algérien), Faculté des Sciences de la Terre de Badji Mokhtar, Annaba(Algérie), 2008, p: 158.

[42] R. Hélène, Thèse d'Ingénieurs du génie sanitaire Qualité microbiologique des eaux brutes distribuées par BRL, l'Ecole Nationale de la Santé Publique de Languedoc-Roussillon(France), 2000, p: 81.

[43] C. Diop, Mémoire de 4^{ème} Etude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal), 2006, p: 43.

[44] N. Benkaddour, Contribution à l'étude de l'efficacité de la graine de Moringa oleifera dans la depollution des eaux d'Oued Safsaf, Université de Sciences de la vie et de la nature et sciences de la terre et de l'univers Abou Beker Belkaid, Tlemcen, 2016, p: 86.

[45] H. Tourab, Mémoire de fin Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Haouz, Université des Sciences et Techniques Cadi Ayyad, FST Marrakech (Maroc), 2013, p: 82.

[46] A. N'diaye, Thèse Diplôme d'Etat (Docteur en Pharmacie) Etude bactériologique des eaux de boissons vendues en sachet dans quatre communes d'Abidjan, Université de Bamako Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie (Mali), 2008, p: 188.

[47] Recherche et Gestion des savoirs RGS/AGC/SS, Revue de presse thématique n° 27 : Les maladies hydriques, Mars 2003, p: 9.

[48] N. Baziz, Thèse de Magister Etude sur la qualité de l'eau potable et risques potentiels sur la santé cas de la ville de Batna, Université Colonel Elhadj Lakhdar Batna (Algérie), 2008, p: 144.

[49] C. Ntembue Muambi, Mémoire de Licence en Santé publique, La problématique de l'approvisionnement en eau et son impact sur les maladies d'origine hydrique dans la ville de Mwene-Ditu en RDC, Université Morave de Mwene-Ditu RDC, 2013, p: 75.

[50] L. Benayada, Maladies à transmission hydrique : problématique et mode de gestion, Université des sciences et de la technologie d'Oran, Algérie.

[51] Annuel 2011 Vol XXI, Le relève épidémiologique mensuel situation épidémiologique provisoire de l'année 2011 sur la base des cas déclarés à l' I.N.S.P. (Algérie), p: 70.

[52] B. Carbonnelle, et al, Bactériologie médicale : Techniques usuelles. *SIMEP SA*, Paris, 1987, p121-137, 146-155.

Références bibliographiques

- [53] Journal officiel de la république algérienne N°18, décret exécutif N°11-125,, Article 111de la loi N°05-12, Correspondant au 22 Mars 2011 relatifs à la qualité de l'eau de consommation humain.
- [54] B. Ghetas, MEMOIRE DE Master en Génie des Procédés Contribution à l'étude qualitative et quantitative des phénomènes de corrosion et d'entartrage causés par les eaux géothermales dans les conduites d'AEP, Université kasdi merbah ouargla (Algérie), 2011, p: 50.
- [55] M. Kahoul, M. Touhami, Evaluation de la qualité physico-chimique deseaux de consommation de la ville d'annaba, Université Badji Mokhar, Annaba BP12(Algerie), 2014, p: 138.
- [56] P. Florence, Stage d'analyse microbiologique de l'eau, Université Paris-Sud, Saint-Maurice, 2010, P:22.

Annexes

ANNEXE 1

Composition des milieux de culture (Institut Pasteur 2003)

A. Composition des milieux de culture solide

• Gélose PCA

Tryptone	5,00 g
Extrait autolytique de levure	2,50 g
Glucose	1,00 g
Agar agar bactériologique	12,0 g
pH	7,0 ± 0,2

• Gélose McConkey

Peptone	20,0 g
Lactose	10,0 g
Sel biliaires	1,5 g
Cristal violet	0,001 g
Rouge neutre	0,05 g
Chlorure de sodium	5,0 g
Agar	15,0 g

- **Sabouraud**

Extrait de levure	5 g/l
Glucose	20g/l
Chloramphenicol	10,1 g/l
Agar	11 g/l
pH	6,6 ±0,2

- **Gélose VRBL**

Peptone	7 g
Extrait de levure	3 g
Lactose	10g
Chlorure de sodium	5 g
Sel biliaire	1,5 g
Violet de cristal	0,002 g
Rouge neutre	0,03 g
Agar	15 g
pH	7,4

- **Gélose Chapman**

Extrait de viande	3g
Extrait de levure	3g
Tryptone	5g
Peptone bactériologique	10g
Chlorure de sodium	70g
Mannitol	10g
Rouge de phenol	0,05g
Agar	18g
pH	7,4±0,1

Autoclaver 15min

- **Gélose viande de foie**

Peptone viande-foie	30,0 g
Glucose	2,0 g
Amidon soluble	2,0 g
Sulfite de sodium	2,5 g
Citrate de fer ammoniacal	0,5 g
Agar agar bactériologique	11,0 g
pH	7,6 ± 0,2

- **Cétrimide**

Peptone de gélatine	16,0g
Peptone de caséine	10,0g
Bromure de tétradonium (cétrimide)	0,2g
Acide nalidixique	15,0 mg
Sulfate de potassium	10,0 g
Chlorure de magnésium	1,4g
Agar	10,0g

- **Gélose SS**

Peptone pancréatique de viande	5,0 g
Extrait de viande	5,0 g
Lactose	10,0 g
Sels biliaires	8,5 g
Citrate de sodium	10,0 g
Thiosulfate de sodium	8,5 g
Citrate ferrique ammoniacal	1,0 g
Rouge neutre	25,0 mg
Vert brillant	0,33 mg
Agar	15,0 g

A. Composition des milieux de cultures liquides

- **Bouillon de Rothe**

Polypeptone	20,0 g
Glucose	5,0 g
Chlorure de sodium	5,0 g
Phosphate monopotassique	2,7 g
Phosphate dipotassique	2,7 g
Azide de sodium	0,2 g
pH	6,8 ± 0,2

- **Bouillon de Litsky**

Polypeptone	20,0 g
Glucose	5,0 g
Chlorure de sodium	5,0 g
Phosphate monopotassique	2,7 g
Phosphate dipotassique	2,7 g
Azide de sodium	0,3 g
Ethyl-violet	0,5 mg
pH	6,8 ± 0,2

- **Bouillon Giolitti et Cantoni**

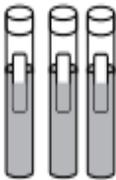
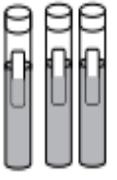
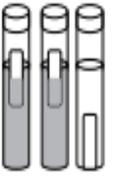
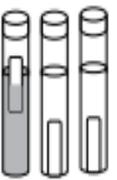
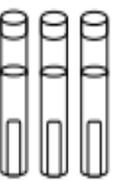
Tryptone	10,0 g
Extrait de viande	5,0 g
Extrait de levure	5,0 g
Glycine	1,2 g
Mannitol	20,0 g
Pyruvate de sodium	3,0 g
Chlorure de sodium	5,0 g
Chlorure de lithium	5,0 g
Tween 80	1,0 g
pH	6,9 ± 0,2

ANNEXE 2

Méthode de Dénombrement d'une flore d'un produit microbien

A. Dénombrement en milieu Liquide :

Mise en place du nombre caractéristique

Dilutions et aspect des tubes après incubation (lecture d'un trouble associé à la production de gaz collecté dans une cloche).	Résultats (trois essais par dilution)				
	10^{-n}	$10^{-(n+1)}$	$10^{-(n+2)}$	$10^{-(n+3)}$	$10^{-(n+4)}$
					
Résultats	+ + +	+ + +	+ + -	+ - -	- - -
Nombre de tubes +	3	3	2	1	0
Combinaison possible	3	3	2		
Combinaison possible		3	2	1	
Combinaison possible			2	1	0

Tables de Mac Grady

Deux tubes par dilution		Trois tubes par dilution					
Nombre caractéristique	NPP	Nombre caractéristique	NPP	Nombre caractéristique	NPP	Nombre caractéristique	NPP
000	0,0	000	0,0	201	1,4	302	6,5
001	0,5	001	0,3	202	2,0	310	4,5
010	0,5	010	0,3	210	1,5	311	7,5
011	0,9	011	0,6	211	2,0	312	11,5
020	0,9	020	0,6	212	3,0	313	16,0
100	0,6	100	0,4	220	2,0	320	9,5
101	1,2	101	0,7	221	3,0	321	15,0
110	1,3	102	1,1	222	3,5	322	20,0
111	2,0	110	0,7	223	4,0	323	30,0
120	2,0	111	1,1	230	3,0	330	25,0
121	3,0	120	1,1	231	3,5	331	45,0
200	2,5	121	1,5	232	4,0	332	110,0
201	5,0	130	1,6	300	2,5	333	140,0
210	6,0	200	0,9	301	4,0		
211	13,0						
212	20,0						
220	25,0						
221	70,0						
222	110,0						

Expression du résultat

$$N = \frac{NPP \times k}{V}$$

N	nombre de micro-organismes par mL de produit NPP x k analysé ou de « suspension mère »
NPP	nombre lu dans la table
k	facteur de la dilution correspondant au chiffre des centaines du nombre caractéristique (combinaison retenue)
V	volume de l'inoculum (1 mL en général)

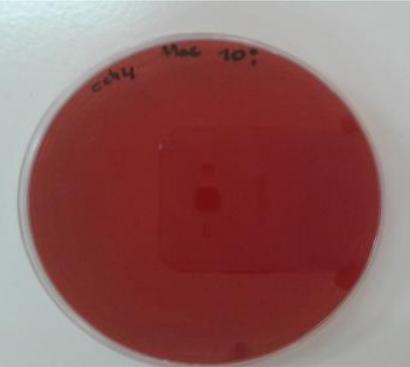
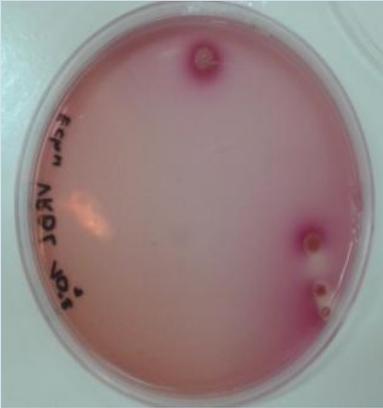
B. Dénombrement en milieu Solide (Masse, Surface) :

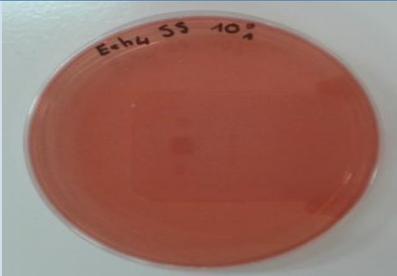
$$N = \frac{\sum C}{(V \times 1,1d)}$$

$\sum C$	Somme des colonies comptées sur les deux boîtes retenues
v	Volume de l'inoculum (1 mL dans la masse/0,1 mL en surface)
d	Dilution correspondant à la première boîte retenue, avec l'inoculum le moins dilué

ANNEXE 3

Résultats d'observation macroscopique et microscopique

Microorganismes isolés	Aspect macroscopique	Aspect microscopique (coloration de Gram)
Flore mésophile aérobie total (sur milieu PCA)		 <p data-bbox="1171 891 1394 925">Bacille à Gram +</p>
<i>Entérobactérie</i> (sur le milieu MacConkey)	 <p data-bbox="592 1391 1023 1469">Aucun développement sur les boîtes de Pétri</p>	Résultat négatif
Coliformes totaux (sur milieu VRBL à 37°C)		 <p data-bbox="1171 1966 1394 2000">Bacille à Gram+</p>

<p>Coliformes fécaux (sur milieu VRBL à 44°C)</p>	 <p>Aucun développement sur les boites de Pétri</p>	<p>Résultat négatif</p>
<p>Streptococcus fécaux (sur milieu Rothe)</p>	 <p>aucune trouble</p>	<p>Résultat négatif</p>
<p><i>Staphylococcus sp</i> (sur milieu Giolitti Cantoni et Chapman)</p>	 <p>Aucun noircissement des tubes ou développement sur les boites de Pétri</p>	<p>Résultat négatif</p>
<p><i>Salmonella sp et Shigella sp</i> (sur milieu SS)</p>	 <p>Aucun développement sur les boites de Pétri</p>	<p>Résultat négatif</p>

<p><i>Clostridium</i> sp (sur milieu Viande Foie)</p>	 <p>Aucun noircissement des tubes mais il y a cassé de gélose.</p>	<p>Résultat négatif</p>
<p><i>Pseudomonas</i> sp (Sur milieu Cétrimide)</p>	 <p>Aucun développement sur les boites de Pétri.</p>	<p>Résultat négatif</p>

Tableau: Critères microbiologiques des eaux et boissons

Produits	n	c	m
1. Eaux de distribution traitée:			
- Germes aérobies à 37°C/ml	1	/	10
- Germes aérobies à 22°C/ml	1	/	<10 ²
- Coliformes aérobies à 37°C/ml	1	/	<10
- Coliformes fécaux/100ml	1	/	Absence
- Streptocoques D/50ml	1	/	Absence
- <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs	1	/	Absence