



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد -

Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen -

Faculté des sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers

MEMOIRE

En vu de l'obtention du **diplôme de MASTER** en Sciences Alimentaires

Option: **Agroalimentaire et Contrôle de qualité**

Thème:

Etudes comparative entre eau minérale naturelle Mansourah et eau de robinet

Présenté par: SERIR Asma

MEZIANI Amel

Soutenu le 17 septembre 2020

Devant le jury composé de :

Président	Mr AZZI Rachid	MCA	Université de Tlemcen
Examineur	Mr TEFFIANI Chokri	MCA	Université de Tlemcen
Encadreur	Mr N.BENYOUB	MAA	Université de Tlemcen

Année universitaire : 2019/2020

Dédicace

Je dédie Ce travail aux êtres les plus chers à mes yeux ma mère **NAIMA** « Tu m'a donnée la vie, la tendresse et le courage pour réussir. Tout ce que je peux l'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance que je te porte »

Et **mon** père **AZEDINE**« l'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de mon estime et de mon respect. Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que dieu te préserve et te procure santé et langue vie »

C'est grâce à leurs encouragements et leurs prières, leur soutien et leur amour que je suis arrivé là aujourd'hui.

A mes chères sœur et à mes chers frères qui n'ont jamais cessé de m'encourager et À *toutes mes tantes et oncles sans oublier les cousins Et les cousines*

A ma belle-famille qui m'as soutenu Durant cette année

A mes meilleurs Amis **DOUNIA, IMENE** et **ILYES BENSEFIA**, pour leurs aides et leurs soutiens depuis le début de mes études.

A Mon binôme **MEZIANI AMEL** qui a eu la patience de me supporter Durant ce mémoire et qui m'a soutenu et encouragé pendant tous les moments difficiles vécus.

A mes collègues, camarades et meilleures amies dont l'aide morale n'a jamais été sans effet.

A toute autre personne que je n'ai pas citée et dont l'aide m'a été précieuse.

A mes professeurs qui doivent voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis.

ASMA

Dédicace

Je profite de cette honorable occasion pour dédier ce mémoire à ma très cher mère , la lumière de mes jours , et la source de mes efforts ; je remercie de m'avoir donné tout d'amour .

et mon père qui m'a toujours encouragé , qui a fortement participé à ma réussite, dont j'essaierai de lui faire toujours honneur
Pour ma chère sœur wafaa , son soutien moral et ses sacrifices le long de ma formation

À toute la famille MEZIANI

A mon binôme SERIR Asma qui a eu la patience de me supporter durant ce mémoire et qui m'a soutenu et encouragé pendant tous les moments difficiles vécus.

A mes meilleurs amis AMEL et HANANE pour leurs aides et leurs soutiens depuis le début de mes études.

A mes professeurs qui doivent voir dans ce travail la fierté d'un savoir bien acquis

A toute autre personne que je n'ai pas citée et dont l'aide m'a été précieuse.

À tous les étudiants de Agroalimentaire et Contrôle de qualité, promotion 2020

Enfin, à celui qui lira ce document un jour

AMEL

Remerciements

Nous remercions tout d'abord ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la santé, la patience, la puissance ET la volonté pour réaliser Ce mémoire.

*Mes remerciements vont tout particulièrement à **Mr BENYOUB**, Maître de Conférences classe B, de l'université **ABOU BAKR BELKAID de TLEMCEM** qui a bien voulu assurer Mon encadrement. Je le remercie également pour SA patience avec moi et les Conditions qui m'a offert pour mener à bien Ce travail, ses conseils et orientations.*

Nous remercions également les membres du jury qui ont accepté d'examiner Mon travail et m'ont apporté leur jugement d'experts:

***Mr AZZI**, à l'université de Tlemcen autant que présidente de jury.*

***Mr TOFIANI** à l'université de Tlemcen, qui a acceptée d'examiner ce Travail.*

Nous exprimons mes profondes gratitude à tous mes enseignants qui ont participé à ma formation pendant toutes les années d'étude.

Enfin, Nous remercions à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail, Nous leurs disons merci du fond du cœur

Liste des Figures:

Figure 01: Molécule d'eau (SPELLMAN et FRANK, 2008).	2
Figure 02: les différents états de l'eau	4
Figure 03: le cycle de l'eau. (Sari, 2014).	5
Figure 04: Coliformes totaux (Cheval, 1982)	16
Figure 05: Coliformes fécaux (Cheval, 1982).....	17
Figure 07: Les Clostridium sulfito-réducteurs (CSR).....	18

Liste des tableaux:

Tableau N° 1: Relation entre dureté de l'eau minérale naturelle ET la concentration équivalente en CaCO ₃ (ARRETE, 2006)	15
Tableau N°2: Résultats des analyses physicochimiques pour l'eau de Mansourah (MALEK LARBI, 2017).....	21
Tableau N°3: Résultats de l'analyse physico-chimique des eaux des sites (S1, S2, S3, S4, et S5) (MOHAMED KAHOUL ET AL, 2014)	22
Tableau N°4: Résultats des analyses microbiologiques pour l'eau de Mansourah (MALEK LARBI, 2017).....	23
Tableau N°5: Résultats des analyses bactériologiques des eaux des sites (S1, S2, S3, S4 et S5) (MOHAMED KAHOUL ET AL, 2014)	23
Tableau N°6: Paramètres physico-chimiques (Norme Algérienne de potabilité de l'eau)	24
Tableau N°7: Paramètres bactériologiques (Norme Algérienne de potabilité de l'eau)	25

Liste des abréviations:

OMS: Organisation Mondial de la Santé.

µm: Micromètre

MTH: Les maladies à transmission hydrique

C°: Degré Celsius

Mg/L: Milligramme par litre.

PH: potentiel Hydrogène

°F: Degré français

NTU: Unité Néphélogétrie de Turbidité

S/m: le siemens par mètre

µS/cm: micro siemens par centimètre

H: heure

JORA: Journal Officiel de la République Algérienne

SOMMAIRE

Résumer

INTRODUCTION GENERALE.....	1
----------------------------	---

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'EAU

I.1. Introduction.....	2
I.1.1. la définition de l'eau	2
I.2. la molécule de l'eau	2
I.3. l'importance de l'eau... ..	3
I.4. l'état de l'eau dans la nature	3
I.5. le cycle de l'eau.....	4
I.6. L'origine des eaux.....	5
I.6.1. Eaux de surface	5
I.6.2. Les eaux souterraines	6
I.6.3. Les eaux de mer	6
I.6.4. L'eau de Pluie	6
I.7. Différents types d'eau de boisson	6
I.7.1. L'eau de source.....	6
I.7.2. L'eau minérale naturelle	7
I.7.3. L'eau du robinet	7
I.8. la Composition de l'eau	7
I.8.1. Matières minérales	7
I.8.2. Matières organiques	8
I.8.3. Matières en suspensions.....	8
I.8.4. Matières colloïdales	8
I.9. les différents types de maladies hydriques.....	8
I.9.1. Maladies d'origine bactérienne	8
I.9.1.1. Le choléra.....	8
I.9.1.2. Les fièvres typhoïdes, paratyphoïdes	9

I.9.1.3. la schigellose (shigella spp)	9
I.9.1.4. Les hépatites A (virus de l'hépatite A)	9
I.9.1.5. Les hépatites E (virus de l'hépatite E)	9
I.9.1.6. Maladies d'origine parasitaire.....	9

CHAPITRE II : Contrôle de qualité d'eaux

II.1. Les paramètres organoleptiques	10
II.1.1. L'odeur	10
II.1.2. La couleur	10
II.1.3. la saveur	10
II.1.4. La turbidité.....	10
II.2. Les paramètres physicochimiques.....	11
II.2.1. Sels minéraux dissous.....	11
II.2.1.1. Les cations	11
II.2.1.1.1. Ion fer Fe ²⁺	11
II.2.1.1.2. Ions magnésium Mg ²⁺	11
II.2.1.1.3. Ions calcium Ca ²⁺	11
II.2.1.1.4. Ion potassium K ⁺	11
II.2.1.1.5. Ion Sodium Na ⁺	12
II.2.1.2. Les anions	12
II.2.1.2.1. Les Chlorures Cl	12
II.2.1.2.2. Ion carbonate et hydrogénocarbonate CO ₃ ⁻ et HCO ₃ ⁻	12
II.2.1.2.3. Ion de nitrite NO ₂ ⁻	12
II.2.1.2.4. Ion de nitrate NO ₃ ⁻	13
II.2.1.2.5. Ion sulfate SO ₄ ²⁻	13
II.2.2. La température	13
II.2.3. Potentiel d'hydrogène PH.....	13

II.2.4. Alcalinité TA et TAC	14
II.2.5. Dureté TH	14
II.2.6. Conductivité.....	15
II.3. Les Paramètres bactériologiques	15
II.3.1. Les germes totaux	16
II.3.2. les coliformes.....	16
II.3.2.1. Les coliformes totaux	16
II.3.2.2. Coliformes fécaux.....	17
II.3.2.3. Streptocoques fécaux	17
II.3.2.4. Clostridium Sulfito-Réducteurs	17

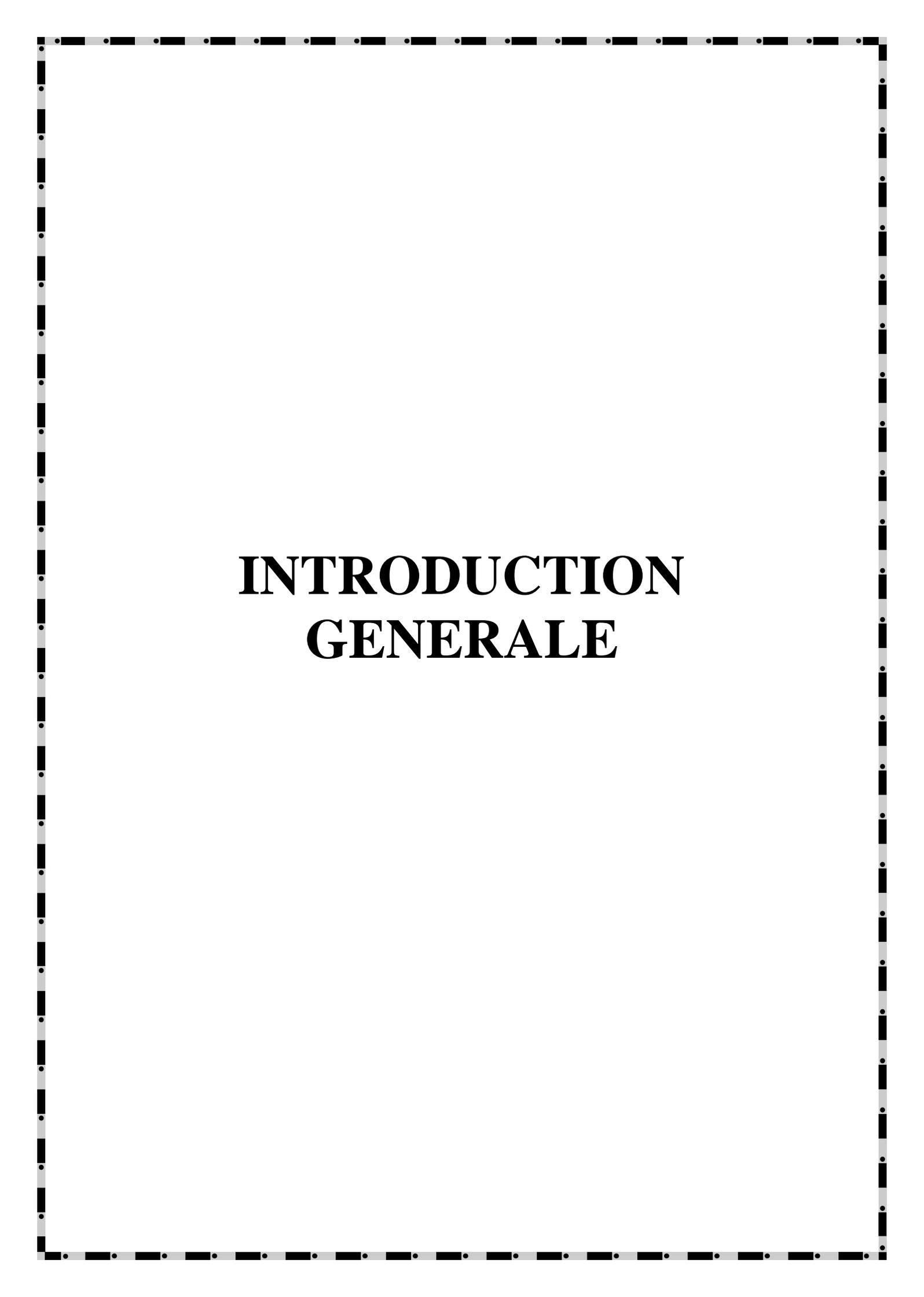
CHAPITRE III : les méthodes d'analyse

III.1. les méthodes d'analyse	19
III.1.1. Partie Echantillonnage.....	19
III.1.1.1. Echantillonnage de l'eau de robinet	19
III.1.1.2. Echantillonnage de l'eau minérale naturelle embouteillée MANSOURAH	19
III.1.2. Partie d'analyse	20
III.1.2.1. Analyses physico-chimiques	20
III.1.2.2. Analyses microbiologique.....	20

CHAPITRE IV : Interpretation et discussion des résultats

IV.1. Résultats	21
IV.1.1. Résultats des analyses physico-chimiques	21
IV.1.2. Résultats des analyses bactériologiques.....	23
IV.2. Interprétation et discussion des résultats.....	24
IV.2.1. Introduction.....	24
IV.2.2. Interprétation et Discussions les résultats physico-chimiques.....	25

IV.2.3. Interprétation et Discussions les résultats microbiologiques	28
Conclusion	30
Référence bibliographie	
ANNEXES	



INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION

L'eau est un liquide sans odeur, sans couleur et sans goût et une richesse nécessaire à toutes activités humaines, Elle représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants et elle est considérée comme un solvant universel. **(DIOP C, 2006)**

L'eau est utilisée pour : la boisson, la préparation des repas, l'hygiène, l'entretien de l'habitation, les loisirs, la fabrication dans l'industrie, l'irrigation des cultures et l'abreuvement du bétail. et peut-être aussi une source de maladie. **(LEEMANS M et al, 2008)**

Actuellement, presque toutes les catégories sociales et à tous âge consomment de l'eau minérale qui possédant des propriétés thérapeutiques reconnues par la loi et l'appellation n'implique pas obligatoirement une forte teneur en minéraux

Se caractérisent par la stabilité de leur composition en minéraux et oligo-éléments et par leur pureté originelle **(GUILLERIN A, 2018)**.

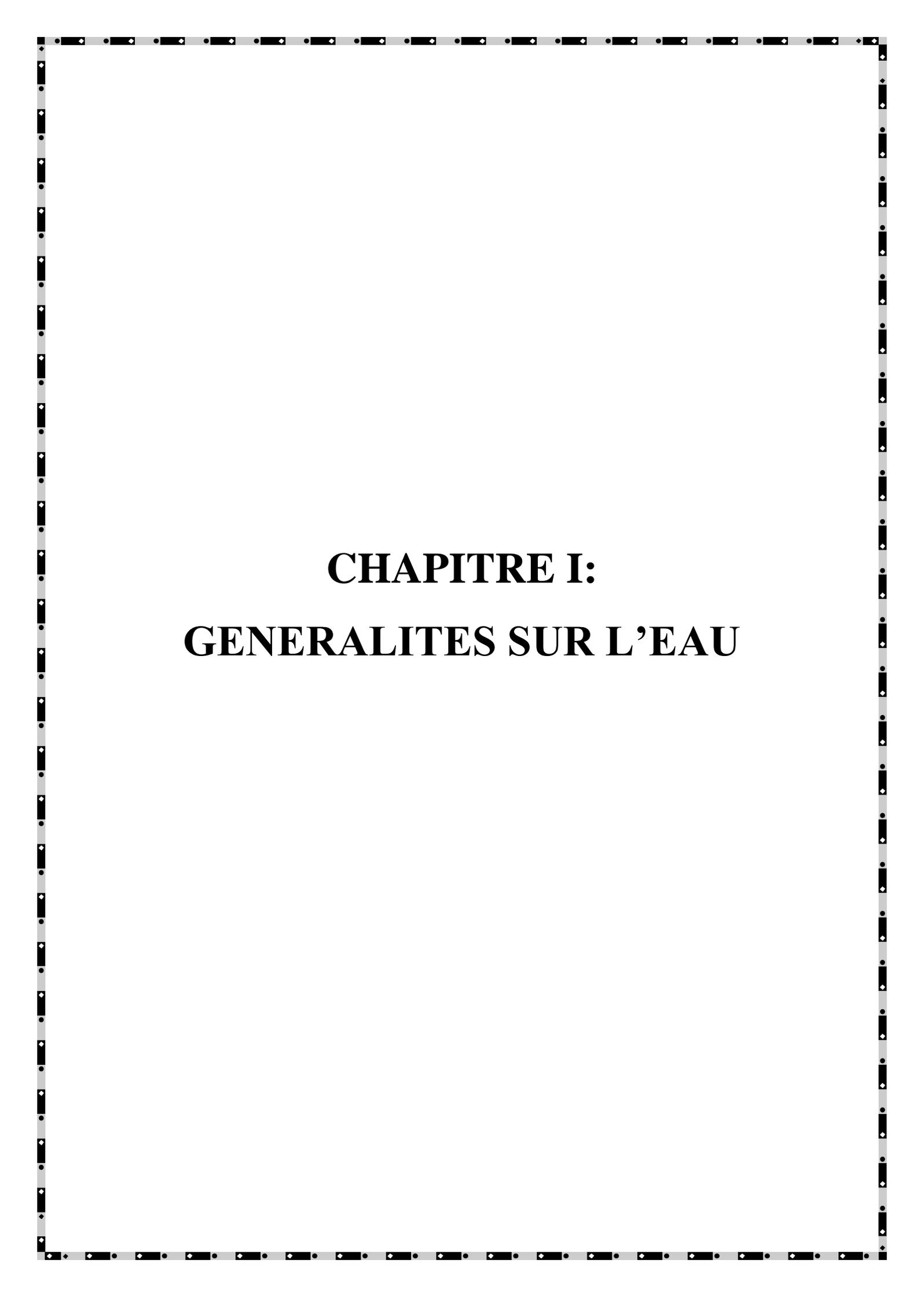
Une bouteille d'eau minérale naturelle, grâce à sa composition stable, à une étiquette qui reprend les informations, quant à sa composition minérale ; celle-ci contient les renseignements utiles, et doit être conforme au produit contenu dans la bouteille **(HURET H, 2018)**.

La bonne qualité de l'eau distribuée pour la consommation humaine constitue un élément très important pour la protection de la santé publique. Dans ce but, Ce travail à pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau minérale naturelle embouteillée (MANSOURAH) et sa comparaison avec l'eau de robinet

Après l'introduction générale, le présent travail se compose alors de quatre chapitres suivis d'une conclusion générale, des références bibliographiques et des annexes.

Les quatre chapitres sont les suivants:

- ❖ Le premier chapitre : représente une synthèse bibliographique qui comprend des généralités, des définitions
- ❖ Le deuxième chapitre : contrôle de qualité des eaux
- ❖ Le troisième chapitre : présent le matériel et les méthodes utilisés
- ❖ Le quatrième chapitre: regroupe les résultats et les interprétations des analyses physicochimiques et bactériologiques.



CHAPITRE I:
GENERALITES SUR L'EAU

I.1. INTRODUCTION

I.1.1. la définition de l'eau

L'eau est la substance minérale la plus répandue à la surface du globe, elle est cependant le constituant principal de toute être vivant. (OMS, 2003)

L'eau est incolore et sans saveur, elle contient des substances minérales et organiques, son point de congélation est de 0C° et son point d'ébullition est de 100C° à la pression atmosphérique normale.

I.2. La molécule de l'eau

L'eau est un composé chimique simple, sa formule chimique est H_2O

L'eau est formée à partir de la combinaison d'atomes d'hydrogène et d'oxygène au cours d'une réaction exothermique.

L'atome d'oxygène est produit un peu plus tardivement au cours d'une réaction de fusion Thermonucléaire au sein de certaines étoiles L'atome d'hydrogène qui est produit très tôt dans l'histoire de l'univers est le premier atome formé. (D. HILLEL, 1984)

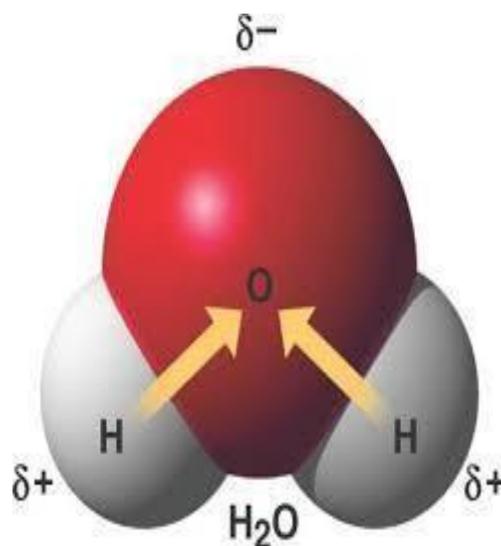


Figure 01: Molécule d'eau (SPELLMAN et FRANK, 2008).

I.3. L'importance de l'eau

L'eau est une ressource stratégique et fondamentale à l'existence de l'être humain. (Odoulami L, 2009)

L'eau est une commodité première sans laquelle aucune vie n'est possible. Elle est Indispensable à la vie de l'homme, des plantes et des animaux. (Lanoix et Roy, 1976)

Ce nutriment est le principal composant du corps humain puisqu'il représente environ les 2/3 du poids corporel. Pour un adulte de 80 kg, son corps renferme 50 à 60 litres d'eau. (Vermande, 2002)

Les fonctions qu'assure l'eau sont nombreuses:

- L'eau entre dans la composition des tissus et des organes,
- Elle permet le transport des nutriments, des minéraux, des vitamines du sang vers les Cellules qui en ont besoin.
- Elle contribue aussi à l'élimination des déchets du sang.
- Elle intervient dans les phénomènes de régulation thermique par le biais de son Évaporation (la transpiration).
- Elle empêche à notre organisme de se déshydrater. (VILAND M, 2001)
- Elle intervient dans l'hygiène et dans l'extinction des incendies. A cela s'ajoutent-les Utilisations d'ordre économique telles que l'industrie, l'agriculture, la navigation, L'énergie. (EYOG T, 1990)

I.4. L'état de l'eau dans la nature

L'eau peut se présenter sous trois formes: solide (glace), liquide, gaz (vapeur d'eau)

- **L'état solide:** à basse température, l'eau est appelée glace et possède des structures cristallines régulières.
- **L'état liquide :** caractérisée par une forme nom définis, au cours de la fusion de la glace, les liaisons hydrogène se rompent, le cristal s'effondre et les molécules sa rapprochent les unes des autres, (Ouali s, 2008)
- **L'état gazeuses:** il n'y a pas de liaison entre les molécules, caractérisée par une absence de forme et de limités physique. (MARCILY G ,1995)

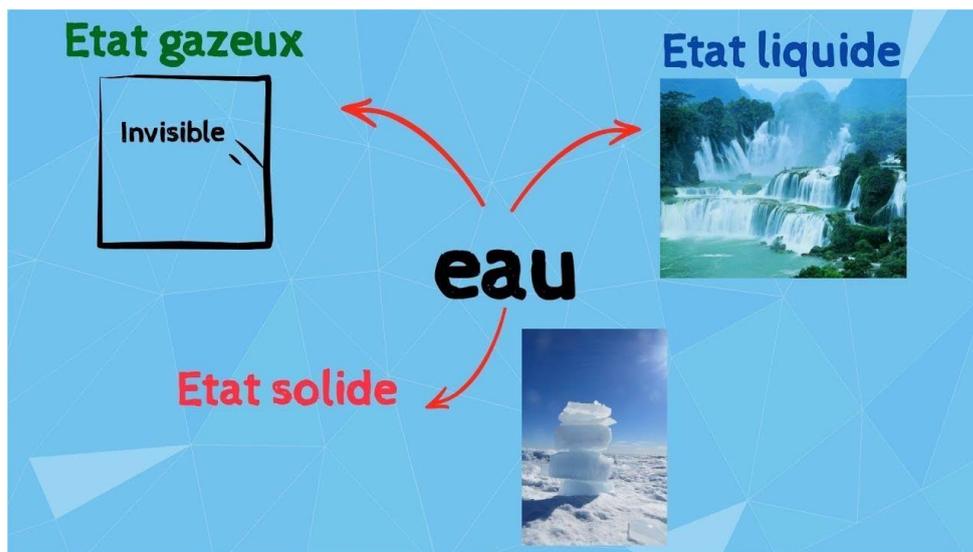


Figure 02 : les différents états de l'eau

I.5. le cycle de l'eau

Ce cycle se caractérise par plusieurs étapes et sont :

- **Évaporation** : l'eau s'évapore à la surface des océans et des continents, Sous l'effet du rayonnement solaire,
- **Condensation** : dans l'atmosphère, l'eau évaporée redevient gouttes ou cristaux
- **Précipitations** : désignent les gouttes d'eau ou les cristaux de glace qui, formés après condensation et agglomération dans les nuages, lorsque les gouttes deviennent trop lourdes,
- **Ruissellement** : les pluies et neiges alimenter les nappes souterraines. ou ruisselle dans les rivières qui se jettent dans les océans. Aux pôles, la neige s'accumule et se transforme en glace.

Donc Le cycle de l'eau se définit comme la circulation générale de l'eau, en circuit fermé et avec changements d'état, passant de l'état gazeux à l'état liquide ou à l'état solide. Grâce à l'énergie thermique du soleil.

Les processus qui interviennent dans le cycle de l'eau (évaporation, Condensation, précipitation, ruissellement) sont des mécanismes déterminés principalement par :

- L'énergie thermique du soleil
- La force de gravité, l'attraction solaire et lunaire
- Les forces intermoléculaires du sol et les activités humains
- la différence de pression atmosphérique, l'eau est présente partout sur la terre sont répartis dans les eaux continentales, les mers et les océans, l'atmosphère et la biosphère,

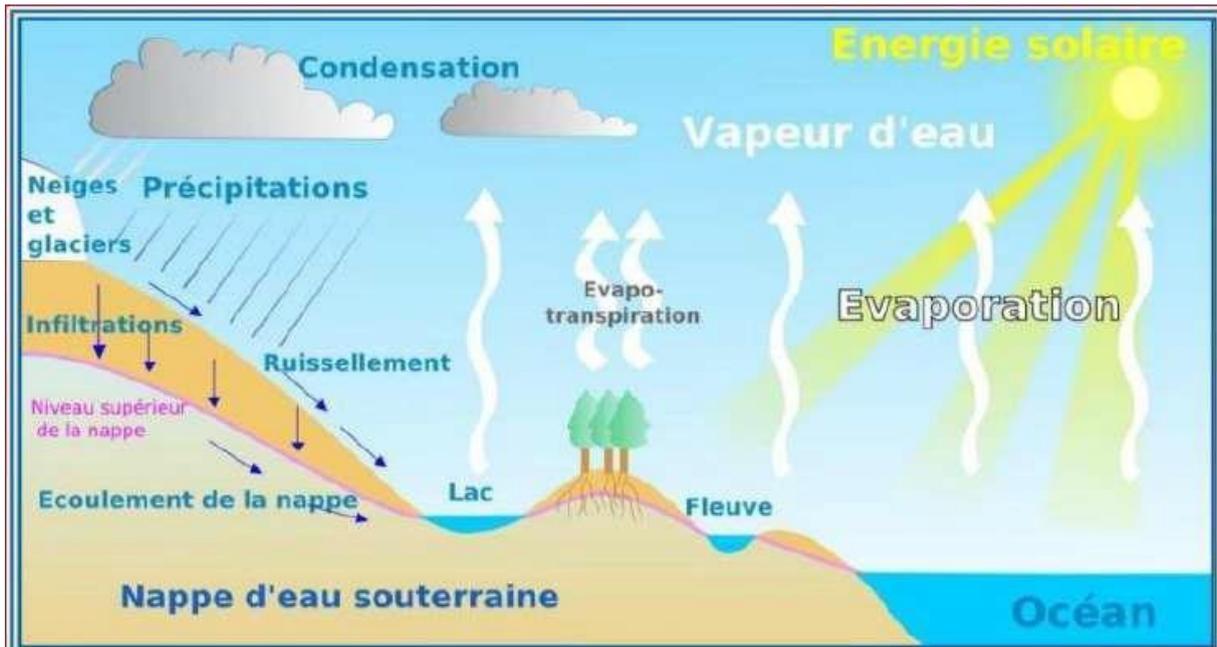


Figure 03 : le cycle de l'eau (Sari, 2014).

I.6. L'origine des eaux

On a trouvé plusieurs types d'eaux :

I.6.1. Eaux de surface

Ce terme englobe toutes les eaux circulantes ou stockées dans les continents (HOSPITALIER J & POIRIER R, 2008).

Ces derniers ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellements (Dégréement, 2005).

Elles sont généralement riches en gaz dissous, en matières en suspension et organique.

(Cadot C, 1990). Caractérisés par :

- une surface de contact eau-atmosphère toujours en mouvement (HOSPITALIER J & POIRIER R, 2008).
- une forte charge en impuretés
- une vitesse de circulation appréciable. (HOSPITALIER J & POIRIER R, 2008).
- une pollution biologique surtout chimique
- Elles doivent être épurés avant tous usages domestiques (Bouzaini, M, 2000).

I.6.2. Les eaux souterraines

L'eau qui se trouve sous niveau du sol, et se trouvent presque partout, contenues généralement dans les pores des sédiments ou dans les fissures des massifs rocheux.

Ces eaux non renouvelables est importante dans le sud Algérie est représentée par les deux grands réservoirs des deux bassins sédimentaires : le Continental Intercalaire et le Complexe Terminal. Cette l'eau est riche en divers sels minéraux et en métaux,

L'eau souterraine constitue donc la plus grande réserve en eau douce liquide de la planète ; c'est l'une des matières premières les plus vitales pour l'homme et pour l'ensemble de l'économie

I.6.3. Les eaux de mer

Est une solution saline et contient des cations majeurs, tels que les ions sodium et magnésium, et des anions majeurs, tels que les ions chlorures et sulfate. **(Kazuaki I & Takeshi H, 2009)**

Sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsque il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce.

Point de congélation de l'eau de mer diminue à mesure que la concentration en sel augmente. La capacité totale de Dessalement d'Eau de Mer En Algérie atteindra 2,1 Million m³/jours **(Mozas & Alexis Gh, 2013)**.

I.6.4. L'eau de Pluie

Ce sont des eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation. **(Frank M, 2002)**

Elles sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissout, donc elle est très douces. **(DESJARDINS R, 1997)**

I.7. Différents types d'eau de boisson

Les eaux de boisson destinées à la consommation humaine répondent à diverses appellations (eau de robinet, eau de source, eau minérale) **(COURBEBASSE M, 2015)**.

I.7.1. L'eau de source

Est directement potable à l'état naturel et une eau d'origine exclusivement souterraine apte à la consommation humaine microbiologiquement saine, protégées des rejets dus aux activités humaines, Sa composition peut varier avec le temps

Les eaux de source naturellement gazeuses, Les seuls traitements qu'il est permis d'appliquer aux eaux de source, afin d'éliminer les éléments instables comme les gaz, le fer et le manganèse, sont l'aération, la décantation et la filtration **(HUBERT J, 2010)**.

I.7.2. L'eau minérale naturelle

Une eau minérale naturelle est une eau microbiologiquement saine provenant d'une nappe ou d'un gisement souterrain, exploitée à partir d'une ou plusieurs émergences naturelles ou forcées. **(JORA, 2004)**

Leur composition est stable dans le temps et leurs teneurs en minéraux et en oligo-éléments ne sont pas limitées. **(FRICKE M & GRÜNHUT L & VAN DER W, 2003).**

Grâce à leur richesse en ions magnésium, sulfate et certains oligoéléments, Certaines variétés des eaux minérales naturelles jouent un rôle essentiel à l'encontre de la formation des calculs rénaux. **(THOMAS J & THOMAS E, 2005) (DJELLOULI H M et al, 2005).**

L'eau minérale naturelle est une eau caractérisée par :

- possède une teneur assez élevée en certains sels minéraux, d'oligo-éléments et d'autres constituants.
- provient directement de nappes souterraines.
- est stable dans son débit et sa température et constante dans sa composition, compte tenu des cycles de fluctuations naturelles mineures.
- est caractérisée par la composition chimique de ses constituants essentiels et une pureté microbiologique et enfin, **(Richard C, 1996)**
- n'est soumise à aucun traitement **(Codex Stan. n° 108-81., 2008)**

I.7.3. L'eau du robinet

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

C'est une eau potable que l'on peut boire sans risque pour la santé. La composition en sels minéraux et le goût de l'eau du robinet varient d'une région à l'autre **(BEAULIEU PH., FISSET B. (2009).**

I.8. La Composition de l'eau

Les substances présentes dans l'eau peuvent être classées selon leurs nature chimique (organique ou minérale) ou selon leurs états physique (matières dissoutes, colloïdales ou en suspension) **(Rejsek, F, 2002)**

I.8.1. Matières minérales

Ce sont essentiellement des composés ioniques, anions et cations, le calcium (Ca^{++}), le magnésium (Mg^{+}), le potassium (K^{+}), les sulfates (SO_4^{--}), le sodium (Na^{+}), les nitrates (NO_3^{-}) et carbonates (CO_3^{--}), Fluor (F)

L'eau contient des éléments nutritifs, ou nutriments en concentration plus petite, que sont l'azote, le phosphore et la silice. il y a aussi le Chlorure et le Sélénium **(DEGREMENT, 2005)**

I.8.2. Matières organiques

Elles représentent plusieurs familles de composés parmi lesquelles on peut citer des acides humiques, des acides carboxyliques et les acides hydrates de carbone. (CODEX S, 1981)

Ces matières proviennent soit de la décomposition de matières animales ou végétales qui se retrouvent dans l'eau soit de l'érosion des sols (REJSEK F, 2002) et réagissent avec le chlore et affectent le goût et l'odeur. (JEAN J C, 2002)

On distingue deux origines de ces matières : les matières organiques acides d'origine animale et les matières organiques basiques d'origines végétales. (CODEX S, 1981)

I.8.3. Matières en suspensions

Ce sont des particules solides dont la taille est supérieure à 10 μ m, constituent l'ensemble des particules minérales et/ou organiques présentes dans une eau naturelle ou polluée,

Elles composées de particules de terre, de sable, et de sédiment arraché par l'érosion, d'êtres vivants planctoniques. (REJSEK F, 2002)

La présence des matières en suspension diminue sa transparence et augmente la turbidité de l'eau. (RODIER J, 2009)

I.8.4. Matières colloïdales

L'état colloïdal c'est un état intermédiaire se trouve entre l'état dissous et la suspension.

la Matières colloïdales définir comme des éléments chargés négativement, et elle est difficile à éliminer. (REJSEK F, 2002)

I.9. Les différents types de maladies hydriques

Les maladies hydriques provoquées par le contact avec des eaux insalubres, il Ya plusieurs groupes:

I.9.1. Maladies d'origine bactérienne

I.9.1.1. Le choléra

Le choléra, aussi appelé "maladie des mains sales", est causé par la bactérie Vibrio cholera, Parmi les symptômes de cette maladie :

- Diarrhée,
- vomissement grave,
- déshydratation.

I.9.1.2. Les fièvres typhoïdes, paratyphoïdes

C'est une Maladie infectieuse aigüe spécifique à l'homme Elle représente actuellement 47% de l'ensemble des MTH déclarées.

Parmi les symptômes de cette maladie:

- Diarrhée,
- vomissement grave,
- agrandissement de la rate

I.9.1.3. la shigellose (shigella spp)

L'espèce shigella dysenteries est responsable de la shigellose. Parmi les symptômes de cette maladie:

- Diarrhée

I.9.1.4. Les hépatites A (virus de l'hépatite A)

C'est une maladie infantile bénigne. Elle n'évolue jamais vers une forme chronique.

Parmi les symptômes de cette maladie :

- La fièvre,
- maux de tête important,
- perte d'appétit, douleur abdominale

I.9.1.5. Les hépatites E (virus de l'hépatite E)

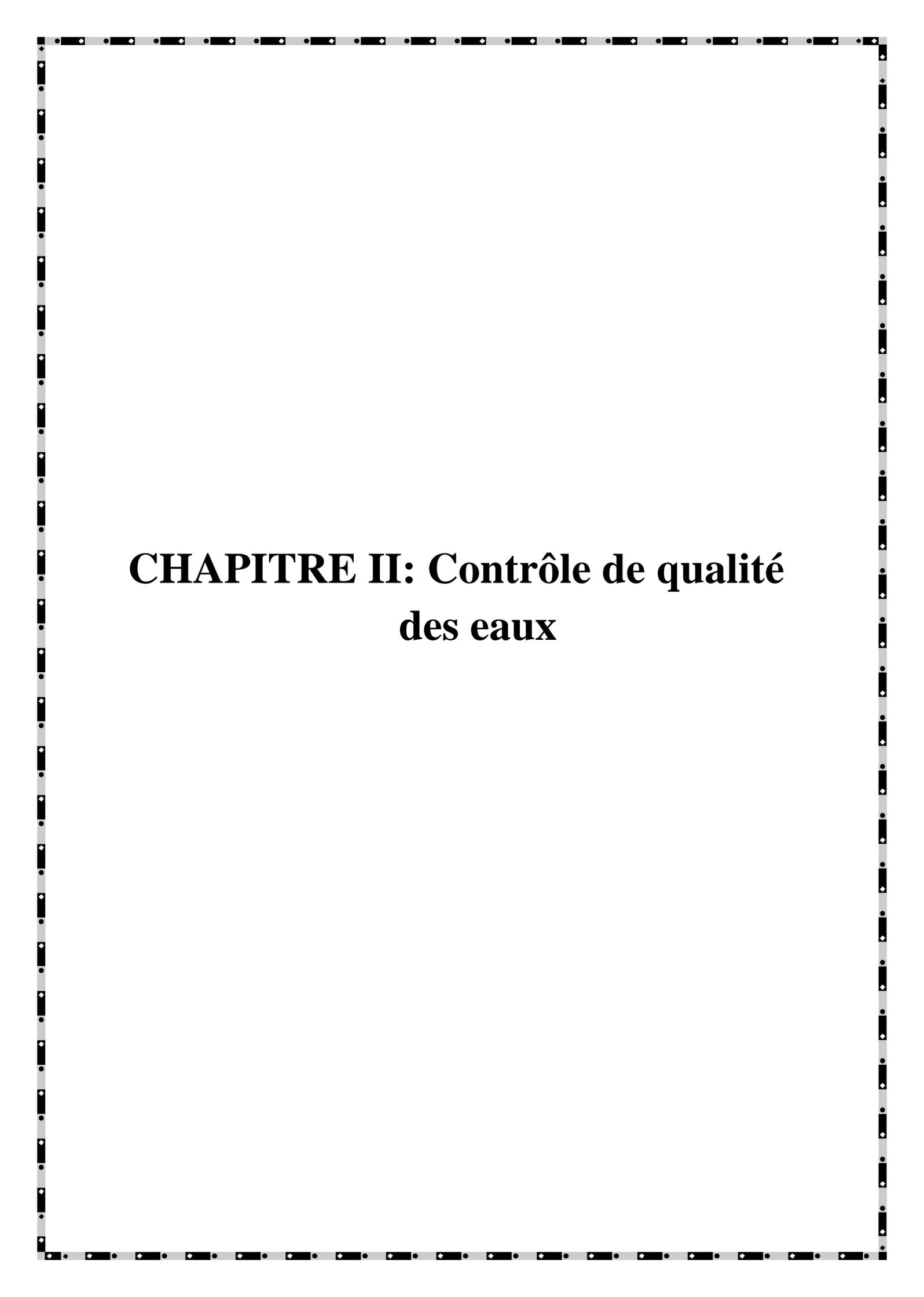
Touche les adultes, la mortalité est importante (80%) surtout chez la femme enceinte. Parmi les symptômes de cette maladie :

- Des nausées
- Une fatigue importante

I.9.1.6. Maladies d'origine parasitaire

L'eau est à l'origine de plusieurs épidémies dues à des parasites, On peut citer :

- l'ankylostomiase (Ankylostoma duodenale)
- la schistosomiase (Schistosoma haematobium)
- l'amibiase (Entamoeba histolytica)
- l'onchocercose ou cécité des rivières (Onchocerca volvulus) (OMS.2011)



CHAPITRE II: Contrôle de qualité des eaux

II.1. Les paramètres organoleptiques

Odeur, saveur, couleur qui concourent à l'agrément et au désagrément d'eau de boisson :

II.1.1. L'odeur

Dans l'eau, diverses molécules sont responsables des odeurs, c'est est un paramètre important qui permet de porter un jugement bref sur la qualité de l'eau et Elles proviennent essentiellement de la dégradation des composés azotés ou soufrés amines, ammoniacque, mercaptans, etc.

En effet, toute odeur EST un signe de pollution ou de la présence de matière organiques en décomposition (Rodier J et all, 2009)

II.1.2. La couleur

C'est une nuisance d'ordre esthétique, La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. (RODIER J, 1996)

La coloration des eaux peut être :

- D'origine naturelle (présence de fer et de manganèse dans les eaux profondes, de substances humiques dans les eaux de surface).
- Une des conséquences du phénomène d'eutrophisation (développement excessif d'algue et de plancton).
- D'origine industrielle chimique (teintures et l'industrie textile) (MOKEDDEM K et OUDDANE S, 2005)

II.1.3. la saveur

Elle peut être définie comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs (RODIER J, 1996)

Les saveurs anormales sont dues à des molécules organiques Ces molécules peuvent être des molécules d'origine naturelle: algue... Soit d'origine de pollutions domestique ou industrielles (VILAGNES R.F, 2003)

Le fer et le manganèse, le chlore actif et le phénol sont Les principaux corps pouvant donner à l'eau une saveur désagréable (Rodier, 2009)

II.1.4. La turbidité

C'est est un paramètre organoleptique (Ghazali D & Zaid A, 2013) est liée à sa transparence.

Elle est causée dans les eaux par la présence de matière en suspension (MES) fines comme les argiles, les grains de silice et les microorganismes.

Elle est utilisée pour les eaux souterraines, les eaux usées, les eaux de surface et l'eau potable. **Centre d'Expertise En Analyse Environnementale Du Québec. (2016)**

La valeur médiane de la turbidité idéale devrait être inférieure à 0.1 NTU. **(WHO World Health Organization.2011)**

La présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale constitue une faible quantité de la turbidité. **(Rejsek, F, 2002)**

II.2. Les paramètres physicochimiques

II.2.1. Sels minéraux dissous

II.2.1.1. Les cations

II.2.1.1.1. Ion fer Fe²⁺

Le fer est le quatrième élément dans l'écorce terrestre et le premier parmi les métaux lourds. C'est un métal assez soluble que l'on peut retrouver dans l'eau et qui précipite par oxydation de l'air. **(RODIER J et all, 2009)**

Une eau destinée à la consommation humaine se situent entre 2 et 3 mg/L jour de fer.

II.2.1.1.2. Ions magnésium Mg²⁺

C'est l'un des éléments les plus répandus dans la nature il constitue environ 2, 1% de l'écorce terrestre **(RODIER J et all, 2009)** en eau douce, les concentrations en magnésium sont inférieurs au calcium. Et si la quantité augmente, cela donne une saveur amère à l'eau. **(GANJOUS D, 1995).**

II.2.1.1.3. Ions calcium Ca²⁺

C'est un métal alcalino-terreux très répandu dans la nature et en particulier sous forme de carbonates dans les roches calcaires. Lorsque le gypse est fondu, le calcium devient gros

Une eau destinée à la consommation humaine de bonne qualité renferme de 100 à 140 mg/L de calcium **(RODIER J et all, 2009) (GANJOUS D, 1995).**

II.2.1.1.4. Ion potassium K⁺

C'est un métal alcalin mou, règle la teneur en eau à l'intérieur des cellules elle est très répandue dans la nature sous forme de sels. **(MARCIER J, 2000) (RODIER J et all, 2009)**
Le potassium est étroitement rattaché au sodium à tel point et Sa présence à peu près constante dans les eaux naturelles ne dépasse pas 5 à 10 mg/l

II.2.1.1.5. Ion Sodium Na⁺

C'est un métal alcalin et c'est un élément constant dans l'eau, Généralement, dans l'eau potable, la teneur en sodium ne dépasse pas 20 mg/l mais dans certains pays des concentrations nettement supérieures peuvent être constatées. **(WHO World Health Organization.2011).**

Son origine peut être:

- Naturelle (mer, terrain salé...);
- Humaine (dans les urines /jour) ;
- Industrielle (potasse, industrie pétrolière) **(BOUZIANI H, 2000)**

II.2.1.2. Les anions

II.2.1.2.1. Les Chlorures Cl⁻

Le chlore est l'élément le plus abondant. Élément volatil, se trouve généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl) et de calcium (CaCl₂).

Habituellement la teneur en Cl⁻ dans l'eau destinée à la consommation humaine est de 200 à 500 mg/L.

Les chlorures interviennent dans la désinfection de l'eau. Ils ne présentent aucun risque pour la santé mais donnent à l'eau un goût fort et désagréable d'eau de javel. **(RODIER J et all, 2009)**

II.2.1.2.2. Ion carbonate et hydrogénocarbonate CO₃⁻ et HCO₃⁻

Les carbonates totaux dissous dans les eaux sont liés par des équilibres acide-base à l'acide carbonique.

Des eaux naturelles Aux pH entre 7 et 8 les carbonates sont sous formes HCO₃⁻ (ion bicarbonate) particulièrement avec des traces d'acide carbonique et d'ion carbonate notamment quand le pH est supérieur à 8,3 **(RODIER J et all, 2009)** hydrogénocarbonate est le principal constituant alcalin de la plupart des eaux courantes

II.2.1.2.3. Ion de nitrite NO₂⁻

Les nitrites sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement et Leur présence dans l'eau est généralement rare et en faible quantités.

ILS sont le résultat soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une bactérie dénitrifiant **(REJSEK F, 2002), (POTELON J-L & ZYMAN K, 1998).**

II.2.1.2.4. Ion de nitrate NO₃-

Les nitrates sont très solubles dans l'eau, elles constituent le stade final d'oxydation de l'azote organique (**GROS CLAUDE G, 1999**) (**ZYMAN K, 1998**).

Ils pénètrent le sol et dans la nappe phréatique en faible quantité elle dépend des types de sols, de la végétation qui les recouvre ainsi que de taux d'oxygénation dans la zone noyée. aussi les nitrates déversent dans les cours d'eau par ruissellement (**REJETS F, 2002**) analyse des eaux (aspect réglementaire et technique)

Chez les nourrissons, la réduction du nitrate en nitrite peut provoquer une maladie de méthémoglobinémie (inaptitude du sang à transporter l'oxygène) (**GANJOUS D, 1995**).

II.2.1.2.5. Ion sulfate SO₄²⁻

Des concentrations élevées de sulfate (plus de 400 mg/L) peuvent avoir un effet purgatif ou entraîner une déshydratation et une irritation gastro-intestinale. (**MEBARKI S, 2010**)

Aussi peuvent contribuer à la corrosion des systèmes de distribution principalement avec les eaux faiblement alcalines (**MEGHZILI B, 2003**).

Les principales sources d'apport en sulfates pour l'organisme humain sont l'eau potable ou les aliments.

Leur déversement dans l'eau se fait principalement par dépôt atmosphérique et par des effluents industriels, D'où viennent ces sulfates apparaît à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux. Ou de certains minéraux en particulier du gypse. (**WHO World Health Organization.2011**).

II.2.2. La température

Est le facteur le plus apprécié pour une eau destinée à la consommation humaine Elle influence, en effet, les réactions biologiques qui se produisent dans l'eau.

Elle a une grande influence sur un certain nombre de contaminants chimiques et de constituants inorganiques susceptibles d'avoir des effets sur le goût de l'eau. À température élevée, le développement des micro-organismes est favorisé et les problèmes de goût, de couleur et d'odeur peuvent augmenter. (**WHO World Health Organization.2011**).

II.2.3. Potentiel d'hydrogène PH

Joue un rôle principal dans l'indication des propriétés physico-chimiques comme l'acidité et l'agressivité. Le pH mesure la concentration en ions H⁺ de l'eau. (**RODIER. J, 2009**)

Il est influencé par la nature du substratum sol, la géologie et l'origine des eaux. (**Belghiti M et all, 2013**)

Le décret n° 2.914/2011 du Ministère de la Santé recommande que le pH de l'Eau soit maintenu dans la gamme de 6,0 à 9,5 dans le système de distribution. **Fondation Nationale de la Santé (2013)**

II.2.4. Alcalinité TA et TAC

À l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles.

L'alcalinité résulte le plus généralement à la présence d'hydrogencarbonates (HCO_3^-), carbonates (CO_3^{2-}) et hydroxydes (OH^-).

On distingue comme pour la mesure de l'acidité, deux titres qui sont le titre alcalimétrique ou titre alcalimétrique simple (TA) mesurent la teneur de l'eau en ions hydroxydes « OH^- » et le titre alcalimétrique complet (TAC) correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres carbonates et hydrogencarbonates.

L'unité utilisée est le degré français ($1^\circ\text{f} = 10 \text{ mg/l de CaCO}_3 = 0,2 \text{ milliéquivalent/l}$)

On trouve parfois des ouvrages qui mentionnent l'alcalinité exprimée en mg/L de Cao. **(Apfelbaum, 1995) (RODIER J et al, 2009)**

II.2.5. Dureté TH

Est en général un indicateur de la minéralisation. Elle est surtout due au calcium et au magnésium et se traduit par des précipitations de l'écume du savon ou son utilisation excessive lors des activités de nettoyage. **(WHO World Health Organization, 2011) (RODIER J et al, 2009)**

Le TH peut se subdiviser en TCa (titre calcique) et TMg (titre magnésien) : $\text{TCa} + \text{TMg} = \text{TH}$. **(BERNE F et CORDONNIER G, 2000)**

La dureté magnésienne : C'est l'ensemble des ions magnésium présente dans une eau, c'est la différence entre la dureté totale et la dureté calcique. .

La dureté calcique : C'est la concentration en ions calcium présents dans une eau. Les techniques utilisées dans ce cas est celle à l'EDTA donne encore les résultats satisfaisants pour des contrôles de routine **(RODIER. J, 2009)**

Selon les normes algériennes de 2006, la dureté doit être comprise entre 10° HF et 50° HF , la dureté idéale de l'eau minérale est environ de 25° HF **(ARRETE, 2006)**. En fonction de leur dureté totale, les eaux peuvent être classées suivant les indicateurs du tableau suivant :

Tableau 1 : Relation entre dureté de l'eau minérale naturelle et la concentration équivalente en CaCO₃ (ARRETE, 2006).

Dureté de l'eau	Concentration en °HF
Eau minérale douce	0 à 5
Eau minérale moyennement douce	10 à 15
Eau minérale dure	15 à 35
Eau minérale très dure	> 35

II.2.6. Conductivité

Elle est l'inverse de la résistivité électrique, La conductivité électrique est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique (SAMAKE H, 2002). Thèse analyse physicochimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 et 2001, permet d'apprécier la quantité des sels Dissous dans l'eau, Cette mesure est effectuée par un conductimètre.

L'unité de de cette mesure est le siemens par mètre(s/m) (HENRY M, 1991). Les eaux naturelles et les Eaux de Consommation Saint Laurent.

La norme Algérienne de 2006 fixe la limite supérieure de la conductivité de l'eau minérale à 2800 µS/cm à 20°C. (Arrête 2006)

II.3. Les Paramètres bactériologiques

L'eau destinée à l'alimentation humaine contient une multitude de microorganismes pathogènes Ce sont des virus voire des algues et des champignons et des bactéries (HASLAY C et LECLERC H, 1993)

Leur absence doit être totale ; L'eau ne doit contenir aucune bactérie pathogène. Tous les germes ne peuvent être analysé, et choix a donc été fait d'en détecter certains (Escherichia coli, Entérocoques...) qui constituent des germes tests et des indicateurs de pollution.

L'organisation mondiale de la santé divise les indicateurs microbiens en trois groupes :

- Les indicateurs liés à l'efficacité des traitements : bactéries hétérotrophes totales, les coliformes totaux ;
- Les indicateurs d'une contamination fécale : les coliformes fécaux, E. coli ;
- Les indicateurs modèles de pathogènes : E. coli, Salmonella, les virus entériques humains. (Ashbolt NJ et all, 2001)

II.3.1. Les germes totaux

Microorganismes revivifiables, toute bactérie aérobie, levure ou moisissure, capable de former des colonies dans le milieu spécifié (**Rejsek F, 2002**).

Leur présence est indicatrice de pollution bactérienne, leur dénombrement donne une information sur la qualité hygiénique de l'eau destinée à la consommation humaine (**BOURGEOIS R, 1991**) capables de former des colonies de taille et de formes différentes dans un milieu de culture nutritif gélosé après incubation à 30°C pendant 72h . (**TOURAB H, 2013**)

II.3.2. les coliformes

Appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae. Sont des bactéries à Gram négatif, non sporulées, présentant une réaction négative à l'oxydase, pouvant croître en aérobie et éventuellement en anaérobie en présence de sels biliaires (ou autre dérivé tensioactif présentant des propriétés d'inhibition de croissance similaire) (**LECLERC H, 1997**)

Elles sont des hôtes typiques du gros intestin de l'homme et des animaux. Sont capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz. (**HASLAY C et LECLERC H, 1993**)

On distingue deux types:

II.3.2.1. Les coliformes totaux

Ce sont des bactéries lactose-positives

Ils regroupent les genres Echerichia, Entérobacter, Yersinia, Serratia, Citrobacter, Rahnella, Buttiauxella et Klébsiella, (**JOLY et REYNAUD., 2003**)

Capables de se multiplier en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface ayant des propriétés inhibitrices et capables de fermenter le lactose avec production de gaz.

Il ne devrait pas y avoir de coliformes dans les eaux minérales naturelles. Si tel était néanmoins le cas, il faut envisager une contamination postérieure au prélèvement de l'eau à la source (**OMS, 1972**).

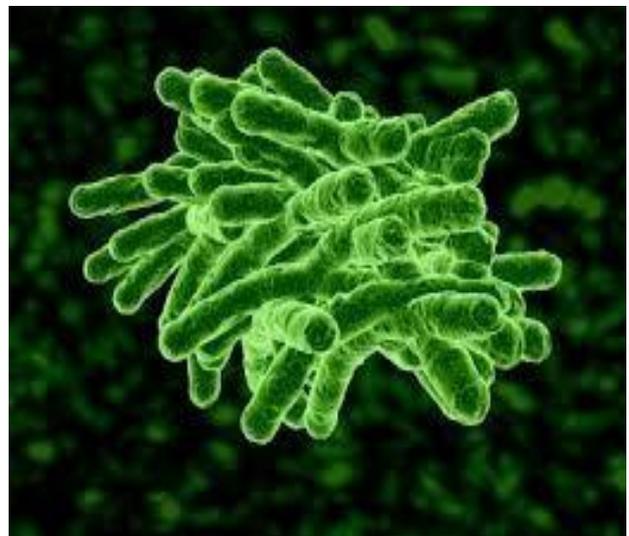


Figure4 : Coliformes totaux (**Cheval, 1982**)

II.3.2.2. Coliformes fécaux

Sont un sous-groupe des coliformes totaux capable de se multiplier en présence de sels biliaires et capable de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36 et 37° C. (**Environmental Health Laboratory Services, 2006**)

Historiquement, les coliformes fécaux ont beaucoup servi d'indicateur bactérien de contamination fécale.

La bactérie *Escherichia coli* correspond à des coliformes thermo-tolérants qui produisent de l'indole à partir du tryptophane à 44 °C (**BOURGEOIS R et all, 1991**)



Figure 5 : Coliformes fécaux (Cheval, 1982)

II.3.2.3. Streptocoques fécaux

Sont des cocci à gram positif, disposés en chainettes. Ils sont anaérobies aérotolestants, immobiles, non sporules, catalase négatif. (**Carip C, 2015**)

Elles appartiennent à la famille de Streptococcaceae, au genre *Streptococcus* et au groupe sérologique D de Lance Field (**DEKHIL S et ZAIBET M, 2013**)

II.3.2.4. Clostridium Sulfito-Réducteurs

Le clostridium sulfito-réducteur appartient à la famille Clostridiaceae (**Bergey's, 2004**). (**Delarras C, 2014**). Et sont Des micro-organismes anaérobies strictes formant des spores et sulfito-réducteurs, elle appartenant à la famille des Bacillacées et au genre *Clostridium*, sont largement répandus dans l'environnement Norme internationale ISO 6461/1-1986

La forme sporulée de *Clostridium sulfito réducteur*, beaucoup plus résistante que les formes végétatives, permettrait aussi de déceler une pollution fécale ancienne ou intermittente (BOURGEOIS C.M et all, 1991)

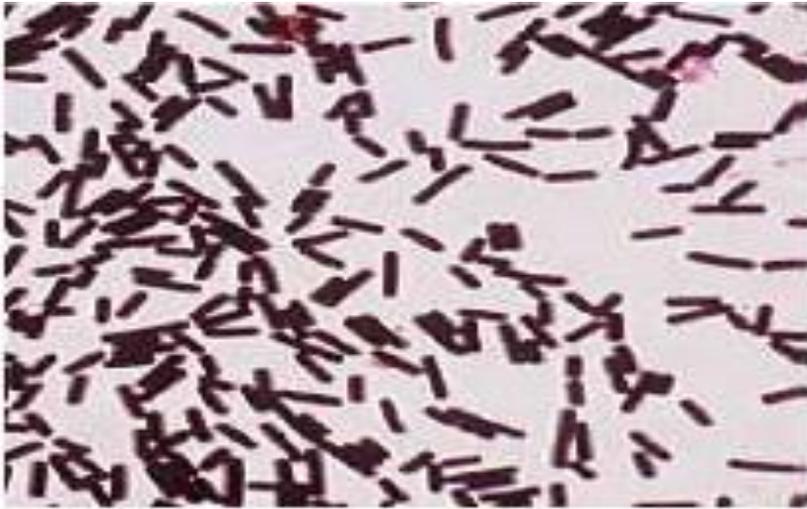
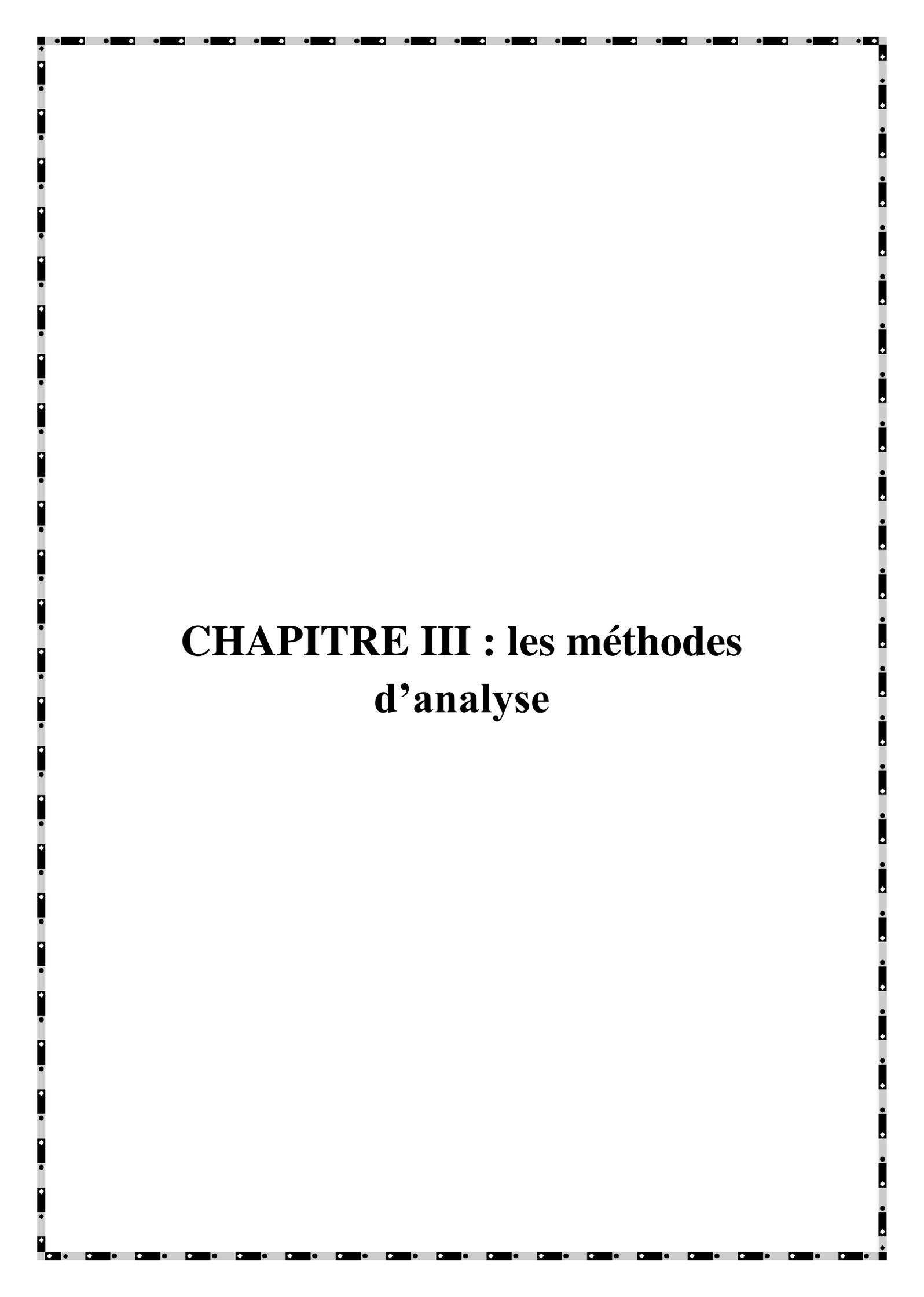


Figure7 : Les *Clostridium sulfito-réducteurs*(*CSR*).



CHAPITRE III : les méthodes d'analyse

III.1. les méthodes d'analyse

L'objectif de ce travail et consiste à effectuer une comparaison entre article de (MOHAMEDKAHOUL ET AL ,2014) qui faire des analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau de robinet de Ouargla ; et mémoire de fin d'étude de (MALEK LARBI, 2017) qui faite des analyses physico-chimiques et microbiologiques de l'eau minérale naturelle embouteillée MANSOURAH.

L'analyse des caractéristiques physico-chimique et microbiologique présente un rôle très important dans le contrôle de qualité des eaux, d'où la nécessité qu'elle soit réalisée à la fois au cours et après le traitement.

III.1.1. Partie Echantillonnage:

III.1.1.1. Echantillonnage de l'eau de robinet : (MOHAMEDKAHOUL AL ,2014).

- Le prélèvement d'un échantillon d'eau, en vue des analyses physico-chimiques est une opération qui nécessite beaucoup de soins. Il conditionne les résultats analytiques et reflète des conséquences sur l'interprétation qui en sera faite

Des échantillons d'eau de consommation (l'eau de robinet) pour analyse physique chimique ont été prélevés dans cinq régions différentes dans la commune d'Ouargla.

Les échantillons d'eau nécessaires à l'analyse physico-chimique ont été prélevés dans des flacons jetables en matière plastique puis acheminés au laboratoire dans une glacière pour les analyses

Afin de prélever un échantillon pour analyse l'eau du robinet (filtrée, traitée, de réseau), il faut se laver les mains et les rincer à l'alcool puis, ouvrir le robinet et laisser couler l'eau 2 à 3 minute avant l'échantillonnage.

- Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate, l'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques microbiologiques de l'eau.

Un examen bactériologique effectué sur un échantillon correctement prélevé, dans un récipient stérile, selon un mode opératoire précis évitant toute contamination accidentelle

Les échantillons sont transportés sous froid dans une glacière iso thermique, dans le but de ne pas influencer la flore bactérienne de cette eau.

- ✓ la recherche et le dénombrement des streptocoques fécaux basés sur un test présomptif et un test confirmatif par ensemencement en milieu liquide et la détermination de leur nombre le plus probable (NPP).
- ✓ la recherche des coliformes totaux et l'identification d'Escherichia coli par l'enrichissement dans un milieu de culture lactosé(BCPL).
- ✓ le dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs basés sur la sélection des spores et l'enrichissement dans un milieu liquide (gélose- viande).

III.1.1.2. Echantillonnage de l'eau minérale naturelle embouteillée MANSOURAH : (MALEK LARBI, 2017) ; elle prendre 3échantillon deau minirale mansourah de 0,5L et

Faire les analyses.

III.1.2. Partie d'analyse

Les échantillons d'eau ont été analysés selon la méthode standard d'analyse de l'eau (**Rodier et al. 2009**).

III.1.2.1. Analyses physico-chimiques

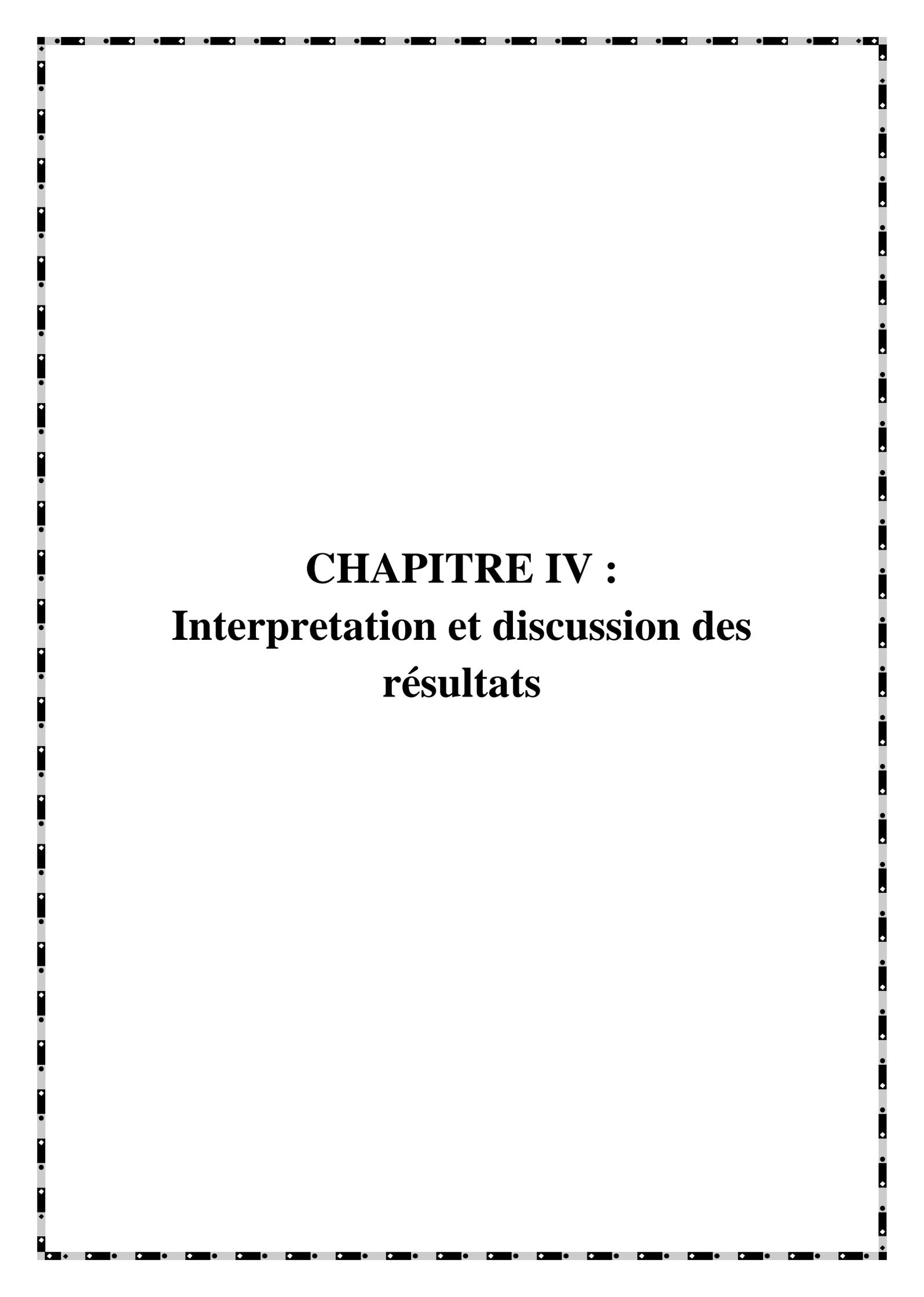
Les caractéristiques physico-chimiques sont des paramètres facilement mesurables d'une façon continue par des sondes installées dans des stations d'observation des qualités des eaux (**GAUJOU, 1995**).

- L'analyse physique consiste à mesurer la température, la turbidité, le pH et la conductivité.
- L'analyse chimique consiste à mesurer le TA, TAC, l'oxydabilité, dureté de l'eau, le chlore Résiduel...

III.1.2.2. Analyses microbiologique

Les analyses habituellement effectuées sur une eau de consommation humaine sont basées sur la recherche et le dénombrement des germes suivants :

- ✓ les germes totaux
- ✓ Les Coliformes totaux
- ✓ Les Coliformes fécaux
- ✓ Les Streptocoques fécaux
- ✓ Clostridium sulfito-redacteur



CHAPITRE IV :
Interpretation et discussion des
résultats

IV.1. Résultats

Dans ce chapitre on prendra les résultats obtenus pour l'eau de Mansourah qui ont été réalisés par (MALEK LARBI, 2017) et les résultats de (MOHAMED KAHOUL ET AL, 2014) pour l'eau de robinet de Ouargla.

Les résultats des analyses effectuées sont présentés sous forme de tableaux ci-dessous :

IV.1.1. Résultats des analyses physico-chimiques

Tableau N°2 : Résultats des analyses physicochimiques pour l'eau de Mansourah (MALEK LARBI, 2017).

Eléments	(C) mg/l
Dureté	330 mg/l CaO_3
Dureté TAC	270 mg/l CaO_3
Résidu sec 180 C	600
PH	7,5
Ca^{2+}	73
T °	20
Mg^{2+}	35
Na^+	32
K^+	2
Cl^-	53
SO_4^{2-}	38
Nitrites <	<0.01
Nitrates	26
Silices	14
Conductivité à 20 C	820 – 835
Minéralisation	333
Phosphore	<0.04

Tableau N°3 : Résultats de l'analyse physico-chimique des eaux des sites (S1, S2, S3, S4, et S5) (MOHAMED KAHOUL ET AL ,2014).

Paramètres	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5
PH	7,73	7,69	7,41	7,6	7,78
Ca⁺⁺ (mg/l)	165,5	222,5	221	231,5	233,5
Mg⁺⁺ (mg/l)	103	108,5	133	136	138
Na⁺ (mg/l)	220	337,5	414	433,5	442,5
K⁺ (mg/l)	6	13	23,5	24,5	24,5
Cl⁻ (mg/l)	251,5	381,5	831,5	750	790,5
SO₄⁻⁻ (mg/l)	875	1150	660	799	777
NO₃⁻ (mg/l)	5,26	3,5	9,2	13	10
TH(°F)	83,5	100,2	110	112	115

IV.1.2. Résultats des analyses bactériologiques

Tableau N°4 : Résultats des analyses microbiologiques pour l'eau de Mansourah (MALEK LARBI, 2017).

Nature Des Germes	Valeurs Enregistrées
<i>Germes Totaux A 37°</i>	Absence
<i>Germes Totaux A 22°</i>	Absence
<i>Coliformes totaux</i>	Absence
<i>Coliformes fécaux</i>	Absence
<i>Streptocoques Fécaux</i>	Absence
<i>Clostridium Sulfito- Réducteurs</i>	Absence

Tableau N°5 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux des sites (S1, S2, S3, S4 et S5) (MOHAMED KAHOUL ET AL ,2014).

Type de germes	Site1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5
Coliformes totaux(germes/ml)	00	00	00	00	00
Escherichia coli (germes/ml)	00	00	00	00	00
Streptocoques fécaux (germes/ml)	00	00	00	00	00
Clostridium sulfite-réducteurs (germes/ml)	00	00	00	00	00

IV.2. Interprétation ET discussion des résultats

IV.2.1. Introduction

Dans Cette chapitre, nous traitons de l'explication ET. De l'interprétation des résultats obtenus à partir des analyses physico-chimiques ET microbiologique de l'eau minérale du Mansourah ET les eaux de consommation à Ouargla.

Avant de discuter les résultats obtenus, voici **le tableau N°6, N7** qui présente les normes algériennes de potabilité de l'eau

Tableau N°6: Paramètres physico-chimiques (Norme Algérienne de potabilité de l'eau)

<i>Variable</i>	<i>Concentration maximale admissible</i>	<i>Effets indésirables</i>
<i>PH</i>	6 ,5 - 8,5	PH acide, corrosion des conduites PH basique, diminue l'efficacité de la désinfection
<i>Température</i>	12 °C à < 22 °C	Basse, diminue l'efficacité de traitement Elevée, favorise la croissance microbienne et la formation des THM
<i>Turbidité</i>	2 NTU	Protège les micro-organismes contre les effets de la désinfection
<i>Silices</i>	/	/
<i>Dureté total (TH)</i>	500 mg/l de CaCO ₃	Entartrage des conduites. Consommation excessive de savon
<i>Nitrates</i>	50 mg /l	Risque de méthémoglobinémie infantile
<i>Nitrites</i>	0,1 mg/l	Risque de méthémoglobinémie infantile
<i>Chlorures</i>	200-500 mg/l	Saveur désagréable, effet laxatif Corrosion des conduites
<i>Fer</i>	0,3 mg/l	Saveur désagréable. Tache de linge et la plomberie, favorise le développement de bactéries
<i>Phosphore</i>	0,5 mg/l	/
<i>Magnésium</i>	150mg/l	Combiné au SO ₄ génère goût
<i>Sodium</i>	200ml/l	A concentration élevée gêne les hypertendus
<i>Conductivité a 20 C</i>	2880	/
<i>Sulfate</i>	200-400mg/l	Trouble gastro-intestinaux, corrosion des conduites
<i>Calcium</i>	75-200mg/l	Entartrage des conduites.

Tableau N°7: Paramètres bactériologiques (Norme Algérienne de potabilité de l'eau)

<i>Paramètres</i>	<i>Concentration maximale admissible (eau désinfectée)</i>	<i>Effet sur santé et signification</i>
Germes totaux / 100 ml	10	Indicateur d'efficacité du traitement
Coliformes totaux et fécaux / 100 ml	00	Gastro-entérite infantile, contamination fécale récente
Streptocoques fécaux / 100 ml	00	Contamination fécale récente
Clostridium sulfite réducteur / 20 ml	00	Contamination fécale ancienne

IV.2.2 Interprétation et Discussions les résultats physico-chimiques

IV.2.2.1. PH

Selon Bouchemal (2017). Le pH des eaux destinées à la consommation publique est un paramètre très important car il agit sur le goût (**Bouchemal F, 2017**).

Les valeurs du potentiel d'hydrogène des eaux de consommation de la région d'Ouargla ne montrent pas de variations notables, EST neutre se situent entre 7.41 et 7.78.

La valeur de pH de l'eau minérale de Mansourah qui est de 7, 5.

On constate que ces valeurs sont conformes aux normes de qualité (journal officiel de la république Algérienne N°03 du 27 janvier 2015), qui varie entre 6, 5 à 8,5.

IV.2.2.2. Calcium Ca²⁺ et Magnésium Mg⁺⁺

Les selles de Calcium et Magnésium sont la principale cause de calcification et de dureté de l'eau. Peuvent se déposer lorsqu'ils sont chauffés et nuire à la qualité de l'eau dans différentes utilisations. D'autre part, ils ont des effets sur la santé humaine (**OMS, 1998**) (**WHO, World Health Organization, 1998**)

Les normes algériennes préconisent une concentration de 200mg/l comme concentration maximale de calcium et de 150mg/l de concentration du magnésium.

D'après les résultats, l'eau minérale de Mansourah analysée présente une teneur en calcium stable à égale 73mg/l par rapport au l'eau de consommation qui est plus élevée sont comprises entre 165,5 et 233.5 et qui sont ne conformes pas à la norme algérienne.

Les analyses de l'eau minérale de Mansourah donnée la teneur de magnésium est de 35mg/l par Comparaison avec les concentrations de magnésium dans les eaux de consommation qui donnée des variations plus élevé sont comprises entre 103 à 138 mg/l.

On constate que ces valeurs sont conformes à la norme algérienne.

IV.2.2.3. Chlorure Cl^-

D'après les résultats, l'eau minérale de Mansourah analysée présente une teneur en chlorure de 53mg/l, qui sont en accord avec la norme algérienne (**JORA, 2011**)

Les teneurs en chlorures dans l'eau de consommation sont très supérieures se situent entre 251,5 à 790, 5 mg/l.

Les résultats montrent que les sites 3, 4 et 5 présentent des valeurs supérieures aux normes d'OMS (1997) qui fixe une norme de chlorure à valeur de Maximum 500 mg/l. Sauf que l'eau de les sites 1 et 2 présente une teneur de chlorure acceptables et sont conformes aux normes d'OMS. (**OMS 1997**).

Selon (**Rodier et al, 2009**) que même dans le cas de quantités très élevées de chlorure dans l'eau potable, les chlorures n'auraient pas d'effets néfastes sur la santé du consommateur.

IV.2.2.4. La dureté totale TH

Pour l'eau destinée à la consommation humaine, la réglementation algérienne préconise une valeur comprise entre 100 et 500 mg/l de CaCO_3 (10 et 50 degré français °F).

les classes d'eau selon la dureté sont : eau douce (0 – 7 °F), eau modérément douce (7 – 22 °F) , eau assez douce (22 – 32°F) , eau dure (32 – 54 °F) , eau très dure (>54°F)

L'eau qui présente une concentration de carbonate de calcium inférieure à 75 mg/L est considérée comme de l'eau douce; entre 75 et 150 mg/L, on parle d'eau à dureté moyenne; entre 150 et 300 mg/L, d'eau dure; et à plus de 300 mg/L, d'eau à dureté élevée (**CFPTEP, 2015**).

Les résultats concernant les mesures de la dureté de l'eau minérale de Mansourah varie entre 270 - 330 mg/l CaO_3 .

Ces résultats ne dépassent pas la gamme des valeurs de la dureté recommandées par la réglementation algérienne (500mg/l).

Les résultats concernant les mesures de la dureté de l'eau de consommation varie entre 83,5 - 115 F.

On constate que Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par **Tabouche (2004)** , qui a révélé que les eaux souterraines de la région orientale du Sahara septentrional algérien sont très dures.

IV.2.2.5. Le potassium K⁺

D'après **Ayad et Kahoul (2017)**, Le potassium on la trouve rarement dans l'eau potable même si elle joue un rôle crucial chez l'homme et une déficience peut induire une faiblesse musculaire.

la norme algérienne fixé de 20mg/l comme valeur maximale de concentration de potassium dans l'eau potable.

Les teneurs en potassium des sites analysées des eaux de consommation sont respectivement 6 mg/l comme valeur minimale et du 24,5 mg/l comme valeur maximale, Notez que les sites 3,4 et 5 contiennent des niveaux élevés de potassium qui dépassent habituellement le 20 mg/L indiquée par la réglementation algérienne.

On remarque aussi la concentration de potassium de l'eau minérale Mansourah à égale 2 mg/l, sont très inférieures à la norme algérienne.

On déduit que le minérale de Mansourah sont pauvre en potassium.

IV.2.2.6. Le sodium Na⁺

L'OMS (1997) et les normes algériennes de la potabilité des eaux fixe une norme de ([Na⁺] = [150 à 200] mg/l) pour une eau convenable à la consommation humaine.

D'après les résultats, Les teneurs en sodium des sites analysées de les eaux de consommation sont compris entre 220 à 442,5 mg/l Notez que les valeurs sont toutes supérieures aux normes requises

La concentration de sodium de l'eau minérale Mansourah à égale 32 mg/l, sont très inférieures à la norme algérienne.

Certains adoucisseurs d'eau et des usages industriels peuvent contribuer à augmenter la teneur en sodium dans l'eau (**OMS, 2011**)

IV.2.2.7. Sulfate (SO₄²⁻)

Certains sols et certaines pierres contiennent des minéraux de sulfate, Comme l'eau souterraine se déplace à travers ceux-ci, certains sulfates sont dissous dans l'eau. Parmi les minéraux qui contiennent du sulfate on peut citer le sulfate de sodium, le sulfate de magnésium et le sulfate de calcium (gypse) (**Lenntech., 2017**).

La limite supérieure admise dans l'eau potable algérienne et OMS est 400mg/l.

La teneur en sulfate contenu dans l'eau minérale de Mansourah est 38mg/l. Elle reste inférieure à la norme.

Les résultats obtenus pour l'eau de consommation varient entre 660-1150mg/l de sulfate. Sont très supérieure à la norme algérienne.

D'après les analyses effectuées, les résultats montrent que l'eau de consommation est une eau sulfatée par rapport à l'eau minérale Mansourah.

L'augmentation des concentrations de sulfate dans l'eau potable est le résultat de l'utilisation de coagulants à base de sulfates dans les Usines de traitement des eaux.

IV.2.2.8. Les nitrate NO₃ –

Les ions nitrates Présents à l'état naturel et représentent la forme la plus oxygénée de l'azote. C'est une forme très soluble, elles pénètrent dans le sol et les eaux souterraines. Mais ils sont aussi apportés de l'extérieur de manière synthétique par les engrais. (Ghazali et Zaid, 2013).

Pour l'eau minérale de Mansourah la teneur des nitrates obtenue (26mg/L).

Pour la teneur des nitrates obtenue dans l'eau de consommation est variables entre 3,5 et 13mg/l.

Ces valeurs est inférieure à la norme indiqué par la réglementation algérienne 50mg/L. donc restent conforme aux normes.

D'après les analyses effectuées, les résultats montrent que l'eau de consommation contient des quantités faibles en nitrates en comparaison avec l'eau minérale de Mansourah

IV.2.3. Interprétation ET Discussions les résultats microbiologiques

Le but essentiel des analyses bactériologiques EST confirmer la présence de bactéries, puis de définir les circonstances dans laquelle cette eau a été contaminée et enfin la désinfection. Qui consiste à la recherche des germes totaux, Coliformes totaux et fécaux, des Streptocoques fécaux, des Clostridium sulfito -réducteurs. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau N°4 ET le tableau N°5

La contamination microbiologique EST de loin le risque associé à l'eau de boisson le plus grave pour la santé publique. Les agents pathogènes dans l'eau – bactéries, virus, protozoaires et helminthes – peuvent entraîner un grand nombre de problèmes de santé. (UNICEF, 2008).

IV.2.3.1. L'analyse microbiologique des germes totaux

L'analyse microbiologique des germes totaux montre que les deux eaux; l'eau minérale de Mansourah et l'eau de consommation présente une absence totale des germes totaux 0/100ml.

On constate que ces valeurs sont conformes aux la réglementation algérienne (<10germes par ml à 37°)

IV.2.3.2. L'analyse microbiologique des coliformes totaux et fécaux:

Les coliformes totaux, Ce groupe hétérogène de coliforme appartient à la famille des entérobactéries et comprend plusieurs genres bactériens qui représentent la flore intestinale

Normale. Cependant, la plupart des espèces se retrouvent aussi naturellement dans le sol, la végétation et aussi dans l'eau (**Williams et al. 2004 et Pozos et al. 2004**).

Les coliformes thermorésistants se distinguent des coliformes totaux par leur capacité à se reproduire à des températures plus élevées (42-44.5°C). Ils sont associés à la pollution fécale plus étroitement que les coliformes totaux (**BCCDC, 2006**).

L'analyse microbiologique des coliformes totaux et fécaux montre que les deux eaux ; l'eau minérale de Mansourah et l'eau de consommation présente une absence totale des coliformes totaux et fécaux.

Les résultats obtenus sont conformes à réglementations Algérienne 0/100ml.

IV.2.3.3. L'analyse microbiologique des streptocoques fécaux

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

La recherche des streptocoques fécaux dans les eaux analysés: l'eau minérale Mansourah et l'eau de consommation de la région d'Ouargla a permis de montrer une absence totale de ces germes. Ce qui correspond aux normes algériennes qui excluent sa présence.

IV.2.3.4. L'analyse microbiologique des Clostridium sulfite-réducteurs

Les Clostridium sulfite- réducteurs sont des bactéries d'origine fécale, si elles se trouvent normalement dans les matières fécales, elles peuvent également vivre et se multiplier dans les milieux naturels (**SARI, 2014**).

Les résultats obtenus ont des valeurs nulles, ce qui correspond à la norme algérienne (**JORA 2011**) et celle de l'OMS qui excluent sa présence.

Conclusion

Conclusion

L'eau est une ressource utile à des fins domestiques, industrielles et agricoles et joue un rôle essentiel dans le métabolisme corporel et le bon fonctionnement des cellules, L'eau potable est essentielle à l'existence et la contamination biologique et chimique est un problème grave qui peut avoir de graves effets sur la santé.

Cette étude visait une contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et Microbiologique de l'eau minérale naturelle embouteillée MANSOURAH de **(MALEKLARBI, 2017)** et sa comparaison avec des eaux de consommation de la région d'Ouargla de **(MOHAMEDKAHOULET AL, 2014)**.

Il en ressort de ce travail les constatations suivantes:

Du point de vue les paramètres physico-chimiques de l'eau MANSOURAH tels que le PH, la dureté totale, le calcium, le magnésium, le chlorure, le sulfate, le sodium, le *potassium* et nitrate, sont comprises dans les intervalles proches des normes algériennes et L'OMS, tandis que les valeurs des eaux de consommation qu'excepté le pH et la teneur en magnésium et le nitrate qui sont dans les normes, tous les autres paramètres sont non conformes aux la réglementation algérienne.

Du point de vue les paramètres microbiologiques concernant l'eau minérale naturelle MANSOURAH et les eaux de consommation ont révélé l'absence totale des germes pathogènes tels que les coliformes fécaux, streptocoques fécaux et les clostridium sulfito-réducteur.

A la lumière des résultats obtenus, on considère que l'eau minérale naturelle Mansourah c'est une eau de bonne qualité physico-chimique et bactériologique, elle ne présente aucun danger pour la consommation humaine, et la qualité du les eaux de consommation de Ouargla est acceptable dans la mesure n'ont pas d'effets sur la santé du consommateur sauf qu'elle fait diminuer leur qualité sur le plan organoleptique.

A ce titre, il est important de réaliser des analyses périodiques pour suivre l'évolution de la qualité de l'eau potable pour éviter sa contamination et préserver la santé des populations

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

- **Arrêté interministériel du 22 janvier 2006** – fixant les proportions d'éléments contenues dans les eaux minérales naturelles et les eaux de source ainsi que les conditions de leurs traitements ou les adjonctions autorisées (JO N°27 du 26 Avril 2006, P9)
- **APFELBAUM., 1995** – Diététique et nutrition 3eme. Edition. Masson
- **Ashbolt NJ., Grabow W.O.K, Snozzi M., 2001** – Indications of microbial water quality. Quality: Guidelines, standards and Health. Riskassessment and management for water-relatedinfectiousdisease, IWA Publishing, London, p. 289-316.
- **Ayad W., et Kahoul M., 2017** – Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de puits dans la région d'El-Harrouch: Microbiologie appliquée. Thèse de doctorat, université Badji Mokhtar, Annaba, 156 p.
- **BEAULIEU PH., FISSET B., 2009** – Eau du robinet : une exigence de qualité. Cahiers de nutrition et de diététique.44 : 294-301
- **Belghiti M. L., Chahlaoui A., Bengoumi D., El Moustaine R., 2013** –Etude de la qualité physicochimique et bactériologique de la nappe plio-quaternaire de la région de Meknès (Maroc). 16p.
- **BCCDC EnvironmentalHealthLaboratory Services (2006)** – SafeDrinking Water: Public HealthLaboratory Surveillance Update. Colombie-Britannique, Canada. Disponible à : www.vch.ca/media/Safe%20Drinking%20Water_%20Public%20Health%20Laboratory%20Surveillance.pdf
- **BERNE F et CORDONNIER G., 2000** – Traitement des eaux ,Edition :Technip , paris , p7
- **BOEGLIN.J,** – Propriétés des eaux naturelles (technique de l'ingénieur traité environnement, G1, p110
- **Bouchemal F. 2017** – Diagnostic de la qualité des eaux souterraines et superficielles de la région de Biskra: Hydraulique. Thèse de doctorat, Université Mohamed Khider, Biskra, 179 p.
- **BOURGEOIS, R., C-M., MESCLE, J-F., et ZUCCA, J., 1991.**Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments.Tome1.Edition : Lavoisier. Tec et Doc.p :260-261
- **BOURGEOIS C.M., MESCELE J.F., ZUCCA J., 1996**–Microbiologie alimentaire : aspect microbiologique et la sécurité et de la qualité des aliments, Tome 1, Edition : Lavoisier, Tec et Doc, p260-261
- **Bouzaini, M., 2000** – L'eau de la pénurie aux maladies. Ed., Ibn khaldoun, pp(11), Alger
- **Cadot C., 1990** – Les traitements de l'eau. Edition Ellipes, Paris, 247 p
- **Carip C., Salavert M-H., Tandeau A., 2015** – Microbiologie, hygiène et droit alimentaire. 8 Edition, Lavoisier.

- **Centre d'Expertise En Analyse Environnementale Du Québec. 2016** – Détermination de la turbidité dans l'eau : méthode néphélométrique. MA. 103 – Tur. 1.0, Rév. 5, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, 11 p.
- **CFPTEP., 2015** – Recommandation pour la qualité de l'eau potable au Canada : <https://www.canada.ca/content/dam/hcsc/documents/services/publications/healthy-living/guidelines-canadiandrinking-water-quality-guideline-technical-document-ph-fra.pdf>. Consulté le 19/03/2018
- **Cheval., 1982** – la désinfection des eaux de consommation étude technique de synthèse, technique de documentation. Paris
- **CODEX S., 1981** – Norme codex pour les eaux minérales naturelles,
- **Codex Stan. n° 108-81. 2008** – Norme Codex pour les eaux minérales naturelles, 4 p.
- **COURBEBASSE M., 2015.** L'eau, nutriment essentiel. Cahiers de nutrition et de diététique. 50 : 5-12.
- **DEGREMENT., 2005**–Mémento technique de l'eau, Lavoisier de l'eau Tome 1, paris
- **Delarras C., 2014** – Pratique en microbiologie de laboratoire:Recherche des bacteries et de levures moisissures. Edition :Lavoisier. Paris
- **DESJARDINS.R., 1997**– le traitement des eaux, Edition de l'école polytechnique de Montréal, France
- **Dégréement., 2005** – « Mémento technique de l'eau ». Lavoisier-Lexique technique de l'eau. Tome 1, Paris
- **DJELLOULI H. M., 2005** – Qualité physico-chimique des eaux de boissons du sud Algérien; Etude de l'excès en sels minéraux, Vol. 15 n°2, pp.109-112
- **DIOP C., 2006** – étude de la qualité microbiologique des eaux de boisson conditionnées en sachet et vendues sur la voie publique dans la région de Dakar, mémoire de diplôme d'études approfondies de productions animales, université cheikh antadiop de Dakar.
- **D. HILLEL** traduit de l'anglais par Louis **W. DE BACKER** L'eau et le sol: Principes et processus physiques. CABAY, Libraire-éditeur, LOUVAIN-LA- NEUVE 1984. 288p
- **Environmental Health Laboratory Services. 2006** - SafeDrinking Water: Public HealthLaboratory Surveillance Update. Colombie-Britannique, Canada
- **EYOG T. 1990** Contribution à l'étude de l'eau minérale, Thèse pharmacie, Dakar, n° 21
- **Fondation Nationale de la Santé.2013** – Manuel pratique d'analyse de l'eau 4ème édition Brasilia. P57, 67 Brésil
- **Frank M., 2002** – Analyses des eaux, centre de documentation pédagogique d'Aquitaine, pp .165-240.)
- **FRANK J. et KEMMER N.** – Manuel de l'eau, Editeur : Lavoisier, 1984, p3, p102, p105
- **FRICKE M., GRÜNHUT L., VAN DER W., 2003** – Classification of mineral water types and comparisonwithdrinking water standards. EnvironmentalGeology. 17(2) : 554–563
- **GANJOUS D., 1995** –La pollution des milieux aquatiques, 2eme Edition : Lavoisier,

- **GAUJOU, 1995** – la pollution de milieux aquatiques. Aide-mémoire. Ed. Technique et documentation. Lavoisier. Paris. 220p
- **Ghazali D., Zaid A., 2013** – Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (Région de Meknes à Maroc). Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 12, Janvier 2013, pp. 25-36
- **GROS CLAUDE G., 1999** – L'eau usage et polluants. Tome 2 Edition INRA Paris.
- **GUILLERIN A., 2018** – L'eau Minérale Naturelle : propriétés et usages. Diplôme d'Etat de Docteur en pharmacie. Université de Bordeaux Des Sciences Pharmaceutiques. Bordeaux ; France
- **HASLAY, C., et LECLERC, H., 1993** – Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition Lavoisier. Paris.
- **HENRY M., 1991** – Les Eaux Naturelles et les Eaux de Consommation Saint Laurent.
- **HOSPITALIER J., POIRIER R., 2008** – L'eau destinée à la consommation humaine. Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement. 69 : 496-505
- **HUBERT J., 2010** – Quelles eaux de boisson faut-il consommer? Progrès en urologie. 20 : 806—809
- **HURET H., 2018** – Les Eaux de Consommation Humaine et la Santé Publique : nutrition et santé. Ed Larousse, Paris
- **JEAN J.C., 2002** – La dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau, Paris
- **JORA., 2004** n° 45. Relatif à l'exploitation et la protection des eaux minérales naturelles et des eaux de source. D. Ex. n° 04-196, 15 juillet, 16p
- **Journal Officiel de la République Algérienne (JORA). 2011** – Décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine. Imprimerie Officielle. Les Vergers: Bir-Mourad Raïs. Alger. Algérie
- **Kazuaki Ito, 2009** – Takeshi Hirokawa, in Comprehensive Handbook of Iodine
- **LEEMANS M., BAWIN C., BELLON J., BOVY C., 2008** – Livre bleu tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur l'eau potable et l'assainissement des eaux usées. 3ème édition, Ed. Fédération Belge du Secteur de l'eau asbl, 5p
- **LECLERC. H, BUTLIUX. R, GUILLAUME. J, WALTER. P., 1997** – chimie des eaux
- **LEYRAL G., RONNEFOY C. et GUILLET F., 2002** – Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris, 245p.
- **M. Bouziani** – les pathologies infectieuses : aspects épidémiologiques et prophylactiques, ed, Dar El Gharb.
- **MALEK LARBI, 2017** – Aromatisation d'une eau minérale plate-Essai d'évaluation sensorielle, contrôle qualitatif en microbiologie. thèse. MAS. Contrôle de qualité. Univ. Tlemcen. 80p
- **MARCIER. J, 2000** – le grand livre de l'eau, Edition : la reconnaissance du livre, collecte art de vivre, p91
- **MEBARKI S., 2010** – Qualités physicochimiques et microbiologiques des eaux destinées à la consommation humaine de la ville de Honaine, mémoire d'ingénieur d'état en biologie, département de biologie, Université de Tlemcen

- **MEGHZILI B., 2003**–Suivi de la qualité des eaux de la station de traitement HamdiKrouma (Skikda). Essais d'optimisation .Thèse de magister Université de Biskra.77, 89 p
- **Mohamed K & ELouannasse B & Naima K., 2014** – Evaluation chimique et bactériologique des eaux de consommation de la région d'Ouargla.ScienceLib Editions Mersenne : Volume 6, N° 140405 ISSN2111-4706
- **MOKEDDEM, K. et OUDDANE, S., 2005**– Qualité physico-chimique et Bactériologique de l'eau de source Sidi Yaakoub (Mostaganem), Mémoire d'ingénieur institut de biologie –Mascara, p 18-22
- **Mozas et Alexis Ghozen., 2013** – IPEMED, état des lieux du secteur de l'eau en Algérie, études et analyses octobre 2013
- **Odoulami L., 2009** – Problématique de l'eau potable et de la santé humaine dans la ville de Cotonou (République du Benin). Thèse de doctorat. Université d'Abomey-Calavi. 230p
- **OMS 1972**– Directive de la qualité pour l'eau de boisson Genève
- **OMS 1997**– Exigences de qualité. Les eaux destinées à la consommation humaine
- **OMS 1998**– Exigences de qualité. Les eaux destinées à la consommation humaine
- **OMS 2003 & mercier j., 2000**– le grand livre de l'eau .p143
- **(OMS, http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diseasefact/fr/index.html** Eau, assainissement et santé. Aide-mémoire sur les maladies liées à l'eau. Consulté le Mercredi 02 mars 2011)
- **OMS et FAO., 2007** – l'eau, première édition, Rome
- **OMS, http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diseasefact/fr/index.html**
- Eau, assainissement et santé. Aide-mémoire sur les maladies liées à l'eau. Consulté le Mercredi 02 mars 2011
- **Pozos N, Scow K, Wuertz S et Darby J., 2004** – UV disinfection in a model distribution system: biofilm growth and microbialcommunity. Water Res 38: 3083–3091
- **REJSEK, F., 2002**–Analyse des eaux. Aspects réglementaires et technique. Édition. Scérén,pp (45-54),France
- **RICHARD C., 1996** – Collection option bio: Les eaux, les bactéries, les hommes et les animaux. Sc. & Méd. Paris: Elsevier, 115p
- **RODIER. J, BAZIN. C, BROUTIN, P, CHAMBON.P, CHAMPSAUR. H, RODI. L, 1996** – édition DUNOD, PARIS
- **Rodier, J., Legube, B, Merlet, N., et coll., 2009** - Analyse de l'eau, série l'environnement et sécurité. Paris, France, Dunod 8eme, pp.127, 754, 755, 759
- **RODIER J., 2009** –L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 9eme Edition : Dunod, Paris
- **SAMAKE H., 2002**–Thèse analyse physicochimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 et 2001.
- **SARI H., 2014** –Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source « Attar » (Tlemcen) mémoire du fin d'étude pour l'obtention de diplôme master option : Science des aliments, université Abou – BekrBelkaidTelemcen, 2p
- **SOUMARE I. G., 1997** – Contribution à l'étude de la qualité hygiénique des eaux de boisson vendues sur la voie publique.Th : Méd. vet : Dakar ; 10
- **SPELLMAN et FRANK – 2008** The science of water.p417

- **Tabouche N. , Achour S., 2004** –Etude de la qualité des eaux souterraines de la région orientale du sahara septentrional algerien. Larhyss Journal, 03 : 99 – 113
- **THOMAS J, THOMAS E., 2005** –Urée et créatinine sanguines en début et fin de cure à Vittel. La presse thermique et climatique, Paris, pp.235-239.
- **TOURAB H., 2013** – Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Haouz, mémoire de fin d'études eau et environnement, Université Cadi Ayyad Marrakech
- **UNICEF 2008** –Manuel de qualité de l'eau de l'UNICEF. UNICEF, New York, USA. Disponible
www.unicef.org/wash/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf:
- **URL** : <http://www.lenntech.fr/eaux-souterraines/fer.htm#ixzz4iIGIRLPr>
- **Vermande P., 2002**– La Gestion Intégrée de l'Eau : les enjeux mondiaux et régionaux. In : Actes du Colloque International réalisé à Port-au-Prince les 26, 27, 28 juin 2002. pp 10-19
- **VILAND M., MONTIEL A., 2001**– Guide pratique pour les intervenants en milieu rural africain, Eau et Santé Programme solidarité Eau, Edition de Gret France
- **VILAGNES R.F., 2003** – Eau, Environnement et santé publique ; 2ème édition Tec&Doc .Paris
- **WHO, 1998** – Guidelines for Drinking Water Quality”, Healthcriteria and othersupporting information Geneva, 2nd ed., volume 2.
- **WHO .2006** – Guidelines for drinking-water quality. First addendum to thirdedition. Volume 1. Recommendations. 595p. WHO
- **WHO. 2011**– Guidelines for drinking-water quality. Fourthedition. Geneva. 564p.
- **Williams MM, Santo Domingo JW, Meckes MC, Kelty CA et Rochon HS., 2004** – Phylogeneticdiversity of drinking water bacteria in a distribution system simulator. J. Appl. Microbiol. 96: 954–964
- **ZYMAN K., 1998** – Le guide des analyses d'eau potable, la lettre du cadre territorial.

ANNEXES

Annexe 1 : Article - KAHOUL

Evaluation chimique et bactériologique des eaux de consommation de la région d'Ouargla (Algérie)

Chemical and bacteriological assessment of drinking water in the region of Ouargla (Algeria)

Mohamed KAHOUL¹, Elouannasse BASSOU² et Naïma KOULL²

¹ : Laboratoire des sols et développement durable-Université Badji Mokhtar - Faculté des sciences. BP 12 Annaba – Algérie. E-mail : kahomed@yahoo.fr

² : Université Kasdi merbah - Département d'agronomie. Ouargla – Algérie.

Résumé :

La région d'Ouargla renferme d'importantes réserves d'eau. Les eaux exploitées pour l'alimentation sont issues de deux grands systèmes aquifères connus au Sahara algérien. Pour apprécier la qualité de l'eau de cette région, nous avons réalisé un contrôle physico-chimique et bactériologique qui a porté sur plusieurs échantillons d'eau prélevés dans différents sites de la ville d'Ouargla. Le contrôle a été effectué sur ces échantillons en mesurant les paramètres chimiques suivants : le pH, le calcium (Ca⁺⁺), le magnésium (Mg⁺⁺), le sodium (Na⁺), les chlorures (Cl⁻), les sulfates (SO₄⁻⁻), les nitrates (NO₃⁻) et la dureté (TH) et en recherchant éventuellement les germes indésirables (coliforme fécaux, streptocoques fécaux, Clostridium sulfite-réducteurs). Les résultats obtenus ont montré que la qualité chimique des eaux de la région d'Ouargla est moyennement bonne dans la mesure où la majorité des paramètres dosés dépassent les normes préconisées. Les eaux de cette région sont dépourvues de germes, car les résultats des analyses bactériologiques ont été tous négatifs et par conséquent la qualité sur ce plan est satisfaisante.

Mots clés : Eaux de consommation, Chimie, Bactériologie, Ouargla.

Abstract

The Ouargla region contains important water supplies. The water used for food come from two major aquifer systems known in the Algerian Sahara. To assess the water quality of this region, we performed a physico-chemical and bacteriological control which focused on several water samples from different sites of the city of Ouargla. The testing was performed on these samples by measuring the following chemical parameters : pH, calcium (Ca⁺⁺), magnesium (Mg⁺⁺), sodium (Na⁺), chloride (Cl⁻), sulfate (SO₄⁻⁻) nitrate (NO₃⁻) and hardness (TH), and optionally looking for unwanted bacteria (fecal coliform, fecal streptococci, Clostridium sulfite-reducing). The results showed that the chemical water quality of the Ouargla region is moderately good insofar as the majority of measured parameters exceed the recommended standards. The water in this region are devoid of germ as bacteriological results were all negative and hence the quality is satisfactory in this case.

Key words: Drinking water, Chemistry, Bacteriology, Ouargla.

1- INTRODUCTION

L'eau est l'un des composants majeurs de l'atmosphère et des organismes vivants, dont elle constitue de 50 à 90% du poids. Les origines des eaux de boisson sont multiples, mais ceux qui répondent aux normes de potabilité sont très peu nombreux, à cause de leur utilisation abusive de plus en plus par l'homme dans l'alimentation, l'agriculture et autres. L'eau fournie à la consommation provient soit des eaux alluvionnaires soit, des eaux souterraines sont des eaux de surface. La plupart des eaux, surtout de surface, sont très souillées et doivent subir un traitement de purification. Des analyses sont donc nécessaires pour apprécier leur degré de pollution et détruire tous les germes pathogènes qui provoquent de nombreuses épidémies. Ceci réduit les problèmes sanitaires causés par ces eaux avant leur distribution aux consommateurs. La région de Ouargla située au sud-est de l'Algérie renferme d'importantes réserves d'eau. Les eaux exploitées pour l'alimentation sont issues de deux grands systèmes aquifères connus au Sahara algérien dont le premier est le complexe terminal regroupant les formations du mio-pliocène et du sénonien et le second qui est le continental intercalaire ou nappe albienne [4].

Diverses études ont aussi porté sur la qualité des eaux de ce système aquifère. Elles ont pu estimer leur potabilité, leur aptitude à l'irrigation, et par conséquent, leur impact sur la santé humaine et l'environnement [1] [3] [12].

La présente étude a été réalisée afin d'apprécier sur le plan physico-chimique et bactériologique la qualité des eaux de consommation de l'agglomération de Ouargla et ce, en mesurant dans un grand nombre d'échantillons d'eau prélevés au niveau de foyers de la ville les paramètres physico-chimiques à savoir le pH, le calcium, le magnésium, le sodium, les chlorures, les sulfates, les nitrates, la dureté et en recherchant éventuellement les germes indésirables (coliformes fécaux, streptocoques fécaux, Clostridium sulfito-réducteurs).

2 - MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation de la région d'étude

La wilaya d'Ouargla, large territoire de 163 230 km². Elle occupe la frange la plus au centre du Sahara dont elle constitue l'un des plus importants maillons. La wilaya est située dans la partie sud du pays. Elle est limitée: au Nord par les wilayas de Djelfa, Biskra et El-Oued, au Sud par Illizi et Tamanrasset, à l'Est par la Tunisie, à l'Ouest par Ghardaïa [2].

La wilaya de Ouargla est caractérisée par un climat saharien, avec une pluviométrie très réduite, des températures élevées, une forte évaporation et par une faiblesse de la vie biologique de l'écosystème. Les températures moyennes mensuelles enregistrées au mois le plus chaud (juillet) sont de 48° C à Touggourt et de 50° C à Hassi-Messaoud. Alors que celles du mois le plus froid (janvier) sont de 10,8° C à Touggourt et de 9,7° C à Ouargla. Les ressources hydriques sont représentées par les eaux souterraines à partir de quatre grandes nappes aquifères [2].

Figure 1 : Représentation géographique de région d Ouargla

2.2. Echantillonnage et analyses

Les sites où ont lieu les prélèvements des échantillons d'eau sont localisés dans la commune de Ouargla et sont au nombre de cinq. Ces sites ont été choisis au hasard dans différentes cités de la commune. Ces sites ont été localisés sur la figure 2 en se référant à Google Earth [7].

Figure 2 : Localisation des sites d'échantillonnage dans la région d'étude

Les échantillons d'eau nécessaires à l'analyse physico-chimique ont été prélevés dans des flacons jetables en matière plastique et ensuite conservés à 4°C pendant le transport au laboratoire, puis analysés dans les 24 heures qui suivent. A chaque prélèvement, la température et le pH de l'eau ont été mesurés in situ. Pour l'analyse bactériologique, les échantillons sont recueillis dans des flacons en verre stériles de 250 ml munis de bouchons à vis tout en respectant les conditions aseptiques les plus rigoureuses [5]. Les analyses physico-chimiques ont été réalisées selon les méthodes décrites par Rodier et al, (2009) [14], et ont concerné le pH, la dureté (TH), les nitrates, le sodium, les chlorures, les sulfates, et le Calcium.

Les analyses bactériologiques ont porté sur la recherche des coliformes totaux et l'identification d'*Escherichia coli* par l'enrichissement dans un milieu de culture lactosé (BCPL)[13][14], la recherche et le dénombrement des streptocoques fécaux basés sur un test présomptif et un test confirmatif par ensemencement en milieu liquide et la détermination de leur nombre le plus probable (NPP), enfin la recherche et le dénombrement des *Clostridium* sulfito-réducteurs basés sur la sélection des spores et l'enrichissement dans un milieu liquide (gélose- viande) [8].

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques mesurés dans les eaux de consommation de la région d'Ouargla (Tableau 1) sont globalement variables d'un site de prélèvement à l'autre. Le pH des eaux contrôlées va 7,41 à 7,78 et s'avère normal vu que les valeurs du pH doivent être, selon les normes locales de potabilité de l'eau [9], comprises entre 6,5 et 9. Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potable et sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés (terrain calcaire ou gypseux) [15]. Les teneurs en calcium des eaux de la région d'étude sont relativement élevées par rapport à la concentration maximale admissible qui est de 200mg/l [9] pour l'eau potable. L'analyse des eaux a révélé des teneurs dans les normes pour le magnésium et les nitrates dont les valeurs admissibles ne doivent pas dépasser respectivement 150mg/l et 50mg/l. Dans le cas des nitrates, le consommateur de ces eaux est donc à l'abri de risques sur sa santé sachant que cet élément en forte teneur peut causer selon L'Hirondel, (2009) [10], la méthémoglobinémie chez les nourrissons de moins de 6 mois. La teneur en chlorures des eaux analysés n'est conforme aux normes que dans les sites 1 et 2 étant donné qu'elle est inférieure à celle recommandée par les normes algériennes

dans le cas des eaux souterraines et qui est de l'ordre de 500 mg/l. Ils s'avèrent selon Rodier et al (2009) [14] que même dans le cas de quantités très élevées dans l'eau potable qui peuvent atteindre 900 mg/l, en particulier dans les zones arides, les chlorures n'auraient pas d'effets néfastes sur la santé du consommateur. La norme du sodium dans l'eau potable édictée par la réglementation locale [9], et celle de l'OMS [13], est de 200mg/l. On considère ordinairement le goût de l'eau potable comme désagréable lorsque la concentration du sodium dépasse cette teneur. Le sodium n'est pas considéré comme toxique étant donné qu'un adulte normal en absorbe jusqu'à 5 g/jour [6]. Les valeurs des résultats obtenus concernant le sodium sont toutes supérieures à cette norme ce qui par conséquent, contribue à diminuer la qualité des eaux de la région d'étude sur le plan organoleptique. Par rapport à la réglementation locale qui recommande une valeur limite de 400mg/l en sulfates [10], les eaux analysées ont, selon les résultats obtenus, des teneurs en sulfates qui varient de 660 à 1150 mg/l et sont donc toutes supérieures aux normes. Ces valeurs excessives pourraient ne pas avoir de risques sérieux sur la santé du consommateur. En effet, l'eau ayant une concentration de sulfate de magnésium de 1 000 mg/L a un effet purgatif chez l'humain normal, mais les concentrations inférieures sont apparemment sans danger physiologique pour la population en général[12]. On a également signalé que l'humain peut, avec le temps, s'adapter à des concentrations plus élevées[17] et que la présence de sulfates dans l'eau potable peut aussi donner à celle-ci un goût perceptible et le seuil gustatif des divers sulfates (sels) semble être égal ou supérieur à 500 mg/L pour la population en général[18]. La dureté totale (TH) représente principalement les sels de calcium et de magnésium, elle est exprimée en degré Français (°F). Les classes d'eau selon la dureté sont : eau douce (0 – 7 °F), eau modérément douce (7 – 22 °F) , eau assez douce (22 – 32°F) , eau dure (32 – 54 °F) , eau très dure (>54°F). En comparant les valeurs de la dureté des eaux analysées, il ressort de cela que l'eau de tous les sites est très dure. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Tabouche (2004) [16], qui a révélé que les eaux souterraines de la région orientale du Sahara septentrional algérien sont très dures.

3.2. Paramètres bactériologiques

Sur le plan bactériologique tous les échantillons d'eau analysés ont montré une absence totale de germes indésirables (coliformes totaux et *Escherichia coli*, streptocoques fécaux et *Clostridium sulfito-réducteurs*) (Tableau 2) et sont conformes aux normes bactériologiques locales [10], de potabilité. Cette absence de ces germes s'expliquerait par le fait que ces eaux sont bien traitées au chlore avant leur distribution.

Tableau 1 : Résultats de l'analyse physico-chimique des eaux des sites (S1, S2, S3, S4, et S5)

Paramètres	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5
pH	7.73	7.69	7.41	7.6	7.78
Ca ⁺⁺ (mg/l)	165.5	222.5	221	231.5	233.5
Mg ⁺⁺ (mg/l)	103	108.5	133	136	138
Na ⁺ (mg/l)	220	337.5	414	433.5	442.5
k ⁺ (mg/l)	6	13	23.5	24.5	24.5
Cl ⁻ (mg/l)	251.5	381.5	831.5	750	790.5
SO ₄ ⁻⁻ (mg/l)	875	1150	660	799	777
NO ₃ ⁻ (mg/l)	5.26	3.5	9.2	13	10
TH(°F)	83.5	100.2	110	112	115

Tableau 2 : Résultats des analyses bactériologiques des eaux des sites (S1, S2, S3, S4, S5)

Type de germes	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5
Coliformes totaux (germes/ml)	00	00	00	00	00
Escherichia coli (germes/ml)	00	00	00	00	00
Streptocoques fécaux (germes/ml)	00	00	00	00	00
Clostridium sulfito-réducteurs (germes/ml)	00	00	00	00	00

4. CONCLUSION

Au terme de cette étude qui a porté sur l'évaluation des eaux de consommation de la région de Ouargla et dont les résultats de l'analyse chimique a montré qu'excepté le pH et la teneur en magnésium qui sont dans les normes, tous les autres paramètres à savoir le calcium, le sodium, les chlorures, les sulfates, les nitrates, la dureté sont, à travers leurs valeurs obtenues, non conformes aux textes réglementaires. Ces valeurs anormales qui s'expriment par des teneurs relativement élevées en éléments chimiques dans les eaux analysées n'ont pas d'effets sur la santé du consommateur sauf qu'elle fait diminuer leur qualité sur le plan

organoleptique. Par contre, les analyses bactériologiques ont révélé que les eaux de cette zone sont exemptes de germes indésirables, prouvant à cet effet que les opérations de chloration sont bien menées par les services concernés, mettant par conséquent le consommateur à l'abri de toute maladie microbienne à transmission hydrique.

5. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] - Achour. S. ; Youcef. L. (2001). Excès des fluorures dans les eaux du Sahara septentrional oriental et possibilité de traitement. E.I.N. International, 6 : 47-54.
- [2] - ANDI, (2013). Monographie de la wilaya de Ouargla, Algérie.
- [3] -Bouchahm. N. ; Achour.S. (2008). Hydrochimie des eaux souterraines de la région orientale du Sahara septentrional algérien – Identification d'un risque de fluorose endémique. La houille blanche, 02 : 76-82.
- [4] - Brigol R. (1975).Le pays de Ouargla. p. 389.
- [5] - Degremond B. (1967). Mémento technique de l'eau. Ed paris, Tome 1.
- [6] - Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) (2009).Nitrates et nitrites.
- [7] - Google, (2013).Google Earth.
- [8] - Guiraud J. P., (1998) . Microbiologie alimentaire. Ed. Dunod. [9] - Ianor (1992). Normes algériennes. 1ere édition.
- [10] - L'Hirondel J., (1993). Les méthémoglobulinémies du nourrisson. Données nouvelles. Cah. Nutri. Diet. , 28 : 341-9.
- [11] - McKee J.E. ; Wolf, H.W., (1963). Water quality criteria. 2e édition. California State Water Quality Control Board, Sacramento, CA.
- [12] - Megdoud M., (2003). Qualité des eaux du sahara septentrional. Journées techniques et scientifiques sur la qualité des eaux du Sud, El Oued.
- [13] - OMS, (1986). Directives de qualité pour l'eau de boisson, 2 : 10-15.
- [14] - Rodier J. ; Legube B. ; Merlet N., (2009). L'analyse de l'eau Ed. Dunod. 78- 1368.
- [15] - Schwartzbrod L., (1996). Virologie des milieux hydriques ,10-12.
- [16] - Tabouche N. , Achour S., 2004. Etude de la qualité des eaux souterraines de la région orientale du sahara septentrional algerien. Larhyss Journal, 03 : 99 – 113
- [17] - U.S. Environmental Protection Agency, (1985). National primary drinking water regulations: synthetic organic chemicals, inorganic chemicals and microorganisms; proposed rule. Fed. Regist., 50 (219) : 46936. [18] - Zoeteman, B.C.J, (1980). Sensory assessment of water quality. Pergamon Press, New York, NY.

Annexe 2 : Composition des milieux x de culture et des réactifs

1) Milieu liquides

1-1) lactose au pourpre de bromocrésol (B.C.P.L)

- **Bouillon Double concentration (D/C)**

➤ Extrait de viande de bœuf	6g
➤ Peptone	10g
➤ Lactose	10g
➤ Pourpre de bromocrésol	0.06
➤ Eau distillé	1000ml

- **Simple concentration (S/C)**

➤ Extrait de viande de bœuf	3g
➤ Peptone	5g
➤ Lactose	5g
➤ Pourpre de bromocrésol	0.03g
➤ Eau distillée	1000ml

PH=7 autoclaver pendant 20 min à 120°C

1.2) Milieux de Rothe :

- **Double concentration (D/C) :**

➤ Tryptone	40g
➤ Glucose	10g
➤ Phosphate bipotassique	5.4g
➤ Chlorure de sodium	20g
➤ Phosphate monopotassique	5.4g
➤ Acide de sodium	0.4g
➤ Eau concentration distillée	1000ml

- **Simple concentration (S/C) :**

➤ Tryptone	20g
➤ Glycose	5g
➤ Chlorure de sodium	5g
➤ Phosphate mono potassique	207g
➤ Acide de sodium	0.2g
➤ Eau distillée	1000ml
➤ pH= 6.8-7 .Autoclaver pendant 15 mn à 121°C	

1-3) bouillons glucosé à l'éthyle le violet et Azide de sodium (EVA) :

- Tryptone 20g
- Glucose 5g
- Chlorure de sodium 5g
- Phosphate bi potassique 2.7g
- Acide de sodium 0.3g
- Ethyle violet 0.0005g
- Eau distillée 1000ml
- Ph=7, Autoclaver 20 min à 115°C

1-4) milieu Schubert :

- Tryptone 20g
- Glycose 5g
- Chlorure de sodium 5g
- Phosphate mono potassique 0.3g
- Acide de sodium 0.3g
- Solution d'éthyle violet 5ml
- Eau distillée 1000ml
- Autoclaver 20 min à 120°C

NB :

Les milieux « BPCL et Schubert » reçoivent d'une cloche de durham.

1-5) milieu litsky:

- Tryptone20mg
- Glucose..... 5 mg
- Chlorure de sodium... 2.7mg
- Phosphate mono potassique.....2.7mg
- Phosphate di potassique... 2.7mg
- Acide de sodium... 0.3 mg
- Solution d'éthyle violet..... 5ml
- Eau distillée.....1 000ml
- pH=6. 7 Autoclaver pendant 20 min à 115 °C

2) milieux solides :**2-1) gélose tryptone glucose Extrait de levure (TGEA)**

- Trypton 5 g
- Glucose..... 1 g

- Extrait de levure25g
- Gélose..... 15g
- Eau distillée.....1 000 ml
- pH=7. Autoclaver pendant 20 min à 120°C

2-2) gélose viande-foie (VF)

- Base viande-foie20g
- Glucose0.75gAmidon..... 0.75g
- Sulfite de sodium..... 1.2g
- Sodium carbonate... 0.67
- Agar-agar..... 11g
- Eau distillée..... 1000ml

pH= 7.6 .Autoclaver pendant 15 mn à 120°C

Annexe 3 : Analyse physico-chimique

1. Dosage de la dureté total (Titre hydrométrique TH) :

- **Réactifs utilisés :**
 - Solution EDTA 0.02N
 - Solution tampon Noah (pH=10)
 - NET indicateur coloré

- **Mode opératoire :**

Introduire 100 ml d'eau à analyser dans un erlenmayer de 250 ml, ajouter 2 ml de solution tampon (pH=10) et 3 gouttes d'indicateur coloré NET, la solution se colore violet. Titrer avec la solution EDTA jusqu'au virage du violet au bleu franc.

On peut utiliser comme indicateur le noir d'ériochrome qui se combine avec l'ion magnésium et donne la coloration rouge, mais il réagit mal avec l'ion calcium.

Pour des duretés élevées, ne prélever que 25 ml ou 50 ml, amener à 100 ml avec de l'eau distillée

2. Dosage de la dureté calcique :

- **Réactifs utilisés :**
 - EDTA à 0.02 N
 - Solution NaOH à 0.1 N Murixide

- **Mode opératoire :**

Prélever 100 ml d'eau à analyser dans une erlenmayer de 250ml, ajouter 2 ml de soude et une pincée de Murixide. Titrer avec la solution EDTA jusqu'au virage du rose au pourpre.

3. Dosage de chlorures :

- **Réactifs utilisés :**
 - Solution de chromate de potassium à 10%
 - Solution de nitrate d'argent à 0.1N

- **Mode opératoire :**

Introduire 100 ml d'eau à analyser dans une fiole conique de 250 ml; puis ajouter 3 gouttes de chromate de potassium à 10 % puis titrer avec le nitrate d'argent (AgNO_3 0.1N) jusqu'au virage au rouge brique

4. Dosage des sulfates :

- **Réactifs utilisés :**

- Solution de chlorure de baryum
- Solution stabilisante

➤ **Mode opératoire :**

Introduire 1 ml de la solution stabilisant, ajouter ml de chlorure de baryum après agiter énergiquement pendant 1 mn. Ensuite effectuer la lecture à 420.

5. Dosage des nitrates :

➤ **Mode opératoire :**

Introduire 10 ml d'eau dans une capsule de 60 ml. Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium. Pour suivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage, préparer de la même façon un témoin avec 10ml d'eau distillée.

Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 415nm et tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

6. Dosage du sodium et du potassium :

Le dosage se fait par le passage des échantillons au spectrophotomètre d'absorption avec flamme.

Cet appareil pulvérise l'échantillon sous forme de très fines gouttelettes dans la flamme d'un chalumeau air -acétylène, doté d'un microordinateur.

Le sodium et le potassium émettent alors une lumière caractéristique de l'élément et de sa concentration que l'on mesure à l'aide d'une cellule photoélectrique.

L'élément à doser est choisi sur le spectrophotomètre d'absorption avec flamme en fonction d'un interrupteur (K^+ ou Na^+).

7. Mesure de la conductivité :

➤ **Mode opératoire :**

D'une façon générale, opérer avec la verrerie rigoureusement propre ; et rincer avant usage de l'eau distillée ;

Ajuster l'appareil à zéro ;

Ajuster la température de l'eau de l'air sur l'appareil ;

Rincer plusieurs fois l'électrode de platine, d'abord avec de l'eau distillée puis en le plongeant dans un récipient contenant de l'eau à analyser, en prenant soin que l'électrode soit complètement émergé ;

Rincer abondamment l'électrode avec de l'eau distillée après chaque mesure ;

Les résultats sont exprimés en micro Siemens par centimètre ($\mu S/cm$).

Annexe 4

Analyse bactériologique

4.1. Préparations de milieux de culture

4.1.1. Préparation de tergitol

La gélose est stockée dans des flacons de 180 ml en couleur verte

- Liquéfier le milieu à 100°C au bain marie
- couler la gélose dans les boites de pétri petit diamètre
- fermer la boîte et Laisser refroidir.

4.1.2. Préparation de slanetz

Même chose que le tergitole la slanetz est aussi présenté en forme solide dans des flacon de 180 ml

- La gélose est stockée dans des flacons de 180 ml en couleur orange
- Liquéfier le milieu à 100°C au bain marie
- couler la gélose dans les boites de pétri petit diamètre
- fermer la boîte et Laisser refroidir.

4.1.3. Préparation de viande-foie

La viande-foie est sous forme de gel solide dans des flacons de 100 ml de couleur jaune

- Liquéfier le milieu à 100°C au bain marie avant l'utilisation.

4.2. Test de confirmation

4.2.1. Test de confirmation de coliforme

Après l'incubation des milieux de cultures de tergitole durant 48 h, retirer les boites de pétri et

Faire la lecture :

- absence de tache sur la membrane : eau de bonne qualité bactériologique
- présence de tache de couleur verte : eau de bonne qualité bactériologique
- présence de tache jaune à orange (plus que 10 ou 15 taches) : eau contaminée

Faire un repiquage dans un milieu de VBL pour les coliformes totaux et incuber a 37 C° à l'autoclave et dans un milieu Shuber pour les coliformes fécaux a 44 C°.

Si à la fin de la période d'incubation de l'heure 24/48 on observe la formation de gaz dans le

Tube à essai Durham et l'apparition d'une couleur trouble, le test est considéré comme

Positif. S'il n'y a pas de formation de gaz, le test est considéré comme négatif.

- Si le tube de durham de Shuber est positif ajouter quelques gouttes de Kovacs :

Présence des anneaux rouge : présence d'Escherichia Coli.

4.2.2. Test de confirmation de streptocoque

Après l'incubation des milieux de cultures de slanetz durant 48 h, retirer les boites de pétri et faire la lecture :

- absence de tache : eau de bonne qualité bactériologique
- présence de tache rose à rouge : eau contaminée.

Remettre la membrane de milieu de slanetz dans un autre milieu de confirmation le BEA, placé à l'autoclave à 44 C° pendant 2 h.

- si les colonies deviennent noires : présence de streptocoque

4.3. Test de confirmation de spores des clostridiums

Après l'incubation des milieux de cultures de viande de foie durant 48 h, retirer les boites de pétri et faire la lecture :

Absence de tache : eau de bonne qualité bactériologique

Présence des colonies entourées d'un halo noir : eau contaminée, présence de spore des Clostridiums.

ملخص

يحمل هذا العمل مقارنة علمية بين نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية والمكروبيولوجية للمياه المعدنية الطبيعية المعبأة لمنصورة التي قامت بها (مالك لاربي، 2017)، بمياه الصنبور بمنطقة ورقلة. (محمد كحول وآخرون، 2014)

أظهرت المعلمات الفيزيائية والكيميائية المختلفة التي تم تحليلها والكائنات الحية الدقيقة المختلفة التي تم البحث عنها مطابقة للمعايير الجزائرية، أن مياه المنصورة المعدنية الطبيعية المعبأة في زجاجات ذات نوعية جيدة لصحة المستهلكين، كما يمكن اعتبارها مياه الصنبور من منطقة ورقلة كمياه ذات نوعية جيدة.

الكلمات المفتاحية

مياه المنصورة المعدنية الطبيعية، مياه الصنبور، التحليل الفيزيائي والكيميائي، التحليل الميكروبيولوجي

Résumé

Ce travail porte une comparaison scientifique entre des résultats des analyses physico- chimiques et microbiologiques de l'eau minérale naturelle embouteillée MANSOURAH Qu'elle a fait par (MALEK LARBI, 2017), avec l'eau de robinet de la région d'Ouargla de (MOHAMED KAHOU ET AL, 2014).

Les différents paramètres physico-chimiques analysés et différentes micro-organismes recherchés sont conformes aux normes algériennes, ont permis de constater que l'eau minérale naturelle embouteillée MANSOURAH de bonne qualité pour la santé de

Consommateur, comme on peut considère l'eau de robinet de la région d'Ouargla comme une eau de bonne qualité.

Mots –clés

Eau minérale naturelle Mansourah, Eau de robinet, analyse physico-chimique, analyse microbiologiques.

Abstract

This work carries a scientific comparison between the results of the physico-chemical and microbiological analyzes of the bottled natural mineral water MANSOURAH that it made by (MALEK LARBI, 2017), with the tap water of the region of Ouargla of (MOHAMED KAHOU ET AL, 2014).

The different physicochemical parameters analyzed and the different microorganisms sought comply with Algerian standards, have shown that MANSOURAH bottled natural mineral water of good quality for consumer health, as can be considered tap water from the Ouargla region as good quality water.

Keywords

Natural mineral water IFRI, Tap water, physico-chemical analysis, microbiological analysis.