

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie



DÉPARTEMENT D'AGRONOMIE
MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE

Présenté par :

Lahmer Fatima Zohra

Bouchakour Madiha

Bouchachi Karim

Pour l'obtention du Diplôme de

MASTER EN BIOTECHNOLOGIE ALIMENTAIRE

THÈME

Comparaison entre les eaux de consommations

(Robinet et eau embouteillée)

Déposé le 15 /09/2021

Devant le jury :

Président : Ait SAADA Djamel M C Université de Mostaganem

Encadreur : BENMILOUD Djamel M A Université de Mostaganem

Examinatrice : BENDAHMENE Leila M C Université de Mostaganem

Année Universitaire : 2020/2021

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé au sein du laboratoire de l'Algérienne des eaux de la wilaya de Mostaganem.

Nous tenons pour cela à remercier :

Les responsables de l'Algérienne des eaux notamment le chef laboratoire pour nous avoir permis l'accès au laboratoire de l'entreprise.

*Notre encadreur **M.BENMILOUD. D** pour son dévouement et ces conseils qui nous a prodigué tout au long de ce projet, ainsi que pour son soutien moral. Qu'il trouve ici le signe de notre reconnaissance.*

Les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous font de siéger afin d'examiner ce travail.

Nous tenons enfin, à remercier tous ceux qui nous ont aidé de près comme de loin à la réalisation de ce travail.

Résumé :

Il est apparu que la vie sur terre a commencé dans l'eau des océans, nous même nous commençons notre vie dans le liquide amniotique composé à 99 % d'eau, nous sommes fait en grande partie d'eau, nous pouvons survivre longtemps sans manger mais pas sans boire ; l'eau c'est la vie.

L'eau de boisson qu'elle soit embouteillée ou de robinet, minérale ou de source doit répondre à plusieurs normes de qualité voir la quantité des minéraux dissouts, c'est pourquoi il est proposé de vérifier la teneur en minéraux de chaque eau pour pouvoir déterminer la catégorie et l'âge de personne pouvant la consommer.

ملخص:

بدأت الحياة على الأرض في مياه المحيطات ، ونحن أنفسنا نبدأ حياتنا في سائل أمنيوسي مكون من 99 ٪ ماء ، كما تتكون أجسامنا في الغالب من الماء ، ويمكننا أن نعيش لفترة طويلة دون أن نأكل ولكن ليس بدون شرب ؛ الماء هو الحياة.

يجب أن تستوفي مياه الشرب سواء كانت معبأة أو من الحنفية ، معدنية أو من بنابع لعدة معايير جودة منها كمية المعادن الذائبة ، ولهذا السبب يُقترح التحقق من المحتوى المعدني لكل المياه للتمكن من تحديد فئة وعمر الشخص الذي يمكنه أن يستهلكها.

SOMMAIRE

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

INTRODUCTION.....03

Chapitre I : L'eau. Généralité

I. Généralités sur les eaux	04
I.1. Définition de l'eau	04
I.2. La molécule de l'eau	04
I.3. Propriétés de l'eau	05
I.4. Cycle de l'eau	05
I.5. Répartition de l'eau sur la terre	06
I.6. Origine de l'eau	07
I.6.1. Les eaux souterraines	07
a- Les eaux de sources.....	07
b- Les eaux minérales naturelles	07
I.6.2. Les eaux de surface	08
I.7. Catégories d'eaux douces	08
I.7.1. L'Eau potable	08
I.7.2. L'eau de source	08
I.7.3. L'eau minérale naturelle	08
I.8. La distribution des eaux destinées a la boisson	08
I.8. 1. L'eau embouteillée	09
I.8.2. L'eau de robinet	09
I.9. Le dessalement	09
I.9.1. Définition du dessalement de l'eau de mer	09
I.9.2. Situation du dessalement dans le monde	09
I.9.3. Etapes de dessalement de l'eau de mer	09
I.10. Caractéristiques des eaux de consommation	10
I.10.1. Les caractères organoleptiques	10
I.10.1.1. La couleur	10
I.10.1.2. L'odeur	10
I.10.1.3. Le gout et la saveur	10
I.10.1.4. La turbidité	10
I.10.2. Caractères physico-chimiques	11
I.10.2.1. Le potentiel d'hydrogène	11
I.10.2.2. La conductivité électrique	11
I.10.2.3. La température	11
I.10.2.4. La résistivité	11
I.10.2.5. Les matières organiques	11
a- Matières organiques dissoutes.....	11
b- Matières en suspension.....	12

SOMMAIRE

I.10.2.6. Résidus secs	12
I.10.2.7. La dureté totale	13
I.10.2.8. Le CO ₂ libre	13
I.10.2.9. La minéralisation globale	13
I.10.2.10. Les sels minéraux dissous (les ions majeurs)	13
a) Les cations	13
b) Les anions	14

Chapitre II : Considération d'ensemble sur les eaux En Algérie

II.1. Les eaux embouteillées en Algérie	18
II.1.1. Marché des eaux embouteillées algériennes	18
II.1.2. Le prix des eaux de sources et des eaux minérales en Algérie	19
II.2. L'Eau dans la Loi Algérienne	19
II.3. Les axes de la politique nationale dans le domaine des ressources en eau	19
II.4. le dessalement d'eau de mer en Algérie	20
II.5. Une technologie au coût élevé	20
II.6. Station de dessalement (Mostaganem)	21
II.7. Présentation de l'algérienne des eaux	21
II.7.1. Création de l'ADE	21
II.7.2. Les objectifs de l'ADE	22
II.7.3. Le Laboratoire	22
II.7.4. Rôle du laboratoire	22
II.7.5. Organigramme du laboratoire	22

Chapitre 03 : Matériel et Méthodes

III.1. présentation des échantillons	23
III.2. Présentation des lieux d'échantillonnages	23
III.2.1. Station de dessalement d'eau de mer « SONACTER »	23
III.2.2. l'eau de robinet	23
III.3. Objectif	23
III.4. Matériel et méthodes	23
III.5. Mode d'échantillonnage	24
III.6. Mode de conservation de ces échantillons	24
III.7. Protocole expérimentale des Analyses physico-chimiques	25
III.7.1. Mesure du pH	25
III.7.2. Mesure de la conductivité électrique	26
III.7.3. Température	26
III.7.4. Mesure de la Turbidité	26
III.7.5. Chlorure (Cl ⁻)	27
III.7.6. Titre hydrotimétrique (TH)	27

SOMMAIRE

III.7.7. Titre calcique ($T_{Ca^{+2}}$)	27
III.7.8. Titre alcalimétrique complet et simple (TAC, TA)	27
III.7.9. Dosage de nitrate	28
III.7.10. Dosage de nitrite.....	28
III.7.11. Dosage de sulfate	29
III.7.12. Détermination du Dosage du Calcium (Ca^{+2}) par la dureté calcique TH, Ca^{+2} (Titre hydrométrique calcique)	29
III.7.13. Détermination du Dosage en Magnésium (Mg^{2+}).....	30
III.7.14. Détermination du Dosage de l'hydrogénocarbonate HCO_3^-	30
III.7.15. Détermination le Dosage de carbonate de calcium ($CaCO_3$)	31
III.7.16. Dosage de sodium et de potassium par photométrie de flamme	31
III.7.17. Résidus sec	32

Chapitre IV : Résultats et Discussion

IV.1. Norme de potabilité des eaux de consommations en Algérie.....	34
IV.2 .Les valeurs mentionnés sur l'étiquetage des eaux embouteillées analysés.....	35
IV.3. Résultats des analyses physico-chimiques	36
IV.3.1. Résultats des analyses physico-chimiques du 1 ^{er} prélèvement	36
IV.3.2. Résultats des analyses physico-chimiques du 2 ^{eme} prélèvement.....	37
IV.3.3. Résultats moyens des analyses physico-chimiques.....	38
IV.4. Les paramètres physico-chimiques.....	39
IV.4.1. Conductivité	39
IV.4.2. Titre Alcalimétrique (TA)	39
IV.4.3. Titre Alcalimétrique Complet TAC	40
IV.4.4. Dureté de l'eau TH.....	41
IV.4.5. Le calcium.....	42
IV.4.6. Magnésium.....	42
IV.4.7. Potassium (K^+)	44
IV.4.8. Sodium (Na^+)	45
IV.4.9. Sulfate (SO_4^{2-})	46
IV.4.10. Le nitrate (NO_3^-), et nitrite (NO_2^-)	46
IV.4.11. Bicarbonate (HCO_3^-)	48
IV.4.12. Le chlorure (Cl^-)	49
IV.4.13. Résidus secs	50
Conclusion.....	53
Référence.....	56

Liste des figures

Liste des figures

Titre	page
Figure I.1: Molécule d'eau (SPELLMAN et FRANK, 2008).	04
Figure I.2 : les différentes phases du cycle de l'eau. (MOUFFOK, 2008).	06
Figure I.3: une vue générale de l'usine de dessalement de Mostaganem	21
Figure IV.4.1 : Evaluation de la conductivité des échantillons étudiés.	39
Figure IV.4.2 : Evaluation du Titre Alcalimétrique TA des échantillons étudiés.	40
Figure IV.4.3: Evaluation du Titre Alcalimétrique Complet TAC des échantillons étudiés	41
Figure IV.4.4: Evaluation de la dureté de l'eau (TH) des échantillons.	42
Figure IV.4.5 : Evaluation de la concentration de calcium des échantillons étudiés	43
Figure IV.4.6: Evaluation de la concentration de magnésium des échantillons étudiés	44
Figure IV.4.7: Evaluation du taux du Potassium des échantillons analysés	45
Figure IV.4.8: Evaluation du taux du sodium des échantillons analysés	46
Figure IV.4.9: Evaluation du taux des sulfates des échantillons analysés	47
Figure IV.4.10: Evaluation du taux des nitrates des échantillons analysés	48
Figure IV.4.11: Evaluation de la concentration de bicarbonate(HCO_3) des échantillons analysés.	49
Figure IV.4.12: Evaluation du taux des chlorures des échantillons analysés.	50
Figure IV.4.13 : Evaluation des résidus sec des échantillons étudiés.	51

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Titre	Page
Tableau III.1 : Les concentrations maximales des substances Chimique contenues dans l'eau potable selon (OMS, 1997).	16
Tableau IV.1 : Norme Algérienne de potabilité de l'eau des paramètres physico-chimiques (telles que précisées par le journal officiel de la république algérienne N°51 du 20 août 2000).	25
Tableau IV.2 : Valeurs des paramètres physico-chimiques sur l'étiquetage des eaux minérales analysées	34
Tableau IV.3.1: Résultats des paramètres physico-chimiques (1^{er} prélèvement)	35
Tableau IV.3.2 : Résultats des paramètres physico-chimiques (2^{eme} prélèvement).	36
Tableau IV.3.3 : Résultats moyens des paramètres physico- chimiques.	37
Tableau IV.4.1 : Evaluation de la conductivité des échantillons étudiés.	38
Tableau IV.4.2 : Evaluation du Titre Alcalimétrique TA des échantillons étudiés.	39
Tableau IV.4.3: Evaluation de la Titre Alcalimétrique Complet TAC des échantillons étudiés	40
Tableau IV.4.4: Evaluation de la dureté de l'eau (TH) des échantillons étudiés.	41
Tableau IV.4.5 : Evaluation de la concentration de calcium des échantillons étudiés.	42
Tableau IV.4.6 : Evaluation de la concentration de magnésium des échantillons étudiés.	43
Tableau IV.4.7: Evaluation du taux du Potassium des échantillons analysés.	44
Tableau IV.4.8: Evaluation du taux du sodium des échantillons analysés.	45
Tableau IV.4.9: Evaluation du taux des sulfates des échantillons analysés.	46
Tableau IV.4.10: Evaluation du taux des nitrates des échantillons analysés.	47
Tableau IV.4.11: Evaluation de la concentration de bicarbonate(HCO₃).	48
Tableau IV.4.12: Evaluation du taux des chlorures des échantillons analysés	49
Tableau IV.4.13: Evaluation des résidus sec des échantillons étudiés	51

Liste des abréviations

Liste des abréviations

°C : degré celsius

RS : résidus sec

Mg/l : milligramme par litre

Ca⁺²: calcium

Mg⁺²: magnesium

Na⁺: sodium

K⁺ : potassium

Cl : chlorure.

TA : Titre alcalimétrique

TAC : Titre alcalimétrique complet .

Cl_{2/R} : chlore libre résiduel

PH : potentiel hydrogène.

TH : titre hydrotimétrique.(la dureté total)

T Ca⁺² : titre calcique.

EDTA : acide éthylène diamine tétra-acétique.

Hcl: acide chlorhydrique.

DA : dinar algérien.

Cond : conductivité.

ADE : algérienne des eaux.

STMM et MTM : sociétés de dessalement de l'eau de mer à Mostaganem.

ES :eau de source.

EMN : eau minérale naturelle.

p : polyéthylène.

V : verre.

ml : millilitre.

N : normalité.

NET : noire d'Erichrome T.

SO₄⁻²: Sulfate.

g: gramme.

ED : eau distillée.

nm : nanomètre.

μS/cm : micro siemens par centimètre.

NTU : unité de turbidité néphélométrique.

F° : degrés français.

OMS : organisation mondiale de la santé.

Km³ : kilomètre cube.

m² : mètre quarré.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'eau, l'élément le plus répandu sur terre.

L'eau nous accompagne à tout moment de notre vie, c'est elle qui rend notre planète si unique.

Rien dans le monde n'est plus souple ni plus faible que l'eau mais pour enlever le dur et le fort rien ne la surpasse et personne ne peut la vaincre alors qu'elle est facile à conquérir ; la faiblesse a raison de la force et la souplesse à raison de la dureté, tout le monde le sait mais personne ne parvient à le mettre en pratique, voilà ce qu'a écrit le philosophe chinois Lao Tseu il y a plus de 2500 ans.

Dans les Saintes Écritures et plus particulièrement dans le coran, l'eau est bien plus qu'une simple substance physique et chimique, elle représente un certain concept lié à une façon particulière de concevoir Les origines de la vie et quand il s'agit de décrire la création du monde, de la vie et de l'homme l'eau y est irrémédiablement associée avant toute autre chose.

L'homme selon son âge est composé de 70 à 90 % d'eau. Et pour maintenir ses fonctions vitales l'adulte doit boire quotidiennement au moins deux litres et demi d'eau par jour, dans son bain ou en prenant sa douche il absorbe encore un litre et demi d'eau.

En Algérie la consommation des eaux en bouteille a considérablement augmenté durant les vingt dernières années, cette augmentation est due essentiellement à la dégradation de la qualité des eaux distribuées dans les réseaux publics qui se manifestait par une mauvaise odeur et un goût de la terre et aussi celui du chlore.

Que ce soit dans les magasins, les supérettes où dans les hypermarchés, le seul rayon qui ne désemplit pas est celui des Packs d'eau, un Incroyable engouement d'ailleurs ce linéaire est devenu un passage obligé de toutes les courses pour la plupart des algériens.

Un sondage réalisé a révélé que plus de 20 références se livrent une féroce concurrence, de grandes marques d'eau minérale, des eaux régionales en grand ou en petit format.

Mais comment se fait le choix d'une eau embouteillée par rapport aux autres ?

Est-ce que tout ce qui est écrit sur l'emballage en matière de qualité et quantité des minéraux correspond à la réalité?

Pour la majorité de la population est-ce que l'eau du robinet est bonne à la consommation ou faut-il impérativement acheter des eaux embouteillées

Pour répondre à ces questions, nous nous sommes proposé dans ce modeste travail de vérifier si les eaux embouteillées qu'elles soient minérales ou de sources répondent aux critères de qualités indiqués sur leurs étiquettes et si toutes les eaux embouteillées sont bonnes pour toutes les personnes quelles qu'elles soient où faut-il tout simplement retourner à l'eau du robinet ?

Chapitre I

L'eau. Généralité.

I. Généralités sur les eaux :

I.1. Définition de l'eau :

La molécule de l'eau est vraiment petite et pourtant elle présente des caractéristiques extraordinaires, d'ailleurs on ne trouve aucune autre molécule qui présente des anomalies similaires.

Inodore, incolore et sans saveur, elle est présente dans la nature sous différentes formes et elle est indispensable pour la vie des différents êtres vivants.

Appelée aussi Or bleu, l'eau est la plus importante source vitale et constitue l'unité fondamentale des êtres vivants, cette dernière joue un rôle dans la régulation de la concentration intracellulaire et extracellulaire donc dans les échanges, cellulaires qui permettent à leur tour à l'organisme de croître et de se développer. (**HUBERT P. et MARIN M., 2001**).

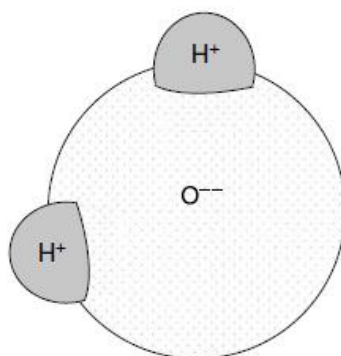


Figure I.1. Molécule d'eau
(**SPELLMAN et FRANK, 2008**).

I.2. La molécule de l'eau

Chaque atome d'hydrogène et celui d'oxygène mettent en commun chacun un électron pour former deux liaisons chimiques de forte énergie : « les liaisons de covalences ». Cet arrangement électronique confère à la molécule d'eau une grande stabilité chimique. La longueur de la liaison O—H est de 0,96 Å°.

La molécule de l'eau se comporte comme un dipôle électrique, cette répartition des charges permet de comprendre certaines propriétés physico-chimiques (solvant-soluté), car cette propriété électrique est responsable du grand pouvoir dissolvant de l'eau vis-à-vis des composés ioniques comme certains sels, acides et bases (**OLIVAUX, 2007**).

I.3 Propriétés de l'eau :

Chaque propriété de l'eau est unique et trouve difficilement une explication dans le cadre classique est traditionaliste des lois physiques, les sciences n'ont toujours pas trouvés réponses à certaines questions :

- 1- Pourquoi l'eau est-elle la seule substance sur terre qui peut se présenter en trois états liquide -gazeux et solide?
- 2- Pourquoi la tension de la surface de l'eau est elle la plus élevée parmi tous les liquides?
- 3- Pourquoi l'eau est-elle le dissolvant le plus puissant au monde et comment ?
- 4- De quelle façon l'eau défiant la gravité terrestre est elle capable de remonter à l'intérieur des troncs des grands arbres surmontant ainsi la pression de dizaines de bars ?

Mais c'est peut-être du côté de l'eau elle-même qu'il faut chercher les réponses à toutes les questions.

L'eau a déjà été étudiée en détail, il est d'ailleurs notoire que l'eau a des caractéristiques physiques et chimiques extraordinaires par rapport aux autres substances liquides d'ailleurs aucun Scientifique n'est en mesure d'expliquer pourquoi le volume de l'eau augmente au-dessous de 0° C son point de glaciation et inversement diminue le volume jusqu'à 4°C alors que toutes les substances refroidies se contractent autrement dit son volume diminue sauf l'eau qui dilate.

Depuis la nuit des temps l'homme a appris à utiliser les caractéristiques de l'eau, les peuples du Nord par exemple obtenaient des pierres pour la construction en versant de l'eau entre les failles des rochers avant l'arrivée du gel.

Au sud les hommes enfonçaient les pieux de bois dans la roche les imbibaient d'eau, en se gonflant le bois faisait éclater la pierre, bien plus tard les scientifiques ont constatés que l'eau qui se trouve dans les pores et les capillaires est capable de développer un niveau de pression énorme ; dans une graine par exemple au moment de la germination la pression peut atteindre 400 bars voilà pourquoi une jeune pousse parvient parfaitement à percer le bitume.

La tension superficielle particulièrement élevée de l'eau permet le phénomène de capillarité qui permet, entre autres, à la sève des végétaux de prendre les hauteurs et à de nombreux êtres vivants de se déplacer sur la surface de l'eau (**DITTMAN, 2009**).

L'eau est aussi la seule substance qui existe en trois états : liquide, solide et vapeur. Toutes les autres substances ne peuvent revêtir que deux états physiques seulement (**MAILLARD & MORILLON, 2013**).

I.4. Cycle de l'eau :

Il y a autant d'eau sur Terre aujourd'hui qu'au début du monde lorsque la planète s'est constituée et adopta la forme et la couleur qui nous sont si familière.

L'eau est présente partout autour de nous et constitue l'un des éléments les plus fondamentaux de notre planète ; recouvrant 72% de la surface de la terre et représentant une réserve totale de 1350 milliards de km³ dans la biosphère, Toute cette eau se

transforme et circule en permanence dans l'atmosphère, la surface et dans le sous-sol de notre planète.

L'eau suit de façon perpétuelle un cycle de renouvellement à l'échelle terrestre (Lelerc *et al* 1977).

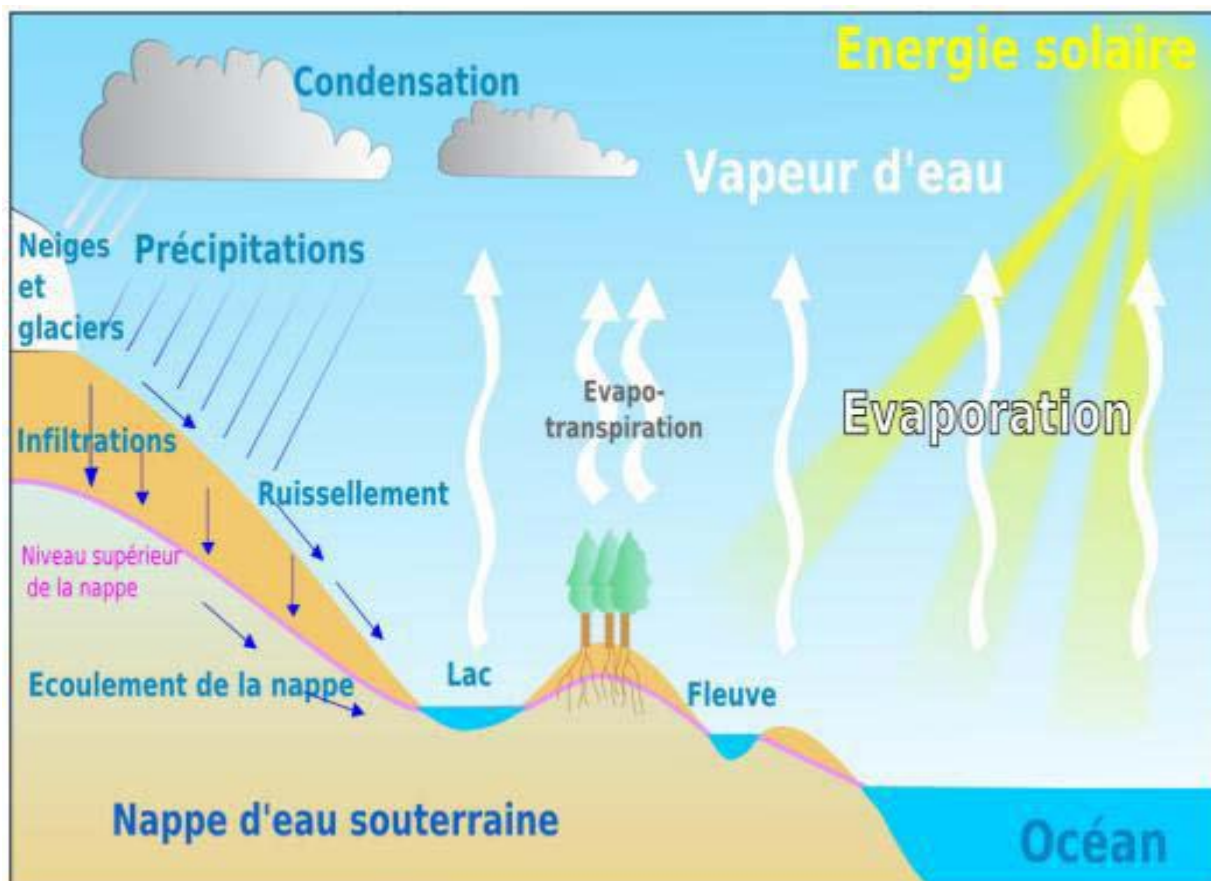


Figure I.2. Les différentes phases du cycle de l'eau. (MOUFFOK, 2008).

Le chemin de l'eau commence par l'hydrosphère qui, chauffé par l'énergie solaire, s'évapore et s'accumule dans l'atmosphère. Cette dernière se condense en gouttes ou cristaux de glace à la suite d'un refroidissement de l'air, se qui provoque des pluies, neiges ou grêles sur la lithosphère.

À la surface de laquelle approximativement $\frac{1}{4}$ pénètre, $\frac{1}{4}$ ruisselle, quant au reste, il s'évapore à son tour (VILAGINES, 2000).

I.5. Répartition de l'eau sur terre :

Près de 70 % de la surface de la Terre est recouverte d'eau (97 % d'eau salée et 3 % d'eau douce dans différents réservoirs), essentiellement sous forme d'océans mais l'eau est aussi présente sous forme gazeuse, liquide et solide. Selon (DITTMAN, 2009), le volume approximatif de l'eau de la Terre (toutes les réserves d'eau du monde) est de 1 360. 000. 000 km³ dont la répartition est la suivante :

- ☞ 1.320 .000. 000 km³ (97,2 %) se trouve dans les océans,
- ☞ 25.000. 000 km³ (1,8 %) se trouve dans les glaciers et les calottes glaciaires.
- ☞ 13.000. 000 km³ (0,9 %) sont des eaux souterraines,
- ☞ 250.000 km³ (0,02 %) sous forme d'eau douce dans les lacs, les mers intérieures, et les fleuves.
- ☞ 13.000 km³ (0,001 %) sous forme de vapeur d'eau atmosphérique à un moment donné.

I.6. Origine de l'eau :

I.6.1 Les eaux souterraines :

Les eaux souterraines constituent 22% des réserves d'eau douce. Leur origine est due à l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de sa porosité et de sa structure géologique. Elles se réunissent en nappes. **(Claude, 1999)**

Ces eaux sont détectées dans les profondeurs des nappes phréatiques caractérisées essentiellement par une faible turbidité, une contamination bactérienne moins importante, une température constante avec un indice de couleur faible par contre leur concentration en fer et manganèse est très élevée. **(Gommella, 1978).**

Les eaux souterraines sont à leurs tour divisées en deux catégories :

a- Les eaux de sources :

Les eaux des sources sont des eaux adaptées à la consommation humaine, microbiologiquement saines et protégées contre les risques de pollution.

b- Les eaux minérales naturelles:

C'est une eau souterraine microbiologiquement irréprochable, provenant d'une ou de plusieurs sources naturelles ou de captages Souterrains artificiels.

Les eaux des sources comme les eaux minérales proviennent d'une nappe ou d'un gisement souterrain, exploité à partir d'une ou plusieurs émergences naturelles ou forcées, à proximité des quelles l'eau est conditionnée.

Elles ne peuvent faire l'objet d'un traitement ou adjonction autre que :

- la séparation des éléments instables et la sédimentation des matières en suspensions par la décantation ou filtration.
- L'incorporation de gaz carbonique. **(Ouali , 2001)**

La différence majeure entre les eaux de source et les eaux minérales naturelles réside dans leur composition en minéraux. Contrairement à l'eau minérale, l'eau de source n'est pas définie par une composition minérale constante. En effet, le caractère essentiel de l'eau minérale tient justement à sa composition stable en minéraux et en oligo-éléments, qui trouve son origine dans la nature des roches traversées.

I.6.2 Les eaux de surfaces :

Les eaux de surface se répartissent en eaux circulantes (courantes) ou stockées (stagnantes). Elles se forment à partir, soit de l'émergence de nappes profondes en source, soit du rassemblement d'eau de ruissellement.

Elles sont généralement riches en gaz dissous, en matières en suspension et organiques, ainsi qu'en plancton. Elles sont très sensibles à la pollution minérale et organique du type nitrate et pesticide d'origine agricole. **(Claude, 1999)**

I.7. Catégories des eaux douces:

Les différents types d'eaux douces sont définis par **(D.F.I., 2005)**. On distingue :

- ☞ L'eau potable
- ☞ L'eau de source
- ☞ L'eau minérale naturelle

I.7.1. L'eau potable :

On entend Par eau potable, l'eau naturelle ou traitée qui convient à la consommation, à la cuisson d'aliments, à la préparation de mets et au nettoyage d'objets entrant en contact avec les denrées alimentaires.

I.7.2 l'eau de source :

Introduite au lieu de son émergence, telle qu'elle sort du sol, sous réserve des traitements éventuels autorisés conformément à la réglementation, dans des récipients de livraison au consommateur ou dans des canalisations l'amenant directement dans ces récipients.

On entend Par eau de source, de l'eau potable conditionnée directement à la source, non traitée ou uniquement traitée au moyen des procédés admis pour l'eau minérale naturelle.

L'eau de source doit suivre la réglementation en vigueur ou elle est consommée.

I.7.3 L'eau minérale naturelle :

L'eau minérale naturelle est une eau qui se distingue nettement de l'eau de boissons ordinaire du fait que :

- a) Elle est caractérisée par sa teneur en certains sels minéraux, les proportions relatives de ces sels et la présence d'oligo-éléments ou d'autres constituants.
- b) Elle provient directement de nappes souterraines par des émergences naturelles ou forées pour lesquelles toutes les précautions devraient être prises afin d'éviter toute pollution ou influence extérieure sur les propriétés physiques et chimiques de l'eau minérales naturelle.
- c) Elle est constante dans sa composition et stable dans son débit et sa température, compte dûment tenu des cycles de fluctuations naturelles mineures.
- d) Elle est captée dans des conditions qui garantissent la pureté microbiologique et la composition chimique de ses constituants essentiels.
- e) Elle est conditionnée à proximité de l'émergence de la source avec des précautions d'hygiène particulières.
- f) Elle n'est soumise à aucun traitement autre que ceux autorisés par la présente norme. **(codex alimentarius 108-1981)**

I.8. La distribution des eaux destinées à la boisson :

Elles peuvent être distribuées sous deux formes :

I.8.1 L'eau embouteillée :

L'eau embouteillée est une eau qui est généralement conditionnée dans des bonbonnes ou des bouteilles en plastiques.

Même s'il existe différents types d'eau embouteillée, ils répondent tous à une certaine réglementation.

L'eau embouteillée présente plusieurs avantages parmi lesquels on peut citer :

- la garantie de la qualité sanitaire.
- la possibilité de changer de marque à tout moment.
- la variation du goût en fonction de la marque.

I.8.2 L'eau de robinet :

L'eau du robinet a une origine multiple, elle est souvent constituée d'eaux de surface prélevées dans les lacs, rivières, fleuves, l'eau des barrages, l'eau de dessalement, mais elle peut aussi être souterraine.

Avant d'arriver dans nos logements l'eau parcourt un trajet aussi long et difficile, elle est sujette de nombreux traitements pour pouvoir répondre aux normes de potabilité définies par la réglementation.

I.9. LE DESSALEMENT**I.9.1. Définition du dessalement de l'eau de mer :**

Le dessalement consiste à séparer l'eau et les sels à partir d'une eau brute, qui peut être de l'eau de mer ou une eau saumâtre d'origine continentale (**DUNGLAS, 2014**).

Cette méthode permet la suppression du chlorure de sodium (NaCl) de l'eau de mer pour produire une eau douce en utilisant plusieurs techniques dont les plus utilisées on trouve l'osmose inverse (traitement préalable de l'eau de mer par filtration et désinfection) et la distillation (purification par évaporation de l'eau de mer).

I.9.2. Situation du dessalement dans le monde :

Le dessalement de l'eau est en très forte croissance dans le monde. L'approvisionnement en eau potable sur le plan quantitatif et qualitatif s'impose de plus en plus, parallèlement aux risques de pollutions (vecteurs de maladies, toxines ou matières en suspension ou agents pathogènes) qui perdurent à chaque étape du parcours de l'eau.

La disponibilité géographique en eau douce est inégalement répartie dans le monde. Face à cette réalité, le dessalement de l'eau de mer est venu s'imposer pour pallier à ce déséquilibre.

La capacité installée de dessalement augmente chaque année en moyenne de plus de 10%. Aujourd'hui, plus de 15 000 unités de dessalements dans 120 pays produisent environ 40 millions de m³/j, dont les trois quarts issus de l'eau de mer et un quart des eaux saumâtres. Sur ces 40 millions, 75% sont destinés à la consommation humaine,

25% à un usage industriel ou agricole. Rappelons que la capacité mondiale de production en eau potable est de l'ordre de 500 millions de m³/j.

La Chine a annoncé 1 million de m³/j d'eau de mer traitée en 2010 et jusqu'à 3 millions de m³/j en 2020. 60% des besoins en eau douce des pays du Golfe Persique sont satisfaits par le dessalement d'eau de mer. En Méditerranée, la production artificielle d'eau douce par dessalement d'eau de mer ou d'eau saumâtre souterraine a débuté d'abord dans des situations d'isolement insulaire (Malte, Baléares, Dalmatie, Chypre, Cyclades...), littorales (Libye) et désertiques (Algérie), et essaime aujourd'hui très rapidement tout autour de la Méditerranée. L'Algérie et l'Espagne ont clairement opté pour cette option pour résoudre leur problème de pénurie.

A ce jour, la Méditerranée représente environ un quart du dessalement mondial. Vers 2030, la région pourrait approcher le chiffre du dessalement mondial actuel (soit environ de 30 à 40 millions de m³/j). **(BOYE, 2008).**

I.9.3. Etapes de dessalement de l'eau de mer :

Le processus de dessalement d'eau de mer se fait en quatre étapes :

- la captation de l'eau de mer
- le prétraitement
- Les différents procédés de dessalement
- le post traitement ou minéralisation

I.10 Caractéristiques des eaux de consommation :

I.10.1 Les caractères organoleptiques :

Les facteurs organoleptiques (couleur, saveur, turbidité et odeur) constituent souvent les facteurs d'alerte pour une pollution, sans présenter à coup sûr un risque pour la santé. **(GENOUDT, 2001).**

I.10.1.1. La couleur :

La couleur est le résultat de l'absorption sélective par le milieu de certaines radiations visibles de longueurs d'ondes spécifiques. **(SAC! et BERRAHMA, 1997).**

La couleur est également influencée par la présence de fer et d'autres métaux, soit sous forme de :

- produits de corrosions. Elle peut aussi résulter d'une contamination par des effluents industriels. **(WHO, 1994).**

I.10.1.2.L'odeur :

L'odeur est définie comme étant l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles. **(RODIER, 2009).**

La présence de n'importe quelle odeur signifie la pollution d'une eau de consommation.

I.10.1.3. Le gout et la saveur :

Le gout est l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimiques alors que la saveur est la qualité de ces sensations. **(RODIER, 2009).**

I.10.1.4. La turbidité :

La turbidité est liée à la présence de particules organiques diverses, d'argile, de colloïdes, Il est désagréable qu'une eau de boisson soit trouble. **(DEGREMONT, 1978).** La turbidité est la mesure de l'aspect plus au moins trouble de l'eau, c'est l'inverse de la

limpidité. (APHA et al. 1998).

I.10.2 Caractères physico-chimiques :

I.10.2.1. Le potentiel d'hydrogène :

La valeur du potentiel d'hydrogène exprime l'acidité ou l'alcalinité d'une eau, la valeur 7 marque la neutralité.

- Une eau est dite acide, si le pH est inférieur à 7
- Une eau basique à un pH supérieur à 7

Un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion du ciment ou des métaux des canalisations. (ABDESLEM et a, 1999).

Le pH caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau. (GERARD, 2004)

I.10.2.2. La conductivité électrique :

La conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparée l'une de l'autre de 1 cm est appelée conductivité de cette eau. (RODIER, 2009).

- Elle est en relation avec la température et se mesure en Siemens par mètre (S/m) ou micro Siemens par centimètre (ms /cm).

IL existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité

I.10.2.3. la température :

Elle est mesurée a l'échelle centigrade, appelée encore Celsius, reposant sur deux valeurs 0 et 100 qui correspondent à l'équilibre eau- glace et a l'équilibre eau-vapeur. (EMSALEM,1989)

La connaissance de la température d'une eau est très importante, en effet celle- ci est un facteur accélérant la cinétique de réactions sur le plan physico-chimique et favorisant le développement microbien. (FRANK, 1984).

La température est mesurée sur le terrain en même temps que celle de l'air à l'aide d'un thermomètre. (PERMO, 1981).

La lecture est effectuée après une immersion de 10 minutes.

I.10.2.4. La résistivité :

Elle est l'inverse de la conductivité. Elle se mesure au pont de Wheatstone, Il existe entre la résistivité et la minéralisation une relation qui peut être utilisée pour calculer la minéralisation globale.

Minéralisation = 720000/résistivité (ohm/cm). (DUPONT, 1974)

I.10.2.5. Les matières organiques :

On distingue deux origines de nature de ces matières: les matières organiques acides d'origine animale et les matières organiques basiques d'origine végétale. (COIN, 1981).

On trouve des matières organiques dissoutes et d'autres en suspension

a) Matières organiques dissoutes:

En dehors des pollutions résultant des activités humaines, les matières organiques susceptibles d'être rencontrées dans les eaux, sont constituées par des

produits de décomposition d'origine animale ou végétale, élaborées sous l'influence des microorganismes. **(RODIER, 2009)**.

Dans les eaux naturelles, elles représentent plusieurs familles de composés parmi lesquelles on peut citer des acides humiques, des acides carboxyliques et les acides hydrates de carbone.

Elles sont caractérisables globalement par l'oxydabilité au permanganate ou le carbone organique total. **(CODEX STAN, 1981)**.

Ces matières organiques solubles sont très souvent à l'origine de la coloration de l'eau ou son mauvais goût. **(Coin, 1981)**.

b- Matières en suspension:

La teneur et la composition minérale et organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables selon les cours d'eau. Elles sont fonction de la nature des terrains traversés et des saisons. Elles présentent les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni colloïdal, donc retenues par un filtre. Les matières en suspension, qui comportent des matières organiques et minérales, constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution de l'eau. **(SATIN et SELMI, 1999)**.

Elles sont hétérogènes de forme, et variées dans les eaux de surface, dans les eaux de forages, se sont des sables fins, du fer oxydé et quelque fois des algues filamenteuses. **(BERNE et CORDONIER, 1991)**.

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

Ces matières en suspension sont le support privilégié des microorganismes. **(ROGER ET AL, 2002)**.

I.10.2.6 Résidus secs :

La détermination des résidus secs se fait par l'évaporation d'une certaine quantité d'eau non filtrée. Le résidu est ensuite pesé. **(RODIER, 2009)**.

Cette opération permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension d'une eau.

Le résidu sec représente la minéralisation totale de l'eau c'est-à-dire le poids total des sels dissous et les matières organiques dissoutes restant après évaporation de l'eau soumise à l'analyse. **(RODIER, 2009)**.

Une eau dont la teneur en résidu sec est extrêmement faible peut être aussi inacceptable en raison de son goût plat et insipide; en outre une telle eau est souvent corrosive pour les réseaux de distribution. **(WHO, 1994)**.

La potabilité des eaux en fonction des résidus secs recommandée par OMS est de 1000 mg/L, quand celui-ci est extrait à 180°C.

- La potabilité est bonne quand $RS < 500$ mg/L
- La potabilité est passable quand $500 < RS < 1000$ mg/L
- La potabilité est mauvaise quand $3000 < RS < 4000$ mg/L

I.10.2.7. La dureté totale :

C'est la qualité particulière de l'eau due à la présence du calcium et magnésium, détectée principalement par le fait qu'elle empêche plus au moins l'eau savonneuse de mousser. (MARCEL, 1986).

Elle correspond à la teneur en ions calcium et magnésium (Ca^{+2} et Mg^{+2}).

La détermination de la dureté totale se fait par certains composés chimiques qui possèdent la propriété de former des complexes avec les sels de chaux et de manganèse. L'eau traitée avec ces réactifs présente toutes les caractéristiques d'une eau douce. (DEGREMONT, 1966).

On distingue:

TH calcique qui correspond au seul ion Ca^{2+}

TH magnésium qui correspond au seul Mg^{2+}

TH total qui correspond à la somme de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$

- Titre alcalimétrique ou TA: mesure la teneur de l'eau en ions hydroxydes OH^- et une valence de carbonates (CO_3^{2-})

Titre alcalimétrique complet ou TAC: correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et hydrogénocarbonates.

I.10.2.8. Le CO_2 libre :

Le gaz carbonique CO_2 combiné à l'eau possède des propriétés acides, ce qui donne naissance notamment, aux carbonates et bicarbonates de calcium. (DUPONT, 1974)

La neutralisation de l'anhydride carbonique libre se réalise par un léger excès d'une solution de soude, cet excès est ensuite déterminé à l'aide d'une solution titrée d'acide. (RODIER, 2009)

I.10.2.9. La minéralisation globale :

La minéralisation globale correspond à la concentration en sels minéraux dissous tels que le calcium, le sodium, le magnésium, les chlorures, les carbonates, etc. (DEGREMONT, 1989).

C'est donc le contenu des eaux en sels minéraux dissous. (HUBERT et MARIN, 2001).

Les eaux qui auront traversé les terrains calcaires, sont bicarbonatées, celles qui auront traversé des terrains salifères seront salées ou sulfatées, quand à celles issues des terrains anciens cristallins, elles seront plutôt alcalines.

I.10.2.10. Les sels minéraux dissous (les ions majeurs)**a) Les cations****☞ L'ion calcium**

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables; Sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés. (RODIER, 2009).

☞ L'ion magnésium:

Il a une origine naturelle (dissolution des roches: magnésites, basaltes, argiles).

C'est un élément le plus répandu dans la nature, il consiste environ 2,1% de l'écorce terrestre. Son abondance géologique, sa grande solubilité font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes allant de quelques milligrammes à quelques fois, plusieurs centaines de milligrammes par litre. En eau douce, les concentrations en Mg^{2+} sont inférieures à Ca^{+2} (GANJOUST, 1989).

L'ion Mg^{+2} avec le Ca^{+2} constitue l'élément significatif de la dureté de l'eau. (RODIER, 2009).

☞ **L'ion sodium:**

C'est un élément constituant de l'eau, toutefois les concentrations peuvent être extrêmement variables allant de quelques dizaines de mg/L à 500 mg/L. (RODIER, 2009)

☞ **L'ion potassium :**

Métal alcalin très répandu dans la nature sous forme de sels et qui joue un rôle important dans l'équilibre électrolytique de l'organisme, le potassium est étroitement attaché au sodium à tel point qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses d'eau. (FRANK N.K, 1984).

Sa présence est à peu près constante dans les eaux naturelles elle ne dépasse pas habituellement 10 à 15 mg/L. (Rodier, 2009).

☞ **L'ion fer:**

Le fer se classe en 4^{ème} rang des éléments de la croûte terrestre. Les eaux minérales et principalement les eaux thermo minérales peuvent en contenir plus de 10 mg/L.

Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. (RODIER, 2009).

☞ **L'ammonium:**

- Dans l'eau, l'azote réduit soluble se trouve sous deux formes: l'ion ammonium (NH_4) et la forme non dissociée communément appelée ammoniacque (NH_3). Ces deux formes traduisent un équilibre acido-basique. (GANJOUS, 1989)

b) Les anions:

☞ **Les carbonates et les bicarbonates**

- Les carbonates sont abondants dans les roches. La solubilité des carbonates obéit à des lois particulières; alors que pour les autres sels, la solubilité augmente plus au moins avec la température. La solubilité des carbonates est en fonction de la teneur de l'eau en gaz carbonique dissout.

Plus la teneur en CO_2 dissout augmente, plus la concentration de l'ion CO_3 diminue, ce qui a pour résultat de faire disparaître les carbonates et permet la formation des bicarbonates. (GOGUEL. J, 1967).

☞ **Les nitrates et les nitrites :**

Dans l'ensemble de cortège azoté figurant dans une analyse de l'eau, seuls les nitrates et les nitrites sont à considérer sur le plan toxicologique. (BONTOUX, 1993).

Les nitrates constituant le stade final de l'oxydation de l'azote organique (Hubert et Marin, 2001).

Ils sont extrêmement solubles; ils pénètrent dans le sol et les eaux souterraines ou se déversent dans les cours d'eau par ruissellement. Ils constituent une des causes majeures de la dégradation des eaux à long terme. (ANONYME, 2003)

Les nitrates sont oxydés en NO₃ par C12, C102 et 03.

La concentration des nitrates est limitée par la norme standard fixée pour l'eau potable à 50 mg/L. **(FRANK N.K, 1984).**

☞ Les chlorures:

La teneur en chlorure d'une eau dépend de l'organisme de l'eau et de la nature des terrains qu'elle traverse.

Les chlorures participent à la conductibilité électrique de l'eau. La concentration maximale admissible de chlorures, selon les normes algériennes, dans l'eau destinée à la consommation humaine est de 200 à 500 mg/L.

Leur inconvénient, est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau à partir de 250 mg/L surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium. **(ANONYME, 1997).**

☞ Les sulfates:

La concentration en sulfates des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L, mais ce chiffre peut être largement dépassé (jusqu'à 300 mg/L) dans les eaux contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé. **(RODIER, 2009).**

Les substances admissibles		La concentration en (mg/l)
Chlorure	Cl^{-2}	250-500
Sulfate	SO_4^{-}	500
Magnesium	Mg^{+2}	30-60
Calcium	Ca^{+2}	50-200
Sodium	Na^{+}	150-200
Potassium	K^{+}	12-20
Bicarbonate	HCO_3^{-}	200 – 600
Les substances indésirables		La concentration en (mg/l)
Nitrate	NO_3^{-}	50
Nitrite	NO_2^{-}	0,1 ou $\leq 0,02$
Ammonium	NH_4^{+}	0,2 – 0,3
Fer	Fe	0,3
Zinc	Zn^{+}	5
Manganèse	Mg^{+2}	0,1
Cuivre	Cu^{-}	1
Les substances toxiques		La concentration en (mg/l)
Cadmium	Cd	0,05
Plomb	Pb	0,005

Tableau I.1 : Les concentrations maximales des substances Chimique contenues dans l'eau potable selon (OMS, 1997).

Chapitre II

**Considération d'ensemble sur les eaux
En Algérie**

Source de vie et socle du développement humain, l'eau a été hissée en Algérie au rang des priorités nationales depuis plus d'une décennie, Une action gouvernementale dans le domaine des ressources en eau et des instruments mise en œuvre par les pouvoirs publics a pour objet de faire du droit à l'eau une réalité pour tous les algériens.

II.1. Les eaux embouteillées en Algérie :

Le marché de l'eau embouteillée en Algérie qu'elle soit minérale ou de source est en constante progression. L'Algérie produit chaque année 1,5 milliard de litres d'eau embouteillée. Cinq marques se partagent 70 % des parts de marché. Il s'agit des marques : Ifri, Saida, Lalla Khedidja, Guedila et Nestlé.

En Algérie, au sens du décret N°45 correspondant au 18 juillet 2004, il est entendu par ES : « Une eau d'origine exclusivement souterraine, apte à la consommation humaine microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution ».

Et selon l'article 3 du même texte adopté « l'ES est une eau de source introduite au lieu de son émergence telle quelle sort du sol dans des récipients de livraison au consommateur ou dans des canalisations l'amenant directement dans ces récipients ».

Elle répond à des normes requises pour la potabilité analogues à celles définies pour les eaux de distribution.

A la différence des EMN, l'ES peut être sujette à des variations saisonnières, en plus de ça, l'ES ne peut se prévaloir de propriétés favorables à la santé.

II.1.1. Marché des eaux embouteillées algériennes :

L'Algérie couvre 98% de ses besoins dans les boissons gazeuses, les jus et l'eau. Les marques produites et distribuées sont composées de 17 eaux de source dont l'une est gazéifiée, Cordial et 20 marques d'eau minérale naturelle dont deux sont gazeuses Mouzaïa et Ben Haroun.

Plus de 40 marques d'eau embouteillées sont commercialisées sur le marché algérien, dont les eaux de source Bourached, Alma, Ayris, Dhaya, Ifren, Lejdar, Manbaâ El Ghezlane, Nestlé Vie Pure, Qni Aa, Sfid, Sidi Rached, Fezguia, Mont Djurdjura, Cordial, Mileza, Togi.

Et les eaux minérales naturelles comme Thevest, Aïn Bouglez, Djemila, Guedila, Ifri, Lalla Khedidja, Misserghine, Saïda, Sidi Okba, Sidi Yakoub-TeXenna, Toudja, Ben Haroun, Batna, El Goléa, Mansourah, Milok, Youkous, Aïn Souda, Mouzaïa, Alma, Hammamet, N'Gaous.

Ifri, fondé en 1986, est le principal acteur sur le marché algérien de l'eau et représente 30% de part de marché en 2013. Son eau minérale est numéro un sur le marché. Ifri affiche une croissance annuelle moyenne de plus de 10% au cours de la dernière décennie.

II.1.2. Le prix des eaux de sources et des eaux minérales en Algérie :

Alors que le prix moyen de l'eau du robinet est de 0.006 Da/litre, celui d'une bouteille d'eau de source est de 20 Da / litre, soit 2776 fois plus cher. Quant à l'eau minérale, le prix moyen est de 20 Da/litre, soit 3333 fois plus cher que l'eau du robinet. La différence de prix entre l'eau du robinet et les eaux en bouteille s'explique par le conditionnement et le marketing. Pour ce qui est de l'eau de source et l'eau minérale, dont les prix passent du simple au presque double, la différence peut s'expliquer par le fait que les eaux de sources sont souvent consommées localement. Ainsi, les eaux minérales sont plus chères car il y a un coût de transport supplémentaire.

II.2. L'Eau dans la Loi Algérienne :

Le code des eaux, promulgué en 2005, définit l'eau comme bien de la collectivité nationale.

Selon ce texte, le premier principe sur lequel se fonde l'utilisation, la gestion et le développement durable des ressources en eau, est le droit à l'accès à l'eau et à l'assainissement pour satisfaire les besoins fondamentaux de la population, dans le respect de l'équité en matière de services publics.

-Superficie: 2.381.741 Km²

-Population: 35.857.029.

-Disponibilités Hydriques: 17 milliards m³/an.

-Ratio par habitant: 600 m³/an. (Le seuil de rareté est fixé, selon les critères de la banque mondiale à 1.000 m³/an/habitant)

II.3. Les axes de la politique nationale dans le domaine des ressources en eau :

-Accroître la mobilisation de la ressource en eau sous ses formes conventionnelle et non conventionnelle et ceci, pour assurer la couverture des besoins en eau domestique, industrielle et agricole.

-Réhabiliter et développer les infrastructures d'adduction et de distribution d'eau potable pour réduire au maximum les pertes et améliorer la qualité de service.

-Réhabiliter et développer les infrastructures d'assainissement et d'épuration des eaux usées pour préserver et réutiliser une ressource en eau limitée.

-Moderniser et étendre les superficies irriguées pour soutenir la stratégie de sécurité alimentaire.

-Assurer une bonne gouvernance de l'eau et une amélioration des indicateurs de gestion.

En février 2007, a été adopté le Plan National de l'Eau. Etalé jusqu'à l'horizon 2025, cet outil de planification souple et évolutif a pour principaux objectifs:

- Assurer une durabilité de la ressource
- Créer la dynamique de rééquilibrage territorial
- Créer et renforcer l'attractivité et la compétitivité
- Garantir une bonne gouvernance de l'eau

Actuellement, 2.395 opérations sont menées à travers le territoire national. Elles couvrent la totalité des segments d'activité du secteur.

La mise en œuvre de programme de développement a nécessité un investissement public de 1.870 milliards de DA.

A titre indicatif, voici la présentation de cinq projets hydrauliques majeurs réalisés en Algérie.

- Le complexe hydraulique Béni Haroun
- Le transfert In Salah Tamanrasset
- Le système Mostaganem Arzew Oran
- Le transfert Sud/ Nord –Le dessalement de l'eau de mer.

II.4. Le dessalement d'eau de mer en Algérie :

La technique du dessalement d'eau de mer représente une ressource alternative qui apporte des réponses aux besoins en eau à court et à long terme.

Bien qu'un peu moins de 1% de l'eau potable consommée dans le monde soit produite à partir du dessalement, les perspectives offertes par cette technologie sont inexorablement grandissantes. En effet, 40 % de la population mondiale vit à moins de 70 kilomètres d'une côte, soit la zone d'utilisation raisonnable du dessalement. Avec plus de 17 000 unités de production d'eau potable, soit 51 millions de m³/jour d'eau produite, la production d'eau dessalée a atteint 109 millions de m³/jour en 2016. La technologie de l'osmose inverse, qui constituait 20% des unités de production au début des années 1980, s'impose aujourd'hui. Depuis 10 ans, les coûts de production du dessalement ont été divisés par deux. Selon les zones d'implantation, la nature de l'eau brute et le coût de l'énergie, le mètre cube produit coûte de 0,30 à 0,91 euros pour l'osmose inverse en sortie d'usine.

L'extraordinaire utilisation que fait l'Algérie du dessalement de l'eau de mer peut-être un exemple pour tous les pays confrontés au manque de ressource en eau douce.

II.5. Une technologie au coût élevé :

L'Etat algérien en a fait une priorité. La capitale de l'Ouest, Oran, et l'Oranie en général, souffrent depuis plusieurs décennies d'un dramatique déficit en eau potable. Le projet Mostaganem-Arzew-Oran, baptisé MAO, fut mis en service en 2009. La capitale de l'Ouest a besoin de 350.000m³/j d'eau potable pour la consommation de la population. Elle disposera désormais d'une station de dessalement d'eau d'une capacité de 500.000 m³ par jour, de quoi satisfaire les besoins en eau de 5 millions de personnes,

Son coût a été évalué à 468 millions de dollars. Le contrat d'exploitation prévoit le financement, la construction et l'exploitation du site jusqu'à la vente de l'eau dessalée. Reste que le procédé qui permet de transformer l'eau de mer en eau douce est très gourmand en énergie, et donc coûteux, même l'usine de Magtaa présentée comme particulièrement rentable, facture le mètre cube d'eau environ 50 cents, ce qui représente un prix beaucoup plus cher que celui issu des barrages.

II.6. Station de dessalement (Mostaganem) :

La station de dessalement de Mostaganem est implantée dans la zone de Sonachter à l'Est de la ville de Mostaganem d'une capacité de production théorique de 200.000 m³/jour, et une production réel actuelle de 145 000 m³/j. Elle est entrée en production au mois de novembre 2011, en application d'un programme de production et de livraison de l'eau potable. Un contrat de vente et d'achat d'eau entre les sociétés de projet de groupements d'entreprises espagnoles, à savoir STMM et MTM en tant qu'investisseurs, et l'ADE (Algérienne des eaux) en tant qu'acheteur.



Figure I.3: une vue générale de l'usine de dessalement de Mostaganem

II.7. Présentation de l'algérienne des eaux :

II.7.1. Création de l'ADE :

Sous la tutelle du ministère des ressources en eau, l'Algérienne des eaux est un établissement public national à caractère commercial et industriel doté de la personnalité moral et de l'autonomie financière.

Elle a été créée à la suite de la réforme institutionnelle en gagé par les pouvoirs publics en vue d'assurer une gestion rationnelle de la ressource en eau. C'est de cette réforme institutionnelle qu'un décret exécutif N°01-101 du 27 moharrem 1422 correspondant au 21 Avril 2001 a officialisé la création de l'Algérienne des Eaux.

II.7.2. Les objectifs de l'ADE :

L'Etablissement est chargé, dans le cadre de la politique nationale de développement, d'assurer sur tout le territoire national, la mise en œuvre de la politique nationale de l'eau potable à travers la prise en charge de la gestion des services des eaux des communes, des opérations de productions, d'acheminement, de traitement, de stockage, d'adduction, d'approvisionnement en eau potable ainsi que la maintenance et le développement des ouvrages et infrastructures y afférents.

II.7.3. Le laboratoire :

Le service laboratoire ADE Mostaganem a été créé en 2005 dans le but principal d'assurer la qualité des eaux distribuées dans la wilaya de Mostaganem et destinées à la consommation humaine.

Le laboratoire est composé principalement de trois salles, une salle pour le dépôt des échantillons prélevés, la deuxième pour les analyses physico-chimiques et l'autre bactériologique. une autre petite salle annexe est dédiée au dépôt des déchets du laboratoire avant leur incinération.

II.7.4. Rôle du laboratoire :

Le laboratoire d'analyses d'eau a pour but d'assurer la qualité d'eau destinée à la consommation en passant par le contrôle dans le réseau de distribution et réservoirs jusqu'au robinet des consommateurs. Pour cela des prélèvements des échantillons se font quotidiennement suivant un planning de sorties établie par monsieur le chef du laboratoire.

II.7.5. Organigramme du laboratoire :

Le laboratoire d'unité de Mostaganem chapoté bien évidemment par le chef laboratoire est composé de deux services ; le service physico-chimique qui est composé d'un chef service et deux éléments chimistes et d'un autre service bactériologique composé d'un chef service et quatre biologistes pour les analyses bactériologiques.

Chapitre III

Matériel et Méthodes

III.1. présentation des échantillons :

Comme il a été déjà signalé, notre travail tient compte de la qualité des eaux consommées par le citoyen algérien.

Pour se faire nous avons choisi trois échantillons d'eaux embouteillées et deux autres échantillons l'un provenant de la sortie de la station du dessalement et le second de chez un abonné au hasard desservi par une eau provenant du dessalement..

Le choix des marques des eaux embouteillées était basé sur le critère de meilleures vendues sur le marché local, qui sont les suivantes :

- 1- Lala Khadidja.
- 2- gdila.
- 3- La Soummam.

III.2. Présentation des lieux d'échantillonnages :

III.2.1. Station de dessalement d'eau de mer « SONACTER » :

Située à l'extrême Est de la commune de Mostaganem, elle est d'une capacité de production journalière de 200.000 m³, la wilaya de Mostaganem est approvisionnée principalement par cette station, elle constitue plus de 50% des ressources en eau potables de la wilaya.

III.2.2. l'eau de robinet :

L'adresse de l'abonné se trouve à la salamandre, son domicile est situé en fin de réseau approvisionné principalement par la station de dessalement de l'eau de mer(SONACTER).

III.3. Objectif :

le présent travail consiste à l'évaluation de la qualité physico-chimiques des eaux de consommation traitées a l'aval de la station de dessalement d'eau de mer « Sonacter » ,et l'eaux de robinet ainsi que trois types d'eau embouteillée a savoir guedila, soummam, lalla khedidja .

III.4. Matériel et méthodes :

Le présent travail a été effectué au laboratoire des analyses des eaux de consommation (ADE : **Algérienne Des Eaux**) de la wilaya de Mostaganem.

L'étude s'est portée sur cinq échantillons a deux reprises. La 1^{ère} au début du mois de mai (04 /05/2021), la 2^{ème} à la fin du mois de mai (30/05/2021).

L'appareillage nécessaire pour la réalisation de notre protocole expérimentale comprend d'une part pour les analyses physico-chimiques plusieurs instruments comme le pH-mètre, conductimètre, turbidimètre, thermomètre, spectromètre, agitateur, et la balance.

III.5. Mode d'échantillonnage :

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté. Il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera donnée. L'échantillon doit être homogène représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimique et bactériologique de l'eau. Étant donné que dans la plupart des cas le responsable du prélèvement n'est pas l'analyste, il convient que le préleveur a une connaissance précise pour la qualité des résultats analytiques (**Rodier et al, 2009**).

Nous devons donc prélever l'eau avec toutes précautions d'asepsie, pour cela plusieurs conditions s'imposent :

- Le volume de l'échantillon doit être inférieur à 1.5 litre.
- Le mode de prélèvement varie selon le lieu.
- Les échantillons seront recueillis dans les flacons stériles.
- Les flacons contenant les échantillons doivent être clairement et soigneusement identifiés par des étiquettes qui doivent comporter un certain nombre d'information dont ; l'origine de l'eau, l'adresse exacte du lieu de prélèvement (pour l'eau de réseau), date et heure du prélèvement, température de l'eau, chlore résiduel et autre remarques.
- L'échantillon doit être conservé dans une glacière entre 4 °C à 6 °C
- Pour l'échantillonnage direct (eau embouteillée), l'eau est mise à l'analyse directement depuis sa bouteille de conditionnement.

III.6. Mode de conservation de ces échantillons :

- Les échantillons sont transportés dans des glacières à température entre 4 à 6 °C, jusqu'au laboratoire de l'ADE de Mostaganem, les analyses ont réalisées le même jour du prélèvement.

Le tableau ci-dessous indique les *paramètres physico-chimiques et leurs conservations selon Rodier (1987)*.

paramètres	Type de récipient	conservation	Observation
Température	/	6 heures	Sur place
Ph	P ou V	48 heures	Sur place
Conductivité	P ou V	6 à 24 heures	Sur place
Turbidité	P ou V	24 heures	Sur place
Nitrate	P ou V	24 heures	Plutôt possible
Nitrite	P ou V	24 heures	Plutôt possible
Phosphates	P ou V	24 heures	Plutôt possible
Alcalinité	P ou V	24 heures	Plutôt possible
Baryum	P	1 mois	Plutôt possible
Chlorure	P ou V	1 mois	Plutôt possible
Mercure	V brun	1 mois	Plutôt possible
Nikel	P	1 mois	Plutôt possible
Plomb	P	1 mois	Plutôt possible
Fer	P	1 mois	Plutôt possible
Sulfate	P ou V	1 semaine	Plutôt possible
Magnésium	P ou V	1 mois	Plutôt possible
Calcium	P ou V	1 mois	Plutôt possible

Tableau III.1 : Paramètres physico-chimiques et leurs conservations selon Rodier (1987).

Remarque : **p** : polyéthylène. **V** : verre

III.7. Protocole expérimentale des Analyses physico-chimiques :

III.7.1. Mesure du pH:

L'objectif est de décrire une méthode électro métrique pour la détermination du pH de l'eau.

Principe :

La détermination électro métrique du pH s'effectue par mesure de la différence de potentiel entre une électrode en verre et une électrode de référence (calomel KCl saturé) qui plongent dans une même solution cette différence de potentiel est une fonction

linéaire du pH de la solution. Selon la Loi de Nernst, le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+ présent par la relation.

$$E = E^\circ + 2,3 RT/nF \log a H$$

E : potentiel mesure.

E° : constante dépendant du choix de l'électrode de référence est des solutions internes.

R : constant des gaz. (J / °C)

T : température absolue. (°C)

n : charge l'ion.

F : constante de faraday. (96500 C)

a H : Activité de l'ion dans l'échantillon. (H^+)

III.7.2. Mesure de la conductivité électrique

Principe :

La mesure est basée sur le principe du pont de Wheatstone, en utilisant comme appareil de zéro un galvanomètre à une image cathodique.

Mode opératoire :

- Allumer le multimètre.
- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser.
- Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- Tremper les électrodes dans le bécher.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.
- Noter le pH, la conductivité et la température.

III.7.3 Température :

Il est important de connaître la température des eaux. Car elle permet de corriger les autres paramètres d'analyse.

La température doit être mesurée in situ. Pour avoir une idée globale sur l'environnement ainsi pour étalonner d'autre appareillages comme la conductimètre et le pH-mètre. Ceci consiste à plonger la sonde du thermomètre dans l'échantillon, on attend que la valeur se stabilise, et on la note. la valeur mesurée qui est donnée en °C.

III.7.4. Mesure de la Turbidité

L'objet de la présente est de décrire la mesure de la turbidité.

Principe :

La turbidité d'une eau est causée par des matières non dissoutes (limon, argile, algue, grain de silice, micro floccs ...) celles-ci atténuent la radiation incidente et les particules insolubles, diffusent la radiation de façon inégale. L'appareil employé fonctionne sur le principe de la mesure diffusée. La longueur d'onde de la radiation incidente est de 860 nm comme recommandé dans la méthode ISO 7027 et ce, afin dévier l'influence des matières.

III.7.5. Chlorure (Cl⁻) :

L'objet de la présente prescrit une méthode titrimétrie pour le dosage des chlorures dissous dans l'eau « méthode de Mohr ».

Principe :

La réaction des ions Chlorures avec les ions Argent forme du chlorure d'argent insoluble, ce dernier est précipité à l'addition d'une quantité d'ions d'argent et forme du chromate d'argent brun rouge avec des ions chromates qui ont été ajoutés comme indicateur cette réaction est utilisée pour l'indication du virage. Durant le titrage, le pH est maintenu entre 5 et 9,5 afin de permettre la précipitation.

V.5.2. Mode opératoire

100 ml de l'eau à analyser + 3 gouttes de solution de chromate de potassium (K₂CrO₄).

Couleur Jaune titrer a AgNO₃ 0,1 N → rougeâtre.

III.7.6. Titre hydrotimétrique (TH) :

Cette méthode d'essai a pour objet de déterminer la somme des concentrations en calcium et magnésium d'une eau.

Principe :

Titration par complexométrie des ions calcium et magnésium avec une solution aqueuse de sel di sodique d'acide éthylène diamine tétra étiq (EDTA).

« C₁₀H₁₂N₂O₈Mg » à un pH de 10, l'indicateur utilisé est le noir ériochrome T, qui donne une couleur rose en présence des ions calcium et magnésium lors du titrage avec l'EDTA la solution vire au bleu.

Mode opératoire :

100 ml de l'eau à analyser + 8 ml solution Tampon + NET.

Couleur Rose → titré avec solution EDTA 0,02N → bleu

III.7.7. Titre calcique (Tca⁺²) :

Cette méthode d'essai a pour objet la détermination du dosage du calcium et du magnésium par la méthode titrimétrique à l'EDTA.

Principe :

Titration des ions calcium avec une solution aqueuse de l'EDTA à un pH compris entre 12 et 13 l'indicateur utilisé est le murexide, qui forme un complexe rose avec le calcium.

Lors du titrage, l'EDTA réagit avec les ions calcium, l'indicateur vire alors de la couleur rose à la couleur violet.

Mode opératoire :

100 ml de l'eau à analyser + 4 ml solution Hydroxyde de Solution + Meruxide.

Couleur Rose titrée avec EDTA 0,02N → Violet.

III.7.8. Titre alcalimétrique complet et simple (TAC, TA) :

L'acidité d'une eau correspond à la présence d'anhydride carbonique libre d'acides minéraux et de sels d'acides forts et de bases faibles. L'eau à analyser doit être conservée de préférence dans des récipients en polyéthylène ou en verre, borosilicaté et l'analyse doit être pratiquée dans les 24 heures après le prélèvement qui sera conservé à 4 °C.

Principe :

L'acidité totale et l'acidité en acides minéraux se mesurent par titrage avec une solution d'acide chlorhydrique en présence d'indicateurs colorés phénol phtaléine pour le premier et méthyle orange pour le second.

Mode opératoire (TAC) :

100 ml de l'eau à analyser + 3 gouttes méthyle Orange → titrer avec HCl 0,02N jusqu'à pH 4,30.

Mode opératoire (TA) :

Si le pH > 8,30 on calcule le TA 100 ml de l'eau analyser +3 gouttes Phénophtaléine.
Couleur Rose titrer avec HCl 0,02 N → incolore.

III.7.9. Dosage de nitrate :**Principe :**

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

Préparation des Réactifs**Réactif (I)**

Hydroxyde de sodium 30%

Réactif (II)

Salicylate de sodium ... 0,5%

Eau distillée ... qsp 100 ml.

NB : à préparer chaque 24 h.

Réactif (III)

Acide sulfurique 2 ml

Réactif (IV)

Hydroxyde de sodium NaOH ... 400 g.

Tartrate double de sodium et de potassium ... 60 g.

Eau distillée ... qsp 1000 ml.

Mode opératoire :

10 ml Eau à analyser+ 3 gouttes RI+ 1ml RII.

01 ml Eau distillée + 3 gouttes RI + 1ml RII (témoin).

Après le séchage dans l'étuve, on laisse refroidir.

On ajoute 2 ml de RIII laissé reposer 10 minutes ajoutées 15ml d'eau distillé
15 ml RIV.

Faire la lecture au spectromètre à longueur d'onde 451 nm.

Les résultats son affiché directement dans le spectromètre en mg /litre de nitrate.

III.7.10. Dosage du nitrite

Principe :

La diazotation de l' amino-4 benzène sulfonamide par les nitrites en milieu acide et sa copulation avec le dichlorure de N-(naphtyl-1) diamino-1.2 éthane donne un complexe coloré pourpre susceptible d'un dosage spéctrophotométrique.

Préparation des Réactifs :

a-Réactif mixte :

Dissoudre 40 gr d' amino-4 benzène sulfonamide $\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{NH}_2$ dans un mélange formé de 100 ml d'acide ortho phosphorique et de 500 ml d'eau .

Ajouter 2 gr de dicholorthydate de N-naphtyl-1 diamino-1.2 éthane $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NH}-\text{CH}_2-\text{NH}_2-2\text{HCl}$, compléter le volume a 1000 ml avec de l'eau distillée.

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

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

Dissoudre 0.15 g de nitrite de sodium séché a 105°C durant au moins 2 h dans 1000 ml d'eau distillée. Cette solution est stable pendant un moins si elle est conservée entre 2 et 5 °C.

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

Prélever a l'aide d'une pipette 1 ml de la solution étalon de nitrites de concentration 100 mg/l, la transvaser dans une fiole de 100 ml et compléter au volume avec de l'eau distillée.

Cette solution est préparée le jour de l'emploi.

Mode opératoire :

Introduire 50 ml d'échantillon, ajouter du réactif mixte et attendre au moins 20 mn (pour suivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage, tenir compte de la valeur lue pour le témoin).

L'apparition de la coloration rose indique la présence de NO_2^-

Enfin, mesurer l'absorbance De chaque étalon à la longueur d'onde (environ 540 nm). Effectuer parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire en utilisant les mêmes quantités des réactifs mais en employant le même volume approprié d'eau distillé à la place de la prise d'essai.

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

III.7.11. Dosage de sulfate :**Principe :**

Les ions SO_4^{2-} sont précipités à l'état de sulfate de baryum et évalués gravimétriquement.

Préparation des Réactifs**Réactif I (solution stabilisante)**

Acide chlorhydrique (c) ... 60 ml.

Ethanol ... 200 ml.

Chlorure de sodium ... 150 g.

Glycérol ... 100 ml.

Eau distillée ... qsp 1000 ml.

Réactif II (Solution de chlorure de baryum)

Chlorure de baryum ... 150 g.

Acide chlorhydrique ... 5ml.

Eau distillée ... qsp 1000 ml.

Mode opératoire :

Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml E.D.

Ajouter 5 ml de la solution stabilisante.

Ajouter 2 ml de chlorure de baryum.

Agiter énergiquement pendant 1 min

Faire la lecture au spectrophotomètre $\lambda = 420 \text{ nm}$.

NB : $\text{mg/l SO}_4^{2-} = \text{la valeur lue sur le spectrophotomètre} \times \text{la dilution}$.

Faire la lecture au spectromètre à longueur d'onde 451 nm

Les résultats sont affichés directement dans le spectromètre en mg /litre de sulfate.

III.7.12. Détermination du Dosage du Calcium (Ca^{+2}) par la dureté calcique TH, Ca^{+2} (Titre hydrométrique calcique)

Cette manipulation consiste à la teneur en ions de calcium et de magnésium présente dans une eau par méthode complexométrique.

L'agent complexant le plus souvent utilisé est l'E.D.T.A (Ethyle-Diamine-Tétra-Acétique) appelé souvent sel dissodique ou complexant (III) ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$).

L'action de l'E.D.T.A sur les cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et plus particulièrement le calcium (Ca^{+2}) et le magnésium (Mg^{+2}). Donne naissance à deux complexes appelés : E.D.T.A-calcique et E.D.T.A magnésique.

Principe :

Titration des ions calcium avec une solution aqueuse d'E.D.T.A à un PH compris entre 12 et 13. L'indicateur utilisé est le murexide, qui forme un complexe rose avec le calcium.

Lors du titrage, l'EDTA réagit avec les ions calcium, l'indicateur vire alors de la couleur rose à la couleur violet.

Réactifs

Solution titrée d'E.D.T.A à (0.02N).

Solution tampon Hydroxyde de sodium NaOH à (2N).

Indicateur rouge de muréxide.

Mode opératoire :

On prend 100 ml de l'eau à analyser dans un bécher de 250 ml on ajoute 4 ml de solution Hydroxyde de sodium NaOH à (2N), puis on ajoute 0.2 g de poudre de l'indicateur rouge Muréxide. Puis on titre avec une solution d'EDTA (0.02N) goutte à goutte jusqu'au de virage de l'indicateur du rose au violet.

Les résultats sont exprimée en mg/l, et calculés par l'expression suivante :

$$[\text{Ca}^{2+}] = T_{\text{Ca}^{2+}} \times 4.008$$

40.08 g/mol = est la masse molaire atomique de calcium.

III.7.13. Détermination du Dosage en Magnésium (Mg^{2+}) :

Pour déterminer la concentration en magnésium (Mg^{2+}) qui est exprimée en mg/l, la relation suivante est utilisée :

$$[\text{Mg}^{2+}] = T_{\text{H}} - T_{\text{Ca}^{2+}} \times 2,43$$

III.7.14. Détermination du Dosage de l'hydrogénocarbonate HCO_3^- :

Pour déterminer la concentration en hydrogénocarbonate qui est exprimée en mg/l on utilise la relation suivante :

$$\text{Si } T_{\text{A}} = 0 : [\text{HCO}_3^-] = T_{\text{AC}} \times 12.2$$

$$\text{Si } T_{\text{A}} \neq 0 : [\text{HCO}_3^-] = 0.2 \times [T_{\text{AC}} - (2 \times T_{\text{A}})] \times 12.2$$

Avec : La masse molaire de $\text{HCO}_3^- = 61$ donc $61 \times 0.2 = 12.2$.

III.7.15. Détermination le Dosage de carbonate de calcium (CaCO_3) :

La concentration en carbonate de calcium est exprimée en mg/l et calculée par la relation suivante :

$$\text{Si } T_{\text{A}} = 0 : [\text{CaCO}_3] = T_{\text{AC}} \times 10$$

$$\text{Si } T_{\text{A}} \neq 0 : [\text{CaCO}_3] = (T_{\text{AC}} - 2T_{\text{A}}) \times 10$$

III.7.16. Dosage de sodium et de potassium par photométrie de flamme :

La photométrie de la flamme est le procédés les plus rapides et sensibles connus aujourd'hui pour le dosage des éléments alcalins et alcalino - terreux.

Les éléments à analyser (sodium, potassium lithium, calcium... etc.) sont généralement sous forme de sels. L'analyse se fait en partant de leurs solutions.

Appareil Dr. LANGE (JENWAY).

Le résultat est donné directement en mg/l.

III.7.17.Résidu sec :

La teneur en matières sèche inclut à la fois les matières en suspension et les sels dissous. Le résidu sec est utilisé aussi pour déterminer la siccité de la boue (exprimé en %).

Résidu sec à 105 C°.

La teneur en matière sèche est exprimé en pourcentage par rapport au poids de l'échantillon. La méthode de mesure consiste à mettre à l'étuve à 105C° , jusqu'à l'obtention d'une masse constante.

Soit M1 la masse de l'échantillon humide et M2 sa masse après séchage.

$$\text{Siccité} = \frac{M2. 100}{M1} \%$$

Le séchage à 175-185 C°.comparé au séchage à 105 C°. permet d'évaluer notamment la teneur des sels en eaux de cristallisation, la teneur en eau liée aux hydroxydes, plus certaines matières très volatiles(les huiles.....).

Chapitre IV

Résultats et Discussion

IV.1 Norme de potabilité des eaux de consommations en Algérie :

Le tableau IV.1. Ci-dessous représente les exigences de la réglementation Algérienne en matière de potabilité de l'eau.

Variable	Concentration maximale admissible	Effets indésirables
pH	6.5-8.5	PH acide, corrosion des conduites PH basique, diminue l'efficacité de la désinfection
Température	12 °C à < 22 °C	Basse, diminue l'efficacité de traitement Elevée, favorise la croissance microbienne et la formation des THM
Dureté total (TH)	500 mg/l de CaCO ₃	Entartrage des conduites. Consommation excessive de savon
Turbidité	2 NTU	Protège les micro-organismes contre les effets de la désinfection
Chlorures	200 - 500 mg/l	Saveur désagréable, effet laxatif Corrosion des conduites
Nitrates	50 mg /l	Risque de méthémoglobinémie infantile
Nitrites	0,1 mg/l	Risque de méthémoglobinémie infantile
Sulfate	200 - 400 mg/ l	Trouble gastro-intestinaux, corrosion des conduites
Fer	0,3 mg/l	Saveur désagréable. Tache de linge et la plomberie, favorise le développement de bactéries
Calcium	75 - 200 mg/l	Entartrage des conduites.
Magnésium	150 mg/l	Combiné au SO ₄ génère goût
Sodium	200 mg/l	A concentration élevée gêne les hypertendus

Tableau IV.01. Norme Algérienne de potabilité de l'eau des paramètres physico-chimiques (telles que précisées par le journal officiel de la république algérienne N°51 du 20 août 2000)

IV.2. Les valeurs mentionnées sur l'étiquetage des eaux embouteillées analysées :

Le tableau IV.2 présenté ci-dessous indique les valeurs des paramètres physico chimique mentionnés sur l'étiquetage des eaux minérales objet d'étude.

Echantillons Paramètres	Soummam	Guedila	Lalla khedidja
Calcium (mg/l)	114	78	53
Magnésium (mg/l)	32	37	7
Sodium (mg/l)	71	29	5.5
Potassium (mg/l)	2	2	0.54
Sulfate (mg/l)	176	95	7
Chlorure (mg/l)	78	40	11
Nitrate (mg/l)	19.20	4.5	0.42
Nitrite (mg/l)	≤0.01	≤0.01	0
Ph	7.21	7.35	7.22
Résidus Sec / 180° (mg/l)	755	564	187

Tableau IV.2. Valeurs des paramètres physico-chimiques sur l'étiquetage des eaux minérales analysées

IV.3. Résultats des analyses physico-chimiques :

IV.3.1. Résultats des analyses physico-chimiques du 1^{er} prélèvement :

Le tableau IV.3.1 ci-dessous indique les résultats d'analyse physico-chimique du premier prélèvement effectué en date du 04/05/2021.

Echantillons Paramètres	soummam	Guedila	Lalla khedidja	Eau dessalement	Abonnée	Unité
Cl ₂ /R	00	00	00	0.1	0.2	mg/l
Conductivité	1209	739	304	500	507	μS/cm
Ph	6.79	7.17	7.41	8.37	8.4	/
Turbidité	0.12	0.1	0.087	0.49	0.29	NTU
Température	19	19	19	19	19	C°
Dureté totale (TH)	32.2	34.4	15.6	6.8	6.8	F°
Dureté calcique (Tca2+)	21.2	18.8	13.2	5.8	5.6	F°
TAC	9.2	25.2	14.6	5.8	5.8	F°
TA	00	00	00	0.2	0.2	F°
Chlorures	100.28	51.12	18.44	123.14	127.63	mg/l
ammonium	00	00	00	00	00	
Nitrite	00	00	0.01	00	00	mg/l
Nitrate	13.6	5.01	2.63	0.67	0.68	mg/l
Sulfate	158.9	98.6	4.52	2.52	3.13	mg/l
Sodium	106	21	3.3	82	84	mg/l
Potassium	2.3	2.7	0.3	5.4	5.5	mg/l
Résidu sec	972	536	178	277	288	mg/l
Calcium	84.92	75.35	52.91	23.25	22.44	mg/l
Magnésium	26.74	39.36	5.83	2.43	2.92	mg/l

Tableau IV.3.1. Résultats des paramètres physico- chimiques (1^{er} prélèvement)

IV.3.2. Résultats des analyses physico-chimiques du 2^{ème} prélèvement :

Le tableau IV.3.2 ci-dessous indique les résultats d'analyse physico-chimiques du deuxième prélèvement effectué en date du 30/05/2021.

Echantillons Paramètres	soummam	Guedila	Lalla khedidja	Eau dessale ment	Abonnée	Unité
Cl _{2/R}	00	00	00	0.1	0.2	mg/l
Conductivité	1104	760	315	549.3	500	µS/cm
Ph	7.05	7.18	7.05	8.37	7.57	/
Turbidité	0.08	0.04	0.09	0.39	0.17	NTU
Température	25.9	25	25.1	20.8	26.2	C°
Dureté totale (TH)	31	35	16	6	7.2	F°
Dureté calcique (Tca2+)	21.2	18.8	13.2	5.8	3	F°
TAC	9	26.2	14.6	5.6	6.2	F°
TA	00	00	00	0.1	00	F°
Chlorures	123.38	62.28	51.05	118.44	127.69	mg/l
ammonium	00	00	00	00	00	mg /l
Nitrite	00	00	00	00	0.01	mg/l
Nitrate	14	4.99	2.70	0.56	2.1	mg/l
Sulfate	159	98.5	4.52	3.44	2.89	mg/l
Sodium	107	24	5.4	83	83	mg/l
Potassium	2.2	2.9	0.4	6.3	5.6	mg/l
Résidu sec	816.95	472.77	177	273.28	285.79	mg/l
Calcium	84.96	75.35	52.91	23.25	24.05	mg/l
Magnésium	23.82	39.88	6.81	0.49	2.92	mg/l

Tableau IV.3.2. Résultats des paramètres physico- chimiques (2^{ème} prélèvement)

IV.3.3. Résultats moyens des analyses physico-chimiques:

Echantillons Paramètres	soummam	Guedila	Lalla khedi dja	Eau dessalement	Abonnée	Unité
Cl _{2/R}	01	02	00	00	00	mg/l
Conductivité	1156.5	749.5	307	524.65	503.5	µS/cm
Ph	6.92	7.17	7.23	8.37	7.98	/
Turbidité	0.1	0.07	0.08	0.44	0.23	NTU
Température	22.45	22	22.05	19.9	22.6	C°
Dureté totale (TH)	31.6	34.7	15.8	6.4	7.00	F°
Dureté calcique (Tca2+)	21.2	18.8	13.2	5.8	4.3	F°
TAC	9.1	25.7	14.6	5.7	6.00	F°
TA	00	00	00	0.1	0.1	F°
Chlorures	111.64	56.7	18.44	120.79	127.66	mg/l
Ammonium	00	00	00	00	00	
Nitrite	00	00	0.005	00	0.005	mg/l
Nitrate	13.8	05	2.66	0.61	1.39	mg/l
Sulfate	158.95	98.55	4.52	2.98	3.01	mg/l
Sodium	106.5	22.5	4.35	82.5	83.5	mg/l
Potassium	2.25	2.8	0.35	5.8	5.55	mg/l
Résidu sec	894.47	504.38	177.5	275.4	286.89	mg/l
Calcium	84.94	75.35	52.91	23.25	23.24	mg/l
Magnésium	25.28	39.62	6.32	1.46	2.92	mg/l
HCO ₃	91	257	146	55	58	mg/l

Tableau IV.3.3. Résultats moyens des paramètres physico- chimiques.

IV.4. Les paramètres physico-chimiques :

IV.4.1. Conductivité :

La conductivité est la mesure de la capacité d'une eau à conduire un courant électrique, elle varie en fonction de la température et est liée à la concentration et à la nature des substances dissoutes; sa norme selon la réglementation Algérienne ne doit pas dépassée 2800 μ s/cm.

La mesure de ce paramètre permet d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau.

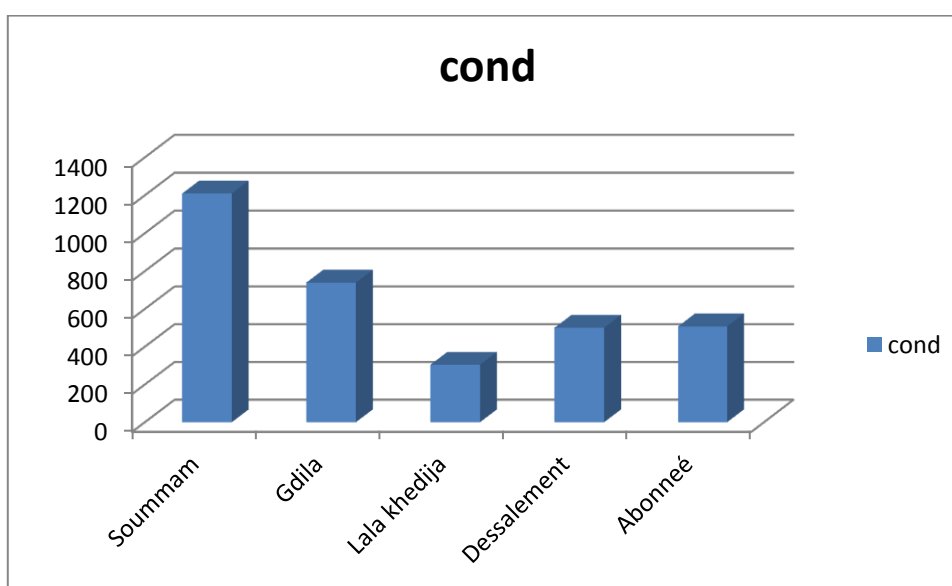


Figure IV.4.1. Evaluation de la conductivité des échantillons étudiés.

Echantillons	Soummam	Gdila	Lala khedidja	Dessalement	Abonné
conductivité	1209	739	304	500	507

Tableau IV.4.1. Evaluation de la conductivité des échantillons étudiés.

DISCUSSION :

D'après la figure IV.4.1 nous constatons effectivement la variation de la conductivité des cinq échantillons, toutefois ils sont tous aux dessous de la norme exigée par la réglementation en vigueur.

IV.4.2. Titre Alcalimétrique (TA) :

Le titre alcalimétrique (TA) d'une eau permet de connaître sa concentration en carbonates (CO_3^{2-}) et en bases fortes, autrement dit son alcalinité qui a son tour est fortement liée à sa dureté

La norme du Titre Alcalimétrique Complete (TA) requises par l’OMS est **TA < 0.2°F**.

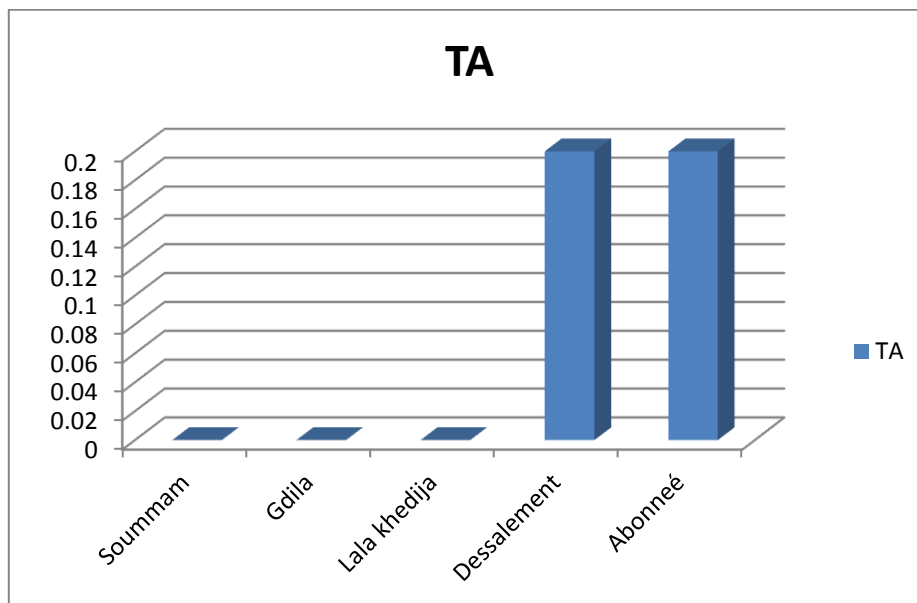


Figure IV.4.2. Evaluation du Titre Alcalimétrique TA des échantillons étudiés.

Echantillons	Soummam	Gdila	Lala Khedidja	Dessalement	Abonné
TA	0	0	0	0.2	0.2

Tableau IV.4.2. Evaluation du Titre Alcalimétrique TA des échantillons étudiés

DISCUSSION

L'étude du titre alcalimétrique des cinq échantillons représentée sur la figure IV.4.2 nous a permis de constater que toutes les eaux analysées répondent aux normes (TA < 0.2°F) .

IV.4.3. Titre Alcalimétrique Complet TAC :

Le titre alcalimétrique complet assure la détermination pour une eau naturelle de la teneur composés à réaction basique (hydroxydes, carbonates, bicarbonate) jusqu'à un pH d'environ 4.5, donc aussi des acides faibles.

La norme du Titre Alcalimétrique Complete requises par l'OMS est **TAC < 60 °F**.

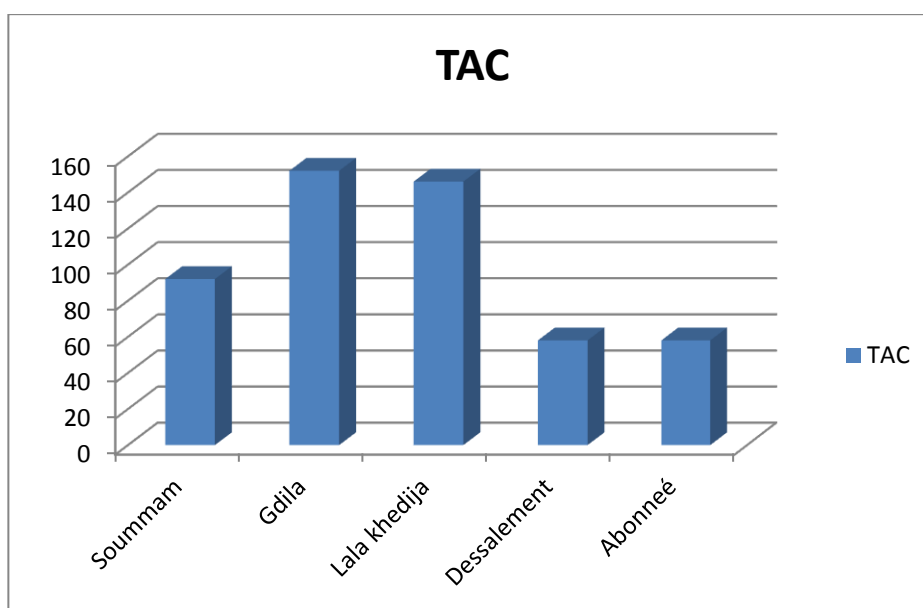


Figure IV.4.3. Evaluation de la Titre Alcalimétrique Complet TAC des échantillons étudiés

Echantillons	Soummam	Gdila	Lala khedidja	Dessalement	Abonné
TAC	92	152	146	58	58

Tableau IV.4.3. Evaluation de la Titre Alcalimétrique Complet TAC des échantillons étudiés

DISCUSSION

D'après la figure IV.4.3, il apparait clairement que seules les eaux du service public répondent aux normes, tandis que les TAC des eaux minérales étudiées sont largement supérieurs aux normes pouvant atteindre le double de la normalité.

IV.4 .4. Dureté de l'eau TH :

La dureté d'une eau reflète sa concentration en sels minéraux dissous plus particulièrement en ions de Ca^{2+} et Mg^{+2} , plus cette concentration est élevée plus l'eau est dure (Sekerka et al, 1975).

L'OMS (1996) a fixé une norme de $TH < 100$ °F pour une eau convenable à la consommation humaine.

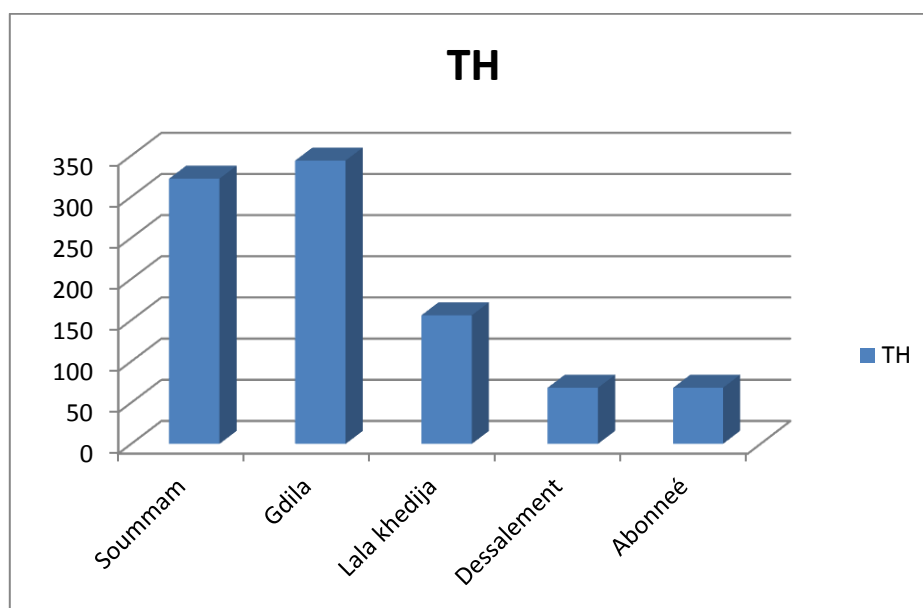


Figure IV.4.4. Evaluation de la dureté de l'eau (TH) des échantillons étudiés

Echantillons	Soummam	Gdila	Lala khedidja	Dessalement	Abonné
TH	322	344	156	68	68

Tableau IV.4.4. Evaluation de la dureté de l'eau (TH) des échantillons étudiés

DISCUSSION

Les histogrammes représentés sur la figure IV.4.4. montrent nettement la différence importante de la dureté de l'eau entre les eaux embouteillées et celles du réseau public,

IV.4.5. Le calcium

Le Ca^{2+} est présent dans l'eau potable, il est responsable du blocage de l'absorption des métaux lourds par les cellules du corps humain, il accroît la masse osseuse et prévient certain type de cancer (cancer du côlon chez les humaines). Il même faire disparaître les premiers signes de cancer colorectale (Garland et all., 1985), (Lipkin et al, 1989).

Ce cancer apparait plus fréquemment que prévu chez les personnes qui boivent de l'eau de faible dureté, pauvre en Ca²⁺ (Silberner, 1985).

À des concentrations très élevées, le Ca²⁺ devient nocifs car il réduit l'absorption d'autres éléments minéraux essentiels comme le fer. (Monser et al., 1976).

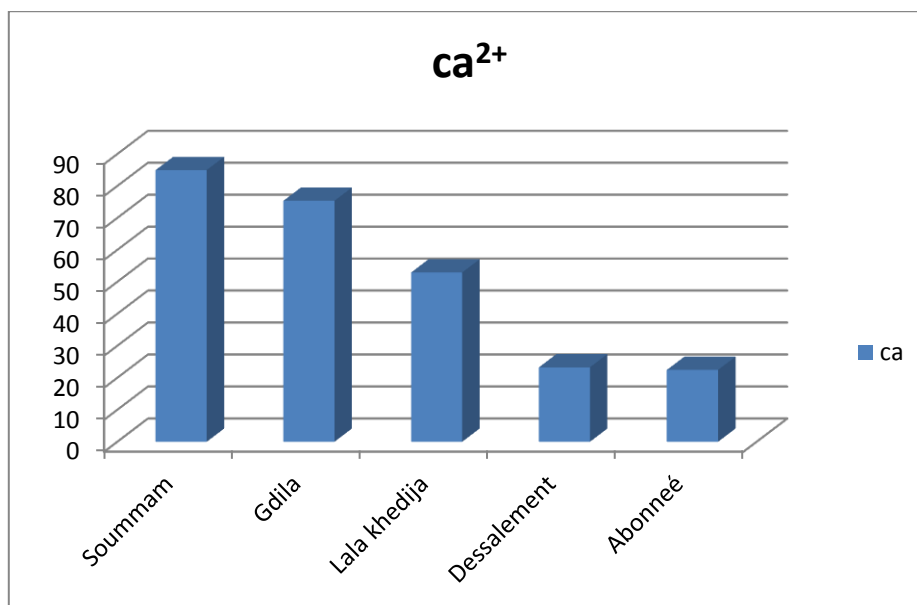


Figure IV.4.5. Evaluation de la concentration de calcium des échantillons étudiés

Echantillons	Soummam	Gdila	Lala khedidja	Dessalement	Abonné
Ca (mg/l)	84 ,97	75,35	52,91	23 ,25	22,44
Valeur sur l’emballage	114	78	53	/	/

Tableau IV.4.5. Evaluation de la concentration de calcium des échantillons étudiés

DISCUSSION

La figure IV.4.5. montre clairement la flagrante différence du taux de calcium entre les eaux du réseau public et celles des eaux minérales analysées.

Le niveau nettement bas du calcium dans les eaux du réseau public et qui est au dessous des normes Algérienne soit 50 a 200 mg/l, ceci s’explique par le fait que la minéralisation des eaux de dessalement est très onéreuse.

NB : Il faut souligner que pratiquement le dosage du calcium dans les eaux embouteillées analysées correspond à celui indiqué sur l’étiquetage de leurs emballages

4.6. Magnésium :

Le magnésium est indispensable au métabolisme humain, car il contribue à la régulation de la perméabilité cellulaire, une concentration élevée de cet élément peut perturber gravement les fonctions cardiovasculaires, neuromusculaire et surtout rénales. Sa présence dans l'eau provoque un effet laxatif.

Le corps humain a besoin d'environ 25mg de Mg^{2+} , cet apport fourni par l'eau varie considérablement selon la dureté de celle-ci.

L'apport quotidien en magnésium chez sujet consommant 1,5 litre d'eau chaque jour se situerait entre 1,5mg/l pour une eau douce dosée à 1mg/l de Mg^{2+} et 37,5 mg/l pour une eau dure dosée à 25mg/l de Mg^{2+}) (Bokovay, 1986).

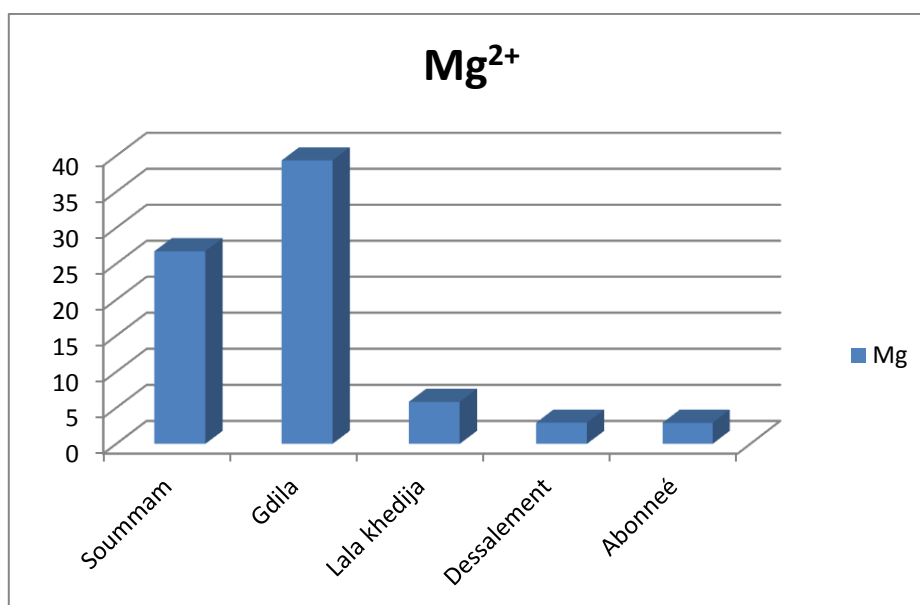


Figure IV.4.6. Evaluation de la concentration de magnésium des échantillons Etudiés.

Echantillons	Soummam	Gdila	Lala khedidja	Dessalement	Abonné
Mg (mg/l)	25.28	39,62	6.32	1.46	2,92
Valeur sur l'emballage	32	37	7	/	/

Tableau IV.4.6. Evaluation de la concentration de magnésium des échantillons Etudiés.

DISCUSSION

Les résultats obtenus (figure IV.4.6.) prouvent clairement que tous les échantillons quels qu'ils soient sont dans les normes soit moins de 150 mg/l.

NB : le dosage du magnésium dans les eaux embouteillées analysées correspond a celui indiqué sur l'étiquetage de leurs emballages.

IV.4.7. Potassium (K⁺) :

Le potassium est l'élément clé de la contraction musculaire. Les besoins journaliers sont assez faibles et généralement couverts par une alimentation équilibrée. La concentration de potassium est assez faible dans la plupart des eaux minérales, sauf dans certaines eaux gazeuses

La réglementation Algérienne régit par l'article 12 du décret n° 27 du 26 avril 2006 a fixé une concentration maximale en potassium de 20 mg/l pour une eau convenable à la consommation humaine.

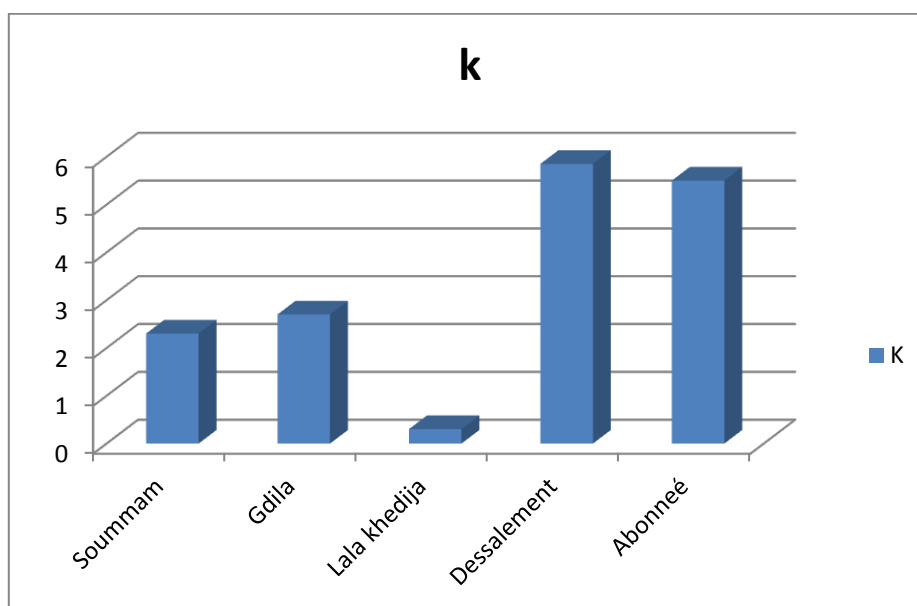


Figure IV.4.7. Evaluation du taux du Potassium des échantillons analysés

Echantillons	Soummam	Gdila	Lala khedidja	Dessalement	Abonné
K (mg/l)	2,25	2,8	0.35	5,9	5,55
Valeur sur l'emballage	2	2	0.54	/	/

Tableau IV.4.7. Evaluation du taux du Potassium des échantillons analysés

DISCUSSION

Bien que la réglementation exige un maximum de 20 mg de potassium par litre d'eau, la figure IV.4.7 montre que le taux du potassium dans les eaux du réseau public est plus important que celui des eaux minérales.

NB : les résultats des analyses des eaux embouteillées pour le potassium est presque identique aux étiquetages.

IV.4.8. Sodium (Na⁺)

Le sodium est un élément essentiel pour maintenir l'équilibre d'hydratation du corps. Il est donc indispensable d'en consommer en quantité suffisante, mais sans excès. Généralement, l'alimentation contribue amplement à l'apport journalier de sodium, mais en cas de déshydratation ou à l'issue d'une gastro-entérite par exemple, une recharge en sodium peut s'avérer nécessaire.

La loi Algérienne a fixé une norme allant de 200 mg/l pour une eau convenable à la consommation humaine,

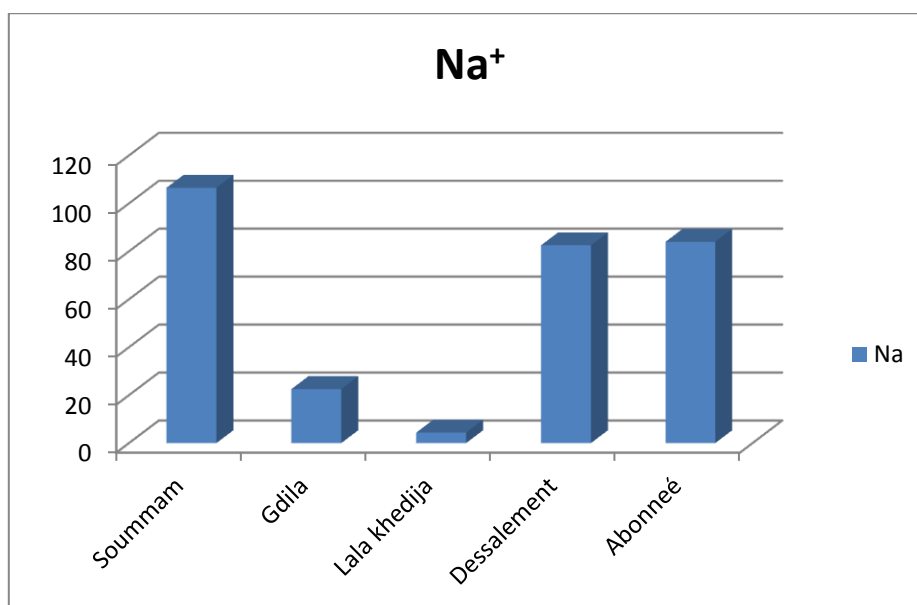


Figure IV.4.8. Evaluation du taux du sodium des échantillons analysés

Echantillons	Soummam	Gdila	Lala khedidja	Dessalement	Abonné
Na (mg/l)	106.5	22.5	4.35	82.5	83.5
Valeur sur l’emballage	71	29	5.5	/	/

Tableau IV.4.8. Evaluation du taux du sodium des échantillons analysés

DISCUSSION

Les résultats des analyses montrent que les valeurs du sodium répondent à la norme prescrite par la loi pour une eau destinée à la consommation humaine.

IV.4.9. Sulfate (SO₂-4) :

La teneur en sulfate des eaux est très variable dépend essentiellement à l’interaction de l’eau avec des dépôts des substances dans l’aquifère de la nappe

phréatique, du fait de la solubilité du gypse, les concentrations relevées dans les aquifères peuvent nettement dépasser les 100 mg/l.

A côté de cela le sulfate peut être aussi formé comme produit final d'un processus d'oxydation microbienne en liaison avec la dénitrification des nitrates dans l'aquifère. De nappe phréatique (**Barry, 1988**).

Selon l'OMS (1997) fixe une norme de 500 mg/l, les principaux effets physiologiques provoqués par l'ingestion de grandes quantités de sulfates sont la purgation et l'irritation gastro-intestinale chez les adultes (**Peck, 1970**).

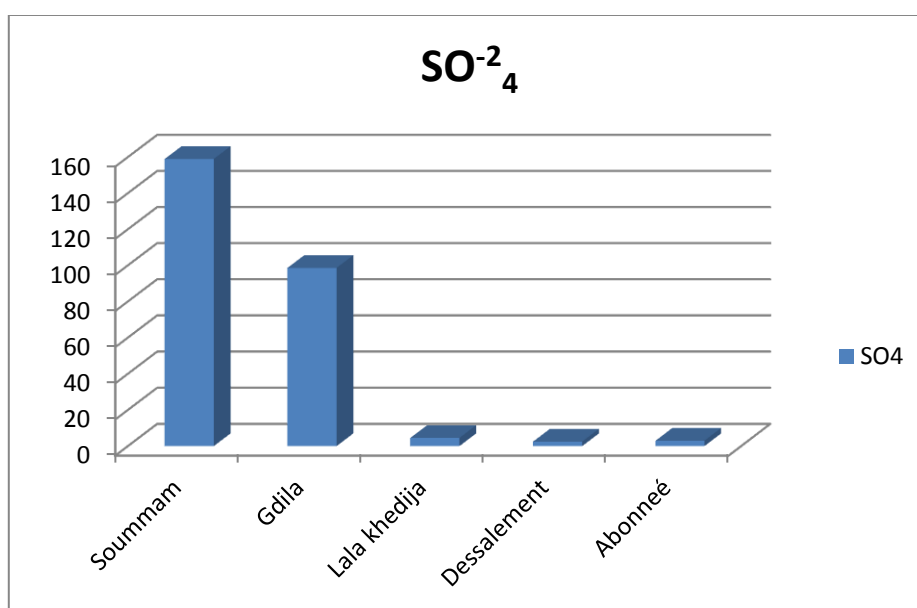


Figure IV.4.9. Evaluation du taux des sulfates des échantillons analysés

Echantillons	Soummam	Gdila	Lala khedidja	Dessalement	Abonné
SO4 (mg/l)	158.95	98,55	4,52	2,98	3,01
Valeur sur l'emballage	196	95	7	/	/

Tableau IV.4.9. Evaluation du taux des sulfates des échantillons analysés

DISCUSSION :

Les résultats des analyses montrent que les valeurs des sulfates répondent à la norme prescrite par la réglementation Algérienne.

IV.4.10. Le nitrate (NO⁻³) :

Le nitrate (NO⁻³), et nitrite (NO⁻²), sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement, il résulte d'une nitrification des ions d'ammonium (NH⁺⁴) présent dans le sol.

L'OMS (1997) fixe une norme de nitrate a **50 mg/l** pour une bonne qualité de l'eau potable, si cette norme se dépasse de 50 mg/l il aura une toxicité à la réduction en nitrite et de formation de méthémoglobine.

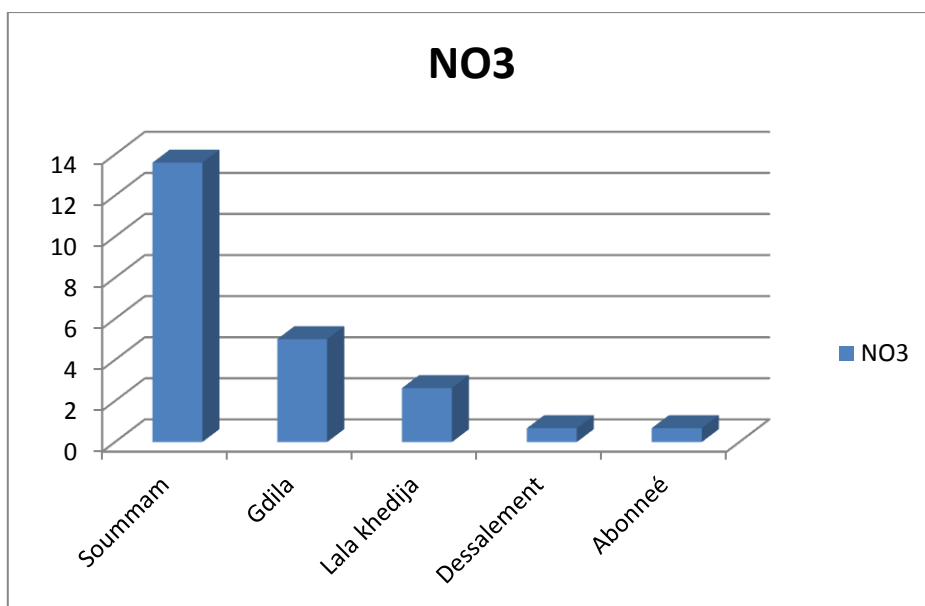


Figure IV.4.10. Evaluation du taux des nitrates des échantillons analysés

Echantillons	Soummam	Gdila	Lala khedidja	Dessalement	Abonné
NO3 mg/l	13.8	5	2,66	0,61	1.39
Valeur sur l'emballage	19.20	4.5	0.42	/	/

Tableau IV.4.10. Evaluation du taux des nitrates des échantillons analysés

DISCUSSION :

Les résultats des analyses montrent que les valeurs du nitrate répondent à la norme prescrite par l'OMS pour une eau destinée à la consommation humaine.

IV.4.11. Bicarbonate (HCO₃)

L'alcalinité c'est une mesure globale évaluant en bloc des carbonates et des bicarbonates alcaline ou alcalino-terreux, et des bases fortes.

Le bicarbonate intervient également dans le traitement de l'eau notamment comme régulateur de pH. Pour une bonne qualité de l'eau potable l'OMS (1997) fixe une norme compris de Maximum 600 mg/ l, l'Algérie l'a fixé a500 mg/l.

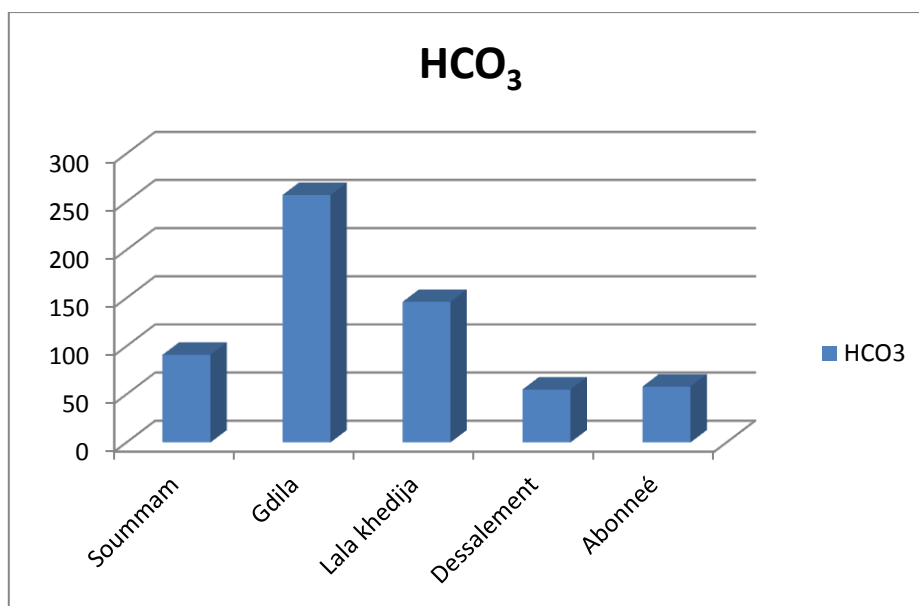


Figure IV.4.11. Evaluation de la concentration de bicarbonate(HCO₃)

Echantillons	Soummam	Gdila	Lala khedidja	Dessalement	Abonné
HCO ₃ mg/l	91	257	146	55	58
Valeur sur l'emballage	293	95	7	/	/

Tableau IV.4.11. Evaluation de la concentration de bicarbonate(HCO₃)

DISCUSSION :

Les résultats montrent que les eaux étudiées présentent des valeurs répondant aux normes recommandées par d'OMS et la réglementation Algérienne.

IV.4.12. Le chlorure (Cl-) :

Les chlorures sont largement répandus dans la nature, généralement sous formes des sels de sodium (NaCl) ou de potassium (KCl). Les eaux de mer contiennent la plus grande quantité de chlorure dans l’environnement selon le **(Conseil National de la Recherche de Canada, 1977)**.

L’effet nocif de chlorure sur la santé résulte dans hypertension sensible ou sodium (Na)

Selon certaines indications, il semblerait que le sodium et chlorure pouvant exercer un effet hypertenseur. En soi, le chlorure ne semble pas cause l’hypertension chez l’humaine. **(Ministère de la Santé Nationale et du Bien-être social, Canada, 1983)**.

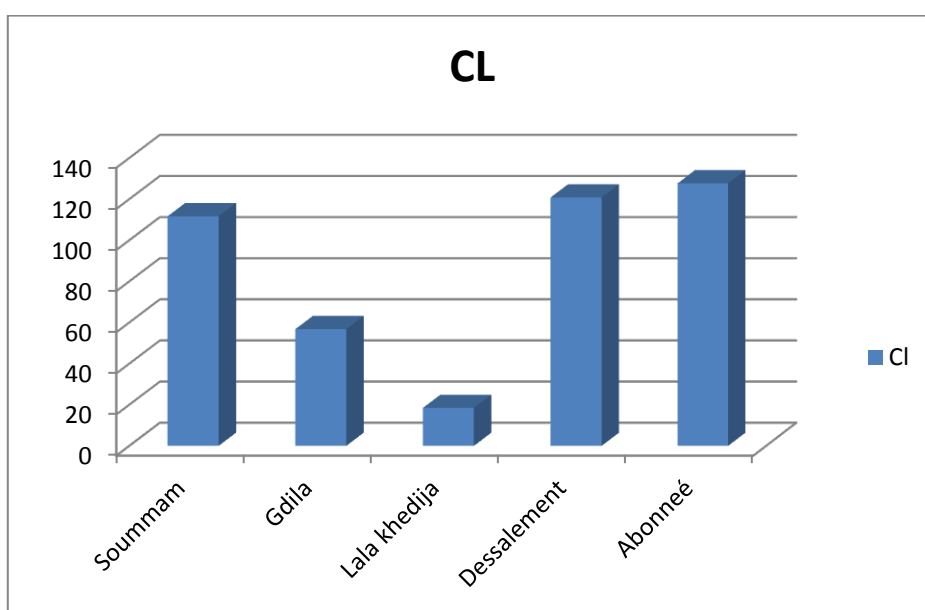


Figure IV.4.12. Evaluation du taux des chlorures des échantillons analysés

Echantillons	Soummam	Gdila	Lala khedidja	Dessalement	Abonné
Cl mg/l	111.64	56.72	18,44	120.79	127,66
Valeur sur l’emballage	78	40	11	/	/

Tableau IV.4.12. Evaluation du taux des chlorures des échantillons analysés

DISCUSSION :

Les normes Algériennes de la potabilité de l’eau et l’OMS (1997) ont fixé une norme opportune de chlorure à valeur de Maximum 500 mg/l.

Les résultats des analyses montrent que les valeurs du chlorure répondent à la norme prescrite par l’OMS pour une eau destinée à la consommation.

IV.4.13. Résidus secs :

Le résidu sec représente le taux des éléments minéraux recueillis après l'évaporation d'un litre d'eau à une température de 180°C. Selon les quantités recueillies, elles sont classifiées comme suit :

- plus de 1500 mg/l : eau riche en sels minéraux ;
- entre 500 et 1500 mg/l : eau moyennement minéralisée ou oligominérale ;
- entre 50 et 500 mg/l : eau faiblement minéralisée ;
- résidu sec < 50 mg/l : eau très faiblement minéralisée.

La réglementation algérienne recommande une minéralisation qui peut varier entre 1500- 2000 mg/l.

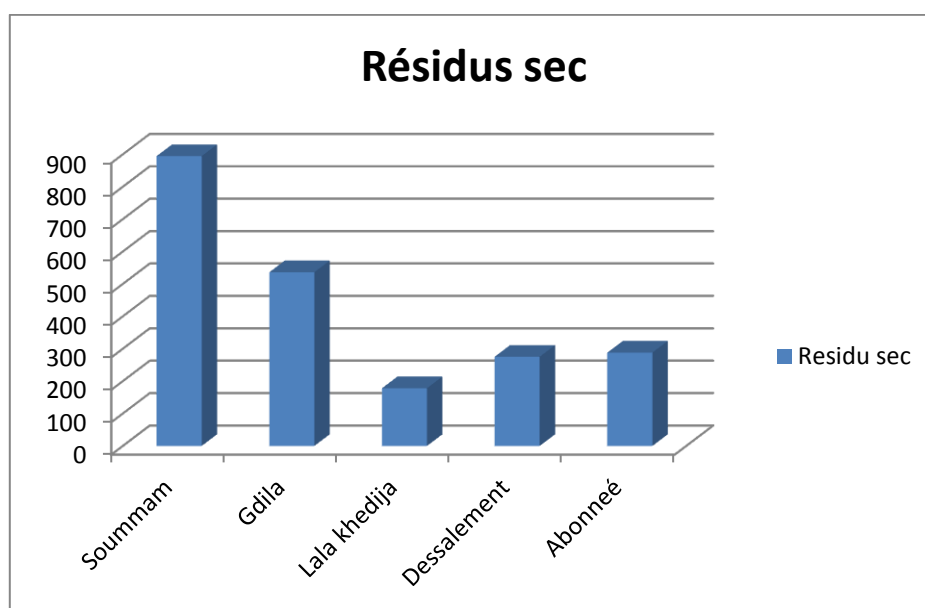


Figure IV.4.13. Evaluation des résidus sec des échantillons étudiés.

Echantillons	Soummam	Gdila	Lala khedidja	Dessalement	Abonné
R. sec mg/l	894.47	536	178	275.4	288
Valeur sur l'emballage	755	564	187	/	/

Tableau IV.4.13. Evaluation des résidus secs des échantillons étudiés.

DISCUSSION :

Les résultats des eaux analysées montrent que Soummam est la plus chargée des eaux analysées en résidus sec.

NB : le dosage du magnésium dans les eaux embouteillées analysées correspond à celui indiqué sur l'étiquetage de leurs emballages.

Conclusion

Conclusion

Notre planète est un énorme réservoir d'eau à partir duquel s'épanouissent toutes les formes inimaginable de La Vie et chaque organisme vivant est en son noyau également un plus petit réservoir d'eau.

Cette étude nous a permis, à travers un travail au laboratoire de mettre la lumière au grand public sur les questions relative aux eaux de consommations, qu'elles soient embouteillées ou celles du robinet.

- Quelle est la meilleure eau ?

- faut-il impérativement boire des eaux embouteillées ?

Nous avons travaillé de la manière habituelle dans l'étude d'un environnement naturel, nous nous sommes simplement concentrées plus particulièrement sur l'eau mais en l'analysant sous de multiples angles.

L'étude expérimentale a révélé que les eaux du robinet dont la source est la station du dessalement de l'eau de mer sont faiblement minéralisées par rapport aux eaux embouteillées étudiées, cette faible teneur en minéraux est principalement liée au coût très élevé du processus de minéralisation.

Mais attention, certaines eaux minérales, du fait de leur forte minéralisation, ne conviennent pas à une consommation quotidienne, en particulier pour certaines maladies. Notons que les bouteilles d'eaux de sources ne peuvent mentionner de bénéfices pour la santé. En revanche, elles sont parfois recommandées pour l'alimentation des nourrissons.

Parce qu'elles sont parfois fortement minéralisées, les eaux minérales peuvent se prévaloir d'allégations de santé. Certaines eaux minérales affichent donc des propriétés "bénéfiques pour la santé". Selon leur composition, elles peuvent donc être recommandées en fonction de certains besoins. Les eaux sulfatées ont un effet laxatif tandis que celles riches en calcium peuvent compléter un apport alimentaire ou médicamenteux.

une révélation choc issu d'une enquête menée par une prestigieuse Institution l'Académie de médecine de paris que certains eaux ne sont pas bonnes pour tout le monde ce qui est indiqué en toutes lettres dans un officiel rapport de l'Académie de médecine rédigé en 2006 par le docteur Patrice QUENEAU intitulé la place des eaux minérales dans l'alimentation.

Il faut souligner avec force que les eaux embouteillées demeurent inaccessible pour la majeure partie de la population Algérienne du fait de son prix sans trop parler des microparticules en plastique contenues dans les bouteilles en plastique qui sont sensé être préconisées pour la préparation des biberons des bébés.

Conclusion

L'être humain n'est d'ailleurs pas le seul à être impacté par cette pollution en plastique, un grand nombre d'animaux marin en ont déjà mangé et un bon nombre d'entre eux s'échoue régulièrement sur les plages, l'estomac remplie de plastique.

L'eau minérale ou de source en bouteille en plastique est 3500 fois plus cher que l'eau du robinet, génère chaque année 10 kg de déchet par habitant, parcourt environ 300 km avant d'arriver dans nos bouches mais plus de 1000 ans à se dégrader

Cette étude mériterait un approfondissement, notamment en ce qui concerne la réponse à la question en quoi consiste concrètement le pouvoir secret de l'eau ?

Par ailleurs, il est intéressant d'élargir ce travail afin de connaître pour autant les propriétés et les secrets de cet incroyable élément.

Références

1 -Les ouvrages

1. **Ouali M.S** 2001. Cours de procédés unitaires biologiques et traitement des eaux. Office des publications universitaires ALGER.
2. **APHA et al**, 1998. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. American Water Works Association Water Environment Federation. 20^{ème} édition. P6.
3. **Bary** 1988, l'intension marine et son impact sur l'écosystème.
4. **Berne et cordonnier**, 1991, traitement des eaux, épuration des eaux résiduaires de raffinage, conditionnement des eaux de réfrigération.
5. **Bokovoy** 1986, recommandation pour la qualité de l'eau potable au canada.
6. **BONTOUX J.**1993. Introduction à l'étude des eaux douces 2ème édition Cebedoc.
7. **Boye**, 2008, science et changements planétaires.
8. **Claude**, 1999. qualité physico chimiques des eaux souterraines.
9. **codex alimentarius. Normes alimentaires internationales. Norme pour les eaux minérales naturelles- cxs 108-1981**
10. Codex stan, 1981.
11. **COIN LOUIS**, 1981. La pratique de l'eau : usages domestiques. Collectif et industrielles. Edition Moniteur. Paris.
12. **D F I. (2005)**. Département fédéral de l'intérieur, confédération suisse .Ordonnance sur l'eau potable, l'eau de source et l'eau minérale du 23 novembre 2005 (Etat le 1er janvier 2014). N° 817.022.102
13. **Dégréement**, 1989, mémento technique de l'eau, édition de l'eau, édition Tech et doc.
14. **DEGREMONT G**, 1966 Mémento technique de l'eau. Édition TEC et DOC. Paris 8ème.
15. **DEGREMONT G**, 1989 Mémento technique de l'eau. Edition TEC et DOC.
16. **DENHOVE**, 1990. Les eaux minérales, volume 3. Edition: Lamy .P7
17. **DITMAN M. (2009)**. L'eau introduction.
18. **DUNGLAS**, 2014 .la réutilisation des eaux usées traitées.
19. **DUPONT A**, 1974. Hydraulique urbaine -Tome I- Hydrologie : captage et traitement des eaux. Editions Eyrolles P 32 - 34- 64.
20. **EMSALEM R**, 1989. Climatologie générale. Edition Entreprise Nationale du Livre. Alger. P 64.
21. **FRANK N. K**, 1984. Manuel de l'eau. Edition Lavoisier.

Référence

22. **GANJOUS D**, 1989. La pollution des milieux aquatiques. 2^{ème} édition : Tec et Doc. P12-13
23. **Garland et al**, 1985, prévision de la toxicité aigue des eaux des rivières.
24. **GENOUDET.**, 2001. L'eau de robinet : de la source au verre. Extrait de dossier de bulletin de L'association médicale Kouzmine internationale.
25. **GERARD P.**, 2004. Analyse physico-chimique. Edition: UCL/AC/ADST/YDDR .P6-7
26. **GOGUEL J**, 1967. Application de la géologie aux travaux de l'ingénieur. 2^{ème} édition: Masson .P13.
27. **Gomella C et Guerree H 1978**. Le traitement des eaux publiques, industrielles et privées. Ed Eyrolles.
28. **HUBERT P. et MARIN M.**, 2002. Quelle eau boirons- nous demain? Potable, minérale, irrigation, stresse hydrique. Ed : Fabienne travers.
29. **Lelerc, et all 1977**, Microbiologie appliquée, Edition Doin., 1977, p: 94-96.
30. **Lipkin et al**, 1989 ; revue géographique des pays méditerranées troisième série.
31. **MAILLARD H. et MORILLON S. (2013)**. L'eau source de vie. Association française.
32. **Marcel**, 1986. L'eau des collines.
33. **Monser et al**, 1976, environmental health.
34. **Mouffok2008**, Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson, Manuel des travaux pratiquent des eaux. Institut Pasteur d'Algérie 2008, p: 5
35. **OLIVAUX Y.** (2007). La nature de l'eau. Ed. Marco Pietteur. France. 563 p.
36. **OMS**, 1997. Directives de qualité pour l'eau de boisson.
37. **Peck** 1970, eaux souterraines et problèmes géotechniques.
38. **Permo**, 1981, caractérisation physico chimiques et palynologiques des sédiments des eaux.
39. **RODIER**, 2009. L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8^{ème} Edition Dunod.
40. **ROGERE et al**. 2002. Aide à la fiabilisation de l'eau potable en milieu rural. Aspects techniques et financiers .OLE au ; France .P 9
41. **SATIN M. et SELMI B**, 1999. Guide technique de l'assainissement: 2^{ém}C édition : Moniteur .P8
42. **Sekerka et al**, 1975, traitements d'eaux usées industrielles par congélation.
43. **Silberner** 1985, traitement électrolytique localisé des produits de corrosions.
44. **SPELLMAN, & FRANK R.** (2008).The Science of water: concepts and applications. 2nd Ed. CRC Press Taylor & Francis Group. USA. 417 p.

Référence

45. **THIELBORGER P.** (2014). The right(s) to water. Ed. Springer-Verlag. Berlin 231p.
46. **Vilagines, 2000.** Eau, environnement et santé publique, Edition Tee et Doc., Lavoisier, 2000, p: 5-164.
47. WHO, 1994. Directive de qualité de l'eau de boisson. Critères d'hygiène. 2ème édition. Vol 2. P6-10.
- 48.

2-Publications :

49. ANONYME, 2003. CI eau. Les français et l'eau.
50. ANONYME, 1997. Encyclopédie Médical

3-Mémoires :

51. ABDESLAM S et al. 1999. Suivi de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau de trois sources alimentant la région de Tlemcen. Mémoire d'ingénieur, Institut de Biologie, Université de Tlemcen.
52. SAC! D. et BERRAHMA K., 1997. Etude sur la coagulation de l'eau résiduaire de la stalion d'épuration de l'unité SOITEX Tlemcen et de l'eau brute de la station d'épuration de Laila Seti Tlemcen. Mémoire d'ingénieur Institut d'hydraulique. Université de Tlemcen.