

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

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

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA  
TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



## Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Sciences alimentaires  
Option: Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

## Thème

---

# Les eaux minérales naturelles embouteillées et commercialisées en Algérie : Qualité et vertus thérapeutiques

---

Présenté par :

- BOUHALI Amira
- CHAREF Ikram
- CHEIKH Karima

Membres de jury:

Président	: Mr. ZEBSA Rabah	(M.C.B)	Université Guelma
Examinatrice	: Mme. YDJEDD Siham	(M.C.B)	Université Guelma
Promoteur	: Mr. GHRIEB Lassâad	(M.C.A)	Université Guelma

Septembre 2020

## Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos remerciements et notre profonde gratitude, avant tout à Dieu le tout puissant qui nous a donné le courage et la force pour mener à bout ce modeste travail.

Nos vifs remerciements vont à tous nos chers enseignants membres de jury ; monsieur **ZEBSA Rabah** en tant que président et madame **YDJEDD Siham** en tant qu'examinatrice.

Nous présentons nos plus chers remerciements à notre Promoteur Mr. **GHRIB Lassâad**, qui a bien voulu nous diriger et nous orienter tous le long de la réalisation de notre travail, pour ses précieux conseils, sa gentillesse qu'on a pu apprécier pendant notre parcours. Veuillez trouver ici le témoignage de nos plus profonds respects et de nos plus vives reconnaissances.

Nous remercions tout le personnel de la station de traitement des eaux de Hammam Debagh, Guelma et en particulier monsieur **LAAGOUNE Abdelghani** qui nous a ouvert toutes les portes pour effectuer notre stage.

Enfin, nous exprimons nos remerciements et notre gratitude à nos familles et nos miens qui nous ont beaucoup encouragé et soutenu, ainsi que tout ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à l'accomplissement de ce travail.

## Dédicace

*A l'aide de Dieu le tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie,  
j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et matériel tout au long de ma vie, dans les moments difficiles et dans mes années d'études, ma source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour ma réussite. Que Dieu te procure une bonne santé et une longue vie mon très cher Papa.*

*A lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, celle qui m'a transmis le courage et l'amour, pour sa tendresse et pour ses encouragements durant mon parcours, à ma très chère Maman que j'adore.*

*A mes adorables frères : DJABER, SAIF EDDINE, IMED EDDINE, AKRAM MOKHTAR ET AYOUB.*

*A mes chères sœurs : ILHEM et KHOLOUD.*

*A tous mes amies*

*A toute la promotion 2020 ; Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible.*

**AMIRA**

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour à mes chers parents, qui ont consacré leur existences à bâtir la mienne, pour leur soutien, leurs patiences, leur encouragement et pour que je puisse arriver à ce stade.*

*À ma chère Mama YAMINA.*

*Qui m'a encouragée durant toutes mes études, et qui sans elle, ma réussite n'aurait pas eu lieu.*

*À mon cher papa ABD EL BAKI.*

*Qui est toujours disponible pour nous, et prêt à nous aider, je lui confirme mon attachement et mon profond respect.*

*À mes adorables frères*

*RAMDANE et AMINE qui ont toujours su m'encourager à leur façon.*

*À mes adorables sœurs*

*SARA et IBTISSAM et ma petite SIRINE.*

*À mes chères amies : DJOUHANA, DONJA ZED, ROUMAISSA, SELMA, MAJSSA,  
DONJA ET AMIRA.*

*À tous ceux qui me sont chers de loin et de près.*

**IKRAM**

## Dédicace

*A l'aide de Dieu le tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie,  
j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et matériel tout au long de ma vie, dans les moments difficiles et dans mes années d'études, ma source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour ma réussite. Que Dieu te procure une bonne santé et une longue vie mon très cher Papa.*

*A lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, celle qui m'a transmis le courage et l'amour, pour sa tendresse et pour ses encouragements durant mon parcours, à ma très chère Maman que j'adore.*

*A mes adorables frères : ALI et DHIYAA-EDINE.*

*A mes chères sœurs : IMENE et AMEL.*

*A mes grands-mères et ma grand père que dieu leur procure bonne santé et longue vie.*

*A mes amies : YOUSRA, WAFI, RAYANE, ASMA, AYA,  
ZAYNEB, ILHEM, AHLEM....*

*A tout la promotion 2020 ; Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible.*

**KARIMA**

## **Résumé**

Les eaux minérales naturelles ont une composition physico-chimique stable qui peut leur permettre de se voir reconnaître des propriétés favorables à la santé humaine.

Le présent travail consiste à effectuer une étude comparative de la qualité physico-chimique de quelques eaux minérales naturelles embouteillées commercialisées en Algérie

Cette étude a été faite en s'appuyant sur les paramètres physico-chimiques indiqués sur les étiquettes à savoir : Calcium, magnésium, Sodium, Potassium, Chlorures, Sulfates, Bicarbonates, Nitrates, Nitrites, Potentiel Hydrogène et Résidu sec.

Les résultats obtenus sur les différentes eaux minérales d'après le diagramme de Piper, ont révélé un faciès chimique Bicarbonaté calcique et magnésien ou Chloruré et sulfaté calcique et magnésien.

Il est à constater que la répartition en sels minéraux dans les échantillons étudiés est très variée, ce qui est due principalement à la géologie des terrains traversés.

Les vertus thérapeutiques des éléments chimiques et leurs effets sur la santé humaine d'après leur richesse en sel dissous ont été décrits.

**Mots-Clés** : Eau minérale, Eau embouteillée, qualité, sels dissous, santé, vertus thérapeutiques.

## **Abstract**

Natural mineral waters have a stable physicochemical composition which can allow them to be recognized with properties favorable to human health.

The present work consists in carrying out a comparative study of the physicochemical quality of some bottled natural mineral waters marketed in Algeria.

This study was carried out based on the physicochemical parameters indicated on the labels namely: Calcium, Magnesium, Sodium, Potassium, Chlorides, Sulfates, Bicarbonates, Nitrates, Nitrites, Hydrogen Potential and Dry Residue.

The results obtained on the various mineral waters according to the Piper diagram, revealed a chemical facies Bicarbonate calcium and magnesium or Chloride and sulphate calcium and magnesia.

It should be noted that the distribution of mineral salts in the samples studied is very varied, which is mainly due to the geology of the terrain crossed.

The therapeutic virtues of chemical elements and their effects on human health, depending on their richness in dissolved salt have been described.

**Keywords:** Mineral water, Bottled water, quality, dissolved salts, health, therapeutic virtues

## ملخص

المياه المعدنية الطبيعية لها تركيبة فيزيائية كيميائية مستقرة يمكن أن تسمح بالتعرف عليها بخصائص ملائمة لصحة

الإنسان.

يتكون العمل الحالي من إجراء دراسة مقارنة للجودة الفيزيائية والكيميائية لبعض المياه المعدنية الطبيعية المعبأة التي يتم تسويقها في الجزائر.

أجريت هذه الدراسة بناء على المعايير الفيزيائية والكيميائية الموضحة على الملصقات وهي: الكالسيوم ، المغنيسيوم ، الصوديوم ، البوتاسيوم ، الكلوريدات ، الكبريتات ، البيكربونات ، النترات ، النتريت ، إمكانات الهيدروجين ، والبقايا الجافة

كشفت النتائج المتحصل عليها على المياه المعدنية المختلفة حسب رسم بايير البياني عن خصائص كيميائية لبيكربونات

الكالسيوم والمغنيسيوم أو الكلوريد وكبريتات الكالسيوم والمغنيسيوم.

وتجدر الإشارة إلى أن توزيع الأملاح المعدنية في العينات المدروسة متنوع للغاية ، ويرجع ذلك أساسا إلى جيولوجيا التضاريس المتقاطعة.

وقد تم وصف الفوائد العلاجية للعناصر الكيميائية وتأثيرها على صحة الإنسان، اعتمادًا على ثرائها في .  
الملح المذاب

**الكلمات المفتاحية:** المياه المعدنية ، المياه المعبأة ، الجودة ، الأملاح الذائبة ، الصحة ، الفوائد العلاجية.

## TABLE DES MATIERE

Remerciements	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction générale .....	1

### CHAPITRE I

#### Généralités sur l'eau

1. Introduction.....	3
2. Composition de l'eau.....	3
3. Importance de l'eau pour la santé publique.....	4
3.1. Autres rôles de l'eau.....	5
a. Rôle de construction.....	5
b. Rôle chimique .....	5
c. Rôle de transport .....	5
d. Rôle de thermorégulation .....	5
4. Cycle de l'eau .....	5
5. Répartition de l'eau sur la terre .....	6
6. Ressources en eau .....	6
a. Eaux superficielles .....	7
b. Les eaux souterraines .....	7
7. Eaux destinée à la consommation humaine (EDCH) .....	7
7.1. Eau du robinet .....	7
7.2. Eaux embouteillées .....	8
a. Les eaux de source (ES) .....	8
b. Les eaux minérales naturelles (EMN).....	8
8. Traitement des eaux minérales naturelles.....	10
9. Classifications des eaux minérales naturelles.....	10
a. Eau minérale naturelle non gazeuse .....	10
b. Eau minérale naturelle naturellement gazeuse .....	10
c. Eau minérale naturelle dégazéifiée .....	10
d. Eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique de la source .....	10

e.	Eau minérale naturelle gazéifiée .....	11
10.	Normes de potabilités d'eau .....	11

## **CHAPITRE II**

### **Les eaux minérales en Algérie**

1.	Historique de l'eau embouteillée .....	12
2.	Définition du l'eau minérale embouteillée (eau conditionnée) .....	12
3.	L'importance de l'eau embouteillée .....	12
4.	L'exploitation commerciale des eaux minérales naturelles et des eaux de source en Algérie.....	13
5.	Evolution de la consommation des eaux embouteillées en Algérie .....	14
6.	Embouteillages de l'eau minérale naturelle.....	14
6.1.	La bouteille plastique PET, une matière neutre .....	15
6.2.	Etiquetage.....	15
6.2.1.	Durée de conservation .....	15
6.2.2.	Mentions obligatoires.....	15
7.	Caractéristiques de l'eau en bouteille.....	17
8.	Contrôle de qualité des eaux minérales naturelles conditionnées .....	17
9.	Comparaison des indicateurs de qualité des eaux minérales naturelles.....	18
9.1.	Facteurs toxiques .....	18

## **CHAPITRE III**

### **Résultats et discussion**

1.	Introduction.....	20
2.	Description des données .....	20
2.1.	Eau minérale Ifri (Béjaia) .....	22
2.2.	Eau minérale Toudja (Béjaia).....	23
2.3.	Eau minérale Lalla Khedidja (Béjaia) .....	23
2.4.	Eau minérale Batna (Batna).....	23
2.5.	Eau minérale Guedila (Biskra) .....	23
2.6.	Eau minérale Texanna (Jijel).....	24
2.7.	Eau minérale Sfid (Saida).....	24
2.8.	Eau minérale Salsabil (El Meniaâ).....	24
2.9.	Eau minérale Saida (Saida) .....	25
2.10.	Eau minérale Mouzaia (Blida) .....	25
2.11.	Eau minérale Messerghine (Oran) .....	25
2.12.	Eau minérale El Goléa (Ghardaïa) .....	26

2.13.	Eau minérale N'gaous (Biskra).....	26
2.14.	Eau minérale Youkous (Tébessa).....	26
2.15.	Eau minérale Thevest (Tébessa).....	27
2.16.	Eau minérale Sidi Okba (Biskra).....	27
2.17.	Eau minérale Sidi Idriss (Skikda).....	27
2.18.	Eau minérale Milok (Laghouat) .....	27
3.	Faciès chimique .....	28
4.	Etude des paramètres physico-chimiques.....	30
4.1.	Conformité des résultats d'analyse .....	30
4.2.	Répartition des teneurs des éléments physico-chimiques .....	30
4.2.1.	Potentiel Hydrogène (pH) .....	30
4.2.2.	Le Calcium.....	31
4.2.3.	Le Magnésium .....	32
4.2.4.	Le Sodium.....	33
4.2.5.	Le Potassium.....	34
4.2.6.	Les Chlorures .....	35
4.2.7.	Les Sulfates .....	36
4.2.8.	Les Bicarbonates .....	37
4.2.9.	Les Nitrates .....	38
4.2.10.	Les Nitrites.....	39
4.2.11.	Le résidu sec .....	40
5.	Classification des eaux minérales étudiées.....	41
5.1.	Classification en fonction de la composition ionique.....	41
5.2.	Classification en fonction de la minéralisation .....	42
5.3.	Classification des eaux minérales en fonction des ions chlorures et nitrates	42
6.	Vertus thérapeutiques des eaux minérales.....	44
6.1.	Effets des constituants chimiques dans les eaux sur la santé humaine .....	44
6.1.1.	Le Calcium .....	44
a.	Effets sur la santé .....	44
b.	Carence en calcium .....	44
c.	Effets nocifs.....	44
6.1.2.	Le Magnésium .....	45
a.	Effets sur la santé .....	45
b.	Carence en magnésium.....	45
c.	Effets nocifs.....	46

6.1.3.	Le Sodium.....	46
a.	Effet sur la santé .....	46
b.	Carence en sodium.....	46
6.1.4.	Le Potassium.....	47
a.	Effet sur la santé.....	47
b.	Effets nocifs.....	47
6.1.5.	Les chlorures.....	47
a.	Effets sur la santé .....	47
b.	Effets nocifs.....	48
6.1.6.	Les sulfates.....	48
a.	Effets sur la santé .....	48
b.	Carences en sulfates .....	48
c.	Effets nocifs.....	49
6.1.7.	Les Bicarbonates.....	49
a.	Effets sur la santé .....	49
b.	Carences en Bicarbonates.....	49
6.1.8.	Nitrates et Nitrites .....	49
a.	Effets sur la santé .....	49
6.2.	Bienfaits des eaux minérales étudiées à partir de leur composition chimique..	50
6.2.1.	Consommation de l'eau minérale pour les Nourrissons .....	50
6.2.2.	Eau pendant la grossesse et Allaitement.....	50
6.2.3.	Eau pour un enfant .....	51
6.2.4.	Eau pour un sportif.....	51
6.2.5.	Eau pour un régime.....	51
7.	Résultats de l'enquête.....	52
7.1.	Pourcentage de sexe des participants.....	54
7.2.	Emploi des participants.....	54
7.3.	Préférence de consommation .....	54
7.4.	Critères de choix de la qualité des eaux.....	54
7.5.	Différence de gout entre l'eau minérale et l'eau de robinet.....	54
7.6.	Fréquence de Consommation d'eau minérale par semaine en bouteilles de 1.5L	54
7.7.	Format de bouteille le plus consommé .....	55
7.8.	La fidélité à une marque d'eau minérale.....	55
7.9.	Différence de gout entre les eaux minérales .....	55

7.10.	Caractéristiques de choix des eaux minérales.....	55
7.11.	Les marques d’eaux minérales les plus consommées dans la région de Guelma .....	55
8.	Conclusion.....	56
CONCLUSION GÉNÉRALE.....		57
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES		
ANNEXE		

## Liste des figures

Fig.1. la molécule d'eau (site internet) .....	4
Fig.2. cycle de l'eau (site internet).....	6
Fig.3. Localisations géographiques des eaux embouteillées Algériennes .....	13
Fig.4. Evolution de la consommation (Disponibilités) des eaux embouteillées en Algérie.....	14
Fig.5. Carte de répartition des eaux minérales embouteillées étudiées .....	21
Fig.6. Représentation du faciès chimique des eaux minérales étudiées sur diagramme de Piper .....	29
Fig.7. Teneur en pH dans les eaux minérales embouteillées étudiées .....	30
Fig.8. Teneur en Calcium dans les eaux minérales embouteillées étudiées .....	31
Fig.9. Teneur en Magnésium dans les eaux minérales embouteillées étudiées .....	32
Fig.10. Teneur en Sodium dans les eaux minérales embouteillées étudiées .....	33
Fig.11. Teneur en Potassium dans les eaux minérales embouteillées étudiées .....	34
Fig.12. Teneur en Chlorures dans les eaux minérales embouteillées étudiées .....	35
Fig.13. Teneur en Sulfates dans les eaux minérales embouteillées étudiées .....	36
Fig.14. Teneur en Bicarbonates dans les eaux minérales embouteillées étudiées .....	37
Fig.15. Teneur en Nitrates dans les eaux minérales embouteillées étudiées .....	38
Fig.16. Teneur en Nitrites dans les eaux minérales embouteillées étudiées .....	39
Fig.17. Teneur résidu sec dans les eaux minérales embouteillées étudiées.....	40
Fig.18. Interface du sondage utilisée sur (Drive de Gmail).....	52
Fig.19. Pourcentage concernant les marques d'eaux minérales les plus consommées dans la région de Guelma.....	56

## Liste des tableaux

Tableau 1 : comparaison entre différents types d'eaux. ....	9
Tableau 2 : Comparaison des indicateurs de qualité des eaux minérales naturelles....	19
Tableau 3 : Paramètres physico-chimiques des eaux minérales embouteillées étudiées.....	22
Tableau 4 : classification des eaux minérales étudiées en fonction de la composition ionique.....	41
Tableau 5 : Classification des eaux minérales étudiées en fonction de la minéralisation.....	42
Tableau 6 : Concentration en Chlorure et Nitrate des eaux minérales étudiées.....	43
Tableau 7 : Grille simplifiée pour la classification des eaux.....	43
Tableau 8 : Résultats de l'enquête menée sur le site Google dans la région de Guelma. .....	53



# INTRODUCTION

## Introduction générale

---

L'eau constitue un bien considéré, à l'instar de l'air, comme essentiel à la vie humaine. Elle est l'un des moteurs de l'organisation et du développement des territoires. Inégalement répartie sur la terre et présente en quantités parfois limitées, elle constitue un enjeu environnemental majeur. Avoir l'eau à disposition en quantité suffisante et en qualité, contribue au maintien de la santé. L'eau doit donc subir diverses analyses qui définiront sa qualité, pour la consommation humaine, afin d'éviter les risques de maladies hydriques pour les consommateurs [1].

L'eau du robinet est probablement le produit alimentaire dont la qualité est la plus contrôlée. Pourtant, certaines personnes s'en méfient ou se disent gênées par le goût de chlore, ce qui les conduit à préférer consommer des eaux en bouteilles. Pour d'autres, qui font toute confiance à l'eau du robinet, l'orientation vers l'eau en bouteille est guidée par un choix gustatif à cause de la forte concentration en sels minéraux de certaines d'entre-elles ou pour des raisons pratiques ou par effet de mode, mais la sécurité sanitaire et les avantages potentiels pour la santé sont également des considérations importantes [2].

Les eaux souterraines minérales ou de sources restent une importante source d'eau destinée à la consommation humaine et autre. Elles sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique. Cependant, elles sont souvent considérées comme des eaux naturellement pures. Sa consommation reste de l'avis des experts la meilleure façon de s'hydrater et la seule boisson indispensable à l'organisme [3].

Aujourd'hui, l'eau minérale embouteillée est de plus en plus consommée dans la vie quotidienne des consommateurs au détriment de l'eau du robinet, la consommation mondiale d'eau embouteillée s'élevé. Plusieurs raisons pourraient expliquer cette augmentation mais les vertus thérapeutiques et les propriétés organoleptiques des eaux embouteillées sont les causes les plus fréquemment mentionnées par le consommateur [4].

Le secteur de l'eau embouteillée en Algérie a vécu ces dernières années un développement exceptionnel sous la pression de l'industrie, de l'agriculture et de la croissance démographique. Ce développement s'est concrétisé par l'implantation de dizaines d'unités d'exploitation et de production des eaux embouteillés à travers l'ensemble du territoire national. Il a été aussi accompagné par une augmentation

## Introduction générale

---

exceptionnelle de la consommation dont la part par habitant a remarquablement évolué dans ces dernières années [5].

Notre travail de Master intitulé : Les eaux minérales naturelles embouteillées et commercialisée en Algérie qualité et vertus thérapeutiques, s'inscrit dans le cadre des études visant à apporter une amélioration au niveau des méthodes d'analyse de l'eau ainsi qu'au niveau de sa consommation (qualité et vertus).

Cette étude est divisée en trois chapitres :

- Le premier chapitre représente une synthèse bibliographique qui comprend des généralités, des définitions et les caractéristiques des eaux ainsi que les paramètres de qualités,
- Le deuxième chapitre décrit les eaux minérales, leur embouteillage, leur étiquetage ainsi que les normes de potabilité,
- Le troisième chapitre regroupe les résultats et les interprétations des analyses physicochimiques, leurs vertus thérapeutiques avec une enquête concernant la consommation des eaux minérales dans la région de Guelma.

Nous concluons ce travail à la fin par une conclusion générale.



# Chapitre I

## Généralités sur l'eau

## 1. Introduction

L'eau est indispensable à la vie et tout le monde doit disposer d'un approvisionnement satisfaisant en eau (suffisant, sûr et accessible). Un meilleur accès à une eau de boisson saine peut se traduire par des bénéfices tangibles pour la santé. Tous les efforts doivent être consentis pour obtenir une eau de boisson aussi saine que possible.

L'accès à une eau de boisson saine est une condition indispensable à la santé, un droit humain élémentaire et une composante clé des politiques efficaces de protection sanitaire. Chacun consomme de l'eau provenant d'une certaine source et les consommateurs jouent souvent un rôle important dans la collecte, le traitement et le stockage de l'eau.

Les actions des consommateurs peuvent contribuer à la salubrité de l'eau qu'ils consomment et également à l'amélioration ou à la contamination de l'eau consommée par d'autres personnes [6].

## 2. Composition de l'eau

L'eau, substance liquide et naturelle incolore, inodore, et sans saveur, de pH neutre dont les molécules sont composées d'un atome d'oxygène et deux atomes d'hydrogène (H<sub>2</sub>O). (Figure 1)

C'est un excellent solvant qui garde la trace de tous les éléments avec lesquels elle a été au contact.

L'eau contient les éléments suivants :

- des gaz : Oxygène dissous, gaz carbonique qui jouent un rôle important dans l'action de l'eau sur les matériaux.

-des acides et des bases partiellement ou complètement dissociés en :

- ions positifs (cations) : calcium, magnésium, sodium, potassium, hydrogène.
- ions négatifs (anions) : bicarbonates, sulfates, nitrates, chlorures, hydroxyde [7].

-des matières en suspension :

Sont des matières colloïdales, insolubles, d'origine minérale ou organique. Ces particules en suspension existent naturellement dans l'eau, comme le limon, l'argile, les matières organiques et inorganiques en particules fines, le plancton et d'autres microorganismes. Ces particules donnent à l'eau sa turbidité et constituent un support où s'adsorbent bactéries et virus [7].

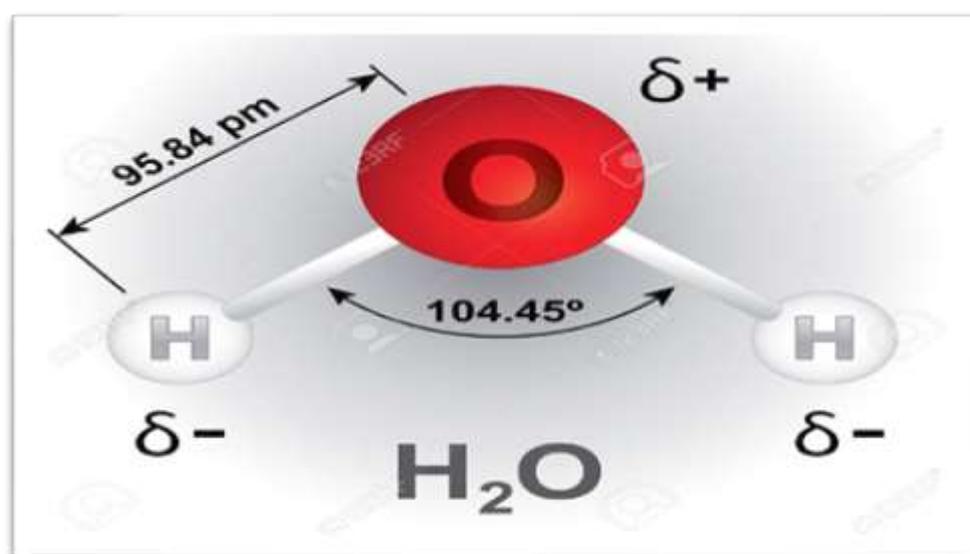
-Des matières organiques dissoutes (TDS)

Les matières solides totales dissoutes comprennent des sels inorganiques (principalement calcium, magnésium, potassium, sodium, bicarbonates, chlorures et sulfates) et de petites quantités de matières organiques qui sont dissoutes dans l'eau. Elle joue un rôle prépondérant dans le cycle du carbone et intervient dans de nombreuses réactions physiques, chimiques ou biologiques ainsi que dans le transport et la transformation des contaminants.

Les concentrations de TDS dans l'eau varient considérablement selon les régions géologiques en raison des différences de solubilité des minéraux [6].

-des microorganismes

Ils constituent le phytoplancton et le zooplancton (algues, bactéries, protozoaires, crustacés) [7].



**Fig.1.** la molécule d'eau (site internet)

### 3. Importance de l'eau pour la santé publique

L'eau est une matière première exceptionnelle puisqu'elle est essentielle à toute forme de vie, qu'elle soit humaine, animale ou végétale. Elle a toujours été considérée comme une ressource largement disponible et renouvelée [8].

L'eau est d'une importance biologique et économique capitale, l'hydrosphère est le fondement de la vie et des équilibres écologique. L'eau est à la fois un aliment ; éventuellement un médicament, une matière première industrielle, énergétique, et agricole, et un moyen de transport. Ses usages sont donc multiples mais s'agissant de

santé humaine, ils sont dominés par l'agriculture et l'aquaculture, l'industrie et l'artisanat, les loisirs aquatiques dont la baignade et surtout la fourniture collective ou individuelle d'eau potable, utilisable à des fins alimentaires (eaux de boisson, cuisine) mais aussi domestiques et d'hygiène [9].

### **3.1. Autres rôles de l'eau**

#### **a. Rôle de construction**

L'eau est un élément constitutif du corps humain. Elle est présente dans toutes les cellules, les tissus et les compartiments intra et extracellulaires.

#### **b. Rôle chimique**

L'eau est à la fois un solvant, un milieu de réactions, un réactif et un produit de réactions chimiques. C'est aussi un produit du métabolisme oxydatif.

#### **c. Rôle de transport**

L'eau est le constituant majeur du sang. L'eau transporte les nutriments aux cellules et aide à éliminer les déchets du corps.

#### **d. Rôle de thermorégulation**

L'eau aide à maintenir le corps à la bonne température, lors de l'exposition à de fortes chaleurs ou de grands froids [10].

### **4. Cycle de l'eau**

Le cycle de l'eau (cycle hydrologique) est l'ensemble des circulations que peut suivre une particule d'eau. Ces mouvements, accompagnés de changements d'état, et entre les réservoirs de l'hydrosphère-océan, atmosphère, surface du sol et le sous-sol des terres émergées.

L'eau se retrouve, sous ses trois formes (liquide, gazeuse et solide) dans l'atmosphère terrestre. Elle circule sans arrêt sur la terre, s'évapore des océans et y revient sous forme de pluie. La chaleur du soleil provoque l'évaporation de l'eau existant à la surface de la terre et l'évapotranspiration de l'eau constituant les plantes, Ces deux facteurs sont des éléments importants du climat puisqu'ils provoquent la formation des nuages. Ces nuages, poussés par le vent, retombent s'ils rencontrent des masses d'air froid, en pluie, neige ou grêle [11].

L'eau de pluie s'infiltré dans le sol et rejoint les nappes phréatiques, les sources, les rivières et les fleuves, pour renouveler le même cycle (Figure 2).

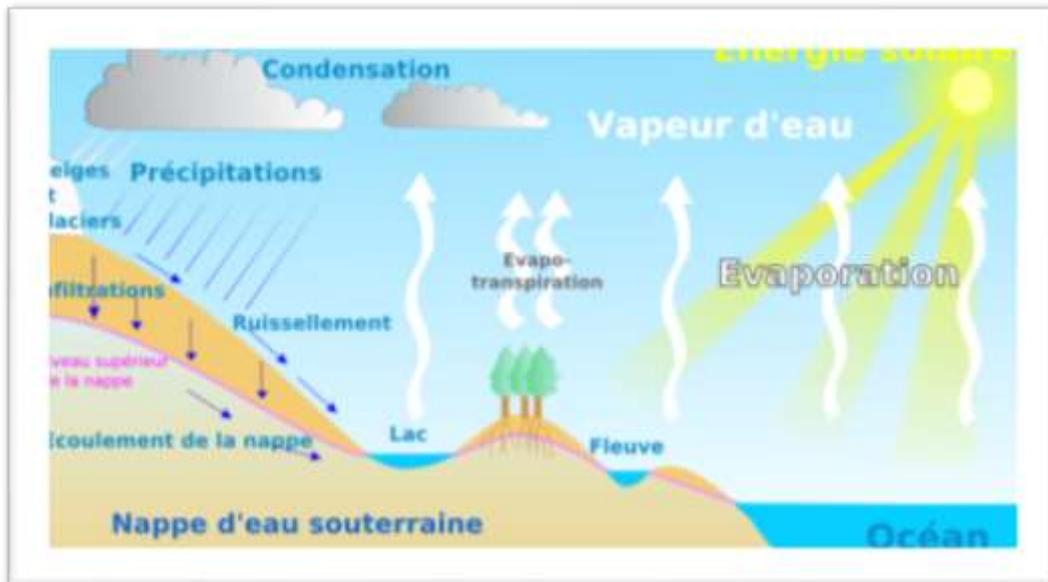


Fig.2. cycle de l'eau (site internet)

## 5. Répartition de l'eau sur la terre

Les océans et les mers occupent 71 % de la surface du globe et représentent 1350 millions de km<sup>3</sup> d'eau salée. 29 millions de km<sup>3</sup> d'eau se retrouvent sous forme de glace dans les glaciers et les calottes glaciaires. L'eau douce, à la surface de la terre et dans le sol, représente 8,6 millions de km<sup>3</sup>.

L'eau atmosphérique sous forme de vapeur d'eau est évaluée à 13 000 km<sup>3</sup>. Les besoins pour l'homme sont de 4000 à 5000 km<sup>3</sup>/ an.

Pour son utilisation, l'homme aura trois possibilités :

- recueillir l'eau météorique (pluie) ; mais pour la consommation humaine, cette eau présente des inconvénients dus à sa composition et à son manque de potabilité en raison essentiellement de son mode de collecte et de stockage.
- prélever l'eau superficielle qui, elle aussi, nécessitera d'être purifiée (traitée) pour être bue.
- prélever dans la réserve d'eau souterraine. Ces eaux au cours de leur infiltration dans le sol se sont purifiées. En général, plus ces eaux sont profondes, plus elles sont claires et bonnes à la consommation [7].

## 6. Ressources en eau

La ressource en eau, liée à la situation hydrique, géographique et démographique des pays, représente des enjeux multiples et interdépendants : la santé

---

publique et l'autonomie alimentaire, la compétitivité économique et l'arbitrage des différents usages, les paramètres géopolitiques et financiers et enfin, la préservation de l'environnement [11].

L'approvisionnement en eau pour la population peut se faire à partir de deux sources aux caractéristiques bien différentes :

**a. Eaux superficielles**

Les eaux superficielles ou eaux de surface (lacs, rivières, barrages, etc.) sont très largement utilisées aujourd'hui, car ce sont les seules capables de fournir des quantités considérables pour des consommations diverses.

Mais elles sont inévitablement sujettes à contamination par des eaux de ruissellement et des résiduaires. Elles peuvent véhiculer des microorganismes et des polluants chimiques, d'où la nécessité d'un traitement adapté avant leur utilisation [9].

**b. Les eaux souterraines**

Les eaux souterraines, y compris les eaux reconnues comme eaux de source, eaux minérales naturelles et eaux thermales [12]. Elle est exclusivement d'origine souterraine, captée soit à une source (une sortie naturelle d'eau souterraine), soit par forage (un puits, en général vertical, permettant d'atteindre la roche contenant l'eau souterraine - l'aquifère - et de l'y pomper) [13].

Elles sont des eaux plus minéralisées. Cette minéralisation dépend de la nature des roches traversées, de la solubilité des sels minéraux, du temps de contact de l'eau avec les minéraux, de l'alimentation plus ou moins importante des aquifères. Parmi ces eaux souterraines, on distingue les aquifères peu profonds et les aquifères profonds. Respirer, boire et manger sont des nécessités impérieuses pour l'homme [7].

Les ressources en eau souterraine et superficielle sont soumises à des contrôles de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et bactériologiques [12].

**7. Eaux destinée à la consommation humaine (EDCH)**

Les principaux types d'eaux destinées à la consommation humaine sont celles fournies par un réseau de distribution et les eaux en bouteille [14].

**7.1. Eau du robinet**

L'eau du robinet est une eau potable produite à partir de l'eau prélevée par un captage dans une nappe souterraine (puits, forages, sources) ou dans une ressource superficielle (rivières, lacs, barrages, ruisseaux).

Elle est distribuée directement chez le consommateur. Selon la qualité de l'eau prélevée, après divers traitements, elle est maintenue potable grâce à l'ajout de chlore

---

qui rendre l'eau potable. La qualité de l'eau du robinet est très règlementée et soumise à de nombreux contrôles sanitaires. Sa consommation est donc sûre [15].

## 7.2.Eaux embouteillées

Il existe une très grande diversité de qualités d'eaux qui sont commercialisées en bouteille.

Cependant, sur le plan réglementaire, il n'en existe que deux catégories.

- Les eaux de source font partie de cette catégorie.
- Les eaux minérales naturelles (EMN) : Il s'agit d'eau de source présentant une efficacité thérapeutique reconnue par l'Académie nationale de Médecine [2].

### a. Les eaux de source (ES)

Une eau d'origine exclusivement souterraine, apte à la consommation humaine microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution, sans traitement ni adjonction autres que ceux autorisés pour cette eau [16].

Elle répond aux mêmes exigences de qualité physicochimique et radiologique que l'eau de robinet. Les seuls traitements autorisés par la réglementation (séparation des constituants naturellement présents, la désinfection de l'eau est interdite) [17].

L'eau de source se distingue de l'eau minérale naturelle par le fait qu'elle doit être conforme à la norme de l'eau potable, qu'elle n'a pas d'obligation d'avoir une composition minérale constante et caractéristique, et qu'elle ne prétend pas avoir d'effet bénéfique pour la santé [18].

### b. Les eaux minérales naturelles (EMN)

Sont des eaux à l'état naturel d'origine souterraine, microbiologiquement saines. Elles se distinguent nettement des autres eaux destinées à la consommation humaine par leurs natures caractérisées par la pureté, et par la teneur spécifique en sels minéraux, oligoéléments ou autres constituants, et ces compositions physico-chimiques stables. Ces caractéristiques sont appréciées sur les plans géologique, hydrogéologique, physique, chimique, physicochimique, microbiologique et pharmacologique [19].

Ces eaux minérales naturelles constituent un cas particulier car leurs qualités thérapeutiques favorables à la santé humaine ont été reconnues par l'Académie nationale de médecine ; Qui sont autorisées concernant la teneur parfois élevée en sels minéraux [2].

L'eau minérale naturelle n'est soumise à aucun traitement sauf dans le cas d'interventions autorisées par la réglementation (séparation des ingrédients d'origine naturelle, la purification de l'eau est interdite).

En effet, l'eau se distingue par sa présence à des concentrations différentes selon les régions, c'est pourquoi on trouve de l'eau à haute valeur minérale par rapport à l'autre, ces propriétés sont des véritables médicaments à consommer avec modération reconnus par l'Académie Nationale de Médecine [20].

**Tableau 1** : comparaison entre différents types d'eaux. (CSEM, 2008)

	<b>Eau de robinet</b>	<b>Eau de source</b>	<b>Eau minérale naturelle</b>
<b>Origine</b>	multiples : lacs, rivières, nappes phréatiques, ...etc.	Souterraine	Souterraine
<b>Protection naturelle</b>	/	Obligatoire	Obligatoire
<b>Traitements chimiques</b>	Traitements de potabilisation (plus désinfection chimique pour transport)	Aucun traitement de potabilisation	Aucun traitement de potabilisation
<b>Composition minérale</b>	Variable	Pas nécessairement stable	Obligatoirement stable
<b>Effet reconnu sur la santé</b>	/	/	Effet favorable à la santé, reconnu par l'Académie de médecine.

## 8. Traitement des eaux minérales naturelles

Les traitements autorisés pour l'eau minérale naturelle sont les mêmes que pour les eaux de source embouteillées.

L'eau minérale naturelle ne peut faire l'objet d'aucun traitement ou adjonction autres que :

- la séparation des éléments instables et la sédimentation des matières en suspension par décantation ou filtration.
- l'incorporation de gaz carbonique ou la dégazéification [12].
- L'élimination de gaz carbonique libre par des procédés exclusivement physiques ;
- La séparation des composés du fer, du manganèse, du soufre et de l'arsenic, à l'aide d'air enrichi en ozone ;
- La séparation de constituants indésirables.

Ces traitements ou adjonctions ne doivent pas modifier la composition de l'eau minérale naturelle dans ses constituants essentiels ni avoir pour but de modifier les caractéristiques microbiologiques de l'eau minérale ou de l'eau de source.

Elles doivent être fixées par un arrêté conjoint des ministres chargés des ressources en eau, de la santé, du commerce et de la normalisation [12].

## 9. Classifications des eaux minérales naturelles

### a. Eau minérale naturelle non gazeuse

L'eau minérale naturelle non gazeuse est une eau minérale naturelle qui, à l'état naturel et après traitement éventuel autorisé, et conditionnement, ne contient pas de gaz carbonique libre en proportion supérieure à la quantité nécessaire pour maintenir dissous les sels hydrogénocarbonates présents dans l'eau [21].

### b. Eau minérale naturelle naturellement gazeuse

L'eau minérale naturelle naturellement gazeuse est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz est, après traitement éventuel autorisé, la même qu'à l'émergence compte tenu des tolérances techniques usuelles [12].

### c. Eau minérale naturelle dégazéifiée

L'eau minérale naturelle dégazéifiée est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, après traitement éventuel autorisé, et conditionnement, n'est pas la même qu'à l'émergence [12].

### d. Eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique de la source

L'eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique de la source est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, après traitement éventuel autorisé

et conditionnement, n'est pas la même qu'à l'émergence et qui fait l'objet d'adjonction en gaz carbonique émanant de la source [21].

**e. Eau minérale naturelle gazéifiée**

L'eau minérale naturelle gazéifiée est une eau minérale naturelle rendue gazeuse, après traitement éventuel autorisé et conditionnement, par addition de gaz carbonique d'autre provenance [21].

**10. Normes de potabilité d'eau**

L'eau doit répondre à des normes pré- établies qui fixent les concentrations « seuil » à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances dangereuses et pouvant y être présentes. Cependant, bien qu'une eau potable soit conforme aux normes, cela ne signifie pas pour autant qu'elle soit indemne de ces substances, mais que leur teneur est assez faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur.

L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) publie, régulièrement, des Directives de qualité pour l'eau de boisson, dont de nombreux pays s'inspirent pour élaborer leurs propres normes nationales. Ces Directives représentent une appréciation scientifique des risques sanitaires associés aux substances biologiques et chimiques de l'eau de boisson et de l'efficacité des mesures déployées pour y remédier.

L'OMS recommande aux autorités nationales de prendre en considération les aspects sociaux, économiques et environnementaux en procédant à une évaluation comparative des risques et des avantages lorsqu'ils adaptent ces Directives aux Normes nationales [23].



# Chapitre II

## Les eaux minérales en Algérie

Dans cette partie nous essayons de donner un aperçu sur les eaux minérales embouteillées dans le monde et particulièrement en Algérie.

### **1. Historique de l'eau embouteillée**

Depuis une vingtaine d'année, le marché des eaux embouteillées connaît une forte croissance ; ce développement s'est concrétisé par l'implantation de dizaine d'unité d'exploitation et de production à travers l'ensemble du territoire national ; il a été aussi accompagné par une augmentation exceptionnelle de la consommation dont la part par habitant a remarquablement évolué.

Cette évolution spectaculaire a été attribuée à l'inquiétude des consommateurs sur l'augmentation de la pollution de l'eau et leur opposition au goût désagréable, à l'odeur et à la contamination bactérienne. En Algérie, les eaux minérales ont été depuis longtemps objet d'intérêt et de profits. En effet, dans une étude qu'il a publiée il y a plus d'un siècle, Olliffe met en valeur les vertus et les qualités des eaux thermo-minérales explorées durant le début de la période de colonisation de l'Algérie.

Durant la période post-indépendance de l'Algérie, l'intérêt pour l'eau minérale naturelle s'est manifesté à travers l'évolution du secteur industriel et en particulier celui du conditionnement de l'eau embouteillée. Cette évolution est passée par trois périodes. La première période est celle de l'industrialisation, suivie par la restructuration et enfin du pH de libéralisation et d'adaptation à l'économie de marché [23].

### **2. Définition du l'eau minérale embouteillée (eau conditionnée)**

Les " eaux conditionnées", autres que les eaux minérales naturelles, sont des eaux destinées à la consommation humaine qui peuvent contenir des sels minéraux, présents à l'état naturel ou ajoutés intentionnellement ; elles peuvent contenir du gaz carbonique, présent à l'état naturel ou ajouté intentionnellement ; mais elles ne doivent pas contenir des sucres, des édulcorants, des aromatisants ou autres aliments qui auraient été ajoutés [21].

### **3. Importance de l'eau embouteillée**

L'eau embouteillée répond à une attente du consommateur ; elle joue un rôle essentiel dans l'hydratation ; elle est également un aliment acalorique. Cet aliment peut donc devenir un support intéressant dans un régime alimentaire pauvre en calories : il permet l'apport de certains minéraux grâce à la biodisponibilité des minéraux dissous, comme le calcium et le magnésium [8].

Certains fabricants ont utilisé cette propriété pour enrichir des eaux en éléments minéraux nécessaires à la santé ces eaux appelées « eau enrichie en... » Tout en utilisant l'image de pureté de l'eau [20].

#### 4. L'exploitation commerciale des eaux minérales naturelles et des eaux de source en Algérie

L'exploitation des eaux minérales naturelles et des eaux de source à des fins commerciales ne peut être exercée que pour des eaux dont la qualité d'eau minérale naturelle ou d'eau de source a fait l'objet d'une procédure de reconnaissance et exclusivement, en vertu d'une concession d'exploitation à des fins commerciales d'eaux minérales naturelles et d'eaux de source [16].

Plus d'une cinquantaine de demandes d'exploitation des eaux minérales sont instruites. Sont déclarés conformes ou au cours de conformité plus de quarante cas. Le protocole de la sélection mis en œuvre a permis de déclarer plus de quinzaine sites comme ceux des eaux minérales naturelles. Le reste des sites est considéré comme sites des eaux de sources. Cette répartition est naturellement non homogène répondant ainsi aux disponibilités qu'offre la nature hydrogéologique des différentes régions de l'Algérie. (Figure 3) [23].

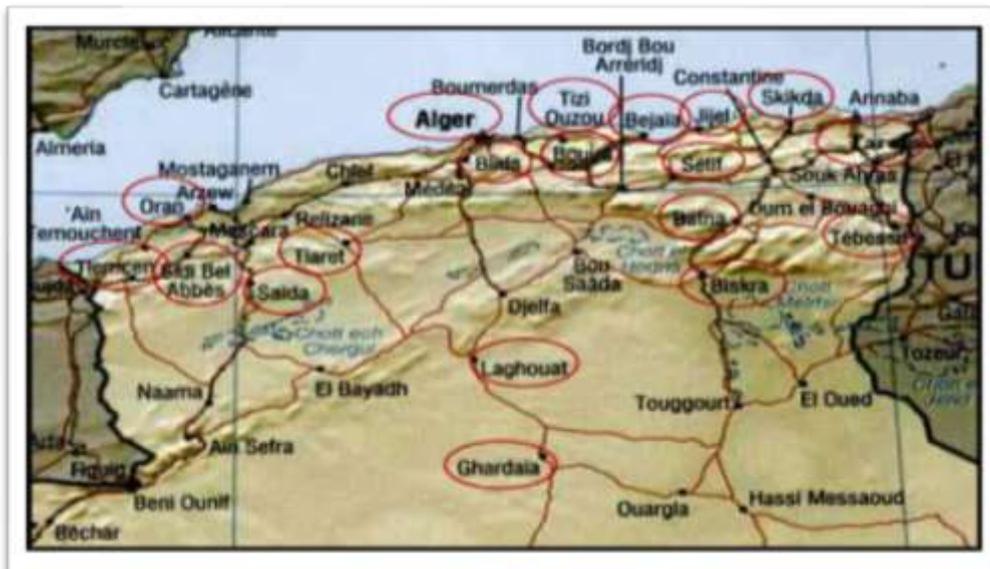


Fig. 3. Localisations géographiques des eaux embouteillées Algériennes [4].

### 5. Evolution de la consommation des eaux embouteillées en Algérie

L'eau embouteillée a enregistré une forte croissance depuis 2005. La demande pour l'eau embouteillée devrait continuer à croître dans tous les groupes de revenu. La croissance continuera à être entraînée par la plus large disponibilité de l'eau embouteillée et par un accent sur la santé à travers l'Algérie. (Figure 4) [5].



**Fig.4.** Evolution de la consommation (Disponibilités) des eaux embouteillées en Algérie [4].

### 6. Embouteillages de l'eau minérale naturelle

L'emballage est un vecteur de communication avec le consommateur, il doit être exploité en ce sens. Les producteurs d'eaux minérales se sont collectivement engagés à utiliser les étiquettes de leurs bouteilles pour véhiculer des messages encourageant les consommateurs au geste de tri, de façon à améliorer la collecte et à augmenter le recyclage des bouteilles plastique. En 2008, les embouteilleurs lanceront avec Eco-Emballages une vaste campagne de promotion du geste de tri, utilisant justement ce mode de communication.

Sur les étiquettes des emballages des eaux minérales naturelles, des messages pourraient aussi inciter les consommateurs à choisir le format de bouteille le plus adapté aux circonstances, conseillant de choisir les grands formats pour la maison et une consommation familiale, et de réserver les petits formats pour des utilisations individuelles hors domicile [24].

**6.1. La bouteille plastique PET, une matière neutre**

Le plastique PET, abréviation de polyéthylène téréphtalate, est un matériau particulièrement adapté à l'emballage de l'eau. C'est une matière neutre, c'est-à-dire qu'elle permet de conserver l'eau minérale du captage à la source jusqu'au consommateur, sans altérer ni son goût ni sa composition. « Il n'y a pas de transfert entre le matériau et le produit ».

La bouteille en PET est entièrement recyclable et valorisable : de la bouteille en PET proprement dite, à son bouchon en PeHD (Polyéthylène Haute Densité). L'utilisation du PET recyclé dans l'industrie offre un gain de 50 % d'énergie, ce qui permet de réduire d'autant la production de gaz à effet de serre [25].

**6.2. Etiquetage**

L'étiquetage est défini comme étant les mentions, les indications, les marques de fabrique ou de commerce, images ou signes se rapportant à une denrée alimentaire et figurant sur tout emballage, document, écriteau, étiquette, bague ou collerette accompagnant ou se référant à cette denrée alimentaire [4].

Chaque eau minérale naturelle présente une composition minérale stable mais sa teneur en minéraux varie d'une marque d'eau minérale à l'autre, en fonction de la source et de la géologie du sous-sol dans lequel l'eau est puisée.

Sur les étiquettes des emballages des eaux minérales naturelles, des messages pourraient aussi inciter les consommateurs à choisir les eaux ayant une teneur minérale spécifique [24].

**6.2.1. Durée de conservation**

L'eau embouteillée se conserve de un à deux ans en tenant compte de la date de péremption, elle doit être maintenue à l'abri de la chaleur et de la lumière du soleil [4].

**6.2.2. Mentions obligatoires**

- L'étiquetage des eaux minérales naturelles doit obligatoirement comporter les mentions suivantes :
- Le nom de la source et le lieu d'exploitation. codex
- La dénomination de vente, doit être : « Eau minérale Naturelle ».

Les appellations ci-après doivent être accompagnées de termes descriptifs appropriés (par ex. : plate ou pétillante) :

- eau minérale naturelle naturellement gazeuse ;
  - eau minérale naturelle non gazeuse ;
-

- eau minérale naturelle dégazéifiée ;
- eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique de la source ;
- eau minérale naturelle gazéifiée.
- Le volume net ;
- La mention « à consommer de préférence avant le : » suivie de la date limite d'utilisation optimale ou de l'indication du lieu où elle est sur l'emballage ;
- Les conditions particulières de conservation et d'utilisation ;
- Nom et adresse : Le lieu où se trouvent la source et le nom de celle-ci doivent être déclarés [21].
- Mentions d'étiquetages supplémentaires :

1. Composition chimique.

2. Lorsque le produit contient plus de 1 mg/L de fluorure, l'expression ci-après doit figurer sur l'étiquette où elle fera partie de la dénomination ou bien sera placée à proximité de celle-ci ou encore apparaîtra en un autre endroit visible : « contient du fluorure ». La phrase suivante figurera en outre sur l'étiquette si le produit contient plus de 1,5 mg/L de fluorure : « Ce produit ne convient pas aux nourrissons, ni aux enfants de moins de sept ans ».

3. Si une eau minérale naturelle a été soumise à un traitement, le résultat du traitement doit être déclaré sur l'étiquette.

- Mentions d'étiquetages interdits :

1. Aucune allégation concernant les effets médicaux (préventifs, thérapeutiques, curatifs) ne doit être faite au sujet des propriétés du produit visé par la présente norme. Aucune autre allégation relative à des effets bénéfiques sur la santé du consommateur ne doit être faite, à moins qu'elle ne soit vraie et dépourvue d'ambiguïté.

2. Un nom de localité, de hameau ou de lieu-dit ne peut faire partie d'une marque à moins qu'il ne se rapporte à une eau minérale exploitée à l'endroit désigné par la marque.

3. L'emploi de toute indication ou de tout signe susceptible de créer dans l'esprit du public une confusion sur la nature, l'origine, la composition et les propriétés des eaux minérales naturelles mises en vente, est interdit.

- Le lot de fabrication

Note : la commercialisation sous plusieurs désignations commerciales d'une eau minérale naturelle provenant d'une même source est interdite [26].

**7. Caractéristiques de l'eau en bouteille**

Les raisons évoquées par les consommateurs pour justifier leur consommation d'eau en bouteille sont multiples :

- Absence de pollution ;
- Meilleur goût (en particulier absence de goût de chlore) ;
- Rôle diététique ou thérapeutique ;
- Aspects pratiques (facilité d'approvisionnement ou de transport) [2].

Les eaux conditionnées font l'objet d'un suivi sanitaire régulier visant à en garantir leur sécurité sanitaire.

**8. Contrôle de qualité des eaux minérales naturelles conditionnées**

Le contrôle de la qualité des eaux minérales naturelles conditionnées, destinées à la vente au public ; est assuré au moins tous les deux mois, au cours de leur exploitation dans l'entreprise d'embouteillage sous l'autorité du Directeur des affaires sanitaires et sociales par le laboratoire chargé de la surveillance de la source.

Par ailleurs, des contrôles inopinés sont réalisés dans l'atelier d'embouteillage, généralement au moins une fois par an, par les agents de la direction générale de la concurrence de la consommation et de la répression des fraudes qui procèdent également à des prélèvements sur les eaux minérales naturelles d'origine française ou étrangère dans le commerce de détail.

Enfin les autocontrôles, effectués par les exploitants des sources d'eaux minérales naturelles conditionnées ou pour leur compte, font l'objet de contrôles par les services officiels d'inspection [27].

Les contrôles portent sur plusieurs familles de paramètres :

- Des paramètres microbiologiques (germes aérobies revivifiables, bactéries coliformes, entérocoques... etc) ;
- Des paramètres physico-chimiques généraux (pH, température.... etc) ;
- paramètres organoleptiques (couleur, odeur, saveur... ) ;
- Des paramètres minéraux (aluminium, arsenic, calcium, fer, fluor, plomb, sulfates... etc) ;

Ces contrôles peuvent également porter sur la détermination des teneurs en anions, cations et éléments traces, qui sont mentionnés dans chaque arrêté d'autorisation d'exploiter une eau minérale naturelle. Les vérifications de la concordance entre les teneurs en constituants caractéristiques de l'eau figurant sur les étiquettes et la

---

composition physico-réelle de l'eau dans la bouteille sont opérées en tenant compte notamment des écarts de concentration en minéraux inhérents aux fluctuations naturelles de toute eau minérale naturelle. Outre ces contrôles, effectués à partir de prélèvements d'échantillons d'eau minérale naturelle [28].

## **9. Comparaison des indicateurs de qualité des eaux minérales naturelles**

### **9.1. Facteurs toxiques**

L'arrêté interministériel du 22 janvier 2006 fixe les proportions d'éléments contenus dans les eaux minérales naturelles et de source ainsi que les conditions de leurs traitements et les adjonctions autorisées. L'annexe I associé à cet arrêté donne les seuils de concentrations des substances indésirables et toxiques indiqués pour la qualification des eaux minérales naturelles.

Les valeurs des seuils de ces substances sont comparées à celles fixées par la réglementation européenne (directive, 2003) et internationales à travers les normes du Codex Alimentarius : Normes Codex Stan 108-198.

Le tableau 2 ; donne cette comparaison, en fonction des différentes législations, des valeurs seuils pour l'ensemble des éléments indicateurs d'une dégradation éventuelle de la qualité des eaux minérales naturelles [23].

**Tableau 2** : Comparaison des indicateurs de qualité des eaux minérales naturelles [23].

<b>Concentration maximale admissible selon les normes (en mg/L)</b>				
<b>Substances indésirables</b>	<b>Symbol</b>	<b>Algériennes (arrêté interministériel du 22 janvier 2006)</b>	<b>Européennes (directive 2003/40/CE de la commission du 16 mai 2003)</b>	<b>Codex (Codex Alimentarius : Normes Codex Stan 108-1981)</b>
Antimoine	Sb	0,005	0,005	0,005
Arsenic	As	0,05	0,01	0,01
Baryum	Ba	1	1	0,7
Borates	BO3	5	PM	5
Cadmium	Cd	0,003	0,003	0,003
Chrome	Cr	0,05	0,05	0,05
Cuivre	Cu	1	1	1
Cyanure	Cn	0,07	0,07	0,07
Fluorure	F	5	5	1-2
Plomb	Pb	0,01	0,01	0,01
Manganèse	Mn	0,1	0,5	0,5
Mercure	Hg	0,001	0,001	0,001
Nickel	Ni	0,02	0,02	0,02
Nitrates	NO3	50	50	50
Nitrites	NO2	0,02	0,1	0,02
Sélénium	Se	0,05	0,01	0,01



# Chapitre III

## Résultats et discussion

## 1. Introduction

L'Algérie dispose d'importants potentiels d'eaux minérales se concentrant au nord du pays et particulièrement dans le bassin "algérois Hodna Sommam" (figure 5).

La grande variété des conditions climatiques ; régimes hydrologiques et environnements géologiques de l'Algérie fait que ces eaux présentent de grande variété [28].

L'eau minérale naturelle est une eau exclusivement d'origine souterraine, captée soit à une source, soit par forage. Définie en tant que telle par la réglementation, elle est utilisée généralement pour l'embouteillage. Pure, protégée géologiquement et présentant une composition minérale parfaitement stable, elle ne fait l'objet d'aucun traitement chimique ni désinfection avant son embouteillage [13].

Ces eaux minérales naturelles peuvent posséder des propriétés thérapeutiques favorables à la santé humaine [23].

L'objectif envisagé au début de cette étude était l'analyse de quelques eaux minérales embouteillées en Algérie et leur comparaison avec la composition physico- chimique indiquée sur les étiquettes.

La situation par laquelle passe notre pays et le monde entier (Covid-19), nous a empêchés de réaliser nos propres analyses et on s'est limité à une caractérisation avec classification de ces eaux en fonction uniquement de l'étiquetage en montrant leurs effets thérapeutiques. Le choix des marques de ces eaux minérales a été fait selon plusieurs critères, entre autres, la disponibilité sur le marché et surtout leur répartition sur les quatre points du pays (Tableau 3).

## 2. Description des données

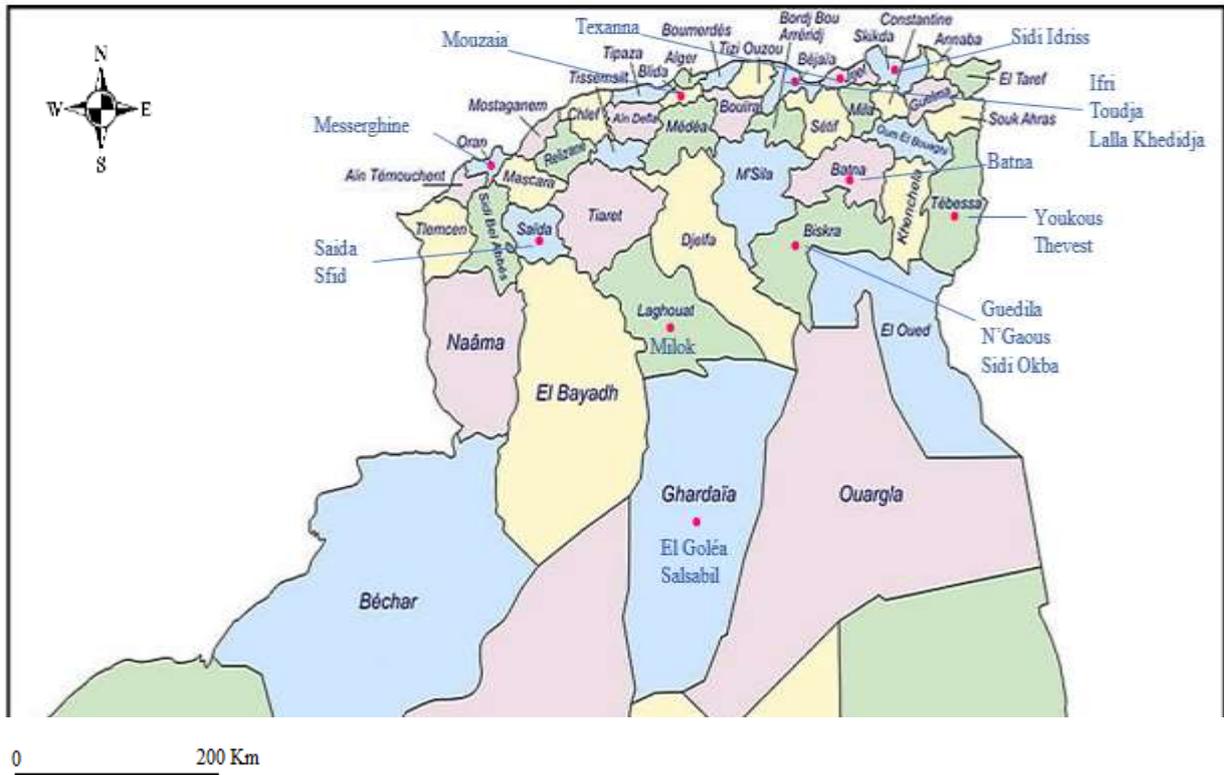
Le marché de l'eau minérale en Algérie est en constante progression, avec une production annuelle dépassant les 1,5 milliard de litres d'eau minérale [23].

Les concentrations physico-chimiques indiquée sur les étiquettes, de dix-huit eaux minérales embouteillées, à savoir : Ifri, Toudja, Lalla Khedidja, Batna, Guedila, Texanna, Sfid, Saida, Mouzaia, Thevest, Messerghine, El Goléa, N'Gaous, Youkous, Salsabil, Sidi OKBA, Sidi Idriss, Milok ont fait l'objet de cette étude. (Tableau 3).

L'analyse de la balance ionique a été vérifiée selon la formule suivante :

Balance ionique (en %) =  $(\sum \text{cations} - \sum \text{anions}) / (\sum \text{cations} + \sum \text{anions}) * 100$  en meq/L [19].

La limite pour une analyse exploitable est fixée à un écart maximal de 10% et qui est une erreur acceptable pour ce type d'étude [29].



**Fig.5.** Carte de répartition des eaux minérales embouteillées étudiées

Tableau 3 : Paramètres physico-chimiques des eaux minérales embouteillées étudiées

N°	Source	Localité	Région	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	HCO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> mg/l	NO <sub>2</sub> mg/l	RS	pH
1	Ifri	Béjaia	Centre	99	24	15,8	2,1	72	68	265	15	0,02	380	7,2
2	Toudja	Béjaia	Centre	56,6	15,2	36	0,7	2,55	19,6	212	0,02	0,002	256	7,19
3	Lalla Khedidja	Béjaia	Centre	53	7	5,5	0,54	11	7	160	0,42	0	187	7,22
4	Batna	Batna	Est	59	45	15	2	22	40	378,2	0	0	650	6,9
5	Guedila	Biskra	Sud	78	37	29	2	40	95	317	4,5	0,01	564	7,35
6	Texanna	Jijel	Est	30	9,1	11	1	28,4	11	60	0	0	152	7
7	Sfid	Saida	Ouest	74	35	28	2	68	91	268	28	0	650	7,12
8	Saida	Saida	Ouest	68	50	58	2	81	65	376	15	abs	478	7,5
9	Mouzaia	Blida	Centre	136	75	145	1	150	85	671	8	0,02	128	6,9
10	Thevest	Tébessa	Est	89,95	34	47,25	0,99	65	188	231,8	2,35	0,01	/	7,77
11	Messerghine	Oran	Ouest	52	42	45	3	78	50	260	5	0	320	7,2
12	El Goléa	Ghardaïa	Sud	35	16	36	5	21	32	118	2,4	/	180	7,3
13	N'Gaous	Biskra	Sud	143	65,4	63,4	3,76	75	44,4		2,07	0	962	7,66
14	Youkous	Tébessa	Est	77,4	14,5	13,4	4,65	25,7	35,8	218	2	0	231	7,4
15	Salsabil	El Meniaâ	Sud	22,4	6	32	6,2	21	20	110	6,8	0,01	199	7,5
16	Sidi OKBA	Biskra	Sud	143	65,4	63,4	3,76	75	445	213	2,07	00	425	7,06
17	Sidi Idriss	Skikda	Est	38,87	3,16	7,14	0,72	16,97	10	127,18	0,15	0,02	202	7,69
18	Milok	Laghouat	Sud	62,6	5,5	5,7	3,7	13	72	118,95	16,36	/	180	7,56

### 2.1. Eau minérale Ifri (Béjaia)

Est l'un des leaders Algériens en production d'eaux minérales naturelles plates ou gazéifiées et sodas. L'eau d'IFRI provient des montagnes de Kabylie qui surplombent la vallée de la Soummam, dans le nord-est Algérien. Ces prodigieuses montagnes lui procurent toute sa pureté, sa légèreté et sa richesse en minéraux indispensables à la vie. (Mentionné sur l'étiquette).





### 2.2. Eau minérale Toudja (Béjaia)

En l'an 152, les Romains captèrent la source de Toudja pour alimenter «Saldae » aujourd'hui Béjaia, au XIX siècle l'ingénieur Benoit qualifia son eau de « rare ». L'eau de Toudja offre ses qualités millénaires d'eau de montagne. (Mentionné sur l'étiquette).

### 2.3. Eau minérale Lalla Khedidja (Béjaia)

Lalla Khedidja prend son origine dans les monts enneigés du Djurdjura en Algérie, qui culminent à plus de 2300 mètres ; C'est une eau de montagne, Oligominérale non gazeuse ; pure par nature, car elle est directement captée à la source. (Mentionné sur l'étiquette). Elle est disponible sous emballage PET en deux formats.



### 2.4. Eau minérale Batna (Batna)



L'eau BATNA est une marque algérienne d'eau minérale naturelle non gazeuse, elle est recommandée dès le premier âge pour les bébés. (Mentionné sur l'étiquette).

### 2.5. Eau minérale Guedila (Biskra)

L'eau minérale Guedila jaillit au pied du mont de Guedila qui atteint les 500 m d'altitude, au côté sud de la chaîne montagneuse de l'Aurès en Algérie. (Mentionnée sur l'étiquette).



### 2.6. Eau minérale Texanna (Jijel)



Texanna, est une marque algérienne d'eau minérale naturelle non gazeuse, sa source est Sidi Yaaqub dans le village de Raggada dans la commune de Texanna, Wilaya de Jijel. L'eau minérale TEXANNA est une eau pure, légère et riche en minéraux, elle convient à toute la famille (Nourrissons, Jeunes, Femme Sportifs, Personnes âgées....) (mentionnée sur l'étiquette).

### 2.7. Eau minérale Sfid (Saida)

Une Eau Pure, Naturelle ; Sur le plan de la qualité, l'eau minérale SFID jaillit des entrailles du bassin de Oued Falette sur le piémont des monts de SAIDA, une région loin de toute forme de pollution. Du fait de sa composition équilibrée en sels minéraux, riche en bicarbonate, l'eau SFID facilite la digestion et contribue à la recharge rapide du métabolisme. (Mentionnée sur l'étiquette).



### 2.8. Eau minérale Salsabil (El Meniaâ)



L'eau minérale naturelle Salsabil puise sa source des nappes albiennes du grand Sahara Algérien qui est la plus grande nappe phréatique au monde. La pureté originelle de l'eau minérale Salsabil est due à son origine souterraine (le réservoir albien) qui la préserve de toute activité humaine. (Mentionnée sur l'étiquette).

### 2.9. Eau minérale Saïda (Saida)

Saïda, la doyenne des eaux minérales d'Algérie depuis 1967. Elle produit et commercialise des eaux minérales plates. Localisée à 150 Km au sud-est d'Oran, la source de Saïda est une eau minérale légère Pure et équilibrée, elle est recommandée pour tous, particulièrement pour les femmes enceintes et la préparation des biberons. (Mentionnée sur l'étiquette).



### 2.10.

### Eau minérale Mouzaia (Blida)



Mouzaïa produit et commercialise des eaux minérales et des boissons gazeuses. Située à 60 Km à l'ouest d'Alger la source jaillit d'un forage artésien à 80 Km de profondeur. La découverte de cette eau minérale, saine et bienfaisante remonte à 1925. Dans son étude réalisé en 1947 l'hydrogéologue "Simone Guigue" l'a classée avec les eaux thermales. (Mentionnée sur l'étiquette).

### 2.11.

### Eau minérale Messerghine (Oran)

Captée sur un site protégé, la Source de Messerghine bénéficie d'un environnement exceptionnel dans les Monts du Murdjadjo. Par son action diurétique, favorise l'élimination des toxines dans le corps et contribue à une alimentation saine et équilibrée pour toute la famille. (Mentionnée sur l'étiquette).



**2.12.****Eau minérale El Goléa (Ghardaïa)**

El- Goléa, est une marque algérienne d'eau minérale naturelle non gazeuse, sa source provient de l'EL Meniaâ wilaya de Ghardaïa. Riche en minéraux des profondeurs du Sahara, l'Eau d'EL GOLEA est particulièrement indiquée pour le maintien d'une bonne santé notamment des femmes enceintes, des personnes âgées et des sportifs. (Mentionnée sur l'étiquette).

**2.13.****Eau minérale N'Gaous (Biskra)**

N'Gaous, est une marque algérienne d'eau minérale naturelle non gazeuse, sa source au pied de Djebel TAKTIOUT, situé à la flexure 'sud Atlasique' au nord-est de Biskra. (Mentionnée sur l'étiquette).

**2.14.****Eau minérale Youkous (Tébessa)**

Youkous, marque algérienne d'eau minérale naturelle non gazeuse sa source est située à quatre kilomètres du chef-lieu de la commune d'El Hammamet, wilaya de Tébessa. (Mentionnée sur l'étiquette).



**2.15. Eau minérale Thevest (Tébessa)**

Thevest, marque algérienne d'eau minérale naturelle non gazeuse, source Fouris, BIR EL ATTER, wilaya de TEBESSA. (Mentionnée sur l'étiquette).

**2.16. Eau minérale Sidi Okba (Biskra)**

Sidi Okba, marque algérienne d'eau minérale naturelle non gazeuse, sa source issue dans la wilaya de Biskra. (Mentionnée sur l'étiquette).

**2.17. Eau minérale Sidi Idriss (Skikda)**

Sidi Idriss ; eau minérale naturelle non gazeuse, sa source provient des montagnes de Skikda. (Mentionnée sur l'étiquette).

**2.18. Eau minérale Milok (Laghouat)**

L'eau minérale naturelle non gazeuse tire son nom du mont « MILOK », d'où elle est issue, dans la région de Laghouat. Elle offre des qualités exceptionnelles de par sa richesse en minéraux et oligo-élément ainsi que sa légèreté. (Mentionné sur l'étiquette).

### 3. Faciès chimique

La composition minérale, ou le « faciès chimique », d'une eau minérale naturelle reflète la nature des roches qu'elle a traversées (donc leur composition minéralogique)

Ainsi, les eaux circulant dans des roches calcaires comportent en général une teneur en calcium significative, voire en magnésium si les calcaires sont dolomitiques. Les sulfates sont souvent liés à la présence d'évaporites (gypse par exemple), ou à la lixiviation de sulfures. Le sodium, lorsqu'il n'est pas évaporitique (et alors corrélé au chlorure), traduit souvent de longues interactions eau-roche, en profondeur, en contexte de roches granitiques ou métamorphiques. [13].

Pour bien visualiser le faciès chimique des échantillons d'eau minérale étudiées se rapportant aux analyses indiquées sur les étiquettes des bouteilles, un diagramme de Piper a été tracé.

Ce type de diagramme permet de représenter plusieurs échantillons d'eau simultanément. Il est composé de deux triangles, permettant de représenter le faciès cationique et le faciès anionique, et d'un losange synthétisant le faciès global. Les nuages de points concentrés dans un pôle représente pour les différents échantillons la combinaison des éléments cationiques et anioniques.

Lorsque les concentrations sont évaluées, Il y a trois grands groupes : l'eau alcalino-terreuse, l'eau alcalino-terreuse avec concentration alcaline élevée, et l'eau alcaline.

La détermination du faciès dominant à partir des 18 échantillons d'eau étudiés montre que : Le faciès dominant pour les eaux : Youkous, Mouzaia, Salsabil, Messerghine, Sidi Idriss, Batna, Lalla Khedidja, Saida, Sfid, Ifri, Milok, Thevest et Texanna, est le Bicarbonaté calcique et magnésien. Par contre le reste des eaux étudiées à savoir : N'Gaous, Guedila, Sidi Okba, El Goléa et Toudja, montre un faciès Chloruré et sulfaté calcique et magnésien.

(Figure 6)

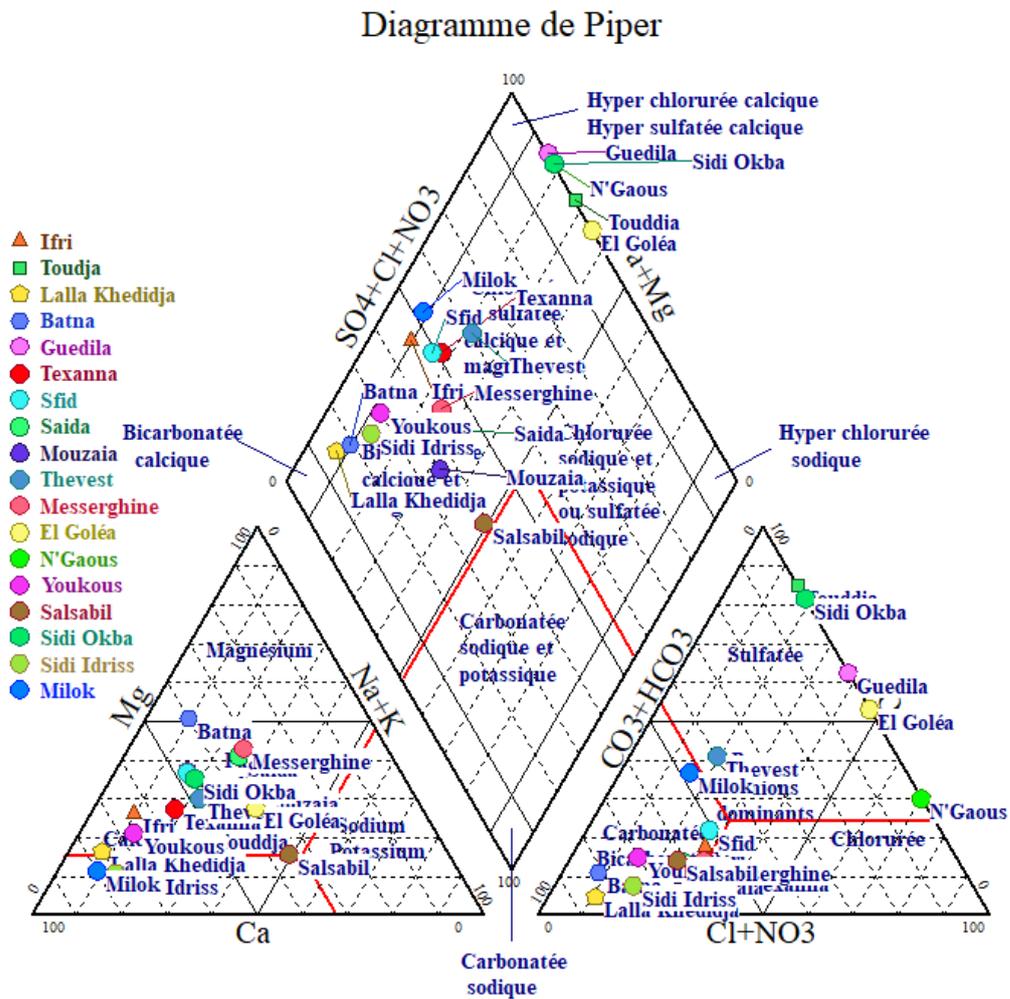


Fig.6. Représentation du faciès chimique des eaux minérales étudiées sur diagramme de Piper

#### 4. Etude des paramètres physico-chimiques

##### 4.1. Conformité des résultats d'analyse

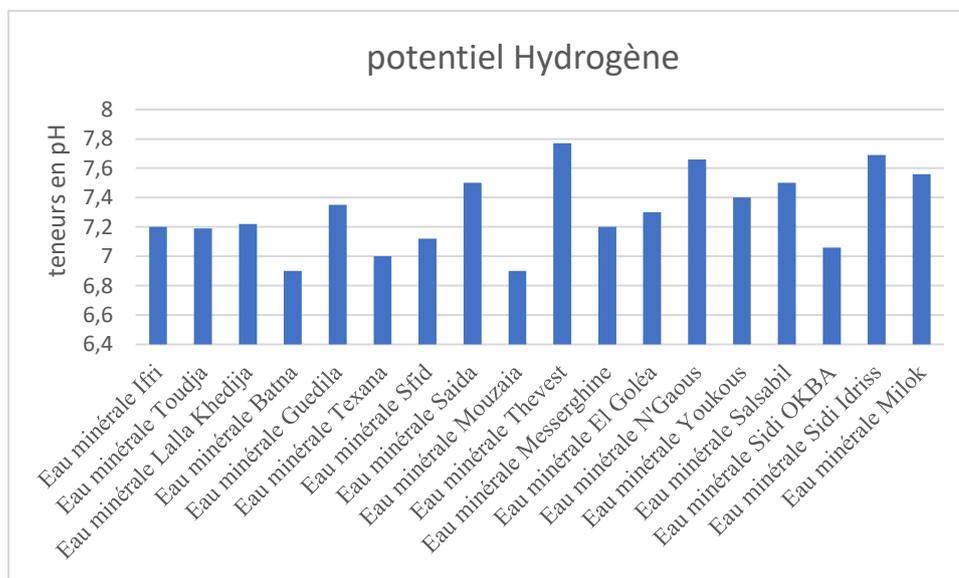
D'après la réglementation en vigueur en Algérie et conformément au journal officiel de la république algérienne N°27 Rabie el aouel 1427 /26 avril 2006, il semble que la totalité des eaux étudiées sont conformes aux normes et que leurs concentrations font partie de l'intervalle de valeurs fixé par le législateur [19].

##### 4.2. Répartition des teneurs des éléments physico-chimiques

###### 4.2.1. Potentiel Hydrogène (pH)

C'est l'un des paramètres les plus importants pour la qualité de l'eau. Il caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend des facteurs multiples, dont l'origine de l'eau [31].

D'après la figure ci-dessous représentant les valeurs du pH indiqués sur les étiquettes des eaux minérales embouteillées étudiées on remarque que ces eaux sont légèrement alcalines oscillant dans un intervalle de pH de 6,8 (Batna, Mouzaia) et 7,8(Thevest), conformément aux normes Algériennes qui recommandent des valeurs de pH entre 6,5 et 8,5 (Figure7).



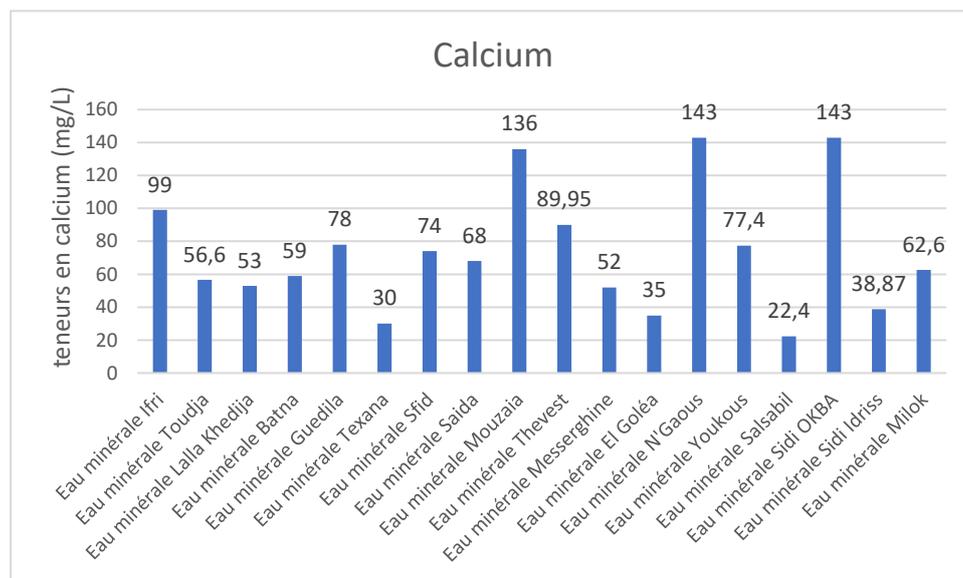
**Fig.7.** Teneur en pH dans les eaux minérales embouteillées étudiées

#### 4.2.2. Calcium

Le calcium est un élément très répandu dans la nature particulièrement retrouvé dans les eaux qui ont traversé des roches calcaires. Avec le magnésium, il est responsable de la dureté de l'eau [32].

Les eaux calciques favorisent la minéralisation des os et lutte donc contre l'ostéoporose [33]. Régulent l'équilibre acide-base et la coagulation sanguine. Elles peuvent jouer un rôle important dans le cadre de notre alimentation, en complément des produits laitiers [30].

La figure ci-dessous représente les valeurs du Calcium dans les eaux minérales étudiées (Figure 8). Concernant ce paramètre, On remarque des teneurs variant de 22,4 mg/L (Salsabil) à 143mg/L (N'Gaous et Sidi Okba) et qui restent toujours dans les normes Algériennes (Annexe I).



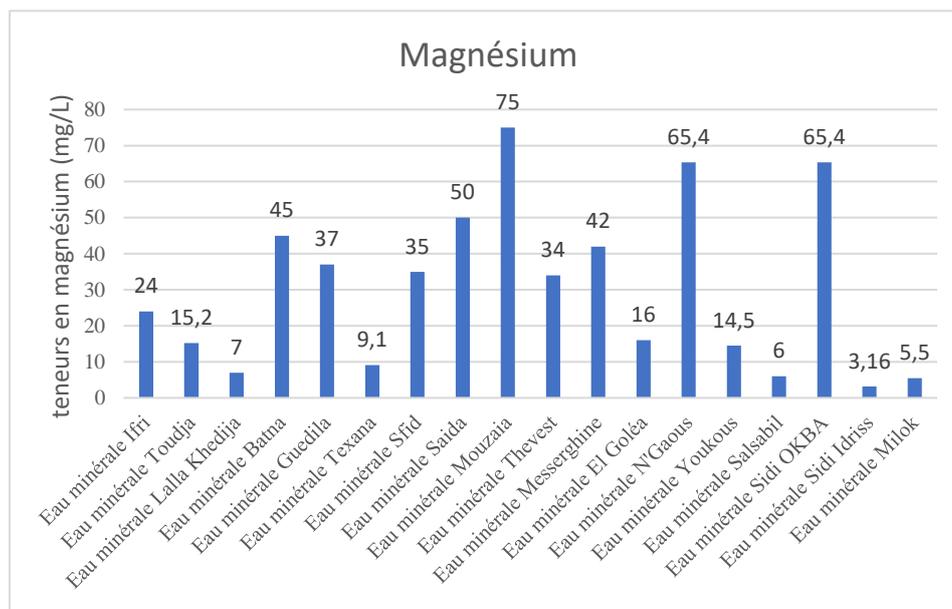
**Fig.8.** Teneur en Calcium dans les eaux minérales embouteillées étudiées

### 4.2.3. Magnésium

L'ion magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrés (calcaires dolomitiques, dolomies du jurassique ou du trias moyen) [31].

Le magnésium est un minéral important pour la santé car il stimule environ 300 processus enzymatiques [30] Il favorise la fixation du calcium sur les os. Indiquée également en cas de stress et de fatigue. L'eau magnésienne contribue au bon fonctionnement des cellules. [33].

La figure 9 ci-dessous qui représente les teneurs des eaux en  $Mg^{2+}$  tirées des étiquettes sur les bouteilles, montre une grande variation des valeurs oscillant entre 3,16 mg/L et 75 mg/L qui sont de loin inférieures à la limite exigée par la réglementation algérienne qui préconise une concentration maximale de 150 mg/L.



**Fig.9.** Teneur en Magnésium dans les eaux minérales embouteillées étudiées

#### 4.2.4. Sodium

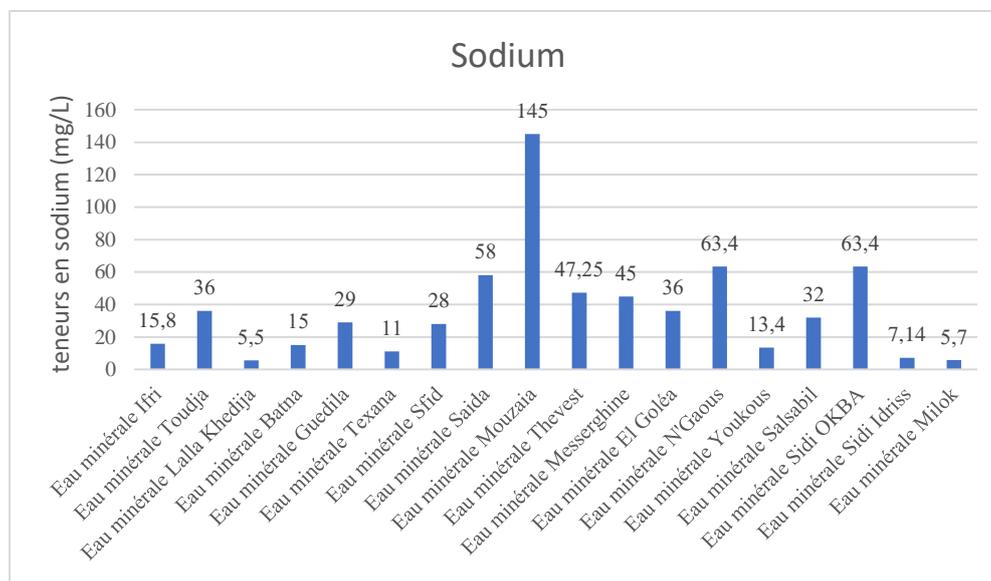
Le sodium est un élément constant de l'eau, toutefois les concentrations peuvent être extrêmement variables. Indépendamment de la lixiviation des formations géologiques contenant du chlorure de sodium, le sel peut provenir de la décomposition de sels minéraux, de la venue d'eaux salées dans les nappes aquifères, des nombreux usages industriels...etc [34].

L'eau sodique agit sur le rythme cardiaque et sur les muscles, elles sont souvent recommandées aux sportifs exerçant des activités d'endurance pour maintenir une bonne hydratation [33].

Un apport trop élevé de chlorure de sodium ou de sel peut entraîner l'hypertension artérielle chez les personnes sensibles au sel [32].

Cette figure représente la variation des teneurs en élément sodium dans les eaux minérales embouteillées étudiées.

Les teneurs enregistrés en cet élément ne dépassent pas 64 mg/L à l'exception de l'eau minérale Mouzaia qui titre 145 mg/L alors que la réglementation fixe la limite à 200 mg/L. De ce fait, toutes ces eaux étudiées restent dans les normes Algériennes et internationales.



**Fig.10.** Teneur en Sodium dans les eaux minérales embouteillées étudiées

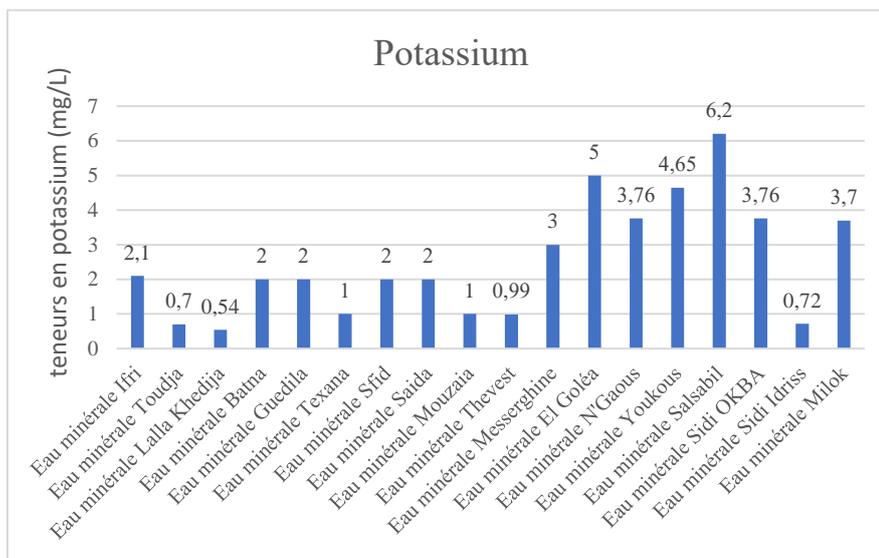
#### 4.2.5. Potassium

Le potassium est un élément important, rencontré généralement dans les roches ignées et les argiles. Les eaux souterraines présentent rarement des teneurs en potassium supérieures à 10 mg/L [28].

Il joue un rôle essentiel dans de nombreuses fonctions vitales des cellules, comme le métabolisme, la croissance, la répartition et la régulation du volume, ainsi que dans le maintien des propriétés électriques des cellules [35].

La figure 11 ci-dessous représente les valeurs du potassium tirées des étiquettes sur les bouteilles des eaux minérales étudiées.

Les teneurs en élément potassium sont très faibles variant entre 0,54 mg/L (Lalla Khedidja) et 6,2 mg/L (Salsabil), ces valeurs ne dépassent pas habituellement les 20 mg/L indiquée par la réglementation Algérienne.



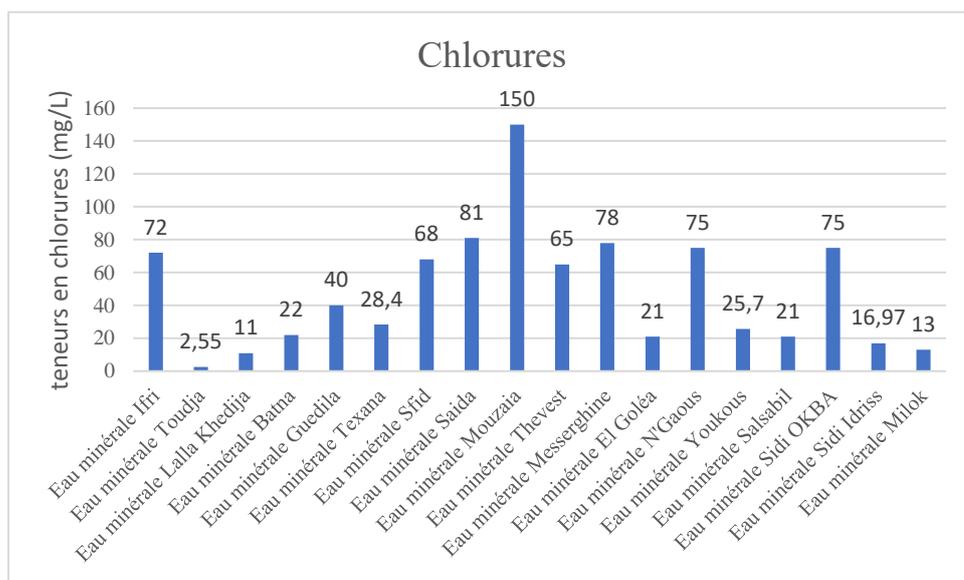
**Fig.11.** Teneur en Potassium dans les eaux minérales embouteillées étudiées

#### 4.2.6. Chlorures

Les chlorures sont très répandus dans la nature. Leur teneur dans les eaux est très variable et liée principalement à la nature des terrains traversés [36]. Ils participent à l'équilibre hydrique des cellules et entrent également dans la composition des sucs gastriques.

L'eau à faible teneur en Chlorure stimule la sécrétion gastrique. Elle peut avoir une action de protection du foie des composants toxiques [30] Les vomissements et les diarrhées répétées font perdre à l'organisme son chlore et provoquent ainsi des crampes musculaires et une grande fatigue [33].

La figure 12 ci-dessous représente la variation des concentrations en chlorure sur les étiquettes des eaux minérales étudiées. Ces teneurs faibles en cet élément varient de 2,55mg/L (Toudja) à 150 mg/L(Mouzaia), restant toujours dans les normes Algérienne fixées de 200 à500 mg/L.



**Fig.12.** Teneur en Chlorures dans les eaux minérales embouteillées étudiées

#### 4.2.7. Sulfates

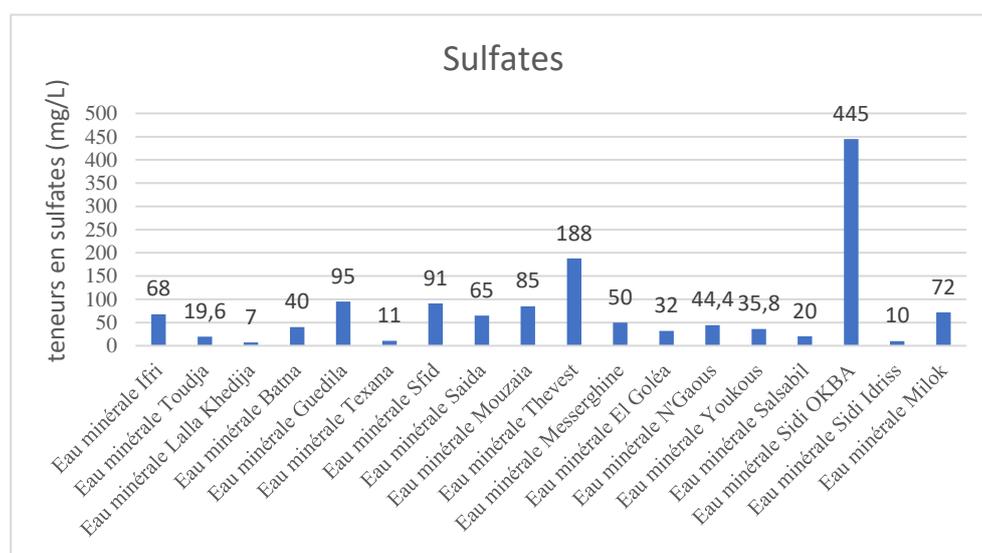
Les sulfates sont des sels d'acide sulfurique combinés à des ions métalliques. L'eau minérale contient naturellement ces derniers par dissolution du gypse avec une concentration très variable. Le rôle du sulfate est surtout d'assurer un bon goût à l'eau ; lorsque les teneurs sont élevées en sulfates (plus de 400 mg/L), l'eau est laxative et peut provoquer des diarrhées. A partir de ces teneurs, elle aura un goût «médical» (tendance amère). Elle n'est pas recommandée durant la croissance car les sulfates peuvent interférer avec l'adsorption de calcium et l'inhiber.

La présence de sulfates dans l'eau facilite le transit intestinal par rapport aux autres constituants de base [37] On les utilise pour les affections du rein et pour le traitement des eczémas, des cicatrices et des brûlures [33].

Les résultats obtenus concernant les teneurs en sulfates des différentes eaux embouteillées étudiées sont présentés dans la figure 13.

Les concentrations en ion sulfate dans nos échantillons des eaux minérales titrent des variations considérables comprises entre 7mg/L (Lalla Khedidja) et 188mg/L (Thevest), elles restent inférieures à la concentration maximale admissible décrétée par les normes Algériennes (400mg/L). L'eau minérale Sidi Okba est très sulfatée avec une teneur de 445 mg/L dépassant ainsi les normes Algérienne.

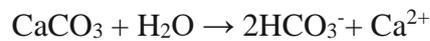
Selon KELLIL et SEKIOU (2014), l'augmentation de la teneur en sulfates dans les eaux minérales est due à la fois au lessivage des terrains traversés ou à un phénomène de dissolution des roches évaporitique.



**Fig.13.** Teneur en Sulfates dans les eaux minérales embouteillées étudiées

#### 4.2.8. Bicarbonates

Les bicarbonates constituent l'essentiel de l'alcalinité de l'eau. Ils peuvent provenir de la dissolution de formations carbonatées selon la réaction [4] :

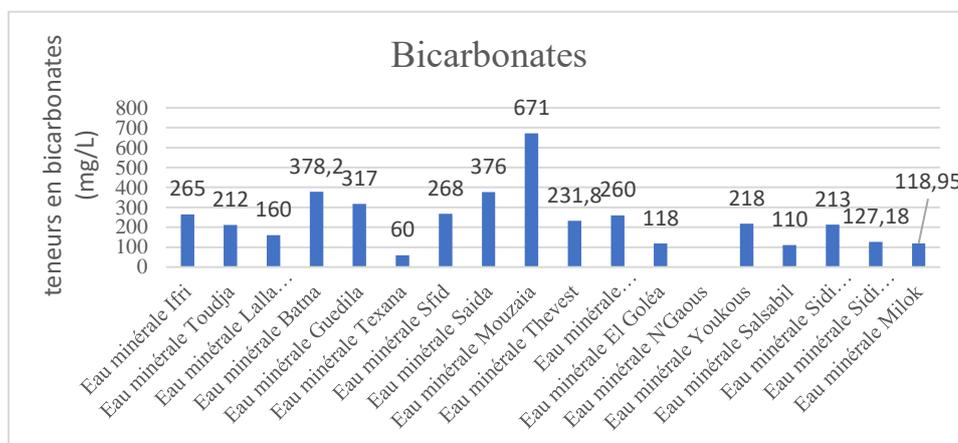


Les concentrations en bicarbonates dans les eaux naturelles sont en relation directe avec le pH de l'eau, la température, la concentration en  $\text{CO}_2$  dissout et la nature lithologique du sol [38]. Les bicarbonates dans les eaux (gazeuses) facilitent la digestion et calment les brûlures d'estomac grâce aux propriétés anti-acides du bicarbonate de sodium. De ce fait, elles sont bonnes pour les sportifs pour lutter contre l'acidité produite par le muscle lors de l'effort [19].

Elles servent à traiter les affections intestinales et du foie. Utilisées également pour lutter contre l'acné et les brûlures grâce à leurs effets anti-inflammatoires, apaisant et cicatrisant [33]. Facilitent la digestion et régulent l'équilibre acide/base de nos cellules. Leur absorption entraîne une alcalinisation des urines, effet recherché pour les lithiases uriques mais qui peut être néfaste pour les lithiases infectieuses [32].

La figure 14 ci-dessous illustre les teneurs en bicarbonate dans les eaux minérales embouteillées étudiées. On remarque que ces teneurs sont comprises entre 60 mg/L (Texanna) et 671 mg/L (Mouzaia), ce qui confère le faciès Bicarbonaté à la majorité des eaux minérales étudiées. La valeur des bicarbonates de l'eau minérale N'Gaous n'est pas mentionnée sur leur étiquetage.

Les normes Algériennes ne fixent aucune valeur pour ce paramètre, puisque, quel que soit les teneurs en bicarbonate dans les eaux de consommation, la potabilité n'est pas affectée.



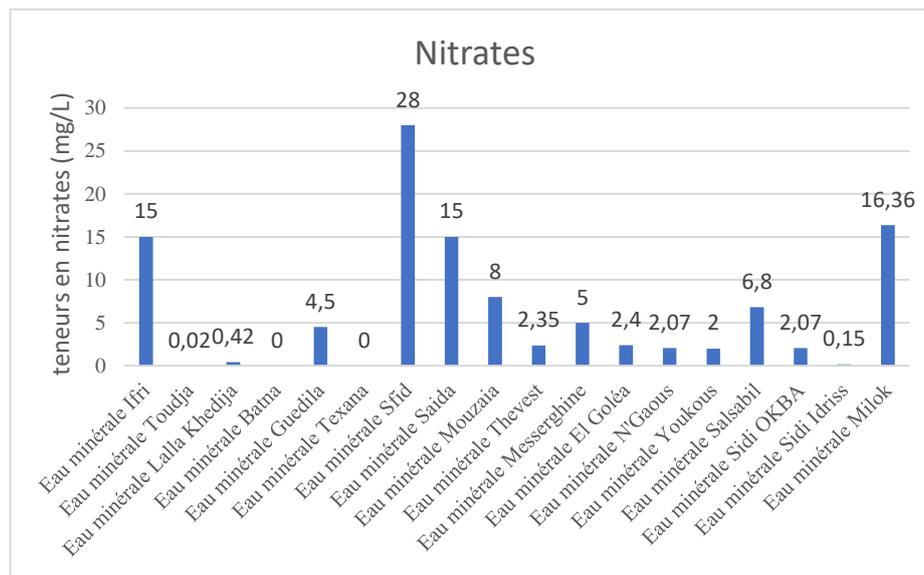
**Fig.14.** Teneur en Bicarbonates dans les eaux minérales embouteillées étudiées

#### 4.2.9. Nitrates

Les nitrates sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Ils sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement extrêmement solubles ; ils pénètrent le sol et les eaux souterraines où se déversent dans les cours d'eau par ruissellement. Ils constituent une des causes majeures de la dégradation des eaux à long terme.

Les nitrates sont indésirables en grande quantité car une fois ingérés, ils se transforment en nitrites et peuvent être à l'origine de problèmes toxicologiques. Les nitrites peuvent causer un problème d'oxygénation du sang [37].

La figure 15 illustre bien la variation des teneurs en nitrates qui restent faibles pour l'ensemble des eaux embouteillées étudiées, atteignant un maximum de 28 mg/L (Sfid) ; ce qui est dans les normes prescrites par la réglementation Algérienne qui recommande pour les eaux naturelles une valeur limite de 50 mg/L au maximum.

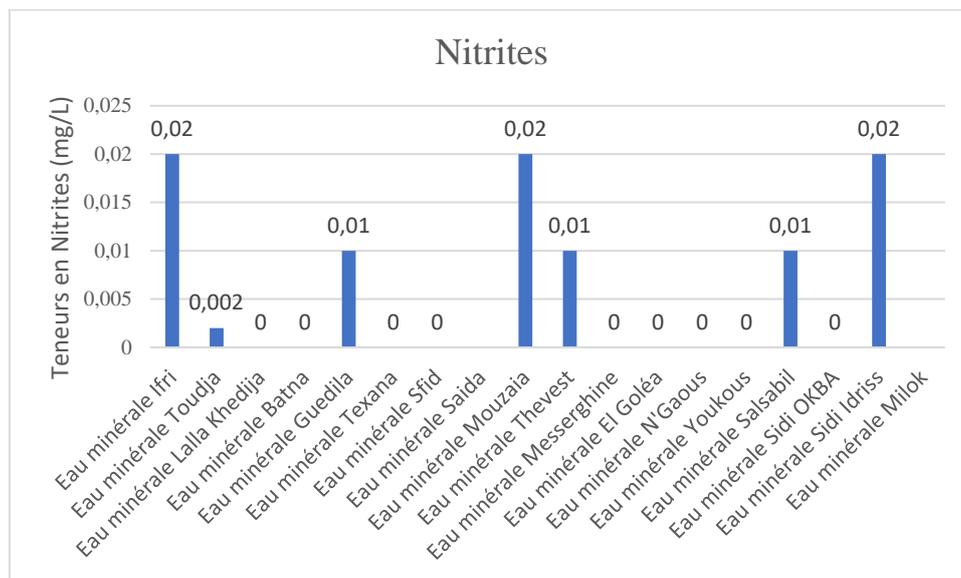


**Fig.15.** Teneur en Nitrates dans les eaux minérales embouteillées étudiées

#### 4.2.10. Nitrites

Les nitrites sont les indicateurs de la pollution. Elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrates [6].

La figure 16 suivant représente la variation des concentrations en nitrites à partir des analyses tirées des étiquettes sur les eaux minérales embouteillées étudiées. Ces dernières sont presque nulles pour la totalité des eaux étudiées. Les normes Algérienne recommandent de ne pas dépasser 0,02mg/L.

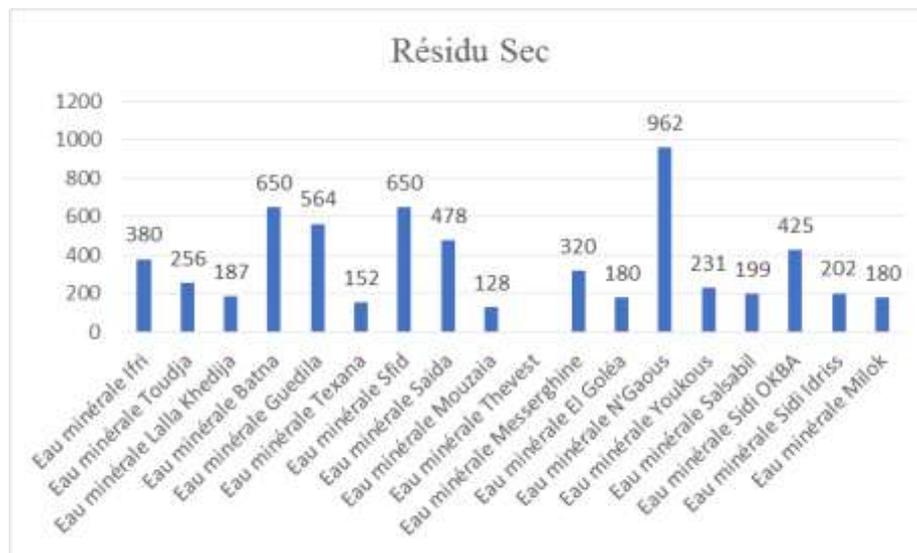


**Fig.16.** Teneur en Nitrites dans les eaux minérales embouteillées étudiées

#### 4.2.11. Résidu sec :

Cet élément correspond au taux de minéraux recueillis après évaporation d'1L d'eau soumis à 180°C [37].

Dans la figure 17 ci-dessous représentant des valeurs de résidus secs tirées de l'étiquetage sur les bouteilles des eaux minérales étudiées, on remarque des teneurs variant de 128 mg/L (Mouzaia) à 962 mg/L (N'Gaous). Ces dernières sont conformes aux normes algériennes recommandant 1500 mg/L.



**Fig.17.** Teneur résidu sec dans les eaux minérales embouteillées étudiées

## 5. Classification des eaux minérales étudiées

Trois types de classification sont considérés :

- La première classification tient compte de la teneur des constituants ioniques (calcium  $[Ca^{2+}]$ , magnésium  $[Mg^{2+}]$ , chlorures  $[Cl^-]$ , sulfates  $[SO_4^-]$ )
- La seconde classification est basée sur la concentration en (TDS) qui correspond à la valeur du résidu sec [23].
- La troisième classification des eaux minérales en fonction des ions chlorures et nitrates [19].

### 5.1. Classification des eaux minérales en fonction de la composition ionique

Le tableau 4 récapitule la classification des eaux minérales étudiées en fonction de leurs compositions ionique.

On remarque que seule l'eau minérale Mouzaia jouit de propriétés diversifiées. Elle est à la fois magnésienne et bicarbonatée.

**Tableau4** : classification des eaux minérales étudiées en fonction de la composition ionique [23].

Classe d'eau minérale	Eaux minérales étudiées
<b>Eaux magnésiennes :</b> Teneurs en magnésium plus de 50 mg/L	Saida, Mouzaia, N'Gaous, Sidi Okba
<b>Eaux pauvre en sodium :</b> Teneurs en sodium inférieur à 20 mg/L	Ifri ,Lalla Khedidja , Batna ,Texanna , Milok ,Youkous, Sidi Idriss
<b>Eaux bicarbonatées :</b> Teneurs en bicarbonate plus de 600 mg/L	Mouzaia
<b>Eaux Calcique :</b> Teneurs en calcium plus de 150 mg/L	/
<b>Eaux Sulfatées :</b> Teneurs en sulfate plus de 200 mg/L	/
<b>Eaux chlorurées :</b> Teneurs en chlore plus de 200 mg/L	/

### 5.2. Classification des eaux minérales en fonction de la minéralisation

La composition chimique des eaux minérales dépend de la nature de la roche encaissante, de la température où s'effectuent les échanges entre l'eau, la roche et le temps de contact. [13]

Il ressort du tableau ci-dessous que, 12 échantillons sur 18 à savoir : Ifri, Toudja, Lalla Khedidja, Texanna, Saida, Mouzaia, Messerghine, El-Goléa, Youkous, Salsabil, Milok, Sidi Idriss, sont de type Oglio-minéral. Le reste des eaux sont modérément minéralisées.

**Tableau 5 :** Classification des eaux minérales étudiées en fonction de la minéralisation [23].

Classes d'eaux minérales	Eaux minérales étudiées
Eaux faiblement minéralisées Résidu sec $\leq 50$ mg/L	/
Eaux oligo-minérales $50 \text{ mg/L} < \text{Résidu sec} \leq 500 \text{ mg/L}$	Ifri, Toudja, Lalla Khedidja, Texanna, Saida, Mouzaia, Messerghine, El-Goléa, Youkous, Salsabil. , Milok, Sidi Idriss,
Eaux modérément minéralisées $500 \text{ mg/L} < \text{Résidu sec} \leq 1500 \text{ mg/L}$	Batna, Guedila, Sfid, N'Gaous Thevest, Sidi Okba.
Eaux riches en sels minéraux. Résidu sec $> 1500$ mg/L	/

### 5.3. Classification des eaux minérales en fonction des ions chlorures et nitrates

Nous allons tenter d'étudier la qualité des eaux minérales à travers deux paramètres qui sont :

- les ions chlorures qui renseignent sur la qualité minéralogique des eaux.
- l'élément nitrate, principal indicateur d'une pollution des eaux souterraines

Puis par l'interprétation de la qualité globale sur la base d'une grille simplifiée (Tableau 7) [19].

Le tableau 6 montre clairement que la majorité des eaux minérales possèdent une concentration en chlorure inférieure à 200 mg/L et une concentration en nitrate largement inférieure à 25mg/L, ce qui les classe dans la catégorie «excellente».

A l'exception d'une seule valeur de nitrates qui est supérieure à 25 mg/L, ce qui nous donne une eau moyenne (Sfid).

**Tableau 6** : Concentration en Chlorure et Nitrate des eaux minérales étudiées

<b>Eaux minérales</b>	<b>Teneurs en Chlorures</b>	<b>Teneur en Nitrates</b>
Ifri	72	15
Toudja	2,55	0,02
Lalla Khedidja	11	0,42
Batna	22	0
Guedila	40	4,5
Texanna	28,4	0
Sfid	68	<b>28</b>
Mouzaia	150	8
Saida	81	15
Thevest	65	2,35
Messerghine	78	5
El Goléa	21	2,4
N'Gaous	75	2,07
Youkous	25,7	2
Salsabil	21	6,8
Sidi OKBA	75	2,07
Sidi Idriss	16,97	0,15
Milok	13	16,36

**Tableau 7** : Grille simplifiée pour la classification des eaux [19].

<b>La qualité</b>	<b>Paramètres</b>	
	<b>Chlorures (mg/l)</b>	<b>Nitrate (mg/l)</b>
Excellente	<200	<5
Bonne	200-300	5 -25
Moyenne	300-750	25 -50
Mauvaise	750-1000	50 -100
Très mauvaise	>1000	> 100

## 6. Vertus thérapeutiques des eaux minérales

Dans cette partie, nous essayons en premier lieu de donner les effets bénéfiques et nocifs de chaque élément constituant des eaux minérales et en second lieu de classer les eaux minérales étudiées en fonction de leurs apports en ces éléments.

### 6.1. Effets des constituants chimiques dans les eaux sur la santé humaine

#### 6.1.1 Calcium

##### A. Effets sur la santé

99 % du calcium présent dans l'organisme se situe dans les os et les dents dont il assure la solidité. Le taux de calcium dans le sang est un indicateur de la santé des os. Le 1 % restant intervient dans le fonctionnement de nos cellules nerveuses et musculaires, comme le cœur et les vaisseaux. Il régule aussi l'équilibre acide-base et la coagulation sanguine.

##### B. Carence en calcium

On parle d'hypocalcémie lorsque la calcémie est inférieure ou égale à 2,1 mmol/L (8,5 mg/dL). Quand les apports en calcium (ou vitamine D) sont insuffisants, on peut observer une ostéoporose : les os sont poreux et se cassent.

D'autres symptômes comme une grande fatigue, des contractures musculaires, des fourmillements, des maux de tête, une diarrhée, peuvent être observés. Le traitement consiste alors en une supplémentation médicamenteuse en calcium et en vitamine D.

##### C. Effets nocifs

A l'inverse, on parle d'hypercalcémie lorsque la calcémie est supérieure ou égale à 2,6 mmol/l (10,5 mg/dL). Il arrive que des apports importants de calcium, associés à des doses élevées de vitamine D active, dépassent les capacités de régulation de l'organisme, surtout lorsque les reins ne peuvent plus en éliminer l'excédent.

Le calcium risque alors de se déposer dans tous les organes et surtout dans les vaisseaux sanguins qui risquent de s'obstruer. Cette hypercalcémie va aussi favoriser les calculs rénaux et peut avoir des conséquences plus graves : troubles mentaux, asthénie (fatigue), voire arrêt cardiaque. L'équilibre du calcium est particulièrement difficile à gérer chez le patient insuffisant rénal chronique.

Pour aider le diagnostic et guider la thérapeutique, on peut rechercher des calcifications vasculaires par radiographie et vérifier la densité minérale osseuse.

Comme le métabolisme du calcium est régi par des mécanismes homéostatiques efficaces, les effets toxiques de cet élément ne se manifestent qu'en cas d'absorption de très importantes quantités.

Si l'alimentation est riche en calcium, la biodisponibilité des autres minéraux absorbés peut être perturbée. Associé à un phosphate, le calcium peut réduire l'absorption du fer. Selon certaines études, le calcium de source alimentaire perturberait l'équilibre magnésien, mais d'autres études indiquent le contraire [39].

### **6.1.2. Magnésium**

#### **a. Effets sur la santé**

Le magnésium est un élément indispensable au métabolisme du corps humain, et il est crucial pour plus de 300 réactions enzymatiques, dont toutes celles qui utilisent de l'adénosine-triphosphate.

Le corps contient environ 25 g de magnésium ; Le squelette contient plus de la moitié du magnésium (67 %) et le reste est réparti dans le liquide intracellulaire des tissus mous (31 %) et, dans une moindre mesure, dans les liquides organiques (environ 1 %) [41].

Chez l'homme, le magnésium est important pour les fonctions métaboliques, l'activité musculaire, nerveuse et survivre lorsque il y a l'état de trace [42].

Le magnésium est l'un des principaux facteurs de la dureté de l'eau, laquelle est étudiée dans un lien statistique entre la consommation d'eau dure et une réduction de la mortalité. D'autre part, L'eau dure empêche la mise en solution de contaminants toxiques comme le cadmium, le plomb et d'autres qui peuvent être lessivés du réseau de distribution d'eau potable. Il est également possible que l'eau dure contrecarre les effets toxiques d'un constituant naturel de l'eau douce [41].

Bon nombre d'études effectuées dans différentes régions du monde ont établi un lien entre la teneur en magnésium de l'eau potable et une réduction des maladies cardiovasculaires.

#### **b. Carence en magnésium**

La carence en magnésium peut provoquer de la faiblesse, des troubles mentaux, une diminution du tonus musculaire et des troubles gastro-intestinaux.

La carence durable en magnésium pourrait intervenir dans les maladies cardiovasculaires.

Le déficit en magnésium aboutit d'une simple fatigue à des crampes musculaires en passant par une anxiété et un état de stress, qui est lui-même un facteur de déplétion magnésique [40].

Une concentration insuffisante de cet élément perturbe gravement les fonctions cardiovasculaires, neuromusculaires et rénales. Dans des conditions normales, les

concentrations de magnésium sont bien ajustées et les carences alimentaires à court terme sont compensées par les vastes réserves de magnésium osseux [41].

### c. Effets nocifs

L'inconvénient le plus évident de la présence de magnésium dans l'eau potable est son effet laxatif

On a signalé des cas d'intoxication chez des personnes âgées ayant fait un usage abusif de certains laxatifs (sulfate de magnésium) ou d'antiacides (hydroxydes de magnésium)

En outre, ce groupe pourrait aussi souffrir d'une capacité réduite d'excrétion rénale. Des concentrations de magnésium allant de 5 à 10 meq/L (6 à 12 mg/dL) peuvent modifier le rythme cardiaque. La paralysie des muscles du squelette, la réduction de la capacité pulmonaire, le coma et la mort peuvent survenir à des concentrations de magnésium de 15 meq/L (18 mg/dL) dans le plasma

Si l'on souhaite améliorer le statut en magnésium, il est conseillé de boire des eaux minérales riches en magnésium. Une eau minérale naturelle est dite magnésienne si elle apporte plus de 50 mg de magnésium par litre. Un litre d'eau magnésienne couvre entre 12 et 80% des apports nutritionnels conseillés selon l'eau, l'âge et le sexe considérés [41].

### 6.1.3. Sodium

#### a. Effet sur la santé

Le sodium est indispensable à la transmission de l'influx nerveux et à la contraction musculaire. Sa concentration dans le sang et le liquide interstitiel conditionne la quantité d'eau présente dans les cellules et le volume sanguin, et chez les personnes sensibles à l'apport de sel, l'excès de sodium peut augmenter le volume sanguin et ainsi favoriser la survenue d'une hypertension artérielle. Les apports recommandés sont de 5 à 8 mg par jour et jusqu'à 10 mg pour les grands sportifs. Le seuil vital minimal est de 1 à 3 mg [29].

#### b. Carence en sodium

Les carences sont rares mais peuvent apparaître en cas de gastro-entérite par exemple, due à la déshydratation provoquée par les vomissements excessifs, les diarrhées ou la sudation.

Un manque de sodium provoque des nausées, des crampes musculaires ainsi qu'une déshydratation. A long terme avoir peu de sodium dans le sang conduit à de l'hypotension. La diminution de la natrémie (taux de sodium dans le plasma) à une valeur inférieure à 135 mmol/L (hyponatrémie) peut provoquer des troubles digestifs (dégoût de l'eau puis

nausée et vomissements) ou surtout neurologiques (allant de la simple confusion mentale au coma).

Quand il est consommé en trop grande quantité, le sodium a des répercussions importantes sur le système cardiovasculaire.

En cas d'hypertension, mieux vaut consommer des eaux pauvres en sodium [28].

#### **6.1.4. Potassium**

##### **a. Effet sur la santé**

Le potassium joue un rôle essentiel dans de nombreuses fonctions vitales des cellules, comme le métabolisme, la croissance, la réparation et la régulation du volume, ainsi que dans le maintien des propriétés électriques des cellules.

Le potassium joue également un rôle essentiel pour maintenir l'équilibre osmotique des liquides corporels et pour réguler l'équilibre acide-base du corps par son action sur la capacité des reins à réabsorber le bicarbonate, Principale substance extracellulaire qui tamponne les acides métaboliques, Pour les adultes (de 19 à 70 ans), l'apport suffisant de potassium est de 4,7 g/jour. Pour les personnes ayant un dysfonctionnement rénal, on recommande un apport de potassium inférieur à 4,7 g/jour [33].

##### **b. Effets nocifs**

Il est peu probable que le potassium ait des effets nocifs sur les personnes en santé suite à la consommation d'eau potable. L'intoxication au potassium par ingestion est rare parce que le potassium est rapidement excrété par des reins, fonctionnant normalement et que l'ingestion d'une seule forte dose de potassium provoque habituellement des vomissements toute fois, chez les personnes dont les reins fonctionnent normalement, l'ingestion de doses supérieures à 2,0 meq/kg peut submerger les mécanismes homéostatiques et même entraîner la mort.

Des effets nocifs, liés à des concentrations de  $K^+$  dans les plasmas supérieures à la normale (hyperkaliémie) peuvent se produire dans certains segments de la population lorsque ces individus consomment de l'eau potable provenant d'adoucisseurs d'eau qui utilise du chlorure de potassium [35].

#### **6.1.5. Chlorures**

##### **a. Effets sur la santé**

L'ion chlorure est un élément essentiel et présentent le principal anion extracellulaire du corps. Il s'agit d'un ion très mobile, qui traverse facilement les membranes cellulaires et qui assure une pression osmotique, un bilan hydrique et un équilibre acide-base appropriés. Il joue un rôle physiologique de l'ion chlorure était simplement celui d'un contre ion passif. Au cours

des dernières années, certaines études donnent toutefois à penser que l'ion chlorure joue peut-être un rôle plus actif et indépendant dans la fonction rénale, dans la neurophysiologie et dans l'alimentation.

On considère que l'absorption du chlorure à partir de la nourriture est pratiquement complète. Le chlorure est absorbé dans le jéjunum par « entraînement par solvant » et dans l'iléon et le côlon par transport actif couplé à la sécrétion de bicarbonate. Ces deux processus sont liés à des mécanismes de Co-transport à base de sodium qui créent les gradients osmotiques et électro-chimiques nécessaires [43].

#### **b. Effets nocifs**

On a avancé que le chlorure jouait un rôle dans l'hypertension sensible au sodium. Selon certaines indications, il semblerait que le sodium et le chlorure à la fois sont nécessaires pour exercer un effet hypertenseur. En soi, le chlorure ne semble pas causer d'hypertension chez les rats ; chez des humains souffrant d'hypertension, on a pourtant noté que le chlorure était traité différemment par les globules rouges [43].

#### **6.1.6. Les sulfates**

##### **a. Effets sur la santé**

Les sulfates représentent la source majeure de soufre, un composant essentiel de nombreuses protéines de la peau des ongles, des cheveux, et des hormones comme l'insuline. Sans lui ces molécules n'ont pas la bonne forme et ne peuvent pas fonctionner.

Ils entrent également dans la composition de certaines vitamines, du cartilage, des tendons et des os. Par ailleurs, les sulfates accélèrent le transit intestinal.

Notre corps en contient au moyen entre 350 et 480 mg. L'apport journalier en acides aminés soufrés est estimé à 13-14 mg par kg de poids. Un régime qui apporte assez de protéines répond aux besoins de l'organisme [29].

Les sulfates sont peu toxiques. Cependant ils sont laxatifs et diurétiques lorsque leur concentration est supérieure à 300 mg/L. Ces eaux doivent donc être utilisées avec précaution chez les sujets fragiles et chez les nourrissons. Leur présence entraîne une saveur particulière de l'eau [32].

##### **b. Carences en sulfates**

Le déficit en ce minérale provoque souvent un ralentissement de la pousse des cheveux et des ongles. Un manque de soufre augmente aussi la vulnérabilité aux infections car les échanges entre cellules sont moins bien assurés.

Les personnes ayant choisi un régime végétarien sont souvent à risque de carence en soufre. Mais au-delà de 200 mg/L, il peut provoquer des diarrhées chez les nourrissons [29].

### c. Effets nocifs

L'ion sulfate est l'un des anions les moins toxiques chez l'humain, un effet cathartique entraînant la purgation du tube digestif. L'eau ayant une concentration de sulfate de magnésium de 1 000 mg/L a un effet purgatif chez l'humain normal, mais les concentrations inférieures sont apparemment sans danger physiologique pour la population en général [44].

#### 6.1.7. Bicarbonates

##### a. Effets sur la santé

Le bicarbonate réduit l'acidité dans le corps. Après le sport ou en cas de digestion difficile, il permet de récupérer rapidement.

Il agit sur l'acidité gastrique, et il permet de donner au sang un pH stable. Par ailleurs, le bicarbonate serait utile aux sportifs pour diminuer l'acidité de l'organisme lié à la production d'acide lactique [29].

##### b. Carences en Bicarbonates :

Un régime trop acide serait un facteur favorisant l'ostéoporose et la perte de masse musculaire avec l'âge. Cependant les personnes souffrant de ballonnements devraient éviter de boire de l'eau gazeuse.

Ils ont par contre un rôle par les cations auxquels ils sont liés (sodium, calcium) et qui donnent un goût souvent salé. Leur absorption entraîne une alcalinisation des urines, effet recherché pour les lithiases uriques mais qui peut être néfaste pour les lithiases infectieuses [32].

#### 6.1.8. Nitrates et Nitrites

##### a. Effets sur la santé

Les nitrates sont peu toxiques pour la santé, se sont surtout les nitrosamines et les nitrites, dérivés des nitrates, qui sont toxiques [46].

Une vaste gamme de doses orales de nitrate et de nitrite létales pour les humains ont été rapportées et sont probablement dues à la grande variabilité de la sensibilité individuelle. Dans le cas du nitrate, les doses orales létales pour les humains varient entre 4 et 50 g et entre 67 et 833 mg/kg. Pour ce qui est du nitrite, la dose orale létale pour les humains est estimée entre 1,6 et 9,5 g et entre 33 et 250 mg/kg, les doses plus faibles s'appliquant aux enfants, aux personnes âgées et aux sujets présentant un déficit en nicotinamide adénine di nucléotide hydrogéné - cytochrome b5-méthémoglobine réductase [45].

Les nitrites dans l'eau de boisson sont mis en cause dans la cyanose du nourrisson (méthémoglobinémie du nourrisson) qui conduit à une hypoxie tissulaire. Ceci est dû à l'incapacité de la méthémoglobine à transporter l'oxygène. Ce processus toxique génère une anoxémie d'abord (diminution du transport sanguin de l'oxygène) puis une anoxie tissulaire (diminution de l'apport d'oxygène aux tissus) et enfin un dysfonctionnement tissulaire à la base de la pathologie qui finalement s'exprime par des signes cliniques [46].

En population générale, les nitrates ne sont pas directement cancérigènes alors que les nitrites, de forme transitoire et instable, seraient associés à certaines formes de cancers, notamment des cancers digestifs, de l'estomac et de l'œsophage [46].

## **6.2. Bienfaits des eaux minérales étudiées à partir de leur composition chimique**

Après plusieurs classifications des eaux minérales en fonction de leur composition chimique on a pu classer les eaux étudiées en combinant la composition chimique avec les effets thérapeutiques de chaque élément chimique.

La composition minérale de l'eau minérale naturelle peut varier fortement d'une marque d'eau minérale à l'autre, Les consommateurs peuvent choisir des eaux ayant une teneur minérale spécifique (par exemple teneur en calcium, magnésium, bicarbonates, fluor ou eau pauvre en sodium), selon leurs goûts ou certains besoins nutritionnels [30].

### **6.2.1. Consommation de l'eau minérale pour les Nourrissons**

Une eau minérale peuvent être utilisée pour l'alimentation des nourrissons doit être :

- faiblement minéralisée ; moins de 500 mg/L (le système rénal étant encore immature).
- faible teneur en calcium, magnésium, sulfates et fluor.
- quantité de nitrate ne doit pas dépasser 10 mg/L.

Pour l'hydratation des bébés de moins d'un an, il faut rechercher la mention dans l'étiquette : « Convient à l'alimentation du nourrisson » qui permettant une consommation sans risque sanitaire [48].

### **6.2.2. Eau pendant la grossesse et Allaitement**

La femme enceinte porte 7 à 10 litres d'eau supplémentaires. Le besoin en eau augmente lors de la grossesse et de l'allaitement : la prise d'eau quotidienne doit être supérieure à 1 500 mL.

Une eau minérale utilisée pour l'alimentation pendant la grossesse et l'allaitement doit être :

- Teneur en calcium supérieure à 100 mg
- Teneur en magnésium supérieure à 40 mg

Particulièrement au décours du troisième trimestre de la grossesse et durant l'allaitement pour éviter la fatigue et les coups de pompe [18].

### 6.2.3. Eau pour un enfant

Chez les enfants qui présentent des difficultés à prendre des laitages ou qui ne les apprécient pas, il est possible d'utiliser des eaux riches en calcium et en magnésium.

Le calcium de ces eaux a une biodisponibilité similaire à celle du calcium du lait pour compléter leurs apports journaliers en cet élément [18].

### 6.2.4. Eau pour un sportif

Dans le cadre d'une activité sportive, même modérée, il faut s'assurer de boire avant, pendant et après l'effort.

En cas d'exercice sportif intense et prolongé, la transpiration est accrue, entraînant une perte d'eau et éventuellement de sodium.

C'est pourquoi, il convient de préférer une eau minérale naturelle :

- riche en minéraux, bicarbonatée (> 600 mg/litre)
- haute teneur sodique (> 200 mg/l) car l'activité sportive intense ou prolongée occasionne également une possible perte de sodium [49].

### 6.2.5. Eau pour un régime

Chez les personnes souhaitant maintenir leur poids ou perdre du poids, une hydratation sans aucun apport calorique est essentielle : la consommation d'eau est donc à privilégier par rapport à d'autres boissons.

Les personnes suivant un régime amaigrissant peuvent parfois s'exposer à des apports insuffisants en magnésium et en calcium.

Dans ce cas, il peut être recommandé de consommer des eaux minérales naturelles :

- magnésiennes (>50 mg/L)
- calciques (> 150 mg/L)

Pour contribuer à la bonne couverture de leurs besoins quotidiens. Si vous suivez un régime pauvre en sel, privilégiez les eaux à faible teneur en sodium [50].

Les adultes suivant un régime hyposodique, il faut privilégier des eaux minérales contenant moins de 20 mg de sodium par litre. [51]

### 7. Résultats de l'enquête

Les eaux minérales embouteillées deviennent de plus en plus indispensables à la consommation dans tout le territoire national.

La région de Guelma, ville du Nord-est Algérien, point de rencontre, voire un carrefour entre les pôles industriels du Nord (Annaba et Skikda) et les centres d'échanges au Sud (Oum El Bouaghi et Tébessa). La population totale de la wilaya est estimée à 506.007 habitants, soit une densité de 135 habitants par Km<sup>2</sup> [52].

Un sondage a été lancé sur internet (Drive de Gmail) en date du 13 /05/2020 concernant la consommation des eaux minérales embouteillées dans la région de Guelma. 50 personnes ont participé à l'enquête d'âges différents allant du 20 au 30 ans.

## Eaux minérales naturelles commercialisées à Guelma

Description du formulaire

Sexe \*

Homme

Femme

**Fig.18.** Interface du sondage utilisée sur (Drive de Gmail) (Mai, 2020)

Le tableau ci-dessous récapitule les résultats de cette enquête.

**Tableau 8** : Résultats de l'enquête menée sur le site Google dans la région de Guelma.

Sexe	Emploi	Préférence de consommation	Critère de choix de la qualité des eaux	différence de gout entre les eaux minérales et eau de robinet	Fréquence de consommation d' eau par semaine	Format de la bouteille le plus consommés	La fidélité d' une marque d' eau minérale	Différence de gout entre les eaux minérales	Caractéristique du choix d' eau minérale	Les marques les plus Consommés
Femme <b>58%</b>	Etudiant <b>52%</b>	H <sub>2</sub> O de robinet <b>12%</b>	Meilleur gout <b>70%</b>	Oui <b>96%</b>	1-3 <b>14%</b>	50cL <b>8%</b>	Oui <b>58%</b>	Oui <b>92%</b>	Composition chimique <b>74%</b>	Ifri 40% Bouglez <b>30%</b>
Homme <b>42%</b>	Employé <b>24%</b>	H <sub>2</sub> O minérale naturelle <b>88%</b>	Meilleur impression <b>10%</b>	Non <b>4%</b>	4-6 <b>34%</b>	1.5L <b>62%</b>	Non <b>42%</b>	Non <b>8%</b>	Prix <b>26%</b>	Lalla Khedidja <b>10%</b> Besbassa <b>10%</b>
-	Sans emploi <b>24%</b>	-	Autre <b>20%</b>	-	7-10 <b>34%</b>	2L <b>10%</b>	-	-	-	Youkous <b>8%</b>
-	-	-	-	-	+10 <b>18%</b>	5L <b>20%</b>	-	-	-	Ain souda <b>2%</b>

### **7.1. Pourcentage du sexe des participants**

A partir de ces résultats, on remarque plus ou moins un équilibre de participation entre les deux sexes femme et homme (Annexe II).

### **7.2. Emploi des participants**

Les résultats obtenus concernant l'emploi des participants montrent trois catégories de personne.

Des étudiants en première place (52%), des employés (24%) et en fin les sans-emplois avec un pourcentage de 24%.

### **7.3. Préférence de consommation**

La plupart des personnes participants préfère de consommer l'eau minérale par rapport à l'eau de robinet (88%). Ce choix est le résultat des propriétés organoleptiques qui distinguent une différence de goût entre l'eau minérale et celui du robinet (Annexe II).

### **7.4. Critères de choix de la qualité des eaux**

Le pourcentage des critères de choix de la qualité des eaux minérales consommées, montre que le gout a arraché (70%) des avis des participants, suivi par la meilleure impression (20%).

### **7.5. Différence de gout entre l'eau minérale et l'eau de robinet**

La figure représentant le pourcentage sur l'enquête concernant la différence de gout entre l'eau de robinet et l'eau minérale selon les participants (Annexe II), montre que 96 % des participants ont signalé une différence de gout, alors que 4% n'ont identifiés aucune différence de gout entre l'eau de robinet et minérale.

### **7.6. Fréquence de Consommation d'eau minérale par semaine en bouteilles de 1.5L**

Le pourcentage de sondage concernant la fréquence de consommation hebdomadaire des eaux minérales en bouteilles de 1.5 L selon les participants révèle quatre catégories de consommation ; la première représente 34%, consomme de 4 à 6 bouteilles par semaine. La deuxième catégorie marque un pourcentage similaire de 34% consomme de 7 à 10 bouteilles de 1.5 L par semaine (Annexe II).

Les deux catégories qui restent consomment respectivement de 1 à 3 bouteilles (14%) et plus de 10 bouteilles par semaine (18%).

### **7.7.Format de bouteille le plus consommé**

Le format de bouteilles d'eau minérales le plus consommé dans la région de Guelma, selon les participants au sondage (Annexe II).

Une majorité de participants ont choisis le format de 1.5L (62%). Un pourcentage de 20% des participants achète les bidons de 5L. Le reste des avis préfère respectivement 2L (20%) et 0.5L (8%).

### **7.8.La fidélité à une marque d'eau minérale**

Les résultats de l'enquête concernant la fidélité de consommer une marque bien définie dans la région de Guelma montre deux catégories bien distinctes. Une première préfère consommer une marque et reste fidèle à cette dernière (58%) et une deuxième consomme les eaux minérales selon disponibilité sur le marché (42%).

### **7.9.Différence de gout entre les eaux minérales**

La majorité des avis des participants (92%) sont avec l'existence d'une différence entre les marques des eaux minérales.

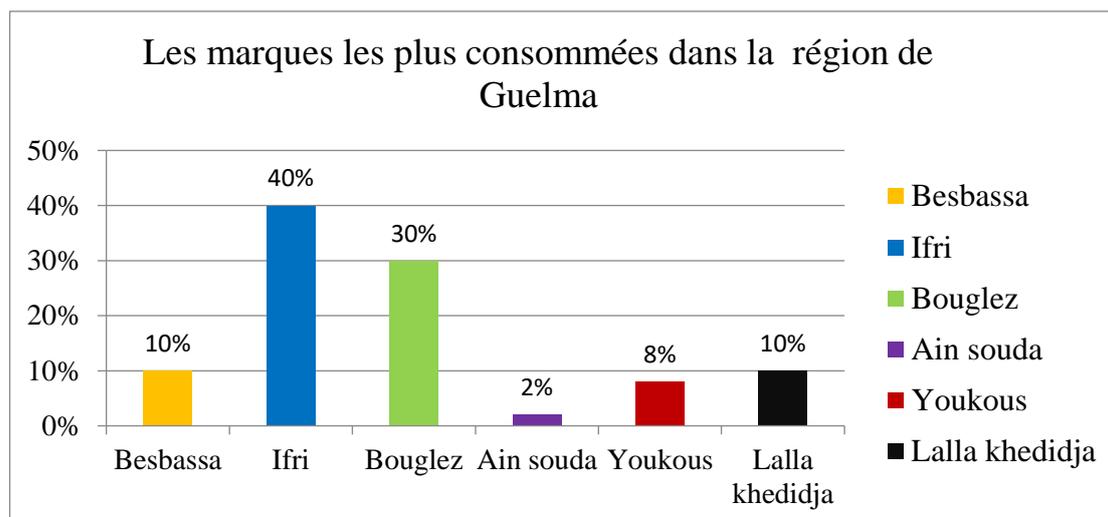
### **7.10. Caractéristiques de choix des eaux minérales**

Le résultat de l'enquête concernant les caractéristiques de choix le plus important dans la consommation d'eau dans la région de Guelma montre que la composition chimique intéresse plus les consommateurs dans la région de Guelma (74%). Le reste des participants sont attirés plus par le prix (26%) (Annexe II).

### **7.11. Les marques d'eaux minérales les plus consommées dans la région de Guelma**

D'après la figure ci-dessous et pour les marques d'eaux minérales les plus consommées dans la région de Guelma, on remarque que l'eau minérale Ifri se positionne en première classe avec un pourcentage de 40%. Juste après en deuxième position de consommation vient l'eau de source Bouglez avec un pourcentage de 30%

Le reste des eaux est classés respectivement Besbassa (10%), Lalla Khedidja (10%), Youkous (8%) et Ain souda (2%).



**Fig.19. Pourcentage concernant les marques d'eaux minérales les plus consommées dans la région de Guelma.**

## 8. Conclusion

La consommation des eaux minérales embouteillées dans la région de Guelma dépend de plusieurs critères reliés essentiellement aux consommateurs.

Pour cela nous avons lancé cette enquête pour en tirer des informations sur le marché des eaux minérales.

50 personnes ont réagi avec ce sondage en répondant sur le questionnaire. On sait très bien que ce n'est pas suffisant, mais l'essentiel dans cette partie c'est d'avoir une idée globale sur la consommation de ces eaux dans la région de Guelma.

Les questions posées dans ce sondage ont fait l'objet de réponses variées et différentes.

En conclusion, six marques d'eau minérales qui sont les plus consommées sur le marché de Guelma respectivement : Ifri (40%), Bouglez (30%), Lalla Khedidja (10%), Besbassa, (10%), Youkous (8%) et Ain Souda (2%).



# CONCLUSION GÉNÉRALE

## Conclusion générale

---

L'eau est un élément essentiel de l'être humain et sa consommation quotidienne nécessite une surveillance attentive au niveau physicochimique pour obtenir une eau de bonne qualité.

Ce travail porte sur l'étude de la qualité et les effets thérapeutiques de quelques eaux minérales embouteillées et commercialisées en Algérie, à partir de la composition chimique indiquée sur les étiquettes.

Une eau minérale naturelle doit répondre à des critères spécifiques fixés dans la réglementation. Elle doit par ailleurs présenter une composition en éléments minéraux constante qui la caractérise pour être autorisée en tant qu'eau minérale naturelle.

L'analyse du faciès chimique à partir du diagramme du Piper a permis de connaître le faciès abondant pour les eaux étudiées. 18 échantillons d'eaux ont un faciès dominant Bicarbonaté calcique et magnésien en l'occurrence : Youkous, Mouzaia, Salsabil, Messerghine, Sidi Idriss, Batna, Lalla Khedidja, Saida, Sfid, Ifri, Milok, Thevest et Texanna. Par contre le reste des eaux étudiées à savoir : N'Gaous, Guedila, Sidi Okba, El Goléa et Toudja, montre un faciès Chloruré et sulfaté calcique et magnésien.

Le traitement des paramètres physico-chimiques a montré que la totalité des eaux minérales étudiées sont d'une minéralisation faible à moyenne et restent dans les normes Algériennes. En fonction de ces derniers plusieurs classifications ont été établies.

La composition de l'eau minérale naturelle peut varier fortement d'une marque d'eau minérale à l'autre, Les consommateurs peuvent choisir des eaux ayant une teneur minérale spécifique (par exemple teneur en calcium, magnésium, bicarbonates, fluor ou eau pauvre en sodium), les bienfaits et les besoins nutritionnels.

L'avis du consommateur joue un rôle prépondérant dans le choix des eaux minérales embouteillées.

Le résultat de l'enquête lancée après traitement a donné une idée générale sur le type, la qualité et les marques des eaux minérales consommées dans la région de Guelma.



# **REFERENCES**

# **BIBLIOGRAPHIQUES**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- [1] Gbohaida, V., Agbangnan, D. C. P., Ngossanga, M. B., Medoatinsa, S.E., Dovonon, L. F. C, Wotto, D.V., Avlessi, f, .Sohounhloue, D.C.K. (2016). *Etude de la qualité physico-chimique de l'eau de boisson dans deux localités du Bénin : Cotonou et Dassa-Zoumè*. Int. J. Biol. Chem. Sci. 10(1). p422-434.
- [2] Chocat, B., Levi, Y., Brelot, E. (2015). *L'eau du robinet est-elle différente de l'eau en bouteille ?* .Méli-Mélo. Démêlons les fils de l'eau.
- [3] Chambre Syndicale des Eaux Minérales (CSEM). (2016). *Les Français attachés à l'eau en bouteille : La qualité, la naturalité et la santé plébiscitées par les consommateurs*. Paris.
- [4] Farch, S. (2017). *Incidence des eaux embouteillées sur la dissolution de l'hydroxyapatite dentaire. Influence de différents paramètres*. Thèse de doctorat. Université Djilali Liabes, Faculté des sciences exactes Sidi Bel Abbas.
- [5] Kaci, M., Abtroun, A. (2013). Filière boissons en Algérie.
- [6] Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2017). *Directives de qualité pour l'eau de boisson* .4e édition.
- [7] Viland, M., Montiel, A., Duchemin, J., Zarrabi, P. (2001). *Eau et Santé*. Editions du Gret. Paris (France) : Groupe de recherche el d'échanges technologiques, p109.
- [8] Uwamungu, J., Jiang, Y. (2010). *Analyse physico-chimique et bactériologique des eaux de la rivière*.
- [9] Festy, B., Hartemann, P., Lerdrans, M., Partick, L. (2003). *Qualité de l'eau*. In : Environnement et santé publique- Fondement et pratiques .Chapitre 13, p333-368.
- [10] Marie, G. (2012). *L'eau minérale naturelle une alternative pour compléter les apports alimentaires en calcium des adolescents*. Nestlé waters France.
- [11] Roignant, F. (2007). *L'eau en mediterranne : usage enjeux*.
- [12] Journal officielle de la république Algérienne septembre. (2005).
- [13] Lachassagne, P. (2019). *Eau minérale naturelle*. In : encyclopédie l'environnement, p9.
- [14] Observation Régional de l'Environnement (ORE). (2016). *L'eau en Poitou-Charentes*.
- [15] Agence Régionale de Santé d'Auvergne (ARSA). (2015). *La qualité de l'eau destinée à la consommation humaine en auvergne*.
- [16] Journal officiel de la république Algérienne N° 45. (2004).
- [17] Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2015). *La qualité des eaux conditionnées en France*.
-

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- [18] Gerard, G., Philippe, H. (2014). *Eaux et santé*. Hegel .Vol 4, N°3.3p.DOI :10.4267/2042/54108
- [19] Labadi, A.S., Hammache, H. (2016). *Etude comparative des eaux minérales et des eaux de sources produites en algérie*. Larhyss Journal, N°28, p319-342.
- [20] Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2015). *La qualité des eaux conditionnées en France*.
- [21] Commission du Codex Alimentarius. (2007). *L'Eau*. Première Edition, Rom.
- [22] Fédération Royale de l'Industrie des Eaux et des Boissons rafraîchissantes (FIEB). (2011).
- [23] Taleb, S. (2014) . *Confrontation des normes Algériennes des eaux potables aux directives de l'organisation mondiale de la santé (OMS)*.
- [24] Hazzab, A. (2011). *Les eaux minérales naturelles et eaux de sources en Algérie*. Vol (343).Géosciences, p20-31.
- [25] La Chambre Syndicale des Eaux Minérales (CSEM). (2008). *L'eau minérale naturelle : Un produit naturel et protégé, une industrie responsable, un emballage recyclable*.
- [26] Site web : <https://eaumineralnaturelle.fr/bouteille-eau/eau-en-bouteille-et-solidarite>
- [27] Commission du Codex Alimentarius. (1992). *Normes pour les eaux minérales naturelles*.
- [28] Fur, M. (2004). *le contrôle de la qualité des eaux naturelles conditionnes* .France.
- [29] Sekiou, F., kellil, A. (2014). *Caractérisation et classification empirique, graphique et statistique multivariable d'eaux de source embouteillées de l'Algérie*. Larhyss journal. N°20, p225-246.
- [30] Toul, O., Boulenouar, K. (2018). *Etude physico-chimique et bactériologique des eaux embouteillées de source algérienne*. Mémoire de master. Universitaire Belhadj bouchaib d'Ain-Temouchent.
- [31] Rodier, J. (2009) . *L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer*. (9ème édition). Paris : Dunod.
- [32] Hubert, J., Hubert, C., Jungers, P., Daundo, M., Hartemann, P. (2002). *Eaux de boisson et lithiase calcique urinaire idiopathique : Quelles eaux de boisson et quelle cure de diurèse ?* N° 12. p692-699
- [33] Thomas, F.b. (2014). *Les vertus des eaux minérales* .Nutrition.
-

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- [34] Belghiti, M.L., Chahlaoui, A., Bengoumi, D. (2013). *Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quadernaire dans la région de Meknès (Maroc)*. Larhyss Journal. N°14, p21-36.
- [35] Santé Canada. (2008). Document de conseils sur le potassium provenant des adoucisseurs d'eau. Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs Santé Canada, Ottawa(Ontario).
- [36] Zerrouki, A. (2013). *Les eaux embouteillées en Algérie*. le soir d'Algérien.
- [37] Hauissi, A., Houhmdi, M. *Contribution à l'étude de la qualité de l'eau de quelques sources et puits dans les communes de Belkebir et Boumahra Ahmed (Wilaya de Guelma, Nord est Algérien)*.
- [38] Fiche pratique12. (2016). *Le Calcium*. V1.p3. Éditée par France Rein.
- [39] Avensac, M. (2018). *Le magnésium dans la prise en charge du stress a l'officine*. Thèse de doctorat. Université toulouse III paulsabatie faculté des sciences pharmaceutiques.
- [40] Magnésium. (1978).
- [41] Achour, S., Tibermacine, A., Chabbi, F. (2017). *Le fer et le manganèse dans les eaux naturelles et procédés d'oxydation chimique : Cas des eaux algériennes*. Larhyss Journal.N°32, p139-154
- [42] Chlorure. (1979).En ligne <https://www.canada.ca/content/dam/canada/health-canada/migration/healthy>. Consulté le novembre 1987.
- [43] Sulfate. (1987).En ligne <https://www.canada.ca/content/dam/canada/health-canada/migration/healthy>. Consulté le septembre 1994.
- [44] Santé canada. (2013). Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada.*Le nitrate et le nitrite*. Document technique le nitrate et le nitrite. Ottawa (Ontario).
- [45]Botta, A., Laurence, B. (2004) *La pollution chimique de l'eau et santé humaine*.
- [46]*Les nitrates*. (2007).Observatoire régional de la santé Rhône-Alpes.
- [47]Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA). (2003). *Rapport du comité d'experts spécialisé "eaux" concernant les critères de qualité des eaux minérales naturelles et des eaux des sources embouteillées permettant une consommation sans risque sanitaire pour les nourrissons et les enfants en bas âge*.
-

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

[48] Maison des Eaux Minérales Naturelles. (2019).En ligne  
<https://eaumineralnaturelle.fr/mon-hydratation/08/02/activite-physique-attention-a-la-deshydratation.htm>.

[49] Maison des Eaux Minérales Naturelles. (2019) .En ligne  
<https://eaumineralnaturelle.fr/sante-bienfaits/bienfaits-de-leau-minerale>

[50] Agence Nationale de développement de l'Investissement (ANDI). (2015) .En ligne  
<http://www.andi.dz/PDF/monographies/Guelma.pdf>.

---



# **Annexes**

## **Annexe I**

### **Paramètres physicochimiques**

**Tableau n°01** : Les paramètres physicochimiques selon l'OMS et le Journal Officiel Algérien.

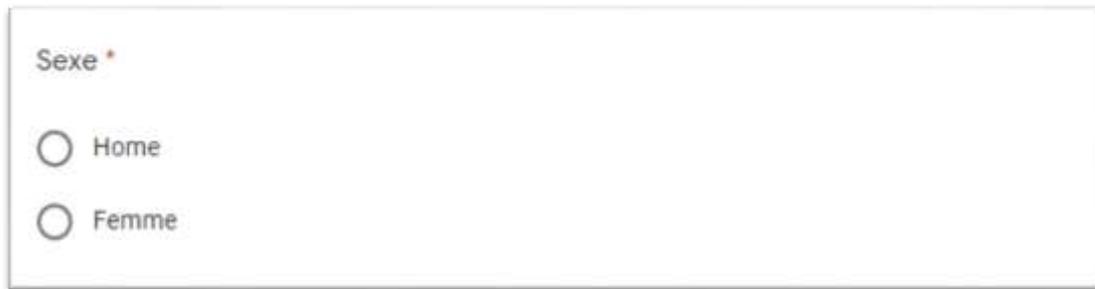
(OMS, Journal Officiel de la république Algérienne n°27/26 avril P10, 11)

<b>Paramètres</b>	<b>Symbole</b>	<b>Selon l'OMS</b>	<b>Selon le Journal Algérien</b>	<b>Unité</b>
Potentiel hydrogique	Ph	9	6.5-8.5	Ph
Calcium	Ca	100	75-200	Mg/L
Magnésium	Mg	50	150	Mg/L
Sodium	Na	150	200	Mg/L
Potassium	K	12	20	Mg/L
Sulfates	SO4	250	200-400	Mg/L
Chlorures	Cl	600	200-500	Mg/L

## Annexe II

### Les résultats

#### 1. Pourcentage de sexe des participants

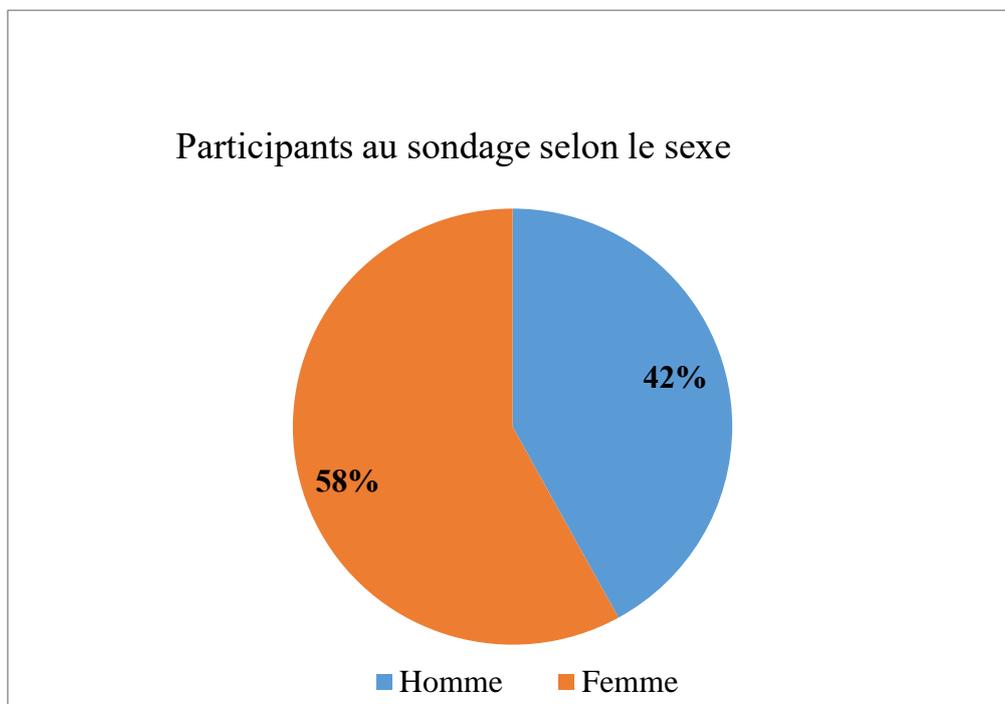


Sexe \*

Homme

Femme

**Fig.19. a.** Interface du questionnaire sur le pourcentage du sexe des participants



**Fig.19. b.** Pourcentage concernant le sexe des participants dans le sondage sur les eaux minérales embouteillées dans la région de Guelma

## 2. Emploi des participants

Situation \*

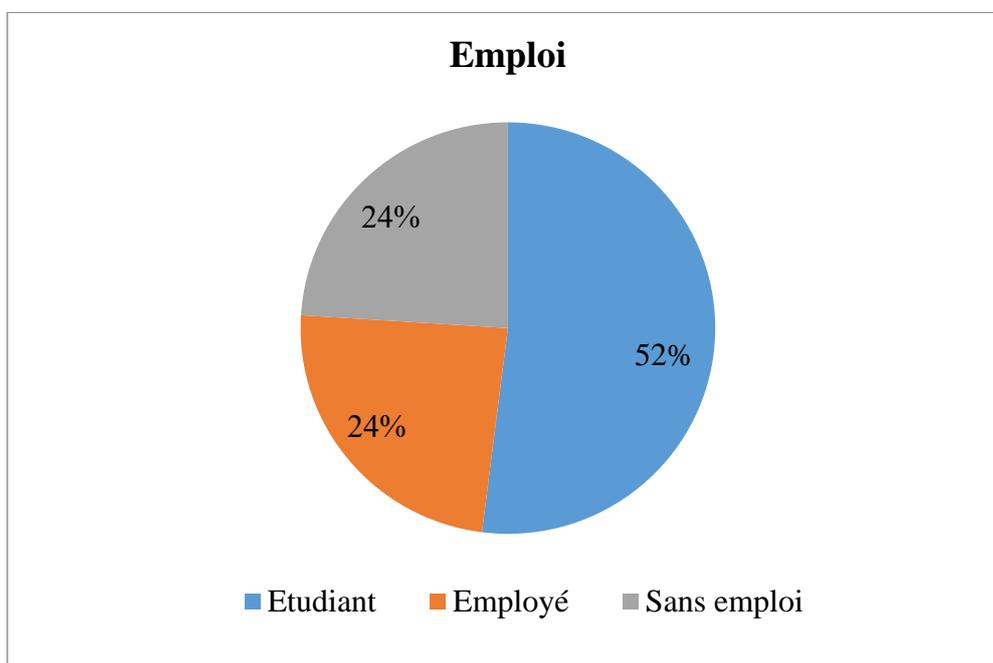
Sans emploi

Employé(e)

Étudiant(e)

Retraité

**Fig.20. a.** Interface du questionnaire sur le pourcentage d'emploi des participants



**Fig.20.b.** Pourcentage concernant l'emploi des participants dans le sondage sur les eaux minérales embouteillées dans la région de Guelma.

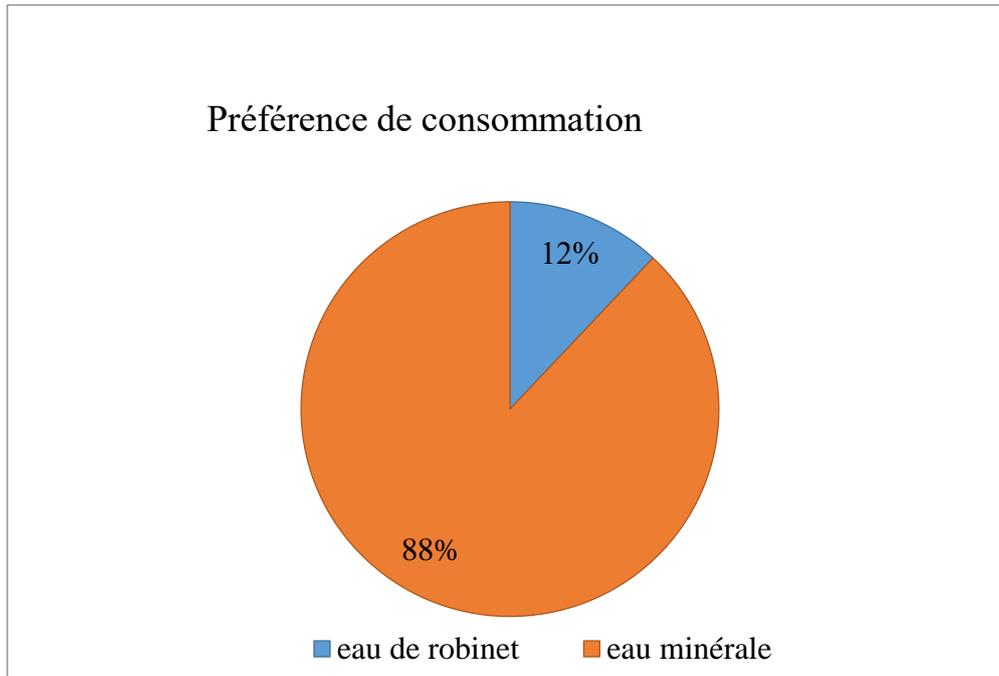
## 3. Préférence de consommation

Consommez-vous de l'eau minérale ou de l'eau du robinet ? \*

L'eau minérale

L'eau du robinet

**Fig.21. a.** Interface du questionnaire sur le pourcentage de préférence de consommation des participants



**Fig.21.b.** Pourcentage concernant la préférence de consommation des eaux minérales embouteillées dans la région de Guelma

#### 4. Critères de choix de la qualité des eaux

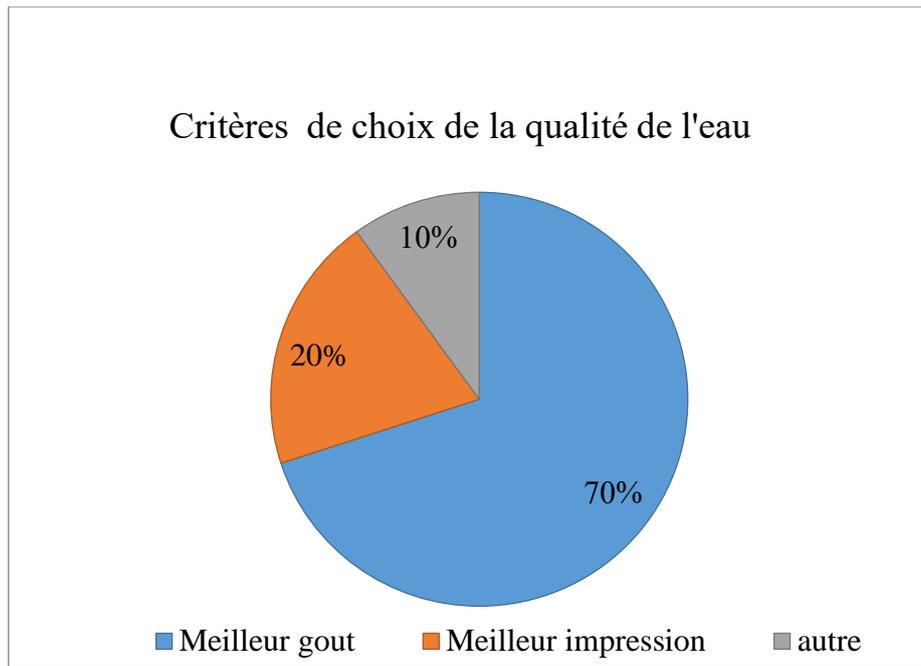
•Pourquoi ? \*

Meilleur goût

Meilleure impression

Autre

**Fig.22. a.** Interface du questionnaire sur le pourcentage de critères de choix de la qualité des eaux selon les participants



**Fig.22.b.** Pourcentage **concernant les** critères de choix de la qualité des eaux minérales embouteillées dans la région de Guelma.

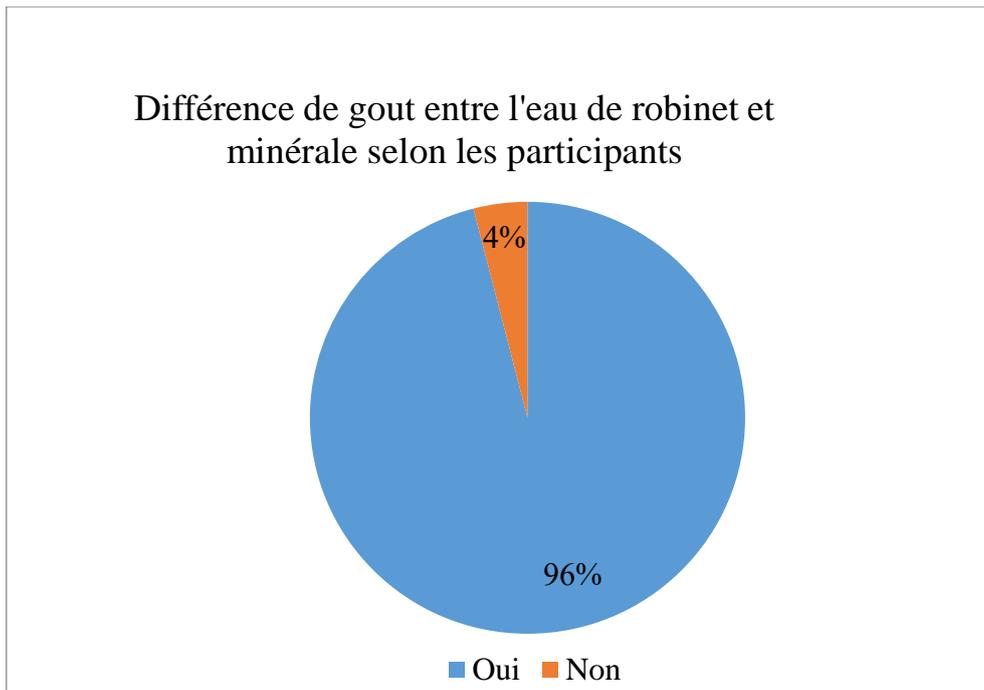
**5. Différence de gout entre l'eau minérale et l'eau de robinet**

•Remarquez-vous une différence de goût entre une eau minérale et l'eau du robinet ? \*

Oui

Non

**Fig.23. a.** Interface du questionnaire sur le pourcentage du sexe des participants



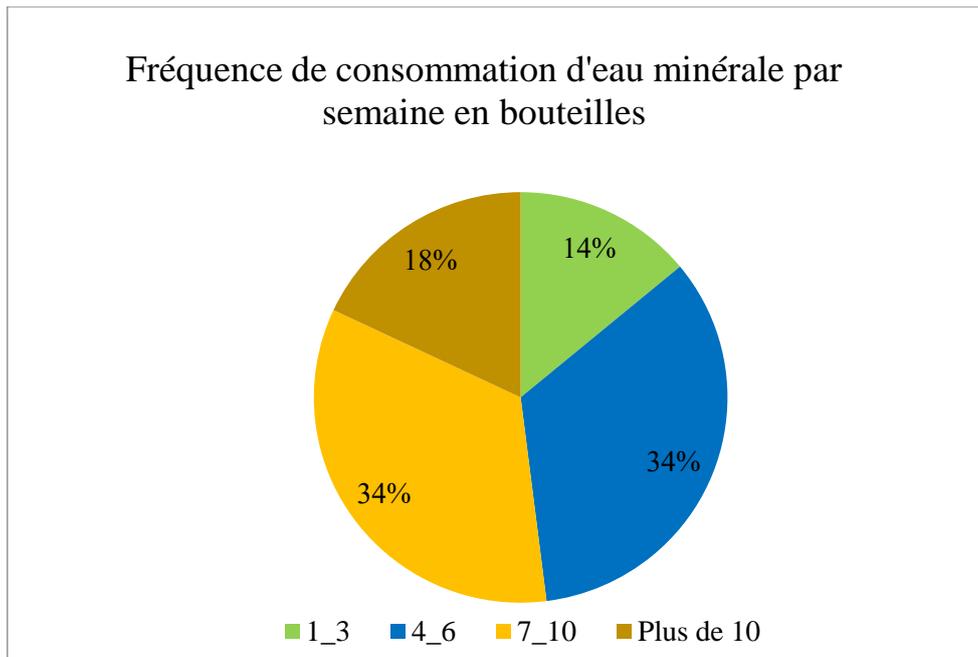
**Fig.23.b.** Pourcentage concernant la différence de gout entre l'eau de robinet et l'eau minérale des eaux minérales embouteillées dans la région de Guelma.

#### 6. Fréquence de Consommation d'eau minérale par semaine en bouteilles de 1.5L

Comblen de bouteilles d'eau minérales consommez-vous par semaine ? \*

- Entre 1 et 3 bouteilles
- Entre 4 et 6 bouteilles
- Entre 7 et 10 bouteilles
- Plus de 10 bouteilles

**Fig.24. a.** Interface du questionnaire sur la fréquence de consommation d'eau minérale par semaine en bouteilles de 1.5L selon les participants



**Fig.24.b.** Pourcentage concernant la fréquence de consommation d'eau minérale par semaine en bouteilles dans la région de Guelma.

## 7. Format de bouteille le plus consommé

•Lors de vos achats et pour votre consommation personnelle, quel est le format de bouteille le plus fréquemment acheté ?

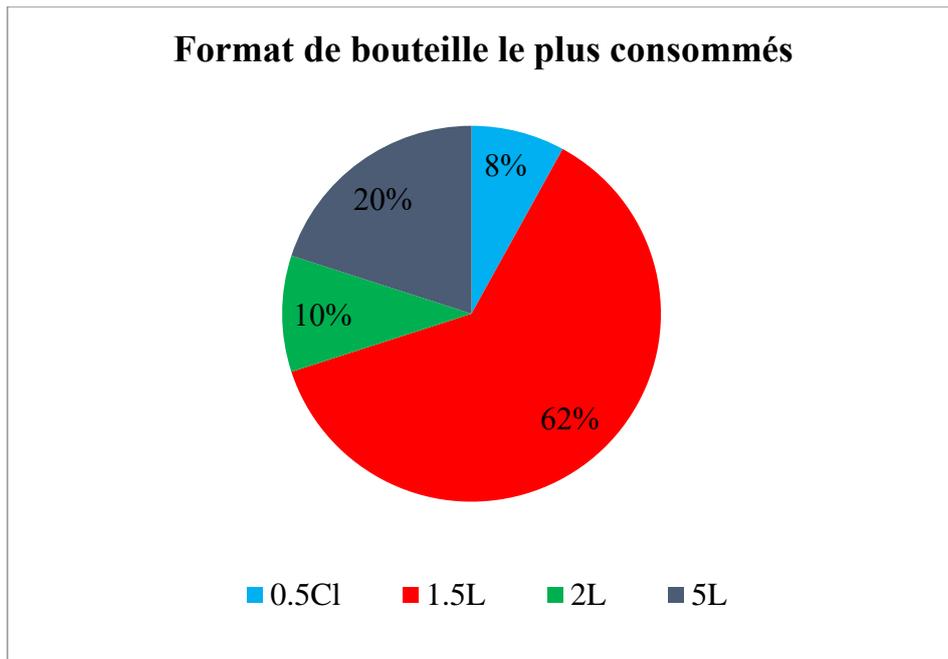
0.5cl

1.5L

2L

5L

**Fig.25. a.** Interface du questionnaire sur le pourcentage du format de bouteille le plus consommé selon les participants.



**Fig.25.b.** Pourcentage concernant le format de bouteille le plus consommés par les participants dans la région de Guelma.

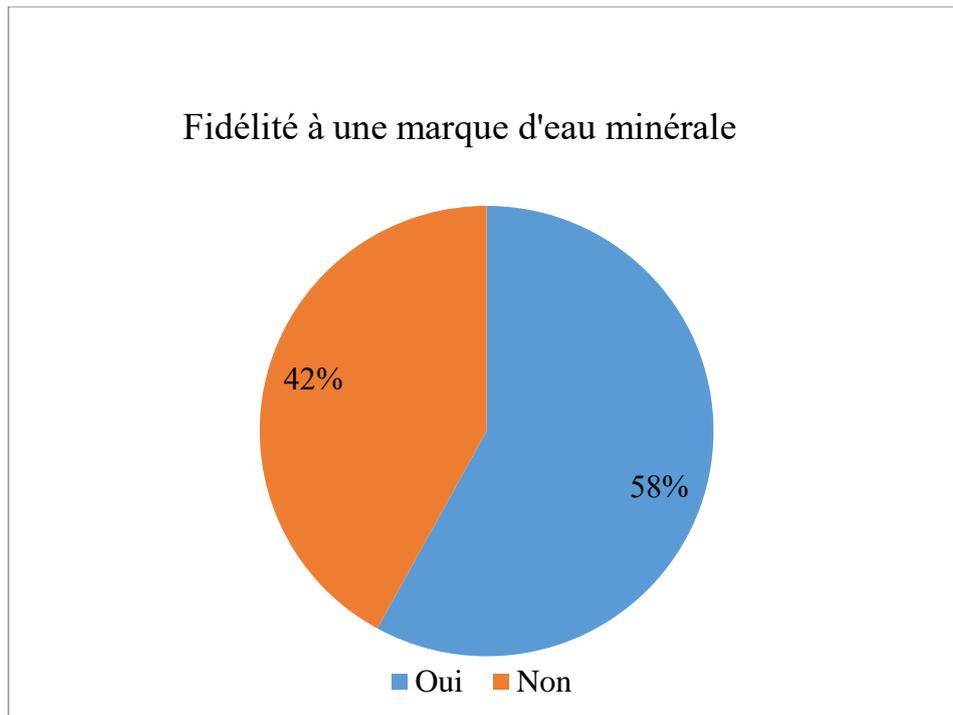
### 8. La fidélité à une marque d'eau minérale

Actuellement êtes - vous fidèle à une marque ? \*

Oui

Non

**Fig.26. a.** Interface du questionnaire sur le pourcentage du sexe des participants.



**Fig.26.b.** Pourcentage concernant la fidélité à une marque d'eau minérale consommée dans la région de Guelma.

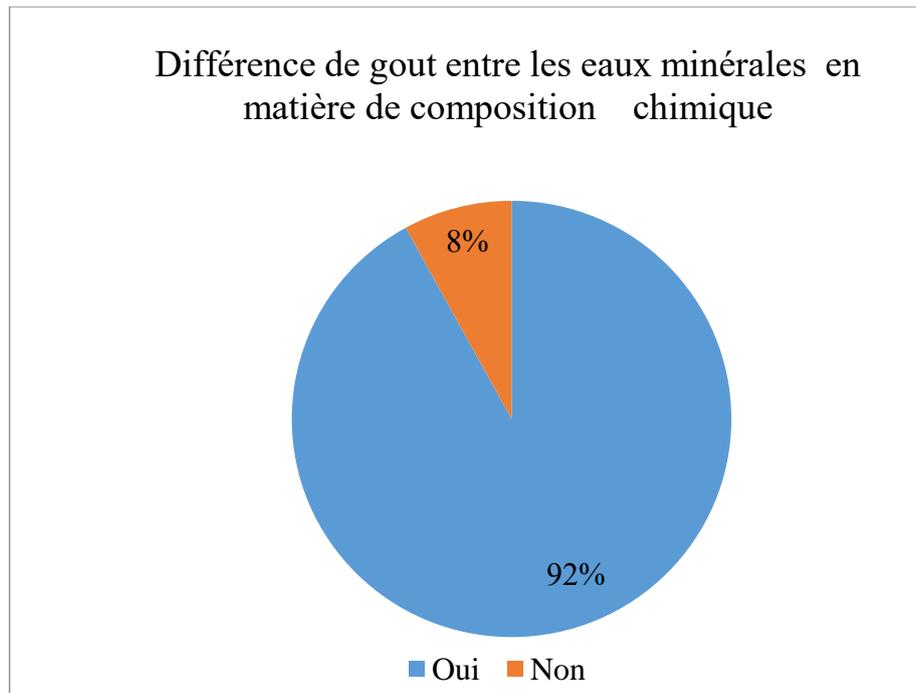
### 9. Différence de gout entre les eaux minérales

Avez-vous déjà remarqué une différence de goût entre certaines eaux minérales liées à leurs différences en termes de composition ? \*

Oui

Non

**Fig.27. a.** Interface du questionnaire sur le pourcentage de différence de gout entre les eaux minérales selon les participants.



**Fig.27.b.** Pourcentage concernant la différence de gout entre les eaux minérales en matière de composition chimique consommés dans la région de Guelma.

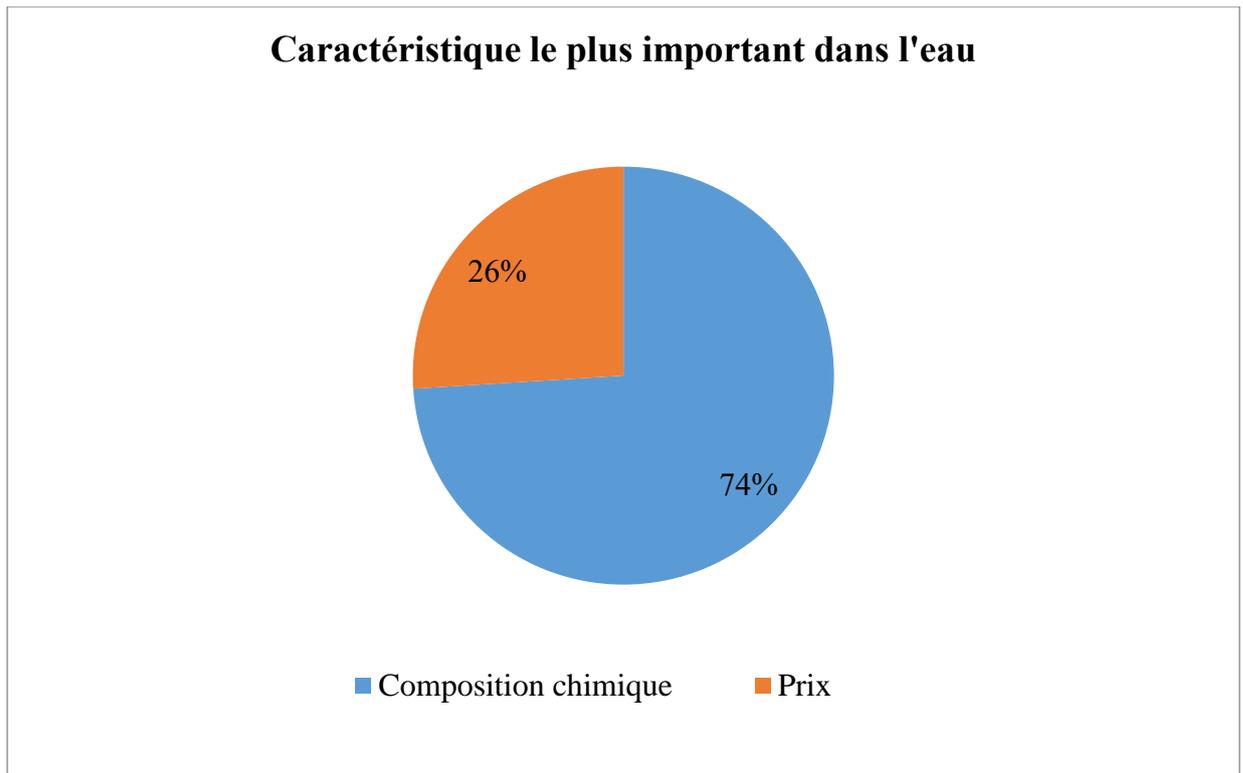
### 9. Caractéristiques de choix des eaux minérales

•Quelles sont les caractéristiques de ce produit qui seront, pour vous les plus importants ? \*

Compositions chimique

Prix

**Fig.28. a.** Interface du questionnaire sur le pourcentage des caractéristiques de choix des eaux minérales des participants



**Fig.28.b.** Pourcentage concernant les caractéristiques de choix des eaux minérales dans la région de Guelma.

#### **10. Les marques d'eaux minérales les plus consommées dans la région de Guelma**