

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



Ministre de l'enseignement et de la Recherche Scientifique.



Université Mouloud Mammeri Tizi -Ouzou (UMMTO).

Faculté des Sciences Biologiques Et Agronomiques.

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de MASTER

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Thème

Production d'eau minérale en Algérie



Présenté par : NAIT KADI Cylia

YAHIA MESSAOUD Melissa

Devant le jury composé de :

Encadreur : Pr. AMROUCHE Tahar

Professeur à l'UMMTO

Président : Mr. BENGANA. M

Maitre de conférence à l'UMMTO

Examinatrice : Mme. REMANE. Y

Maitre assistante à l'UMMTO

Année universitaire : 2021 / 2022

Remerciements

Avant tout je remercie le dieu le miséricordieux de bien m'avoir donné le courage et la force et la santé et surtout la persévérance pour pouvoir accomplir ce travail.

*Je voudrais adresser tout ma gratitude à mon encadreur de ce mémoire le professeur **AMROUCHE Taher** pour sa patience, son aide et surtout pour ces judicieux conseils.*

*Nous remercions les membres de jury **Mr BENGANA** et **Mme REMANE** pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'examiner notre travail Et de l'enrichir par leurs propositions. Ainsi que tous les enseignants du département agronomie pour leurs disponibilités, leurs conseils tout au long de notre cursus au sein de ce département.*

Tout mon respect à toute personne qui de près ou de loin à contribué à la réalisation de ce travail.





Dédicace

Je dédie ce travail :

A ma famille, qui m'a doté d'une éducation digne, son amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

*A **mon adorable maman**, qui m'a soutenue et encouragée durant ces années d'étude, à celle qui m'a arrosée de tendresse et d'espoirs, à la source de l'amour, merci pour tous les sacrifices.*

*A mon précieux offre du dieu, **mon père** pour son soutien, son affection et la confiance qu'il m'a accordé.*

*A **mon cher frère Idir**, pour son aide durant mes années d'études et ses conseils.*

*A ma petite **chère sœur Zina**, qui sait toujours comment procurer la joie et le bonheur pour toute la famille.*

*A tous mes amis(es) surtout : **liza, assia, akli***

*A la mémoire de mon cher **ami Ahmed**, repose en paix.*

*Sans oublier ma **binôme Cylia** pour ses efforts durant ce projet.*

A tous ceux que j'aime.

Je dédie ce travail à tous ceux qui ont participé à ma réussite.

Melissa



Dédicace

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour :

*A celle qui m'a arrosée de tendresse et d'espoir, à la source d'amour **ma chère maman** ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles et tes prières toutes au long de mes études.*

*A mon support dans ma vie, qui m'a appris et m'a dirigé vers la gloire à **mon père** d'amour mon idole.*

*A mes chers frères **Karim et Rabah** pour leur appui, encouragement et la confiance qu'ils m'ont accordé.*

*A ma chère sœur **Ouerdia** pour son encouragement, aide, et sa présence à tout moment.*

*A ma **grand-mère** et mes **tantes**.*

*A toutes ma famille **Nait Kadi**.*

*A tous **mes amis**.*

*A la personne la plus précieuse à moi « **Dj** » pour son soutien moral et ses efforts durant toute cette période*

*Sans oublier ma binôme **Melissa** pour sa présence et sa compréhension tout au long de ce projet.*

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible

.

cylia

Liste des abréviations

EDCH : Eaux destinée à la consommation humaine

ES : Eaux de source

EMN : Eaux minérales naturelles

OMS : Organisation mondiale de la santé

CEE : communauté économique européenne

F : fluorure

No₃⁻ : nitrate

No₂⁻ : nitrites

Fe²⁺ : fer

HCo₃: bicarbonate

CaCo₃: carbonate de calcium

Ph : potentiel d'hydrogène

S/cm : siemens/ centimètre (conductivité)

µs/ cm : micro siemens par centimètre

TA : titre alcalimétrique

TAC : titre alcalimétrique complet

TH : dureté totale

Rs : résidu sec

ANRH : Agence nationale des ressources hydriques

PET : Polyéthylène téréphtalate

DLUO : date limite d'utilisation optimale

Anti-UV: rayonnement ultraviolet

W.H.O: World Health Organization

PME: petite et moyenne entreprise

PEhd : polythène haute densité

PVC : polyéthylène de vinyle

PP : polypropylène

LDPE : polyéthylène basse densité

PS : polystyrène

Liste des figures :

Figure 01 : le cycle de l'eau

Figure 02 : répartition de l'eau à la surface de la terre

Figure 03 : les grands types de polluants et leurs effets sur l'eau souterraine

Figure04 : mobilité et persistance de certains polluants en fonction de leur caractéristiques physico-chimiques.

Figure 05 : diagramme de Piper pour les eaux minérales en 2020

Figure 06 : coliformes fécaux

Figure 07 : quelques marques des EMN en Algérie

Figure 08 : Evolution de la consommation (Disponibilités) des eaux embouteillées en Algérie

Figure09 : étiqueteuse

Figure10 : fardeleuse

Figure11 : processus d'embouteillage de l'eau minérale en emballage PET

Figure 12 : modèle d'étiquette d'une bouteille d'eau

Figure 13 : déchets plastique

Figure 14 : tri sélectif

Figure 15 : logo de recyclage

Figure 16 : cycle de recyclage de plastique

Liste des tableaux :

Tableau 01 : comparaison entre différents types d'eaux

Tableau 02 : les grandes marques des eaux minérales en Algérie

Tableau 03 : classification des eaux minérales en fonction de minéralisation

Tableau 04 : classification des eaux minérales selon la composition ionique

Tableau 05 : caractéristiques de qualité des EMN

Tableau 06 : Classification d'eau minérale selon la conductivité

Tableau 07 : relation entre la dureté et l'eau minérale naturelle et la concentration équivalente de CaCO_3

Tableau 08 : La potabilité en fonction des résidus sec

Tableau 09 : caractéristiques physico-chimiques des eaux minérales naturelles en Algérie

Tableau 10 : apport quotidiens conseillés en eau du nouveau-né, du nourrisson et de l'enfant

Résumé

L'eau minérale naturelle est définie par sa pureté naturelle à la source et donc l'absence de tout polluant d'origine humaine et parfaitement stable et garantie en toutes les saisons de l'année.

La consommation des eaux minérales s'est considérablement accrue ces dernières années. Cette étude a pour objectif d'effectuer une caractérisation physico-chimique des eaux minérales embouteillées, disponibles dans les commerces. Les résultats obtenus pour chaque paramètre étudié ont été confrontés aux normes algériennes et ont permis de les classer selon leur minéralisation globale, leurs composition physico-chimique et selon leurs duretés. Le logiciel de diagramme intégrant le diagramme de piper a permis de déterminer le faciès chimique global des eaux analysées. Cette étude met en valeur la richesse, la diversité des eaux minérales naturelles algériennes et la nécessité d'adapter leurs consommations en fonction de l'état physiologique et / ou pathologique des personnes. Ainsi cette étude a permis de déterminer les marques d'eau embouteillées adaptées à 12 catégories différentes de personne comme les nourrissons, les femmes enceintes, les sportifs, personnes âgées ou encore les personnes souffrant de calcul rénaux ou d'hypertension artérielle.

Mots clés: eau minérale, paramètres, méthodes, minéralisation, piper.

Summary

Natural mineral water is defined by its natural purity at the source and therefore the absence of any pollutant of human origin and perfectly stable and guaranteed in all seasons of the year

The consumption of mineral water has increased considerably in recent years.

The objective of this study is to carry out a physico-chemical characterization of the waters bottled minerals, available in stores. The results obtained for each parameter studied were compared with Algerian standards and made it possible to classify them according to their overall mineralization, their physico-chemical composition and according to their hardness. The diagram software integrating the piper diagram made it possible to determine the global chemical facies of the analyzed waters. This study highlights the richness and diversity of Algerian natural mineral waters and the need to adapt their consumption according to the physiological and / or pathological state of people. Thus, this study made it possible to determine the brands of bottled water suitable for 12 different categories of people such as infants, pregnant women, athletes, the elderly or even people suffering from kidney stones or high blood pressure.

Keywords: mineral water, parameters, methods, mineralization, piper.

ملخص :

تعرف المياه المعدنية بنقوها الطبيعية عند المصدر وبالتالي عدم وجود أي ملوثات من أصل بشري ومستقرة تماما ومضمونة تماما في جميع الفصول

زاد استهلاك المياه المعدنية بشكل كبير في السنوات الأخيرة.

الهدف من هذه الدراسة هو إجراء توصيف فيزيائي - كيميائي للمياه المعبأة في زجاجات، متوفرة في المتاجر. تمت مقارنة النتائج التي تم الحصول عليها لكل متغير تمت دراسته مع المواصفات الجزائرية وجعلت من الممكن تصنيفها وفقاً لتمعدنها الكلي وتركيبها الفيزيائي الكيميائي وفقاً لصلابتها. أتاح برنامج الرسم التخطيطي الذي يدمج مخطط الأنابيب تحديد السمات الكيميائية العالمية للمياه التي تم تحليلها. تسلط هذه الدراسة الضوء على ثراء وتنوع المياه المعدنية الطبيعية الجزائرية وضرورة تكييف استهلاكها وفقاً للحالة الفسيولوجية و / أو المرضية للناس. وهكذا، جعلت هذه الدراسة من الممكن تحديد العلامات التجارية للمياه المعبأة المناسبة لـ 12 فئة مختلفة من الناس مثل الرضع، والنساء الحوامل، والرياضيين، وكبار السن أو حتى الأشخاص الذين يعانون من حصوات الكلى أو ارتفاع ضغط الدم.

الكلمات المفتاحية: المياه المعدنية، الطرق، التمعدن

Agzul:

Aman izaranen igamanen ttwasnenn s tezdeg nsen seg uybalu daymi iba n yal imsemçes id-yekkan seg umdan. Aman izaranen d tamesuyt yettwasnen s warkad d teçmant di yak-tisemhuyin nuseggas.

Tazrawt agi iswi-s d taşleçt n tisebgent asengaman-akruran id nekkes seg-tcenyalt n kra n tmerkawin n waman izawanen yellan deg ulzuz n LZZayer seg-sent : akalsyum amaynisyum asudyum aputasyum akluriç asulfat abicarbunat anitrit anitrat anezmar n uhidrujin ak d-ubisa akiwan.

Afesser n tislaç seknen-d dakken tuget n waman yettwazren slid timerkiwin Batna Manbae al Fuzlan ak d Muzaya yellan di tlemast mi ara n-muqel yer tsuddest azrara

Aşennef n waman yef lahsab n tsebgent tarsalt takrurant sselkem-d dakken S3ida d-tamerkiwt tawhidt yes3an arkan s 100 yef tayzi n yiseggasen.

Awalen-tisura : aman izaranen igamanen ; tisebgent asengaman-akruran ; tacenyalt

Sommaire

Remerciements

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Résumé

Abstract

ملخص

Agzul (résumé en tamazight)

Introduction générale..... 01

Chapitre I : Eau : description, importance et pollution

1. Molécule d'eau	03
2. Importance de l'eau	03
3. Cycle de l'eau	03
4. Répartition d'eau	04
5. L'eau dans tous ses états.....	05
5.1. Etat liquide.....	05
5.2. Etat de vapeur	06
5.3. Etat solide	06
6. Origine des eaux	06
6.1. Eau de pluie	06
6.2. Eau de surface.....	06
6.3. Eau de mer	06
6.4. Eau souterraine	07
7. Ressource en eau	07
7.1. Eaux superficielle	07
7.2. Eaux souterraines.....	07
8. Importance de l'eau pour la santé publique	08
9. Eau destiné à la consommation humaine (EDCH)	08
9.1. Eau de robinet.....	08
9.2. Eau embouteillée	08
10. Pollution des eaux	10

11. Maladies à transmission hydrique	13
--	----

Chapitre II : Eaux embouteillées en Algérie

1. Définition de l'eau minérale naturelle ou EMN	15
1.1. Selon l'organisation mondiale de la santé	15
1.2. Selon le décret N°45 correspond à 18 juillet 2004	15
1.3. Selon la communauté économique européenne	16
2. Historique de l'évolution des eaux minérales	16
3. Traitements des eaux minérales naturelles	17
4. Types d'eau minérale naturelle	17
4.1. L'eau minérale naturelle non gazeuse	17
4.2. L'eau minérale naturelle naturellement gazeuse	18
4.3. L'eau minérale naturelle degazéifiée	18
4.4. L'eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique de la source	18
4.5. L'eau minérale naturelle gazéifiée	18
5. Composition des eaux minérales	18
5.1. Matières minérales	18
5.2. Matières en suspension.....	19
5.3. Matières organiques	19
5.4. Matières colloïdale.....	19
5.5. Matières dissoutes.....	19
6. Classification des EMN :	19
6.1. Selon la minéralisation	20
6.2. Selon la composition ionique.....	21
6.3. Classification hydro-chimique (diagramme de Piper)	22
7. Caractéristiques de la qualité des EMN	23
8. Propriétés des eaux minérales :	24
8.1. Sulfurés	24
8.2. Sulfatés	24
8.3. Les eaux chlorurées sodique :	25
8.4. Les eaux faiblement minéralisées.....	25
8.5. Les eaux ferrugineuses	25
8.6. Les eaux bicarbonatées gazeuses.....	25
9. Qualité de l'eau minérale	26
9.1. Paramètres organoleptique	26
9.2. Paramètres physico-chimique	26
9.3. Paramètres microbiologique	30

10. Critères de choix de l'eau minérale	32
11. Bienfaits des eaux minérales naturelles	35
12. Inconvénients des EMN	35

Chapitre III : Production et emballage

1. Marché des eaux embouteillés	37
2. Production d'eau minérale.....	39
3. Emballage des eaux minérales	39
3.1. Emballage en polyéthylène téréphtalate (PET).....	40
3.2. Synthèse de PET.....	40
3.3. Les étapes d'embouteillage	40
4. Etiquetage	43
4.1. Mentions obligatoires	43
4.2. Mentions supplémentaires.....	43
4.3. Mentions interdits	44
5. La durée de conservation	44
6. Les caractéristiques d'eau embouteillés	45
7. Les déchets des EMN	45
8. Recyclage de plastique	46
9. Conclusion générale	49

Références bibliographiques



INTRODUCTION

Introduction

« L'eau est élément essentiel à la vie » dit-on. Cette assertion prend tout son sens quand on sait que toute créature à cycle de vie en général a besoin d'eau pour s'épanouir et que la masse corporelle de l'adulte chez l'être humain en particulier est constituée de 60 % d'eau. **(Oumou, 2012)**

Ces différentes teneurs prouvent que quel que soit notre cycle de vie, notre organisme a besoin d'eau pour fonctionner. En effet, l'eau reste la meilleure façon d'hydrater et la seule boisson indispensable à l'organisme sachant que les fonctions qu'assurées par l'eau sont nombreuses. **(Oumou, 2012)**

L'eau entre dans la composition des tissus et des organes, Elle permet le transport des nutriments, des minéraux, des vitamines du sang vers les cellules qui en ont besoin. Elle contribue aussi à l'élimination des déchets du sang via les urines.

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 bouteilles 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. **(Chocat, et al. 2015)**

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'est élevée. 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. **(Farch, 2017)**

Les eaux embouteillées bénéficient d'une image de sécurité rassurante pour le consommateur, celle d'une boisson naturelle d'origine souterraine tenue à l'abri de la pollution et exempte de traitements chimiques. Cette ressource qui était jadis de bonne qualité se retrouve actuellement menacée par diverses sources de contamination qui conduisent à des variations des caractéristiques de l'eau. **(Vilaginès, 2010)**

Le secteur de l'eau conditionnée en Algérie a vécu ces dernières années un développement exceptionnel. Ce dernier est favorisé par l'implantation de dizaines d'unités d'exploitation et de production des eaux conditionnées à travers l'ensemble du territoire national. Ces vingt dernières années ont vu une évolution remarquable de la consommation dont la part par habitant passe de (4 L/habitant/an en 1989 à 22 L/habitant/an en 2007).

(Rapport général APAB/EDPme, 2005 ; Boudra, 2007 ; Boukella, 1996).

Le présent travail a pour objectif de présenter l'état des connaissances acquises sur l'eau minérale embouteillée et sa qualité et d'étudier quelques marques d'eaux minérales commercialisées en Algérie en se basant sur les paramètres physico-chimiques et en comparant les valeurs mentionnées dans les étiquettes aux normes algérienne et à celle de l'organisation mondiale de la santé.

Ce document est structuré en trois chapitres :

- ✓ Le premier chapitre présente les généralités sur les eaux, des définitions, les origines et les ressources en eau
- ✓ Le deuxième chapitre décrit les eaux minérales embouteillées, historique, les traitements autorisés, les différents types d'eaux minérales, classification et caractéristiques ainsi une étude de qualité organoleptique, physico-chimique et microbiologique.
- ✓ Le troisième chapitre expose le marché mondiale et nationale des eaux minérales, leur processus d'embouteillage et étiquetage et expose le problème des déchets de la surconsommation des eaux minérales naturelles.



CHAPITRE I

L'eau est la source de l'origine sur terre. Elle est également pour l'Homme qui en est composé de 70% nous pouvons distinguer deux catégories :

Eau douce : l'eau que nous buvons essentielle à la santé et au maintien des écosystèmes qui fournissent notre alimentation ainsi que d'autres biens et services essentiels.

Eau salée : qui remplit nos océans. Pour que soit considérée comme salée ; elle doit avoir une concentration en sels de 3-5%

1. La molécule d'H₂O :

Une molécule d'eau peut être représentée en trois dimensions sous la forme tétraèdre déformé. Les deux liaisons d'H-O-H forment un angle de 104.5. La molécule d'eau se comporte comme un dipôle le pôle oxygène, avec des paires d'électrons libres, est chargé négativement, tandis que les deux atomes d'hydrogène représentent la charge positive du dipôle. Cette distribution en charge inégale permet la formation d'associations entre molécules d'eau grâce à des liaisons hydrogène. L'énergie des liaisons H est de 10 à 50 fois plus faible que celle des liaisons covalentes O-H. Les liaisons confèrent à l'eau de nombreuses propriétés physiques, comme par exemple son point de congélation élevé (0°C, 32°F), et son point d'ébullition élevé (100°C, 212°F). (Sigg *et al.*, 2000)

2. L'importance de l'eau

L'eau est un élément essentiel et indispensable à tous les êtres vivants végétaux et animaux, ainsi qu'à l'organisme humain. Si l'homme est, en effet, capable de supporter un jeûne prolongé la privation complète d'eau signifie pour lui une mort certaine à brève échéance (Krouse *et al.*, 1987)

3. Cycle de l'eau :

Entre terre et ciel, la même eau est en circulation permanente, Apparue il y a 3 à 4 milliards d'années, l'eau est presque aussi ancienne que la Terre. Depuis, son volume est resté globalement stable. C'est toujours la même eau qui circule et se transforme en permanence dans l'atmosphère, à la surface et dans le sous-sol de notre Terre.

L'eau est la seule molécule à être présente sous trois états sur la terre : solide, liquide et gazeuse. L'eau peut changer d'état sans intervention humaine. Ces changements d'états dépendent essentiellement de la température et de la pression mais aussi des composés chimiques présents dans l'atmosphère, donc de la pollution atmosphérique (Musy, 1998).

Le cycle de l'eau (**Figure 2**) décompose le phénomène complexe de ces transformations successives de l'eau en différents états. Les 3 phases principales du cycle peuvent être résumées ainsi : évaporation, précipitation, écoulements souterrains et de surface. Leur élément moteur est l'énergie solaire (Musy, 1998). En fonction des caractéristiques géologiques du sous-sol, les eaux souterraines peuvent connaître de long temps de résidence, parfois de l'ordre du millénaire (Beniston, 2009)

3.1. Evaporation :

Sous l'action du soleil, une partie de l'eau de mer s'évapore pour former des nuages. Avec les vents, ces nuages arrivent au-dessus des continents où ils s'ajoutent à ceux déjà formés.

3.2. Précipitations :

Lorsqu'il pleut, qu'il neige ou qu'il grêle sur ces mêmes continents, une partie de l'eau de ces précipitations repart plus ou moins rapidement dans l'atmosphère, soit en s'évaporant directement, soit du fait de la transpiration des végétaux et des animaux.

3.3. Ruissellement :

Une deuxième partie, en ruisselant sur le sol, rejoint assez vite les rivières et les fleuves puis la mer.

3.4. Infiltration :

Quant au reste, il s'infiltrate dans le sol et est stocké en partie dans des nappes. Cette eau finira aussi par retourner à la mer, à beaucoup plus longue, voire très longue, échéance, par le biais des cours d'eau que ces nappes alimentent. C'est ce mouvement perpétuel de l'eau sous tous ses états qu'on appelle le grand cycle de l'eau. Les activités humaines peuvent parfois perturber ce cycle et provoquer ou amplifier des phénomènes de pénuries ou d'inondation. (Anonyme 01)

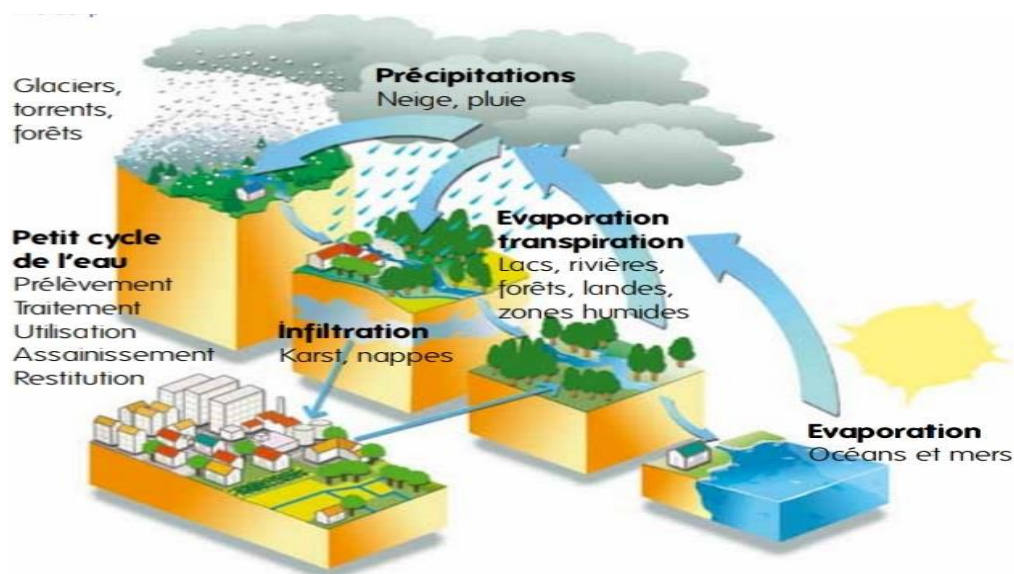


Figure 01 : le cycle de l'eau (Anonyme 01)

4. Répartition et estimation des eaux sur terre :

97% de l'eau planétaire est contenue dans les océans, les 3% restants est une eau douce partagée principalement entre les calottes glaciaires et glaciers, les eaux souterraines et les eaux de surface facilement exploitables (Figure 3) (anonyme 02) (Olivaux, 2010) (Roignant, 2007)

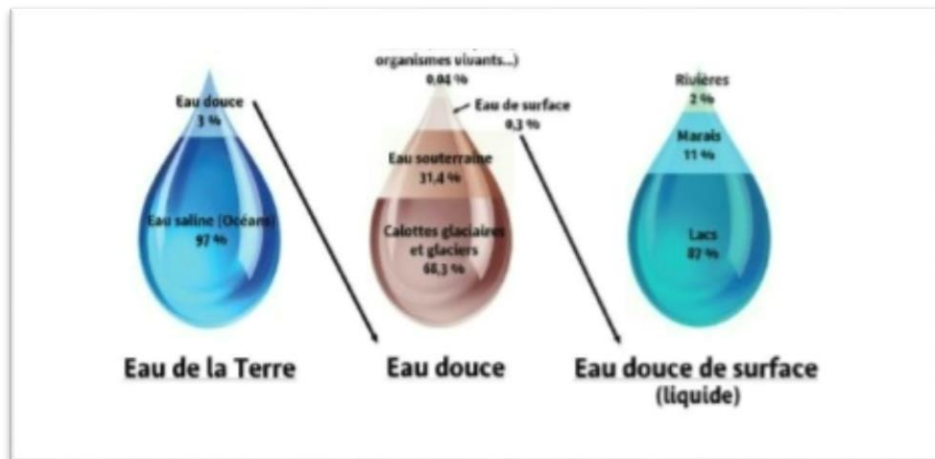


Figure 02 : répartition de l'eau à la surface de la terre (**anonyme 02**)

Cette répartition est inégale à l'échelle spatiale et temporelle entraînant des disparités entre pays ; et par conséquent une situation de vulnérabilité, de stress ou de pénurie hydrique (Figure). Ce qui a poussé l'homme à introduire des techniques de gestion d'eau modernes telles que les aménagements hydrauliques, d'immenses barrages, canaux, aqueducs, stations de dessalement de l'eau de mer (**anonyme 02**)

La situation mondiale entre ressources et besoins en eau douce peut être analysée grâce au concept de stress hydrique. Ce stress est présent sur un territoire dès lors que la demande en eau de la population dépasse la quantité des ressources qui y sont disponibles (**OMS/WHO ; 2017**)

Les disparités entre le nord et le sud sont très marquées quant à la gestion de la ressource ainsi la consommation en eau douce. Les pays du nord ont globalement des ressources abondantes, alors que les pays du sud sont tous en dessous du seuil de stress avec des situations critiques en Lybie, Algérie et Tunisie (**Rejsek, 2002**)

5.L'eau dans tous ses états :

L'état physique de l'eau est conditionné par sa température

5.1. Etat liquide :

C'est la forme de l'eau la plus répandue sur Terre, notamment dans les mers et océans (eau salée). Seul ¼ de l'eau douce est liquide, essentiellement dans des eaux souterraines plus ou moins profondes et dans les eaux de surface, c'est-à-dire les lacs, fleuves et rivières. On la trouve sous les formes suivantes:

La pluie : Il s'agit de gouttelettes d'eau provenant des nuages.

Les nuages : Ils sont formés par accumulation, dans les hauteurs de l'atmosphère, de minuscules gouttelettes d'eau. Les nuages les plus élevés sont constitués de cristaux de glace.

Le brouillard : Il est constitué de minuscules gouttelettes d'eau en suspension dans l'air. Quand le brouillard est peu développé ou limité aux points les plus bas du relief, on parle de brume. (**Anonyme 01**)

5.2. État de vapeur (état gazeux)

La vapeur d'eau présente dans l'atmosphère: il s'agit d'un gaz qui devient visible sous l'effet de la condensation

5.3. Etat solide

Les $\frac{3}{4}$ de l'eau douce sont stockés sous forme de glaciers ou sous forme de neige, et très difficilement accessibles à l'homme. Les calottes glaciaires des pôles Nord et Sud sont les plus grands réservoirs d'eau douce de la planète. Les glaciers représentent une masse si importante que s'ils fondaient, le niveau des mers remonterait de près de 200 mètres. L'eau à l'état solide se trouve dans:

La neige Elle est constituée de minuscules cristaux de glace en forme d'étoile qui, en s'agglomérant, forment les flocons.

Le givre Il se forme par gel du brouillard. La glace Elle résulte du gel de l'eau tombée au sol ou en rivière.

Les glaciers Ils sont dus au tassement, sous son propre poids, de la neige accumulée en haute montagne. (Anonyme 01)

6. Origine des eaux :

Il existe différents types de sources d'eau dont les tailles et les caractéristiques sont différentes :

6.1. Eaux de pluie

Les eaux de pluie sont des eaux de bonne qualité pour l'alimentation humaine. Elles sont saturées d'oxygène et d'azote et ne contiennent aucun sel dissout, comme les sels de magnésium et de calcium ; elles sont donc très douces C'est l'eau la plus pure en dehors des zones urbaines. Dans le cas contraire, on rencontre des pluies acides due à la pollution présente dans l'air. (Anonyme 01)

6.2. Eaux de surface

Les eaux de surface sont toutes les eaux circulantes ou stagnantes à la surface des continents. On peut y accéder facilement mais elles se polluent rapidement et aisément à cause de l'activité humaine. La qualité des eaux de surface dans les pays industrialisés a généralement été améliorée en ce qui concerne certains polluants au cours des 20 dernières années, mais les nouveaux produits chimiques sont de plus en plus un problème. (Anonyme 01)

6.3. Eaux de mer

Les eaux de mer sont une source d'eau brute qu'on n'utilise que lorsqu'il n'y a pas moyen de s'approvisionner en eau douce. Ces eaux sont caractérisées par leur salinité, c'est-à-dire leur teneur globale en sels. La salinité de la plupart des eaux de mer varie de 33000 à 37000mg/L. Cette valeur varie fortement selon les saisons et les régions des eaux de mer. (Anonyme 01)

6.4. Eaux souterraines

On entend par eau souterraine l'eau qui se trouve sous niveau du sol et qui remplit soit des fractures de socle rocheux, soit les pores présents dans les milieux granulaires tels que les graviers. Contrairement à l'eau de surface, l'eau souterraine n'est pas rassemblée comme un ruisseau ou une rivière, mais elle circule en profondeur dans les formations géologiques qui constituent l'espace souterrain. **(Anonyme 01)**

7. 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. **(anonyme 02)**

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

7.1. 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 résiduares. Elles peuvent véhiculer des microorganismes et des polluants chimiques, d'où la nécessité d'un traitement adapté avant leur utilisation. **(Festy et al., 2003)**

7.2. Les eaux souterraines

Les eaux souterraines, y compris les eaux reconnues comme eaux de source, eaux minérales naturelles et eaux thermales. **(JORA, 2005)**

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) **(Lachassagne, 2019)** 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. **(Viland et al., 2001)**

Les ressources en eau souterraine et superficielle sont soumises à des contrôles de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et bactériologiques. **(JORA, 2005)**

8.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. L'eau est d'une importance biologique et économique capitale, l'hydrosphère est le fondement de la vie et des équilibres écologiques. 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.Eaux destinées 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

9.1. 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 différents traitements, elle est maintenue potable grâce à l'ajout de chlore. La qualité de l'eau du robinet est très réglementée et soumise à de nombreux contrôles sanitaires. Sa consommation est donc sûre

9.2. Les eaux embouteillées :

L'eau en bouteille ou eau embouteillée est une eau conditionnée dans des bouteilles destinées à la consommation humaine. Les eaux embouteillées se composent de deux types d'eaux différentes en ce qui concerne leur composition et leur action sur la santé : on distingue les eaux de source et les eaux minérales (eaux minérales plates ou gazeuses). La différence entre une eau de source et une eau minérale est la suivante :

- l'eau de source est potable d'elle-même selon les critères de potabilité exigés pour l'eau du robinet sans nécessiter de traitement. C'est une eau d'origine souterraine, potable à l'état naturel, protégée par un périmètre de protection strictement délimité et défini. Elle n'est pas traitée, ni filtrée ni chlorée. Elle ne possède aucune propriété thérapeutique particulière. - l'eau minérale est également une eau de source qui ne subit aucun traitement lors de son conditionnement, de son embouteillage. Chaque eau minérale contient des minéraux dans des quantités toujours identiques selon leur minéralisation et leur composition chimique, les eaux minérales sont très faiblement ou fortement minéralisées. L'eau minérale se caractérise par des propriétés thérapeutiques, des vertus bienfaisantes pour la santé.

Les points communs aux eaux de source et aux eaux minérales :

- Elles sont toutes les deux des eaux d'origine naturelle, protégées contre la pollution et aptes à la consommation - Elles ne subissent aucun traitement, c'est interdit par la loi. Cette absence

de traitement avant leur mise en bouteille les différencie de l'eau du robinet qui est toujours traitée.

Il existe différents types d'eaux embouteillées, on peut citer :

9.2.1. 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. (JORA, 2004).

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) (OMS, 2015) 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 (Gerard et al., 2014)

9.2.2. 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. (Labadi et al., 2016)

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 (Sigg et al., 2000)

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. (OMS, 2015)

9.2.3. Les eaux naturelles gazeuses :

Elles contiennent du gaz carbonique dissous et peuvent être ré-gazéifiées avant d'être embouteillées.

Tableau n° 01 : comparaison entre différents types d'eaux. (Frick et al., 2003)

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

10.Pollution des eaux :

Ainsi, les infections hydriques représentent une des causes les plus importantes de maladie dans les pays en développement. On estime que la moitié de la population mondiale a l'expérience de maladies qui sont la conséquence directe d'une eau de boisson polluée. Ces maladies hydriques sont la principale cause de mortalité infantile de nombreux pays du tiers monde. Ce sont ces réalités qui ont conduit les Nations Unies à dédier la décade de 1981 à 1990 à la fourniture d'eau potable et à l'assainissement. Dans les pays industrialisés, la morbidité résultant de l'ingestion d'une eau microbiologiquement contaminée n'a pas disparu. Bien que plus bénigne et plus rare, elle constitue aussi une préoccupation politique. (Atteia, 2005).

10.1. Types de pollution des eaux souterraines :

Les activités humaines ont engendré une contamination de la plupart des compartiments de l'environnement. Ainsi, les vecteurs et moyens de contamination sont-ils très divers. La première approche de classification consiste à séparer les pollutions diffusées, épandues sur de grandes surfaces, des pollutions ponctuelles épandues sur des zones allant de quelques mètres carrés à un ou deux kilomètres carrés (Atteia, 2005)

10.1.1. Pollutions diffusées :

Les pollutions diffusées (Figure 05) ont deux origines principales :

D'une part la pollution atmosphérique provenant des industries et des transports qui est homogénéisée puis se déplace sur des distances de quelques kilomètres à des centaines de kilomètres

D'autre part la pollution d'origine agricole comprenant engrais et pesticides épanchés à proximité du sol mais sur de très grandes surfaces.

Les quantités épanchées ont des ordres de grandeur très différents : les engrais sont épanchés des doses allant de 10 à 300 kg/ha, alors que les doses d'épandage des pesticides sont actuellement de quelques dizaines à centaines de grammes/ha. Les limites de potabilité étant de 50 mg/l pour les nitrates et de 0,1 mg/l pour les pesticides (Atteia, 2005).

10.1.2. Pollution ponctuelle :

Les pollutions ponctuelles (Figure I) sont principalement d'origine industrielle, infiltration de produits toxiques mal entreposés, fuites dans les réservoirs ou accidents lors du transport de matières dangereuses. Bien que localisées, les quantités sont souvent importantes, les concentrations dans les eaux pouvant aisément atteindre 1 g/l, un ordre de grandeur plus élevé que les contaminations par nitrates sur certains sites des produits purs peuvent atteindre la nappe et contaminer la totalité d'un aquifère. Il est ainsi possible d'opposer deux types de pollution. Les pollutions ponctuelles, constituées d'une source de taille restreinte mais concentrée, qui présentent des concentrations en polluants diminuant par dilution lorsque le panache s'étend. Les pollutions diffuses impliquant des concentrations à la source beaucoup plus faible mais qui sont présentes sur de grandes étendues, les concentrations dans les aquifères étant du même ordre de grandeur que celles des sols (Atteia, 2005).

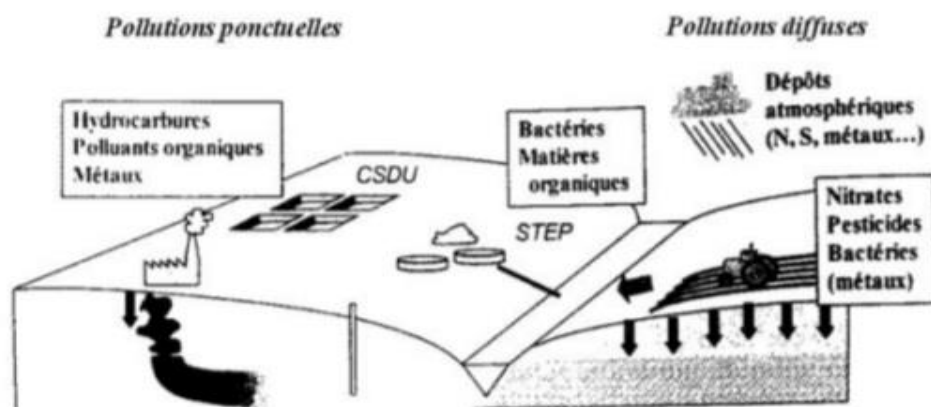


Figure 03 : Les grands types de pollution et leurs effets sur l'eau souterraine. (Atteia, 2005).

10.2. Polluants d'origine agricole

La pollution agricole peut se présenter sous les deux formes de pollution précédemment citées :

- La pollution diffuse consiste en une dégradation de la ressource en eau sur l'ensemble d'un territoire en raison de rejets agricoles qui ne sont pas issus d'un point particulier de ce territoire.

▪ La pollution ponctuelle, il s'agit ici de rejets de polluants à petites doses mais de manière répétée. Ce type de pollution est difficile à contrôler car il est lié à une multitude de sources (Boulier, 2011).

10.3.1. Types de polluants d'origine agricole :

Les substances susceptibles de polluer les eaux dans les zones agricoles se regroupent en deux catégories :

A. Les substances utilisées en agriculture :

Ces substances utilisées en agriculture pour amender le sol (engrais, déjections sources de nitrates mais aussi de métaux lourds, de phosphore, de bactéries, ...) ou pour protéger les cultures (produits phytosanitaires et adjuvants associés). Elles atteignent d'abord le sol où leur comportement vit à vis du milieu va déterminer leur dispersion vers d'autres compartiments (air, eau). Leur proportion à polluer fortement et durablement les eaux dépend de leurs caractéristiques physico-chimiques, et notamment de leur mobilité dans les compartiments sol et eau, de leur persistance si elles se dégradent et de leur temps de transfert si elles migrent vers les nappes (Molénat et al., 2011).

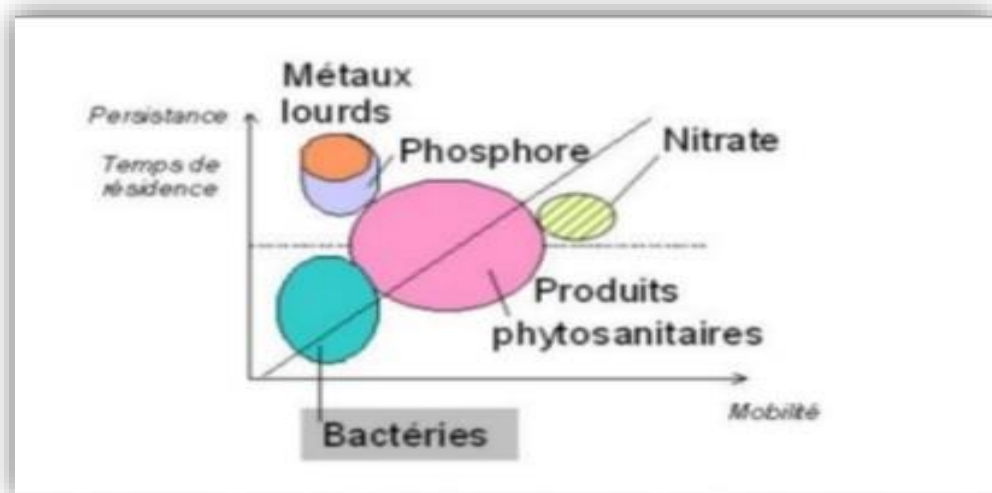


Figure 04 : Mobilité et persistance de certains polluants en fonction de leurs caractéristiques physico-chimiques (Molénat et al., 2011)

B. Les substances naturellement présentes dans le sol :

Ces substances ne sont pas des polluants au départ, mais c'est leur surabondance dans les eaux qui en fait des polluants. Elles peuvent devenir des polluants, parce qu'elles sont susceptibles d'être déplacées en grande quantité vers les eaux. Elles sont présentées principalement sous forme de substances organiques. La mise en solution de ces matières organiques du sol et leur transport vers les eaux est la résultante d'un ensemble de processus de désorption-adsorption, solubilisation, dégradation, transport, déterminés par les conditions du

milieu (température, humidité, pH, activité biologique) et par les caractéristiques physiques du sol (perméabilité) (Molénat *et al.*, 2011).

11. Maladie à transmission hydrique :

L'eau, l'hygiène et l'assainissement ont d'importantes répercussions tant sur la santé que les maladies. Parmi les maladies liées à l'eau on retrouve :

- ✓ Les maladies provoquées par la présence de micro-organismes et d'agents chimiques dans l'eau de boisson
- ✓ Celles comme la schistosomiase dont les larves se développent dans des gastéropodes d'eau douce ou encore
- ✓ Le paludisme véhiculé par des moustiques qui se reproduisent en eau douce ou saumâtre.
- ✓ Des maladies comme la légionellose véhiculée par des aérosols contenant des micro-organismes (légionellose, par exemple).
- ✓ Celles imputables à l'ingestion d'eau contaminée par des micro-organismes et des produits chimiques (par exemple, la diarrhée, l'arsénicisme ou la fluorose) ;
- ✓ Celles dont une partie du cycle de vie est subaquatique, comme la schistosomiase ; celles résultant directement de la mauvaise qualité de l'assainissement et de l'hygiène, comme les géo helminthiases
- ✓ Celles impliquant des vecteurs hydriques, comme le paludisme ou la dengue (OMS/WHO ; 2017)



CHAPITRE II

1. Définition :

Les eaux minérales naturelles sont des eaux dont l'appellation est soigneusement encadrée par le code de la santé publique. Une eau minérale naturelle ne peut qu'être d'origine naturelle. Une eau minérale naturelle doit être restée à l'abri de tout risque de pollution. Ses caractéristiques chimiques doivent être stables. Elle doit apporter des avantages favorables pour la santé.

1.1. Définition selon l'organisation mondiale de la santé (OMS)

Selon le (CODEX STAN 108-1981) l'eau minérale naturelle : « Est une eau qui se distingue nettement de l'eau de boisson ordinaire du fait que :

a) Elle est caractérisée par sa teneur en certains sels minéraux, les proportions relatives de ces sels et la présence d'oligo-éléments ou d'autres constituants.

b) Elle provient directement de nappes souterraines par des émergences naturelles ou forées pour lesquelles toutes les précautions devraient être prises afin d'éviter toute pollution ou influence extérieure sur les propriétés physiques et chimiques de l'eau minérale naturelle.

c) Elle est constante dans sa composition et stable dans son débit et sa température, compte dûment tenu des cycles de fluctuations naturelles mineures.

d) Elle est captée dans des conditions qui garantissent la pureté microbiologique et la composition chimique de ses constituants essentiels.

e) Elle est conditionnée à proximité de l'émergence de la source avec des précautions d'hygiène particulières.

f) Elle n'est soumise à aucun traitement autre que ceux autorisés par la présente norme.

1.2. En Algérie, au sens du décret N°45 correspondant au 18 juillet 2004, il est entendu par EMN :

« Une eau microbiologiquement saine provenant d'une nappe ou d'un gisement souterrain, exploitée à partir d'une ou plusieurs émergences naturelles ou forées, proximité desquelles elle est conditionnée. Elle se distingue nettement des autres eaux destinées à la consommation humaine par sa nature caractérisée par sa pureté, et par sa teneur spécifique en sels minéraux, oligo-éléments ou autres constituants. Ces caractéristiques sont appréciées sur les plans géologique et hydrogéologique, physique, chimique et physico-chimique, microbiologique et pharmacologique.

Ces eaux minérales naturelles peuvent posséder des propriétés thérapeutiques favorables à la santé humaine. » (JORA, 2004)

La pureté originelle est due à une protection géologique naturelle la tenant à l'abri de tout risque de pollution naturelle – par absence de microorganismes pathogènes et anthropique tels que les pesticides. **(Constant et al., 2011)**

La stabilité de ses caractéristiques chimiques, et de sa température à l'émergence qui n'est pas affectée par le débit de l'eau prélevée la différencie même des eaux de source pour lesquelles la composition peut varier en fonction des fluctuations naturelles. Toute variation de la stabilité est considérée comme signe de dégradation de la ressource et un signal d'alerte sanitaire. **(Constant et al., 2011) (Vilaginès, 2010) (Afssa, 2008)**

L'EMN est une eau qui répond naturellement aux critères de potabilité microbiologique, mais pas obligatoirement aux critères physicochimiques, puisqu'elle n'est pas soumise aux mêmes exigences de potabilité que les eaux de sources **(Hubert, 2010)** l'EMN peut être utilisée dans le traitement de certaines maladies ou carences vu leur richesse en minéraux qui contribuent aux apports nutritionnels conseillés **(Toul et al., 2018) (Constant et al., 2011) (Hubert, 2010)**

1.3. Définition selon la Communauté Economique Européenne (CEE)

La C.E.E a publié le 25/07/1980 une directive relative au rapprochement des législations Relatives à l'exploitation et à la consommation des eaux minérales naturelles. Elle définit l'eau minérale naturelle comme étant une eau bactériologiquement saine et bénéficiant d'une protection efficace de la source contre tout risque de contamination. Elle précise par ailleurs que l'eau minérale naturelle se distingue nettement de l'eau potable ordinaire par sa nature et sa pureté originelle. Ces caractéristiques ont été préservées par l'origine souterraine de cette eau qui a été protégée contre tout risque de pollution. Il est mentionné aussi, que la composition, la température et les autres caractéristiques de l'eau minérale naturelle doivent rester stables, dans le cadre des fluctuations naturelles, elles ne doivent pas être modifiées par les variations éventuelles de débit. L'eau minérale ne doit subir aucun traitement autre que la séparation des éléments instables.

2. Historique de l'évolution du concept d'eaux minérales en Algérie

Depuis une vingtaine d'année, le marché des eaux embouteillées connaît une forte croissance; ce développement c'est concrétisé par l'implantation de dizaine d'unité d'exploitation et de production à travers l'ensemble du territoire national; le tableau suivant représente certaines marques d'eaux minérales en Algérie et leur production durant l'année 2007.

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. A travers ce développement de consommation, les pouvoirs publics ont promulgué une série de textes réglementaires ayant pour objectif l'encadrement, l'exploitation, la production et la commercialisation des eaux embouteillées. **(Hazzab, 2011)**

**Tableau 02 : Les grandes marques des eaux minérales naturelles en Algérie.
(Hazzab, 2011)**

Sources	Localité	Production en 2007 en (L/an)
Saida	Saida	60×10^6
Mouzaia	Blida	18×10^6
Batna	batna	11×10^6
Benharoun	Bouira	6×10^6

3. 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. **(JORA, 2005)**

- 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. **(JORA, 2005)**

4. Les types d'eau minérales naturelle en Algérie :

Selon le **(CODEX STAN 108_ 1981)** il existe différentes types d'eau aussi citée dans le décret exécutif du journal officiel Algérien N°45 correspondant au 18 juillet 2004

4.1. Eau minérale naturelle non gazeuse :

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

4.2. Eau minérale naturelle naturellement gazeuse :

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

4.3. Eau minérale naturelle dégazéifiée

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

4.4. 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 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.

4.5. 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.

5. Composition d'eau minérale :

5.1. Matières minérales :

Ce sont essentiellement des composés ioniques, anions et cations, qui proviennent de la dissolution des roches dans l'eau qui circule à leur contact. **(Degrement, 2005)**

Les composés minéraux présents dans l'eau sont :

Certains métaux : Dans la plupart du temps, ils engendrent des corrosions des canalisations et certains peuvent aussi provoquer une coloration pour l'eau. On cite le cuivre, l'aluminium, le zinc, le fer, le calcium, le magnésium, le manganèse, Le potassium, le sodium et les sulfates.

Nitrates et nitrites : On constate une augmentation générale de concentration dans les eaux brutes, elles doivent être éliminées si cette concentration est supérieure à la norme.

Fluor : Une concentration en fluor trop importante provoque des taches de l'émail des dents. Il faut la réduire par un traitement spécifique lorsqu'elle est supérieure environ 1mg.L-1.

Chlorure : Les eaux souterraines contiennent des traces de chlorure, alors que les eaux de mer sont riches en cet élément. L'augmentation de la concentration d'une eau en Cl⁻ accroît la probabilité de la corrosion par piqûres mais c'est l'effet synergique des ions Cl⁻ et de l'oxygène qui peut être très grave.

Sélénium : très répandu mais toxique pour l'homme au niveau du foie, des angles et des cheveux, le sélénium est limité dans l'eau potable à une concentration 10µg/L. **(Degrement, 2015)**

5.2. Matières en suspension :

Sont constituées d'un ensemble des particules minérales et/ou organiques présentes dans l'eau minérales ou polluée et ils peuvent être composées des particules de sable, terre, sédiments...

Elles correspondent à la concentration en éléments non dissous de l'échantillon

Leur abondance dans l'eau favorise la réduction de luminosité et baisse la production biologique (**Hazzab, 2012**)

5.3. Matières organiques :

Sont composées de plusieurs particules sont : les composées de carbone, hydrogène et l'azote. Et ses matières proviennent soit de la décomposition des matières animales ou végétales qui sont présentes dans l'eau.

Elles se décomposent par leur instabilité chimique et aussi par l'action des microorganismes de l'eau en donnant des composées plus simple. (**Hazzab, 2012**)

5.4. Matières colloïdales :

L'état colloïdal est un état intermédiaire entre l'état dissous et la suspension. Les matières colloïdales sont constituées d'éléments de petite taille chargés négativement, ce qui explique qu'ils se repoussent et se répartissent de façon dispersée et désordonnée dans la masse liquide. Aussi, leur élimination de l'eau à traiter est difficile car elles ne décantent pas de manière spontanée et sont peu retenues par les filtres. On devra utiliser des réactifs chimiques qui neutralisent les charges négatives superficielles et permettent leur agrégation. (**Hazzab, 2012**)

5.5. Matières dissoutes :

Sont des matières dispersées d'une façon homogène dans l'eau et faiblement polarisés ou ionisés.

Ces molécules sont difficiles à éliminer de l'eau traité par les procédés physique classique, décantation et filtration. Et dans le cas où leur élimination est nécessaire par exemple : pour Nitrate il faudra utiliser des méthodes chimiques ou biologiques. (**Hazzab, 2012**)

6. Classification des EMN :

Selon les normes algériennes et selon le protocole proposé par A. Hazzab trois types de classifications sont considérées :

La première basée sur la pesée du résidu sec ; le taux de minéraux recueillis après évaporation de 1L d'eau à une température de 180°C et la deuxième classification tient compte de la teneur des constituants ioniques.

La troisième classification c'est la classification hydro-chimique.

6.1. Classification en fonction de la minéralisation

Tableau 03 : Classification des eaux minérales en fonction de la minéralisation (Hazzab, 2011)

Mentions	Critères	Eaux
Très faiblement minéralisée	Résidu sec <50 mg/L	
Oligominérale ou faiblement minéralisée	50< résidu sec< 500 mg/L	Ifri, LalaKhedidja, Saida, Youkous, Mesrghine, Salsabil, El Goléa, Toudja, Texanna
Moyennement minéralisée	500< résidu sec <1500 mg/L	Manbaa El Ghozlane, Batna, Mouzaia
Riche en sels minéraux	> 1500 mg/L	Ben Haroune

D'après le tableau 03, on aperçoit que la majorité des eaux étudiées se situent dans la classe des eaux faiblement minéralisées, à l'exception de Manbaa al Ghozlane, Mouzaia et Batna qui sont des eaux moyennement minéralisées.

6.2. Classification des EMN selon la composition ionique :

Tableau 04 : Classification des eaux minérales selon la composition ionique

(Medfouni R ; 2019)

Mentions	Critères	Eaux
Bicarbonatée	La teneur en bicarbonate est supérieure à 600 mg/L	Mouzaia,
Sulfatée	La teneur en sulfates est supérieure à 200 mg/L	Ben Haroune
Chlorurée	La teneur en chlorure est supérieure à 200 mg/L	Ben Haroune
Calcique	La teneur en calcium est supérieure à 150 mg/L	
Magnésienne	La teneur en magnésium est supérieure à 50 mg/L	Saida, Mouzaia
Fluorée	La teneur en fluor est supérieure à 1 mg/L	Manbaa El Ghozlane
Ferrugineuse	La teneur en fer bivalent est supérieure à 1 mg/L	
Acidulée	La teneur en gaz carbonique libre est supérieure à 250 mg/L	
Sodique	La teneur en sodium est supérieure à 200 mg/L	
pauvre en sodium	La teneur en sodium est inférieure à 20 mg/L	Ifri, Lala Khedidja, Batna, Youkous, Tixanna

On remarque qu'à partir du tableau 04, Mouzaia est la seule eau au caractère bicarbonate magnésien.

6.3. Classification hydro-chimique des eaux minérales (Diagramme de Piper) :

Le diagramme de Piper permet de présenter les anions et les cations sur deux triangles spécifiques dont les côtés témoignent des teneurs relatives en chacun des ions majeurs par apport au total de ces ions (cations pour le triangle de gauche et les anions pour le triangle de droite). la position relative d'un résultat analytique sur chacun de ces deux triangles permet de préciser en premier lieu la dominance cationique et anionique.

A ces deux triangles, est associé un losange sur lequel est reportée l'intersection des deux lignes issues des points identifiés sur chaque triangle ce point d'intersection représente l'analyse globale de l'échantillon, sa position relative permet de préciser le faciès de l'eau concernée. (Jardani et al., 2012)

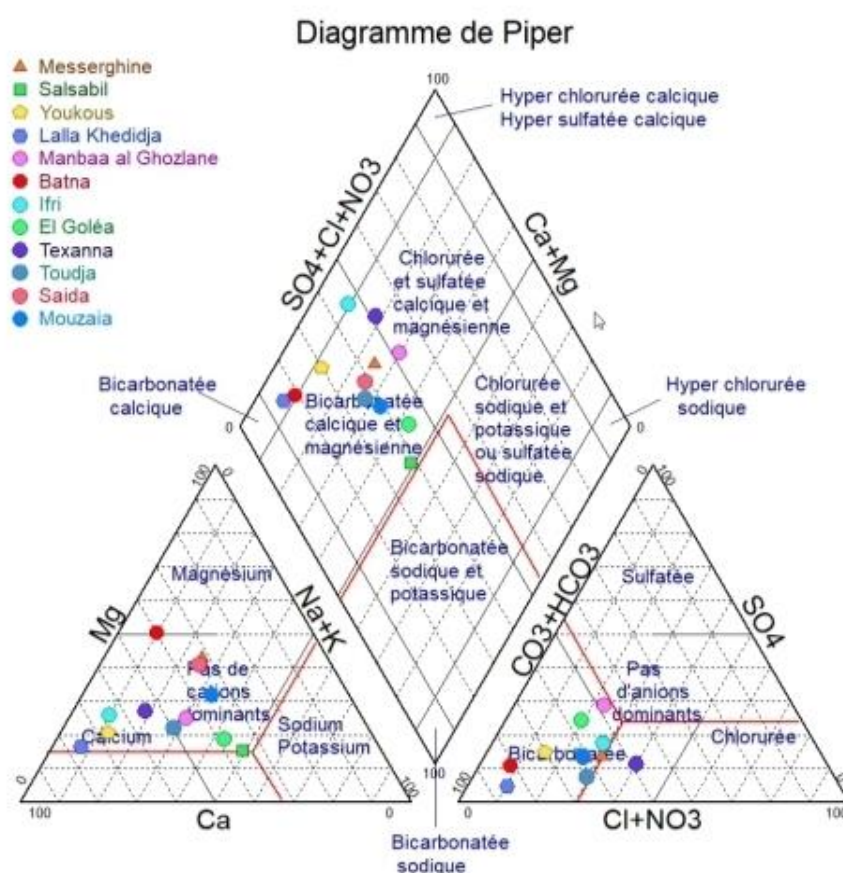


Figure 05 : diagramme de piper pour les eaux minérales en 2020 (Khelif et Rebboud., 2020)

L'analyse de diagramme de Piper (figure 05) démontre que la plupart des eaux étudiés ont un faciès bicarbonaté calcique et magnésien avec un rapprochement vers le faciès chlorurées et sulfatées calcique et magnésien pour Messerghine et Ifri.

Pour Manbaa al Ghozlane et Texanna il s'agit d'un faciès chlorurée et sulfaté calcique et magnésien, avec un rapprochement vers le bicarbonaté calcique et magnésien.

On dénote que la plupart des eaux situent dans le triangle où aucun cation ne domine.

Pour Taxanna, Ifri, Youkous, Lalla Khedidja, le calcium est le plus dominant.

Batna se démarque des autres marques et se trouve à la limite de pole magnésien.

On remarque aussi que pour le triangle des anions, quasiment toutes les eaux sont bicarbonatées, avec un rapprochement vers le triangle où aucun anion se domine pour Manbaa al Ghozlane et Taxanna.

7. Caractéristiques de qualité des EMN

Selon le journal officiel de la république algérienne 2006 N°27. Les Caractéristiques de la qualité des eaux minérale naturelles et la concentration des substances indiquées ci-dessous ne doit pas dépasser les chiffres ci-après.

Tableau 05 : Caractéristiques de qualité des EMN

Paramètre	Concentrations algériennes (Arrêté interministériel de 22 janvier 2006)
Antimoine	0.005 mg/l
Arsenic	0.05 mg/l, exprimé en As total
Baryum	1 mg/l
Borates	5 mg/l, exprimé en B
Cadmium	0,003 mg/l
Chrome	0,05 mg /l, exprimé en Cr total
Cuivre	1 mg/l
Cyanures	0.07 mg/l
Fluorure	5 mg /l , exprimé en F
Plomb	0,01 mg/l
Manganèse	0,1 mg/l
Mercure	0,001 mg/l
Nickel	0.02 mg/l
Nitrates	50 mg/l, exprimé en NO ₃
Nitrites	0 ,02 mg/l en tant que nitrite
Sélénium	0.05g/l

La présence des contaminants suivants ne doit pas être décelée :

- Agents tensioactifs
- Pesticides

- Diphénylpolychlorés
- Huile minérale
- Hydrocarbures aromatiques polycycliques

8. Propriétés des eaux minérales :

8.1. Les eaux sulfurées :

Sont caractérisés par la présence du soufre réduit et leur analyse est souvent difficile. (Ohayon-Courtès., 1995)

Leur teneur en soufre est élevée et exerce une action curative sur les muqueuses. Sont utilisées grâce à leur importante propriété dans le traitement des voies respiratoires. (Thomas, 2017)

Utilisé dans les spa (sana per aquam) au centre hydrothérapie pour traiter principalement :

- Les amygdalites chroniques crypto caséuses de l'adulte.
- Les pharyngites granuleuses ou atrophiques.
- Les angines à répétition chez l'enfant lorsque l'amygdalectomie est centrée indiquée.
- les sinusites chroniques, purulentes ou hypertrophiques. (Gouteyron., 2012)

8.2. Les eaux sulfatées :

Elles ont une forte concentration en sulfate et on trouve trois types d'eau sulfatées selon la nature et l'abondance relative des cations associés

a) eau sulfatée calcique :

Leur teneur en calcium est élevée par rapport à celle de sodium et sont utilisés pour traiter quelques maladies tels que les troubles urinaire et maladies métaboliques.

b) eau sulfatée sodique :

Leur concentration en sodium est dominante ou sulfatée mixte (Afssa, 2008)

Elles présentent des effets positifs et des fois négatives. Quand sa teneur au-delà de 300mg/L qui provoque une action d'accélération du transit intestinale. Et leur utilisation en long cours en revanche, est déconseillé. Par exemple l'eau très riche en sulfates peut conduit à réduire une constipation de bébé.

Chez l'adulte, une eau sulfatée peut avoir le même effet bénéfique mais aussi les mêmes inconvénients s'elle est consommé au long cours. (Hubert, 2010)

8.3. Les eaux chlorurées sodique :

Elles proviennent de la dissolution de sel de gemme et sa concentration parfois très importante proche de la saturation (-300g /L). Ces sources sont exploitées pour l'extraction de sel de cuisine. (Abane, 2011) et aussi en rhumatologie en raison de leur température.

A) les eaux chlorurées sodiques froides et très minéralisées :

Elles seront obtenues par la dissolution naturel dans le sous-sol de chlore de sodium et aussi très corrosif vis-à-vis des installations métaboliques mais ne sont jamais utilisées au bain et en douche à l'état pur.

B) les eaux chlorurées sodiques chaudes et moyennement minéralisées :

Leur minéralisation totale est en générale inférieur à quelques grammes par litre et corrosif aussi au installations métaboliques. (Popoff, 2010)

8.4. Les eaux faiblement minéralisées :

Appelé aussi eau oligo-minérale et dans leur composition aucun élément n'y est prédominant et leur richesse réside dans leur radioactivité (Abane, 2011)

Cette catégorie d'eau est légère et ne présente aucun danger pour les malades au contraire elle est recommandée pour les nourrissons et les enfants à condition qu'elle soit pauvre en fluor avec une valeur inférieure à 0,4mg/L et aussi répondre aux exigences supplémentaires par apport à l'eau potable : nitrates inférieure à 15mg/L, nitrites inférieure à 0,5 mg/L avec absence de microorganismes pathogènes. (Gay et al., 2009)

8.5. Les eaux ferrugineuses :

Elles contiennent de fer sous la forme soluble Fe^{2+} à des concentrations varie entre 0,5 à 20 mg/l. cet élément se trouve les eaux souterraines pauvres en oxygène et il est associé en faible quantité à magnésium soluble sous la forme Mg^{2+} . (Afsaa, 2008)

· Sont utilisés dans des maladies ou dans des états où le sang présente un approvisionnement de son élément ferreux ou globulaire. (Durant fardel, 1862) Mais la consommation en grandes quantités est très dangereuse et surtout pour les personnes atteintes d'hémochromatose et cette maladie se caractérise par une hyper-absorption de fer avec des dépôts secondaires au niveau du foie, cœur, pancréas...

(Kamgaing, 2007)

Et aussi la présence de fer en grandes quantités donne des conséquences et des effets indésirables à l'eau qui deviennent d'une couleur rouge brun.

8.6. Les eaux bicarbonatées gazeuses :

Quand les eaux minérales présentent des concentrations élevées en ions d'hydrocarbonates et qu'elles contiennent du dioxyde de carbone libre en excès, elles sont dénommées « eaux bicarbonatées gazeuses » (Afsaa, 2008)

Les eaux bicarbonatées pourraient permettre une meilleure vidange de l'estomac, elles modifieraient également la sensation de lourdeur après le repas mais peu de recherches scientifiques confirment ses effets bénéfiques. Les résultats dont dispose les médecins sont souvent issus d'enquêtes de satisfaction menées par les industriels eux même. (**Camuzard, 2017**)

9. Qualité de l'eau minérale :

9.1. Paramètres organoleptique :

Ce type de qualité caractérise chaque eau minérale et elles font l'objet d'expérience gustative inspirées de l'œnologie (**Fricke, 1996**)

A) **Couleur** : elle ne présente pas de couleur

B) **Gout et l'odeur** : une eau minérale doit être inodore, c'est l'équilibre entre les minéraux, leur concentration qui lui confère une saveur et un gout particulier et unique (**Henry, 1991**)

9.2. Paramètres physico chimique :

A) **Température** : c'est important de connaître la température de l'eau minérale car il joue un rôle essentiel dans la solubilité des sels, la conductivité électrique ; Ph.

(**Adil et al., 2014**).

Selon **Celerier et Faby (2002)**, la température de l'eau minérale dépend de série de facteurs sont :

La situation géographique

La saison

La profondeur

Le volume (plus le volume est élevé moins sont les variations de température)

B) **Potentiel hydrogène** : le Ph mesure l'acidité au alcalinité de l'eau minérale et caractérise la concentration des ions H^+ Quand le PH inférieur à 7 : l'eau minérale est acide dans les régions Granique PH supérieur à 7 : l'eau est basique dans la région calcère (**Ezzaouaq, 1991**) Selon (**Arrete, 2006**) PH doit être compris entre 6,5 à 8,5.

C) La conductivité électrique :

La conductivité mesure la capacité de l'eau minérale à conduire le courant entre deux électrode et cette mesure permet d'apprécier la quantité des sels dissous. L'unité utilisé est le siemens (s/cm) (**Henry, 1991**). Selon la norme algérienne 2006 la limite supérieure de la conductivité d'eau minérale égale à $2800\mu S/cm$ à $20\text{ }^\circ C$.

Tableau 06 : la classification d'eau minérale selon la conductivité (Ferry, 2012)

Type d'eau	Conductivité($\mu\text{s} / \text{cm}$)
Eau douce peu minéralisé	100 à 200
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500
Eau douce très minéralisée	1000 à 2800

D) Alcalinité de l'eau (TA- TAC) :

Selon (Legube et al., 2009) les eaux minérales naturelles ont un Ph supérieur à 4,5 donc sont alcaline.

L'alcalinité totale d'une eau est mesurée par la quantité n'acide nécessaire pour abaisser son PH afin d'atteindre cette valeur et l'alcalinité se résulte de la présence d'hydrogène carbonate, carbonate et hydroxyde.

On trouve 2 types d'alcalinité qui correspond à deux bornes de Ph :

- **Le titre alcalimétrique (TA) :** il est titré en présence de phénolphtaléine comme indicateur colorée cette alcalinité est nulle pour l'eau dont le Ph est entre 4,5 et 8,3
- **Titre alcalimétrique complet (TAC) :** il est titré en présence d'hélianthine au Ph 4 ,5

C'est une mesure des bases fortes et faibles(bicarbonates) et dans l'eau minérale l'alcalinité de HCO_3 exprimé varie de 10 à 350 mg/L.

E) La dureté totale (TH) : appelé aussi titre hydrotimétrique (TH). C'est un caractère naturelle lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la quantité de calcium et magnésium (Legube et al., 2009).

Selon les normes algériennes de 2006 doit être comprise entre 10°HF et 50°HF

Tableau 07 : relation entre la dureté et l'eau minérale naturelle et la concentration équivalente en CaCo_3 (Arrete, 2006) (Medfouni, 2018)

La dureté de l'eau	Concentration en °HF	Eaux
L'eau minérale douce	0 à 5	Sidi Dris
L'eau minérale moyennement douce	10 à 15	Lala Khedidja Milok; Sidi El Kbir Daouia
L'eau minérale dure	15 à 35	Messerghine Hammamat ;Youkous
L'eau minérale très dure	> à 35	Ifri; Saida Manbaa Al ghozlane Batna; Youkous Mouzaia; Alma;Sfid

Il ressort du tableau ci-dessus que 60 % des eaux minérales étudiées sont des eaux très dure (THt > 30), et 20 % sont des eaux moyennement douce (14 < THt < 20), 15 % des eaux minérales sont eaux assez dure (20 < THt < 30), seul la marque Sidi Dris est considérée comme une eau douce (7 < THt < 14)

F) Résidu sec : la détermination de taux de résidu sec de l'eau minérale naturelle permet d'évaluer la teneur de matière dissoutes et en suspension, non volatiles obtenues après une évaporation à 180°C. et quand cette valeur est extrême faible l'eau minérale devient inacceptable à la consommation en raison de son gout plat et insipide.

Tableau 08 : la potabilité en fonction des résidus sec (Rodier, 2005)

Résidus sec mg/L	Potabilité
RS < 500	Bonne
500 < RS < 1000	Passable
3000 < RS < 4000	Mauvaise

G) Sels minéraux :

Elles proviennent de la dissolution des roches dans qui circule à leur contact tel que : les composants ioniques, anions, cations.... Et les composants minéraux présents dans l'eau sont nombreux on a :

- **Calcium(Ca²⁺) :** c'est un métal alcalino-terreux et considéré comme un composant majeur de la dureté totale de l'eau minérale naturelle (Fardellone, 2015)

Il intervient dans la construction des os et des dents dont il assure la croissance, solidité, entretien, la coagulation sanguine et le rythme cardiaque.

Il joue un rôle dans l'activation de certains enzymes et la prévention de l'hyper tension (Vernejoul, 2015)

Sa concentration dans l'eau doit être comprise entre 75-200 mg/L, selon (Arrete, 2006)

- **Magnésium (Mg²⁺) :** c'est l'un des éléments les plus répons dans la nature et sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrés

Il permet de diminuer la fatigue, stresse et l'anxiété selon (Fardellone, 2015)

Selon la réglementation algérienne ; les eaux algériennes de bonnes qualité contiennent 300mg /L de magnésium et les eaux de mauvaise qualité dépasse 150mg/L (Arrete, 2006)

- **Sodium (Na⁺) :** c'est un sel minéral présents à des teneurs variables dans les eaux minérales (Washington, 2005)

Il a le rôle de maintenir l'hydratation équilibré des corps humaines, favorise l'effort sportif et limite l'apparition des crampes musculaires. Et son excès avec chlorure de sodium (Na Cl) favorise l'hypertension artérielle (Glillerin, 2018)

Sa concentration dans les eaux minérales naturelle est de 200mg/L et quand il dépasse 500mg/L donne un gout désagréable selon (Arrete, 2006)

- **Potassium (K⁺)** : c'est un élément principalement présent dans les roches ignées et les argiles Il assure le bon fonctionnement de système nerveux, les reins et les glandes surrénales qui régule le stress et la production d'énergie. Sa concentration est peut concentrer environ 20mg/L dans les eaux minérales (**Washington, 2005**).

Et selon la réglementation algérienne est fixé à 20 mg/L selon (**Arrete, 2006**).

- **Chlorure (cl⁻)** : sont les anions inorganiques présents à des concentrations variables dans les eaux minérales

Les eaux minérales provenant des régions granitiques sont pauvres en chlore et celle proviennent des régions sédimentaires contiennent l'avantage.

Ils présentent plusieurs avantages : participe à une répartition de l'eau minérale dans le corps et contribue aussi à l'équilibre de Ph dans l'organisme (**Makhoukhi et al., 2011**).

Sa teneur est fixée à 500mg/L et au de là le chlorure donne un gout désagréable à l'eau minérale.

- **Sulfate (so₄²⁻)** : sont des sels d'acide sulfurique combinés à des ions métalliques et sont présents naturellement dans l'eau par dissolution de gypse avec concentration très variable. C'est l'un des anions les moins toxique présent la source majeure de soufre.

Il est considéré un composant majeur et essentiel de nombreuses protéines de la peau et des ongles, les cheveux et les hormones tel que l'insuline, il accélère le transite intestinale (**Dupont, 2015**).

Sa teneur est fixée entre 200 à 400mg/L. selon (**Arrete, 2006**).

- **Bicarbonates** : Sont présentes naturellement dans les eaux minérales naturelles à des quantités plus au moins élevé en fonction des types des sols qu'il traverse (infiltration) ou sur lequel s'écoule (le ruissellement) (**Bataille et al., 2016**).

Bicarbonates ne présente pas un effet nocif pour la santé et ne sont soumis à aucune norme légale.

- **Nitrites**

La présence des nitrites dans l'eau résulte d'une pollution. Elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrates. Le tableau 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 2006 recommandent la teneur de ne pas dépasser 0,02mg/L.

- **Nitrate** :

Les nitrates sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH₄⁺). 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. (**Arrete, 2006**)

Le tableau illustre bien la variation des teneurs en nitrates qui restent faibles pour l'ensemble des eaux embouteillées 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.

Tableau 09 : caractéristiques physico-chimiques des eaux minérales naturelles en Algérie (Medfouni R ; 2019)

Marques	Année	So ₄ ⁻	cl ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻	f ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na+	K+	Ph	Résidu sec (mg/l)
Messeghrine	2020	50	78	260	5		52	42	45	3	7.2	320
Salsabil	2020	20	21	110	6.8		22.4	6	32	6.2	7.5	199
Youkous	2020	35.8	25.7	218	2		77.4	14.5	13.4	4.69	7.4	285
Lalla Khedidja	2020	7	11	160	0.42	0.26	53	7	5.5	0.54	7.22	187
Manbaa al Ghozlane	2020	153	84	326	8.9		93	31	68	4	7.1	725
Batna	2020	40	22	378.2	0		59	45	15	2	6.9	650
Ifri	2020	68	72	265	15		99	24	15.8	2.1	7.2	380
El Goléa	2020	36	20	107	2.4		24	7	28	4.6	7.4	180
Texanna	2020	11	28.4	60	0		30	9.1	11	1	7	152
Toudja	2020	19.6	54.6	212	2.55		56.6	15.2	36	0.7	7.19	256
Saida	2020	65	81	376	15		68	50	58	2	7.5	478
Mouzaia	2020	120	150	671	20		136	75	145	3	7.5	1280

9.3. Paramètres microbiologiques :

L'objectif de l'analyse microbiologie ou bactériologie d'une eau n'est pas d'effectuer un inventaire de toutes les espèces présentes, mais de rechercher soit celles qui sont susceptibles d'être pathogènes soit, et celles qui les accompagnent et qui sont en plus grand nombre souvent présentes dans l'intestin des mammifères. Ces dernières sont dites flore indicatrices d'une contamination fécale.

On peut noter que l'absence de contamination fécale ne laisse en rien présager l'absence d'espèce potentiellement pathogène.

9.3.1. *Pseudomonas aeruginosa* :

Pseudomonas aeruginosa est une bactérie ubiquiste, saprophyte dans des eaux douces et marines, dans l'air, dans les sols humides ou sur les végétaux. Elle est commensale des téguments et des muqueuses de l'homme et des animaux, mais aussi pathogène pour eux. Cette bactérie se rencontre dans l'environnement hospitalier au niveau du matériel, médical ou chirurgical, et dans des solutions d'antiseptiques. Certaines espèces sont commensales de l'homme et des animaux (Delerras, 1986)

9.3.2. Les spores de micro-organismes anaérobies sulfito-réducteurs :

Des micro-organismes anaérobies strictes formant des spores et sulfito-réducteurs, appartenant à la famille des Bacillacées et au genre Clostridium, sont largement répandus dans l'environnement (**Norme internationale ISO 6461/1-1986**). Elles sont présentes dans les matières fécales humaines et animales, ainsi que dans les eaux usées et le sol. À la différence des *Escherichia coli* et d'autres organismes coliformes, les spores survivent dans l'eau pendant longtemps, car elles sont plus résistantes que les formes végétatives à l'action des facteurs chimiques et physiques. Elles peuvent ainsi fournir des indications sur une pollution éloignée ou intermittente. Elles peuvent même être résistantes à la chloration dans les proportions habituellement utilisées pour le traitement des eaux. (**JORA, 2013**).

9.3.3. Les coliformes

Sont des bactéries à Gram négatif, non sporulées, présentant une réaction négative à l'oxydase, pouvant croître en aérobiose et éventuellement en anaérobiose en présence de sels biliaires (ou autre dérivé tensioactif présentant des propriétés d'inhibition de croissance similaire), et normalement capables de fermenter le lactose avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 h lorsqu'on les fait incuber à une température de $(36 \pm 2) ^\circ\text{C}$. Ils possèdent également l'enzyme β -galactosidase. Ils regroupent un certain nombre d'espèces *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*. (**Leclerc et al., 1997**)



Figure 06 : coliformes fécaux (cheval, 1982)

9.3.4. Les *Escherichia. Coli* :

Les *E. coli* sont des bactéries coliformes qui sont capables de produire de l'indole à partir du tryptophane à $(44 \pm 0.5) ^\circ\text{C}$. Ils possèdent également l'enzyme β -glucuronidase, réagissent positivement à l'essai au rouge de méthyle et peuvent décarboxyler l'acide L-glutamique, mais ne sont pas capables de produire de l'acétylméthylcarbinol, d'utiliser le citrate comme seule source de carbone ou de croître dans un bouillon au cyanure de potassium (**Norme marocaine, (2004), PNM 9308-1.**)

9.3.5. Les entérocoques :

Les entérocoques intestinaux sont des bactéries en forme de cocci ou ovoïdes, à Gram positif, formant généralement des chaînes, catalase-négatives, anaérobies facultatives possédant l'antigène du groupe D, Comme leur nom le rappelle (entérique + coque), ils font partie de la flore commensale et se retrouvent notamment dans le tractus digestif et génito-urinaire dont

urètre. Chez l'homme et la plupart des animaux autant que pathogène opportunistes (**Norme européenne, (2002), EN ISO 7899-2.**)

9.3.6. Les germes révivifiabiles :

Totalité des bactéries, levures et moisissures aérobies capables de former des colonies dans ou sur le milieu de culture spécifié dans les conditions d'essai décrites.

10. Critères de choix de l'eau minérale naturelle :

Les eaux minérales naturelles se distinguent par leurs compositions physico-chimiques spécifiques qui déterminent leurs propriétés éventuelles. L'étiquette indique toujours cette composition et permet au consommateur d'effectuer son choix en fonction de ses goûts et de ses besoins. (**Foulon, 2015**)

L'eau pour les femmes enceinte :

Le corps de la future mère a particulièrement besoin d'eau pendant la grossesse. Tout d'abord, pour augmenter son volume sanguin afin d'alimenter le placenta, le fœtus et le protéger de certaines infections. Boire plus permet effectivement d'améliorer le transit et donc d'éviter la constipation, problème très courant pendant la grossesse. Autre bienfait d'une hydratation suffisante c'est le fonctionnement correct des reins et la prévention des troubles urinaires. (**Glover-Bondeau, 2009**)

Les eaux contenant du calcium et du magnésium sont intéressantes pendant la grossesse. Les besoins en ces deux minéraux sont en effet accrus chez la femme enceinte. Il faut 100 mg de calcium, 40 mg de magnésium. (**Afssa, 2001**)

L'eau pour les nourissants et les enfants :

La teneur en eau d'un nourrisson représente environ 78% de son poids total, et encore plus chez un prématuré ; L'organisme du bébé est sensible nécessitant toutes les attentions. Il est important de privilégier pour le bébé une eau très faiblement minéralisée, que ce soit pour la préparation de ses biberons ou pour sa boisson. Pour cela il faut choisir une eau pauvre en nitrates. (**Brouard et Duhamel, 2010**) Pour les biberons et plus généralement, pour l'hydratation des bébés de moins d'un an, il faut chercher la mention : « convient à l'alimentation du nourrisson ». Elle est réservée aux eaux embouteillées qui respectent les critères de qualité établis par la réglementation. (**Arrete, 2007**)

Apports conseillés en eau, de la naissance à l'adolescence : Compte tenu des particularités en termes de biologie du développement du nouveau-né, à comparer à celles de L'enfant et de l'adolescent, les apports journaliers cumulés par kg ou par 24 heures sont plus élevées en période néonatale et les premières années de la vie. (**Brouard et Duhamel, 2010**)

Le tableau représente les apports quotidiens conseillés en eau du nouveau-né, du nourrisson et de l'enfant.

Tableau 10 : Apports quotidiens conseillés en eau du nouveau-né, du nourrisson et de l'enfant (**Brouard et Duhamel, 2010**)

Prématurés	150 à 200 ml/ kg
Nourrisson 1 à 3 mois	150 ml/kg
Nourrisson 3 à 6 mois	125 ml/kg
Nourrisson 6 à 12 mois	100 ml/kg
Nourrisson 12 à 24 mois	80 ml/kg
Enfant 4 – 8 Ans	1- 2L/ 24 heures
Enfant 9- 13 ans	1,6 – 1,8 L/ 24 heures
Adolescent 14 – 18 ans	1,8 à 2,6 L/heures

L'eau pour les femmes ménopausées : Les eaux minérales calciques sont une source intéressante pour les femmes à l'approche de la ménopause et pendant celle-ci car la densité minérale osseuse a tendance à diminuer. En l'absence d'un traitement hormonal substitutif, une des grandes menaces qui plane sur la femme ménopausée est l'ostéoporose. Seuls des apports importants en calcium (1 200 mg pour une femme de plus de 55 ans) peuvent prévenir la perte osseuse. (**Fardellone, 2015**)

L'eau pour les personnes âgées :

Avec l'âge, la quantité d'eau stockée dans le corps diminue, exposant les personnes âgées à une déshydratation grave. A ce phénomène s'ajoute la sensation de soif qui diminue également à mesure que l'on vieillit, par ailleurs, après 70 ans, les reins sont moins efficaces et gèrent moins bien la surcharge en sels minéraux et en toxines causée par un manque d'hydratation. Il est recommandé d'opter pour des eaux riches en calcium qui affiche une teneur supérieure à 200 mg/L, et celle dont la richesse en magnésium est supérieure à 50mg/l car elles diminuent les risques de déminéralisation osseuse liés à l'ostéoporose. (**Brouard et Duhamel, 2010**)

L'eau pour l'hydratation des sportifs :

L'hydratation est devenue un élément majeur de la prise en charge nutritionnelle du sportif, quelle que soit la discipline pratiquée. Quand on s'adonne à une activité physique ou sportive, surtout s'il fait chaud, les pertes en eau peuvent être très rapides. Or une déshydratation même mineure impacte les capacités de concentration et d'endurance. Une perte équivalente à 2 % du poids du corps peut entraîner des risques et une baisse des performances. Elle réduit le débit cardiaque, ce qui peut provoquer une augmentation de son rythme et donc une baisse de l'endurance, la sensation de fatigue est plus forte, les réflexes et la vigilance sont diminués et les temps de réaction peuvent être plus longs. Pour cette raison que l'agence européenne de sécurité des aliments (EFSA) a reconnu le rôle de l'eau minérale comme contribuant au maintien de la thermorégulation. (**Sicard, 2018**)

L'eau pour un régime :

L'eau peut jouer un rôle important lors d'un processus d'amaigrissement. On constate des taux d'acide urique et de corps cétoniques plus élevés. Boire plus permet d'augmenter la diurèse (élimination urinaire) et donc d'éliminer plus facilement ces déchets. **(Constant et al., 2015).**

Le calcium permet de pallier aux éventuelles carences liées au régime ; le magnésium est un calmant qui peut aider à contrôler les envies impérieuses de nourriture liées au stress. Les sulfates, grâce à leurs propriétés diurétiques, participent à l'élimination des toxines de l'organisme et aident à améliorer le transit intestinal. Le potassium lutte efficacement contre la rétention d'eau en favorisant le drainage des tissus, mais en plus, il aide l'organisme, et surtout les reins, à éliminer les déchets (principalement l'urée et l'acide urique) générés par un régime riche en protéines ; Les bicarbonates facilitent la digestion. **(Bataille et al., 2016).**

L'eau pour l'amélioration du transit intestinal :

La consommation d'eau a un effet positif sur le transit intestinal ; si des apports hydriques sont insuffisants cela peut favoriser la survenue de la constipation. Les eaux minérales à des concentrations importantes en sulfates (au-delà de 300mg de sulfate / litre d'eau) participent à l'amélioration du transit intestinale. **(Dupont, 2015)**

L'eau pour les troubles digestifs :

Pour éviter les ballonnements et la sensation de pesanteur après les repas, optez pour les eaux riches en bicarbonates. Les bicarbonates atténuent l'acidité de l'estomac et facilitent la vidange gastrique. **(Bataille et al., 2016).**

L'eau pour les personnes atteintes de calculs rénaux :

Les calculs rénaux, communément appelés « pierres aux reins », sont des cristaux durs qui se forment dans les reins et peuvent entraîner de vives douleurs. Afin de diminuer le risque de formation de ces derniers il faut opter pour une eau riche en potassium combinée à un apport élevé en sodium et aussi le magnésium. Le but est de provoquer un volume d'urines de plus de 2 litres par jour pour dissoudre naturellement les calculs rénaux. Il faut donc boire 2 litres de liquide, réparti tout au long de la journée. En optant pour une eau riche en potassium combinée à un apport élevé en sodium ainsi que le magnésium, contribuent à diminuer le risque de formation de calculs rénaux. **(Allen, 2000)**

L'eau pour les personnes atteintes d'hypertension artérielle, d'insuffisance cardiaque ou rénale :

L'eau minérale pourrait contribuer à réduire la pression artérielle chez des personnes hypertensives. Le magnésium, le calcium et les sulfates pourraient aider à contrôler la pression artérielle, l'insuffisance cardiaque ou rénale ; contrairement au sodium il est conseillé de choisir une eau pauvre (<20mg/l) car si sa teneur est élevée, les bienfaits des autres minéraux sur la pression restent réduits. **(Allen, 2000)**

L'eau pour personnes atteinte de cancer :

Par précaution les personnes atteintes de cancer ou qui sont passées par la maladie doivent bénéficier d'une eau potable de qualité irréprochable. (Bellmunt et al., 2017).

L'eau pour les personnes stressées et fatiguées :

L'anxiété, l'hypersensibilité au stress provoquent une déperdition de magnésium. Or la fonction principale de ce sel minéral est la régulation de l'équilibre nerveux. C'est un cercle vicieux que l'on peut rompre en surveillant attentivement ses apports en magnésium. L'adulte a besoin de 200 à 300 mg par jour de magnésium pour lutter contre cette hypomotivité ; Dans ce cas, boire une eau minérale naturelle magnésienne (<50mg/l) peut contribuer à satisfaire les besoins journaliers quotidiens en magnésium et lutter contre le stress. (Huret, 2018).

11. Bienfaits d'eaux minérales sur la santé :

L'eau minérale riche en minéraux essentiels est indispensable à la santé. Elles présentent plusieurs avantages sont :

- Il est conseillé de la consommer à fin d'éviter la constipation et troubles digestifs
- Elle permet d'avoir une peau moins terne et débarrasser des rides
- Eviter la prise de poids
- Stimuler la mémoire surtout lorsque on prend l'âge tel que réduction les risques d'atteinte d'Alzheimer
- Aide à abaisser le stress
- Prend soin de notre corps
- Fluidiser le sang et lutter contre le mauvais cholestérol
- Permet d'améliorer le transport d'oxygène vers les muscles
- Aide à récupérer mieux après un effort physique
- Garantie la qualité sanitaire et variation de gout en fonction de marque
- La possibilité de changer de marques à tout moment (Anonyme 07)

12. Inconvénients d'eaux minérales :

Les eaux minérales n'ont pourtant pas que des avantages, et leur surconsommation peut même être néfaste par exemple, un excès de fluor favorise les maladies osseuses. Une eau riche en sodium favorise les œdèmes et l'hypertension.

Une surconsommation de potassium a des effets néfastes sur le système neuromusculaire et sur le cœur. (Anonyme 09)

L'un des plus importants inconvénients de l'eau en bouteille réside dans le fait qu'elle nuit beaucoup à l'environnement. Après son utilisation, son contenant atterrit en effet dans les poubelles au lieu des bacs de recyclage, ce qui augmente chaque année la quantité de déchets



CHAPITRE III

1. Marché des eaux embouteillées :

1.1. Marché mondial :

Le marché de l'eau en bouteille explose dans le monde. La consommation d'eau plate embouteillée est passée de 9 litres en moyenne par personne en 1999 à environ 27 litres en 2013, soit une hausse de 200 % en 14 ans, selon une étude du cabinet CANADEAN spécialisé dans les études de marché. Au Mexique, deuxième marché mondial derrière les Etats-Unis, la consommation d'eau en bouteille croît de 10 % par an en moyenne. En Chine, elle aurait même bondi de 230 % entre 2008 et 2012. **(L'Eco news, Nestlé Water Algérie, 2014)**

En France, 175 bouteilles d'eau seraient vendues chaque seconde, soit 4, 5 milliards par an. La consommation stagne cependant dans l'Hexagone, qu'il s'agisse d'eau de source ou d'eau minérale naturelle. La moyenne de la consommation d'eau en bouteille en Algérie est de 30 litres par personne et par an. « Un taux très appréciable », comparativement avec le taux de consommation en Afrique qui est 12 litres par personne et par an. Ce taux s'élève à 28 litres en Europe de l'Est et à 85 litres aux États-Unis. La Chine, le Mexique et le Brésil sont les premiers consommateurs d'eau en Bouteille dans le monde. **(L'Eco news, Nestlé Water Algérie, 2014)**

1.2. Marché national :

En Algérie, les eaux embouteillées constituent une nouvelle tendance dans la consommation des boissons. La première marque remonte aux années 1940. C'est dans les années 1990 que la consommation a pris un grand essor. La première marque privée « IFRI » a constitué une innovation par son conditionnement et l'image d'un produit de qualité. La progression de la demande pour les eaux embouteillées revient à plusieurs facteurs dont :

- L'augmentation des niveaux de revenus des ménages
- Le développement de la restauration en relation avec l'accroissement de la population scolarisée, l'urbanisation des modes de vie, et l'éloignement des lieux de travail ;
- Les effets de démonstration portés par les médias ;
- Le développement des pratiques de santé liées à la consommation d'eaux saines et riches en minéraux (Malades, personnes âgées, bébés...etc.)
- L'indisponibilité d'eau potable de qualité dans certaines régions (Périurbaines).

Une étude menée dans le cadre du programme d'appui aux PME/PMI par l'Union européenne en collaboration avec l'Association des Producteurs Algériens de Boisson en 2012, a révélé que la consommation annuelle des eaux embouteillées est passée de 0.5 litres/habitant en 2003 à 23.7 litres en 2012 (41 % du volume des boissons consommées) (figure 10), Ainsi, la croissance de la demande d'eau embouteillée a été évaluée à 5% et continuera à être entraînée par le développement des pratiques de santé liées à la consommation d'eaux saines et riches en minéraux.

La consommation s'opère dans l'ensemble des types de conditionnement (Bouteilles de 33 CL, 1L, 1.5L, 2L, 5 Litres) mais, les bouteilles de 0,5L et de 1,5 L sont, et de loin, les plus répandues en Algérie.

Du côté de l'offre, un nombre important d'entreprise a vu le jour, selon le Ministère des Ressources en eau il a été accordé environ 50 concessions d'exploitation des eaux minérales à des investisseurs dont 40 sont en activité. A la fin de l'année 2010, l'Algérie ne comptait pas Moins de 49 marques

- **21 Marques pour les Eaux minérales naturelles:** BEN HAROUN, Guedila, Saïda, Youkous, Djemila, Mouzaia, El Golea, Batna, Toudja, Ifri, Messerghine, Sidi dris, Hammamet, Mansourah, Sidi okba, Lala Khadidja, Aghbalou, Milok, sidi yakoub et El Meniaa.
(L'Eco news, Nestlé Water Algérie, 2014)



Figure 07 : quelques marques des EMN en Algérie (Anonyme 12)

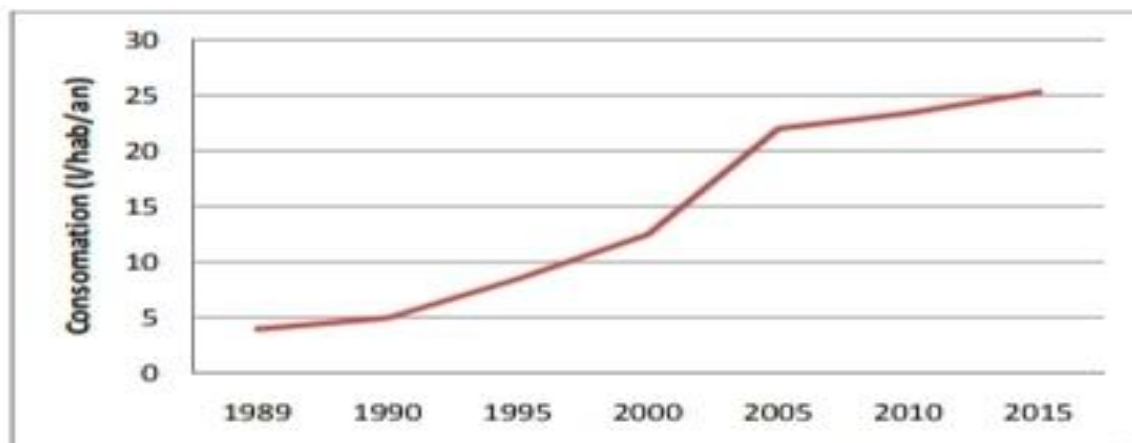


Figure 08 : Evolution de la consommation (Disponibilités) des eaux embouteillées en Algérie (Hazzab, 2011)

2. La production d'eaux minérales en Algérie :

Le marché de l'eau minérale en Algérie est en constante progression.

Algérie produit chaque année 1,5 milliard de litres d'eaux minérales, cinq marques se partagent 70% des parts de marché sont : Ifri, Saida, Lalla Khedidja, Guedila et Nestlé .

Le débit global d'exploitation des champs de captage des eaux de source et minérales en Algérie a atteint 699 litres /seconde soit 60,3940m³ / jour. Selon le ministre des ressources en eau (Ali hammam). Et le secteur des ressources en eau a octroyé 71 concessions d'eau de source et 26 concessions d'eaux minérales. Aucune concession d'exploitation d'eau de source ou minérales n'est accordée sans l'accord de l'agence nationale des ressources hydriques (ANRH). Seule habilitée à affirmer si le champ captant est favorable à l'exploitation d'eaux de source ou minérale. L'investisseur doit constituer un dossier comportant une étude hydrogéologique pour la connaissance de la ressource et aussi pour définir les points de prélèvement et la délimitation des zones de protection, et cette étude doit être approuvée par les services du ministre des ressources en eau. Aussi une étude d'impact est également exigée de l'investisseur, elle doit être élaborée et approuvée conformément à la réglementation en vigueur. (Anonyme 03)

3. Emballage des eaux minérales :

Selon la directive européenne (92/62/CE) on entend par emballage « tout objet destiné à contenir et à protéger des marchandises, à permettre leur manutention et leur acheminement du producteur au consommateur ou à l'utilisateur et à assurer leur présentation ».

L'emballage est vecteur de communication avec le consommateur. Les producteurs d'eau minérale se sont engagés à utiliser les étiquettes de leurs bouteilles pour passer des messages encourageant le consommateur au geste de tri.

Sur Les étiquettes des emballages des EMN, des messages pourraient inciter le consommateur à choisir le format de la bouteille le plus adapté par exemple conseillant de choisir les grands formats

pour la consommation familiale et réserver les petits formats pour une consommation individuelle hors domicile. (Hazzab, 2011).

3.1. L'emballage en polyéthylène téréphtalate (PET)

Le polyéthylène téréphtalate (PET) est largement utilisé dans l'industrie alimentaire, notamment pour les boissons et les eaux conditionnées. La préférence de ce polyester comme emballage de l'eau est due à son inertie chimique et à ses propriétés physiques comme la transparence, la légèreté, l'étanchéité aux gaz et la facilité du recyclage (International Life Science Institute (ILSI, 2001)

3.2. La synthèse du polyéthylène téréphtalate (PET) :

Plusieurs réactions peuvent être utilisées pour la synthèse du PET (Afssa, 2006):

- La réaction d'estérification directe de l'éthylène glycol par l'acide téréphtalique.
- La réaction de poly Trans estérification du téréphtalate de diméthyle par l'éthylène glycol.
- La réaction de l'acide téréphtalique avec l'oxyde d'éthylène.

Les procédés a) et b) sont les plus utilisés dans l'industrie (Pennarun et al., 2008).

3.3. Les étapes d'embouteillage :

- **Injection de résine de PET** : Les granulés de PET sont transformés en préforme. Le PET est 100 % recyclable et sans bisphénol A.
- **Soufflage**
- **Insufflage** : Rincées par injection d'air, les bouteilles sont acheminées en univers stérile.
- **Remplissage**
- **Bouchage**
- **Étiquetage et marquage** : La date limite d'utilisation optimale (DLUO) et le numéro du lot sont marqués au laser afin d'assurer la traçabilité des produits.



Figure 09 : Etiqueteuse (Medjkoune L et Allou S. 2019)

- **Fardelage** : Les bouteilles sont regroupées par 6 ou 8 sous un film d'emballage en PET



Figure 10 : fardeleuse (Medjkoune L et Allou S. 2019)

- **Pose de poignée** : Sur les packs sont apposées des poignées pour vous faciliter le transport.
- **Palettisation et housage** : Placés sur des palettes puis recouverts d'une housse anti-UV Imperméable, les packs bénéficient d'une protection optimale pendant le transport et le Stockage.
- **Expédition des palettes.**

PRODUCTION ET EMBALLAGE



Figure 11 : Processus d'embouteillage de l'eau minérale en emballage PET (Medjkoune et Allou, 2019)

4. Etiquetage des eaux minérales naturelles :

Entre acheteur et vendeur, l'étiquette reste le plus souvent un acteur d'attractivité, elle contribue à la première impression que va se faire le consommateur sur le contenu de la bouteille, et déclencher l'éventuel acte d'achat. Au sens de l'article 2 du décret exécutif du joradp N°50 correspondant au 21 novembre 1990, il faut entendre par étiquetage : « les mentions, indications, 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 » Les mentions d'étiquetage sont rédigées en langue nationale, et à titre complémentaire, en une autre langue 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.

4.1. 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 **Commission du Codex Alimentarius. (2007).**

4.2. 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.

4.3. 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.



Figure 12 : modèle d'étiquette d'une bouteille d'eau (anonyme 13)

Le lot de fabrication

Note : la commercialisation sous plusieurs désignations commerciales d'une eau minérale naturelle provenant d'une même source est interdite (Anonyme 05)

5. Durée de conservation :

Sur les bouteilles d'eau minérale on trouve en générale une DLUO (date limite d'utilisation optimale) de 2 ans

Cette durée est assez longue ce qui explique que l'eau ne fait l'objet d'aucun procédé de conservation. Donc lorsqu'elle est mise en bouteille, elle répond à une composition minérale précise et ne doit contenir aucune matière organique ce qui empêche les bactéries de se développer. Durant cette période elle est recommandé de conserver ses bouteilles d'eau à l'abri de la lumière et protéger les variations de températures est très important car elles peuvent fragiliser le plastique et il faut éviter de les congeler.

Quand la bouteille d'eau est ouverte (24 à 48 heures) il est recommandé de consommer leur contenu car des microorganismes risquent de se développer. (Anonyme 04)

6. Caractéristiques de l'eau en bouteille :

Les raisons pour que le consommateur a choisi la consommation d'eau en bouteille sont multiples :

- Meilleur gout (absence du gout de chlore)
- Absence de pollution
- Rôle diététique et thérapeutique
- Aspect pratique (facilite d'approvisionnement et transport) (Chocat et al., 2015)

7. Déchets d'eaux minérales naturelles :

Grace à la recherche dans le domaine des matériaux, l'industrie des eaux minérales naturelles décide de remplacer le PVC par nouveau polymère de plastique : PET (polyéthylène téréphtalate). Inaltérable, flexible et résistant.

Aujourd'hui, l'effort de recherche se poursuit sur le PET, afin de mieux exploiter toutes les potentialités de ce polymère parfaitement neutre et 100% recyclable.

Une fois collecté et trié, La bouteille n'est plus un déchet mais une ressource car elle sera recyclée afin d'être réutiliser et fabriquer de nouvelles bouteilles.

Le taux de recyclage des bouteilles en PET est actuellement 55%

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. Le PET est ainsi valorisé et réutilisé plusieurs fois, ce qui en fait actuellement le matériau plastique le plus recyclé au monde. Une valorisation de la matière qui inaugure un cycle d'économie circulaire, où le PET devient une ressource qui peut être recyclé et réutilisé plusieurs fois.

Aujourd'hui, les bouteilles d'eau minérale collectées sont recyclées avant d'être transformées en objets de la vie courante. La filière des eaux minérales naturelles est à l'origine de la création d'Eco-Emballages et en est l'un des principaux contributeurs.

Actuellement, une bouteille sur deux est recyclée : un résultat qui permet à la France d'atteindre l'objectif européen de recyclage des matières plastiques.



Figure 13 : Déchets plastiques (anonyme 09)

Les Bouteilles d'eaux minérales : que deviennent-elles ?

Le plastique recyclé des bouteilles d'eaux trouve des débouchés dans une grande variété de produits et principalement dans le textile.

Ce plastique recyclé entre également dans le processus de fabrication de nouvelles bouteilles avec, pour certaines marques, l'intégration de PET recyclé dans les emballages.

8. Les étapes de recyclage de plastique :

Il existe différents types de plastique, environ 07 catégories, et ces derniers ne sont pas recyclable de même façon

PET ou polythène téréphtalate : il est léger, souple et transparent, utilisé pour la fabrication des bouteilles d'eaux

PEhd (polythène haute densité) : il présente un aspect rigide et opaque

PVC ou polyéthylène de vinyle

PP ou polypropylène : il est dur il sert à conditionner les aliments gras

LDPE ou polyéthylène basse densité

PS ou polystyrène

Plastique à base polycarbonate ou composés de plastique. Mais parmi toutes ces types on trouve trois qui sont réellement recyclable sont : PET, PEhd et PP

9 étapes du recyclage du plastique PET:

PET: est l'un des plastiques les plus utilisés, il est recyclable après d'être collecté et traité.

A) – 1^{ère} étape : collecte : les consommateurs sont impliqués dans cette collecte donc il faut que les emballages PET soient placés dans les bacs pour qu'ils soient récupérés par le camion et acheminés au centre de tri

B) -2^{ème} étape: centre de tri : les emballages PET sont séparés de reste des déchets de la poubelle, ensuite compactés dans d'énormes balles pour gagner de la place et faciliter leurs transports



Figure 14 : tri sélectif (anonyme 11)

C)-3^{ème} étape: un nouveau tri: il est effectué en nouveau de l'usine afin de repérer et isoler les derniers éléments non recyclables. Les emballages PET passent ensuite à la broyeuse et ressortent sous forme de petits paillettes de plastique.

D)- 4^{ème} étape: nettoyage : les paillettes sont placées à l'intérieur d'énormes cuves de nettoyage, qui sont en fait des machines conçues pour décoller les particules fines grâce à l'action combinée d'eau et de détergent ensuite, on place toutes les paillettes dans l'eau et la division entre les différents plastiques va s'opérer naturellement.

E) - 5^{ème} étape : c'est le dernier tri : ce tri est appelée " tri opaque », il est effectué par des machines de détection et des caméras qui vont faire un dernier contrôle sur les paillettes du PET afin d'assurer que toutes rejoignent bien leur destination de recyclage finale .et à la fin un système de soufflage finalise le tri et sépare définitivement le PET des autres traces de plastique.

F) - 6^{ème} étape : phase d'extrusion : à cette étape les nouveaux produits sont fabriqués à partir de l'écoulement de matières liquides surtout des matières plastiques. Cela consiste à faire fondre les paillettes de PET dans une grande cuve à 280 degré afin de former des petits tubes appelés Joncs, et ces derniers sont ensuite prolongés dans l'eau pour les faire refroidir puis ils sont découpés en granulés.

J) - 7^{ème} étape: élimination des impuretés des granules : en utilisent une succession de réactions chimiques qui combinent différentes molécules en une seule et qui fonctionne à l'échelle moléculaire, après une fois ces granulés bien nettoyés essorés et séchés ils sont conditionnés en grands paquets à être expédiés.

H) - 8^{ème} étape: les granulés sont vendus et expédié à des entreprises désireuses de se fournir en matières premières recyclées et qui fabriquent des objets en plastique recyclés. La transformation de ces granulés en nouveaux produits en PET.

I) - 9^{ème} étape : les entreprises les utilisent pour produire des objets tel que : nouvelles bouteilles d'eau...etc. (**anonyme 10**)



Figure 15 : logo de recyclage (Anonyme 11)



Figure 16 : cycle recyclage de plastique (Anonyme 11)



CONCLUSION

L'eau est la source de vie, non seulement pour l'être humain mais aussi pour tous les types de plantes et d'animaux. L'eau représente environ 65 % de la masse de notre corps.

Les eaux minérales naturelles sont issues de nappes souterraines, ce qui les distingue, c'est leur composition physico-chimique ou qualité thérapeutique.

L'objectif de ce mémoire est l'analyse et la classification des eaux minérales naturelles commercialisées en Algérie, il s'articulait sur trois chapitres.

La projection des eaux embouteillées sur le diagramme de piper montre que plus de 70% des eaux minérales sont de facies bicarbonatées calcique et magnésien et que seulement 50 % des eaux de source sont de facies bicarbonaté calcique et magnésien.

La classification des eaux en fonction de la composition ionique montre que la majorité des eaux minérales sont considérées comme étant des eaux très dures (THt > 30 degré français)

La marque Ben Haroune est considérée comme étant une eau riche en sels minéraux avec un résidu sec de 2800 mg/l, elle jouit de propriétés diversifiées, elle est à la fois calcique, sulfatée, magnésienne, bicarbonatée et chlorurée, elles repérée comme étant une eau saumâtre. L'eau minérale Manbaa El Ghozlane est considérée comme une eau fluorurée.

La composition de l'eau minérale naturelle peut varier 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.

Enfin, nous avons tenté d'estimer la consommation et la production des eaux minérales naturelles algériennes ainsi le processus d'embouteillages et l'étiquetage afin d'assurer un produit fini de qualité optimale. Sur les étiquettes des bouteilles d'eaux minérales naturelles on trouve la date limite d'utilisation optimale DLUO et la composition chimique qui caractérise chaque marque d'eau. Quand la bouteille est fermée elle garde toujours ses caractéristiques qualificatifs mais une fois elle est ouverte de préférence de la consommer le plus vite possible afin d'empêcher le développement des micro-organismes qui sont responsables de nombreuses infections et maladies hydriques.

Les quantités des déchets jetées dans la nature reste importantes c'est pour cela la valorisation de ses déchets en plastiques joue un rôle primordial dans la diminution de ces déchets éparpillés dans la nature. Toutes ses quantités collectées vont être tirées et broyées afin de les faire fondres tout en suivant le processus de recyclage, ce qui permet la fabrication de nouvelles bouteilles. Actuellement le taux de recyclage des bouteilles d'eaux est de 55%.



Références bibliographiques

Abane.I. (2011) : le thermalisme en oto-rhino-laryngologie. Thèse pour obtention de doctorat en médecine, Université SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH, fes

Abederrahmani et Bouabba, 2018) : étude de la qualité physico-chimique de différentes eaux minérales consommées en Algérie, mémoire de fin d'étude, université Mouloud Mammeri, p 27

ADIL. F, FADIL. K. F et NECHADI. (2014). Qualite physico chimique des eaux des sources ain Regarg et ain bouali dans la région de sefron (Moyen Atlas, MAROC) journal Issn. 20,127-146.

AFSSA. Rapport du comité d'experts spécialisés « eaux » concernant les critères de qualité des eaux minérales naturelles et des eaux de source embouteillées février et 12 juin 2001 sur la saisine n° 2001-SA-0024.

afssa. Lignes directrices pour l'évaluation des eaux minérales naturelles au regard de la sécurité sanitaire. 2008.

AFSSA, 2006. Evaluation sanitaire des matériaux en poly (éthylène téréphtalate) recyclés utilisés en tant que matériaux au contact des denrées alimentaires et de l'eau de boisson.

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

Allen B., Aramini J., Copes R., Holt J., Melean M., Sears W., Wilson J. (2000). Qualité de l'eau potable et utilisation des services de santé pour des troubles rénaux et hypertensive dans le Grand Vancouver. Santé Canada.

ARRETE international du 22 JANVIER 2006, fixant les proportions d'éléments contenues dans les eaux minérales naturelles et les eaux de source ainsi que les conditions de leurs traitements ou les adjonctions autorisées (JO N° 27 du 26 Avril 2006. **P9**)

Arrêté du 14 mars 2007 relatif aux critères de qualité des eaux conditionnées, aux traitements et mentions d'étiquetage particuliers des eaux minérales naturelles et de source conditionnées.

Bataille M., BEAUME S., BERTOCCHIO J.P., CITARDA, S., HANF, W., VRIGNEAUD L. (2016). Prescription des eaux riches en bicarbonate en France : les malades au cœur de la prise en charge pour les néphrologues et les urologues. Néphrologie & Thérapeutique, 12(1) : 38–47.

Bellmunt J., Bolla M., Briers E., Cornford P., De Santis M., Grosst et Mottet N. (2017). Guidelines on Prostate Cancer. European Urology, 71(4) : 630–642.

Boulier Florent, 2011: Retour d'expérience des opérations de lutte contre la pollution diffuse d'origine agricole ; AgroParisTech-ENGREF ; Centre de Montpellier 17p.

Boudra, A. (2007). Industrie des boissons et des jus de fruits. EDPme 36p.

Boukella, M. (1996). Les industries agro-alimentaires en Algérie: politiques, structures et performances depuis l'indépendance. CIHEAM Institut Agronomique

Brouard J., Duhamel J. (2010). L'eau et l'hydratation : une nécessité pour la vie. Journal de pédiatrie et de puériculture, 23 : 9-12. Méditerranéen de Montpellier.

Camuzard.J. (2017) : les eaux pétillantes aident-elles à la digestion ? le figaro,2017.
[https://sante.lefigaro.fr/article/les-eaux-pétillantes-aident-elles à- la digestion-/.](https://sante.lefigaro.fr/article/les-eaux-petillantes-aident-elles-a-la-digestion/)

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.

Constant F, Hawili N. Les eaux embouteillées. Cah Nutr Diététique. févr 2011;46(1):40-50.

Constant F., Jequier E. (2015). Pourquoi faut-il boire de l'eau ? pour maintenir labalance hydrique. Cahiers de nutrition et diététique, 44 : 190-197.

Degrement (2005), Mémento technique de l'eau, Lavoisier de l'eau Tome 1, paris

Delleras C, (1986), microbiologie pratique pour laboratoire d'analyse où de contrôle sanitaire, LAVOISIER, France.

Durant Fardel. M. (1862): traité thérapeutique des eaux minérales de France et de l'étranger, et de leurs emplois dans les maladies chroniques : cours fait à l'école pratique. P, 267

Dupont C. (2015). Eaux minérales naturelles et transit intestinal. Cahiers de nutrition et diététique. 50 : 38-43.

Fardellone P. (2015). Calcium, magnésium et eaux minérales naturelles. Cahiers de nutrition et diététique. 50 : 22-29.

Ferry M ; (2012). Les oligoéléments et les minéraux. NUTRITION DE LA PERSONNE agee. 4 eme Ed. Lavoisier. PARIS

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.

Gay, G. Hartemann,p. (2009) : fiche de recommandation alimentaire. Club de réflexion des cabinets et groupes d'hépatogastroentérologie

[www.cregg.org/wordpress/up-content/uploads/2020/07 document-n eaux et- sante. Pdf](http://www.cregg.org/wordpress/up-content/uploads/2020/07/document-n_eaux_et_sante.Pdf)

Gerard, G., Philippe, H. (2014). Eaux et santé. Hegel. Vol 4,N°3.3p.DOI :10.4267/2042/54108

Glover-Bondeau A-S. (2009). Fiche de Recommandations Alimentaires. Eaux etsanté.1 ère Ed. Paris.

Gouteyron, J.F. (2012) : prescrire une cure thermale en ORL en complément d'un traitement homéopathique de terrain. Revue d'homeopathie.vol. 3, Nr.2, p. 63-66

Hazzab A. (PDF) Evolution de la législation de l'exploitation et de la protection des eaux minérales naturelles et les eaux de sources en Algérie. | Abdelkrim HAZZAB [Internet]. 2012 [cité26juin2019].Disponible

sur:https://www.researchgate.net/publication/274735448_Evolution_de_la_legislation_de_l'exploitation_et_de_la_protection_des_eaux_minerales_naturelles_et_les_eaux_de_sources_en_Algérie

Hazzab A. Eaux minérales naturelles et eaux de sources en Algérie. Comptes Rendus Geosci. 1 janv 2011;343(1):20-31.

Henry M (1991) : Les eaux naturelles et les eaux de consommation Saint Laurent.

Hubert J. Quelles eaux de boisson faut-il consommer ? Prog En Urol. nov 2010;20(11):806-9.

Huret H. (2018). Les Eaux de Consommation Humaine et la Santé Publique : nutrition et santé. Ed Larousse, Paris.

International Life Science Institute (ILSI, 2001).

Jardani A ; Dupont J. (2012) : projet TIDEHYDREX : forçage hydrologiques des aquifères du remplissage estuarien : un atelier expérimental pilote pour la prévision de l'influence des changements climatiques sur le fonctionnement hydrologique des zones humides. Projet Seine-Aval 4. P. 136

Kamgaing.T. (2007) : l'hémochromatose, une maladie génétique lente mais potentiellement fatale : attention aux eaux ferrugineuses et à certaines habitudes alimentaires et nutritionnelles. International journal of biological and chemical science.vol 1, Nr. 1,p 90698

Khelif.S et Rebboud.A (2020): étude physico-chimique de quelques eaux minérales en Algérie, mémoire en vue de l'obtention de diplôme de master en génie des procédés

Krouse M.V., Hunsher M.A, (1987), Nutrition et biothérapie,édition HRW. P52.

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

Lachassagne, P. (2019). Eau minérale naturelle. In : encyclopédie l'environnement, p9.

Leclerc H., Butliux R, Guillaume J, Walter P, chimie des eaux, (1997).

L'Eco news, Nestlé Water Algérie, 11 mars 2014

Legube B., Merlant N et Rodier J (2009). L'analyse de l'eau 9eme éditions, DUNOD, paris
Maison des Eaux Minérales Naturelles. (2019). En ligne

Molénat J., Dorioz J.M., Gascuel C. et Gruau G., 2011 : Les pollutions de l'eau dans les bassins versants agricoles : natures, sources et mécanismes de transfert ; Territ'Eau -Agro-Transfert Bretagne - version du 28/12/2011 ; 9p

Medjkoune L et Allou S. 2019 : analyse physico-chimique et microbiologique de l'eau minérale naturelle embouteillée (IFRI) et sa comparaison avec l'eau de robinet alimentée par le barrage TICHIAFF ; UNIVERSITE Abderahmane Mira Bejaia, p24-26

Ohayon-Couetès,M.C. (1995) : les eaux minérales sulfurées problématique générale.

Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2015). La qualité des eaux conditionnées en France.

OMS (Organisation mondiale de la santé) (1985) : Directives de qualité pour l'eau de boisson. Vol. 1. Recommandations Genève.p.129

Olivaux Y. La nature de l'eau. 2010.

Oumou Samba Gassambe. 2012, Contribution a une meilleure connaissance de la réglementation et de la composition physico-chimique des différentes marques d'eau minérale vendues au MALI.Thèse de Doctorat d'état, Université. De Bamako, 156 p

Pennarun, P.Y., 2001. Migration from recycled PET bottles. Elaboration and validation of a model usable of functional barriers, University of Reims Champagne-Ardenne, Reims (France).

Petraccia L, Liberati G, Masciullo SG, Grassi M, Fraioli A. Water, mineral waters and health. Clin Nutr Edinb Scotl. Juin 2006;25(3):377-85.

Popoff.G. (2010) : spécifié, législation et contrôle des eaux minérales naturelles utilisées dans les établissements thermaux français. La presse thermale et climatique. Vol. 147, Nr.33, p. 93-106

Rapport général APAB/EDPme, Analyse Filière boissons en Algérie, Euro développement PME Commission Européenne et Ministère de la PME et de l'artisanat du gouvernement Algérien. 2005, 96 p

Rejsek F, (2002), Analyse des Eaux, CRDP d'Aquitaine, France.

Rodier J. (2005). l'analyse de l'eau / : Eaux naturelles. Eaux Résiduaire. Eau de mer 8 eme Ed, DUNOD, paris.

Roignant, F. (2007). L'eau en méditerrané : usage enjeux.

Sigg L., Behra P, Stumm W, (2000), chimie des milieux aquatiques, édition DONOD, paris.

Sicard J. (2018). L'hydratation, au cœur de la stratégie nutritionnelle du sportif. Actualités Pharmaceutiques, 57(575) : 25–29.

Thomas A. (2017) : Etude qualitative par entretien semi- dirigés réalisé dans les établissements thermaux de Vittel, Bains-les-Bains et plombières-les-Bains. Thèse pour obtenir le grade de docteur en médecine, Université de lorraine faculté de médecine de Nancy

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.

Vilaginès R. Eau, environnement et santé publique introduction à l'hydrologie. Paris:Ed. Tec & Doc; 2010

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.

Textes officiels :

- (CODEX STAN 108 – 1981) CODEX STANDARD FOR NATURAL MINERAL WATERS
- Commission du Codex Alimentarius. (2007). L'Eau. Première Edition, Rom.

- DIRECTIVE 2009/54/CE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL. Juin 2009;Eaux de boisson et lithiase calcique urinaire idiopathique. Quelles eaux de boisson et quelle cure de diurèse? | Urofrance [Internet]. [Cité 26 juin 2019]. Disponible sur: <https://www.urofrance.org/base-bibliographique/eaux-de-boisson-et-lithiase-calciqueurinaire-idiopathique-quelles-eaux-de>
- FAO, WHO--Work programme, Joint FAO/WHO Food Standards Programme, Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission. Codex alimentarius: l'eau. Rome; [Genève:Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture ; Organisation mondiale de la santé; 2007.
- Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire. Juillet 2004;
- Journal officiel de la république Algérienne N° 45. (2004).
- Journal officielle de la république Algérienne septembre. (2005)
- Norme européenne, (2002), EN ISO 7899-2.
- Norme marocaine, (2004), PNM 9308-1
- Norme internationale ISO 6461/1-1986

Sites internet :

- **Anonyme 01** : Cf. fiches « Besoins et ressources » et « Crues et inondations » <http://www.eaurmc.fr/pedageau/lecycle-de-leau/le-cycle-naturel-de-leau.html> (schéma interactif. Consulté le 10/10/2022
- **Anonyme 02** : Observatoire régional de l'environnement (Poitou-Charentes), Réseau partenarial des données sur l'eau (Futuroscope-Chasseneuil V. L'environnement en Poitou-Charentes: thème, l'eau. Futuroscope-Chasseneuil; [Poitiers: Observatoire régional de l'environnement Poitou-Charentes ; Région Poitou-C. Consulté le 10/10/2022
- **Anonyme 03**: <https://www.aps.dz//> cosulté le 23/10/2022
- **Anonyme 04**: <https://www.caminteresse.fr> consulté le 23/10/2022
- **Anonyme05**:<https://eaumineralenaturelle.fr/bouteille-eau/eau-en-bouteille-et-solidarite> Consulté le 08/11/2022
- **Anonyme 06**: ecosociosystemes.fr/eau-proprietés-physicochimiques. Consulté le 08/11/2022
- **Anonyme 07**: <https://réutilisable.net> Consulté le 08/11/2022
- **Anonyme 08**: <https://www.selondessolidarités.org/> Consulté le 08/11/2022
- **Anonyme 09**: <https://www.maxisciences.com> Consulté le 08/11/2022
- **Anonyme 10**: www.conservation-nature.fr Consilté le 10/11/2022
- **Anonyme 11**: <https://www.reco-france.com/> Consulté le 10/11/2022
- **Anonyme12**: <https://.algerie-eco.com/2019/11/06/eau-minérale-produit-marques-interdts-commercialisation/> Consulté le 12/11/2022
- **Anonyme 13**: <https://www.cevital-agro-industrie.com/fr/produit-grand-public/llk-p11> Consulté le 12/11/2022