

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université Abbès Laghrou
- Khenchela-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département d'Ecologie & Environnement

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de
Master d'Ecologie et Environnement
Spécialité : protection des écosystèmes

Thème

*Etude hydro chimique de quelques eaux
minérales Algériennes*

Présenté par :

- **BOUZAHER FATIHA**
- **ZAOUAGUI IMANE**

DEVANT LE JURY :

Président : M^r : DAIFELLAH TAREK

(Université Abbès Laghrou Khenchela)

Prometteuse : M^{me} : LAKHDARI SOUMIA

(Université Abbès Laghrou Khenchela)

Examinatrice : M^{me} : BERKANI CHERIFA

(Université Abbès Laghrou Khenchela)

Année universitaire : 2019/2020

Remerciement

Avant tout, nous remercions **le DIEU PUISSANT** pour nous avoir donné la santé, le Courage, la force, la volonté pour mener ce travail à terme. L'accomplissement du présent travail n'a été possible qu'avec le soutien d'ALLAH et de certaines personnes :

Nous remercions très chaleureusement notre encadreuse Madame **LEKHDARI Soumia** Pour son aide précieux, ses conseils et ses orientations, et pour sa disponibilité entière et sa grande qualité humaine. Qu'elle nous a accordés, et permis de mener à bien ce travail.

Nous remercions Monsieur **DAIFELLAH Tarek** d'avoir accepté de participer à notre jury et d'en Être le président, nous connaissons bien ses grandes qualités professionnelles et humaines.

Nous remercions Madame **BERKANI Cherifa** pour avoir Pris de leur temps en acceptant de faire partie du jury en tant qu'examinatrice, nous connaissons bien ses grandes qualités professionnelles et humaines.

Nous leur sommes infiniment reconnaissants. Leurs critiques et suggestions contribueront certainement à rehausser la valeur scientifique de ce travail.

Comme nous sommes très ravis de saisir l'occasion de remercier tous les enseignants, qui ont guidé nos pas vers un avenir brillant. Ainsi qu'à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents ma mère et mon père pour leurs encouragements.

Mes chers frères, et ma chère sœur Ferdousse

À tous ceux qui m'aiment et que j'aime .

À tous mes amis et camarades.

À tous la promotion de l'année 2019/2020 option : protection des écosystèmes

Bouzaher fatiha

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents ma mère et mon père pour leurs encouragements.

Mes très chers beaux-frères et très chères belle sœurs.

Mes neveux et nièces.

À tous ceux qui m'aiment et que j'aime.

À tous mes amis et camarades.

À tous la promotion de l'année 2019/2020 option : protection des écosystèmes

Zaouagui imane

LES TABLEAUX DES MATIÈRES

Sommaire

Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Sommaire	I
Liste de tableaux	IV
Liste de figure	VI
Liste des symboles et abréviations	VII
INTRODUCTION GENERALE	01
Chapitre I :Généralité sur les eaux	
Introduction	03
I.1.Définition de l'eau	03
I.2.Origine de l'eau	03
I.3.L'importance de l'eau	04
I.4.Cycle de l'eau	04
I.4.1 Les eaux de pluie	04
I.4.2 Les eaux de surface	04
I.4.3 Les eaux souterraines	05
I.5.Les trois Etats physiques de l'eau	06
I.5.1.Etats vapeur	06
I.5.2.Etats solide	06
I.5.3.Etats liquide	06
I.6. Les eaux d'approvisionnement	07
I.6.1. Eaux souterraines	07
I.6.2. Eaux de surfaces	07
I.7. Qualité des eaux	08
I.7.1. La qualité de l'eau d'alimentation	08
I.7.2. La qualité des eaux souterraines	09
I.8. Terminologie des eaux de consommation	09
I.8.1. EAU POTABLE	09
I.8.2. EAU NATURELLE	09
I.8.2.1Les eaux de source	10
I.8.2.2 Les eaux minérales	10

Sommaire

I.9.NORMES DE POTABILITE	11
I.9.1.LES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	11
I.9.2. LES Paramètres Organoleptiques	20
I.9.3. Les paramètres bactériologiques	21
CONCLUSION	23
Chapitre II :les eaux embouteillées	
INTRODUCTION	24
II.2 Historique des eaux embouteillées	24
II.3. Les type d'eaux en bouteille	25
II.3.1 EAU DE TABLE	25
II.3.2 EAU DE SOURCE	25
II.3.3 EAU MINIRALE NATURELLE	26
II.3.3.1 Définition	26
II.3.3.2. caractéristiques générales	26
III.3.3.3. Propriétés générales	27
II.3.3.4. Exemples de qualités thérapeutiques	28
II.4. Origine des eaux minérales et des eaux de sources	29
II.5. Situation d'eau embouteillée	30
II.5.1. Dans le monde	30
II.5.2 En Algérie	30
II.6.Réglementation algérienne concernant les eaux naturelles	32
II.7 PROCESSUS D'EMBOUTEILLAGE	35
II .8.Bouteille d'eau en PET	36
II.09. Réglementation	39
II.9.1 Durée de conservation	39
II.9.2 Étiquetage	39
II.9.3 Mentions obligatoires	40
II.10.LES élément majeurs des eaux embouteillées :	40
II.11.la situation graphique de l'eau embouteillée en Algérie	41
II.11.1. cartographie des eaux	41
II.12.Classification des eaux embouteillées	45
II.12.1 Classification hydro-chimique des eaux (Diagramme de Piper)	45

Sommaire

II.12.2 Classification des eaux embouteillées en fonction de degré de minéralisation	45
.II.12.3 Classification en fonction de la composition ionique	46
II.12.4 Classification selon la dureté TH	46
II.12.5 Classification de Stuyfzand	46
CONCLUSION	49
III.1 Introduction	51
III.2 L'objectif de l'étude :	51
III.3 présentation des eaux embouteillée étudiées et zone d'étude ;	52
III.3.1 ; classification des eaux étudiées selon la nomination sur les étiquettes «eau de source » ou «eau minérale ».	61
III.4.caractérisation physique-chimique des eaux :	62
III.5 classification des eaux embouteillées	65
III.5.1 Facies hydro-chimique	65
III.5.1.1 Diagramme de Piper	65
III.5.1.2 Diagramme de Schoëller Berkaloff	69
III.5.2 classification des eaux embouteillées en fonction du degré de Minéralisation	73
III.5.3.classification en fonction de la composition ionique	75
III.5.4: classification selon la dureté THt	78
III.6.Analyse factorielle descriptive des eaux étudiées :	80
III.6.1. Analyse en composantes principales	80
III.6.2. Statistique descriptive	80
III.6.3. Analyse de la matrice des corrélations	81
III.6.4. Analyse statistique en composants principales	84
III.7 Conclusion	85
CONCLUSION GENERALE	86
Références bibliographiques	
Résumé	
Abstract	
ملخص	

Liste des tableaux

Liste de tableaux

Tableau01 : comparaison entre les eaux de surface et souterraine.	08
Tableau 02 : classification des eaux selon la température	11
Tableau03 : classification des eaux selon leurs PH	12
Tableau 04 : classification des eaux selon leurs conductivités	13
Tableau05 : détermination de la minéralisation à partir de la conductivité	14
Tableau06 : la potabilité en fonction des résidus secs	14
Tableau07 : classification de l'eau selon la dureté totale	16
Tableau 08 : consommation des eaux embouteillées en Algérie	31
Tableau 09 : Eaux embouteillées Algériennes	43
Tableau 10 : Eaux embouteillées Algériennes	44
Tableau11 :Classification des eaux en fonction de la minéralisation.	45
Tableau12 : relation entre la dureté et THt	46
Tableau 13 : Division en types principaux sur la base de la concentration en chlorure .	47
Tableau 14 : Subdivision des types principaux en types selon à l'alcalinité	48
Tableau 15 : Subdivision des sous-types en 3 classes sur la base de (Na + K + Mg) corrigé par le sel marin.	49
Tableau 16 :l'eaux en bouteilles étudiées classé par région	52
Tableau17 :l'eaux en bouteilles étudiées classé par région	53
Tableau 18 : classification des eaux étudiées selon la nomination sur les Etiquettes «eau de source » ou «eau minérale ».	61
Tableau 19 : paramètres physico-chimique des eaux minérales	63
Tableau20 : paramètres physico-chimique des eaux de source	64
Tableau 21 : facies chimiques des eaux minérales selon le diagramme de Schoeller-Berkaloff.	71
Tableau .22 : facies chimiques des eaux des sources selon le diagramme de Schoeller-Berkaloff.	73
Tableau 23 : Classification des eaux de source en fonction de la minéralisation	74
Tableau 24 : Classification des eaux minérale en fonction de la minéralisation	75
Tableau 25 : Classification des eaux de source en fonction de la composition ionique.	76

Liste des tableaux

Tableau 26: Classification des eaux minérales en fonction de la composition ionique	77
Tableau 27 : classification des eaux de source selon la dureté THt	78
Tableau 28 : classification des eaux minérales selon la dureté THt.	79
Tableau 29 : résumé les paramètres statistiques des caractéristiques physico-chimiques des eaux de source et minérale .	80
Tableau 30 : matrice de corrélation entre les éléments chimiques (25 point d'eau).	81
Tableau 31 : valeurs propres et contribution à la variance totale	82



Liste des figures

Liste de figure

Figure.01 : molécule d'eau	03
Figure.02 : le cycle de l'eau	05
Figure 03 : les trois états de l'eau	06
Figure 04 : Evaluation de la consommation (disponibilités) des eaux embouteillées en Algérie	31
Figure 05 : les étape de la mise en bouteille de l'eau de source ou l'eau minérale , dans une bouteille en PET	38
Figure 06 : situation géographique des eaux embouteillée en Algérie	42
Figure 07 : Codage d'un type d'eau sur 10 positions.	47
Figure 08 : cartographie des eaux embouteillées étudiées et localité de la zone d'étude	60
Figure 09 : Diagramme de Piper relatif aux eaux minérales naturelles	66
Figure 10. : Diagramme de Piper relatif aux eaux de source	67
Figure 11 : Diagramme de Piper relatif aux eaux de source (suite)	68
Figure 12 : diagramme de berkaloﬀ relatif aux eaux minérales	69
Figure 13 :Diagramme de barkaloff relatif aux eaux minérales	70
Figure 14 : diagramme de barkaloff relatif aux eaux de source	71
Figure15 : diagramme de berkaloﬀ relatif aux eaux de source	72
Figure 16 :Représentation graphique des valeurs propres des facteurs	82
Figure17 :Résultats de l'ACP des données chimiques des eaux minérales et de source	84

Liste d'abréviation et symbole

Liste d'abréviation et symbole

- **H₂O** : formule chimique de l'eau
- % : pourcentage
- ° : degré
- C° : degré Celsius
- **NH₄** : l'ammonium
- **UNICEF** : Fonds des Nations unies pour l'enfance
- **T** : température
- **pH**: Potentiel Hydrogène
- **H⁺** : ion hydrogène
- (**mol/l**) : mole par litre
- (**s/m**) : simens par mètre
- (**µS/cm**) : le micro simens par centimètre
- (**RS**): résidu sec
- (**Mg/l**):
- **TH** : Titre hydrométrique
- °F : Degré français
- **TCa** : La dureté calcique
- **TMg**: La dureté magnésienne
- **Mg²⁺** : ion magnésium
- **Ca²⁺** :ion calcium
- **Na²⁺** : ion sodium
- **K⁺** : ion potassium
- **Fe²⁺** : ion fer
- **NH⁴⁺** : ion ammonium
- **CO₃**: ion carbonate
- **HCO₃**: ion hydrogénocarbonate
- **Cl⁻**: ion chlorure
- **NO₃**: ion nitrate
- **NO₂**: ion nitrite
- **NaCl** :chlorure de sodium
- **KCl** :chlorure de potassium

Liste d'abréviation et symbole

- **CaCl₂** :chlorure de calcium
- **Co₂** :dioxyde de carbone
- **NTU**: Néphélométrie Turbidité unit
- **E.coli** : Escherichia coli
- **ANC** : Apports nutritionnels conseillés
- **EMN** : Eau minérale naturelle
- **PET** : polyéthylène téréphtalate
- **ES** :Eau de source
- **APAB** :L'association des producteurs de boissons
- **THT** :La dureté totale ou titre hydrotimétrique
- **JORA** :Journal officiel de la République Algérienne
- **Acp**: analyse en composant principale

INTRODUCTION
GÉNÉRALE

Introduction Générale

Introduction :

« L'eau est source de vie » l'eau est un élément naturel d'une importance primordiale, indispensable à toute forme de vie et qui ne peut être considérée comme un simple produit commercial, elle doit être classée comme un patrimoine universel qui doit être conservée, défendue et traitée comme tel. Elle est une ressource vitale pour l'homme, sa survie, sa santé, son alimentation ; elle est également nécessaire pour ses activités agricoles et économiques....

Les fonctions qu'assure l'eau sont nombreuses :

- Fonction de transport et d'excrétion : elle permet le transport des nutriments, des minéraux, des vitamines du sang vers les cellules qui en ont besoin.
- Fonction de thermorégulation : consiste à maintenir la température constante à l'intérieur de notre corps.
- Contribution aux réactions chimiques : elle intervient donc dans les réactions chimiques nécessaires à la locomotion de tout être vivant
- Fonction de lubrification : l'eau joue ici un rôle au niveau des articulations (liquide synovial) ainsi que du système digestif (mucus et salive)

La totalité de l'eau contenue sur terre forme ce que l'on appelle l'hydrosphère, dont le volume total est estimé à 1 400 millions de Km³. Cela paraît considérable, mais il convient car l'eau douce ne représente que 39,2 millions de km³. Par ailleurs, les besoins en eau sont énormes et font que les nappes s'épuisent et que les sources se révèlent insuffisantes. L'homme doit se tourner alors vers les eaux de surface souvent polluées. Pour toutes ces raisons, les habitudes de consommation d'eau sont en train de changer. Cette volonté de recherche de la bonne eau a conduit beaucoup de nos pays à s'orienter vers les eaux minérales, qui sont censées être naturellement pures et possèdent des propriétés bénéfiques pour la santé. **(Oumou, 2012).**

Les eaux en bouteille (minérale et de source) sont facilement disponibles tant dans les pays industrialisés que dans les pays en développement, elles représentent parfois un coût important pour le consommateur. Les gens achètent de l'eau en bouteille pour des considérations de goût, de commodité ou de mode, mais des aspects tels que la salubrité et les effets bénéfiques potentiels de ces eaux sur la santé jouent aussi un rôle important.

Introduction Générale

Une bouteille d'eau minérale naturelle, grâce à sa composition stable, a une étiquette qui reprend les informations quant à sa composition Minérale. Celle-ci contient les renseignements utiles, et doit être conforme au produit contenu dans la bouteille. **(Margat& Vasken, 2008)**.

Le but envisagé dans ce mémoire consiste à l'étude hydro-chimique des eaux mise en bouteilles pour représenter le faciès chimique des eaux étudiées (minérale et source) commercialisées sur le marché Algérien (l'Est et le centre d'Algérie) et leurs classifications. Pour cette raison on a procédé d'étudier de plusieurs échantillons d'eau (minérale et de source) disponibles sur le marché.

Nous avons structurées notre démarche en trois chapitres interdépendants :

Nous donnons dans le premier chapitre, les notions de base nécessaires à la compréhension du travail présenté dans ce mémoire. Une description générale des eaux sont donnée en premier lieu. Nous commencerons par définition de l'eau, l'origine, l'importance, ses origines, et la dynamique du cycle de l'eau. Nous passerons à présenter les trois états de l'eau ainsi que les eaux d'approvisionnement, L'objectif est de faire le point sur les éléments majeurs (cations ; anions). La présentation des caractéristiques de l'eau potable (bien Organoleptiques ; bien Physico-chimiques)., les normes de potabilités

Une connaissance de l'origine et les caractéristiques des eaux minérales sont données dans le deuxième chapitre, et ça classification pour l'étude des eaux embouteillées et ces propriétés et procédés

Le troisième chapitre a été obtenu par les études des différentes marques des eaux embouteillées commercialisées au marché algérien présentent une composition chimique différente qualitativement.

Une conclusion générale est donnée à la fin de ce manuscrit.

CHAPITRE I

Chapitre I Généralités sur l'eau

Introduction

L'eau est essentielle à toute forme de vie, elle a longtemps été considérée comme un bien disponible et inépuisable. Pourtant, si le volume d'eau douce disponible sur la planète reste constant, l'accroissement de la consommation dans de nombreux pays du monde et la répartition inégale à la surface de la terre représentent un défi sans précédent à l'humanité ; celui du partage et de l'approvisionnement en eau des générations futures (Margat&Vasken ,2008) .

I.1.Définition de l'eau

L'eau (que l'on peut aussi appeler oxyde de dihydrogène hydroxyde d'hydrogène ou acide hydroxy que) est un composé chimique simple mais avec des propriétés complexes à cause de sa polarisation, sa formule chimique H₂O. C'est à dire que chaque molécule d'eau se compose d'un atome d'oxygène entre deux atomes d'hydrogène (Oumou, 2012).

I.2.Origine de l'eau

L'eau est formée à partir de la combinaison d'atomes d'hydrogène au cours d'une réaction exothermique l'atome d'hydrogène qui est produit très tôt dans l'histoire de l'univers est le premier atome formé , L'atome d'oxygène est produit un peu plus tardivement au cours d'une réaction de fusion thermonucléaire au sein de certains étoiles.

Lorsque la terre s'est formée, l'eau était une des molécules présentes en quantité importante (Oumou, 2012).

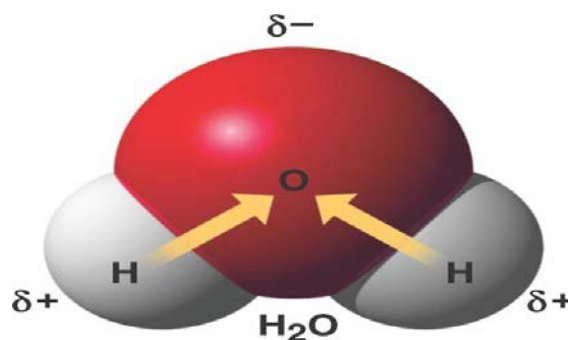


Figure.01 : molécule d'eau (Spellman et Frank, 2008).

I.3.L'importance de l'eau

L'eau, sous toutes ses formes, fleuves et rivières, lacs, étangs, marais, zones humides, nappes souterraines joue des rôles multiples dans le fonctionnement des écosystèmes L'eau est un vecteur extraordinaire de requalification urbain, Les initiatives d'aménagement des berges des fleuves et des rivières au cœur des villes ont toujours recueilli l'adhésion des habitants (**Bendicte, 1995**).

I.4.Cycle de l'eau

L'eau est un élément sous trois formes (liquide, gazeux et solide) qui parcourt un cycle éternel (**Muguel et Witkam, 1935**).

L'évaporation lente et incessante des fleuves , des lacs et des mers provoque la formation dans la haute atmosphère des nuages qui par condensation se transforment en pluie , une fraction des eaux de pluie ruisselle à la surface du sol et va grossier les cours d'eau et les lacs , d'où elle est sujette d'une part à l'évaporation , d'autre parte à l'infiltration à travers le sol , une partie des eaux d'infiltration est reprise par la végétation qu'elle alimente avant d'être rejetée dans l'atmosphère , c'est l'évapotranspiration , l'autre partie s'accumule dans le sous-sol pour former des nappes souterraines qui à leur tour peuvent former des sources émergentes à la surface du sol (**Lanox et Roy, 1976**) . De ce cycle nous pouvons dégager trois sources d'approvisionnement en eau.

I.4.1 Les eaux de pluie

les eaux de pluie peuvent être collectées à partir des toitures des maisons dans des récipients ou dans des impluviums qui sont les zones identifiées d'infiltration de l'eau (pluie, neige , etc. ...) qui alimentent le gisement d'eau souterraine (aquifère) au sein de quel l'eau minérale se constitue lentement , A l'origine ces eaux sont pures sur le plan microbiologique , mais sur le plan chimique , il leur manque souvent certains éléments indispensables à la santé comme le sodium, le magnésium, le manganèse, le fer, l'iode .

I.4.2 Les eaux de surface

Composées d'eaux de mer, de fleuve, de rivière de marigot, ces eaux couvrent près de 70% de la surface de la terre 97% de ces eaux sont constitué d'eau salée dont l'essentiel est dans les océans et 3% seulement d'eau douce, grossies par les eaux de ruissellement elles reçoivent toutes sortes de déchets contenant souvent des germes nuisibles pour la santé

I.4.3 Les eaux souterraines

Formées par les eaux d'infiltration, les eaux souterraines sont exemptes de pollution, Elles peuvent être chargées de minéraux et d'oligoélément dans ce cas elles sont considérées comme des eaux minérales naturelles (Coulibaly, 2005).L'eau s'évapore, se condense et se précipite continuellement dans un cycle infini qui entraîne d'énormes échanges d'énergie.

- L'évaporation chauffée par le soleil, l'eau des océans, des rivières et des lacs s'évapore et monte dans l'atmosphère.
- La condensation au contact des couches d'air froid de l'atmosphère, la vapeur d'eau se condense en minuscules gouttelettes qui, poussées par les vents, se rassemblent et forment des nuages.
- Les précipitations les nuages déversent leur contenu sur la terre, sous forme de pluie, neige ou grêle.
- Le ruissellement la plus grande partie de l'eau tombe directement dans les océans. Le reste s'infiltrate dans le sol (pour former des nappes souterraines qui donnent naissance à des sources) ou ruisselle pour aller grossir les rivières qui à leur tour vont alimenter les océans.

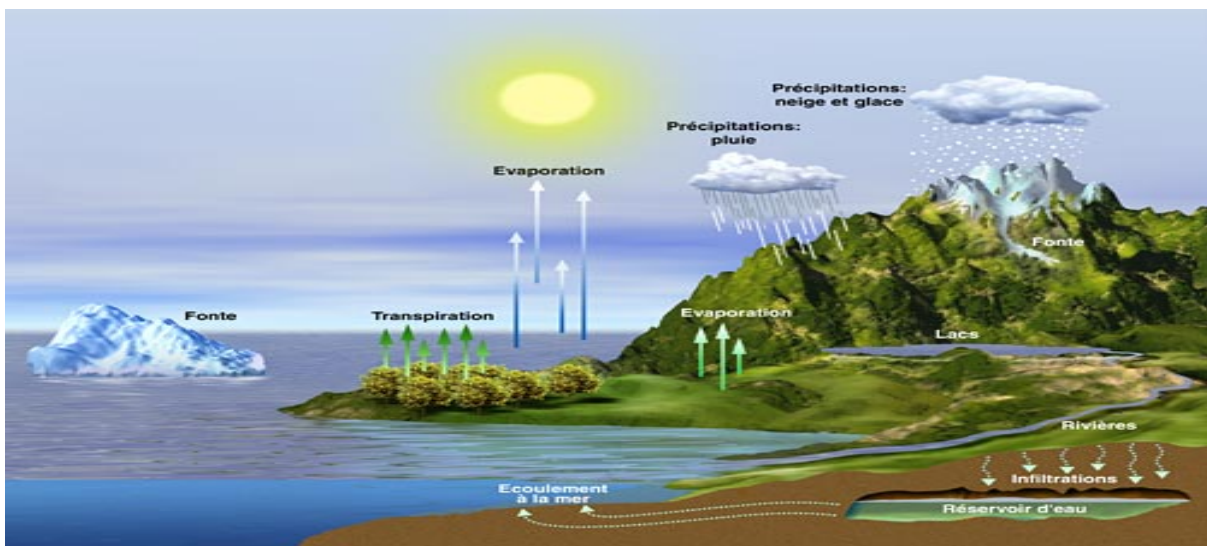


Figure02 : le cycle de l'eau (source :abh-cz.com.dz)

I.5. Les trois états physiques de l'eau

L'eau peut se présenter sous trois états physiques ou bien phases solide (glace), liquide (eau) et gaz (vapeur d'eau)

I.5.1. États vapeur

Il est obtenue à partir de 100°C à la pression atmosphérique, les molécules sont relativement indépendantes les unes des autres et correspondent au modèle angulaire. (Ouardi et Bouras, 2016)

I.5.2. États solide

Il est obtenu en dessous de 0°C sous la pression atmosphérique les molécules sont disposées suivant un tétraèdre avec une molécule d'eau centrale et quatre autres disposées suivant les quatre sommets d'un tétraèdre régulier

Le réseau cristallin qui en résulte est hexagonal les molécules sont assemblées par des liaisons hydrogène, chaque atome d'hydrogène d'une molécule d'eau étant lié à l'atome d'oxygène de la molécule voisine (Ouardi et Bouras, 2016)

I.5.3. États liquide

Au cours de la fusion de la glace les liaisons hydrogène se rompent, le cristal s'effondre et les molécules se rapprochent les unes des autres la masse volumique augmente jusqu'à une valeur maximale correspondant à une température de 4°C sous 1 atmosphère

Masse volumique de l'eau liquide < Masse volumique de la glace (Ouardi et Bouras, 2016)

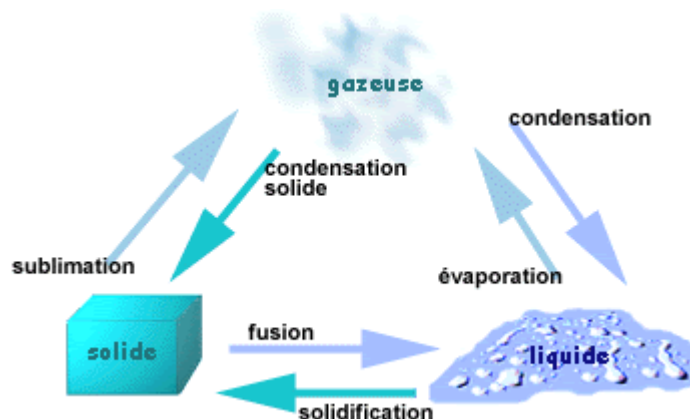


Figure03 : les trois états physiques de l'eau. (meteocentre.com)

I.6. Les eaux d'approvisionnement

Les réserves disponibles des eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surface stagnantes (lacs, retenues de barrages) ou en écoulement (rivières) (**Degremont, 2005**).

L'approvisionnement en eau d'un particulier ou d'une collectivité implique au préalable la découverte d'une ressource en eau de qualité.

L'eau utilisée pour les besoins humains a pour origine première l'eau de pluie. Cependant, la pluie qui tombe sur le sol se partage en diverses fractions : une partie retourne dans l'atmosphère sous forme de vapeur ; une autre partie ruisselle à la surface du sol et le reste pénètre dans le sol par infiltration (**Gommella et Guerree, 1985**).

I.6.1. Eaux souterraines

Les eaux souterraines constituent une provision d'eau potable inestimable pour l'humanité. Dans plusieurs pays, c'est pratiquement la seule source d'approvisionnement.

Quand l'eau de pluie tombe sur le sol, elle peut ou non y pénétrer. Suivant la nature du sol, l'eau s'infiltre ou ne s'infiltre pas dans les nappes souterraines (**Valiron, 1989**). Les eaux souterraines sont contenues dans les pores des sédiments ou des roches, sont habituellement à l'abri des sources de pollution (**Desjardins, 1997**). Elles restent jusqu'à présent les meilleures ressources en eau potable (**Margat, 1992**). Toutefois, certaines caractéristiques minimales sont exigées pour qu'elles puissent servir à la production d'eau potable qui doit-elle-même satisfaire à des normes de qualité physico-chimique et biologique avec un traitement adapté aux paramètres de qualité à corriger (**Guergazi, 2005**).

I.6.2. Eaux de surfaces

Les eaux de surface, également appelées eaux superficielles, sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents, elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement (**Degremont, 2005**).

Les eaux de surface sont moins stables, elles contiennent des matières minérales et organiques en suspension qui peuvent engendrer des désagréments olfactifs et gustatifs

Tableau 1 : comparaison entre les eaux de surface et souterraines•(ecosociosystemes.fr)

Caractéristiques	Eaux de surface	Eaux souterraines
Température	Variables suivant les saisons	Relativement constant.
Turbidité	Niveau variable parfois élevées	Faible ou nul (excepté dans les sols calcaires.
Couleur	Principalement dû aux sols en suspension (argile, algue ...) excepté pour les Eaux acides et très douces.	Faible due surtout aux matières organique dissoutes.
Teneur en sels minéraux	Varie avec les sols, les précipitations, les effluents	Constante, généralement plus élevés que pour l'eau de surface.
NH4	Seulement dans les eaux polluées.	Souvent détectées.
Nitrates	Niveau généralement faible	Niveau parfois élevée
Organismes vivants	Bactéries, virus, plancton (animal et végétal)	Faible contamination bactérienne.

I.7. Qualité des eaux

I.7.1. La qualité de l'eau d'alimentation

L'eau est l'aliment le plus surveillé, elle est soumise aux normes et exigences de qualité les plus sévères (**Defrangeschi, 1996**).

L'eau d'alimentation humaine ne doit contenir en quantités dangereuses ni micro-organismes, ni substances chimiques nocifs pour la santé; en outre, elle doit être aussi agréable à boire que les circonstances le permettent. Les eaux d'alimentation humaine doivent satisfaire aux exigences de qualité spécifiées.

L'eau joue un rôle important pour la vie, la santé, l'accès à l'hygiène et au confort, elle constitue d'une autre côté le vecteur de nombreuses maladies à transmission hydrique, comme la brucellose, la tuberculose, la fièvre typhoïde, le choléra et les diarrhées, pour ne citer que

quelques maladies qui tuent des milliers de personnes chaque année à travers le monde (Ouahdi, 1995).

I.7.2. La qualité des eaux souterraines

Étant donné que les eaux souterraines sont généralement pures sur le plan bactériologique (UNICEF, 1999) elles constituent une meilleure solution que les eaux de surface en termes de génie sanitaire (Fiambsch, 1998).

Dans la réalité, les eaux souterraines sont rarement pures tout au long de l'année, il faut étudier leur évolution surtout pendant les précipitations importantes où elles peuvent se troubler ou même être souillées par une nappe phréatique d'une rivière voisine.

Elles peuvent être également polluées à partir de sol par des épandages de pesticides, par des rejets d'eau résiduaux d'origines animale ou humaine (Gaujour, 1995).

I.8. Terminologie des eaux de consommation

Plusieurs terminologies existent pour désigner un même produit l'eau potable, l'eau de robinet, l'eau de boisson, l'eau d'alimentation....

Les principaux types d'eaux destinées à la consommation humaine sont celles fournies par un réseau de distribution et les eaux commercialisées.

I.8.1. Eau potable

La définition d'une eau potable repose sur des normes établies par une réglementation.

Cette dernière varie d'une communauté économique ou d'un pays à l'autre et est évolutive. (Olivaux, 2007). L'eau potable est une eau douce propre à la consommation humaine qui peut être utilisée sans restriction pour boire ou préparer la nourriture. L'eau potable est une ressource naturelle primaire à la consommation ; la potabilité permet la survie des êtres vivants et les activités humaines fondamentales car l'eau subit un traitement qui élimine les agents pathogènes (objets entrant en contact avec les denrées alimentaires (Dfi, 2005).

I.8.2. Eau naturelle

Différente de l'eau pure en ce qu'elle renferme diverses matières en solution et en suspension impuretés minérales ou organiques.

Les eaux de sources et de puits, ayant traversées le sol, contiennent des substances organiques et minérales (**Codex, 1981**), elles sont filtrées par les sols

I.8.2.1 Les eaux de source

L'eau de source est directement potable à l'état naturel car elles sont issues de nappes D'eaux souterraines non polluées, profondes ou protégées des rejets dus aux activités Humaines.

Elle fait l'objet d'analyses régulières pour vérifier qu'elle reste de bonne qualité mais n'est pas spécialement tenue d'avoir une formule fixe.

Les seuls traitements qu'il est permis d'appliquer aux eaux de source, afin d'éliminer Les éléments instables que sont les gaz, le fer et le manganèse, sont l'aération, la Décantation et la filtration.

Les eaux de source naturellement gazeuses, qui contiennent du gaz carbonique dissous, Peuvent également être ré gazéifiées avant d'être embouteillées.

Les eaux de source ne peuvent pas revendiquer d'effets favorables sur la santé ; elles ne doivent pas utiliser d'expression contenant le mot "minéral" ou ses dérivés et enfin elles ne doivent mettre en avant aucun élément relatif à leur composition. (**Oumou, 2012**)

I.8.2.2 Les eaux minérales

Les eaux minérales sont des eaux souterraines ayant des propriétés particulières leur pureté originelle, leur source unique tenue à l'abri de tout risque de pollution et leur composition minérale constante. Contrairement à l'eau de robinet et à l'eau de source, Leurs teneurs en minéraux et en oligo-éléments ne sont pas limitées et c'est ce qui peut leur conférer des vertus thérapeutiques et leur composition est stable dans le temps.

Les eaux minérales ont l'avantage d'un nom commercial spécifique et d'une composition constante. Ainsi, le consommateur est assuré de la stabilité de la composition de l'eau de la marque choisie. (**Oumou, 2012**)

I.9. Normes de potabilité

Les normes de potabilité sont l'ensemble des critères organoleptiques, physiques, chimiques, toxiques, éléments indésirables et bactériologiques que doit respecter une eau pour pouvoir être offerte à la consommation humaine (**Hubert et Marin, 2001**)

I.9.1. Les paramètres physico-chimiques**A. La température**

La température est un facteur aggravant sur le plan physicochimique en accélérant les cinétiques de réactions (**Popoff, 1991**). Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique et dans la détermination du pH (**Rodier, 2009**).

Une température élevée favorise la croissance des micro-organismes, peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur (**OMS, 1994**). Par contre une température inférieure à 10 °C ralentit les réactions chimiques dans les différents traitements des eaux. (**Rodier, 2005**).

La température est mesurée sur le terrain en même temps que celle de l'air à l'aide d'un thermomètre (**Permo, 1981**), ou une thermo sonde (**Ganjous, 1995**).

La température optimale d'une eau d'alimentation se situe entre 9°C et 12°C (**Perlemuter, 1981**), température de confort, désaltère la soif.

Selon leurs températures, les eaux naturelles sont classées comme dans le tableau 02 (**Denhove, 1990**)

Tableau 02 : Classification des eaux selon la température (Denhove, 1990)

Température (°C)	Types d'eau
$T < 20$	Minérale, source
$20 < T < 30$	Méso thermale
$30 < T < 50$	Thermale
$T > 50$	Hyper thermale

B. Le potentiel d'hydrogène « pH »

Le potentiel hydrogène (pH) correspond à la concentration d'ions hydrogène (H⁺).

Il mesure l'acidité ou alcalinité d'une eau, ou plus exactement le cologarithme décimal de cette concentration (mol/L) (**Rodier, 2009**). L'eau naturelle pure est neutre. (**Rodier, 2009**)

C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau, il doit être surveillé au cours de toute opération de traitement (**Lefevre, 1991**).

Un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion du ciment ou des métaux des canalisations, avec entrainement des éléments indésirables comme le plomb et le cuivre. (**Rodier, 2005**).

Un pH élevé conduit à des dépôts de tartre dans les circuits de distributions. Au-dessus de pH 8, il y a une diminution progressive de l'efficacité de la décontamination bactérienne par le chlore. Par ailleurs la chloration diminue le pH. (**Rodier, 1996**).

Les exemples tableau 03 montrent que le pH des eaux naturelles varie suivant l'origine de l'eau

Tableau 03 : Classification des eaux selon leurs pH (**Rodier , 2009**)

Types d'eau d'origine différente	Ph
Eau des sols alcalins	9 – 10
Eaux minérales sulfurées sodiques	8 – 10
Eaux de mer	7,8 - 8,35
Eaux fluviales	7,0
Eaux minérales bicarbonatées sodiques	6,3 – 6,4
Eaux de pluie	6,0
Eaux de marées stagnantes	4,0

C. La conductivité électrique

La conductivité électrique de l'eau représente la propriété d'une solution de conduire le courant électrique, en fonction de la quantité de ions présents dans l'eau.

C'est la conductance spécifique d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm carré de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm (**Rodier, 2009**).

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais approximativement la minéralisation globale (**Rodier, 2009**).

Toute eau est plus ou moins conductrice du courant électrique. Cette conductivité est liée à la présence des ions et augmente avec la température et la concentration en sels dissous (**Coin, 1981**). C'est un courant ionique.

La réglementation algérienne propose une conductivité maximale de l'eau à 20°C de 2800 μ S/cm.

L'unité de conductivité est le Siemens par mètre (S/m), pour les eaux l'unité de conductivité est le micro-Siemens par centimètre (μ S/cm) (**Rodier, 2009**).

Tableau 04 : Classification des eaux selon leur conductivité. (**Rodier, 2009**).

Conductivité électrique	Minéralisation
Si la conductivité < 100	Minéralisation très faible
100 < Conductivité < 200	Minéralisation faible
200 < Conductivité < 330	Minéralisation moyenne
330 < Conductivité < 660	Minéralisation moyenne accentuée
660 < Conductivité < 1000	Minéralisation importante
Si la conductivité > 1000	Minéralisation excessive

D. La minéralisation globale

La minéralisation globale correspond à la concentration en sels minéraux dissous (**Degrement, 1990**). C'est la quantité de sels minéraux contenu dans l'eau, elle est estimée à partir de la mesure de la conductivité (**Mercier, 2000**). Elle est en fonction de la géologie des terrains traversés. D'une façon générale, elle est plus élevée dans les eaux souterraines que dans les eaux superficielles (**Rodier, 2009**).

Les eaux très minéralisées, du fait de leur teneur en sels dissous, semblent bien contribuer à l'homéostasie de l'homme et surtout de l'enfant ; cependant, elles peuvent poser des problèmes endocriniens très complexes (**Rodier, 2005**).

Tableau 05 : Détermination de la minéralisation à partir de la conductivité (Rodier, 2009)

Conductivité (µS/cm)	Minéralisation
Conductivité < 50	1,365079 x Conductivité à 20°C
50 < Conductivité < 166	0,947658 x Conductivité à 20°C
166 < Conductivité < 333	0,769574 x Conductivité à 20°C
333 < Conductivité < 833	0,71592 x Conductivité à 20°C
833 < Conductivité < 1000	0,758544 x Conductivité à 20°C
Conductivité > 1000	0,850432 x Conductivité à 20°C

E. Résidu sec

Dans leur parcours naturel, au contact des sols et des roches, les eaux minérales se chargent en sels minéraux et oligo-éléments à l'abri de toute pollution. Pour savoir si une eau est peu ou fortement minéralisée, il suffit de regarder son "résidu sec".

Le résidu sec (RS) représente le poids total des sels dissous et les matières organiques dissoutes restant après évaporation de l'eau soumise à l'analyse (Rodier, 2009).

Une eau dont la teneur en RS (résidu sec) est extrêmement faible peut être aussi inacceptable en raison de son goût plat et insipide (Who, 1994).

Tableau 06 : La potabilité en fonction des résidus secs. (Rodier, 2009)

Résidu sec (mg/L)	Potabilité
RS<500	Bonne
500<RS<1000	Passable
3000<RS<4000	Mauvaise

F. Matières organiques dissoutes

Dans les eaux naturelles, elles représentent plusieurs familles de composés parmi lesquelles on peut citer des acides humiques, des acides carboxyliques et les acides hydrates de carbone. Elles sont caractérisables globalement par l'oxydabilité au permanganate ou le carbone organique total (Codex et Coin, 1981).

Elles constituent une source nutritive essentielle pour la prolifération bactérienne. Ces matières réagissent avec le chlore et affectent le goût et l'odeur (**Jean, 2002**).

On distingue deux origines de ces matières les matières organiques acides d'origine animale et les matières organiques basiques d'origines végétales (**Codex et Coin, 1981**).

G. Matières en suspensions

Elles représentent les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc retenues par un filtre. Les matières en suspension, qui comportent des matières organiques et minérales, constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution de l'eau (**Satin et Selmi, 1999**).

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

Une eau potable ne doit pas contenir de matière en suspension décan table. Pour une eau qui contient des suspensions à des teneurs de quelques milligrammes par litre, ne pose pas de problèmes majeurs (**Degrement, 2005**).

H. Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)

C'est une qualité particulière de l'eau due à la présence des bicarbonates, de chlorures et de sulfates de calcium et de magnésium, détectée principalement par le fait qu'elle empêche plus ou moins l'eau savonneuse de mousser (**Marcel, 1986**).

Elle est mesurée par la somme des concentrations en degré de calcium et de magnésium et s'exprime par le titre hydrométrique (TH) (**Who, 1994**). L'unité du titre hydrométrique est le milliéquivalent par litre (ou le degré français °F).

Le TH peut se subdiviser en TCa (titre calcique) et TMg (titre magnésien)

$$\text{TCa} + \text{TMg} = \text{TH} \text{ (**Berne et Cordonnier, 1991**).$$

En fonction de leur dureté totale, les eaux peuvent être classées suivant les indicateurs du tableau 07.

Tableau 07 :Classification de l'eau selon la dureté totale. (**Berne et Cordonnier, 1991**).

TH (en °F)	Spécificité de l'eau
------------	----------------------

0 à 6	Eau très douce
6 à 15	Eau douce
15 à 30	Eau moyennement dure
30 à Plus	Eau très dure

I. Alcalinité

Il n'est pas facile de faire distinguer l'alcalinité d'une eau et le pH, c'est deux notions sont très différentes bien que liées. Le pH est une mesure de l'intensité et l'alcalinité est une mesure de la capacité à absorber de protons H^+ (**Defranchi, 1996**).

Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en ions hydroxyles « OH^- »

Le titre alcalimétrique complète ou TAC correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres carbonates et hydrogénocarbonates (**Berne et Cordonnier, 1991**).

J. Sels minéraux dissous

Les sels minéraux dissous sont des ions positifs (cations) où bien des ions négatifs (anions). Un ion est un atome ou groupement d'atomes (molécules) qui a gagné ou perdu un ou plusieurs électrons.

k. Les cations (les ions positifs)

- **Le magnésium (Mg^{2+})**

Élément le plus répandu dans la nature, il constitue environ 2,1% de l'écorce terrestre (**Rodier, 2009**). Origine naturelle (dissolution des roches magnésites, basaltes, argiles); en eau douce, les concentrations en magnésium sont inférieures au calcium (**Ganjous, 1995**).

La dureté magnésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale. Le magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau (**Frank et Kemmer, 1984**).

- **Le calcium (Ca^{2+})**

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables.

Le calcium est un régulateur cardiaque et améliore l'endormissement. Il est calcium est présent dans le corps humain à raison de 1,6% du poids corporel.

L'apport journalier recommandé est de 1 200 à 1 500 mg puis 800 à 1000 mg après l'âge de 25 ans.

Le calcium ne peut en aucun cas poser des problèmes de potabilité (**Ganjous, 1995**).

L'eau potable de bonne qualité renferme de 100 à 140 mg/L de calcium (**Rodier, 2009**).

- **Le sodium (Na^+)**

C'est un métal alcalin. Son origine peut être Naturelle (mer, terrain salé....) ;Humaine (10 à 15 g Na Cl dans les urines /jour) ;Industrielle (potasse, industrie pétrolière).

Les eaux trop riches en sodium deviennent saumâtre et prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées (**Bouziati, 2000**).

- **Le potassium (K^+)**

C'est un métal alcalin mou, d'aspect blanc métallique, légèrement bleuté, que l'on trouve naturellement lié à d'autres éléments dans l'eau de mer et dans de nombreux minéraux

Le potassium est étroitement attaché au sodium à tel point qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses de l'eau (**Frank et Kemmer, 1984**).

Le potassium règle la teneur en eau à l'intérieur des cellules (**Mercier, 2000**).

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

- **Le fer(Fe^{2+})**

Le fer se classe en 4^{ème} rang des éléments de la croûte terrestre. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. Le corps d'un homme adulte en renferme environ 4 g et celui d'une femme 2,5 g. L'essentiel se concentre dans les globules rouges et les muscles. Il y a aussi des réserves dans le foie. **(Rodier, 2009)**.

- **Ion ammonium (NH_4^+)**

C'est un cation qui provient de la dissolution de l'ammoniac (NH_3) dans l'eau **(Who, 1994)**. L'ammonium n'a pas un effet appréciable sur la santé du consommateur mais sa présence dans les eaux est un indicateur de pollution. Dans les eaux profondes, sa présence peut également être due aux conditions réductrices régnant dans une nappe.

Il doit être éliminé dans les eaux de consommation car c'est un élément qui peut permettre à certaines bactéries de proliférer dans les réseaux de distribution **(Jean, 2002)**.

Il est important d'éliminer l'ammonium avant l'introduction de l'eau dans le réseau parce que l'ammonium réagit avec le chlore pour produire des chloramines qui sont des désinfectants moins efficaces et peuvent provoquer des goûts désagréables **(Paquin ; Blok et Haudidier, 1992)**.

1. Les anions

- **les carbonate et hydrogénocarbonate (CO_3^{2-}) et (HCO_3^-)**

Les carbonates sont des minéraux que l'on trouve en abondance à la surface de la Terre.

L'ion hydrogénocarbonate (bicarbonate) est le principal constituant alcalin de la plupart des eaux courantes. Sa présence dans l'eau est due à l'action des bactéries qui fournissent du CO_2 à partir des minéraux contenant des carbonates **(Rodier, 2005)**.

- **Le chlorure (Cl^-)**

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl) et de calcium (CaCl_2) **(Frank et Kemmer, 1984)**.

Les chlorures participent à la conductibilité électrique de l'eau. La concentration maximale admissible de chlorures, dans l'eau destinée à la consommation humaine est de 200 à 500 mg/L (**Rodier, 2009**).

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

- **le sulfate(SO₄²⁻)**

Le sulfate qui se dissout dans l'eau provient de certains minéraux en particulier du gypse, où apparaît à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux. La limite supérieure admise dans l'eau potable est 250 mg/l (**Kemmer, 1984**)

L'ion sulfate est l'un des anions les moins toxiques toutefois des concentrations élevées peuvent avoir un effet purgatif ou entraîner une déshydratation et une irritation gastro-intestinale. (**Mebarki, 2010**).

Le sulfate qui se dissout dans l'eau provient de certains minéraux en particulier du gypse, où apparaît à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux. La limite supérieure admise dans l'eau potable est 250 mg/L (**Frank et Kemmer, 1984**).

- **Ion nitrate (NO₃⁻) et nitrite (NO₂⁻)**

Les nitrites et nitrates sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement, ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH₄⁺) (**Gaujour, 1995**).

La présence d'un excès de nitrates dissous dans l'eau est un indice de pollution d'origines agricoles (engrais), urbaine (**Bontoux, 1993**).

Ils sont 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 (**Anonyme, 2003**).

Les nitrites sont formés par dégradation de la matière azotée mais ils sont rapidement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable (**Lepeltier, 2005**).

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

I.09.2. Les paramètres organoleptiques

- **La couleur**

Une eau naturelle, même une fois traitée n'est jamais rigoureusement incolore (si on la compare, par exemple à une eau distillée). La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution, elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration (**Rodier, 2009**).

La couleur est fortement influencée par la présence de fer et d'autres métaux, soit sous forme d'impuretés naturelles, soit sous forme de produits de corrosions. Elle peut aussi résulter d'une contamination par des effluents industriels et être le premier signe d'une situation dangereuse (**Who, 1994**).

La couleur se mesure en comparant l'échantillon à examiner avec des tubes témoins dont la coloration est obtenue à partir d'une solution composée de chlorure platinico-potassique et de chlorure cobalteux dissout dans de l'acide chlorhydrique (**Dupont, 1986**).

Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau (pt-Co) (**Lefevre, 1991**).

- **L'odeur**

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme

- L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.
- La qualité de cette sensation particulière est provoquée par chacune de ces substances (**Rodier, 2009**).

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore (**Rodier, 2009**).

En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition, dont le sens olfactif peut seul, dans une seule mesure les déceler (**Rodier, 2009**).

- **Goût et saveur**

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lors de la boisson est dans la bouche.

L'eau potable ne devrait pas avoir un goût (**Gamrasni, 1986**). Les tests de l'odeur ne constituent pas une mesure mais une appréciation, et ceux-ci ont donc un caractère personnel (**Dupont, 1986**).

La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par principaux corps pouvant donner à l'eau une saveur désagréables qui sont le fer et le manganèse, le chlore actif, le phénol et le chlorophénol, la saveur se développe avec l'augmentation de la température (**Dupont, 1986**).

- **La turbidité**

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité de l'eau a pour origine la présence de matières en suspension (argile, limons, particules fibreuses ou organique, micro-organismes...).

La turbidité est la mesure de l'aspect plus ou moins trouble de l'eau, c'est l'inverse de la limpidité (**Apha et al, 1998**).

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau (**Gerard, 2004**). La turbidité se mesure en unité céphalométrique (NTU) (**Lanteigne, 2003**).

La turbidité élevée de l'eau révèle la précipitation de fer, aluminium ou manganèse due à une oxydation dans le réseau (**Jean, 2002**).

La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre. Et pour intérêt dans le contrôle de l'épuration des eaux brutes (**Rodier, 2009**).

I.09.3. Les paramètres bactériologiques

L'eau destinée à l'alimentation humaine contient une multitude de microorganismes pathogènes, agents d'infections humaines redoutables. Comme il est difficile de mettre en évidence, facilement ou rapidement, la présence des germes indésirables, on procède plutôt à la recherche de germes banals, faciles à identifier dans les milieux où ils sont abondants, par

des germes pathogènes. Ces germes banals sont appelés germes témoins ou germes-tests de contamination microbienne. (**Haslay et Leceler, 1993**).

A. Germes totaux

Ce sont des germes qui se développent dans des conditions aérobies, leur présence est indicatrice de pollution bactérienne. Leur dénombrement donne une information sur la qualité hygiénique de l'eau destinée à la consommation humaine (**Bourgeois, Mexele et Zucca, 1991**), ainsi il renseigne sur le degré de protection des nappes souterraines d'où provient l'eau à analyser (**Rodier, 2009**).

B. Coliformes

Une bactérie coliforme qualifie des bactéries du groupe d'*Escherichia coli* présentes dans les eaux polluées par des matières organiques fermentescibles (**Patrik et Simonet, 1988**). Les coliformes sont des hôtes typiques du gros intestin de l'homme et des animaux. Sont capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 48H à une température de 35 à 37°C (**Haslay et Leceler, 1993**).

En effet, parmi les bactéries qui répondent à cette définition, on rencontre deux groupes d'origine et d'habitat différents qui sont les coliformes non fécaux et les coliformes témoins de contamination fécale, tel qu'*Escherichia coli* (**Permo, 1981**).

- **Escherichia coli**

C'est l'une des espèces bactériennes les plus souvent rencontrées en pathologie humaine (**Patrick, 1988**). Ce sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux, que l'on rencontre également dans le milieu extérieur (sol, eau) (**Gaustardif, 1984**). *E.Coli* est sans doute le plus spécifique de tous les germes de contamination fécale. (**Bourjois, Mexele et Zucca, 1996**).

Ce sont des bacilles Gram négatifs, oxydases négatifs, aéro anaérobies, rouge de méthyles positifs, citrate négatifs, acétones négatifs, possédant une glutamique décarboxylase (**Haslay et Leceler, 1993**).

C. Streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont des cocci gram positifs, formant des chaînettes en milieu de culture liquide, catalase négatif, capables d'hydrolyser l'esculine et de cultiver à 44°C. **(Bourjois , Mexele et Zucca, 1996).**

Leur présence indique une pollution fécale, ils sont incapables de se multiplier dans l'environnement aquatique, comme le font des coliformes **(Haslay et Leceler, 1993).**

D. Clostridium sulfato-réducteurs

Ces bactéries appartiennent à la famille des Bacillaceae, ce sont des bacilles Gram positifs, isolées ou en chaînettes, catalase négatif, anaérobie strict, souvent gazogène, capable de réduire le sulfite de sodium en sulfure d'où la présence d'un halo noir autour des colonies due à la formation de sulfure de fer **(Guirand, 1998).**

La forme sporulée de Clostridium sulfite réducteur, beaucoup plus résistante que les formes végétatives, permettrait aussi de déceler une pollution fécale ancienne ou intermittente **(Bourgeois, 1991).**

Conclusion

Nous avons donné dans ce chapitre quelques notions de base nécessaires à la compréhension du travail présenté dans ce mémoire. Nous donnons, une description générale de l'eau définition, l'importance, l'origine et le cycle de ce dernier. Ce chapitre comprend également les notions fondamentales de l'eau et leurs 3 états physiques ainsi que les eaux d'approvisionnement (surface et souterraine) et les normes de l'eau potable et différents types d'eau. Ensuite les caractéristiques de l'eau potable organoleptiques, physicochimiques et bactériologiques.

CHAPITRE II

Chapitre II : Eau minérale**Introduction :**

Boire de l'eau régulièrement tout au long de la journée est essentiel car l'eau joue un rôle critique dans de nombreuses fonctions du corps. Ainsi, se maintenir bien hydraté est vital. La consommation d'eau a pour principal objectif de maintenir la balance hydrique. En effet, nous perdons chaque jour de l'eau et nous devons compenser ces pertes en apportant de l'eau à notre corps via l'alimentation et les liquides. Toutefois, si le rôle premier de l'eau est d'hydrater le corps, certaines eaux de par leur richesse en minéraux peuvent contribuer à la couverture des apports nutritionnels conseillés (ANC) en ces éléments. **(Florence et Nasrine, 2010)**

II.2 Historique des eaux embouteillées

Depuis les temps préhistoriques, et au moins dès la plus haute antiquité, les eaux minérales et les eaux thermales (des eaux de source plus chaudes que les eaux de source communément trouvées dans une région donnée) ont été reconnues et recherchées par l'homme. Elles font depuis longtemps partie de sa pharmacopée **(Afssa, 2008)**. Cinq siècles avant notre ère, dans la Grèce antique, des médecins recommandaient déjà la consommation des « eaux minérales naturelles » (EMN) et leur usage en cure car ils leur attribuaient des vertus thérapeutiques. Cette tradition se poursuit avec les civilisations romaine et arabe qui buvaient l'eau sur place ou l'utilisaient en bains. Ce sont ainsi les romains qui construisirent en Occident les premiers centres thermaux perpétrant ainsi le culte de l'eau guérisseuse. **(Lachassagne, 2017)**.

En Algérie, les vertus et les qualités des eaux thermo-minérales explorées durant le début de la période de colonisation. Les ruines trouvées sur de nombreux sites des sources de ces eaux, notamment celles qui sont chaudes, dénotent l'importance d'anciens établissements, sans doute d'origine romaine. Plus tard, une étude de caractérisation physicochimique des eaux de plus de soixante sources froides et chaudes en Algérie, a été présentée par Hanriot. Cette étude fut par la suite complétée par Guigue. L'ensemble de ces études relève l'importance qui a toujours été accordée aux eaux minérales en Algérie. Cette importance s'est particulièrement manifestée à travers les différentes expéditions coloniales, aussi bien chez les militaires, les médecins, les pharmaciens, que chez les chimistes français. Durant la

période post indépendance de l'Algérie, l'intérêt pour l'eau minérale naturelle s'est manifesté à travers l'évolution du secteur industriel et en particulier celui du conditionnement de l'eau minérales (embouteillée).(Hazzeb, 2011)

II.3. Les type d'eaux en bouteille

Le consommateur ignore souvent la grande diversité des eaux en bouteille. En effet, les bouteilles se ressemblent mais les produits peuvent être très différents. Ils se répartissent en trois catégories : les eaux de table, les eaux de source et les eaux minérales naturelles. (ecoconso.be)

II.3.1 Eau de table

Il s'agit d'eau du robinet (ou de puits, de lacs...), mise en bouteille, après traitement, et parfois, ajout de minéraux. Elles sont de composition variable, souvent gazéifiées et éventuellement décolorées.(ecoconso.be)

II.3.2 Eau de source

Les eaux de source, comme leur nom l'indique, proviennent d'une source souterraine .Le décret exécutif n° 04-196 du 15 juillet 2004, définit l'eau de source comme étant une eau d'origine exclusivement souterraine apte à la consommation humaine, microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution. (Jora, 2004).

L'eau de source est mise en bouteille et livrée telle qu'elle se présente à la source. Contrairement à l'eau minérale, leur composition en sels minéraux n'est pas fixe. (Fredot, 2007)

Les seuls traitements qu'elles peuvent subir sont des traitements physiques élémentaires : décantation, filtration et aération. Si elles contiennent naturellement du gaz carbonique dissous. (Louise, 2012)

II.3.3 Eau minérale naturelle

II.3.3.1 Définition

Une eau microbiologiquement saine provenant d'une nappe ou d'un gisement souterrain, exploitée à partir d'une ou plusieurs émergences naturelles ou forées, à 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 eaux minérales naturelles peuvent posséder des propriétés thérapeutiques favorables à la santé humaine. **(Jora, 2004)**

Les eaux minérales doivent parfois être utilisées avec parcimonie, en particulier celles contenant une grande quantité de sodium lors de certains régimes dépourvus de sel.

Les eaux minérales contiennent des éléments essentiels à l'organisme, tel que : les bicarbonates, les sulfates, les chlorures, le calcium, le phosphore, le magnésium, le potassium, le sodium, le zinc, le cuivre, l'iode, le sélénium, le brome, le lithium, le fer, le fluor, les nitrates, le soufre, l'arsenic...

Grâce à sa richesse en minéraux et en oligo-éléments, l'eau minérale complète notre alimentation. **(Oumou, 2012)**

II.3.3.2. caractéristiques générales

Les eaux minérales forment une catégorie d'eau qui se caractérise ::

- Par une origine souterraine (être également constituée à l'abri de tout risque de pollution en plus du caractère souterrain). Microbiologiquement saine dès l'origine, elle n'est perturbée par aucune contamination d'origine humaine car elle est protégée par les couches géologiques environnantes. La principale caractéristique de l'eau minérale naturelle réside dans sa pureté originelle qui est une exigence de la réglementation.
- Par une stabilité de leur composition minérale, les eaux minérales naturelles ont une composition physico-chimique stable qui peut leur permettre de se voir reconnaître des propriétés bénéfiques à la santé humaine.

- Par leur pureté originelle : elles ne peuvent pas contenir de composés D'origine anthropique (liées aux activités de l'homme). chimique de désinfection, d'addition de produits chimiques : les seuls traitements qu'il est permis de leur appliquer afin d'éliminer les éléments instables que sont les gaz, le fer et le manganèse sont l'aération ,la décantation et la filtration.
- Par leurs qualités thérapeutiques.
- Par le fait que leur exploitation et leur conditionnement nécessitent des autorisation administratives spécifiques.(Oumou, 2012)

III.3.3.3. Propriétés générales

- **Naturalité et Pureté**

L'eau minérale naturelle, comme son nom l'indique est issue de la nature. Elle est filtrée à travers des roches qui se sont mises en place il y a plusieurs milliers d'années et qui constituent un écran naturel contre les agressions des activités humaines.

Jour après jour elle se renouvelle grâce à la pluie et aux neiges qui s'infiltrent lentement au sein de sites préservés. Le temps de circulation de l'eau à travers le gisement hydrominéral peut aller de quelques années à plusieurs dizaines d'années parfois même jusqu'à plusieurs milliers d'années. Les minéraliers sont engagés depuis de nombreuses années dans la protection des impluviums. Ces impluviums peuvent couvrir plusieurs dizaines à plusieurs milliers d'hectares. Ils constituent la zone privilégiée par les minéraliers pour la conduite des politiques de protection, en collaboration avec les acteurs locaux (communes, agriculteurs, habitants, etc.) pour prévenir tout risque de contamination de la ressource.

Des actions de préservation sont également menées, en particulier a niveau des zones humides, sites de biodiversité exceptionnels dont dépendent de nombreuses espèces animales et végétales. Ainsi, l'action des minéraliers permet à la fois la préservation et le renouvellement de cette ressource et la protection d'un véritable patrimoine naturel national.

Ainsi, une eau minérale naturelle ne peut être que d'origine souterraine, et s'être constituée à l'abri de tout risque de pollution liée aux activités humaines. menées, en particulier a niveau des zones humides, sites de biodiversité exceptionnels dont dépendent de

nombreuses espèces animales et végétales. Ainsi, l'action des minéraliers permet à la fois la préservation et le renouvellement de cette ressource et la protection d'un véritable patrimoine naturel national. Ainsi, une eau minérale naturelle ne peut être que d'origine souterraine, et s'être constituée à l'abri de tout risque de pollution liée aux activités humaines.

Afin de conserver sa pureté et ses qualités originelles, elle est obligatoirement embouteillée directement à la source, sans adjonction de produits chimiques.

Ainsi conditionnée, elle arrive parfaitement préservée à la table du consommateur. (Oumou, 2012)

- **Composition :**

L'eau minérale naturelle nous apporte l'essentiel des minéraux.

La lente filtration de l'eau à travers le gisement hydrominéral lui permet de s'enrichir naturellement en minéraux. Chaque eau minérale naturelle possède donc une composition minérale unique et garantie, intimement liée à sa provenance géologique.

Il existe une grande variété de compositions au sein des eaux minérales naturelles ,ce qui permet d'offrir au consommateur un choix couvrant des besoins physiologiques très variés : certaines peu minéralisées et d'autres très minéralisées. La plupart peuvent être consommées à volonté par toute la famille ; il suffit de consulter la composition minérale sur l'étiquète.(Oumou, 2012)

II.3.3.4. Exemples de qualités thérapeutiques

a. Eaux minérales contenant du calcium et du Magnésium

L'eau riche en sels minéraux est composée essentiellement de calcium, de magnésium et de sulfates. Celle qui est riche en calcium répond aux besoins des enfants et des femmes ménopausées. Toutefois elle est à consommer avec modération et en alternance avec une eau faiblement minéralisée. Celle qui est riche en magnésium permet de lutter contre la fatigue et limite certains risques de déficience. Elle doit être consommée avec modération et en alternance avec une eau faiblement minéralisée.

Une femme qui a atteint la ménopause a besoin chaque jour de plus de calcium et de magnésium pour la solidité de ses os. Elle recevra cet apport en buvant une eau minérale riche en calcium et en magnésium. **(Oumou, 2012)**

b. Eaux sulfatées

Chargées en soufre, les eaux sulfatées sont indiquées dans les affections du rein et Dans certaines maladies métaboliques (eaux sulfatées calciques). Elles sont aussi Indiquées pour le traitement des eczémas, des séquelles et cicatrices de brûlure. **(Oumou, 2012)**

c. Eaux chlorurées

Ici, le chlorure de sodium prédomine. Provenant souvent de gisements de sel gemme, les eaux chlorurées ont un effet stimulant sur la croissance et sont indiquées dans le traitement des troubles du développement. **(Oumou, 2012)**

d. Eaux bicarbonatées

Ces eaux ont pour élément principal le bicarbonate. Les eaux bicarbonatées sodiques facilitent le traitement de certaines affections gastro-intestinales et hépatobiliaires ; elles régularisent la motricité du tube digestif, atténuent les spasmes digestifs et ont également une action cicatrisante sur la muqueuse intestinale. Les eaux bicarbonatées calciques ont un effet anti-inflammatoire, apaisant et cicatrisant en dermatologie, notamment dans le traitement de l'acné et des brûlures.**(Oumou, 2012)**

e. Eaux minérales hyperthermales

Certaines de ces eaux (chaudes), de composition différente, ont un effet décontractant sur les douleurs rhumatismales et sont anti-inflammatoires en gynécologie. Leurs qualités thérapeutiques, leurs apports et contribution à l'organisme, leurs exigences de provenance, de composition, de pureté et l'observation de règles strictes de leur exploitation imposent un contrôle de qualité des eaux minérales. **(Oumou, 2012)**

II.4. Origine des eaux minérales et des eaux de sources

La totalité des eaux minérales naturelles provient de l'infiltration des eaux météoriques qui reviennent en surface après un long et lent cheminement souterrain. Les eaux minérales et

les eaux de sources sont 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). (Lachassage, 2017).

II.5. Situation d'eau embouteillée

II.5.1. Dans le monde

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. Les Etats-Unis, qui ne représentent que 5 % de la population mondiale, constituent le deuxième consommateur d'eau douce (1 053 milliards de m³ par an), après la Chine qui est un pays beaucoup plus peuplé (1 207 milliards de m³). Le taux de consommation en Afrique est de 22 litres par personne et par an. Ce taux s'élève à 116 litres en Europe de l'Est et à 102 litres aux États-Unis. L'Italie se place en premier avec 176 litres/habitant/an suivie par la Germany avec une consommation de 172 litre/habitant/an et en troisième place le Portugal avec 128 litre/habitant/an. (Boulfermas, 2017)

II.5.2 En Algérie

Dans les années 90, la consommation d'eau embouteillée en Algérie, ne dépassait pas les 20 litres/habitant/an. Une étude a été élaborée par l'Association des Producteurs Algériens de Boissons (APAB) sur la consommation des eaux embouteillées en 2012. Le niveau de consommation en Algérie a été estimé à 55,3 litres par habitant dans l'année 2008 et à 57,4 litres par habitant dans l'année 2011, la consommation devrait atteindre 63 litres/an/habitant pour l'année 2014.(Boulferamas, 2017) .

Dans les années 2017,2019 il passé à 78%, marquant ainsi un progrès considérable par rapport à la dernière décennie. La raison qui a généré ce développement de la filière des eaux embouteillées, c'est l'évolution des habitudes de consommation des Algériens durant cette dernière décennie. Le niveau de vie et la culture de consommation d'eau minérale connaissent des progrès importants,

Tableau 08 : consommation des eaux embouteillées en Algérie

Année	Consommation litre/habitant/an
Les années90	20
2008	55,3
2011	57,4
2014	63
2017-2019	78

L'eau embouteillée a enregistré une forte croissance depuis 2005. la demande pour l'eau embouteillée devrait continuer à croître dans tous les groupes de revenu. la croissance continuera à être entraînée par la plus large disponibilité de l'eau embouteillée et par un accent sur la santé à travers l'Algérie. (Mohammed et Abdenour, 2013)

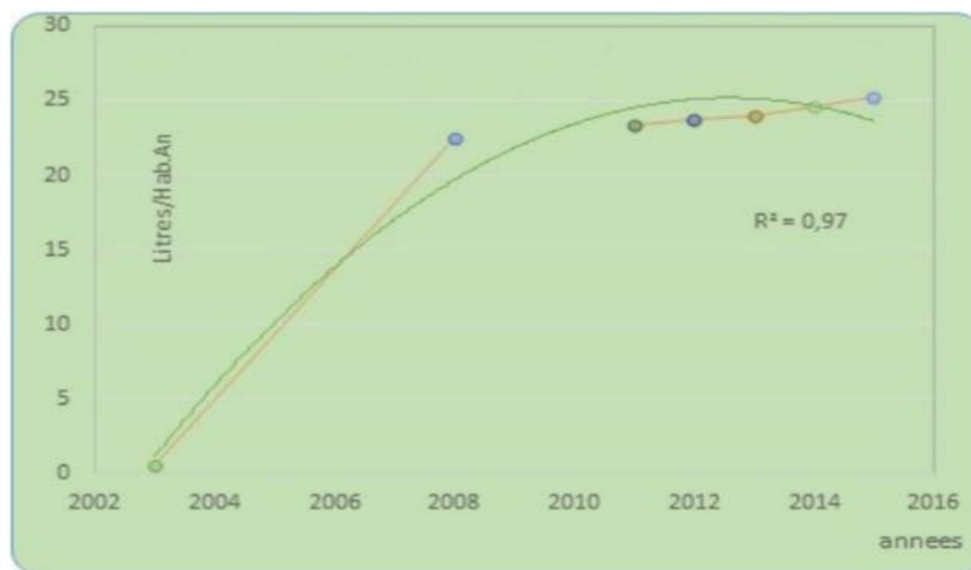


Figure 04 : Evaluation de la consommation (disponibilités) des eaux embouteillées en Algérie (litres/hab-an)(Ferrah,2013)

La consommation annuelle des eaux minérales est passée de 0.5 litres/habitant en 2003 à 23.7 litres en 2012, avec des projections estimées à 25.3 litres à l'horizon 2015 (41% du volume des boissons consommées). Ainsi la croissance de la demande de l'eau embouteillée a

été évaluée à 5/et continuera à être entraînée par le développement des pratique de santé liées à la consommation d'eaux saines et riches en minéraux.(Ferrah, 2013).

II.6.Réglementation algérienne concernant les eaux naturelles:

L'arrêté du 24 Rabie Ethani 1421 correspondant au 26 juillet 2000 relatif aux spécifications des eaux de boisson préemballées et aux modalités de leur présentation, donne quelques précisions concernant les eaux minérales naturelles et les eaux de source, suivant les articles cités.

- Section I: Les eaux minérales naturelles:

Article 3: Une eau minérale naturelle est une eau possédant un ensemble de caractéristiques qui sont de nature à lui apporter des propriétés thérapeutique.

. Elle provient d'une nappe ou d'un gisement souterrain exploité à partir d'une ou plusieurs émergences naturelles ou forées.

Elle se distingue nettement des autres eaux destinées à la consommation humaine ,par sa nature, caractérisée par sa teneur spécifique en sels minéraux, oligo-éléments ou autres constituants, par certains effets, notamment des effets thérapeutiques et par sa pureté originelle.

Article 4 : Les caractéristiques visées à l'article 3 ci-dessus doivent être conservées intactes en raison de l'origine souterraine de l'eau minérale naturelle qui doit être tenue à l'abri de tout risque de pollution.

Les caractéristiques essentielles, notamment de composition et de température à l'émergence, ne doivent pas être affectées par le débit de l'eau prélevée.

Article 5 : Les caractéristiques de qualité des eaux minérales préemballées doivent être conformes aux spécifications de l'annexe I du présent arrêté.

Article 6 : L'eau minérale naturelle, telle qu'elle se présente à l'émergence, ne peut faire l'objet d'aucun traitement ou d'adjonctions autres que ceux énumérés ci-après:

- la séparation des éléments instables, par décantation ou filtration, éventuellement précédée d'une oxygénation. Ce traitement ne doit pas modifier la composition de l'eau dans ses constituants essentiels;

- l'élimination de gaz carbonique libre par des procédés exclusivement physiques;
- l'incorporation ou la réincorporation de gaz carbonique .Ces traitements ou adjonctions ne doivent pas modifier les caractéristiques microbiologiques de l'eau minérale naturelle.

Article 7 : Les eaux minérales naturelles préemballées sont mises à la consommation sous l'une des dénominations suivantes:

*« **Eau minérale naturelle gazeuse** » désigne une eau minérale naturelle effervescente dont la teneur en gaz carbonique, après décantation éventuelle et préemballage est la qu'à l'émergence;

*« **Eau minérale naturelle non gazeuse** » désigne une eau minérale naturelle qui, à l'état naturel et après traitement éventuel et préemballage, ne contient pas de gaz carbonique libre en proportion supérieure à la quantité nécessaire pour maintenir dissous les sels hydrogénocarbonates présents dans l'eau;

*« **Eau minérale dégazeifiée** » désigne une eau minérale naturelle qui a fait l'objet d'un traitement pour l'élimination de son gaz carbonique libre.

Après traitement éventuel et préemballage, cette eau n'est pas la même qu'à l'émergence et ne doit pas dégager visiblement et spontanément de gaz carbonique dans les conditions normales de température et de pression;

*« **Eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique** » désigne une eau minérale naturelle dont

la teneur en gaz carbonique, après traitement éventuel et préemballage, est supérieure à sa teneur en gaz carbonique à l'émergence;

*« **Eau minérale naturelle gazéifiée** » désigne une eau minérale naturelle rendue gazeuse, après traitement éventuel et préemballage, par addition de gaz carbonique d'une autre origine que la nappe ou le gisement dont elle provient.

Article 8 : L'étiquetage des eaux minérales préemballées doit comporter, outre les mentions prévues par le décret exécutif n° 90-367 du 10 novembre 1990, susvisé, les mentions suivantes:

- La dénomination de vente, conformément aux dispositions de l'article 7 ci-dessus;
- Le nom de la source;

- Le lieu d'exploitation de la source;
- Le pays d'origine, pour les eaux minérales naturelles importées;
- La mention « contient des fluorures » lorsque la teneur en fluor dépasse 1 mg/l.

*section, II :les eaux de source :

Article 9: L'eau de source est une eau d'origine exclusivement souterraine, microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution, apte à la consommation humaine sans traitement ni adjonction autres que ceux autorisés conformément à l'article 11 ci-dessous.

Elle doit être introduite au lieu de son émergence, telle qu'elle sort du sol, dans des récipients de livraison au consommateur ou dans des canalisations l'amenant directement dans ces récipients.

Article 10 : Les caractéristiques de qualité des eaux de sources doivent être conformes à l'annexe II du présent arrêté.

Article 11 : Les eaux de sources peuvent faire l'objet de traitements ou d'adjonctions relatifs à:

- La séparation des éléments instables et à la sédimentation des matières en suspension par décantation ou filtration. Ce traitement qui accélère le processus d'évolution naturelle ne doit pas avoir pour but ou effet de modifier la composition de l'eau;
- L'incorporation de gaz carbonique.

Ces traitements aux adjonctions sont réalisés à l'aide de procédés physiques, mettant en œuvre des matériaux inertes, précédés, le cas échéant, d'une aération. Ils ne doivent pas avoir pour but ou effet de modifier les caractéristiques microbiologiques de l'eau de source.

Article 12 : Les eaux de sources préemballées sont mises à la consommation sous l'une des dénominations suivantes:

- Eau de source;
- Eau source gazéifiée désigne une eau de source effervescente par addition de gaz carbonique.

Article 13 : l'étiquetage des eaux de sources préemballées doit comporter, outre les mentions prévues par le décret exécutif n° 90-367 du 10 novembre 1990, susvisé, les mentions suivantes:

- La dénomination de vente, conformément aux dispositions de l'article 12 ci-dessus;
- Le nom de la source;
- Le lieu d'exploitation;
- Le pays d'origine pour les eaux de sources importées.

Article 14 : Les eaux de boisson, objet du présent arrêté, doivent être préemballées dans des récipients en verre, en polychlorure de vinyl et en polyéthylène téréphlate, hermétiquement clos et propres à éviter toute possibilité de contamination. Les récipients doivent être lavés et désinfectés, à moins que leur fabrication ne garantisse leur propreté et leur stérilité au moment du remplissage.

A l'exclusion de ceux qui seraient fabriqués en continu ou livrés stériles, les récipients doivent être rincés avec une eau potable et égouttés, lorsque le dernier rinçage n'est pas fait avec l'eau de boisson à préemballer.

Article 15 : Les eaux de boisson, objet du présent arrêté, destinées à la vente au détail sont préemballées dans des récipients de contenance de 12,5 cl, 25 cl, 50 cl, 100 cl, 150 cl et 200 cl (**abhcfm.dz**).

II.7 PROCESSUS D'EMBOUTEILLAGE :

Extraite de son gisement hydrominéral, l'eau minérale naturelle ne doit pas être exposée à des risques susceptibles de dégrader sa qualité originelle.

Ceci implique une mise en bouteille obligatoire sur la zone d'émergence, obéissant aux règles fondamentales d'hygiène et de bonnes pratiques de la profession.

L'eau est d'abord puisée en profondeur grâce à des équipements adéquats et parfaitement protégés (forages, puits, etc.).

Elle n'entre jamais en contact direct avec l'air ambiant. Elle est acheminée via des canalisations, le plus souvent en acier inoxydable, vers le site d'embouteillage.

Les eaux issues de gisements hydrominéraux protégés présentent l'avantage de n'avoir aucune connexion avec les réseaux d'eau d'adduction et ne sont donc soumis à

aucun aléa de pollutions majeures ; elles représentent donc une ressource importante lorsque l'eau d'adduction est polluée.

Les bouteilles, qui ont vocation à protéger la pureté et l'intégrité de l'eau jusqu'à sa consommation à la table du consommateur, sont produites sur place après importation de la matière.

La bouteille garantit la sécurité alimentaire et la qualité de l'eau en délivrant à la table du consommateur l'eau telle qu'elle a été captée à la source.

Depuis toujours, l'industrie des eaux minérales naturelles travaille à améliorer la qualité de la bouteille, qui est un élément essentiel de son produit. Cette évolution, marquée par des innovations majeures, a surtout consisté en une substitution de matières. Au XIX^{ème} siècle, l'eau minérale naturelle était embouteillée dans des cruchons en terre cuite expédiés dans des voitures attelées. Par la suite, l'eau minérale naturelle n'a été conditionnée que dans des bouteilles en verre, à l'origine transportées dans des caisses en bois, protégées par de la paille. C'est à la fin des années 1960 qu'apparaît la première bouteille plastique en Polyvinyle de chlorure (PVC) plus légère et moins fragile que la bouteille en verre qu'elle supplante très vite.

L'introduction en 1992 de la nouvelle bouteille de 1,5 L en Polyéthylène téréphtalate (PET) est une révolution. Grâce à la recherche dans le domaine des matériaux, l'industrie des eaux minérales naturelles décide de remplacer le PVC par le nouveau polymère de plastique : PET. Ses propriétés sont mieux adaptées au marché de la bouteille plastique. Inaltérable, il ne se casse pas, ce qui évite tout risque de coupures. Plus légère, plus solide, plus souple, la bouteille en PET est aussi transparente que le verre.

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

II .8.Bouteille d'eau en PET

Les bouteilles d'eau en plastique sont composées de PET (polyéthylène téréphtalate), un matériau inerte qui ne migre pas dans l'eau. **(eaumineralnaturelle.fr)**

Inaltérable, flexible et résistant, le PET de la bouteille d'eau plastique ne casse pas, ce qui évite tout risque où bien danger de coupures. 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. Le plastique recyclé des bouteilles d'eaux trouve des débouchés dans une grande variété de produits et principalement dans le textile.

Exemples :

- 17 bouteilles PET d'1,5 L sont utilisées pour un oreiller (60x 60 cm)
- 58 bouteilles PET d'1,5 L sont utilisées pour une couette (220×240 cm)
- 5,5 bouteilles PET d'1,5 L sont utilisées pour un coussin de voyage.

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.

Il existe également d'autres applications pour le plastique recyclé, comme les cartes à puces, les montres, les sièges enfant, la moquette, etc.

De nouvelles pistes de recyclage apparaissent, comme les blisters, les liens de cerclage ou les mousses d'isolation. **(Madfouni, 2019)**

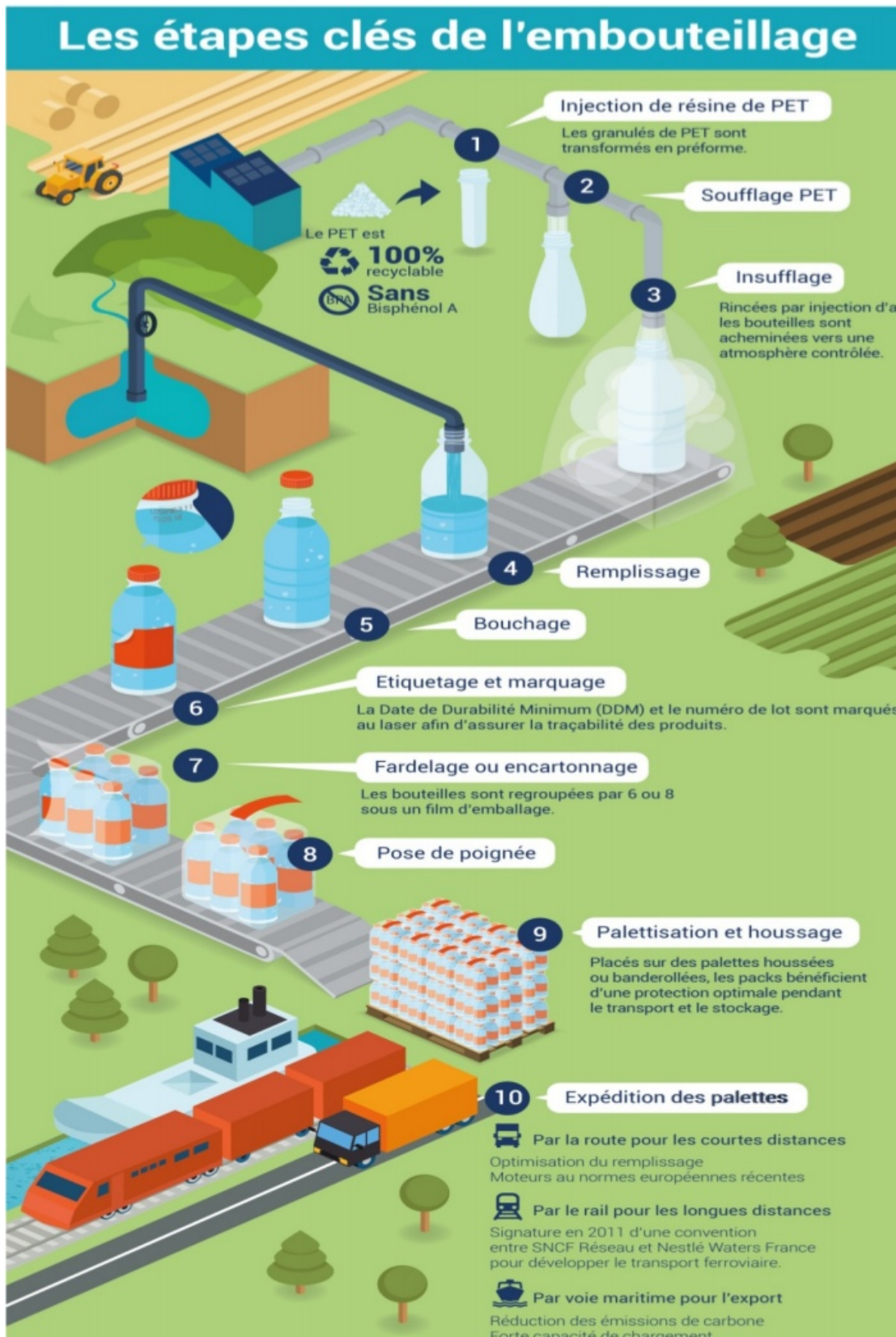


Figure 05 : les étape de la mise en bouteille de l'eau de source ou l'eau minérale, dans une bouteille en PET (source :nestle –water.fr)

Chaque étape est contrôlée et tous les soins sont apportés pour garantir la conservation de la pureté originelle de l'EMN. Plusieurs étapes sont respectées au niveau du site d'embouteillage (exemple pour les bouteilles en polytéréphtalate d'éthylène ou PET). (Virginia, 2015)

Étape 1: Une résine PET est étirée et soufflée dans des moules pour prendre la forme des futures bouteilles, adaptée à chaque marque.

Étape 2: Insufflage. Avant le remplissage, chaque bouteille plastique est rincée par injection d'air stérile et acheminée on univers contrôlé pour son remplissage et son bouchage.

Étape 3 : Remplissage. L'eau est acheminée dans les bouteilles par soutireuses, sans perte d'eau.

Étape 4 : Bouchage. Un bouchon est vissé sur la bouteille d'eau aussitôt son remplissage achevé, pour éliminer tout risque de contamination et garantir une étanchéité totale de la bouteille.

Étape 5 : Etiquetage et marquage. Fabriquée sur place ,l'étiquette est placée directement sur la bouteille d'eau. Un marquage au laser permet d'y inscrire la date de durabilité de l'eau et le numéro du lot auquel elle appartient afin d'en assurer la traçabilité.(Medfouni, 2019)

II.09. Réglementation

II.9.1 Durée de conservation

L'eau embouteillée se conserve de un à deux ans en tenant compte de la date de péremption, elle doit être maintenue à l'abri de la chaleur et de la lumière du soleil. (Sabrina, 2017)

II.9.2 Étiquetage

L'étiquetage est défini comme étant les mentions, les indications, les marques de fabrique ou de commerce, images ou signes se rapportant à une denrée alimentaire et figurant sur tout emballage, document, écriteau, étiquette, bague ou collerette accompagnant ou se référant à cette denrée alimentaire. (Florence et Nasrine, 2011)

II.9.3 Mentions obligatoires

Les mentions suivantes doivent être indiquées dans l'étiquetage d'eau embouteillées.

(Sabrina, 2017):

- La dénomination de vente, comme par exemple : « Eau minérale Naturelle, Eau de source ».
- 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
- Le nom et l'adresse du fabricant
- Le lot de fabrication
- La mention de la composition physico-chimique, précisant les constituants caractéristiques

II.10.LES élément majeurs des eaux embouteillées :

a. Calcium (Ca^{+2})

La présence du Ca dans l'eau est liée principalement à deux origines naturelles : soit la dissolution des formations carbonatées (CaCO_3), soit la dissolution des formations gypseuses (CaSO_4). (Labar, 2009)

b. Magnésium (Mg^{+2})

Ses origines sont comparables à celle du calcium, car il provient de la dissolution des formations carbonatées à fortes teneurs en magnésium. Son abondance géologique, sa grande solubilité et sa large utilisation industrielle (autre que la pétrochimie) font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes. (Rodier et al, 1996)

c. Potassium (K^+)

Bien que dans les roches ignées la teneur en potassium soit presque aussi importante que celle du sodium, sa présence à peu près constante dans les eaux naturelles ne dépassent pas habituellement 10 à 15 mg/l. certains rejets industriels, en particulier de mines de potasse

et d'usine d'engrais, peuvent entraîner dans l'eau des quantités de potassium relativement importantes. **(Rodier et al, 1996)**

d. Sulfates (SO_4^{2-})

La présence des ions sulfate dans l'eau est liée à la dissolution des formations **(Labar, 2009)**

Gypseuses .Leur présence peut avoir plusieurs origines. **(Sekiou et Kellil, 2014):**

- L'oxydation des minéraux riches en soufre.
- Le lessivage de formations évaporitiques.

e. Bicarbonates (HCO_3^-)

Les ions de bicarbonate sont définis par les hydrogénocarbonates et Caractérisent essentiellement l'alcalinité des eaux naturelles. Ainsi, dans les eaux naturelles l'alcalinité, exprimée en HCO_3^- **(Labar, 2009)**

La dissolution des minéraux carbonates et l'action du CO_2 des eaux météoriques et du sol sont, d'une manière générale, à l'origine des Bicarbonates. **(Sekiou et Kellil, 2014)**

f. Le Sodium (Na^+)

Le Sodium est soumis aux mêmes processus d'adsorption/désorption que le calcium et le magnésium. Sa mise en solution présente donc une complexité comparable. **(Sekiou et Kellil, 2014)**

II.11.la situation graphique de l'eau embouteillée en Algérie

II.11.1. cartographie des eaux

la plupart des eaux embouteillées commercialisées sont dans le nord algérien et concentré dans la région centre Est.(.Figure 3)

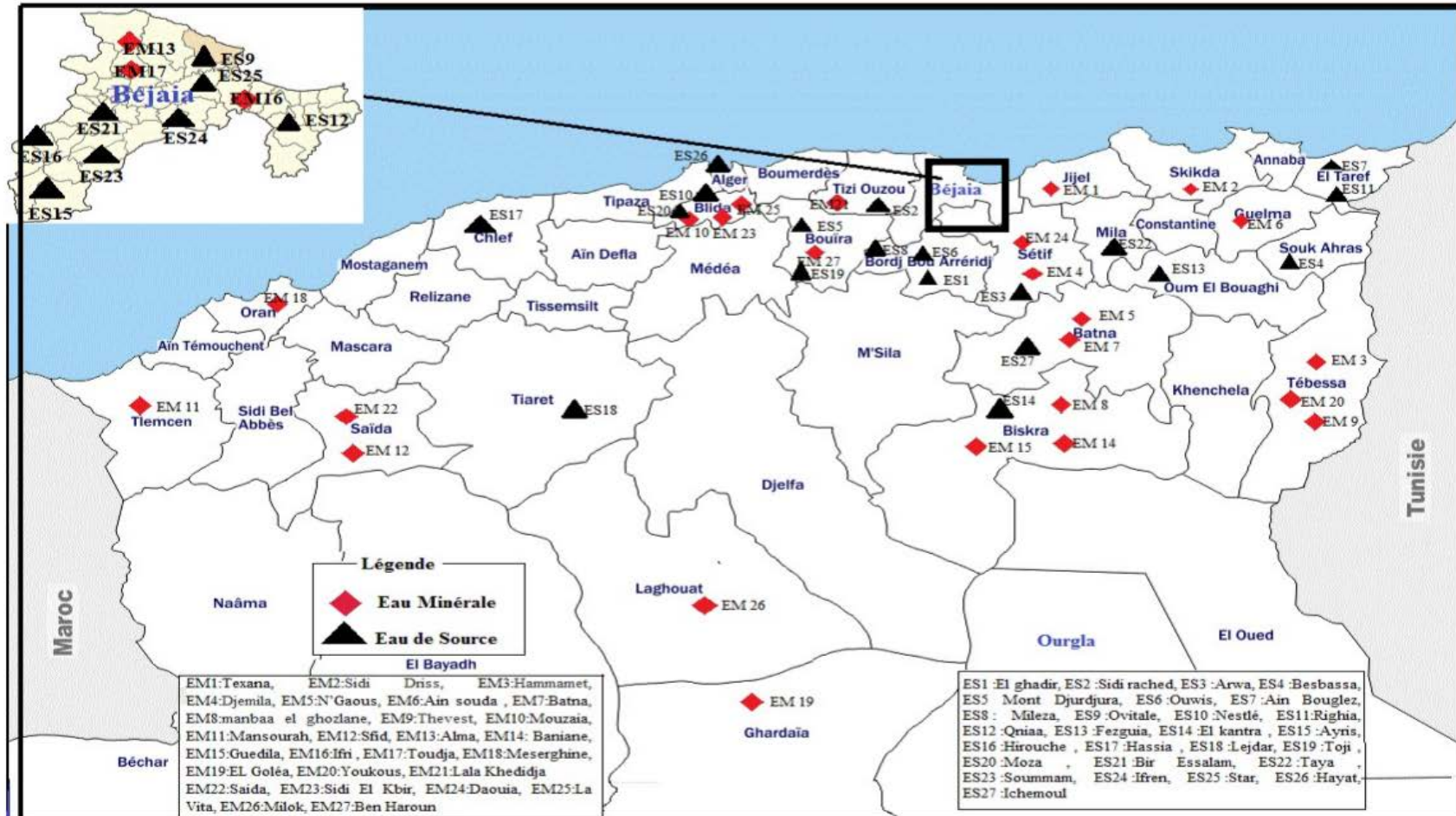


Figure 06 : situation géographique des eaux embouteillée en Algérie (Madfouni, 2019)

Les eaux embouteillée en Algérie est indique dans le tableau suivant :

Tableau09: Eaux embouteillées Algériennes :

Appellation	Wilaya concessionnaire	Nature de l'eau embouteillée
Texana	Jijel	Eaux Minérales Naturelles
Sidi Driss	Skikda	
Hammamet	Tébessa	
Djemila	Sétif	
N'Gaous	Batna	
Ain souda	Guelma	
Batna	Batna	
manbaa el ghozlane	Biskra	
Thevest	Tébessa	
Mouzaïa	Blida	
Mansourah	Tlemcen	
Sfid	Saïda	
Alma(HamoudBoualam)	Bejaïa	
Baniane	Biskra	
Guedila	Biskra	
Ifri	Bejaia	
Toudja	Bejaia	
Meserghine	Oran	
EL Goléa	Ghardaïa	
Lala Khedidja	Tizi Ouzou	
Saida	Saida	
Sidi El Kbir	Blida	
Daouia	Sétif	
La Vita	Blida	
Milok	Laghouat	
Ben Haroun	Bouira	
Youkous	Tébessa	

Tableau10 : Eaux embouteillées Algériennes (suite)

Appellation	Wilaya concessionnaire	Nature de l'eau embouteillée
El ghadir	Bordj bou Arreridj	Eaux de Source
Sidi Rached	Tizi ousou	
Arwa	Sétif	
Besbassa	Guelma	
Mont Djurdjura	Bouira	
Ouwis	Bordj bou Arreridj	
Ain Bouglez	El Taref	
Mileza	Bordj bou Arreridj	
Ovitale	Bejaia	
Nestlé	Blida	
Righia	Taref	
Qniaa	Bejaia	
Fezguia	Oum El bouaghi	
Fezguia	Oum El bouaghi	
Guerioune	Oum El bouaghi	
Tazliza	Adrar	
El kantra	Biskra	
Ayris	Béjaia	
Hirouche	Béjaia	
Hassia	Chelef	
Lejdar	Tiaret	
Toji	Bouira	
Moza	Blida	
Bir Essalam	Bejaia	
Taya	Mila	
Soummam	Béjaia	
Ifren	Béjaia	
Star	Béjaia	
Hayat	Alger	
Ichemoul	Batna	

II.12. Classification des eaux embouteillées

Pour la classification des eaux minérales, plusieurs méthodes peuvent être appliquées. En se basant sur une combinaison des propriétés géologiques, hydro chimiques, aspects thérapeutiques, Ainsi, deux types de classification sont considérés. La première classification est basée sur la concentration en Total Dissolved Solids (TDS) qui correspond à la valeur du résidu sec. La seconde classification tient compte de la teneur des constituants ioniques (Calcium $[Ca^{2+}]$, magnésium $[Mg^{2+}]$, chlorures $[Cl^-]$, sulfates $[SO_4^{2-}]$...). (Hazzab, 2011)

II.12.1 Classification hydro-chimique des eaux (Diagramme de Piper)

Le diagramme de Piper est particulièrement adapté à l'étude de l'évolution des faciès lorsque la minéralisation augmente, ou bien pour comparer des groupes d'échantillons entre eux et indiquer les types de cations et anions dominants. Il est composé de deux triangles, permettant de représenter le faciès cationique et le faciès anionique, et d'un losange synthétisant le faciès global. Les nuages de points concentrés dans un pôle représentent pour les différents échantillons la combinaison des éléments cationiques et anioniques. (Sekiou et Kellil, 2014).

II.12.2 Classification des eaux embouteillées en fonction de degré de minéralisation

Tableau11: Classification des eaux en fonction de la minéralisation. (Rodier et al, 2009)

Classe de l'eau	résidu sec
Eaux faiblement minéralisées	(résidu sec ≤ 50 mg/l)
Eaux faiblement minéralisées (oligo-minérales)	(50 mg/l < résidu sec ≤ 500 mg/l)
Eaux moyennement minéralisées	500 mg/l < résidu sec ≤ 1500 mg/l
Eaux riches en sels minéraux	résidu sec > 1500mg/l

II.12.3 Classification en fonction de la composition ionique

Selon (l'afssa, 2008) nous avons classé les eaux en se basant sur la composition ionique en eaux riches en un sel minéral suivant les caractéristiques suivantes :

- L'eau est calcique, si la teneur en calcium > 200 mg/l,
- L'eau est magnésienne, si la teneur en magnésium > 50 mg/l,
- L'eau est sulfatée si la teneur en sulfates > 200 mg/l,
- L'eau est bicarbonatée, si la teneur en bicarbonates > 600 mg/l,
- L'eau est riche en sodium, si la teneur en sodium > de 200 mg/l,
- L'eau est pauvre en sodium, si la teneur en sodium < 20 mg/l
- L'eau est chlorurée, si la teneur en chlorure > 200 mg/l,
- L'eau riche en potassium, si la teneur en potassium > 40 mg/l,
- L'eau est fluorée, si la teneur en fluore > 1 mg/l.

II.12.4 Classification selon la dureté TH :

La valeur TH permet de quantifier la « dureté » d'une eau. On peut en repartir les différents types à l'aide de tableau (Tableau II.12)

Le terme « douce » s'entend dans le cas présente par une faible concentration en calcium et magnésium et non l'opposé d'une eau salée .

Tableau 12 : relation entre la dureté et TH (Claud et Arnaed, 2013)

7 °F <THt< 14 °F	Eau douce
14 °F <THt< 20 °F	Eau moyennement douce
20 °F <THt< 30 °F	Eau assez dure
THt> 30 °F	Eau très dure

II.12.5 Classification de Stuyfzand

La classification de Stuyfzand, comme pour la plupart des systèmes de classification, s'appuie sur le cation et l'anion dominant dans la balance ionique. (Stuyfzand, 1989) La classification de Stuyfzand subdivise l'eau selon les caractéristiques chimiques les plus importantes à 4 niveaux. Le « type principal » est déterminé sur la base de la teneur en chlorure, le « type » est déterminé sur la base d'un indice de dureté, la classification en «

sous-types » est déterminée en fonction des cations et des anions dominants, enfin, la « classe » est déterminée sur la base de la somme de Na^+, K^+ et Mg^{+2} en meq/l. (Stuyfzand, 1989)

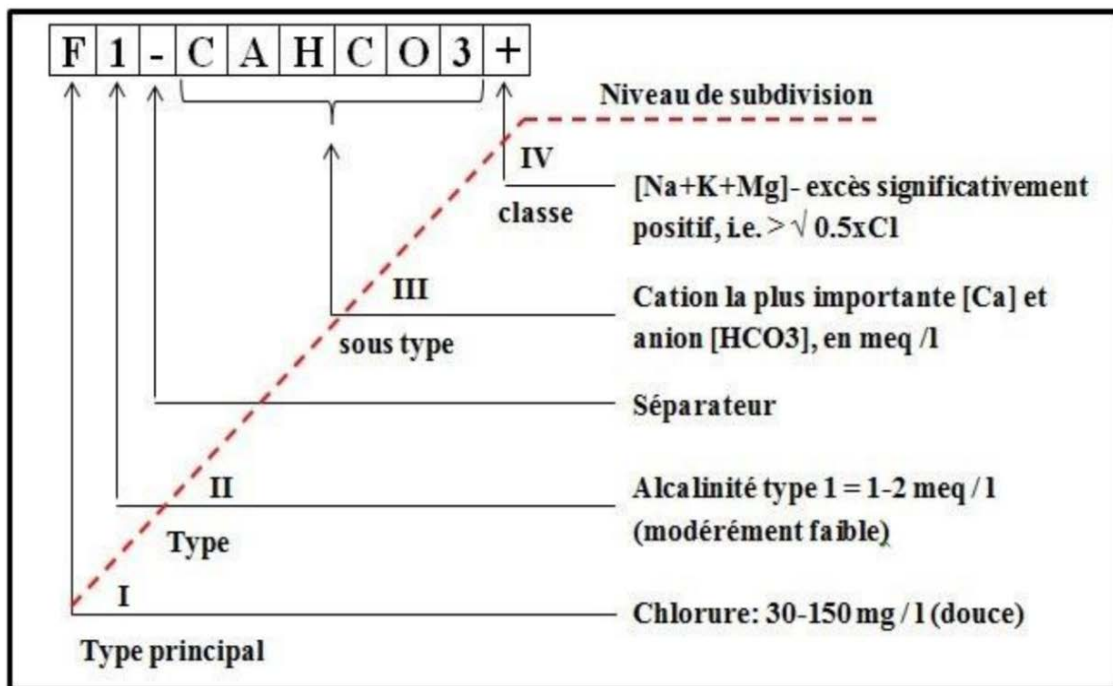


Figure 07: Codage d'un type d'eau sur 10 positions.

L'exemple s'appelle "une eau douce, bicarbonate de calcium, d'alcalinité modérément faible, avec un surplus de $[Na + K + Mg]$ ". Cet excédent est souvent dû à une (ancienne) intrusion d'eau douce. Une notation plus courte de F1-CAHCO3 est F1CaHCO3. (Stuyfzand, 1989)

a. type principale

La teneur en chlorure détermine le type principal, comme indiqué dans le tableau

Tableau 13 : Division en types principaux sur la base de la concentration en chlorure (Stuyfzand, 1989)

Type principal	Code	Cl - (mg/l)
Très douce	G	05 -30
Douce	F	30-150
Douce saumâtre	F	150 – 300
Saumâtre	B	300- 1000
Saumâtre salé	B	1000- 10000

b. Sous-types

Chaque type principal est subdivisé en des types en fonction de L'alcalinité est définie comme la quantité de forte acide par litre nécessaire pour atteindre un pH proche de 4,5. Pour les eaux embouteillées étudiées pH < 8.3 en prend directement HCO_3^- .

Tableau 14: Subdivision des types principaux en types selon à l'alcalinité (Stuyfzand, 1989)

Type	Alcalinité	code
Très faible	<1/2	*
Faible	1/2-1	0
Modérément faible	1-2	1
Modéré	2-4	2
modérément élevé	4-8	3
Elevé	8-16	4
Très élevé	16-32	5
Extrêmement élevé	32-64	6

C. Classe

Finalement, chaque sous-type est subdivisé en 3 classes (tableau 3) selon un nouveau paramètre: la somme de Na, K et Mg en meq / l, corrigé par une contribution de sel marin:

$$\{\text{Na} + \text{K} + \text{Mg}\} \text{ corr.} = [\text{Na} + \text{K} + \text{Mg}] \text{ mesuré} - 1.0716 \text{ Cl}$$

Le facteur 1.0716 est égal à $\{(\text{Na} + \text{K} + \text{Mg}) / \text{Cl}\}$ en meq / l pour eau de mer moyenne.(Stuyfzand, 1989)

Tableau15 : Subdivision des sous-types en 3 classes sur la base de (Na + K + Mg) corrigé par le sel marin. (Stuyfzand, 1989)

Classe	Code	Conditions de (Na+K+Mg) corrigé (meq/L)
(Na+K+Mg) déficit ¹	-	$< -\sqrt{1/2} \text{ Cl et } < 1.5 (\sum\text{K} - \sum\text{A})$
(Na+K+Mg) équilibre ²	.	$\geq -\sqrt{1/2} \text{ Cl et } \leq \sqrt{1/2} \text{ Cl et SS}$
(Na+K+Mg) surplus ³	+	$> +\sqrt{1/2} \text{ Cl et } > 1.5 (\sum\text{K} - \sum\text{A})$

¹ indique souvent une intrusion d'eau salée (n'importe où, n'importe quand)

² indique souvent un rinçage adéquat avec de l'eau de composition constante

³ souvent révélateur d'une intrusion d'eau douce (n'importe où, n'importe quand)

$$SS = |(\text{Na} + \text{K} + \text{Mg}) \text{ corr.} + \frac{(\sum\text{K} - \sum\text{A})}{|\sum\text{K} - \sum\text{A}|} \cdot \sqrt{1/2} \text{ Cl}| > 1.5 |\sum\text{K} - \sum\text{A}|$$

$\sum\text{K}$ = somme des cations; $\sum\text{A}$ = somme des anions.

Conclusion:

A travers le premier chapitre , nous avons constaté que l'eau est l'élément de base de toutes les fonctions des êtres vivants sur terre. Il nous a paru intéressant donc ,nous avons étudié les eaux embouteillée ,les différents type de l'eau embouteillée ; les eaux de source , les eaux minérale , les eaux table

Dans ce chapitre, nous nous intéressons à l'étude de l'eau minérale et de l'eau de source uniquement parce que l'eau de table n'existe pas en Algérie.

On a donné quelque information nécessaires sur les eaux de source et minérales : définition, les caractéristiques générale, la propriétés générales, on aussi étudié des exemples de qualités thérapeutiques qui explique la différence entre les eaux minérales et les eaux de source , et étudié aussi la situation dans le monde et en Algérie .

Nous avons pris connaissance de la réglementation algérienne sur l'eau naturelle , ainsi que du processus de mise en bouteille à grand échelle , et nous avons pris connaissance de certaines des réglementations relatives à la consommation ,et explique les différent méthode de classification ,diagramme de piper ,classification en fonction du degré de minéralisation , classification en fonction de la composition ionique , classification selon la dureté et classification de stuyfzand

CHAPITRE III

Chapitre III : Résultats et Discussion

III.1 Introduction :

Les eaux embouteillées se regroupent en deux catégories les eaux minérales naturelles et les eaux de source.

Nous avons pu collecter des informations complètes sur 56 marques d'eau embouteillée en Algérie ,produites et distribuées à l'échelle nationale , dont 27 eaux minérales naturelles et 30 eaux de source

Dans cette étude, nous étudions seulement 46 marques d'eau en bouteille, sont composées de 19 eaux minérale et 26 marque d'eau source , situées à l'Est et Centre de l'Algérie.

III.2 L'objectif d'étude :

L'objectif de ce travail est la connaissance de la nature de l'eau (de source et minérale) embouteillée et son origine.

III.3 présentation des eaux embouteillée étudiées et zone d'étude ;

Tableau 16: l'eaux en bouteilles étudiées classé par région de l'est d'Algérie

Région	Dénomination des eaux naturelles	Région d'exploitation
Est	El kantra Manbaa El Ghozlane Beniane Guedila	Biskra
	Texana	Jijel
	Daouia Djemila Arwa	Sétif
	El Ghadir Ouwis Mileza	Bourdj Bou Arreridj
	Youkous Thevest	Tébessa
	Righia Ain Boulgez	El Taref
	Ichemoul N'Gaous Batna	Batna
	Ain souda Besbassa	Guelma
	Fezguia Fezguia Guerioune	Oum El Boughi
	Sidi Driss	Skikda
	Taya	Mila

Tableau 17: l’eaux en bouteilles étudiées classé par région de centre d’Algérie .

Région	Dénomination des eaux naturelles	Région d’exploitation
Centre	Ovitale	Béjaia
	Qniaa	
	Ayris	
	Hirouche	
	Bir Essalam	
	Soummam	
	Ifren	
	Alma (hamoudeboualam)	
	Star	
	Ifri	
Toudja		
Sidirached	Tizi-Ouzou	
Lala Khedidja		
Ben Haroun	Bouira	
Djurdjura		
Toji		
Mouzaia	Bilda	
La vita		
Nestlé		
Hayat	Alger	

Crée une présentation sur les zones étudiées , la présentation des zone étudiées selon les informations fournies sur sites web ,et sur les étiquettes de eaux étudiées .

➤ Biskra :

La wilaya de Biskra est située au-sud –est de l’Algérie aux portes de Sahara ,avec une altitude de 112m niveau de mer , limite au nord par la wilaya de Khenchela ,nord-ouest par la wilaya de M’sila , sud –ouest par la wilaya de Djelfa ,sud par la wilaya El Oued.

Le climat de Biskra est un climat Saharien, Sec en été et très agréable en hiver ,
(**Andi.dz**)

Il existe 4 marques d’eau embouteillée à Biskra et chaque marque diffère de l’autre (le nom , la source la qualité , et les composition)

➤ Jijel :

Est une wilaya côtière, se caractérise par une façade maritime de plus de 120km, la wilaya de Jijel , limitée par ;la mer méditerranée au nord ,l’Est Skikda ,l’Ouest Bejaïa ,au Sud les wilayat de Sétif et de Mila .

La région de Jijel est considérée parmi les régions les plus pluvieuses d’Algérie, elle caractérise par un climat de méditerranéen, chaud et humide . (**Andi.dz**)

Jijel produit un type d’eau en bouteille Texana

➤ Sétif :

wilaya de Sétif est située dans l’Est algérien , dans la région des hauts plateaux , la wilaya est limitée : au Nord par Jijel et Bejaïa , A l’Est par Mila ,au Sud par Batna et Msila ,à l’Ouest par Bordj-Bou-Argeridj.

La wilaya de Sétif jouit d’un climat continental semi-aride se caractérisant par des chauds et secs et des hivers pluvieux. (**Andi.dz**)

L’état produit 3 type d’eau en bouteille , dont 2 eau minérale et l’autre eau de source

➤ Bordj Bou Argeridj :

La wilaya de Bordj Bou Argeridj occupe une place stratégique au sein de l’Est algérien .elle est limitée, Au Nord :par Bejaïa , à l’Est par Sétif ,Au Sud : par M’Sila à l’Ouest : par Bouira.

La wilaya se caractérise par un climat continental. (**Andi.dz**)

L'état produit 3 marques d'eau de source et ne contient pas d'eau minérale .

➤ **Tébessa :**

La wilaya de Tébéssa est située à l'extrême est du pays, limitée par la wilaya de Souk-Ahras au nord ,par la wilaya de Oum-El Bouaghi et de Khenchela au Nord Ouest , par la Tunisie à l'Est ,au Sud par la wilaya d'El-oued.

Cette région saharienne étant une zone de transition météorologique .se distingue par 04 étages bioclimatiques .

-la Sud- humide,le Semi-Aride dans la partie Nord de la wilaya , le Sub-aride (200à300mm/an)couvre que quelques îlots limités aux sommets de quelque reliefs

-le semi aride représenté par les sous étages frais et froids couvre toute la partie de nord de la wilaya O

-le sub-aride couvre les plateaux steppiques

-l'Aride ou saharien doux (-200mm/an),commence et s'étend au-delà de l'Atlas saharien et couvre les plateaux de Negrine et Ferkan. (**Andi.dz**)

L'état produit deux marques d'eau en bouteille (Youkous ,Thevest) c'est sont eau minérale ,chacun d'eux est différent de l'autre . elle est commercialisée sous forme de bouteilles en plastique (PET) de 1.5L contenance .

➤ **El Taref ;**

la wilaya d'El Taref est située à l'extrême nord-est de pays à la frontière Tunisienne ,elle est délimitée :par la mer méditerranée au Nord ,à l'Est ,par la Tunisie ; .au Sud-est ,par la wilaya de Guelma ;,à l'Ouest par la wilaya d'Annaba .

le climat de la wilaya est méditerranéen humide ,marqué une pluviométrie annuelle de 1.200m. (**Andi.dz**)

l'état d'Al Taref produit deux marques d'eaux de source (Righia, Ain Bouglez) elle est commercialisée sous forme de bouteilles en plastique (PET) de 1.5L contenance .

➤ **Batna :**

La wilaya de Batna se trouve localisée dans la partie orientale de l'Algérie .est située au Nord –Est de l'Algérie , dans la région des Aurès , elle est délimitée ; au Nord par la wilaya de Mila , au Nord –est , par la wilaya d'Oum-el-Bouaghi ,an Sud par la wilaya de Khenchela ,au Sud ,par la wilaya de Biskra ,à l'Ouest ,par la wilaya de M'sila, au Nord – Ouest ,par la wilaya de Sétif .

Le climat de la ville de Batna est celui d'une région Semi-Aride. (**Andi.dz**)

L'Etat produit trois marques d'eau en bouteille (Batna, Ichemoul, N'Gaous) Batna et N'Gaous sont des eaux minérale , elle est commercialisée sous forme de bouteilles en plastique (PET) de 1.5L contenance .,

cette eau minérale de la région de Batna , est très appréciée pour sa composition physico-chimique et sa faible minéralisation, et Ichemoul c'est de l'eau de source commercialisée sous forme de bouteilles en plastique de 5 l .

➤ **Guelma :**

la wilaya de Guelma se situe au Nord - Est du pays, est limitée , Annaba ,au Nord ,El Taref , au Nord-Est .Souk Ahras , l'Est . Oum El –Boughi, au Sud .Constantine, à l'Ouest .Skikda ,au Nord-Ouest .

le territoire de wilaya se caractérise par un climat subhumide au centre et au nord et semi aride vers le sud. (**Andi.dz**)

L'état produit deux type d'eau en bouteille (Ain souda ,Besbassa).

➤ **Oum El bouaghi :**

La wilaya de Oum El Bouaghi se située au nord de l'Algérie dans la région des hauts plateaux constantinois centre des wilaya de l'Est algériens.

La wilaya est limitée par la wilaya de Guelma au Nord , par la wilaya de Constantine au Nord-Ouest ,par la wilaya de Batna au Sud-Ouest , par la wilaya de Mila a l'Ouest , par la wilaya de Khenchela au Sud , par la wilaya de Tébessa a l'Est , par la wilaya de Souk Ahras au Nord.

La wilaya d'Oum El Bouaghi bénéficie d'un climat continental froid et pluvieux durant l'hiver, chaud et sec durant l'été (**Andi.dz**).

L'état produit trois marques d'eau en bouteille (Fezguia ,Fezguia , Guerioune) c'est de l'eau de source ,chacun diffère de l'autre en termes de source et de paramètres .

➤ **Skikda :**

La wilaya de Skikda située dans la partie Nord-Est du pays, limitées géographiques par la mer méditerranéenne au Nord ,par la wilaya de Jijel à l'Ouest ,par les wilayas de Constantine ,de Mila et de Guelma au Sud , et par la wilaya d'Annaba à l'Est .

La wilaya de appartient aux domaines bioclimatiques humides et subhumides .
(**Andi.dz**)

L'état produit un type d'eau minérale en bouteille (sidi driss)

➤ **Mila :**

La wilaya de Mila est située dans le nord –est Algérien ,est limitée par la wilaya de Jijel au nord ouest ,par la wilaya de Constantine au Nord est ,A l'Ouest par la wilaya de Sétif ,a l'Est par les wilayas de Constantine et Skikda , au sud est par la wilaya d'Oum El Bouaghi ,au Sud par la wilaya de Batna.

La wilaya d'Mila régie par trois microclimats ;humide ,pour les relief montagneux, semi aride à subhumide ,pour la partie médiane de la wilaya , semi-aride pour les «hautes plaines».
(**Andi.dz**)

Il produit un type d'eau de source (Taya).

Bejaïa :

➤ Région côtière du centre est insérée entre les grand massifs du Djurdjura .la wilaya est située au nord-est du pays ,sur le littoral méditerranéen .elle est limitée par la wilaya de Jijel à l'est ,la mer méditerranéenne au nord , les wilayas de Sétif et bordj-bou-arreridj au sud , les wilaya de Tizi-Ouzou et Bouira à l'ouest .

La frange du littoral qui a un climat doux bénéficie des influences de la mer .elle reçoit en moyenne 800à1100mm de pluie par an . (**Andi.dz**)

L'état produit 11 marque d'eau en bouteille , parmi eux ,9eaux de source et 2 eaux minérales .

➤ **Blida :**

La wilaya de Blida et située dans la partie Nord du pays dans la zone géographique du tell Central .elle est limitée au Nord par les wilaya d'Alger et Tipaza ,à l'Ouest par la wilaya de Ain Defla ,au sud par la wilaya de Médéa à l'Est par les wilayas de Bouira et de Boumerdès.

Les conditions climatique sont dans l'ensemble favorables. **(Andi.dz)**

L'état produit 3 marques d'eau en bouteille (La vita, Mozaia, Nestlé pure life) 2 d'entre eux sont de l'eau de source et une marque est de l'eau minérale (Mozaia).

➤ **Tizi ouzou ;**

La wilaya de tizi ouzou présente un relief montagneux situé entre l'Oued Seba ou et la dépression de Dràa El Mizan Ouadhias. Limitée par la mer méditerranée au Nord, et par la wilaya de Bouira au sud , à l'Ouest par la wilaya de Boumerdès , et l'Est par Bejaia . **(Andi.dz)**

Tizi-Ouzou possède un climat méditerranéen chaud avec été sec, (planificateur .a-contrasens)

La pluviométrie annuelle moyenne de la willaya a varié entre 500 et 800mm .les étés sont très chauds les hivers sont doux et pluvieux, l'ensoleillement est très élevé.

Deux types d'eau sont produits, Lala Khedidja eau minérale et Sidi Rached eau de source,

➤ **Bouira :**

La wilaya de Bouira se situe dans la région centre nord du pays . délimitée par la wilaya de Tizi-Ouzou au Nord ,à l'Est par la wilaya de Bordj Bou Arreridj, au Sud par la wilaya de M'Sila , à l'Ouest par la wilaya de Médéa et de Blida .

Le climat est chaud et sec en été, froid et pluvieux en hiver .**(Andi.dz)**

Il produit trois marques d'eau en bouteille (Ben Haroun, Djurdjura ,Toji).

➤ Alger :

Alger située au nord-centre du pays , limitée par la wilaya de Blida au et la wilaya de Tipaza à l'ouest et par la wilaya de Boumerdèse à l'est , au nord par la mer méditerranée.

Alger se caractérise par un climat méditerranéen tempéré, elle est connue par ses longs étés chauds est secs .les hivers sont doux et humides, la neige est rare mais pas impossible.(**andi.dz**)

Il produit un type d'eau de source (Hayat).

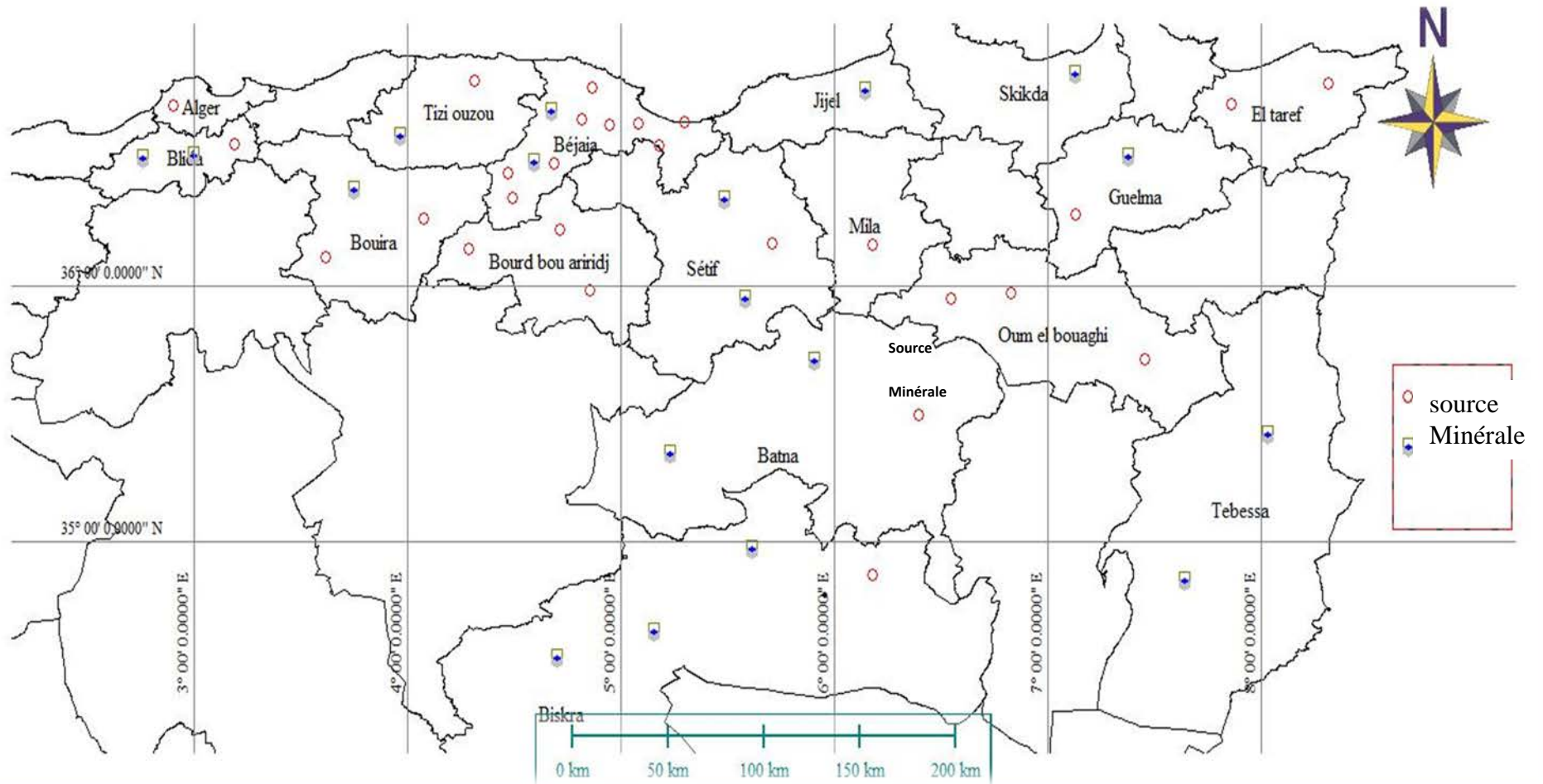


Figure08 : cartographie des eaux embouteillées étudiées et localité de la zone d'étude.

III.3.1 ; classification des eaux étudiées selon la nomination sur les étiquettes «eau de source » ou «eau minérale ».

Tableau 18: classification des eaux étudiées selon la nomination sur les Etiquettes «eau de source » ou «eau minérale ».

Eaux de source	Eaux minérale
El Ghadir	Texenna
Sidi Rached	Sidi Driss
Arwa	Djemela
Besbassa	N'Gaous
Djurdjura	Ain souda
Ouwis	Batna
Ain Bouglez	Manba el ghozlane
Mileza	Thevest
Ovitale	Mozaia
Nestlé	Alma
Righia	Baniane
Qniaa	Guedila
Fezguia	Toudja
Fezguia	Lala khedidja
Guerioune	Daouia
El Kantra	La vita
Ayris	Ben haroun
Hirouche	Ifri
Bir Essalame	Youkous
Taya	
Ifren	
Soummam	
Star	
Hayat	
Ichemoul	

III.4.caractérisation physique-chimique des eaux :

Les caractéristiques physico-chimique de l'ensemble des eaux étudiées sont données dans les tableaux ci-dessous.

Caractéristique ont été relevées à partir de l'étiquetage des différents produits, il s'agit de pH, de la valeur du résidu sec et de concentration des anions et des cations dissoutes dans un litre d'eau.

Tableau 19 : paramètres physico-chimique des eaux minérales

nom d'eau	Concentration des cations en (mg/l)				Concentration des anions en (mg/l)					résidu sec à 180c°	ph	silices	fluor
	Calcium	magnésium	Sodium	potassium	Chlorure	Nitrates	Sulfates	Bicarbonates	Nitrites				
	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	HCO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻				
N'Gaous	143	65,4	63,4	3,76	75	2,07	44,4		0	962	7,66		1,2
Ben Haroune	413	63,18	680	9,6	399,29	<20	514,4	1809,3	<0,1	2800	6-6,7		
Sidi Driss	36,67	3,16	7,14	0,72	16,97	<0,15	10	122,18	<0,02	202	7,7		<0,5
Djemila	98	20	100	3	170	5	50	281	0		7,04		
Daouia	31,9	19,9	75	0,7	40,4	0,4	18,3	288	0		7,8		
La vita	136	75	145	3	150	20	85	671	0,02	1280	6,5-7,3		
Toudja	56,6	15,2	36	0,7	54,6	2,55	19,6		<0,02	256	7,19		
Ain Souda	78,8	16,5	19,6	3,2	23	9,68	26,43	224,3		266	7,85		
Texanna	30	9,1	11	1	28,4	0	11	60	0	152	7		
Manbaa El Ghozlen	93	31	68	4	84	8,9	153	326	0,02	725	7,1		1,05
Alma	91	37	31	2	55	15	87	350	<0,01	628	7		
Mozaia	136	75	145	3	150	<20>	85	671	<0,02>	1280	6,5-7,3		
Thevest	89,95	34,05	47,25	0,99	65	2,35	188	231,8	<0,01	588	7,77		
Guedila	78	37	29	2	40	4,5	95		<0,01	564	7,35		
Batna	59	45	15	2	22	0	40	378,2	0	650	6,9		
Lalla Khedidja	53	7	5,5	0,54	11	0,42	7	160	0	187	7,22		0,26
Baniane	91	56	34	3	41	2,6	158		0	673	7,5		
Youkous	77,4	14,5	13,4	4,65	25,7	2	35,8	218	0	285	7,4	2,33	
Ifri	99	24	15,8	2,1	72	15	68	265	<0,02	380	7,2		

Tableau 20 :paramètres physico-chimique des eaux de source

	Calcium Ca ⁺²	magnésium Mg ⁺²	sodium Na ⁺	Potassium K ⁺	Chlorure Cl ⁻	Nitrates NO ₃ ⁻	Sulfates SO ₄ ⁻²	bicarbonats HCO ₃ ⁻	nitrites NO ₂ ⁻	Résidu sec 180°C	PH
Ain Bouglaz	4.6	3.57	29	1	30	9	10		0.06	140*	6.87
Arwa	120	23	56	1	100	46.5	104	256	<0.01	450	7.33
Ayris	65.6	6.8	28.5	1.9	37	2.7	75	234.24	0.01	276	7.78
Besbassa	54.16	2.64	5	2	10	9	4	164.7	<0.01	206	7.29
Bir essalam	62.88	13.47	22.8	2.1	23.1	<15	71.5	-	<0.02	285	7.44
Djurdjura	103	28	54	1	97	30	56		50.01	700	7.67
El Kantra	90	37	36	3	59	9.6	162	247	50.01	636	7.32
El Ghadir	111	28	25	3	37	25	106	327	absence	700	7.5
Fezghia	63.2	26.91	14	1	30	19	38	262.3	0	390	7.06
Fezghia	78.15	35.23	22	4.1	35.5	0.73	33.25	285	0	415	7.22
Guerioune	55.8	26.52	14	1	50	12	100	134.2	0	376	6.98
Hayat	120	36	100	1	138	14.6	210	-	-	-	7.3
Sidi Rached	134.38	6.69	29.21	2.45	50	21.8	139	235		610	7.39
Ouwis	106	25	60	4.1	48.76	5.73	177	216	<0.01	724	7.22
Mileza	111	34	29	1	10	3.2	190	311	<0.01	680**	7.33
Ovitale	91	14	30	1	50	>15	86	214		420	6.92
Nestlé	55	17	>12	0.5	>15	4.6	33	250		372	7.8
Righia	8	3	12.8	0.35	19.3	2.5	1	24.4	<0.02	100	6.7
Qniaa	111.66	26.97	48.22	2.48	92.12	12.39	66.66	259.02	0.01	602	7.24
Todji	73.83	19.25	36	1.8	43.76	5.93	28.9		<0.01	366**	7.46
Soummam	114	32	71	2	78	19.2	196	293	<0.01	755	7.21
Ichemoul	71.38	19.56	10	0.4	20	7	64	231.08	<0.01	370	7.03
Hirouche	107.4	18.2	22.2	1.6	62.2	32.2	54	262.8	<0.01	550.8	7.2
Taya	94	34	185	1	208	7.4	199	311	<0.06	941	7.45
Ifren	68.8	10.69	32	2.4	17.04	3.22	62.5	283.04	<0.01	300	7.48
Star	115	33	30	1.8	82	37.2	95	330	<0.02	490	7

*résidu sec à 105°C

**résidu sec à 110°C

III.5 classification des eaux embouteillées

III.5.1 Facies hydro-chimique

III.5.1.1 Diagramme de Piper

Le diagramme de Piper permet de représenter le faciès chimique d'un ensemble d'échantillons d'eaux.

Il est composé de deux triangles équilatéraux à la base surmontés d'un losange au milieu permettant de représenter le faciès hydro-chimiques des eaux par rapport à la concentration relatives des cations et des anions. Ce type de diagramme est particulièrement adapté pour étudier l'évolution du faciès des eaux lorsque la minéralité augmente ou bien pour distinguer des groupes d'échantillons. (Sedrati, 2013)

a. Eau minérale :

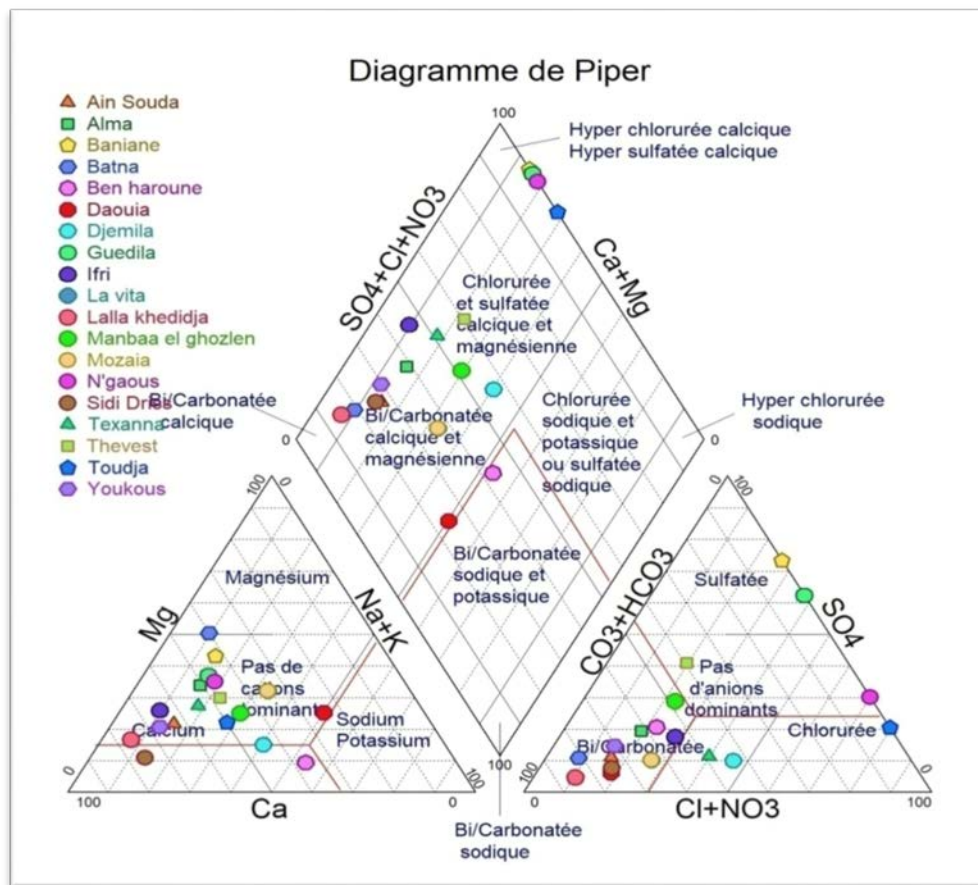


Figure 09 : Diagramme de Piper relatif aux eaux minérales naturelles

La représentation d'analyses chimiques par le diagramme de Piper, montre une variabilité du faciès chimique des eaux minérales ; les eaux sont identifiés en trois (03) familles

- Eau bicarbonatée calcique et magnésienne, qui représente 42.10 % des eaux étudiées sont relativement riche en bicarbonates de calcium-magnésium
- Eau chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne, qui représente 42.10% des points d'eau.
- Eau Bicarbonatés sodique et potassique, qui représente 15.8% des points d'eau.

b- Eau de source :

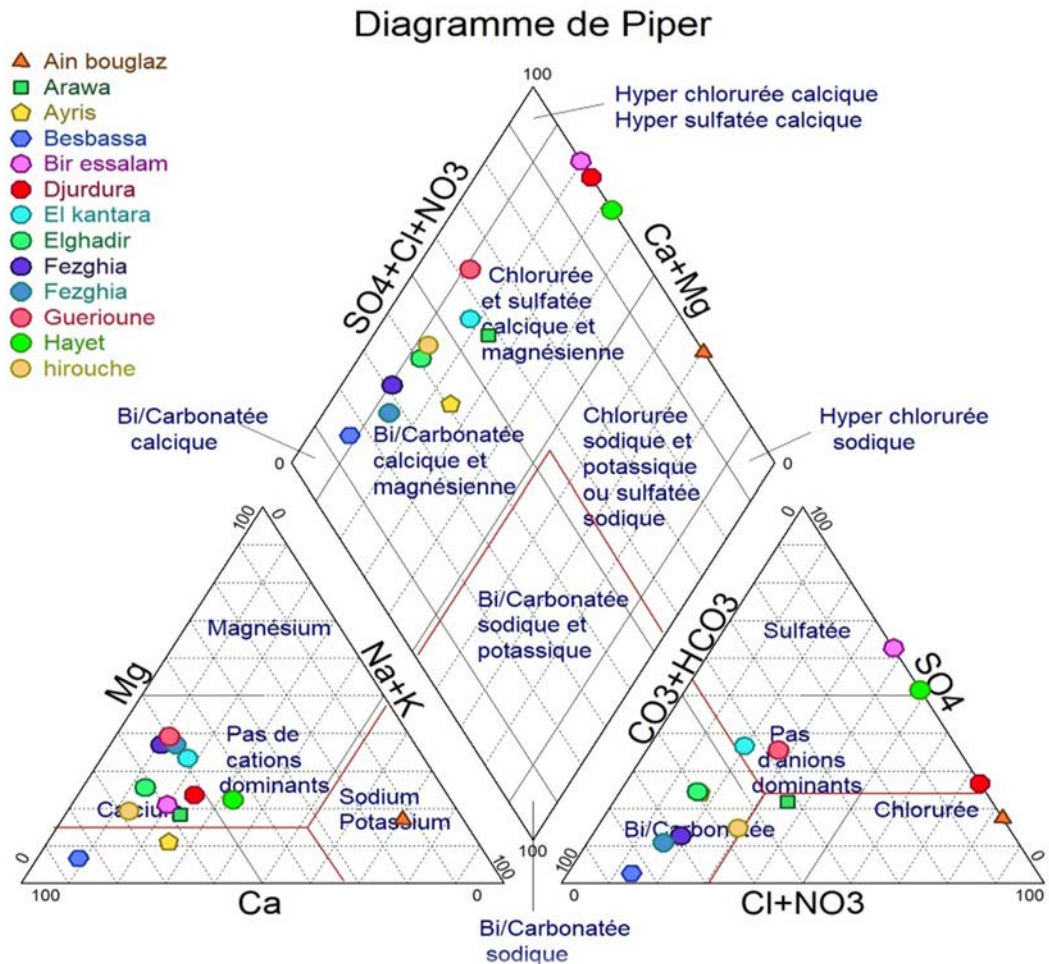


Figure 10: Diagramme de Piper relatif aux eaux de source

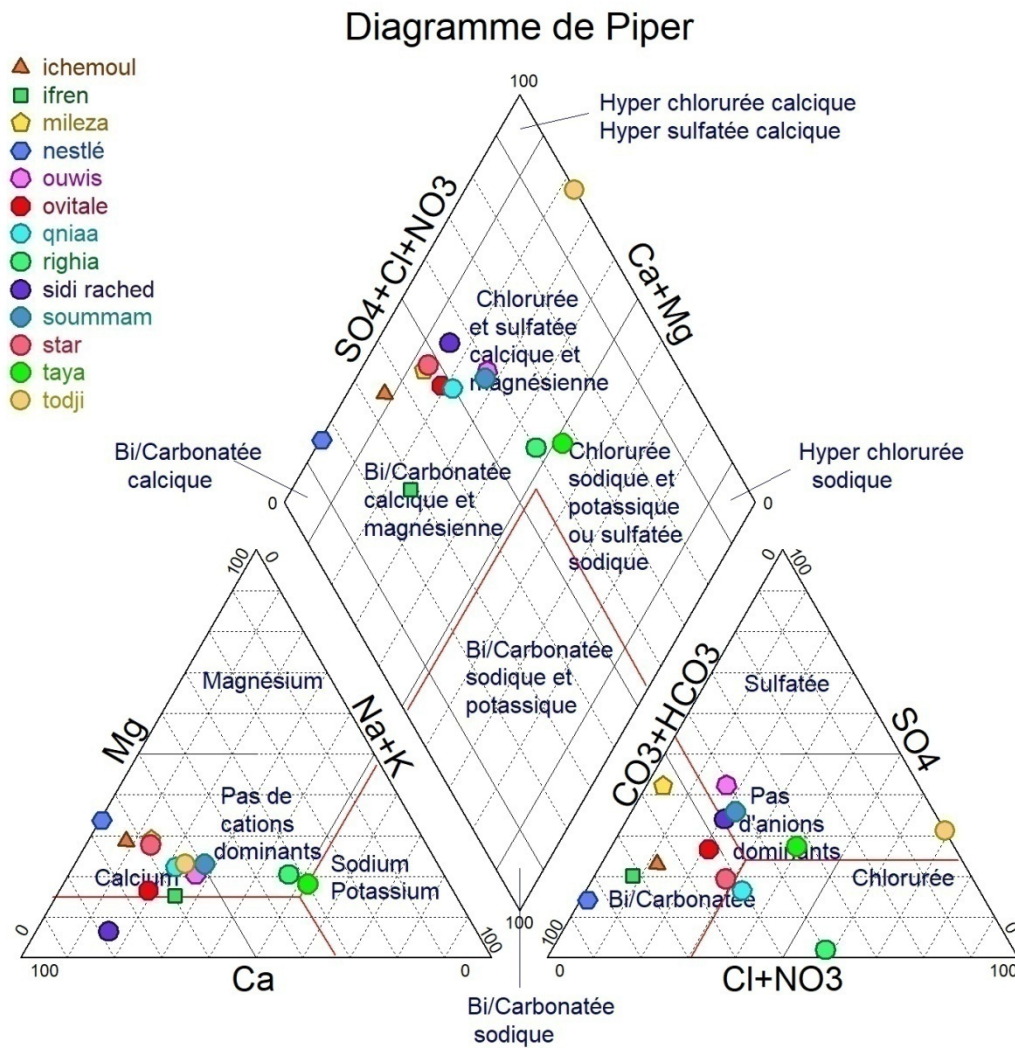


Figure 11: Diagramme de Piper relatif aux eaux de source(suite)

La représentation d’analyses chimiques par le diagramme de Piper, montre une variabilité du faciès chimique des eaux de source ; les eaux sont identifiés en sept catégories

- Eau bicarbonatée calcique et magnésienne, qui représente 50 % des eaux étudiées sont relativement riche en bicarbonates de calcium-magnésium
- Eau chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne, qui représente 42.30% des points d’eau.
- Eau Chlorurée sodique et potassique ou sulfatée sodique, qui représente 15.8 % des points d’eau.

III.5.1.2 Diagramme de Schoëller Berkaloff :

Le diagramme de Schoëller et Berkaloff permet de représenter le faciès chimique de plusieurs eaux. Chaque échantillon est représenté par une ligne brisée. la concentration de chaque élément chimique est figurée par une ligne verticale une échelle logarithmique. La ligne brisée est formée en reliant tous les points figurant les différents éléments chimiques.

a-Eau minérale :

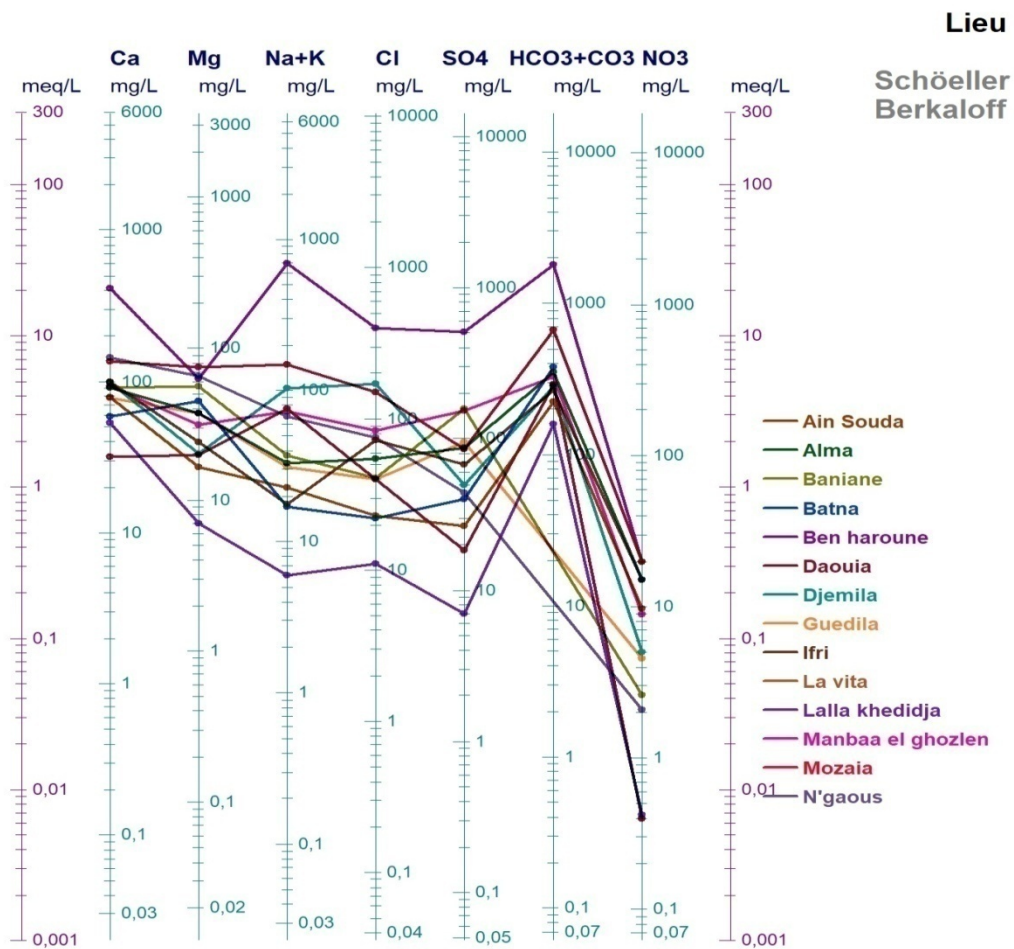


Figure12:Diagramme de SCHOELLER-BARKALOFF relatif aux eau minérale

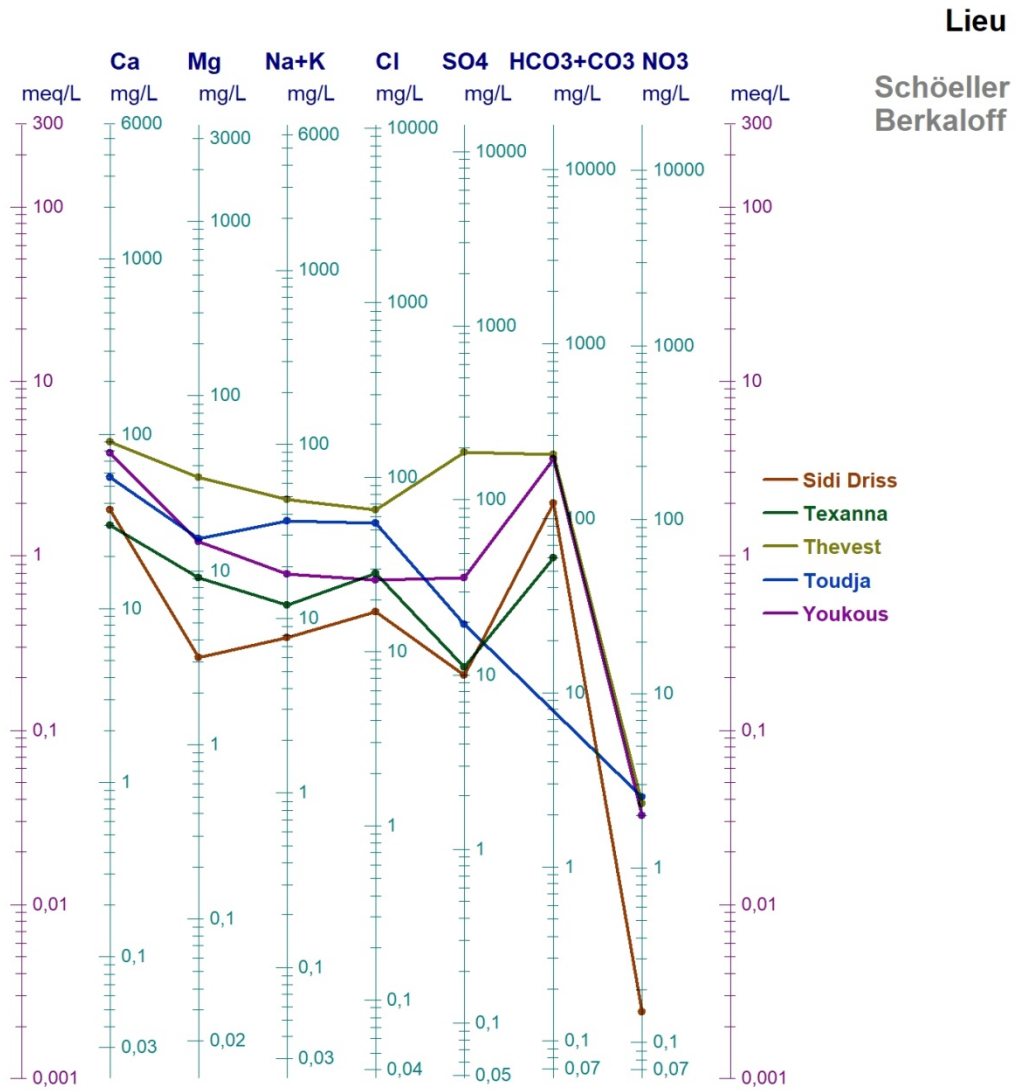


Figure 13: Diagramme de SCHOELLER-BARKALOFF relatif aux eaux minérales

Le diagramme de Schoëller-Berkaloff. (fig.13.14) permet de classer les eaux minérales dans le tableau(21).

Tableau 21 : facies chimiques des eaux minérales selon le diagramme de Schoeller-Berkaloff.

Formules caractéristiques		Facies chimique
$\text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^- > \text{NO}_3^-$	$\text{Na}^{++} + \text{k}^+ > \text{Mg}^{++} > \text{Ca}^{++}$ $\text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{Na}^{++} + \text{k}^+$	Bicarbonatée sodique
$\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^- > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^-$	$\text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{Na}^{++} + \text{k}^+$ $\text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{Na}^{++} + \text{k}^+$	Bicarbonatée Calcique
$\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^- > \text{NO}_3^-$	$\text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{Na}^{++} + \text{k}^+$	Chlorurée Calcique
$\text{SO}_4^- > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^-$	$\text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{Na}^{++} + \text{k}^+$	Sulfatée calcique

b-Eau de source :

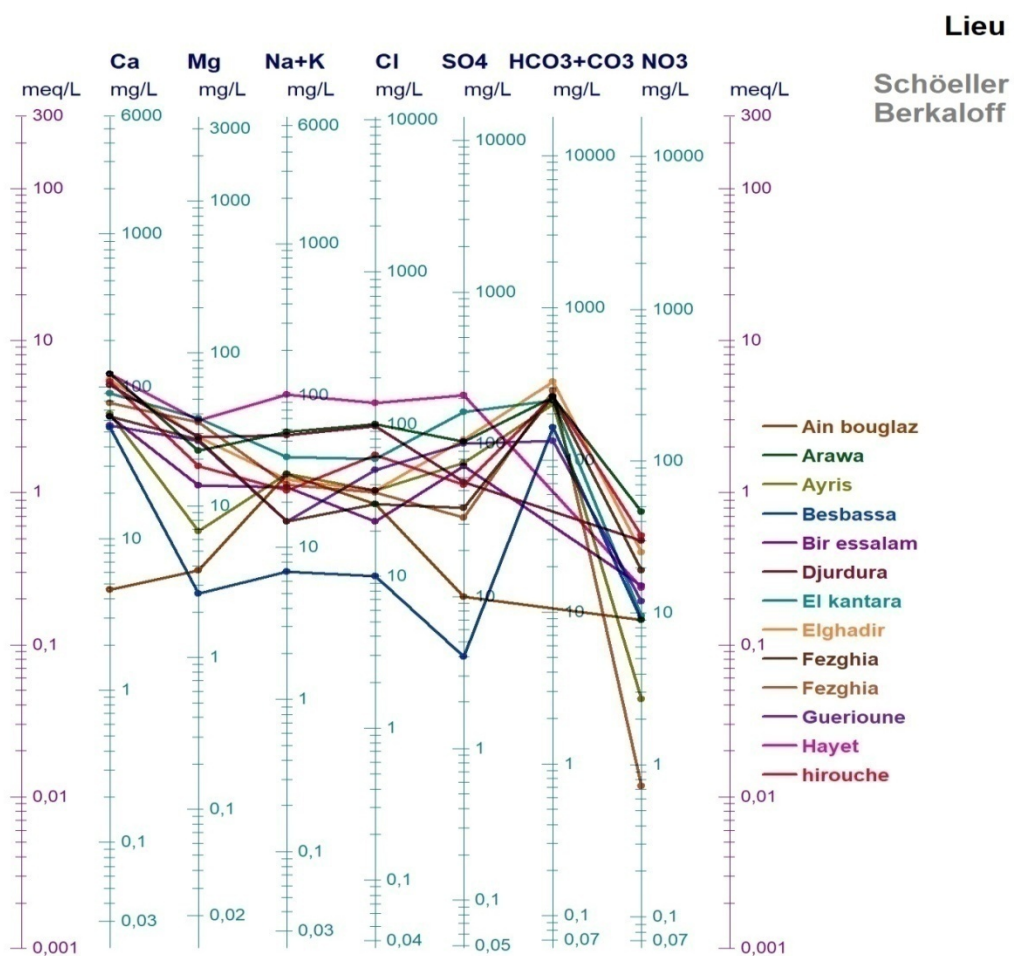


Figure 14: diagramme de SCHOELLER-BARKALOFF relatif aux eaux de source

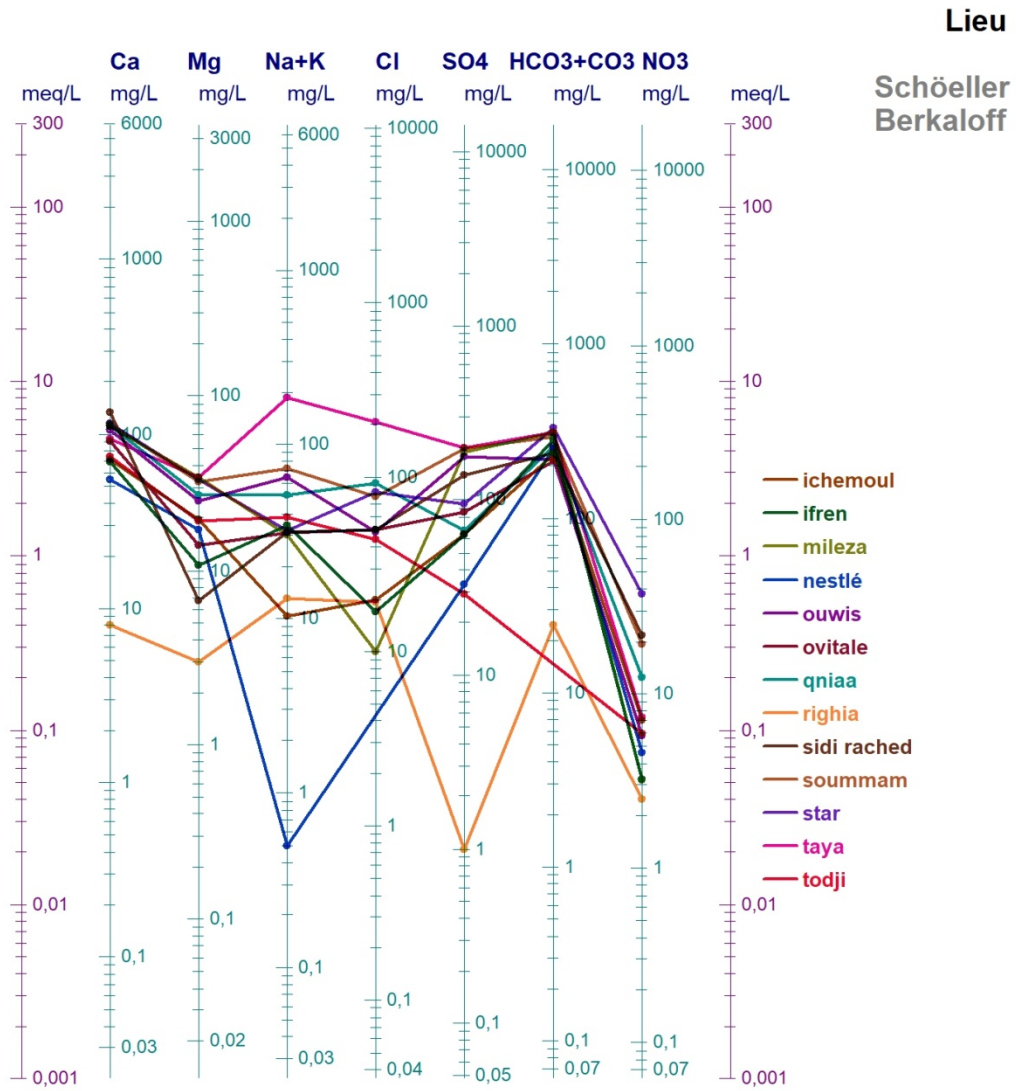


Figure 15 : diagramme de SCHOELLER-BARKALOFF aux eaux de source(suite)

Le diagramme de Schoëller-Berkaloff (figure,15,16) permet de classer les eaux de source dans le tableau (22)

Tableau .22 : facies chimiques des eaux des sources selon le diagramme de Schoëller-Berkaloff.

Formules caractéristiques		Facies chimique
$\text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{SO}_4^- > \text{NO}_3^-$	$\text{Na}^{++} + \text{k}^+ > \text{Mg}^{++} > \text{Ca}^{++}$ $\text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{Na}^{++} + \text{k}^+$	Bicarbonatée sodique
$\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^- > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^-$	$\text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{Na}^{++} + \text{k}^+$ $\text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{Na}^{++} + \text{k}^+$	Bicarbonatée Calcique
$\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^- > \text{NO}_3^-$	$\text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{Na}^{++} + \text{k}^+$ $\text{Na}^{++} + \text{k}^+ > \text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++}$	Chlorurée Calcique Chlorurée Sodique
$\text{SO}_4^- > \text{HCO}_3^- > \text{Cl}^- > \text{NO}_3^-$	$\text{Ca}^{++} > \text{Mg}^{++} > \text{Na}^{++} + \text{k}^+$	Sulfatée calcique

III.5.2 classification des eaux embouteillées en fonction du degré de

Minéralisation

Parmi les eaux embouteillées étudiées, l'eau de source Mileza est Ain Bouglez présente un résidu sec à une température différente de la température fixée par la réglementation qui est 180°C ; son résidu sec a été mesurée à une température 110°C par rapport les de source Mileza, et Toji , et 105°C l'eau de Ain Bouglez par rapport , et deux eaux minérales ,Djmila, Daouia ,et eau de source Hayat , absence de résidu sec. Donc ces six marques ne sont pas retenues pour la classification en fonction de la minéralisation. La classification des eaux de source et les eaux minérales étudiées sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 23 : Classification des eaux de source en fonction de la minéralisation.

classe de l'eau	Eaux de source	%
Eaux faiblement minéralisées (résidu sec \leq 50mg/l)	-	-
Eaux faiblement minéralisées (oligo-minérales) (50 mg/l < résidu sec \leq 500 mg/l)	Arwa, Besbassa, Ovitale, Nestlé, Righia, Fezguia, Fazguia, Guerioune, Ifren, Star, Ayris, Ichemoul, Bir Essalam	59.09%
Eaux moyennement minéralisées 500 mg/l < résidu sec \leq 1500 mg/l	El Ghadir, Sidi Rached, Mont Djurdjura, Ouwis, Qniaa, El Kantra, Hirouche, Taya, Soummam	40.90%
Eaux riches en sel minéraux . Résidu sec >1500 mg /l	-	-

Il ressort du tableau ci-dessus que , plus de la moitié (59.09%) des eaux sont type oligo-minérale ;alors que le reste des eaux (40.90%)sont moyennement minéralisées .

Tableau24 : Classification des eaux minérale en fonction de la minéralisation.

classe de l'eau	Eaux minérale	%
Eaux faiblement minéralisées (résidu sec \leq 50mg/l)	-	-
Eaux faiblement minéralisées (oligo-minérales) (50 mg/l < résidu sec \leq 500 mg/l)	Ifri , lala Khedidja ,Youkous ,Sidi driss, Toudja , Guedila ,Texanna ,N'Gaous ,Thevest	52.94%
Eaux moyennement minéralisées 500 mg/l < résidu sec \leq 1500 mg/l	Manba El Ghozlane ,Batna ,Thevest , Alma , Mozaia ,la vita ,Baniane ,	41.17%
Eaux riches en sel minéraux . Résidu sec >1500 mg /l	Ben Haroune	5.88%

A partir de tableau 52.94% des eaux minérales sont de type oligo-minérales ; alors que 41.17% sont moyennement minéralisées , et seule Ben Haroune (5.88%) est considérée comme une eau riche en sels minéraux avec avec une résidu sec de 2800mg/l.

III.5.3.classification en fonction de la composition ionique

La composition chimique des eaux minérales dépend de la nature de la roche encaissante, de la température où s'effectuent les échanges entre l'eau, la roche et le temps de contact.(Sabrina, 2017), le tableau suivant indique la classification des eaux embouteillées selon la composition ionique des eaux :

Tableau 25: Classification des eaux de source en fonction de la composition ionique.

Catégorie d'eaux	Eaux	%
Eaux calcique: teneur en calcium > 150 mg/l	-	-
Eaux sulfatées teneur en sulfate > 200 mg/l	Hayat	3.85%
Eaux magnésiennes: teneur en magnésium > 50 mg/l	-	-
Eaux bicarbonatées: teneur en bicarbonates > 600mg/l	-	-
Eaux pauvres en sodium: teneur en sodium < 20 mg/l	Nestlé, Righia ,Besbassa , Fezguia , Guerioune , Ichemoul	23.07%
Eaux fluorées: teneur en fluor > 1mg/l	-	-
Eau chlorurées: teneur en chlorures > 200mg/l	Taya	3.85%

D'après le tableau ci-dessous, la totalité des eaux de source ne possède aucune richesse en minéraux, sauf la marque Hayat riche en soulfate où il estimé à 3.85%. à l'inverse on trouve que les marques : Besbassa, Nestlé, Righia, Fezguia , Guerioune, Ichemoul

sont des eaux pauvres en sodium représentent 22,72 % des eaux de source étudiées, seul l'eau Taya est considérée comme une eau chlorurée sa teneur en chlorure est 208 mg/l.

Tableau 26: Classification des eaux minérales en fonction de la composition ionique

Catégorie d'eaux	Eaux	%
Eaux calciques: teneur en calcium > 150 mg/l	Ben haroune	5.26%
Eaux sulfatées: teneur en sulfate > 200 mg/l	Ben haroune	5.26%
Eaux magnésiennes: teneur en magnésium > 50 mg/l	Ben haroune, Baniane , la vita , N'Gaous , Mozaia ,	26.31%
Eaux bicarbonatées: teneur en bicarbonates > 600mg/l	Ben haroune ,La vita , Mozaia	15.78%
Eaux pauvres en sodium: teneur en sodium < 20 mg/l	Ain souda ,Batna , Ifri ,lala Khdidja , Sidi driss ,Texanna ,Youkous	36.84%
Eau chlorurées: teneur en chlorures > 200mg/l	Ben haroune	5.26%
Eaux fluorées: teneur en fluor > 1mg/l	N'Gous ,Manbaa El Ghozlane	10.52%

Le Tableau ci-dessus indique notamment que seule l'eau de Ben Haroune jouit de propriétés diversifiées. Elle est à la fois calcique, sulfatée, magnésienne, bicarbonatée et chlorurée. Dans

le reste des eaux, 68.39 % possèdent au moins une propriété classée. On trouve ainsi que 36.84 % des eaux minérales situées à l'est et au centre de l'Algérie sont des eaux pauvres en sodium.

III.5.4: classification selon la dureté THt

Tableau 27 :classification des eaux de source selon la dureté THt

Type d'eau	Nom	Classification
Eau source	El Ghadir	Eau Très dure
	Sidi Rached	Très dure
	Arwa	Très dure
	Djurdjura	Très dure
	Ouwis	Très dure
	Mileza	Très dure
	Ovitale	Eau assez dure
	Nestlé	Eau assez dure
	Righia	Eau douce
	Qniaa	Eau très dure
	Fezguia	Eau assez dure
	Fezguia	Eau très dure
	Guerioune	Eau assez dure
	El Kantra	Eau très dure
	Hirouche	Eau très dure
	Taya	Eau très dure
	Soummam	Eau très dure
	Ifren	Eau assez dure
	Star	Eau très dure
	Ichemoul	Eau moyennement douce
	Toji	Eau assez dure
	Bir Essalam	Eau assez dure
	Besbassa	Eau moyennement douce
	Ayris	Eau moyennement douce
Ain Bouglez	Eau très douce	
Hayat	Eau très dure	

Apartir de tableau ci-dessus 53.84%des eaux de source étudiées sont des eaux très dure ($THt > 30$).et 23.07%des eaux sont des eaux assez dure ($20 < THt < 30$).et 11.53% sont des eaux moyennement douce ($14 < THt < 20$).et 3.85% sont des eaux douce ($7 < THt < 20$), seul la marque de Ain Bouglez considérée comme une eau très douce ($0 < THt < 8$)

Tableau 28 :classification des eaux minérales selon la dureté THt

Type d'eau	Nom	Classification
Eau minérale	N'Gous	Eau très dure
	Ben Haroune	Eau très dure
	Sidi Driss	Eau douce
	Djemila	Eau très dure
	Daouia	Eau assez dure
	La vita	Eau très dure
	Toudja	Eau assez dure
	Ain souda	Eau assez dure
	Texanna	Eau douce
	Manbaa El Ghozlen	Eau très dure
	Alma	Eau très dure
	Mozaia	Eau très dure
	Thevest	Eau très dure
	Guedila	Eau très dure
	Batna	Eau très dure
	Lala Khdidja	Eau moyennement douce
	Baniane	Eau très dure
Youkous	Eau assez dure	
Ifri	Eau très dure	

Il ressort du tableau ci-dessus que 63.15%des eaux minérales étudiées sont des eaux très dure ($THt > 30$).et 21.05% sont des eaux assez dure ($20 < THt < 30$),et 10.52% sont des eaux douce ($7 < THt < 14$) .seul la marque de Lala Khdidja est considérée comme une eau moyennement douce ($14 < THt < 20$).

III.6. Analyse factorielle descriptive des eaux étudiées :

6.1. Analyse en composantes principales

L'Analyse en composantes principales est une méthode statistique essentiellement descriptive dont l'objectif est de présenter sous une forme graphique, le maximum d'information contenue dans un tableau de données. Ce tableau est constitué en lignes par les individus, sur les quels sont mesurer des variables disposé en colonnes

L'A.C.P. permet de déterminer les différentes liaisons entre plusieurs variables et de maitre en évidence les associations possibles

L'interprétation de l'analyse se fera selon l'ordre des informations données par le logiciel (XL stat)

6.2. Statistique descriptive

Le tableau ci-dessous (29) résume les paramètres statistiques des caractéristiques physico-chimiques des eaux minérales est de source

Tableau 29 : résume les paramètres statistiques des caractéristiques physico-chimiques des eaux minérales et de source

	Minimum	Médiane	Maximum	Moyenne	CV	Ecart-type
ca	4,600	90,000	413,000	90,692	0,651	58,349
Mg	2,640	25,000	75,000	26,859	0,676	17,948
na	5,000	30,000	680,000	56,774	1,809	101,582
K	0,350	2,000	9,600	2,110	0,763	1,593
cl	10,000	48,760	399,290	65,914	1,032	67,279
no3	0,000	8,900	46,500	11,136	0,964	10,615
so4	1,000	68,000	514,400	90,172	0,981	87,502
no2	0,000	0,010	50,010	2,235	4,663	10,304
résidu sec à 180c°	0,000	420,000	2800,000	527,396	0,863	450,274
ph	6,700	7,300	7,850	7,293	0,040	0,289

6.3. Analyse de la matrice des corrélations

Le tableau (30) présente les différentes corrélations entre les variables deux a deux, le coefficient de corrélation significatif.

Les résidus sec à 180c°est parfaitement corrélée aux : calcium, magnésium, potassium, chlorures et sulfates, les coefficients de corrélation sont respectivement (r=0.82) et (r=0.57), ce montre que la minéralisation est d’origine de calcium et sulfates.

Le calcium est représenté une bonne corrélation aux : le magnésium, le sodium, le potassium, chlorures et sulfates avec des coefficients de (r=0.59) (r=0.88) (r=0.77) (r=0.84) (r=0.83).

Le sodium est bien corrélé aux : potassium, chlorures et sulfates avec des coefficients de (r=0.7) (r=0.91)(r=0.79).

Le potassium est corrélé aux chlorures et sulfates avec des coefficients de (r=0.59)(r=0.59).

Tableau 30 : matrice de corrélation entre les éléments chimiques (25 point d’eau).

	ca	mg	na	K	Cl	no3	so4	no2	résidu sec à 180c°
ca	1,000								
Mg	0,588	1,000							
Na	0,874	0,491	1,000						
K	0,769	0,478	0,700	1,000					
Cl	0,835	0,552	0,918	0,594	1,000				
no3	0,393	0,172	0,176	0,057	0,327	1,000			
so4	0,831	0,481	0,792	0,593	0,737	0,229	1,000		
no2	0,022	0,068	-0,024	-0,014	0,040	0,176	0,047	1,000	
résidu sec à	0,879	0,719	0,833	0,718	0,757	0,281	0,758	0,068	1,000

180c°									
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

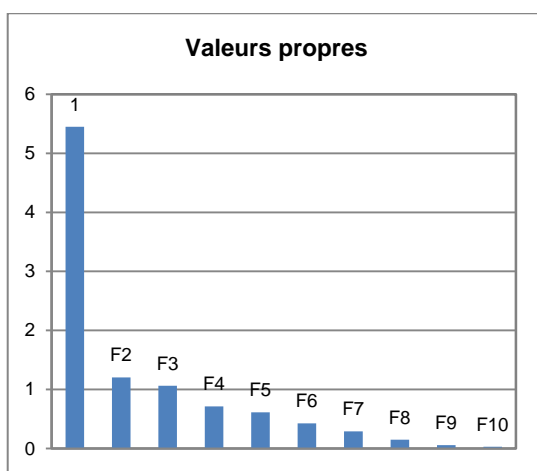
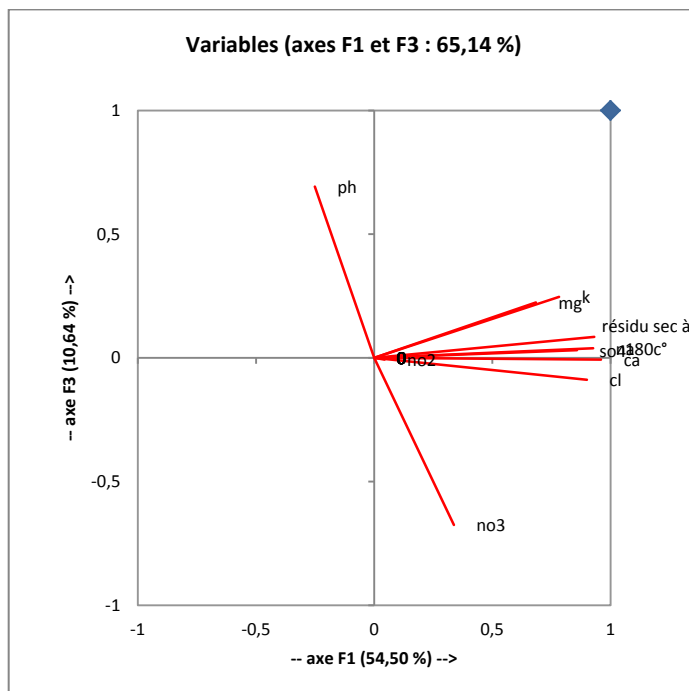
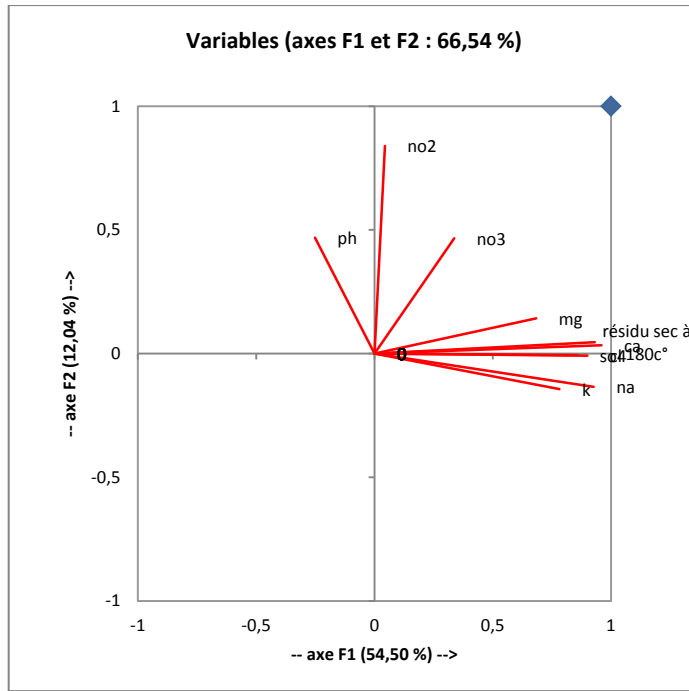


Figure .16 : Représentation graphique des valeurs propres des facteurs

L'analyse du tableau (31) et de la figure (16), des valeurs propres nous a permis de choisir l'axe factoriel 1 et 2 et 3 du fait qu'ils représentent 77.17% de la variance totale, le reste des facteurs (F4, F5, F6...) représentent seulement 22.82% de la variance totale.

Tableau 31 : valeurs propres et contribution à la variance totale

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Valeur propre	5,450	1,204	1,064	0,715	0,612	0,427	0,289	0,151	0,058	0,031
% variance	54,500	12,035	10,636	7,147	6,124	4,270	2,894	1,508	0,577	0,308
% cumulé	54,500	66,536	77,171	84,318	90,443	94,713	97,607	99,115	99,692	100,000



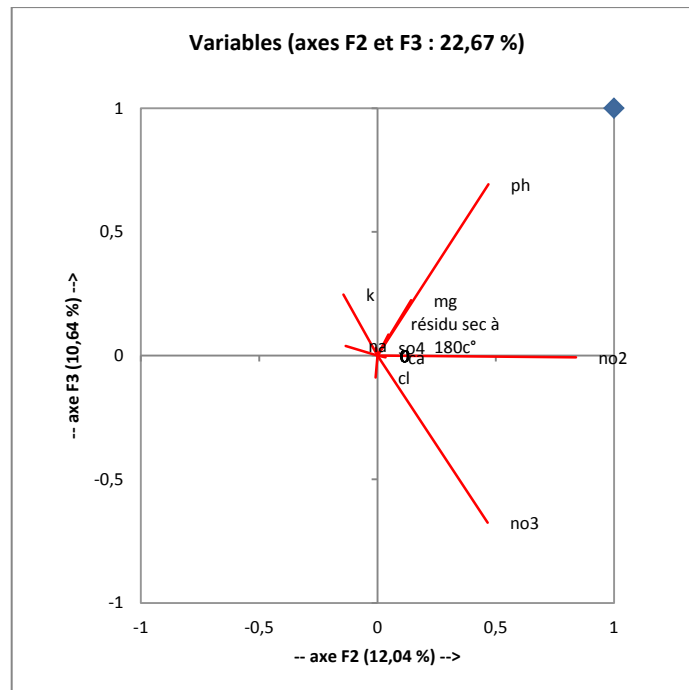


Fig.17 :Résultats de l’ACP des données chimiques des eaux minérales et de source

6.4. Analyse statistique en composants principales

L’étude statistique par l’analyse en composants principales(ACP) illustré sur le tableau de 10 variables de 45 observations.

Le pourcentage de la variation est de 54,5% pour l’axe F1 est de 12,035% pour l’axe F2 et 10,636% pour l’axe F3.

Le facteur F1 est déterminé par tous les éléments chimiques : c’est un axe de salinité ou de la minéralité des eaux

Le facteur F2 qui représente 12,035% de la variance totale est un axe de pollution ou il ya opposition entre des eaux polluées matérialisées par NO3, NO2 et pH et les eaux riches en carbonates

L’axe F3 d’une inertie faible, 10,636% de variance représente la pollution des eaux (NO3)

III.7. Conclusion

Le but de ce chapitre est d'analyser les discussions des résultats de caractérisation et de classification des eaux en bouteilles dans la région de centre et l'est d'Algérie .

Les résultats des analyses physico-chimiques montrent que :

Les eaux minérales et des sources de la région étudiée représentent trois familles, selon le diagramme de Piper et Schoëller-Berkaloff sont caractérisées par la dominance de la famille Bicarbonatée sodique et Calcique et Chlorurée Calcique et Sodique, Sulfatée calcique

La classification des eaux embouteillées en fonction du degré de minéralisation montre que :

-plus de 59.09% des eaux de source étudiées sont de type oligo-minérales, et 40.90% de ces eaux sont moyennement minéralisées

-aussi plus de 52.94% des eaux minérales étudiées sont de type oligo-minérales ; et 47% sont moyennement minérales .

-on note que la marque de Ben Haroune est considérée comme étant une eau riche en sels minéraux avec un résidu sec de 2800mg/l

La classification des eaux selon la dureté montre que :

-La majorité des eaux de source étudiées sont considérées comme des eaux très dures ,et 23.07% des eaux sont des eaux assez dures , et 11.53% sont des eaux moyennement douces .et 3.85% sont des eaux douces .

-seul la marque de Ain Bouglez est considérée comme une eau très douce .

- Plus de 63.15% des eaux minérales étudiées sont des eaux très dures .et 21.05% sont des eaux assez dures ,et 10.52% sont des eaux douces .

seul la marque de Lala Khdidja est considérée comme une eau moyennement douce .

Le dernier point étudié dans ce chapitre est l'Analyse factorielle descriptive des eaux minérales et source principalement que :

L'étude statistique a mis en évidence des liens significatifs entre les paramètres étudiés.

*CONCLUSION
GÉNÉRALE*

Conclusion Générale

Conclusion générale

L'eau est un élément essentiel de la vie , non seulement pour tous les type de plantes et d'animaux , l'eau représente environ 65% de la masse de notre corps .

Les eaux embouteillées, qu'elles soient de source ou minérales, sont issues de nappes souterraines. Ce qui les distingue, c'est leur composition physico-chimique c'est la qualité thérapeutique.

Le premier chapitre comprend également les notions fondamentales de l'eau et leurs 3 états physiques ainsi que les eaux d'approvisionnement (surface et souterraine) et les normes de l'eau potable et différents types d'eau, ensuite les caractéristiques de l'eau potable organoleptiques, physicochimiques et bactériologiques.

Dans le deuxième chapitre, nous nous intéressons à l'étude de l'eau minérale et de l'eau de source uniquement parce que l'eau de table n'existe pas en Algérie.

On a donné quelque information nécessaires sur les eaux de source et minérales :

définition, les caractéristiques générale, la propriétés générales, on aussi étudié des exemples de qualités thérapeutiques qui explique la différence entre les eaux minérales et les eaux de sources, et étudié aussi la situation dans le monde et en Algérie .

Nous avons pris connaissance de la réglementation algérienne sur l'eau naturelle, ainsi que du processus de mise en bouteille à grand échelle, et nous avons pris connaissance de certaines des réglementations relatives à la consommation, et explique les différent méthode de classification diagramme de piper ,classification en fonction du degré de minéralisation , classification en fonction de la composition ionique , classification selon la dureté et classification de stuyfzand.

Dans le troisième chapitre , nous avons étudiée classé l'eau embouteillée dans l'est et le centre de l'Algérie, il s'agit de classifier 27 eaux de source et 19 eaux minérales naturelles.

Les principales conclusions tirées sont :

Les eaux minérales et des sources de la région étudié représentent trois familles, selon le diagramme de Piper et Schoëller-Berkaloff sont caractérisé par la dominance de la famille Bicarbonatée sodique et Calcique et Chlorurée Calcique et Sodique, Sulfatée calcique

Conclusion Générale

La classification des eaux embouteillées en fonction du degré de minéralisation montre que :

-plus de 59.09%des eaux de source étudiée sont type oligo-minérales, et 40.90%de ces eaux sont moyennement minéralisées

-aussi plus de 52.94% des eaux minérales étudiées sont de type oligo-minérales ; et 47% sont moyennement minérales .

-on note que la marque de Ben Haroune est considérée comme étant une eau riche en sels minéraux avec une résidu sec de 2800mg/l

La classification des eaux selon la dureté montre que :

-La majorité des eaux de source étudiées sont considérée comme des très dures, et 23.07%des eaux sont des eaux assez dure , et 11.53% sont des eaux moyennement douce.et 3.85% sont des eaux douce .

-seul la marque de Ain Bouglez considérée comme une eau très douce .

- Plus de 63.15%des eaux minérale étudiées sont des eaux très dure .et 21.05% sont des eaux assez dure ,et 10.52% sont des eaux douce .seul la marque de Lala Khdidja est considérée comme une eau moyennement douce , la majorité des eaux minérales situées dans L'est et le centre de l'Algérie est caractérisé par des eaux minérales pauvres en sodium par contre la totalité des eaux de source ne présente pas une grande richesse en minéraux le dernier point étudié dans ce chapitre est l'Analyse factorielle descriptive des eaux minérales et source principalement que : l'étude statistique a mis en évidence des liens significatifs entre les paramètres étudiée, l'Acp montre qu'il existe deux facteurs un de minéralisation et l'autre de pollution

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographique

Références bibliographiques

- **Alpha. Awwa. Wef** (1998). Les méthodes standards pour l'examen de l'eau et des eaux usées, American Public Health Association, Water Environment Fédération American Water Works Asson
- **Berne F.et Cordonnier** (2000). Traitement des eaux, Edition Technip, Paris, , p7.
- **Bontoux. J** (1993). Introduction à l'étude des eaux douces 2eme Edition Cebedoc,
- **Boulfermas. A** (2017),Quelle eau pour quel problème de santé ? Essai de classement des eaux embouteillées algériennes. Mémoire de master. Université frères Mentouri Constantine 1.
- **Bourgeois. C, MESCELE. J, ZUCCA. J**(1996). Microbiologie alimentaire aspect microbiologique et la sécurité et de la qualité des aliments, Tome 1, Edition Lavoisier, Tec et Doc, p260-261.
- **Bouziani. H**(2000). L'eau de la pénurie eaux maladies, Edition IbnKhalidoun.
- **Claude. C , Arnaud. G**(2013).analyse es eaux. réglementation, analyse volumétrique et spectrophotométriques, statistique cours et exercice corrigés. Elipsesédition marketing S.A, ISBN 978-2-7298-83478, 296p
- **Codex. S**(1981). Norme codex pour les eaux minérales naturelles.
- **COIN**, La pratique de l'eau usages domestiques, Collectif et industriel, Edition Moniteur, Paris, 1981, p3-21, p325-327.
- **Defranceschi. M**(1996). L'eau dans tous ses états. Edition Marketing S-A, Paris, p4-5.
- **Degrement . G**(2005).Memento Technique de l'eau. Tome 1, 10ieme Edition Tec et Doc,p3-38
- **Dejardion. R.**(1997). le traitement des eaux, 2eme Edition Ecole Polytechnique de Montréal, p7.
- **Denhove. (2005)**, Les eaux minérales, Volume 3, Edition Lamy, Paris, 1990.
- **DFI**, Ordonnance de Département Fédéral de L'intérieur sur l'eau potable, l'eau de source et l'eau minérale, 2005.
- diététique Elsevier Masson. Volume 46, Issue 1, P 40-50
- **Duhot E.**(1946),les eaux minérales ,presses universitaires de France
- **Dunod, I** SBN 978-2-10-054179-9, 1526p.édition marketing S.A, ISBN 978-2-7298-83478, 296p

Références Bibliographique

- **FIAMBSCH B. (1998)**, Chang from chlorine résidual distribution to no chlorine residual distribution in groundwater system. Vol 6 N°3/4.Germany. p145-152.
- **Florence C, Nasrine H.(2011)**,Les eaux embouteillées,Cahiers de nutrition et de diététique Elsevier Masson. Volume 46, Issue 1, P 40-50
- **François G.Briere.(2000)**,Distribution et collecte des eaux ,deuxième édition, école polytechnique de Montréal, ISBN : 2-553-00775-2
- **Frank J. et KemmerN. (1984)**, Manuel de l'eau, Editeur Lavoisier, p3, p102, p105.
- **Fredot E. (2007)**, Nutrition du bien-portant. Bases nutritionnelles de la diététique. Lavoisier. Tec et Doc. Paris. 324 p
- **Fredot E. (2006)**, Connaissance des aliments, Bases alimentaires et nutritionnelles
- **Gamrasni M. (1986)**, Le gout de l'eau, Office Internationale de l'Eau, Edition technique et documentation, Lavoisier, p11.
- **Ganjous D. (1995)**, La pollution des milieux aquatiques, 2eme Edition Lavoisier.
- **Gerard P.**, Analyse physico-chimique, Edition UCL/AC/ADST/YDDR 6-7p
- **Gommelle G. et Guerree H. (1985)**, Guide de l'alimentation en eau. Dans les agglomérations urbaines et rurales, Tome la distribution, 3eme Edition EYROLLES, p20-21.
- **Guergazi S. Achour S. (2005)**, Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Biskra, Pratique de la chloration, Larhyss journal, ISSN 1112-3680, N°04, p119.
- **Haslay C. Leceler H. (1993)**, Microbiologie des eaux d'alimentation, edition tec et doc, Lavoisier, Paris, , p101-107.
- **Hazzab A. (2011)**, Eaux minérales naturelles et eaux de source en Algérie. Elsevier Masson.343, 20-31.
- **Hubert P. et Marin M. (2001)**, Quelle eau boirons-nous demain , Edition Fabienne Travers, p64-124.
- IAHS, Publ. N° 182.
- **Jean J. (2002)**, La dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau, Paris,
- **Jora, 2004**. Chapitre de la définition et du classement des eaux minérales naturelles et des eaux de source. Journal Officiel de la République Algérienne N° 45.Article 2, section 3. Du 18 juillet (2004) p. 9-16
- **Kemmer F. (1984)**, Manuel de l'eau, Edition tec et doc, Lavoisier, p3, p102.

Références Bibliographique

- **Labar S.(2009)**,Evaluation de la pollution des eaux souterraines dans un milieu industriel (cas de la zone industrielle de Skikda, N.E. algérien). Thèse de Doctorat, UniversitéBadji Mokhtar-Annaba.
- **Lachassagne P.(2017)**,Les eaux minérales naturelles, Encyclopédie de l'Environnement,[en ligne] url : <http://www.encyclopedieenvironnement.org/?p=4251>. Consulté le 16/05/2019.
- **Lanteigne J.**, L'encyclopédie de l'Agorat.
- **le journal officiel**, de la république algérienne démocratique et populaire correspondant au 19 juin 2011 N° :34
- **Lefevre J.** (1991), les analyses d'eau avec les tests près à l'emploi la potabilité de l'eau, les eaux piscicoles, l'eau des piscines, laboratoire Merck-CLEVENOTE,.
- **Lepeltier S. (1986)**, Un bon état écologique des eaux, 2005.341. DUPONT A., Hydraulique urbaine, Hydrologie, captage et traitement des eaux, 6eme Edition EYROLLES, Paris, , p64-66.
- **Les Eaux En Bouteille;Fiches-Conseils N°37.** (2015, 10). Consulté le 05 19, 2019, sur (<https://www.ecoconso.be>).
- **Louise Schriver-Mmazouli.(2012)**, la gestion durable de l'eau : ressources, qualité, organisation. Ed DUNOD, paris, ISBN : 978-2-10-055026-5.
- **Madfouni R .(2019)**,analyse et classification hydro chimique et statistique multi variable des eaux embouteillées en Algérie. mémoire de master, l'université d'oum el bouaghi,133p
- **Marcel F. (1986)**, Dictionnaire français hydrologie des surfaces, Edition Masson, , p93.
- **Marget J et Vasken A .(2008)**.Idée reçu L'eau Ed, le cavalier bleu ,101p
- **Margat J.**, L'eau dans le bassin méditerranéen, situation et perspective.
- **Mebarki S.** (2010), Qualités physicochimiques et microbiologiques des eaux destinées à la consommation humaine de la ville de Honaine, mémoire d'ingénieur d'état en biologie, département de biologie, Université de Tlemcen,
- **MERCIER J. (2000)**, Le grand livre de l'eau, Edition La reconnaissance du livre, Collect Art de vivre , p97.
- **Mohammed, K. et Abdenour, A. (Juin 2013)**, La filière boissons en Algérie. Synthèse, (PME II), Alger
- **OMS**, Organisation Mondiale de la santé, L'eau et la culture, 2006.
- **Ouahdi A. (1995)**, Les maladies à transmission hydrique-Santé plus Alger N°44,

Références Bibliographique

- **Ouardi, D et Bouras, A.(2016)**,Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique etbactériologique du mélange d'eaux d'Ain Skhouna et Ain Zerga et impact environnemental .mémoire master. Université deMoulay Tahar de Saïda.
- **Oumou Samba Gassambe. (2012)**,Contribution a une meilleure connaissance de laréglementation et de la composition physico-chimique des différentes marques d'eauminérale vendues au MALI.Thèse de Doctorat d'état, Université. De Bamako, 156 p
- **Paquin J.L., Blok J.C., Haudidier K. (1992)**, Effet du chlore sur la colonisation bactérienne d'un réseau expérimental de distribution d'eau, Edition Revue de sciences de l'eau, N°4
- **Perlemuter L.(1981)**, Dictionnaire pratique de la déique et de mutation, Edition Masson, 1981.
- **Permo .(1981)**, La pratique de l'eau, Edition Moniteur, p434.
- **Popoff G.(1991)**, Journal français d'hydrologie, Tome 21.

- **Rapport de presse, A. Ferrah.** Industrie de l'eau embouteillée en Algérie: Brève revue. 10/26/2013 (DZ-AGRO INNOVATION) Horizon 2020. Consulté le06/06/2019
- RegionalCharacterization of Water Quality, Proceedings of the Baltimore Symposium,
- **Rodier J. et al. (1996)**, L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduares, eau de
- **Rodier, J et al. 2009**, L'analyse de l'eau. 9ème édition entièrement mise à jour. Paris :Éd.Dunod, ISBN : 978-2-10-054179-9, 1526p.
- **Sabrina F. (2017)**,Incidence des eaux embouteillées sur la dissolution de l'hydroxapatite dentaire. Influence de différents paramètres. Thèse de Doctorat d'état, Université DjillaliLiabes, Sidi Bel Abbès
- **Satinm. Et Selmi B. (1999)**, Guide technique de l'assainissement, 2eme Edition Moniteur , p76.
- **. Sekiou.F et Kellil. A. (2014)**, caractérisation et classification empirique, Graphique et statistique multi variable d'eaux de Source embouteillées de l'Algérie.
-
- **Sedrati, A. 2013.** Etude de la salinité etDétermination de la contamination de lanappe de la Sebka d' El Mahmel. Mémoires de master, l'université de Khenchela.67p.
- **Sekiou.F et Kellil. A. (2014)**, caractérisation et classification empirique, Graphique et statistique multi variable d'eaux de Source embouteillées de l'Algérie.

Références Bibliographique

- **Spellman et Frank. (2008)**, The Science of water, p417,
 - **Styfzand P.J. (1989)**, A new hydrochemical classification of water types,
 - **Unicef.(1999)**, Manuel sur l'eau, N°2, p42-44.
 - **Valiron F. (1989)**, Gestion des eaux, Alimentation en eau-assainissement. Tome 2, 2eme Edition, Presse de l'école nationale de ponts et chaussées , p38.
 - **Virginie F. (2015)**, Eaux minérales naturelles : quelles spécificités ?, cahiers de nutrition et de diététique 50, S30-S37
- * **WHO**, Directive de qualité de l'eau de boisson, Critères hygiène, 2eme Edition, Volume 1, Genève, 1994.

Site internet

- (<http://www.abh-cz.com.dz/eau.html>)
- (<https://www.researchgate.net/...Analyse...physicochimique...eaux...analysis>)
- (http://meteocentre.com/intermet/eau/phases_eau.htm)
- (http://www.ecosociosystemes.fr/caracteristiques_eauxsoutsurf.doc)
- (<https://eaumineralnaturelle.fr/bouteille-eau/bouteille-en-pet>)
- (<https://www.nestle-waters.fr/embouteille-recycler/embouteiller-a-la-source>)
- www.abhcsmdz.com.dz/articles-arrêtés
- www.Andi.Dz

Résumé

L'objectif de cette étude est l'analyse et la classification des eaux embouteillées de l'Algérie, l'étude comprenait 46 types d'eau embouteillée produites dans des différentes zones à l'échelle nationale, dont 26 marques d'eau de source et 19 marques d'eau minérale.

Les principaux résultats qui émanent de ce travail sont

- La majorité des eaux embouteillées sont très dures, de facies bicarbonaté calcique et magnésien, les eaux minérales sont plus riches en minéraux que les eaux de source.
- le Centre de l'Algérie est caractérisé par des eaux embouteillées de minéralisations et de duretés élevées et des teneurs en nitrates relativement élevées par rapport à l'Est du pays.
- L'analyse par ACP montre qu'il existe deux facteurs un de minéralisation et l'autre de pollution
- La majorité des eaux minérales situées dans L'est et le centre de l'Algérie est caractérisé par des eaux minérales pauvres en sodium par contre la totalité des eaux de source ne présente pas une grande richesse en minéraux

Mots-clés : Eau embouteillée, eau minérale, eau de source, piper, Algérie, schoëller, Acp

Abstract

The objective of this study is the analysis and classification of bottled water from Algeria, the study included 46 types of bottled water produced in different areas nationwide, including 26 brands of spring water and 19 brands of mineral water.

The main results that emanate from this work are

- The majority of bottled waters are very hard, of calcium and magnesium bicarbonate facies, mineral waters are richer in minerals than spring waters.
- Central Algeria is characterized by bottled water with high mineralization and hardness and relatively high nitrate contents compared to the east of the country.
- Analysis by ACP shows that there are two factors, one of mineralization and the other of pollution
- The majority of mineral waters located in eastern and central Algeria are characterized by low sodium mineral waters, on the other hand all the spring waters are not very rich in minerals

Keywords: Bottled water, mineral water, spring water, piper, Algeria, schoëller,Acp

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تحليل وتصنيف المياه المعبئة في الجزائر وشملت هذه الدراسة 46 قارورة مياه منها 19 نوع من المياه المعبئة معدنية و26 منها مياه ينابيع منبع من مختلف مناطق الشرق والوسط الجزائري

النتائج المتحصل عليها من هذه الدراسة هي

معظم المياه المعبئة صلبة للغاية ، وتحتوي على سوائل من الكالسيوم وبيكربونات المغنيسيوم ، والمياه المعدنية غنية بالمعادن أكثر من مياه الينابيع

يتميز

وسط الجزائر بالمياه المعبئة مع نسبة عالية من المعادن والصلابة ومحتويات نترات عالية نسبياً مقارنة بشرق البلاد

اظهر تحليل التركيب الأساسي ان هناك نوعان من العوامل احدهما للتمعدن والآخر للتلوث

تتميز غالبية المياه المعدنية الواقعة في شرق ووسط الجزائر بمياه معدنية منخفضة الصوديوم ، ومن ناحية أخرى فإن جميع مياه الينابيع ليست غنية بالمعادن

الكلمات المفتاحية: المياه المعبئة ، المياه المعدنية ، مياه الينابيع ، الأنابيب الجزائرية