



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohammed El Bachir Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

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

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences Agronomiques

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaines des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Science Agronomique

Spécialité : Aménagement Hydro-Agricole

Intitulé :

Analyse comparative des qualités physico-chimiques de deux types d'eau embouteillées : cas de l'eau minérale de TEXANNA, Wilaya de Jijel et de l'eau de source de MILEZA, Wilaya de Bordj-Bou-Arreridj

Présenté par :

Djerbah Safinez

Soutenu le /06/2023, Devant le Jury :

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	Mme Chourghal Nacera	MCA	Université de B.B.A.
Encadrant :	Mme Salamani Amal	MCB	Université de B.B.A.
Examineur :	Mr Bouzid Chaouki	MCB	Université de B.B.A.

Année Universitaire : 2022-2023

Remerciement



Avant tout, je remercie Allah le tout puissant qui m'a guidé tout au long de ma vie, il m'a donné le courage et la patience pour passer tous les moments difficiles, m'a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui.

Ce mémoire est aujourd'hui l'occasion de remercier toutes les personnes qui ont collaboré à ce travail.

Tout d'abord, je tiens à remercier l'encadreur Dr Salamani Amel qui m'a donné la confiance, et a mis à ma disposition tous les moyens et les ressources nécessaires à la réalisation de ce travail.

Je remercie vivement les membres du jury qui m'ont fait l'honneur de juger mon travail.

Mes remerciements à tous les enseignants du département, je remercie les membres de la station de Mileza en particulier le Directeur monsieur Adjoudj et l'ingénieur de laboratoire madame Lila, merci pour votre disponibilité et vos encouragements.



Dédicace



Je dédie ma graduation à celle qui a éclairé mon chemin et m'a été d'un grand secours, au secret de ma force à ma mère «SABAH CHARIFI » qui aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour tes sacrifices consentis, et ton soutien, dans les moments difficiles avec un tant d'amour et d'affection et qui a souffert sans se plaindre pour m'élever et m'éduquer afin que j'atteigne ce niveau.

A toi ma mère je lève les chapeaux de fierté. Merci pour ton amour, merci pour tout ce que tu as fait pour moi, tu seras toujours présent dans mon cœur que Dieu ait pitié de vous et vous fasse habiter dans ses vastes jardins je t'aime.

A mon mari «Benhamadi Aymen» qui est toujours mon meilleur exemple dans la vie, pour les sacrifices qu'il a consentis pour mon avenir, la confiance qu'il m'a accordée, et sans qui je ne serais pas arrivée jusqu'ici. Je ne te remercierai jamais assez pour tes encouragements, ton soutien moral que tu n'as cessé d'offrir et ta présence à mes côtés durant ces années d'études.

A ma grand-mère « Fatma Merrouchi ».

A mon grand-père «Charifi abd El Hamid ».

A ma tante « Charifi NAWEL ».

A mes oncles « AMar & MOHAMED Charifi ».

Merci pour vos encouragements et votre présence à mes côtes.

A mon beau-père «Cherif Benhamadi » merci pour vos encouragements et votre disponibilité.

A toutes mes amies en particulier « Ines ».

Safinez

Table des matières

Liste des Tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	1
Partie bibliographique	
I. Généralités sur les eaux	3
I.1. Cycle de l'eau.....	3
I.2. Les différents types d'eau	4
I.2.1. Eaux de surface	4
I.2.2. Eaux souterraines.....	4
I.3. Les différents types des eaux de consommation.....	4
I.3.1. Les eaux potables.....	4
I.3.2. Les eaux de source.....	5
I.3.3. Les eaux minérales	5
I.4. Les types des sources d'eau.....	6
I.4.1. Sources de déversent	6
I.4.2. Sources d'émergence	6
I.4.3. Exutoires par fractures	6
I.5. La classification des eaux minérales	6
I.5.1. Minéralisation globale.....	6
I.5.2. Composition physicochimique	7
I.5.3. Réglementation en vigueur.....	8
I.6. Eaux souterraines en Algérie.....	8
I.7. Les eaux embouteillées	10
I.7.1. Définition des eaux embouteillées.....	10
I.7.2. Historique des eaux embouteillées en Algérie.....	10
I.7.3. Différentes marques des eaux minérales embouteillées en Algérie.....	10
I.7.4. Différentes marques des eaux de sources embouteillées en Algérie	11
I.8. Comparaison entre les eaux minérales et les eaux de sources.	12
II. Evaluation de la qualité des eaux	13
II.1. Paramètres organoleptiques :	13
II.1.1. L'odeur	13
II.1.2. La couleur.....	13
II.1.3. Goût et saveur	13
II.2. Paramètres physiques.....	13
II.2.1. Température	13
II.2.2. Le potentiel d'hydrogène (pH)	14
II.2.3. Conductivité électrique.....	14
II.2.4. Résidu sec.....	15
II.3. Paramètres chimiques	15
II.3.1. Chlorures (Cl ⁻)	15

II.3.2. Dureté totale (TH).....	16
II.3.3. Titre alcalimétrique (TA).....	16
II.3.4. Titre alcalimétrique complet (TAC).....	16
II.3.5. Magnésium (Mg^{+2}).....	16
II.3.6. Calcium (Ca^{2+}).....	16
II.3.7. Potassium (K^{+}).....	17
II.3.8. Sodium (Na^{+}).....	17
II.3.9. Ammonium (NH_4^{+}).....	17
II.3.10. Phosphate (PO_4^{-3}).....	17
II.3.11. Sulfate (SO_4^{-2}).....	18
II.3.12. Nitrates et Nitrites (NO_3^{-} , NO_2^{-}).....	18
II.3.13. Bicarbonates (HCO_3^{-}).....	18
II.4. Les normes de qualité de l'eau de source et eau minérale naturelle.....	18

Partie Expérimentale

I. Présentation des deux stations	20
I.1. Présentation de la station de MILEZA.....	20
I.1.1. Situation géographique.....	20
I.1.2. Sa mission.....	21
I.1.3. Objectif de l'unité.....	21
I.1.4. Fonctions techniques.....	21
I.1.5. Les chaînes de production.....	22
I.1.6. Le processus de traitement utilisé.....	22
I.1.7. Les différentes étapes d'embouteillage.....	22
I.2. Présentation de la station de Sidi Yakoub « Texanna ».....	28
I.2.1. Etude technologique :.....	28
I.2.2. La chaîne de fabrication.....	28
I.2.3. La décantation.....	28
I.2.4. La filtration.....	28
I.2.5. Formation des bouteilles et embouteillage.....	29
I.2.6. Rinçage, remplissage, décompression et fermeture des bouteilles.....	29
I.2.7. Etiquetage.....	29
I.2.8. Emballage et mise en fardeau.....	29
I.2.9. Le produit fini.....	29
I.2.10. Processus d'embouteillage de l'eau minérale de Texanna.....	30
II. Echantillonnage et analyses	31
II.1. Échantillonnage et techniques de prélèvement.....	31
II.2. Analyses physico-chimiques et microbiologique.....	31
II.3. Analyse statistique.....	31
III. Résultats et discussions	33
III.1. Résultats des analyses physicochimiques.....	33
III.2. Discussion.....	35
III.2.1. Paramètres physiques.....	35
III.2.2. Paramètres chimiques.....	37

Conclusion général	40
Références bibliographique	
Annexe	

Liste des tableaux

Tableau 01: Classifications des eaux minérales selon leur minéralisation.	7
Tableau 02: Classification des eaux minérales selon la composition physicochimique.....	7
Tableau 03: Disponibilité des ressources en eau en Algérie.....	9
Tableau 04: Principales différences entre les eaux minérales et les eaux de source.....	12
Tableau 05: Classification des eaux selon le pH.	14
Tableau 06: Classification des eaux selon la conductivité.....	15
Tableau 07: Classification des eaux minérales selon leur minéralisation.....	15
Tableau 08: Classification des eaux selon les valeurs du titre hydrométrique (Dureté totale).	16
Tableau 09: Les normes des paramètres physico-chimiques et organoleptiques selon l’OMS et JORA de l’eau de source et eau minérale naturelle.....	18
Tableau 10 : Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de source « Mileza » ..	33
Tableau 11 : Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau minérale « Texanna » .	34
Tableau 12 : Comparaison des résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de source « Mileza » et de l'eau minérale « Texanna »	35

Liste des figures

Figure 01: Cycle de l'eau.	1
Figure 02: Stockage des eaux souterraines en Algérie selon leur profondeur.	9
Figure 03: Localisation géographique de la commune d'El Achir dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj, et la localisation de la wilaya de BBA sur la carte d'Algérie.	20
Figure 04: Situation de la station de Mileza.	21
Figure 05: Système CIP.	22
Figure 06: Machine de soufflage.	23
Figure 07: Image représentant une remplisseuse.	24
Figure 08: Image représentant une étiqueteuse.	24
Figure 09: Image représentant une fardeleuse et palettiseur.	26
Figure 10: Diagramme de fabrication de l'eau de source « Mileza ».	27
Figure 11: La chaine technologique de Sidi Yakoub.	30

AFNOR : Agence Française de Normalisation.

° C : Degré Celsius.

CIP : Cleaning In place.

°F : Degré français.

JORA : Journal Officiel de la République Algérien.

NTU : Unité de turbidité Néphélométrique.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

PET : PolyEthylène Téréphtalate.

pH : potentiel d'hydrogène.

TA: Titre Alcalimétrique.

TAC : Titre Alcalimétrique Complète.

TH : Titre Hydrotimétrique.

Introduction

Introduction

L'eau est un élément essentiel au fonctionnement de tout écosystème, mais aussi des activités humaines (agriculture, industrie) et de notre vie de tous les jours (usage domestique, loisirs...ect) (**Mazzuoli., 2012**). L'accroissement rapide de la demande en eau dans les différents secteurs ainsi que les besoins en eau potable ont amené les pouvoirs publics à mobilisé le maximum possible des ressources en eau que ce soit en ressources souterraines ou superficielles.

Les eaux souterraines minérales ou de sources restent une importante source d'eau destinée à la consommation humaine et autre, elles sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique. Cependant, elles sont souvent considérées comme des eaux naturellement pures, sa consommation reste de l'avis des experts la meilleure façon de s'hydrater et la seule boisson indispensable à l'organisme (**CSEM., 2016**).

L'eau du robinet est probablement le produit alimentaire dont la qualité est la plus contrôlée. Pourtant, certaines personnes s'en méfient ou se disent gênées par le goût du chlore, ce qui les conduit à préférer consommer des eaux embouteillée (**Chocat et al., 2015**).

Aujourd'hui, l'eau minérale et l'eau de source embouteillées sont de plus en plus consommées dans la vie quotidienne des consommateurs au détriment de l'eau du robinet, la consommation mondiale d'eau embouteillée augmente. Plusieurs raisons pourraient expliquer cette augmentation mais les vertus thérapeutiques et les propriétés organoleptiques des eaux embouteillées sont les causes les plus fréquemment mentionnées par le consommateur. En plus, des raisons pratiques ou par effet de la mode, mais la sécurité sanitaire a également des considérations importantes (**Farch., 2017**).

Le secteur de l'eau embouteillée en Algérie a enregistré ces dernières années un développement exceptionnel sous la pression de l'industrie, de l'agriculture et de la croissance démographique. Ce développement s'est concrétisé par l'implantation de dizaines d'unités d'exploitation et de production des eaux embouteillés à travers l'ensemble du territoire national. Il a été aussi accompagné par une augmentation exceptionnelle de la consommation dont la part par habitant a remarquablement évoluée pendant ces dernières années (**Kacietal., 2013**).

A cause de la grande concurrence en ce moment dans le marché entre les deux types d'eaux embouteillées, et la croyance dominante que l'eau minérale est de qualité supérieure que l'eau de source, nous avons suggéré de faire une comparaison entre ces deux types d'eaux.

L'objectif principal de notre étude est d'évaluer et de comparer les qualités physico-chimiques de deux types d'eaux embouteillées l'eau de source « Mileza » et l'eau minérale de « Texanna ».

Pour ce faire, notre modeste étude est subdivisée principalement en deux grandes parties, une partie bibliographique et une partie expérimentale.

La partie bibliographique se compose de deux chapitres, dont le premier aborde des généralités sur les eaux, le deuxième chapitre donne un rappel sur les différents paramètres physicochimiques afin d'évaluer et comparer la qualité des deux types d'eau.

La partie expérimentale comporte trois chapitres, le premier donne une présentation des deux stations, le deuxième décrit le mode d'échantillonnage et les différentes méthodes d'analyse réalisées, le troisième chapitre présente de façon détaillée l'ensemble des résultats obtenus avec une discussion.

Enfin une conclusion générale pour résumer les résultats obtenus au cours de cette étude.

Partie bibliographique

Généralités sur les eaux

I. Généralités sur les eaux

I.1. Cycle de l'eau

Le cycle de l'eau ou cycle hydrologique correspond à l'ensemble des transferts d'eau entre les réservoirs d'eau sur terre "le moteur" de ce cycle et l'énergie solaire qui en favorisant l'évaporation de l'eau.

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 grossir les cours d'eau et les lacs, d'où elle est sujette d'une part à l'évaporation et d'autre part à l'infiltration à travers le sol. Une partie des eaux d'infiltration est reprise parla 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 (Maïga., 2002).

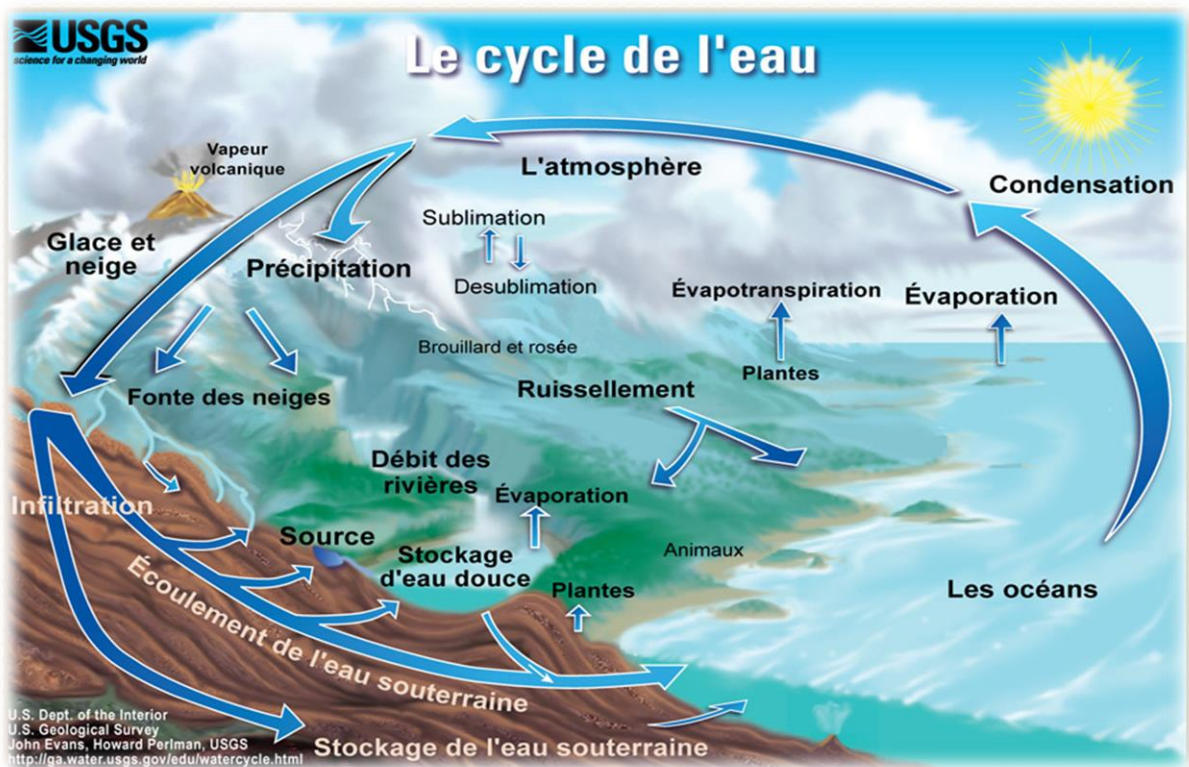


Figure 01 : Cycle de l'eau (Anonyme 1).

I.2. Les différents types d'eau

Les réserves disponibles des eaux naturelles sont les eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux des surfaces stagnantes (lacs naturels ou artificielles ou barrages) ou des eaux courantes (rivière) (**Degremont., 2005**).

I.2.1. Eaux de surface

Les eaux de surface aussi appelées parfois eaux superficielles, sont celles qui se trouvent sur la terre et qui sont en contact avec l'atmosphère. Pour les identifier facilement on peut dire que les eaux de surface sont celles qu'on peut les voir facilement.

Les eaux de surface regroupent ainsi les eaux de pluies, des sources, de ruissellement et d'autres sources d'eaux. Les eaux de surface s'acheminent toutes afin d'arriver à un plus grand plan d'eau, par exemple : les rivières qui se jettent dans l'océan. Elles sont généralement riches en gaz dissous, en matières en suspensions et organiques, elles sont également très sensibles à la pollution minérale et organique (de type nitrate et pesticides) (**Cadot., 1990**).

I.2.2. Eaux souterraines

Les eaux souterraines, y compris les eaux reconnues comme eaux de source, eaux minérale naturelle et eaux thermales sont exclusivement d'origine souterraine, captée soit par 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" qui sera pomper) (**Lachassagne., 2019 et JORA., 2005**).

Elles sont des eaux plus minéralisées, cette minéralisation dépend de la nature des roches traversées, de la solubilité des sels minéraux, du temps de contact de l'eau avec les minéraux et du temps de renouvellement de l'eau de la nappe par l'eau d'infiltration. Parmi ces eaux souterraines, on distingue les aquifères peu profonds et les aquifères profonds (**Viland et al., 2001 et Semsari., 2016**).

I.3. Les différents types des eaux de consommation

I.3.1. Les eaux potables

Selon **Hoffman et al. (2014)**, les eaux potables représentent l'ensemble des eaux dont les propriétés chimiques, bactériologiques, biologiques et organoleptiques les rendent propres à la consommation humaine. La plupart des eaux potables proviennent des eaux souterraines et des eaux de sources.

L'eau potable est une eau consommable sans risque pour la santé et qui peut être bue sans danger car elle ne contient aucun micro-organisme et substance toxique. Elle peut être distribuée sous forme d'eau en bouteille (eau minérale ou eau de source) d'eau courante (eau de robinet) ou encore dans des citernes pour un usage industriel (**Bliefert et al., 2001**).

I.3.2. Les eaux de source

Les eaux de source sont également des eaux d'origine souterraine, elles sont potables à l'état naturel, embouteillée à la source et ne peut pas subir de traitement, le seul traitement autorisé par la réglementation est la séparation des constituants naturellement présents (la désinfection de l'eau de source est interdite) (**OMS., 2015**). Ces eaux de source répondent aux mêmes exigences de qualité physicochimique et microbiologique que l'eau de robinet.

Une eau de source est une eau qui sort naturellement d'une source, c'est également le nom donné à une catégorie d'eau embouteillée dont les caractéristiques doivent respecter une réglementation qui varie selon les pays, doit être naturellement conforme aux critères de potabilité et ayant bénéficié d'une protection contre la pollution (**JORA., 2004**).

L'eau de source se distingue de l'eau minérale naturelle par le fait qu'elle doit être conforme à la norme de l'eau potable, qu'elle n'a pas d'obligation d'avoir une composition minérale constante et caractéristique, et qu'elle ne prétend pas avoir d'effet bénéfique pour la santé (**Gerardet al., 2014 et Semsari., 2016**).

I.3.3. Les eaux minérales

Selon **Constant et Hawili**, l'eau minérale provient d'une nappe ou d'un gisement souterrain exploité à partir d'une ou de plusieurs émergences. Elle contient des substances dissoutes nommées des sels minéraux qui se retrouvent dans l'eau sous forme d'ions, ces derniers sont : les ions constitutifs ou originaux (HO_3^+ , OH^-), les ions principaux (Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-) et les ions secondaires (Na^+ , K^+ , Fe^+ , NO_3^- , SiO_3^{2-} , Mn^{+2} , Cu^{+2} ...). Par contre certaines eaux minérales naturelles contiennent aussi des gaz dissous (**Constant et al., 2011**).

L'eau minérale naturelle est une catégorie d'eau dont les caractéristiques sont définies réglementairement, obligatoirement d'origine souterraine, elle doit avoir une composition chimique stable et ne pas avoir besoin d'être désinfectée pour être consommée.

- ✓ Elle est caractérisée par sa teneur en certains sels minéraux.
- ✓ Elle provient directement de nappes souterraines par des émergences naturelles ou forcées pour lesquelles toutes les précautions devraient être prises afin d'éviter

toute pollution ou influence extérieure sur les propriétés physiques et chimiques de l'eau minérale.

- ✓ Elle est constante dans sa composition et stable dans son débit et sa température.

Ces caractéristiques sont appréciées sur les plans géologiques, hydrogéologiques, physiques, chimiques, physicochimiques, microbiologiques et pharmacologiques (**Labadi et al., 2016**).

Ces eaux minérales naturelles constituent un cas particulier car leurs qualités thérapeutiques favorables à la santé humaine ont été reconnues et qui sont autorisées malgré la teneur parfois élevée en sels minéraux.

I.4. Les types des sources d'eau

Les sources se définissent comme des sorties naturelles d'eau souterraine ayant un écoulement visible, elles se classent en trois catégories (**Vilagines., 2010**).

I.4.1. Sources de déversent

Elles se définissent comme des sources issues d'un aquifère recoupé par la surface topographique et dont le substratum affleure, elles sont caractérisées par leurs débits qui sont pratiquement constants et leurs points d'émergences fixes (**Vilagines., 2010**).

I.4.2. Sources d'émergence

Elles se définissent comme des sources à l'intersection de la surface piézométrique d'un aquifère qui n'affleure pas (**Vilagines., 2010**).

I.4.3. Exutoires par fractures

Ils se définissent comme des sources issues de l'intersection de fractures du sous-sol (failles et diaclases) avec la surface topographique. Elles apparaissent surtout dans des terrains calcaires ou cristallins. Les sources thermo-minérales appartiennent à cette catégorie (**Vilagines., 2010**).

I.5. La classification des eaux minérales

La classification des eaux minérales naturelles peut se faire en se basant sur différents critères à savoir principalement : la minéralisation globale, la composition physicochimique et la réglementation en vigueur.

I.5.1. Minéralisation globale

La minéralisation des eaux minérales naturelles, représente la quantité totale des sels dissous exprimée en mg/l d'eau, le résidu sec à 180C° est un bon témoin de la teneur en sel minéraux (**Guillerin., 2018**). Ce dernier groupe toutes les quantités de sels dissous dans un

volume d'eau, une faible valeur conduit à obtenir de l'eau douce, par opposition à une eau dure.

Selon **Guillerin**, la teneur en sel minéraux doit être constante dans le temps mais peut varier de quelques milligrammes par litre à quelques dizaines, voire exceptionnellement, une centaine de milligrammes par litre, ce qui permet de distinguer cinq catégories, représentées dans le tableau 01.

Tableau 01 : Classifications des eaux minérales selon leur minéralisation.

Type d'eau	Critères
Eaux très faiblement minéralisées	Teneur totale en sels minéraux < 50 mg / l
Eaux faiblement minéralisées	Teneur totale en sels minéraux 50–500 mg / l
Eaux moyennement minéralisées	Teneur totale en sels minéraux 500–1000 mg / l
Eaux minéralisées	Teneur totale en sels minéraux 1000-1500 mg/l
Eaux fortement minéralisées	Teneur totale en sels minéraux > 1500 mg / l

Source (Guillerin., 2018)

I.5.2. Composition physicochimique

Pour caractériser et différencier les eaux minérales naturelles entre elles, il est nécessaire de prendre compte de leur profil physicochimique, la classification se fait alors selon le tableau 02.

Tableau 02 : Classification des eaux minérales selon la composition physicochimique

Type d'eau	Critères
Eau minérale calcique (Ca^{+2})	La teneur en calcium > 150 mg/l
Eau minérale sodique (Na^+)	La teneur en sodium > 200mg/l
Eau minérale magnésienne (Mg^{+2})	La teneur en magnésium > 50 mg/l
Eau minérale bicarbonatée (HCO_3^-)	La teneur en bicarbonate > 600mg/l
Eau minérale fluorée (F^-)	La teneur en fluoré est supérieure à 1mg/l
Eau minérale sulfatée (SO_4^{-2})	La teneur en sulfate > 200mg/l
Eau minérale chlorurée (Cl^-)	La teneur en chlorure > 200mg/l
Eau minérale ferrugineuses (Fe^{+2})	La teneur en fer bivalent > 1mg/l
Eau minérale acidulée (CO_2)	La teneur en dioxyde de carbone libre > 250mg/l

Source (Guillerin., 2018)

I.5.3. Réglementation en vigueur

Les eaux minérales sont classées en :

a. Eau minérale naturellement gazeuse

Désigne une eau dont la teneur en gaz carbonique naturel provenant de la source est la même dans la bouteille qu'à l'émergence (**Fricke., 2003**).

b. Eau minérale non gazeuse

Désigne une eau minérale qui, à l'état naturel et après traitement éventuel conformément aux traitements autorisés et aux conditionnements, ne contient pas de gaz carbonique libre en proportion supérieure à la quantité nécessaire pour maintenir à l'état dissous les sels hydrogénocarbonates présents dans l'eau c'est-à-dire non effervescente (**Fricke., 2003**).

c. Eau minérale naturelle dégazéifiée

Désigne une eau minérale dont la teneur en gaz carbonique, après un traitement éventuel soit conforme à la norme autorisée et au conditionnement, n'est pas la même qu'à l'émergence et qui ne dégage pas visiblement et spontanément de gaz carbonique dans les conditions normales de température et de pression (**Fricke., 2003**).

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

Désigne une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, après traitement éventuel conforme à la norme autorisée et au conditionnement, est supérieur à sa teneur en gaz carbonique à l'émergence c'est-à-dire rendue effervescente par l'addition de gaz carbonique d'une autre origine que la nappe ou le gisement dont elle provient (**Fricke., 2003**).

I.6. Eaux souterraines en Algérie

L'Algérie est considérée comme un pays riche en eau souterraines, les ressources en ces eaux sont estimées à 7,6 milliards de mètres cubes, les eaux souterraines dans le désert du sud répondent à 96% de la demande en eau. La demande en eau est plus élevée dans le nord, les aquifères des montagnes du nord sont peu profonds (figure 02), ils sont extraits par des puits et des sources. Le volume total des prélèvements est estimé à environ 2,5 milliards de mètres cubes par an (tableau 03) (**Marget., 2008**).

La principale raison du déficit en eaux en Algérie est le manque de gestion efficace des eaux souterraines associé à une méconnaissance de la ressource, ainsi que le nombre élevé des forages illégaux et le manque de coordination entre les différentes autorités de la filière de l'eau (**British Geological Survey., 2018**).

Tableau 03 : Disponibilité des ressources en eau en Algérie.

Région	Volume total des prélèvements (milliards de mètres cubes)	Resource en eau
Le nord et le sud	11	Eau de source renouvelable
Le nord	2.5	Eau souterraine renouvelable
Le sud	6.1	Eau souterraine non renouvelable

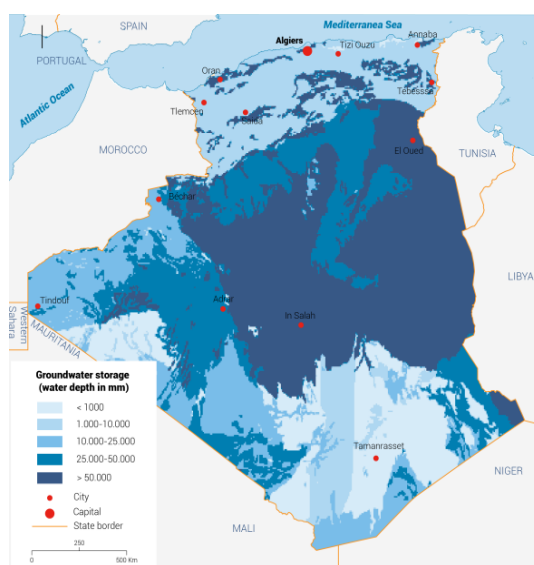


Figure 02 : Stockage des eaux souterraines en Algérie selon leur profondeur (Anonyme 2).

L'Algérie enregistrera un déficit en eau de 1 milliard de m³ d'ici l'an 2025, ce déficit sera beaucoup plus accentué au niveau des régions du Cheliff-Zahras et de l'Algérois Soummam-Hodna. La seule région qui semble échapper au déficit à cet horizon, est la région hydrographique du Constantinois – Seybouse – Mellègue (Boudjadja et al., 2003).

Au nord, le pompage intensif de la nappe a engendré l'intrusion des eaux marines dans les aquifères côtiers, le biseau salé ne cesse de se propager dans la nappe. Il est temps de généraliser la méthode de stockage d'eau en Algérie, est cela par la recharge (ou réalimentation) artificielle des nappes, surtout qu'elle ne demande pas assez de moyens matériels. Cependant, il faut d'abord faire une prospection des aquifères souterrains capables de stocker l'eau et de déterminer les endroits qui permettent la réalisation d'un tel ouvrage hydraulique.

Cette méthode peut être une solution alternative aux milliards de m³ qui se déversent toujours dans la mer et qui ne peuvent pas être mobilisées à travers la réalisation des barrages.

Elle peut aussi résorber le phénomène de rabattement des niveaux de nappes dû au déficit de la mobilisation des ressources superficielles (**Remini., 2010**).

I.7. Les eaux embouteillées

I.7.1. Définition des eaux embouteillées

L'eau en bouteille ou eau embouteillée est une eau conditionnée dans des bouteilles destinée à la consommation humaine. Il existe plusieurs catégories d'eau embouteillée, chacune devant répondre à une conformité suivant des réglementations qui varient selon les pays (**Euzen., 2006**). Dans le monde les bouteilles de verre disparaissent de plus en plus au profit des bouteilles en plastiques et des cannettes métalliques (**Belot., 2000**).

I.7.2. Historique des eaux embouteillées en Algérie

Depuis une vingtaine d'année, le marché des eaux embouteillées connaît une forte croissance. Ce développement s'est concrétisé par l'implantation de dizaine des unités d'exploitations et de productions à travers l'ensemble du territoire national.

Il a été aussi accompagné par une augmentation exceptionnelle de la consommation dont la part par habitant a remarquablement évolué. Cette évolution spectaculaire a été attribuée à l'inquiétude des consommateurs sur l'augmentation de la pollution de l'eau et leur opposition au goût désagréable, à l'odeur et à la contamination bactérienne. En Algérie, les eaux minérales ont été depuis longtemps objet d'intérêt et de profits.

En effet, dans une étude qu'il a publiée il y'a plus d'un siècle, Olliffe. J met en valeur les vertus et les qualités des eaux thermo minérales explorées durant le début de la période de colonisation de l'Algérie. Durant la période post-indépendance de l'Algérie, l'intérêt pour l'eau minérale naturelle s'est manifesté à travers l'évolution du secteur industriel et en particulier celui du conditionnement de l'eau embouteillée. Cette évolution est passée par trois périodes, la première période est celle de l'industrialisation, suivie par la restructuration et enfin par la libéralisation et l'adaptation à l'économie de marché (**Taleb., 2014**).

I.7.3. Quelques marques des eaux minérales embouteillées en Algérie

1. Eau minérale Ben Haroun : Ben Haroun est une eau minérale gazeuse algérienne issue de la source de Ben Haroun. Sa source est située à Djebahia dans la wilaya de Bouira à 20 kilomètres la ville de Bouira et à 100 km d'Alger.

2. Eau minérale de Mouzaïa: L'eau de Mouzaïa est une eau minérale naturellement gazeuse algérienne, elle tire son nom de Mouzaïa, sa ville de production située dans la wilaya de Blida, la source fut découverte en 1925.

3. Eau minérale de Guedila : l'eau minérale Guedila jaillit au pied de la montagne de Guedila, qui atteint 500m d'altitude, sur le versant sud de la chaîne montagneuse des Aurès.

4. Eau minérale de Saïda : La source fut découverte en 1967, au cœur des sources d'eau minérale souterraines de Saïda.

5. Eau minérale d'Ifri : L'eau d'Ifri provient des montagnes de Kabylie qui surplombent la vallée de la Soummam.

6. Eau minérale de Batna : L'eau minérale Batna fait partie de l'ensemble des sources de la Wilaya de Batna, elle prend sa source à Kasrou dans les montagnes des Aurès, près de la ville de Batna.

7. Eau minérale de LallaKhedidja : L'eau minérale Lalla Khedidja prend son origine dans les monts enneigés du Djurdjura.

8. Eau minérale de Texanna: Texanna, est une marque algérienne d'eau minérale naturelle, sa source est Sidi Yaqoub dans le village de Raggada dans la commune de Texanna, Wilaya de Jijel.

I.7.4. Différentes marques des eaux de sources embouteillées en Algérie

1. Eau de Mileza : c'est de source El Milez commune El Achir, Wilaya de Bordj Bou Arreridj.

2. Eau de source Fezguia : Marque d'eau de source emballée par Sarl Bifa, sa source est située au village de Fezguia, Wilaya Oum El Bouaghi.

3. Eau de source Ichmoul : C'est de source Ichmoul est une commune de la wilaya de Batna, elle est située dans le massif de l'Aurès.

4. Eau de source Messad : Eau de source Messad jaillit au cœur d'Atlas subsaharien au pied d'une grande réserve d'eau qui s'appelle EL Hiouhi, commune de Tadmit, Wilaya de Djelfa.

5. Eau de source Ayris : L'eau Ayris puise ses sources au versant sud des montagnes de Djurdjura.

6. Eau de source Ain Bouglez : La source Ain Bouglez puise sa force des montagnes de la Wilaya de Taref.

7. Eau de source Ovitale : c'est une marque de source et de boissons gazeuses créées durant les années 90, son siège social est sur la route du marché de gros, dans la ville d'Akbou, wilaya de Bejaia.

8. Eau de source Ouwis : marque algérienne d'eau de source, emballée par EURL manbaa Ouwis, commune El Achir, Wilaya de Bordj Bou Arreridj.

9. Eau de source Ariaf : est issue des nappes phréatiques souterraines, préservée de toute activité humaine, elle puise toute sa pureté des montagnes du Djurdjura.

I.8. Comparaison entre les eaux minérales et les eaux de sources.

Sur la base de ce qui a précédé on peut faire une simple comparaison entre l'eau minérale et l'eau de source (tableau 04), et c'est ce que nous voulons souligner dans ce modeste travail, en se basons sur **l'étude des compositions de ces deux types d'eau.**

Tableau 04 : Principales différences entre les eaux minérales et les eaux de source.

Eaux minérale	Eaux de source
Eaux profondes	répondre à l'émergence
Contenir certains éléments en concentration supérieure à la concentration autorisée pour les eaux potables	répondre aux normes de potabilité
Douées des propriétés thérapeutiques reconnues	/
Sa composition reste constante	Sa composition peut varier avec le temps
Distribuées en bouteille	peut être distribuées en bouteille ou non
Peut subir des traitements bien définis comme : décantation naturelle, déferrisation par simple aération, élimination et/ou réincorporation du CO ₂	ne peuvent subir aucun traitement

Evaluation de la qualité des eaux

II. Evaluation de la qualité des eaux

La qualité physico-chimique de l'eau informe sur la localisation et l'évaluation d'un niveau de pollution, en fonction d'un ensemble de paramètres. Basée sur des valeurs de références, elle s'apprécie à l'aide de plusieurs paramètres (**Rodier., 2009**).

II.1. Paramètres organoleptiques :

II.1.1. 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**).

II.1.2. La couleur

La couleur de l'eau est due à la présence des matières organiques dissoutes ou colloïdales. Une eau colorée n'est pas agréable pour les usages domestiques, car elle provoque toujours un doute sur la potabilité (**Rodier., 2009**).

La couleur de l'eau par des sels de fer ou par combinaison organo-ferrique est néanmoins rare, car dans le sol, l'eau perd sa couleur en raison de phénomènes d'oxydation, la coloration est mesurée par unité mg/l de platine.

II.1.3. 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. La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par certaines substances solubles (**Rodier., 2009**).

II.2. Paramètres physiques

II.2.1. Température

C'est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision (**Rodier., 2009**). Elle agit sur la densité, la viscosité, la solubilité des gaz dans l'eau, la dissociation des sels dissous de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, ainsi que le développement et la croissance des organismes vivants dans l'eau et particulièrement les microorganismes (**OMS**).

II.2.2. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Ce paramètre est en relation avec la concentration en ions hydrogène H^+ dans l'eau (**Rejseck., 2002**), il mesure l'acidité ou l'alcalinité d'une eau. Les eaux naturelles sont des solutions ionisées, elle peut être acides, basiques ou neutres, leur pH est lié à la nature des terrains traversés et varie généralement entre 7,2 à 7.6. Le tableau 05 représente la classification des eaux selon le pH.

Tableau 05 : Classification des eaux selon le pH.

Type d'eaux	pH
Présence des acides minéraux ou organiques dans l'eau naturelle	pH < 5
Neutre	pH = 7
Neutralité approchée (majorité des eaux de surface)	7 < pH < 8
Alcalinité forte	pH = 8

Source (krida., 1997)

II.2.3. Conductivité électrique

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes, elle permet d'apprécier la qualité des sels dissous dans l'eau, elle nous renseigne également sur le degré de minéralisation de l'eau (**Guentri et al., 2015**), elle est exprimée en micro Siemens par centimètre ($\mu S/Cm$) (**AFNOR., 2001**). La conductivité dépend des charges en matières organiques endogènes et exogènes, génératrices de sels après décomposition et minéralisation et également avec le phénomène d'évaporation qui concentre ces sels dans l'eau, elle varie aussi suivant le substrat géologique traversé (**Belghiti et al., 2013**). Le tableau 06 représente la classification des eaux selon la conductivité.

Tableau 06 : Classification des eaux selon la conductivité.

Type d'eaux	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{Cm}$)
Pure	< 23
Douce et peu minéralisée	100 à 200
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500
Minéralisation importante	500 à 1000
Très minéralisée	1000 à 2500

Source (Sari., 2014)

II.2.4. Résidu sec

Le résidu sec (ou matière séchée) est la quantité de matière restante après l'évaporation de toute l'eau ou de toute autre substance volatile présente dans un échantillon. Il s'agit généralement d'une mesure de la quantité de solides dissous ou de particules en suspension dans une solution ou dans une substance liquide (Catherine., 2009).

En moyenne, le résidu sec varie de 50 à 600 mg pour des eaux de bonne qualité, en Algérie, les eaux peuvent avoir des résidus secs très variables selon la région d'origine, le tableau 07 présente la classification des eaux selon leur minéralisation.

Tableau 07 : Classification des eaux minérales selon leur minéralisation

Type d'eaux	La teneur en sels minéraux comme résidu fixé (mg/là 180 °C)
Très faiblement minéralisée	<50
Oligominérale ou faiblement minéralisée	<500
Riche en sel minéraux	>1500

Source (Dehove., 1990).

II.3. Paramètres chimiques

II.3.1. Chlorures (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). Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution, ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux (Makhoukh., 2011).

II.3.2. Dureté totale (TH)

La dureté ou le titre hydrotimétrique (TH) correspond à la somme des concentrations en cations Ca^{2+} et Mg^{2+} à l'exception des alcalins, c'est une qualité particulière de l'eau due à la présence des bicarbonates, des chlorures, des sulfates, de calcium et de magnésium. Ces ions proviennent de dépôts géologiques naturels comme le calcaire et la dolomie, qui sont dissous lorsqu'ils sont en contact avec l'eau. Le tableau 08 représente le type d'eau en fonction du titre hydrométrique.

Tableau 08: Classification des eaux selon les valeurs du titre hydrométrique (Dureté totale).

TH (°F)	0 à 7	7 à 15	15 à 30	30 à 40	> 40
Type d'eau	Très douce	Eau douce	Moyennement douce	Dure	Très dure

Source (Khammar., 2019).

II.3.3. Titre alcalimétrique (TA)

Le TA permet de mesurer la teneur totale en hydroxydes et la moitié en carbonates (Menad et al., 2012), ces teneurs sont mesurées en méq/l ou °F et traduit par la formule suivante:

$$T = [\text{OH}^-] + 1/2 [\text{CO}_3^{2-}] \text{ (méq/l) ou } ^\circ\text{F}$$

II.3.4. Titre alcalimétrique complet (TAC)

Le TAC mesure les espèces basiques dans l'eau (ions hydroxydes OH^- , ions carbonates CO_3^{2-} et ions hydrogénocarbonates ou bicarbonate HCO_3^-) (Menad et al., 2012).

$$\text{TAC} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] \text{ (méq/l) ou } ^\circ\text{F}$$

II.3.5. Magnésium (Mg^{+2})

Le magnésium est l'élément le plus abondant après le calcium le comparant au sodium et potassium. Le magnésium peut avoir deux sources, qui sont les calcaires dolomitiques qui libèrent le magnésium par dissolution, en présence du gaz carbonique et la dissolution du MgSO_4 des terrains gypseux du trias (Sahraoui., 2015).

II.3.6. 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, c'est un composant majeur de la dureté totale de l'eau. Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables, il

existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre sous forme de sulfates, de chlorures...etc. Les eaux qui dépassent les 500 mg/l présentent de sérieux inconvénients pour les usages domestiques et pour l'alimentation des chaudières (**Khelili et al., 2015**).

II.3.7. Potassium (K⁺)

Le potassium, est un métal alcalin, étroitement rattaché au sodium à tel point, qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses de l'eau, sa présence est moins répandue dans la nature (**Kemmer., 1984**).

II.3.8. Sodium (Na⁺)

Le sodium est un métal alcalin, les eaux très riches en sodium deviennent saumâtres, prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées (**Rodier., 2009**). On peut également signaler que le sodium joue un rôle important en agriculture pour l'irrigation, du fait de son action positive sur la perméabilité des sols. Le sodium est un minéral essentiel pour le maintien de l'équilibre hydrique de l'organisme, il participe également à l'équilibre acido-basique qui donne au sang un pH stable, il faut donc le consommer en quantité suffisante mais sans excès (**Rodier., 2009**).

II.3.9. Ammonium (NH₄⁺)

Dans l'eau, l'azote soluble se retrouve sous deux formes, l'ion ammonium (NH₄⁺) et la seconde non dissociée communément appelée ammoniacque (NH₃).Concernant la toxicité de l'ammoniacque, il est reconnu que ce n'est pas la forme ammoniacque ionisée qui est toxique, mais celle non ionisée dont la proportion dépend du pH et de la température (**Rodier., 2009**).

II.3.10. Phosphate (PO₄⁻³)

Le phosphate est un élément naturel dans l'eau, où sa concentration est à peu près constante, sauf dans certains contextes géologiques particuliers où elle atteint 20 à 25mg/l (**Boutouba., 2019**).

II.3.11. Sulfate (SO₄⁻²)

Composé naturelle des eaux, les ions sulfates (SO₄⁻²) sont liés aux cations majeurs qui sont : calcium, magnésium et sodium, la plus part des sulfates sont solubles dans l'eau. Ils peuvent néanmoins être réduits en sulfure volatilisé dans l'air en sulfure hydrogène (H₂S)

Selon l'intolérance des consommateurs, l'excès des sulfates dans l'eau entraine des troubles intestinaux, les concentrations admissibles sont de l'ordre de 400mg/l (**Rodier., 2009**).

II.3.12. Nitrates et Nitrites (NO_3^- , NO_2^-)

Les nitrates proviennent de l'oxydation complète de l'azote organique et les nitrites de l'oxydation incomplète (Mazara., 2015). Une augmentation générale de la concentration dans les eaux brutes doit être éliminée si elle est supérieure à la norme.

II.3.13. Bicarbonates (HCO_3^-)

Les bicarbonates sont d'origines diverses et n'ont pas de rôle prépondérant direct sur la santé, par contre ils donnent par les cations auxquels ils sont liés (sodium et calcium) un goût souvent salé.

II.4. Les normes de qualité de l'eau de source et eau minérale naturelle

Une norme est un critère de référence établi conformément à une réglementation ou une référence minimale, moyenne ou supérieure. Elle permet de comparer une situation par rapport à une valeur seuil et de définir des conditions acceptables par rapport à celle qui ne le serait pas (Hoffamn et al., 2014).

L'Algérie se base sur des normes internationales, pour établir ses propres normes (Mostefaoui et al., 2018), qui est une combinaison de différentes normes qui existent sur le plan international.

Les normes nationales (JORA., 2015) de l'eau de source et eau minérale naturelle et internationales (OMS., 2006) de l'eau potable sont regroupées dans le tableau 09. Ces normes concernent les paramètres physicochimiques et organoleptiques.

Tableau 09: Les normes des paramètres physico-chimiques et organoleptiques selon l'OMS et JORA de l'eau de source et eau minérale naturelle.

Substances	Normes OMS (2006)	Normes Algériennes
Odeur 25 °C (Dilut)	--	4
Couleur (mg/l)	--	15
Saveur 25°C (Dilut)	--	4
Température (°C)	25	25
pH	6.5 -9.5	≤ 6.5 et ≤ 9
Conductivité à 20°C ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	--	2800
Résidu sec (mg/l)	--	2000

Dureté totale (mg/l en CaCO₃)	50	500
Alcalinité (mg/l en CaCO₃)	--	65
Calcium (mg/l)	--	200
Magnésium (mg/l)	--	150
Chlorure (mg/l)	250	500
Sodium (mg/l)	--	200
Potassium (mg/l)	--	20
Nitrite (mg/l)	3	0.1
Nitrate (mg/l)	40	50
Ammonium (mg/l)	--	0.5
Sulfates (mg/l)	500	400
Turbidité (NTU)	--	5
Aluminium (mg/l)	0.2	0.2
Fluorure (mg/l)	1.5	2
Fer (mg/l)	--	0.3
Manganèse (mg/l)	0.4	0.5
Zinc (mg/l)	3	5

Source (OMS, 2006 et JORA., 2015).

Partie
Expérimentale

I. Présentation des deux stations

I.1. Présentation de la station de MILEZA

« MILEZA » est une société à caractère industriel, spécialisée dans la production des eaux de source naturelle, elle contribue au développement du secteur agro-alimentaire à l'échelle nationale. L'origine de cette société remonte à l'année 2006, elle a été créée par Monsieur " Ben Bourahla Amar ".

I.1.1. Situation géographique

Située au niveau de la commune d'El Achir-wilaya de Bordj Bou Arreridj sur la route nationale N°5, bordée :

- Au nord par la commune de Medjana.
- A l'ouest par la commune de Mansoura.
- A l'est par les communes de Bordj Bou Arreridj et El Hamadia.
- Au sud par les communes de Ksour et Al-ASH.

La commune d'El Achir est située à l'ouest de la wilaya de Bordj Bou Arreridj et à 12 km du chef-lieu de la wilaya, par laquelle passe la route nationale N°5, reliant Bordj Bou Arreridj et Alger sur l'autoroute Est-Ouest (Figure 03).



Figure 03 : Localisation géographique de la commune d'El Achir dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj, et la localisation de la wilaya de BBA sur la carte d'Algérie (Anonyme3).

La station de Mileza est située sur l'avenue du 18 Février, à proximité de mosquée Zayd Ibn Haritha, au nord de la ville d'El Achir (figure 04). La source se situe dans une zone qui s'appelle " EL MILEZ ", éloignée d'environ 7 km au nord de la station.

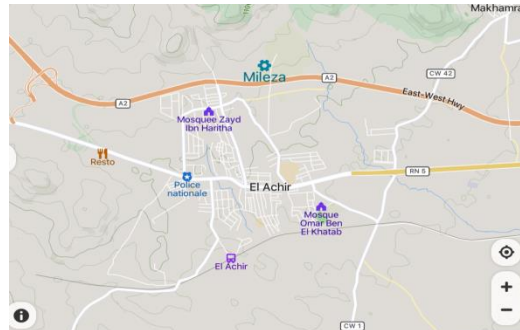


Figure 04 : Situation de la station de Mileza (Anonyme 4).

I.1.2. Sa mission

La station de «Mileza» a pour but d'élargir sa gamme de produit (objectif qualitatif), et augmenter sa capacité de production (objectif quantitatif).

I.1.3. Objectif de l'unité

- Donner une meilleure image à l'entreprise.
- Offrir le meilleur rapport qualité prix à la clientèle.
- Convaincre les clients de faire appel à l'entreprise et à ses produits.

I.1.4. Fonctions techniques

Elle assure le contrôle des travaux d'exécutions et le suivi des procédés technologiques de fabrication, elle englobe dans sa structure trois services qui sont :

a- Service de production

Ce service s'occupe des équipements industriels de fabrication et détermine les normes et les capacités de production de l'unité, il comprend dix équipes, avec neuf personnes chacune.

b- Service de qualité

Le service laboratoire est géré par deux contrôleurs de qualité et un laborantin, il intervient dans le contrôle quotidien de la qualité de la matière première et du produit fini.

c- Service de maintenance

Il assure le contrôle des travaux et l'entretien des équipements de fabrication.

I.1.5. Les chaines de production

- Une chaine d'embouteillage 1.5l - 0.5l
- Une chaine d'embouteillage 6 l.
- Un système de Cleaning In Place CIP (figure 05).
- Un système de filtration.



Figure 05 : Système CIP.

I.1.6. Le processus de traitement utilisé

Une fois que l'eau est pompée du forage, elle subit un traitement physique qui se base sur la filtration selon la séquence suivante :

- Captage d'eau à émergence forcée.
- Stockage de cuve au niveau de la source.
- Adduction et pompage sur 7000 m.
- Stockage de cuve au niveau de la station jusqu'à la chaine d'embouteillage.
- L'eau passe à travers un filtre à sable 50, 35 et 25 μ , qui consiste à éliminer les particules en suspensions.
- Filtration à carters 5, 1 et 0.2 μ , qui consiste à éliminer les particules supérieures à 5 micron et les bactéries.

I.1.7. Les différentes étapes d'embouteillage

Pour avoir la forme définitive de la bouteille, la préforme passe par les étapes suivantes:

a. Soufflage

Les préformes passent par les infra-rouges qui les chauffent à des températures différentes, selon la zone de la bouteille.

Les préformes poursuivent leur chemin vers la moule à travers les pinces. En arrivant à un certain niveau, les préformes d'étirage subissent un pré-soufflage à basse pression de 3bars qui consiste à injecter de l'air stérile.

La dernière étape consiste à injecter de l'air à une pression de 25 bars ; pour que la préforme épouse la forme du moule. la figure 06 représente la machine de soufflage.

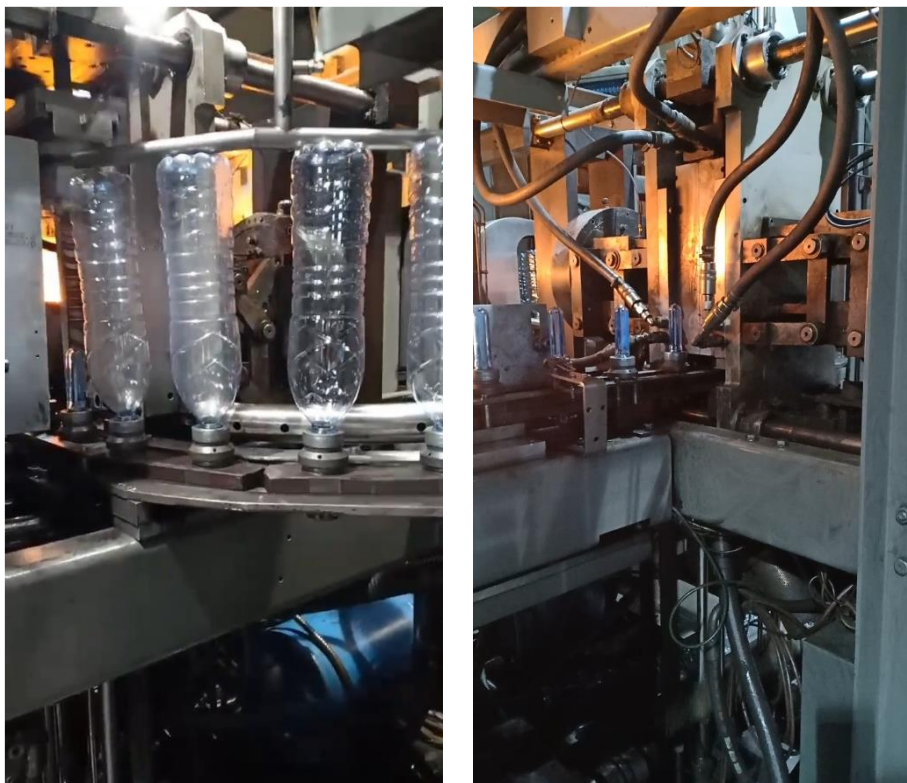


Figure 06: Machine de soufflage.

b. Remplissage et bouchonnage

Après le soufflage, les bouteilles passent à travers une dépoussiéreuse, grâce à une roue de transfert, les bouteilles ainsi remplies passent vers la bouchonneuse pour la pose et le vissage des bouchons avec des capsules en plastique à vis, la figure 07 représente une remplisseuse.



Figure 07: Image représentant une remplisseuse.

c. Etiquetage et marquage

À la sortie de la remplisseuse les bouteilles se dirigent vers la zone tampon, une bande de convoyage emmène les bouteilles vers l'étiqueteuse (figure 08). Pour la pose d'une étiquette ; celle-ci vient dans des bobines pré imprimées, à l'entrée de l'étiqueteuse des roues de guidage et des vérins de fixation préparent la bouteille pour la pose de l'étiquette, cette machine se charge de la découpe et de l'encollage des étiquettes sur les bouteilles.



Figure 08: Image représentant une étiqueteuse.

d. Fardelage

À la sortie de l'étiqueteuse les bouteilles se dirigent vers une machine qui assure le conditionnement des bouteilles en packs de 2×3 bouteilles pour le format 1.5L et en packs de 4×3 pour le format 0.5L (figure 09).

Au début des guides vibreurs alignent les bouteilles en fil continu, puis un tapis roulant sépare les bouteilles selon le format du pack désiré ; un film rétractable s'introduit sous les bouteilles puis enroulé par-dessus et coupé à la longueur souhaitée, le pack passe ensuite vers un four électrique qui va chauffer le film plastique et juste après des ventilateurs envoient de l'air pour refroidir le film, il se rétracte ainsi et prend la forme du pack.

e. Palettisation

Les fardeaux ainsi formés passent grâce à un tapis roulant vers le palettiseur (figure 09). ce dernier rassemble les fardeaux et les oriente selon le schéma programmé. En premier, des rouleaux tournants positionnent une palette en plastique puis des ventouses posent un intercalaire en plastique, un plateau où les fardeaux sont organisés se positionnent au niveau de la palette et un bras hydraulique pousse les fardeaux vers la palette, ainsi un étage est formé.

Le plateau revient à sa position initiale et d'autres fardeaux prennent position sur ce dernier, et un autre cycle se déclenche (posage d'intercalaire puis positionnement des fardeaux), ainsi ces étapes se répètent autant qu'il faut jusqu'à la fin du positionnement des fardeaux, les rouleaux tournants envoient la palette vers l'enrouleuse où un film étirable est enroulé autour de la palette, à la fin la palette se positionne au bout de la chaîne pour être enlevée par un chariot élévateur et emmenée vers la zone de stockage.



Figure 09 : Image représentant une fardeleuse et palettiseur.

f. Processus d'embouteillage de l'eau de source « Mileza »

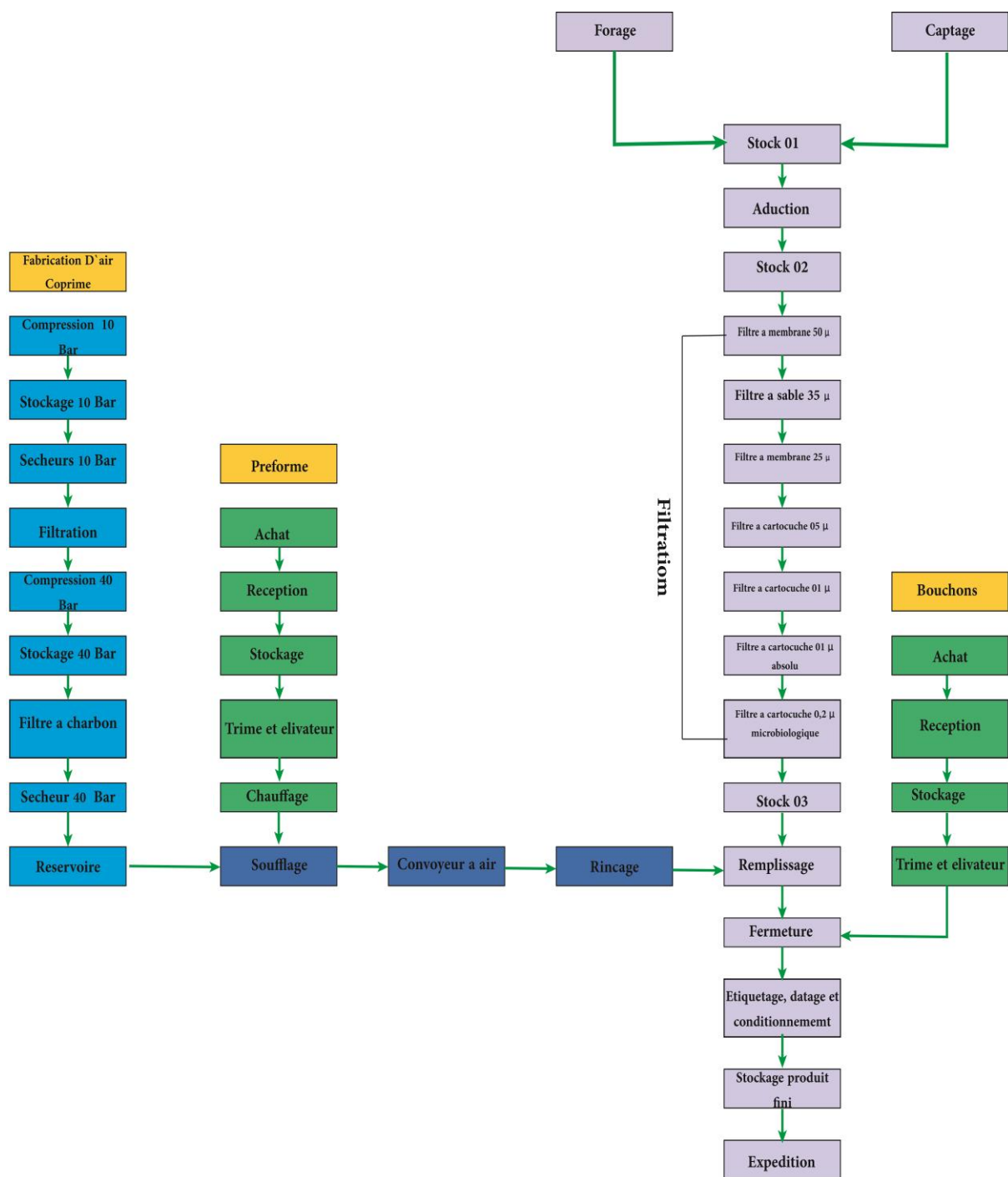


Figure 10 : Diagramme de fabrication de l'eau de source « Mileza ».

I.2. Présentation de la station de Sidi Yakoub « Texanna »

La station de Sidi Yakoub est située à 4km de sud-ouest de la ville de Texanna sur la route qui relie Texanna à Morgane. La source de Sidi Yakoub est émergée dans la région de Morgane à 1 km à l'ouest de l'usine. Elle comprend 4 puits, la profondeur de chacun est 14 m, on trouve aussi des bassins avec une capacité de 60 m³ situés au niveau de la station.

Cette eau minérale provient des nappes souterraines, elle résulte des précipitations atmosphériques (pluie, neige) après ruissellent à travers différentes couches du sol, cette eau remonte à la surface et émerge sous forme d'une source froide de 9°C ascendante d'un débit de 4 litres/ heure. D'après la nature et la composition chimique du sol, l'eau qui était initialement pure, s'est chargée d'une quantité de sels minéraux (**fiche technique de la station de Sidi Yakoub**).

I.2.1. Etude technologique :

L'étude technologique de l'eau minérale de Sidi Yakoub a été jugée utile, afin d'avoir une idée globale concernant le circuit de l'eau minérale depuis son captage à partir de la source jusqu'à sa mise en bouteille qui constitue ainsi l'étape finale.

I.2.2. La chaine de fabrication

L'eau minérale à son arrivée de la source et avant son entrée dans la chaine de production, subit au préalable les deux étapes de traitements suivantes: la décantation et la filtration. Ensuite sont réalisées les opérations suivantes au niveau des appareils : d'embouteillage et de décompression.

Le statut particulier des eaux minérales stipule qu'il est interdit de stériliser et de traiter chimiquement ces eaux.

I.2.3. La décantation

Les tuyauteries en plastique véhiculent l'eau minérale vers des citernes de capacité de 60m³ chacune. La décantation est réalisée dans des citernes par la séparation gravitaire des matières insolubles lourdes.

I.2.4. La filtration

Le système de filtration est constitué de 4 filtres, la capacité de filtration diminué d'un filtre à l'autre, ce système a pour but de retenir sur une passoire les matières minérales ou organiques en suspension apportée par l'eau brute.

I.2.5. Formation des bouteilles et embouteillage

On utilise une machine de souffleuse de type «**Urola**», cette machine à une pression de 40 Bars par heure, les bouteilles sont transportées ainsi par aspiration vers la machine «**Melegari**».

I.2.6. Rinçage, remplissage, décompression et fermeture des bouteilles

Les quatre étapes sont faites par la même machine «**Melegari**». La décompression permet d'éviter le phénomène de compression dû au gaz dissout dans l'eau.

I.2.7. Etiquetage

La mise des étiquettes sur les bouteilles s'effectue à l'aide de la colle, après cela on a un système de datage :

- Date de fabrication.
- Date de péremption.
- L'heure de fabrication.
- Lieu de fabrication.

I.2.8. Emballage et mise en fardeau

Les bouteilles sont enfin regroupées en 6bouteilles au niveau d'un appareil qui va permettre de les envelopper par un film en polyéthylène.

I.2.9. Le produit fini

L'eau minérale présente ainsi le produit fini emballé dans des bouteilles en plastique PolyEthylène Téréphtalate (PET) dont la contenance est de 1.5l, portant une étiquette qui indique la composition chimique de l'eau et le lieu de la source ...etc.

I.2.10. Processus d’embouteillage de l’eau minérale de Texanna

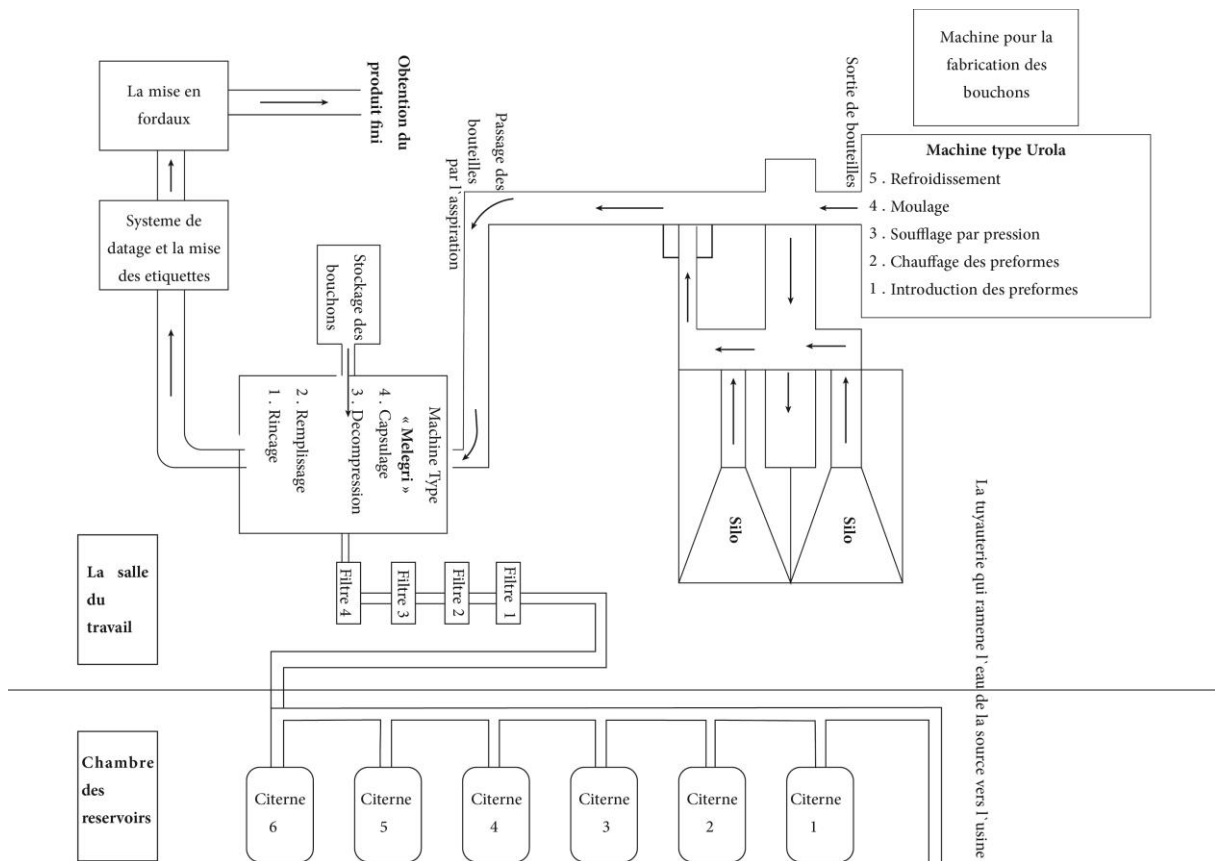


Figure 11 : La chaîne technologique de Sidi Yakoub.

Echantillonnage et analyses

II. Echantillonnage et analyses

Il est important de signaler que j'ai effectué un stage au sein de l'entreprise « Mileza » pendant la période allant du mois de Mars jusqu'au mois de Mai 2023.

II.1. Échantillonnage et techniques de prélèvement

L'échantillonnage est primordial car il conditionne la pertinence de l'analyse, il doit être de qualité mais également représentatif de ce que l'on veut analyser.

Le prélèvement d'un échantillon d'eau est une opération délicate à laquelle le plus grand soin doit être apporté ; il conditionne les résultats analytiques et l'interprétation qui en sera faite. L'échantillon doit être homogène, représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (gaz dissous, matières en suspension, etc...). Etant donné que dans la plupart des cas le responsable du prélèvement n'est pas l'analyste, il convient que le préleveur ait une connaissance précise des conditions du prélèvement et de son importance pour la qualité des résultats analytiques (Rodier., 2009).

Au niveau de la source « EL MILEZ », les échantillons d'eau doivent être prélevés dans des récipients en verre propres, rincés plusieurs fois avec l'eau à analyser, puis fermés hermétiquement sans laisser des bulles d'air dans le flacon. Le robinet de la cuve, doit être stérilisé préalablement avec un bec bunsen. Les échantillons doivent refroidir ($< 4^{\circ}\text{C}$) pour ne pas modifier les résultats des analyses des paramètres instables.

Les eaux souterraines ne sont souvent pas en équilibre avec l'air, et tout contact avec l'atmosphère induit des transformations irréversibles (dégazage, refroidissements, oxydation, ect...). Il est donc nécessaire de mesurer et d'analyser in-situ différents paramètres physico-chimiques (pH, température, O_2 , CO_2 , H_2S , NH_3 , potentiel d'oxydoréduction, ect...).

II.2. Analyses physico-chimiques et microbiologique

Les analyses physico chimiques sont faites au niveau du laboratoire privé « El-SIHA », alors que les analyses microbiologiques sont réalisées dans le laboratoire de la station de « Mileza ».

II.3. Analyse statistique

Les résultats des paramètres des échantillons d'eau analysés nous permettent de calculer la moyenne et l'écart type.

La moyenne d'un échantillon de taille n des variables $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ est obtenue par la relation :

$$\bar{X} = \frac{\sum_1^n X_i}{n}$$

L'écart type est un paramètre statistique qui permet d'apprécier la dispersion des variables autour de la moyenne de l'échantillon, il est noté S :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n - 1)}}$$

Résultats et discussion

III. Résultats et discussions

L'étude physico-chimique de l'eau joue un rôle important dans la détermination de sa qualité. Au cours de ce chapitre, nous présentons et nous discutons les principaux résultats obtenus, concernant l'eau minérale Texanna et l'eau de source Mileza.

III.1. Résultats des analyses physicochimiques

Les résultats des analyses des différents paramètres physico-chimiques de l'eau de source « Mileza » durant l'année 2022 sont illustrés dans le tableau 10 :

Tableau 10 : Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de source « Mileza »

Paramètres	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sept	Oct	Nov	Déc	M ± m	Normes Algériennes
T (°C)	18.3	18.3	18.3	25	25	25	25	25	25	25	25	25	23.33 ± 3.03	25
pH	7.2	7.25	7.6	7.24	7.24	7.34	7.33	7.52	7.25	7.39	7.34	7.71	7.37 ± 0.16	6.5 - 9
Cond (µS/Cm)	816	869	844	880	943	909	870	976	844	781	799	842	864.42 ± 57.07	2800
Résidu sec 180°C (mg/l)	700	800	760	700	700	698	660	700	700	690	672	639	701.58 ± 42.40	2000
Dureté total (°F)	41.4	40	40	43	40.6	39.6	38	39	38	40.6	40.6	38	39.9 ± 1.51	500
MES à 105°C	0.18	0.18	0.14	0.11	0.07	0.09	0.07	0.09	0.09	0.08	0.065	0.088	0.10 ± 0.31	5
TA (méq/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	/	/
TAC (méq/l)	30	30.5	30.5	31	32	32	32	30	39.5	39.5	32	36	32.92 ± 3.46	/
Calcium (mg/l)	99	90	100	99	88	92	78	80	88.87	89	87	82	89.41 ± 7.30	200
Magnésium (mg/l)	40	42	37	44	45	40	45	45	45	92	45	42	46.83 ± 14.47	150
Chlorures (mg/l)	15.5	18	18	18	18	18	17	17	19.8	18	19	16	17.70 ± 1.18	500
Bicarbonates (mg/l)	366	372	372	378	390	390.4	390.4	366	482	482	390.4	439	401.52 ± 42.30	/
Nitrites (mg/l)	0	0	0	0	0.09	0.02	0.02	0	0	0.10	0.03	0.08	0,03 ± 0.04	0.1
Nitrates (mg/l)	0.44	0.44	0.44	0.44	0.65	0.88	0.44	0.44	0.50	0.44	0.22	0.44	0.48 ± 0.16	50
Ammonium (mg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.00 ± 0.02	0.1
Sulfate (mg/l)	150	160	92	110	100	90	110	180	115	92	160	140	124.92 ± 31.48	400
Phosphates (mg/l)	0.02	0.02	0.04	0.08	0.04	0.05	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.03 ± 0.02	0.3

M : Moyenne
m : Ecart Type

Les différents résultats relatifs aux analyses physico-chimiques de l'eau minérale « Texanna », durant les trois mois: avril, août et décembre 2021, sont illustrés dans le tableau 11 :

Tableau 11 : Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau minérale « Texanna »

Paramètres	Avr	Août	Déc	M ± m	Normes Algériennes
T(°C)	23	25	18	22 ± 3.61	25
pH	7.12	7.48	7.19	7.38 ± 0.40	6.5 - 9
Cond (µS/Cm)	302	363	360	341.67 ± 34.39	2800
Résidu sec à 180°C (mg/l)	156	198	228	194 ± 36.17	2000
Dureté totale (°F)	16.7	17.7	13.7	16.03 ± 2.08	500
TA (méq/l)	0	0	0	00	/
TAC (méq/l)	2.58	3.11	14	6.56 ± 6.46	/
Calcium (mg/l)	28.2	45.2	38.9	37.43 ± 8.59	200
Magnésium (mg/l)	23.3	15.5	9.47	16.09 ± 6.93	150
Chlorures (mg/l)	22.8	20.9	20.0	21.23 ± 1.43	500
Sodium (mg/l)	11	18	19	16 ± 4.36	200
Potassium (mg/l)	1.2	1.5	1	1.23 ± 0.25	20
Carbonate (mg/l)	0	0	0	00	/
Bicarbonates (mg/l)	157	190	170.8	172.6 ± 16.57	/
Nitrites (mg/l)	< 0.02	< 0.02	0	00 ± 00	0.1
Nitrates (mg/l)	0.96	0.84	0	0.6 ± 0.52	50
Sulfate (mg/l)	28.2	33.9	16	26.03 ± 9.14	400
Phosphates (mg/l)	< 0.05	< 0.05	0	00	0.3

La comparaison entre les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de source « Mileza » et de l'eau minérale « Texanna » sont illustrés dans le tableau 12 :

Tableau 12 : Comparaison des résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de source « Mileza » et de l'eau minérale « Texanna »

Paramètres	Mileza M ± m	Texanna M ± m	Normes Algériennes
T (°C)	23.33 ± 3.03	22 ± 3.61	25
pH	7.37 ± 0.16	7.38 ± 0.40	6.5 - 9
Cond (µS/Cm)	864.42 ± 57.07	341.67 ± 34.39	2800
Résidu sec à 180 °C (mg/l)	701.58 ± 42.40	194 ± 36.17	2000
Dureté totale (°F)	39.9 ± 1.51	16.03 ± 2.08	500
TAC (méq/l)	32.92 ± 3.46	6.56 ± 6.46	/
Calcium (mg/l)	89.41 ± 7.30	37.43 ± 8.59	200
Magnésium (mg/l)	46.83 ± 14.47	16.09 ± 6.93	150
Chlorures (mg/l)	17.70 ± 1.18	21.23 ± 1.43	500
Bicarbonates (mg/l)	401.52 ± 42.30	172.6 ± 16.57	/
Nitrites (mg/l)	0.03 ± 0.04	00 ± 00	0.1
Nitrates (mg/l)	0.48 ± 0.16	0.6 ± 0.52	50
Sulfate (mg/l)	124.92 ± 31.48	26.03 ± 9.14	400
Phosphates (mg/l)	0.03 ± 0.02	00 ± 00	0.3

Les analyses des eaux permettent de déterminer la concentration en certaines substances qui peuvent rendre ces eaux suspectes ou impropres à la consommation.

III.2. Discussion

Nous discutons les principaux résultats obtenus, concernant l'eau de source « Mileza » et l'eau minérale « Texanna » et la comparaison avec les normes en vigueur.

III.2.1. Paramètres physiques

a. La température

La température de l'eau de source obtenue est de (23.33 ± 3.03), alors que la moyenne de la température de l'eau minérale est de (22 ± 3.61). D'après ces résultats, la température de

l'eau de source et l'eau minérale sont très proches et les valeurs des températures ne dépassant pas la norme algérienne (25 °C).

Cependant une élévation de la température s'accompagne d'une augmentation de la tension de vapeur saturante à la surface (évaporation), et d'une diminution de la solubilité de gaz (oxygène). L'augmentation de la température favorise le développement des micro-organismes donc la consommation de l'oxygène (**Jacques., 2006**).

b. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Les valeurs du pH obtenues lors de l'analyse de l'eau « Mileza » sont en générale stables, elles varient entre 7.2 à 7.7, alors que la moyenne de pH pour l'eau minérale est de (7.38 ± 0.40) , ce qui signifie que les deux types d'eaux sont pratiquement neutres, (les concentrations en ions H_3O^+ est égale la concentration en ions OH^-) (**La Reine du chef du Canada., 2011**). Ces résultats sont conformes aux normes algériennes qui fixent des valeurs de pH entre 6.5 à 9. Donc, on peut dire que nos échantillons sont de qualité acceptable de point de vue pH.

c. La conductivité

La moyenne relative de la conductivité de l'eau de source est de (864.41 ± 57.07) ce qui est largement inférieure à la limite fixée par les normes algériennes (2800 $\mu S/cm$). La valeur de la conductivité est relativement élevée, cela peut être expliqué par la richesse de cette eau en éléments minéraux. Cette eau de source est considérée donc comme une eau de bonne qualité et sa minéralisation est importante.

Par ailleurs, la moyenne de la conductivité de l'eau minérale « Texanna » est de (341.67 ± 34.39) , ces valeurs sont conformes à la norme algérienne. Cependant la conductivité de l'eau minérale est inférieure à l'eau de source, donc on peut classer cette eau minérale comme une eau de minéralisation moyenne.

La conductivité électrique, traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique; elle détermine la teneur globale des sels minéraux présents dans une solution, une eau douce accusera généralement une conductivité basse et bien au contraire une eau dite dure affichera une conductivité élevée (**Brémaude et al., 2006**).

d. Résidu sec

La moyenne du résidu sec de l'eau de source est de (701.58 ± 42.40) , est largement supérieure à celle de l'eau minérale de (194 ± 36.17) , ceci est probablement dû au taux élevé des éléments minéraux dans l'eau de source, par contre pour l'eau minérale elle est de bonne

qualité car le résidu sec varie de 50 à 600 mg, néanmoins ces valeurs sont conformes à la norme algérienne fixée à 2000 mg/l.

Le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux). Suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l à plus de 1000 mg/l (eaux provenant de massifs cristallins) (Catherine., 2009).

III.2.2. Paramètres chimiques

a. Dureté totale

Les résultats obtenus pour l'eau de source sont de (39.9 ± 1.50) , les valeurs des duretés totales sont presque stables. En outre, les résultats pour l'eau minérale sont de (16.03 ± 2.08) . D'après nos résultats, on constate que la dureté de l'eau de source est supérieure à l'eau minérale, donc on peut classer l'eau de source comme une eau dure (TH entre 30 à 40 °F) et l'eau minérale comme une eau moyennement douce.

La dureté totale est la quantité du calcium et du magnésium dissoute dans l'eau, elle constitue un risque notable dans l'entartrage des canalisations. Pour une eau d'adduction, une dureté élevée contribue également à accroître la consommation du savon (Rodier., 2009). Ces valeurs sont inférieures à la norme fixée par la législation algérienne (50°F).

b. Taux d'alcalinité et taux d'alcalinité complète

L'eau de source et l'eau minérale présentent un taux alcalimétrique (TA) de 0°F, ces valeurs indiquent l'absence totale des bases fortes telles que les carbonates et les hydroxydes.

Les résultats obtenues du taux d'alcalinité complète de l'eau de source sont de $(32,92 \pm 3,46)$ méq/l, ces valeurs sont liées à la teneur en ions hydrogénocarbonates (ou bicarbonate) HCO_3^- . Ce type d'eau peut être considéré comme eau faiblement bicarbonatées, la source de bicarbonate dans l'eau est due à la dissolution des minéraux carbonatés.

Cependant, le taux d'alcalinité complète de l'eau minérale est de $(6,56 \pm 6,46)$ qui est largement inférieure à celle de l'eau de source.

c. Calcium

Les valeurs des teneurs en calcium de l'eau de source « Mileza » sont de (89.43 ± 7.29) , pour l'eau minérale la moyenne est de (37.43 ± 8.59) , de ce fait, ces valeurs sont très inférieures à celles de l'eau de source. On constate que ces valeurs sont conformes à la norme algérienne qui est limitée à 200mg/l. D'après ces résultats, on peut classer l'eau de source

comme une eau calcique car elle présente des teneurs importantes en calcium alors que l'eau minérale elle est considérée comme une eau moyennement calcique.

d. Magnésium

Les teneurs en magnésium de l'eau de source sont de (46.83 ± 14.46) , alors que pour l'eau minérale les résultats obtenus sont de (16.09 ± 6.93) . La norme algérienne exige pour les eaux minérales naturelles et les eaux de source une teneur en magnésium de 150 mg/l, donc les valeurs enregistrées sont conformes à ces normes.

D'après ces résultats, nous remarquons que la teneur en magnésium dans l'eau de source est élevée par rapport à l'eau minérale, donc on peut considérer l'eau de source comme une eau magnésienne.

e. Chlorure

La moyenne des teneurs en chlorures de l'eau de source et minérale sont respectivement (17.67 ± 1.18) et (21.23 ± 1.43) , ces teneurs sont largement faibles à la norme algérienne (500 mg/l). D'après ces résultats, les teneurs en chlorures dans l'eau minérale sont légèrement supérieures aux valeurs de l'eau de source.

La présence des chlorures dans l'eau minérale « Texanna » est principalement liée à la nature des terrains traversés et à la dissolution des sels naturels comme la sylvite et de l'halite. En plus de l'agressivité et de la minéralisation qu'ils confèrent aux eaux, des taux élevés des chlorures modifient la saveur de l'eau et contribuent aux dépôts de sels néfastes (Mizi., 2006).

f. Nitrites

La moyenne des teneurs en nitrites pour l'eau de source est de (0.03 ± 0.04) , alors qu'on enregistre l'absence totale de cet élément dans l'eau minérale. La limite de la consommation algérienne est fixée à 0,1 mg/l (JORA., 2015). 2015), donc toutes les valeurs sont très inférieures à la norme algérienne. Ceci s'expliquerait par le fait que ce genre de pollution, liée à l'utilisation des engrais chimiques en agriculture, est très lointain surtout des régions où se trouvent les bassins aquifères d'où sont puisés les deux types d'eaux.

g. Nitrate

Les nitrates ne représentent qu'une des multiples formes de l'azote présent dans l'eau, tout en constituant, en général, la forme la plus abondante de l'azote minéral. Les résultats obtenus montrent que les moyennes des teneurs en nitrates de l'eau de source et minérale sont

respectivement (0.48 ± 0.16) et (0.6 ± 0.52). Donc les concentrations de ces composés azotés obtenues sont de très loin inférieures à la norme algérienne (< 50 mg/l).

h. Ammonium

L'ammonium provient des processus de décomposition microbologique des protéines animales et végétales. La concentration en ammonium moyenne pour l'eau de source est de (0.00 ± 0.02), ces valeurs indiquent l'absence totale de ces ions. L'ammonium n'a pas d'effet appréciable sur la santé du consommateur, sa présence dans les eaux est un indicateur de pollution (**Dembélé., 2005**).

i. Sulfate

Les sulfates sont très répandus dans la nature et constituent une composante ionique de l'eau. La concentration en ions sulfates des eaux naturelles est très variable, et leur présence peut avoir plusieurs origines : des origines anthropiques qui sont dues à l'utilisation d'engrais chimiques, de lessive et aux rejets industriels. Les moyennes des teneurs en sulfate de l'eau de source et minérale sont respectivement (124.91 ± 31.48) et (26.03 ± 9.14), les teneurs en sulfate dans l'eau de source sont très supérieures aux valeurs de l'eau minérale, donc on peut classer l'eau de source comme une eau sulfatée. Les résultats obtenus sont très inférieures à la norme algérienne qui est fixée à 400 mg/l.

La présence des sulfates donne un goût amer à l'eau, comme les sulfates ne sont pratiquement pas assimilables, une eau contenant une teneur élevée en ces anions causera des effets laxatifs chez l'homme (**Maabilot., 1986**).

j. Phosphates

A partir des résultats obtenus, les teneurs en phosphate de l'eau de source et de (0.03 ± 0.02), on constate que ces valeurs sont conformes à la norme algérienne (< 0.3 mg /l).

Les phosphates dégradent les qualités organoleptiques de l'eau : odeur, saveur, turbidité et couleur (**Dembélé., 2005**).

k. Sodium et Potassium

La moyenne des teneurs en sodium de l'eau minérale est de (16 ± 4.36), ce qui est conformes à la norme algérienne (200 mg/l). La moyenne des teneurs en potassium de cette eau est de (1.23 ± 0.25), ces valeurs sont très inférieures à la norme algérienne qui est 20 mg/l, on déduit que l'eau minérale est pauvre en sodium et en potassium.

Conclusion

Conclusion

Les eaux destinées à la consommation humaine doivent être saines et sans danger pour la santé du consommateur.

L'eau de source et minérale proviennent d'une nappe ou d'un gisement souterrain naturel, cette origine leur confère des caractéristiques microbiologiques saines, autrement dit, elles sont naturellement pures et à l'abri de tout risque de pollution.

L'eau de source ne subit aucun traitement chimique et peut avoir une composition minérale variable. En contrepartie, l'eau minérale doit respecter des critères de qualité plus stricts que l'eau de source, elle possède une composition minérale spécifique et une composition chimique stable, elle peut subir un traitement chimique bien défini et ne pas avoir besoin d'être désinfectée. Elle est aussi caractérisée par sa qualité thérapeutique favorable à la santé humaine.

L'objectif principal de notre travail est d'évaluer et de comparer la qualité physico-chimique de l'eau de source « Mileza » avec celle de l'eau minérale « Texanna ».

Les analyses physicochimiques montrent que ces eaux présentent généralement des valeurs conformes à celles des normes algériennes.

Nous avons constaté à travers nos différents résultats physicochimiques obtenus que :

- Les valeurs des paramètres du pH, température et nitrate de l'eau de source, sont voisines de celles de l'eau minérale, les deux types d'eaux sont pratiquement neutres,
- L'eau de source a donné les moyennes les plus élevées de la conductivité, résidu sec, la dureté TAC, calcium, magnésium, bicarbonate et sulfates,
- L'eau minérale a donné la moyenne la plus élevée de chlorure.
- Les deux types d'eaux présentent de très faibles teneurs en nitrites, nitrates, et phosphate, qui constitue un indicateur de l'absence de pollution.

A partir de ces résultats, on peut considérer que l'eau de source « Mileza » comme une eau de minéralisation importante avec un faciès chimique calcique, magnésienne et moyennement sulfatée. Une dureté moyenne avec une teneur remarquable en ions bicarbonatés engendrant l'obtention d'une eau moyennement douce pour une eau de source.

Nous pouvons dire également que l'eau minérale naturelle est une eau douce, moyennement minéralisée avec un faciès chimique moyennement calcique.

D'après tous les résultats cités ci-dessus on peut conclure que l'eau de source « Mileza » est une eau de bonne qualité, destinée à la consommation humaine, selon la réglementation algérienne en vigueur. Nous pouvons conclure aussi que l'eau minérale de «

Texanna » est une eau très légère et douce, donc une eau d'excellente qualité de point de vue chimique.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

AFNOR., (2001). Qualité de l'eau, analyses organoleptiques- mesures physico-chimiques paramètres globaux-composés organique.6eme Edition. ISO 7888-1985 (F) p.73

Anonyme 1: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d3/Watercycle-french>.

Anonyme 2: https://water.fanack.com/wp-content/uploads/2019/07/Algeria_Groundwater.

Anonyme 3: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d1/DZ_34_El_Achir.

Anonyme 4:[Mileza - Carte - Bâtiment industriel - Algérie - Mapcarta](#).

Belghiti M.L., Chahlaoui A., Bengoumi D., El Moustaine R. (2013). Étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe Plio-Quaternaire dans la région de Meknes (Maroc).Lahryss Journal, ISSN 1112-3680, n° 14, juin 2013, pp. 21-36.

Belot L. (2000). L'eau en bouteille, bataille des géants de l'agroalimentaire. Le Monde, 23.

Briefert C., Perraud R. (2001). Chimie de l'environnement : Air, Eau, Sols, Dechets. Edition : de boeck université Paris p.386.

Boudjadja M., Messahel H Pauc. (2003). Ressources hydriques en Algérie du Nord, revue des sciences d'eau, (Rev. Sci. Eau) 16 N° 3 285-304.

Boutouba. (2019). Analyse physico-chimique et microbiologique de l'eau minérale. Mémoire de magistère, université Mohamed Khider, Biskra.

Brémaude C., Claisse J. R., Leulier F. Thibault J & Ulrich E. (2006). Alimentation santé, qualitéde l'environnement et du cadre de vie en milieu rurale. Edition Educagri. Dijon. France. Pp:220- 221.

British Geological Survey. (2018). Atlas des eaux souterraines d'Afrique : Hydrogéologie de l'Algérie .

Cadot C. (1990). Les traitements de l'eau. Edition Ellipes, Paris, 247 p

Catherine G. (2009). La qualité chimique de l'eau, 3^{ème} Éditions, Paris, p10.

Chambre Syndicale des Eaux Minérales (CSEM). (2016). Les Français attachés à l'eau en bouteille : La qualité, la naturalité et la santé plébiscitées par les consommateurs. Paris.

Chocat B., Levi Y., BreLOT E. (2015). L'eau du robinet est-elle différente de l'eau en bouteille. Méli-Mélo. Démêlons les fils de l'eau.

Constant F., Hawili N. (2011). Les eaux embouteillées. Cahiers de nutrition et diététique, 46 : 40-50.

Degremont G. (2005). Mémento technique de l'eau. Tome 1, 10^{ème} édition : Tec et doc. P: 3-38.

- Dehove B. A. (1990).** Règlementation des produits qualité répression des fraudes. Tome 2, Division 5, BOISSONS. P, 355-368.
- Demble M. (2005).** Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM. Médecine de pharmacie et d'odontostomatologie. Thèse de doctorat, Université de Bamako, 77 p.
- Euzen A. (2006).** La vogue des eaux en bouteille. *European journal of water quality*, 37(2), 143-155.
- Farch S. (2017).** Incidence des eaux embouteillées sur la dissolution de l'hydroxyapatite dentaire. Influence de différents paramètres. Thèse de doctorat. Université Djilali Liabes,
- Fricke M., Grünhut L., Vander W. (2003).** Classification of mineral water types and comparison with drinking water standards. *Environmental Geology*. 17(2) : 554–563.
- Gerard G., Philippe H. (2014).** Eaux et santé. Hegel. Vol 4, N°3.p: 3.
- Guentri S., Rahmania F., (2015).** Contribution à la connaissance de la remontée et la pollution des eaux. Edition : universitaires européennes. P.28
- Guillerin A. (2018).** L'eau Minérale Naturelle : propriétés et usages. Diplôme d'Etat de Docteur en pharmacie. Université de Bordeaux Des Sciences Pharmaceutiques. Bordeaux.
- Hoffmann F., Auly T., Meyer A-M. (2014).** L'eau. Edition : Confluence p.43.
- Jacques M. (2006).** Océan et climat, IRD Éditions P 222.
- Jean Marget. (2008).** Les eaux souterraines dans le monde, BRGM édition, Paris.2008
- Journal officiel de la république algérienne-JORA. 2014.** Décret exécutif n° 14 - 96 du 4 mars 2014 modifiant et complétant le décret exécutif n° 11-125 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine.
- Kaci M., Abtroun A. (2013).** Filière boissons en Algérie.
- Kemmer. (1984).** Manuel de l'eau et technique et documentation, Lavoisier, paris.
- Khammar H. (2018).** Hydrochimie et qualité des eaux, p2-4.
- Khellili R., LazaliD. (2015).** Étude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Harraza (Wilaya de Ain Defla).
- Khrida G., Rhaiem A et Bouattour A. (1997).** Effet de la qualité des eaux sur l'expression du potentiel biotique du Moustique dans la région de Ben Arous (sud Tunis).
- Labadi A.S., Hammache H. (2016).** Étude comparative des eaux minérales et des eaux de sources produites en Algérie. *Larhyss Journal*, N°28, p319-342
- Lachassagne P. (2019).** Eau minérale naturelle. In : encyclopédie l'environnement, p9.

- Maabilot A. (1986).** Le forage de l'eau. Guide pratique. Edition. Johnson. Filtration systémie, p237.
- Maïga Fatoumata Sokona. (2002).** Manuel du cour d'hygiène du milieu, F.M.P.O.S.
- Makhoukh M. 2011.** Contribution à l'étude physico-chimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya. Maroc.
- Mazara Z. (2015).** Étude de l'effet de différents coagulants et adsorbants sur la qualité de l'eau potable de la station de Skikda: science de la matière. Thèse doctorat, Université 20 Août 1955, Skikda, 181 p.
- Mazouli, et al. (2012).** Livre gestion des ressources humaine
- Menad K., Metadjer. (2012).** Traitement des eaux saumâtres par l'osmose inverse cas de l'eau de Khemis Miliana. Université Khemis Miliana
- Mizi Abdelkader. (2006).** Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de Bejaia et valorisation de déchets oléicoles. Thèse de doctorat d'état, université d'Annaba, P: 26, 27.
- Mostefaoui O., Toutaoui M. (2018).** Contribution à l'évaluation de la qualité des eaux du forage de Ras El Ain (Boumerzoug). Mémoire de master. Université des frères Mentouri.
- Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2006).** Directives de qualité pour l'eau de boisson .4^{ème} édition.
- Rejsek F. (2002).** Analyse des eaux ; Aspects réglementaires et technique. 360p.
- Remini. (2010).** La problématique de l'eau en Algérie du nord. Larhyss Journal, N° 08. 27-46
- Rodier J. (2009).** L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 9eme édition: Dunod, Paris.
- Sahraoui N. (2015).** Étude de la cohérence entre la vulnérabilité à la pollution de la qualité des eaux souterraines plaine Khemis Miliana. Mémoire de Master en Eau et Bioclimatique. Université Khemis Miliana.
- Semsari S. (2016).** Livre les eaux naturelles, Chimie, équilibres fondamentaux, pollutions. P : 25.
- Sari H. (2014).** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source (Attar) (Tlemcen). Mémoire de Master en Sciences des aliments. Université Abou-BekrBelkaid Tlemcen.
- Taleb S. (2014).** Confrontation des normes Algériennes des eaux potables aux directives de l'organisation mondiale de la santé (OMS).

Vilagines R. (2010). Eau environnement et santé publique, introduction à l'hydrologie, 3^{ème} édition. Pp 1-178.

Viland M., Montiel A., Duchemin J., Zarrabi P. (2001). Eau et Santé. Éditions du Gret. Paris : Groupe de recherche et d'échanges technologiques, p109.

Annexe

Annexe 01 : Les filtres utilisés dans la station « Mileza ».



Filtre 1 micron absolu



Filtre 0.2 micron microbiologique



Filtre 1 micron



Filtre 5 micron

Annexe 02 : Photos de la source de l'eau « El-Milez ».



Annexe 03 : Les étiquettes de l'eau minérale « Texanna » et l'eau de source « Mileza ».



Résumé :

Nous assistons en ce moment à une grande concurrence sur le marché entre les deux types d'eaux embouteillées, l'eau de source et l'eau minérale. Notre travail consiste tout d'abord à évaluer et comparer la qualité physico-chimique de l'eau de source produite par l'unité « Mileza » de la source d'El-Milez (El-Achir, wilaya de Bordj Bou Arreridj) avec celle de l'eau minérale produite par l'unité « Texanna » de la source de Sidi Yakoub (wilaya de Jijel).

Les différents valeurs des paramètres physico-chimiques sont conformes aux normes algériennes, donc on peut considérer que l'eau de source « Mileza » comme une eau de minéralisation importante, de bonne qualité et destinée à la consommation humaine, alors que l'eau minérale naturelle de « Texanna » est une eau douce, moyennement minéralisée, très légère, et d'excellente qualité de point de vue chimique.

Mots –clés : Eau de source, Eau minérale, Mileza, Texanna, qualité physico-chimique

Abstract

We are currently witnessing great competition on the market between the two types of bottled water, spring water and mineral water. Our work consists first of all in evaluating and comparing the physico-chemical quality of the spring water produced by the "Mileza" unit of the source of El-Milez (El-Achir, wilaya of Bordj Bou Arreridj) with that of the mineral water produced by the "Texanna" unit from the source of Sidi Yakoub spring (wilaya of Jijel).

The various values of the physico-chemical parameters are in conformity with the Algerian standards, therefore we can consider that the spring water "Mileza" as a water of important mineralization, of good quality and destiny for human consumption, whereas the natural mineral water of "Texanna" is a soft water, moderately mineralized, very light, and of excellent quality from a chemical point of view.

Key words : Spring water, Mineral water, Mileza, Texanna, physico-chemical quality.

ملخص

نشهد حالياً منافسة كبيرة في السوق بين نوعين من المياه المعبأة، مياه الينابيع والمياه المعدنية. يتمثل عملنا في المقام الأول في تقييم ومقارنة الجودة الفيزيائية والكيميائية لمياه الينابيع التي تنتجها وحدة " ميليزة " من منبع المميز (البشير، ولاية برج بوعريريج) مع تلك الخاصة بالمياه المعدنية من إنتاج وحدة " تكسانة " من منبع سيدي يعقوب (ولاية جيجل).

تتوافق القيم المختلفة للمتغيرات الفيزيائية والكيميائية مع المعايير الجزائرية، لذلك يمكن أن نعتبر أن مياه الينابيع "ميليزة" هي مياه تمعدن مهم وذات نوعية جيدة ومخصصة للاستهلاك البشري، في حين أن المياه المعدنية الطبيعية "تكسانة" هي مياه لينة، معتدلة التمعدن، خفيفة جداً، لينة وذات نوعية ممتازة من وجهة النظر الكيميائية.

الكلمات المفتاحية : مياه الينابيع، المياه المعدنية، ميليزة، تكسانة، الجودة الفيزيائية والكيميائية.