



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :

N° de série :

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la terre
Département de Biologie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie

Par: CHERAD Khadidja

CHERMAT Abir

Thème

**Contribution à l'étude de la qualité de l'eau
embouteillée commercialisée dans la wilaya de
Ghardaïa**

Soutenu publiquement le: 24/06/2021

Devant le jury:

M^{me}. MEBAREKOUINA Asmahane	Maître Assistant A	Univ. Ghardaïa	Présidente
M. GUERGUEB El-Yamine	Maître de conférences A	Univ. Ghardaïa	Encadreur
M^{lle}. BIAD Radhia	Doctorante	Univ. Guelma	Co-Encadreur
M^{me}. HADDADSoumia	Maître de conférence B	Univ. Ghardaïa	Examinatrice

Année universitaire 2020/2021

Remerciement

Tout d'abord nous rendons grâce à Dieu qui nous a donné la force et le courage de mener à terme ce travail.

*Monsieur **GUERGUEB El-Yamine** et **M^{lle} BIAD Radhia** pour tous les efforts, ses encouragements, ses précieuses orientations qu'il n'a cessé de prodiguer, le temps qu'il nous accordé durant notre encadrement.*

Nous remercions tous les membres du laboratoire « ADE » pour leur gentillesse et leur soutien.

Nous remercions par ailleurs vivement les membres du jury de nous avoir fait l'honneur d'examiner notre travail et de juger nos efforts.

Dédicaces

Avec joie, fierté et respect, je dédie ce mémoire :

A mon père, en signe d'amour, de reconnaissance et de gratitude pour tous les soutiens et les sacrifices dont il a fait preuve à mon égard.

A ma mère, ma raison d'être, ma raison de vivre, la lanterne qui éclaire mon chemin et m'illumine de douceur et d'amour.

A mes chères sœurs Hayat & Zineb & Kaletoum & Safia et la femme de mon frère.

Pour leurs amour, leurs serviabilité et pour la tendre affectation qu'ils m'ont toujours témoigné.

A mes frère Taher & Lhachemi & Ismail & Yacine

Qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

A ma chère binôme Abir, ma sœur de cœur, pour les moments de bonheur passés ensemble.

A mon oncle Belkacem Kasmi, Pour son soutien moral

Enfin je dédie A mes chères amies : Mariem Ghada & Zouhra & Chafika & Hadjer & Fatna & Salsabil, Ibtissem, Aida, pour leurs soutiens moraux,

..... Khadidja

Dédicace

J'ai l'immense plaisir de dédier ce modeste travail de fin d'étude à :

A mon père :

L'épaule sur laquelle je me repose, ma force, ma confiance, la personne la plus digne de mon estime et de mon respect, Dieu vous réserve de tout mal. Que Dieu lui donne la santé, le bonheur et une longue vie.

A ma mère : Qui m'a donné son amour et m'a encouragé à avancer dans mes études et ma vie. A qui est l'exemple du sacrifice et de la force pour moi.

A mon grand frère : Ahmed, qui est toujours mon meilleur exemple dans la vie.

A mon frère : Khaled, pour son soutien sa gentillesse.

A mon petit frère : Akram (Manina), pour sa confiance et son soutien moral dans les moments difficiles.

A toutes mes tantes et oncles : à tous les membres de la famille Chermat et Oudnani, particulièrement : Fatouma, Ikram, Nesrine, Latifa, Nawel, Fadoua, Isra, Manel et Tamtam.

A ma meilleure amie Khadidja : chère sœur, c'était amusant de travailler avec toi malgré tes crises de colère et tes excès d'inquiétude.

A toutes mes amies : particulièrement : Hadjer, Fatna, Chafika, Zohra, Manel, Ibtissem, Aida.

Abir

Liste des Abréviations

AgNO₃ : solution titrée de nitrate d'argent

C : concentration

Ca²⁺ : Calcium

Cl⁻ : Chlorures

EDTA : Acide éthylène diamine tétracétique

F : facteur de dilution

HCl : Acide chlorhydrique

HSN : Acide calcane carboxylique

K₂CrO₄ : chromate de potassium

L : litre

ml : Millilitre

Mg²⁺ : Magnésium

mg : Mili-gramme

NaOH : hydroxyde de sodium

NO₂⁻ : Nitrite

PET : Polyéthylène Téréphtalate

pH : Potentiel d'hydrogène

R.S : Résidu sec

TAC : Titre Alcoométriques

TH : Titre Hydrométrique (dureté)

UV : Ultra Violet

μS : micro siemens

Liste des tableaux :

Numéro	Titres	Pages
01	Classifications des eaux minérales selon leur minéralisation	05
02	Différence entre l'eau de source et l'eau minérale	06
03	Apports quotidiens conseillés en eau du nouveau-né, du nourrisson et de l'enfant	07
04	Matériels utilisé pour réaliser l'analyse physico-chimique des eaux collectées.	15
05	Appareils utilisés pour réaliser l'analyse physico-chimique des eaux collectées	15
06	Produits chimiques utilisés pour réaliser l'analyse physico-chimique des eaux collectées	15
07	Différentes marques d'eau embouteillées collectées, ainsi que, la localisation géographique de leurs sources	16
08	Matériels et Les appareils utilisés pour réaliser l'analyse bactériologique	21
09	Résultats des analyses bactériologiques.	35

Liste des figures

Numéro	Titres	Pages
01	Représente comment faire embouteillage des bouteilles dans les usines	11
02	Détermination de Nitrite	16
03	Virage de l'indicateur coloré lors du dosage de la dureté	17
04	Virage de l'indicateur coloré lors du dosage de Calcium	18
05	Changement de la coloration de l'échantillon analysé lors du dosage des chlorures	18
06	Virage de l'indicateur coloré lors du dosage de titre alcalimétrique complet (TAC)	19
07	Variation de No^{-2} des eaux embouteillées	23
08	Variation des teneurs du Calcium des eaux embouteillés.	24
09	Variation des valeurs des chlorures des eaux embouteillées	25
10	Variation des teneurs de Mg^{2+} des eaux embouteillés	26
11	Variation des valeurs des bicarbonates des eaux embouteillées	27
12	Variation des teneurs du K^{+} des eaux embouteillées	28
13	Variation des teneurs du Na^{+} des eaux embouteillées	29
14	Variation des valeurs de la conductivité des eaux embouteillées	30
15	Variation des valeurs du pH des eaux embouteillées	31
16	Valeurs de salinité des eaux embouteillées	32
17	Variation des valeurs de TDS des eaux embouteillées	33
18	Variation des valeurs de turbidité des eaux embouteillées	34

Table de matières

Remerciement	
Dédicace	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste abrégations	
Introduction	01

Chapitre I : Les eaux embouteillées

1. Les eaux embouteillées	03
1.1. Les eaux de source	03
1.2. L'eau minérale	03
1.2.1. Les différents types d'eau minérale	03
1.2.2. Classification	04
2. La différence entre l'eau de source et l'eau minérale	05
3. Critères de choix de l'eau minérale naturelle	06
4. L'étape clés de l'embouteillage	10
5. Les maladies d'origine hydriques	12
5.1. Maladies d'origine bactérienne.	12
5.1.1. Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes	12
5.1.2. Gastroentérites aiguës et diarrhées	12
5.2. Maladies d'origine parasitaire	13
5.2.1. Protozoaires.	13
5.2.2. Virus	13

Chapitre II : Matériel et Méthodes

1. Matériels utilisé pour réaliser l'analyse physico-chimique	15
2. Les appareils utilisés	15
3. Produits chimiques utilisés	15
4. Echantillonnage des eaux embouteillées les plus consommées en Ghardaïa	16
5. Paramètres chimiques	16
5.1. Paramètres de pollution	16
5.1.1 Détermination de Nitrite NO₂⁻	16
5.2. Paramètres volumétriques	17
5.2.1. Détermination de la dureté ou TH	17
5.2.2. Détermination de Calcium Ca²	17
5.2.3. Détermination de Chlorure Cl⁻	18
5.2.4. Détermination de Magnésium Mg²	19
5.2.5. Détermination de TAC	19

5.2.6. Détermination de Sodium (Na ⁺) et potassium (K ⁺)	20
5.3. Paramètre gravimétrique	20
5.3.1. Résidu sec	20
6. 6- Méthodes utilisées pour la détermination des paramètres physiques	20
6.1. Détermination de la conductivité et la température	20
6.2. Détermination du pH	21
6.3. Détermination de la turbidité	21
7. Paramètres bactériologiques	21
7.1. Matériels et Les appareils utilisés pour réaliser l'analyse bactériologique	21
7.2. Méthode par filtration	21

Chapitre III : Résultats et Discussion

1. Résultats des paramètres chimiques	23
1.1. Nitrite NO ₂ ⁻	23
1.2. Calcium	24
1.3. Chlorure	25
1.4. Magnésium	26
1.5. Titre Alcalimétrique Complet	27
1.6. Potassium	28
1.7. Sodium	29
2. Résultats des paramètres physiques	30
2.1. Conductivité	30
2.2. pH	31
2.3. Salinité	32
2.4. TDS	33
2.5. Turbidité	34
3. Résultats des analyses bactériologiques	35

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Introduction

Introduction :

Une eau de source et une eau minérale naturelle correspond à une eau de boisson d'origine souterraine, faisant en général l'objet d'une exploitation commerciale, elles sont constituées à l'abri de tout risque de pollution, microbiologiquement saine dès l'origine (Hazzab, 2011).

L'eau de source et l'eau minérale sont définies par trois critères majeurs : absence de tout traitement ou d'addition de produits chimiques, la pureté naturelle à la source et donc l'absence de tout polluant d'origine humaine et enfin une composition minérale de l'eau minérale définie, parfaitement stable et garantie en toutes les saisons de l'année, et pour l'eau de source une composition minérale pas nécessairement stable. [1]

Durant la période postindépendance 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 de la phase de libéralisation et d'adaptation à l'économie de marché (Hazzab, 2011).

L'eau dans une bouteille en plastique n'était pas un élément récurrent sur les listes d'achat de nombreux consommateurs. Aujourd'hui, des milliards de litres d'eau sont vendus dans tous les types d'emballages et de conteneurs (Alrayes et *al.* 2015).

Le marché de l'eau minérale en Algérie est en constante progression. L'Algérie produit chaque année 1,5 milliard de litres d'eau minérale. Cinq marques se partagent 70 % des parts de marché. Plus de 40 marques d'eau minérale sont commercialisées sur le marché algérien. [2]

Notre travail consiste à faire l'analyse physico-chimique et bactériologique des eaux minérales et des eaux de source embouteillées les plus consommées dans la région de Ghardaïa, dans les mauvaises conditions d'exposition et de transport (exposition au soleil). Les résultats obtenus sont comparés d'une part aux données mentionnées aux étiquettes et d'autre part aux normes Algériennes.

Ce travail est composé de trois chapitres qui sont :

Le premier chapitre est une partie théorique consacrée à une généralité sur les eaux embouteillées.

Le deuxième chapitre sera consacré pour décrire le matériel et les méthodes des analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux.

Le troisième chapitre sera réserver à l'interprétation et la discussion des résultats.

Chapitre I : Les eaux embouteillées

1- Les eaux embouteillées :

L'eau en bouteille ou eau embouteillée est une eau conditionnée dans des bouteilles destinée à la consommation humaine.

Les eaux embouteillées se composent de deux types d'eaux différentes en ce qui concerne leur composition et leur action sur la santé : on distingue les eaux de source et les eaux minérales (eaux minérales plates ou gazeuses). (Chakour et Hadda, 2016)

1.1- Les eaux de source :

Une eau d'origine exclusivement souterraine est à l'abri de tous les risques de pollutions, propre à la consommation humaine dans son état naturel, microbiologiquement saine sans avoir subi des traitements ou adjonction autres que la sédimentation des matières en suspension et des composés instables. Ce traitement ne doit pas avoir pour but ou impact de modifier la composition de l'eau. La qualité des eaux de source dépend des caractéristiques géologiques de la nappe et des voies souterraines suivies. (Farch, 2017)

1.2- L'eau minérale :

L'eau minérale naturelle est une eau exclusivement d'origine souterraine, captée soit à une source, soit par forage. Définie en tant que telle par la réglementation, elle est utilisée pour l'embouteillage et/ou le thermalisme. Pure, protégée géologiquement et présentant une composition minérale parfaitement stable, elle ne fait l'objet d'aucun traitement chimique ni désinfection avant son embouteillage ou son utilisation thermique. Ces eaux appartiennent, par définition, à des aquifères à forte inertie, en général profonds, carbogazeux dans certains cas. Bien protégés des contaminations superficielles par leur couverture géologique et, le cas échéant, également par des politiques de protection dédiées, ces aquifères se situent en général dans des régions peu soumises aux pressions anthropiques (agriculture intensive, industrie, urbanisation...). Ils y contribuent de manière notable au développement économique local. (Lachassage, 2021)

1.2.1-Les différents types d'eau minérale :

- Eau minérale naturelle naturellement gazeuse :

Une eau minérale naturelle naturellement gazeuse est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique est, après traitement éventuel, réincorporation éventuelle du gaz et conditionnement, compte tenu des tolérances techniques usuelles, la même qu'à l'émergence. Il

s'agit du gaz carbonique spontanément et visiblement dégagé dans des conditions normales de température et de pression. (Codex, 1981)

- **Eau minérale naturelle non gazeuse :**

Une eau minérale naturelle non gazeuse est une eau minérale naturelle qui, à l'état naturel et après traitement éventuel, compte tenu des tolérances techniques usuelles, ne contient pas de gaz carbonique libre en proportion supérieure à la quantité nécessaire pour maintenir dissous les sels hydrogéo-carbonatés présents dans l'eau. (Codex, 1981)

- **Eau minérale naturelle dé-gazéifiée :**

Une eau minérale naturelle dé-gazéifiée est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, après traitement éventuel, n'est pas la même qu'à l'émergence et qui ne dégage pas visiblement et spontanément de gaz carbonique dans des conditions normales de température et de pression. (Codex, 1981)

- **Eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique de la source :**

Une eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique de la source est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, après traitement éventuel, est supérieur à sa teneur en gaz carbonique à l'émergence. (Codex, 1981)

- **Eau minérale naturelle gazéifiée :**

Une eau minérale naturelle gazéifiée est une eau minérale naturelle rendue gazeuse, après traitement éventuel, par addition de gaz carbonique d'autre provenance. (Codex, 1981)

1.2.2-Classification :

La classification des eaux minérale naturelles peut se faire en se basant sur différents critères, à savoir principalement :

✓ **La minéralisation :**

La minéralisation d'une eau représente la quantité totale de sels dissous exprimée en milligrammes par litre d'eau. Le résidu sec à 180 °C est un bon témoin de la teneur en sels minéraux. La minéralisation peut être comprise entre quelques milligrammes et quelques grammes par litre. (AFSSA, 2008)

Elle 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, sur la base de ce critère, cinq catégories (Tab.01) :

Tableau01 : Classifications des eaux minérales selon leur minéralisation. (AFSSA, 2008)

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

✓ La composition physico-chimique de l'eau :

Pour caractériser et différencier les eaux minérales naturelles entre elles il est nécessaire de prendre en compte non seulement leur profil physico-chimique mais également leurs dérivés que sont par exemple les gaz. (AFSSA, 2008)

La classification se fait alors en considérant certains paramètres originaux susceptibles d'avoir un rôle ou une action particulière, tels que : (AFSSA.2008)

- La température
- Le pH
- Les ions: Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; Na^+ ; K^+ ; Cl^- ; SO_4^{2-} ; HCO_3^- ; CO_3^{2-} ; HS^- ; Fe^{3+} ; Mn^{2+} ; etc.;
- Les gaz dissous: H_2S , CO_2 , O_2

2- La différence entre l'eau de source et l'eau minérale :

L'eau de source et l'eau minérale sont toutes deux des eaux dont la provenance est souterraine qui sont exemptes de traitement microbiologique de désinfection. (Maeva, 2018)

L'eau de source se caractérise par le fait que sa teneur en minéraux et oligo-éléments (identifiés) puisse varier (même faiblement) dans le temps. (Maeva, 2018)

L'eau minérale elle, doit obligatoirement contenir des minéraux stables dans la durée. De plus, l'Académie de Médecine lui attribue des bienfaits qui ne sont pas avérés pour l'eau de source. (Maeva, 2018)

Tableau 02 : la différence entre l'eau de source et l'eau minérale :(CSEM, 2008)

Les types d'eau	Eau source	Eau minérale
Origine	Souterraine	Souterraine
Protection naturelle	Obligatoire	Obligatoire
Traitements chimiques	Aucun traitement de potabilisation	Aucun traitement de potabilisation
Composition minérale	Pas nécessairement stable	Obligatoirement stable
Effet reconnu sur la santé	-----	Effet favorable à la santé reconnu par l'Académie de Médecine

3- Critères de choix de l'eau minérale naturelle :

Les eaux minérales naturelles se distinguent par leurs compositions physico-chimiques spécifiques qui déterminent leurs propriétés éventuelles. L'étiquette indique toujours cette composition et permet au consommateur d'effectuer son choix en fonction de ses goûts et de ses besoins. (Abederrahmani et Bouabba, 2018)

- **L'eau pour les femmes enceinte :**

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

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

- **L'eau pour les nourissants et les enfants :**

La teneur en eau d'un nourrisson représente environ 78% de son poids total, et encore plus chez un prématuré ; L'organisme du bébé est sensible nécessitant toutes les attentions. Il est important de privilégier pour le bébé une eau très faiblement minéralisée, que ce soit pour la

préparation de ses biberons ou pour sa boisson. Pour cela il faut choisir une eau pauvre en nitrates. (BROUARD, DUHAMEL 2010)

Pour les biberons et plus généralement, pour l'hydratation des bébés de moins d'un an, il faut chercher la mention : « convient à l'alimentation du nourrisson ». Elle est réservée aux eaux embouteillées qui respectent les critères de qualité établis par la réglementation. (ARRETE, 2007)

- **Apports conseillés en eau, de la naissance à l'adolescence :**

Compte tenu des particularités en termes de biologie du développement du nouveau-né, à comparer à celles de l'enfant et de l'adolescent, les apports journaliers cumulés par kg ou par 24 heures sont plus élevées en période néonatale et les premières années de la vie.

Le tableau III représente les apports quotidiens conseillés en eau du nouveau-né, du nourrisson et de l'enfant. (Abederrahmani et Bouabba, 2018)

Tableau 03 : Apports quotidiens conseillés en eau du nouveau-né, du nourrisson et de l'enfant (Abederrahmani et Bouabba, 2018)

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

- **L'eau pour les femmes ménopausées :**

Les eaux minérales calciques sont une source intéressante pour les femmes à l'approche de la ménopause et pendant celle-ci car la densité minérale osseuse a tendance à diminuer. En l'absence d'un traitement hormonal substitutif, une des grandes menaces qui plane sur la femme ménopausée est l'ostéoporose. Seuls des apports importants en calcium (1 200 mg pour une femme de plus de 55 ans) peuvent prévenir la perte osseuse. (Abederrahmani et Bouabba, 2018).

- **L'eau pour les personnes âgées :**

Avec l'âge, la quantité d'eau stockée dans le corps diminue, exposant les personnes âgées à une déshydratation grave. A ce phénomène s'ajoute la sensation de soif qui diminue également à mesure que l'on vieillit, par ailleurs, après 70 ans, les reins sont moins efficaces et gèrent moins bien la surcharge en sels minéraux et en toxines causée par un manque d'hydratation.

Il est recommandé d'opter pour des eaux riches en calcium qui affiche une teneur supérieure à 200 mg/L, et celle dont la richesse en magnésium est supérieure à 50mg/l car elles diminuent les risques de déminéralisation osseuse liés à l'ostéoporose. (Abderrahmani et Bouabba, 2018).

- **L'eau pour l'hydratation des sportifs :**

L'hydratation est devenue un élément majeur de la prise en charge nutritionnelle du sportif, quelle que soit la discipline pratiquée.

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

- **L'eau pour un régime :**

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

Le calcium permet de pallier aux éventuelles carences liées au régime ; le magnésium est un calmant qui peut aider à contrôler les envies impérieuses de nourriture liées au stress. Les sulfates, grâce à leurs propriétés diurétiques, participent à l'élimination des toxines de

l'organisme et aident à améliorer le transit intestinal. Le potassium lutte efficacement contre la rétention d'eau en favorisant le drainage des tissus, mais en plus, il aide l'organisme, et surtout les reins, à éliminer les déchets (principalement l'urée et l'acide urique) générés par un régime riche en protéines ; Les bicarbonates facilitent la digestion.

- **L'eau pour l'amélioration du transit intestinal :**

La consommation d'eau a un effet positif sur le transit intestinal ; si des apports hydriques sont insuffisants cela peut favoriser la survenue de la constipation.

Les eaux minérales à des concentrations importantes en sulfates (au-delà de 300mg de sulfate / litre d'eau) participent à l'amélioration du transit intestinale. (Abederrahmani et Bouabba, 2018)

- **L'eau pour les troubles digestifs :**

Pour éviter les ballonnements et la sensation de pesanteur après les repas, optez pour les eaux riches en bicarbonates. Les bicarbonates atténuent l'acidité de l'estomac et facilitent la vidange gastrique. (Abederrahmani et Bouabba, 2018).

- **L'eau pour les personnes atteinte de calculs rénaux :**

Les calculs rénaux, communément appelés « pierres aux reins », sont des cristaux durs qui se forment dans les reins et peuvent entraîner de vives douleurs. Afin de diminuer le risque de formation de ces derniers il faut opter pour une eau riche en potassium combinée à un apport élevé en sodium et aussi le magnésium. Le but est de provoquer un volume d'urines de plus de 2 litres par jour pour dissoudre naturellement les calculs rénaux. Il faut donc boire 2 litres de liquide, réparti tout au long de la journée. En optant pour une eau riche en potassium combinée à un apport élevé en sodium ainsi que le magnésium, contribuent à diminuer le risque de formation de calculs rénaux. (Abederrahmani et Bouabba, 2018).

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

L'eau minérale pourrait contribuer à réduire la pression artérielle chez des personnes hypertensives. Le magnésium, le calcium et les sulfates pourraient aider à contrôler la pression artérielle, l'insuffisance cardiaque ou rénale ; contrairement au sodium il est conseillé

de choisir une eau pauvre (<20mg/l) car si sa teneur est élevée, les bienfaits des autres minéraux sur la pression restent réduits.

- **L'eau pour personnes atteinte de cancer**

Par précaution les personnes atteintes de cancer ou qui sont passées par la maladie doivent bénéficier d'une eau potable de qualité irréprochable.

- **L'eau pour les personnes stressées et fatiguées :**

L'anxiété, l'hypersensibilité au stress provoquent une déperdition de magnésium. Or la fonction principale de ce sel minéral est la régulation de l'équilibre nerveux. C'est un cercle vicieux que l'on peut rompre en surveillant attentivement ses apports en magnésium.

L'adulte a besoin de 200 à 300 mg par jour de magnésium pour lutter contre cette hypomotivité ; Dans ce cas, boire une eau minérale naturelle magnésienne (<50mg/l) peut contribuer à satisfaire les besoins journaliers quotidiens en magnésium et lutter contre le stress. (Abederrahmani et Bouabba, 2018).

4- L'étape clés de l'embouteillage :

4.1.Injection de résine de PET : Les granulés de PET sont transformés en préforme. Le PET est 100 % recyclable et sans bisphénol A. [3]

4.2.Soufflage : Une résine PET est étirée et soufflée dans des moules pour prendre la forme des futures bouteilles, adaptée à chaque marque. [3]

4.3.Insufflage: Rincées par injection d'air, les bouteilles sont acheminées en univers stérile.

4.4.Remplissage : [3]

4.5.Bouchage : Action de fermer la bouteille avec un bouchon. [3]

4.6.Étiquetage et marquage : La date limite d'utilisation optimale (DLUO) et le numéro du lot sont marqués au laser afin d'assurer la traçabilité des produits. [3]

4.7.Fardelage : Les bouteilles sont regroupées par 6 ou 8 sous un film d'emballage en PET. [3]

4.8.Pose de poignée : Sur les packs sont apposées des poignées pour vous faciliter le transport.

4.9.Palettisation et housage : sur des palettes puis recouverts d'une housse anti-UV imperméable, les packs bénéficient d'une protection optimale pendant le transport et le stockage. [3]

4.10. Expédition des palettes :

- **Par la route pour les courtes distances :**

- Optimisation du remplissage.
- Moteurs aux normes européennes récentes.

- **Par le rail pour les longues distances :**

- Signature en 2011 d'une convention entre SNCF Réseau et Nestlé Waters France pour développer le transport ferroviaire.

- **Par voie maritime pour l'export :**

- Réduction des émissions de carbone.
- Forte capacité de chargement. [3]

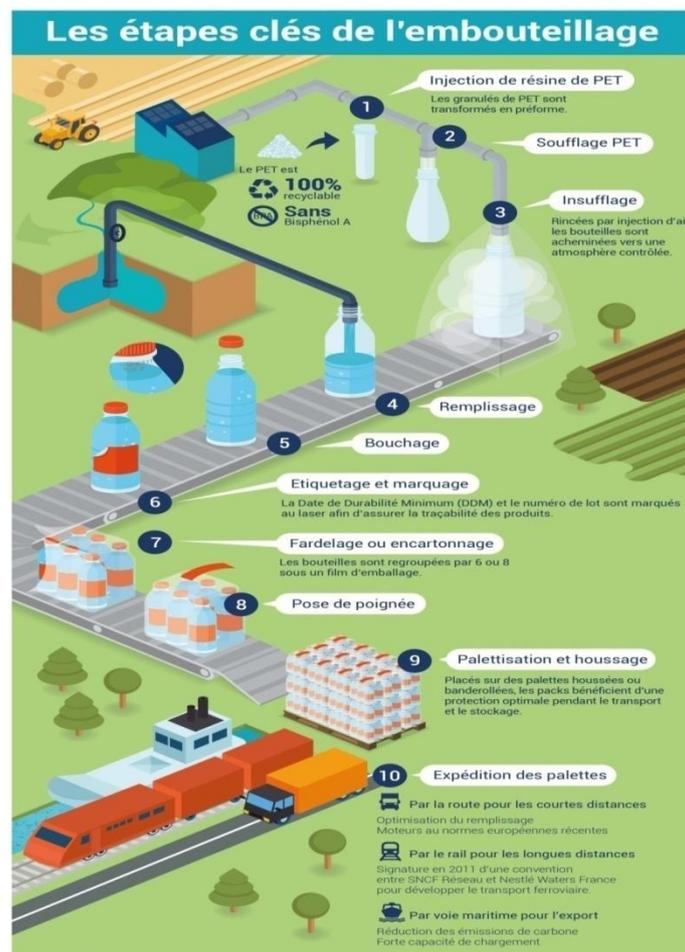


Figure 01 : Embouteillage des bouteilles dans les usines. [3]

Chapitre I : Maladies d'origine hydriques

1. Maladies d'origine hydriques :

5.1. Maladies d'origine bactérienne :

5.1.1 Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes

Ce sont de véritables septicémies dues à des salmonelles (Salmonelles typhi et paratyphi A ? B et C. Elles sont caractérisées par de la fièvre, céphalées, diarrhée, douleurs abdominale...etc. (Ronald, 2010)

5.1.2. Gastroentérites aiguës et diarrhées :

- ***Escherichia Coli* :**

C'est une bactérie saprophytes du tube digestif de l'homme et des animaux qu'elle envahit dès les premières heures de la vie. Elle se multiplie par milliard dans les matières fécales. Leur extrême abondance et leur résistance dans l'eau sont telles que ces bactéries ont été retenues comme germes-tests de contamination fécale des eaux. Les symptômes attachés à l'infection chez l'homme varient d'une simple diarrhée à une diarrhée sanglante et de crampes abdominale. (Ronald, 2010)

- ***Yersinia enterocolitica* :**

De nombreuses espèces animales consistent le réservoir de cette bactérie : lapins, mulots, porcs. Le lait, les crèmes glacées et les crudités peuvent et ont conduit à des milliers d'infections. En ce qui concerne l'eau, sa transmission est oro-fécale, elle provoque une entérocolite, des complications abdominales. (Ronald, 2010)

- ***Salmonella* :**

Il existe plusieurs centaines de salmonelles dont la classification a été modifiée de nombreuses fois. Leur transmission par voie hydrique est oro-fécale. (Ronald, 2010)

- ***Légionelles* :**

Le réservoir est principalement hydrique. Les sources de contamination incriminées lors d'épiderme sont les installations qui favorisent la multiplication des légionelles dans l'eau avec une température avoisinant 37°C. Pour l'instant, aucune transmission interhumaine n'a été rapportée. (Ronald, 2010)

- ***Choléra :***

Le choléra est une maladie à incubation courte allant de quelques heures à 5 jours. Il se caractérise par une diarrhée profuse à grains riziformes. Elle s'accompagne de vomissements et de douleurs épigastriques avec crampe musculaires. (Ronald, 2010)

5.2. Maladies d'origine parasitaire :

5.2.1- protozoaires :

- ***Cryptosporidium Parvum***

Ce sont des coccidies intestinales parasites obligatoires de tissus. Habitent la muqueuse de l'intestin grêle. Occasionnellement, ils peuvent infecter les cellules d'autres organes chez des hôtes immunodéprimés. Les effets cliniques des infections à *Cryptosporidium* peuvent être divisés en deux groupes : les patients à fonction immunitaires intactes et patients immunodéprimés. (Ronald, 2010)

- ***Giardia Lamblia :***

Ce sont des flagellées habitant les régions intestinales et atriales. L'infection est oro-fécale par ingestion de Kystes. Les trophozoïtes infectent le haut intestin grêle mais n'envahissent pas les tissus et ne provoquent pas d'ulcération. Les symptômes incluent des crampes abdominales, nausées et diarrhée aqueuses. (Ronald, 2010)

- ***Amibes :***

Amibes est parasite spécifique de l'homme, est responsable de la dysenterie amibienne que l'on ne rencontre pas sous nos climats. Elle induit les symptômes classiques des entérocolites avec crampes et diarrhée muco-sanglante dans les cas sévères. (Ronald, 2010)

5.2.2- Virus :

- ***Entérovirus :***

Les entérovirus sont parmi les plus courants et les plus importants agents pathogènes pour les humains. Au cours de l'infection, le virus provoque dans un premier temps une légère fièvre souvent accompagnée de symptômes de rhume banal. (Ronald, 2010)

- ***Hépatite A :***

Nommée hépatite infectieuse, elle est provoquée par un virus de la famille des Picornaviridae. Sa transmission est oro-fécale. Les mollusques bivalves jouent un rôle certain dans leur transmission. (Ronald, 2010)

- ***Hépatite E :***

L'hépatite E peut également être considérée étant une zoonose, maladie pouvant être transmise à l'homme par l'animal (chèvres, vaches, moutons...). (Ronald, 2010)

Chapitre II :

Matériel Et Méthodes

1- Matériel utilisé pour réaliser l'analyse physico-chimique :

Pour réaliser notre étude sur la qualité physicochimique des eaux embouteillées nous avons utilisé le matériel suivant (Tab.04)

Tableau 04 : Matériels utilisé pour réaliser l'analyse physico-chimique des eaux collectées.

Matériels Utilisés	
Bécher	Fiolle jaugée
Éprouvette graduée	Pissette d'eau distillée
Pince	Pipette graduée
Pro-pipette	Fiolle
Spatule	Burette +support
Creuset	Barreaux magnétiques
Cuve	Erlenmeyers de différents volumes
Tubes en verre de 100 ml	Tube en plastique de 50 ml

2- Les appareils utilisés :

Nous avons utilisé les appareils décrits dans le tableau ci-dessous :

Tableau 05 : Les appareils utilisés pour réaliser l'analyse physico-chimique des eaux collectées.

Appareillages	Fonctions
Agitateur magnétique	Agitation magnétique
Spectrophotomètre	Mesure NO_2^-
Conductimètre	Mesure la conductivité
pH-mètre	Mesure le pH
Spectromètre de flamme	Dosage du sodium et du potassium
Etuve	Dosage de résidus sec
Dessiccateur	Dosage de résidus sec
Balance de précision	Pesée précise
Turbidimètre	Mesure la turbidité
Bain marie	Dosage de résidus sec

3- Produits chimiques utilisés :

Plusieurs produits chimiques ont été utilisé dans la réalisation de notre étude résumée dans le tableau (06).

Tableau 06 : Les produits chimiques utilisés pour réaliser l'analyse physico-chimique des eaux collectées.

Produits	Chimique
Vert de bromocrisol	Réactif mixte
Hydroxyde de sodium	HSN
Solution tampon	Mordant noir
Cromate de potassium	AgNO_3
Acide éthylène diamine tétracétique (EDTA)	HCl

4- Echantillonnage des eaux embouteillées les plus consommées en Ghardaïa :

Nous avons choisis pour les analyses physico-chimique et bactériologique trois marques des eaux de source (Bouglaz, Salsabil et Djebel Amour) et une marque d'eau minérale naturelle (Goléa), disponibles sur le marché de la ville de Ghardaïa, on prend en considération la région de provenance de chaque marque, (Nord-Est, Centre du pays, et le Sud) et les conditions de transport, de stockage et d'expositions de ce produit destinée à la consommation (Tab 07)

Tableau 07 : Les différentes marques d'eau embouteillées analysées

Marque	Nature	Source
El Goléa	Eau minérale	El Menia
Bouglaz	Eau de source	El Tarf
Salsabil	Eau de source	El Menia
Djebel amour	Eau de source	Aflou, Laghouat

5. Paramètres chimique :

5.1. Paramètres de pollution :

5.1.1. Détermination de Nitrite NO_2^- :

- Mode opératoire :

Introduire 50ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée, ajouter 2 ml réactif mixte. Attendre 20 minutes pour lire l'analyse, par Spectrophotomètre.



Figure 02 : Détermination de Nitrite

5.2- Paramètres volumétriques :

5.2.1. Détermination de la dureté ou TH :

Les alcalinoterreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe du type chélate par le sel disodique de l'acide éthylènediamine tétracétique à pH 10. La disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelée par le virage d'un indicateur spécifique, le noir ériochrome. En milieu convenablement tamponné pour empêcher la précipitation du magnésium, la méthode permet de doser la somme des ions calcium et magnésium, la méthode permet de doser la somme des ions calcium et magnésium. (Rodier et *al.* 2009)

- Mode opératoire :

Introduire 50ml d'eau à analyser dans une fiole, ajouter 4 ml de solution tampon et une pince de mordant noir. Verser la solution d'EDTA goutte à goutte jusqu'à apparition d'une couleur bleu.



Figure 03 : Virage de l'indicateur coloré lors du dosage de la dureté. (Originale, 2021)

$$C_{TH} = 20 \times V \times F$$

V = Volume de titrage

F = Facteur de dilution

5.2.2. Détermination decalciumCa² :

Le principe est identique à celui de la méthode titrimétrique décrit pour la dureté totale. Toutefois, comme le dosage se fait à un pH élevé (12-13). (Rodier et *al.* 2009)

- Mode opératoire :

- Introduire 50 ml d'eau à analyser, ajouter 2 ml de NaOH, ajouter 1 pince de HSN

. Verser la solution d'EDTA goutte à goutte jusqu'à apparition d'une couleur bleu.



Figure 04 : virage de l'indicateur coloré lors du dosage de Calcium. (Originale, 2021)

$$C_{Ca^{+2}} = V \times f \times 8.016$$

V = volume de l'EDTA

F = Facteur de dilution

Norme = 200 mg/l (JORA, 2015)

5.2.3-Détermination de chlorure Cl⁻ :

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium, la fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent. (Rodier et *al.* 2009)

- **Mode opératoire :**

Introduire 100 ml d'eau à analyser, ajouter 3 gouttes de solution de chromate de potassium. Après, titrage par la solution de nitrate d'argent jusqu'à apparition d'une couleur rougeâtre.



Figure 05 : changement de la coloration de l'échantillon analysé lors du dosage des chlorures. (Originale, 2021)

$$C_{Cl^-} = \frac{(V_s - V_b) \times c \times F \times f}{V_a}$$

V_s = volume de l'AgNO₃

V_b = volume de blanc

V = 100 ml

C = 0.02

F = 35453

f = facteur de dilution

Norme = 500 mg/l

5.2.4. Détermination de Magnésium Mg²⁺ :

La relation suivante pour trouver la teneur de Mg²⁺ :

$$C_{Mg} = 4.86 \times (V_{TH} - C_{Ca^{2+}}) \times F$$

V = Volume de titrage

F = Facteur de dilution

5.2.5-Détermination de TAC :

La détermination titrimétrique du TAC est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré. (RODIER et al, 2009)

- Mode opératoire :

Introduire 100 ml d'eau à analyser dans un bécher, ajouter 3 gouttes de solution de vert de promocrésol. Verser la solution HCL goutte à goutte on arrête au premier virage de l'indicateur coloré.



Figure 06 : virage de l'indicateur coloré lors du dosage de titre alcalimétrique complet (TAC)

(Originale, 2021)

$$C_{TAC} = V \times 12.2 \times F = mg/l$$

V = Volume de titrage

F = Facteur de dilution

Norme TAC = 500 mg/l

5.2.6. Détermination du sodium (Na⁺) et potassium (K⁺) :

Le dosage de sodium et potassium a été effectué par spectrométrie à émission de flamme sur un appareil de spectrométrie de flamme. On procède à des courbes d'étalonnages, afin de déterminer les concentrations de Na⁺ et K⁺ présents dans nos échantillons. (Farch, 2017)

5.3- Paramètres gravimétriques :

5.3.1. Résidu sec :

Une certaine quantité d'eau bien mélangée est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé. (Rodier *et.al.* 2009)

- Mode opératoire :

Evaporer au bain-marie dans une capsule 50 ml d'eau à analyser. Après, porter la capsule à l'étuve à 105°C pendant 90 min et laisser refroidir 10 min au dessiccateur.

$$RS = (p_i - p_0) \times 20000$$

P₀ : poids de creuset vide

P₁ : poids de creuset filtre

Norme : 1500 mg/l (JORA, 2015)

6. Méthodes utilisées pour la détermination des paramètres physiques :

6.1- Détermination de la conductivité et la température :

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. elle est mesuré par un conductimètre.

La conductivité d'un liquide dépend de la température. Cette dernière sera relevée très exactement au cours de la mesure. La détermination de la température se fait par le thermomètre ou la sonde thermique du conductimètre. La température du liquide ne doit en aucun cas varier pendant la mesure (Rodier *et al.* 2009).

- Mode opératoire :

Prélever l'eau à analyser dans béccher bien rempli. Effectuer la mesure la plus vite.

6.2-Détermination du pH :

La détermination du pH par la méthode potentiométrique repose sur la mesure de la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (calomel-KCL saturé) plongeant dans une même solution. Cette différence de potentiel est une fonction linéaire du Ph de la solution. (Rodier et *al.* 2009)

Mode opératoire :

Prélever l'eau à analyser dans bécher bien rempli. Effectuer la mesure la plus vite.

6.3- Détermination de la turbidité :

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. l'appréciation de l'abondance de ces particules mesure son degré de turbidité. Elle est mesurée par un turbidimètre. (Rodier et *al.* 2009)

Mode opératoire :

Prélever l'eau à examiner. Après, effectuer la lecture spectrométrique après l'introduction de la cuve dans l'appareil.

7. Paramètres bactériologiques :

7.1- Matériels et appareils utilisés pour réaliser l'analyse bactériologique :

Tableau 08 : Matériels et appareils utilisé pour réaliser l'analyse bactériologique

Appareillages	Matériels utilisés
Incubateur	Bac bunsen
Autoclave	Lampe de filtration
Bain marie	Membrane de filtration de porosité 0.45 μ
Réfrigérateur	Boîtes pétrie
Rampe de filtration	Pince
La hotte bactériologique	Pissette

7.2- Méthode par filtration :

C'est une technique de concentration sur une surface de petite taille la plus utilisée au laboratoire. L'échantillon d'eau à analyser est filtré sur une membrane de filtration de porosité 0.45 μ m et de diamètre 47 mm. La membrane est portée sur un rompe de filtration. Ensuite la membrane placée sur un milieu gélosé. (Rodier et *al.* 2009).

7.2.1- Test présomptif :

Nous avons stérilisé les rampes de filtration et placé une membrane stérile, puis nous avons agité notre flacon d'échantillon. Nous prenons un échantillon de 100 ml pour chaque entonnoir (2 entonnoir pour 1 échantillon). Nous avons filtré notre échantillon d'eau sur une membrane stérile de 0.45 um, puis nous avons déposé une membrane sur milieu Slanetz pour le dénombrement des Streptocoques fécaux, et l'autre sur milieu tergitol pour le dénombrement des Coliformes fécaux, on vérifié à ce qu'aucune bulle d'air entre la membrane et la gélose, les boites sont incubé à 37c° pendant 24-48 h.

La lecture des Streptocoques fécaux basé sur observation colonies rouge brique, rose ou marron.

La lecture des Coliformes fécaux basé sur observation colonies jaune orangé.

Chapitre. III :

Résultats et

discussion

Résultats et discussions :

1- Résultats des paramètres chimiques :

1.1- Nitrite No_2^- :

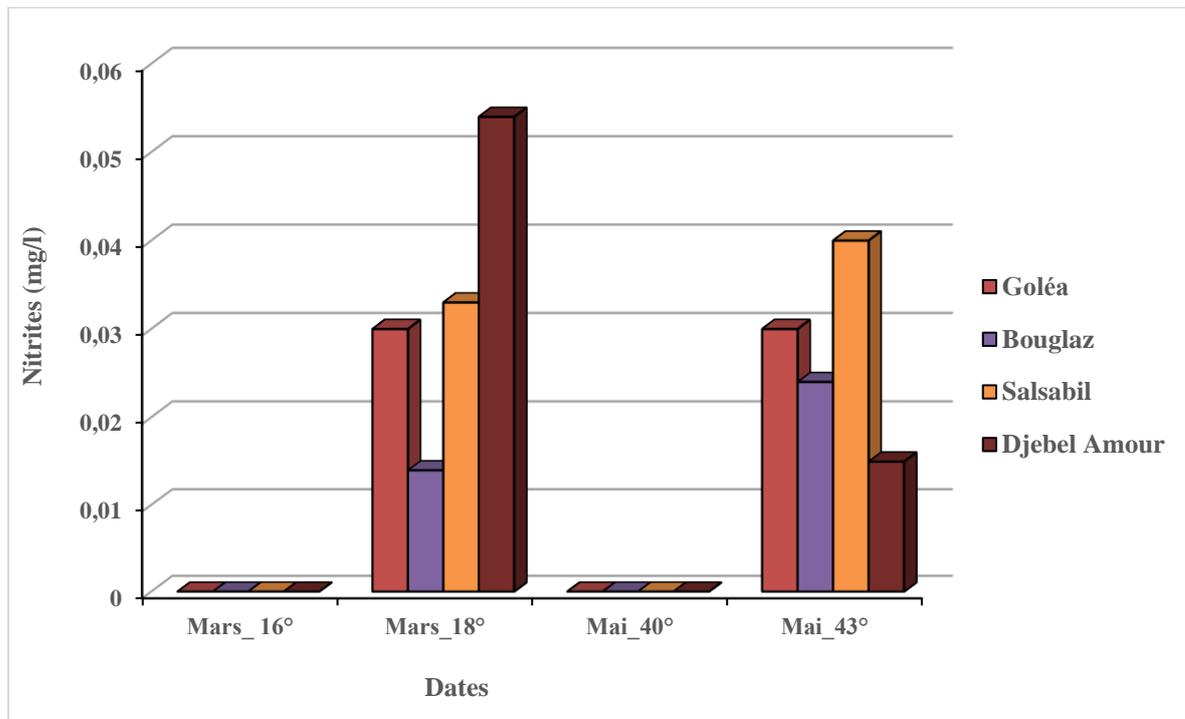


Figure 07 : Variation des teneurs de Nitrite des quatre marques des eaux embouteillées

Les nitrites sont formés par dégradation de la matière azotée mais ils sont rapidement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable (Lepeltie, 2005). Dans les eaux, la quantité des nitrates maximale admissible est fixée de 0.1 mg/L par les normes algériennes édictée par JORA (2015).

Les valeurs maximales des teneurs de Nitrite sont enregistrées dans l'échantillon analysé de la marque « Djebel Amour » exposé au soleil a une température de 18 °C. Toutes les valeurs enregistrées dans les eaux analysées et exposées au soleil sous les températures 18°C et 43°C sont supérieures aux valeurs indiquées sur l'étiquetage de toutes les marques étudiées.

1.2- Le Calcium Ca^{2+} :

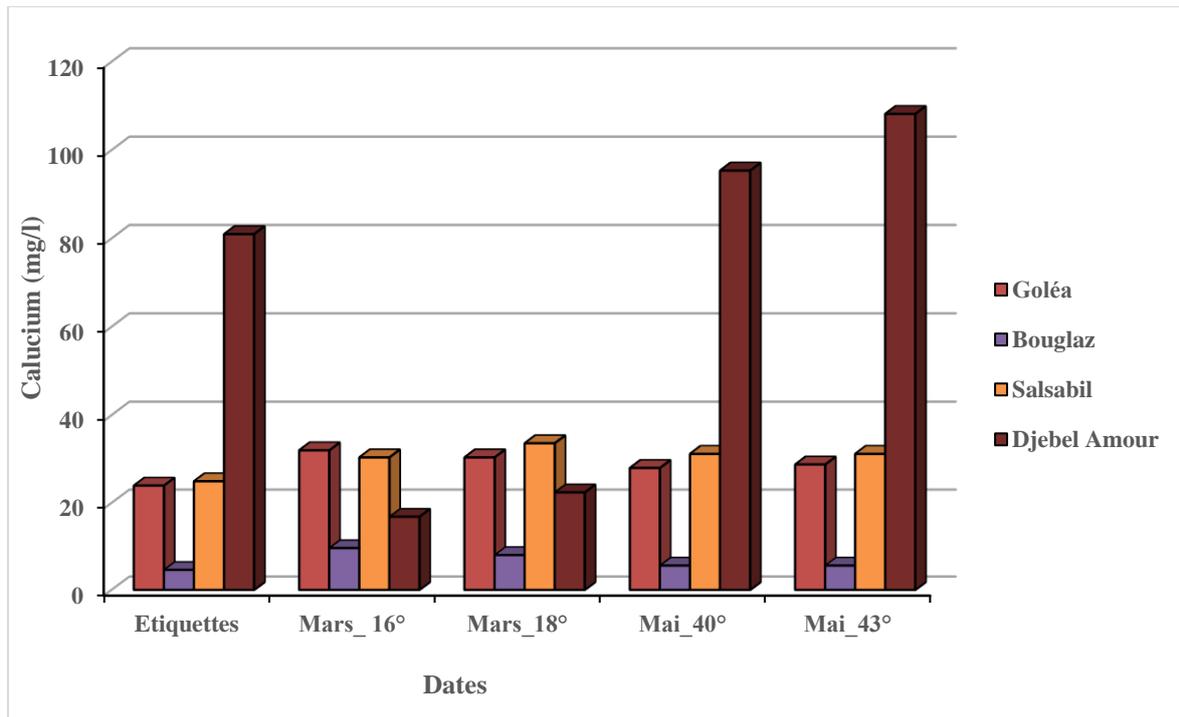


Figure 08 : Variation des teneurs du Calcium des quatre marques des eaux embouteillées.

Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables et sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés (terrain calcaire ou gypseux). (Farch, 2017)

Nos résultats montrent que l'ensemble des eaux de quatre marques analysées présente des teneurs en calcium inférieures à la concentration maximale admissible qui est de 200mg/l édictée par JORA (2015) pour l'eau embouteillé.

Les valeurs maximales des teneurs de calcium sont enregistrées dans la marque « Djebel Amour » dans les différentes conditions d'expositions (16°C, 18°C, 40°C et 43°C), ces valeurs sont différentes par rapport aux valeurs mentionnées aux étiquettes, les résultats des autres marques ne sont pas différents de ceux des étiquettes.

1.3- Le Chlorure Cl⁻

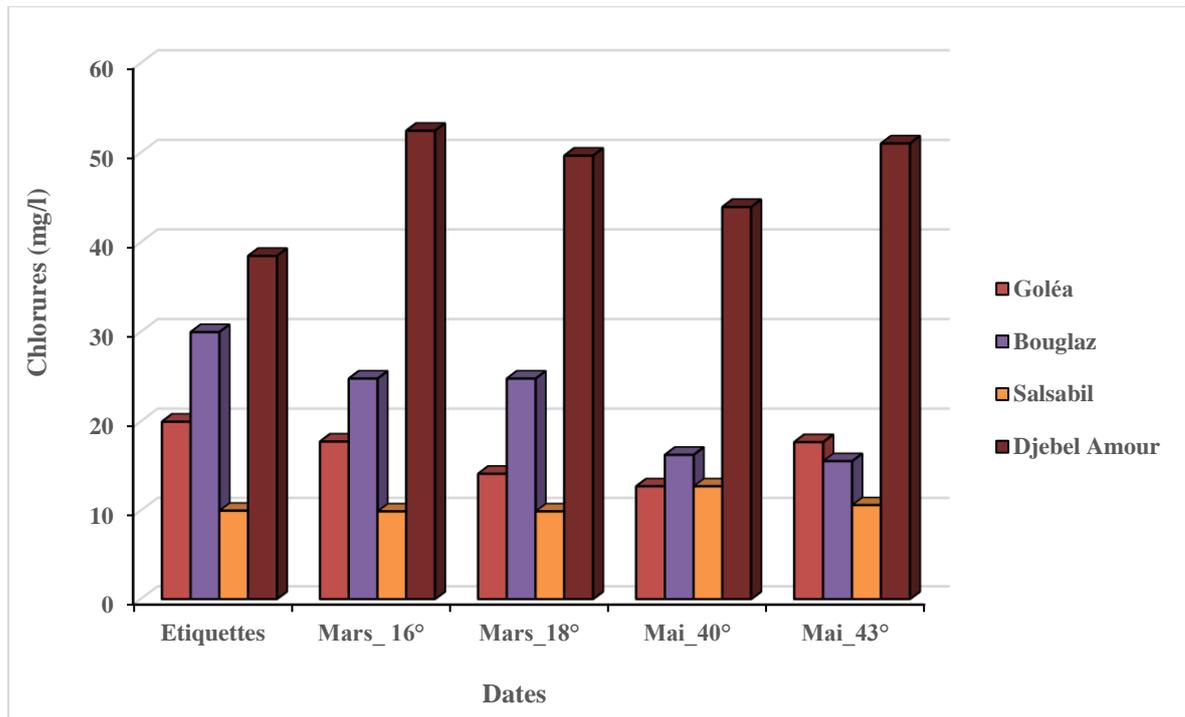


Figure 09 : Variation des valeurs des chlorures des quatre marques des eaux embouteillées.

Selon les normes Algériennes décrites dans le journal officiel JORA (2015), les eaux embouteillées doivent avoir une concentration inférieure ou égale à 500 mg/L en chlorure.

Les valeurs maximales des teneurs des chlorures sont enregistrées dans l'eau contenue dans la bouteille de la marque « Djebel Amour » dans les différentes conditions (exposition au soleil) (16°C, 18°C, 43°C). Ces valeurs sont supérieures aux celles mentionnées dans l'étiquette de la bouteille.

Les chiffres minimaux sont enregistrés dans l'eau de la marque « Salsabil » dans les mêmes conditions d'exposition. Ces valeurs sont plus ou moins identiques à ce qui figure dans l'étiquette.

Les résultats des autres marques ne sont pas différents de ceux des étiquettes.

1.4- Le Magnésium Mg^{2+} :

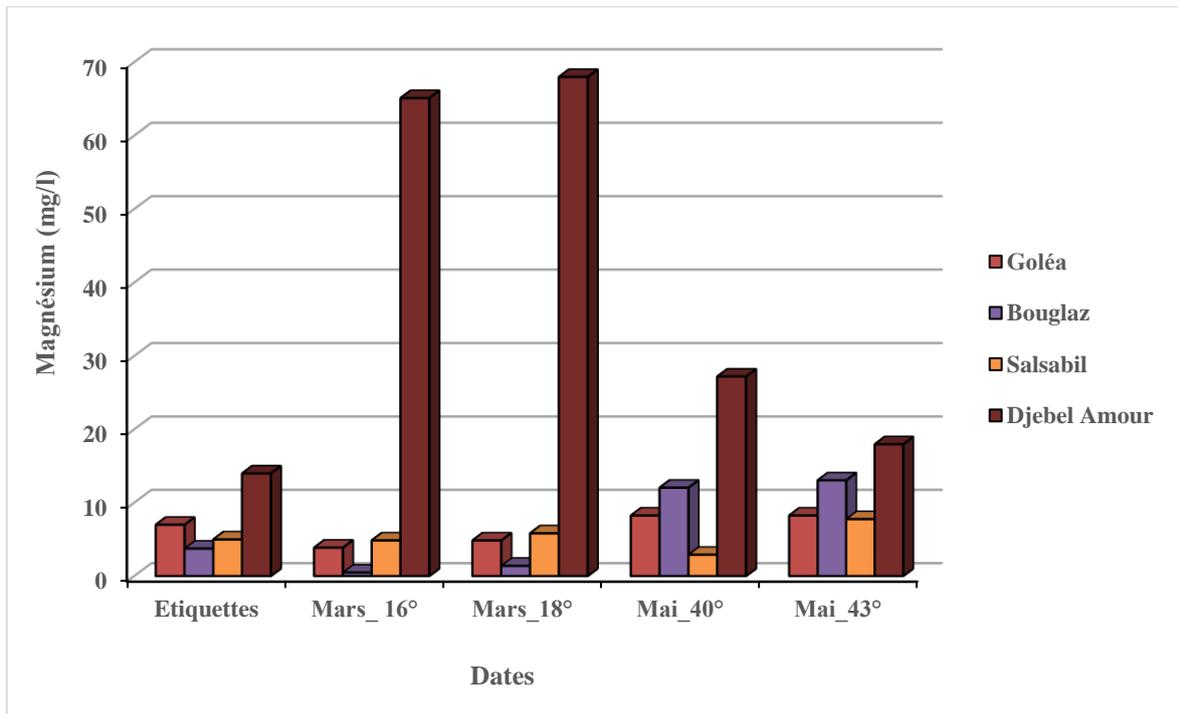


Figure 10 : Variation des valeurs de Magnésium des quatre marques des eaux embouteillées.

Selon les normes Algériennes et OMS, les eaux embouteillées doivent avoir une concentration inférieure ou égale à 150 mg/L en magnésium.

Les concentrations maximales des teneurs de Magnésium sont enregistrées dans la marque « Djebel Amour » dans les différentes conditions d'exposition (16°C, 18°C, 40°C, 43°C). Ces valeurs sont différentes par rapport aux valeurs mentionnées aux étiquettes.

Les résultats des autres marques ne sont pas différents de ceux des étiquettes.

1.5- Titre Alcalimétrique Complet (TAC):

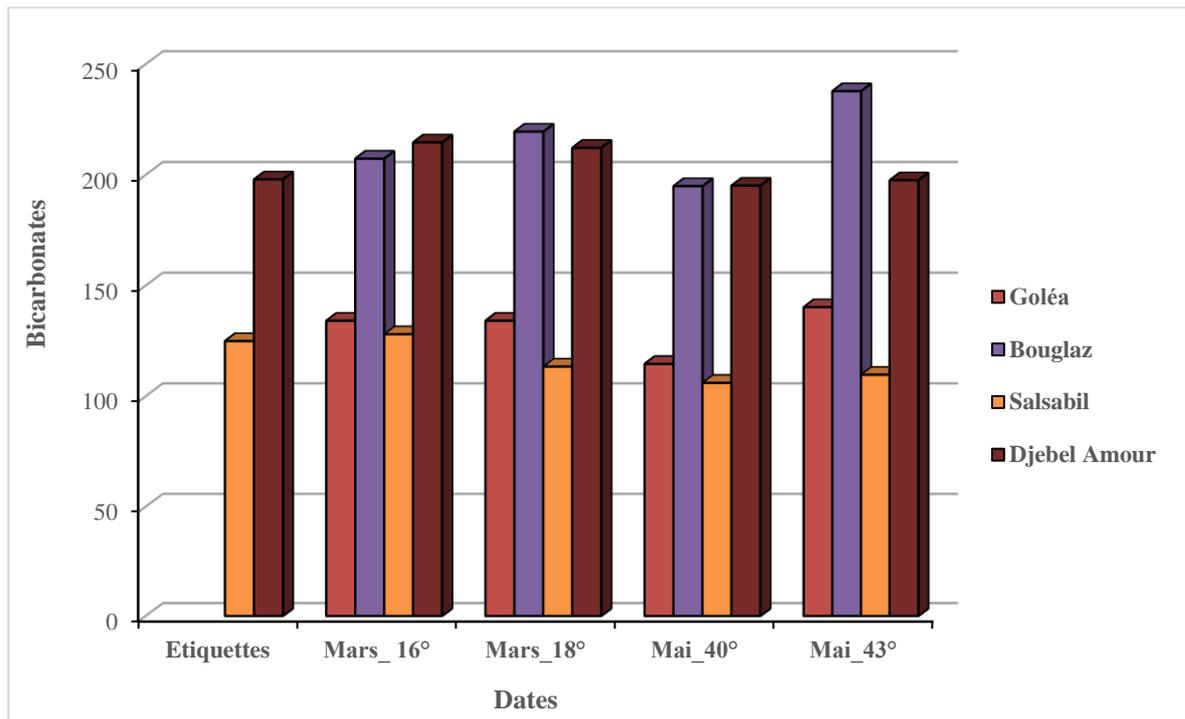


Figure 11 : Variation des valeurs des bicarbonates des quatre marques des eaux embouteillées.

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

Les résultats obtenus lors de notre étude sur la qualité physicochimique des eaux embouteillées durant le mois de Mars et d'Avril en prenant en considération les températures élevées enregistrées dans la région de Ghardaïa dans cette période de l'année, et les mauvaises habitudes des commerçons dans le transport, le stockage et l'exposition de ce produit sensible, montrent les teneurs en bicarbonates enregistrés compris entre 100 mg/l et 240 mg/l, la valeur maximale de cette dernière est observée dans l'échantillon d'eau analysées sous la marque « Bouglaz » exposé en plein soleil à une température de 43°C.

Les eaux embouteillées sous marques « Salsabil » et « Djebel Amour » n'ont aucun changement presque par rapport aux valeurs mentionnées sur l'étiquetage, par contre les deux marques restantes n'ont aucune indication dans les étiquettes sur les valeurs de TAC.

1.6- Le Potassium :

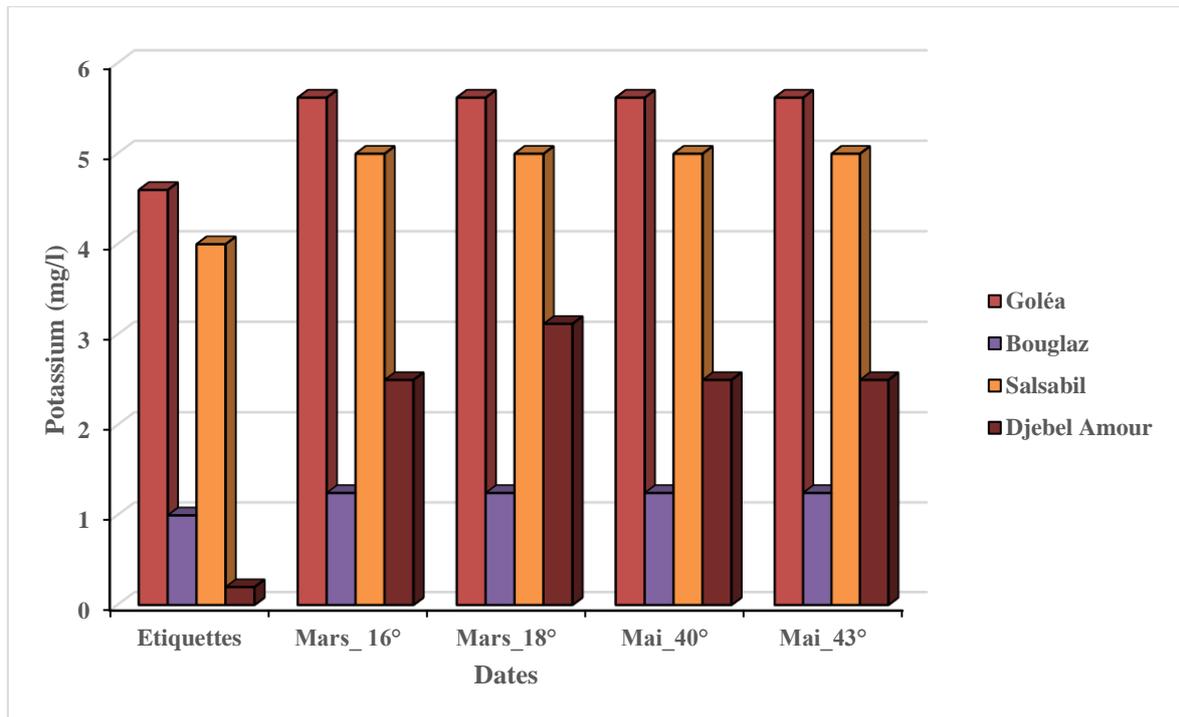


Figure 12 : Variation des valeurs de Potassium des quatre marques des eaux embouteillées

Le Potassium est un élément principalement rencontré dans les roches ignées et les argiles. D'une manière générale, les eaux souterraines présentent rarement des teneurs en Potassium supérieures à 10 mg/L (Farch, 2017)

Les concentrations en Potassium enregistrées dans les eaux des quatre marques analysées présentent des teneurs inférieures à la concentration maximale admissible par les normes algériennes qui est de 12 mg/l édictée par JORA (2015) pour l'eau embouteillée.

Les valeurs maximales des teneurs en potassium sont enregistrées dans les deux marques (Goléa, Salsabil) dans les différentes conditions (exposition au soleil) dans les températures suivantes (16°C, 18°C, 40°C, 43°C). Ces valeurs sont légèrement supérieures à ce qui est mentionné aux étiquettes des deux marques.

1.7- Le Sodium :

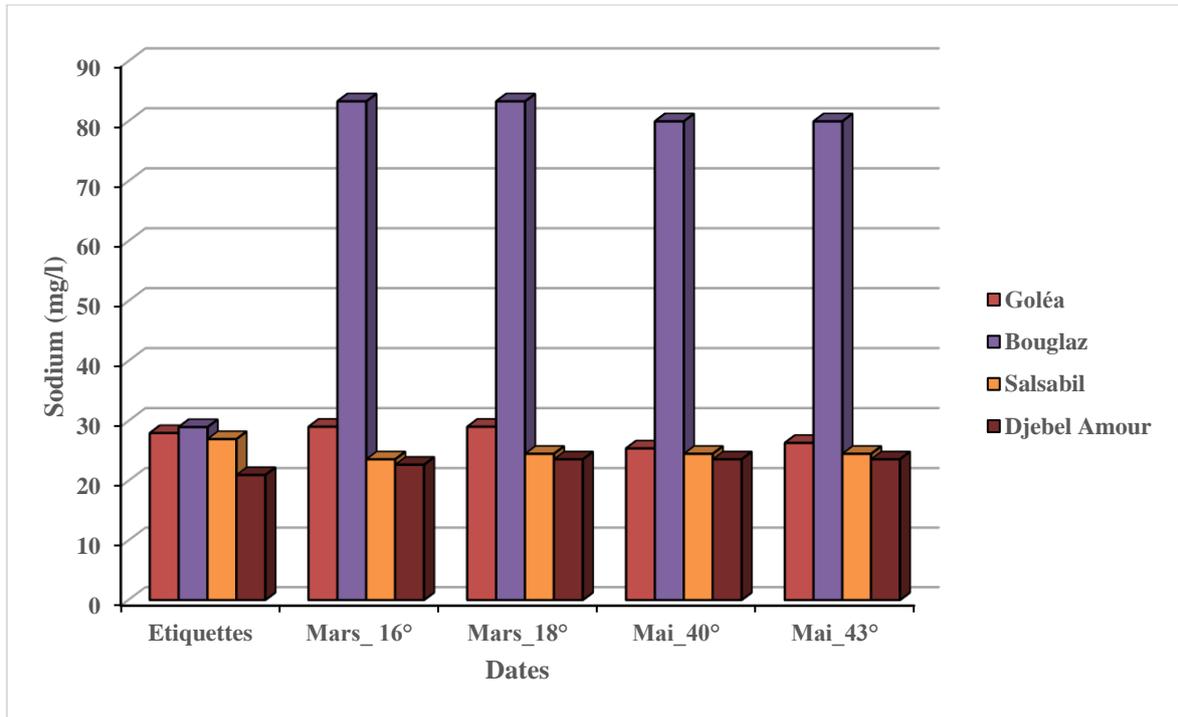


Figure 13 : Variation des valeurs de Sodium des quatre marques des eaux embouteillées

Selon les résultats des analyses effectuées durant la période d'étude, Les teneurs en sodium sont globalement peu concentrées. Aucune valeur dépassant les 200 mg/l. la valeur maximale admissible par les normes Algériennes selon le journal officiel JORA (2015)

Les teneurs maximales du sodium sont enregistrées dans les eaux de la marque commerciale « Bouglaz» dans les différentes conditions d'exposition (16°C, 18°C, 40°C, 43°C). Ces valeurs sont trois fois plus par rapport aux valeurs mentionnées aux étiquettes, les valeurs des trois autres marques sont conformément avec les étiquettes.

2- Résultats des paramètres physiques :

2.1.La conductivité électrique

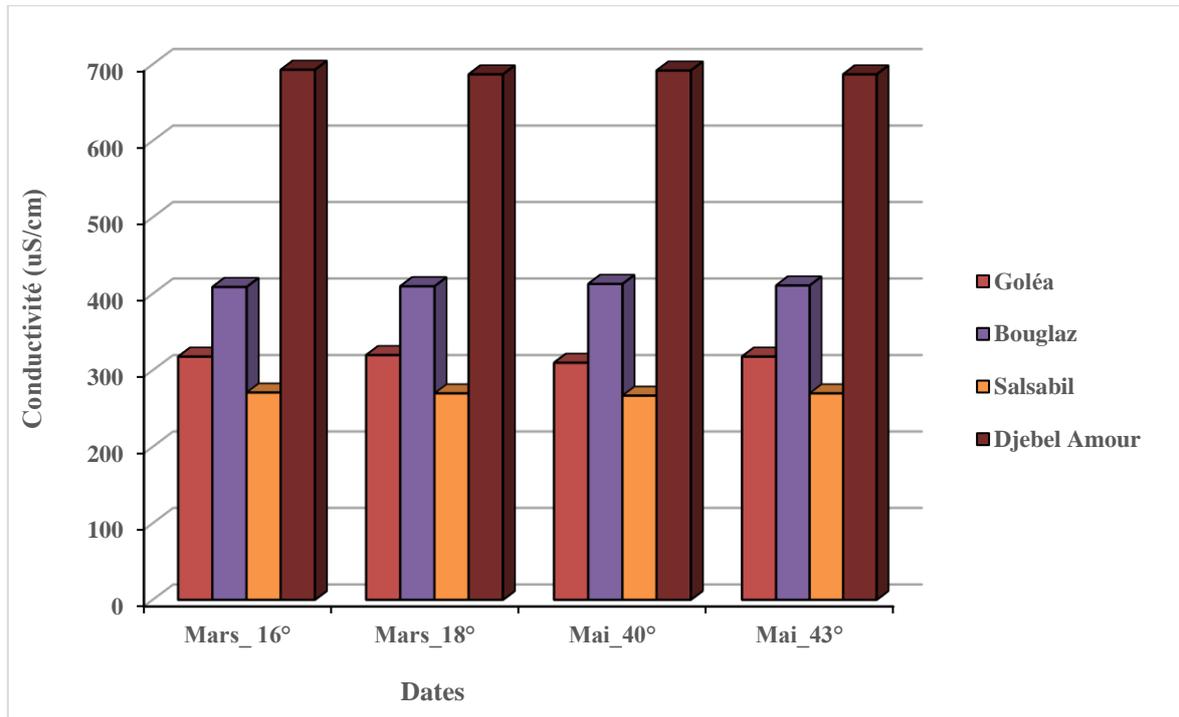


Figure 14 : Variation des valeurs de conductivité des quatre marques des eaux embouteillées

D'après les résultats obtenus lors de notre étude nous avons constaté que toutes les valeurs mesurées de la conductivité électrique des eaux embouteillées des quatre marques analysées, dans les différentes conditions sont inférieures à 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la valeur maximale admissible par la norme algérienne selon JORA (2015).

L'eau embouteillée sous la marque « Djebel Amour » est l'eau de forte conductivité électrique par rapport aux autres marques.

Aucune information sur la conductivité n'est mentionnée sur l'étiquetage des quatre marques.

2.2. Le potentiel hydrique pH :

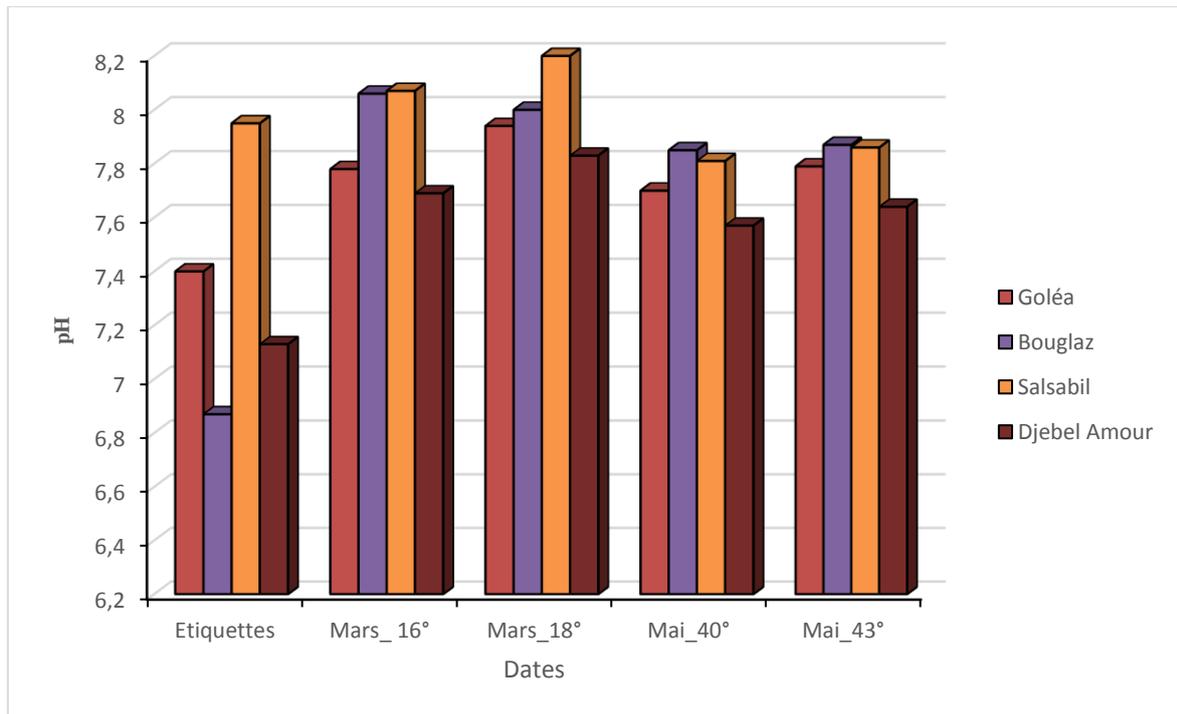


Figure 15 : Variation des valeurs de pH des quatre marques des eaux embouteillées

C'est l'un des paramètres parmi les plus importants pour la qualité de l'eau. Il caractérise un grand nombre d'équilibre physicochimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau. Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés. (Rodier, 2009)

Les normes édictées par la réglementation locale et internationale en matière de potabilité de l'eau embouteillée recommandent un pH situé entre 6,5 et 8,5 (JORA, 2015 ; OMS, 2011).

Les valeurs maximales du pH sont enregistrées dans les marques « Bouglaz et Djebel Amour » dans les différentes conditions d'exposition (16°C, 18°C, 40°C, 43°C) ces valeurs sont différentes par rapport aux valeurs mentionnées aux étiquettes.

2.3. La Salinité :

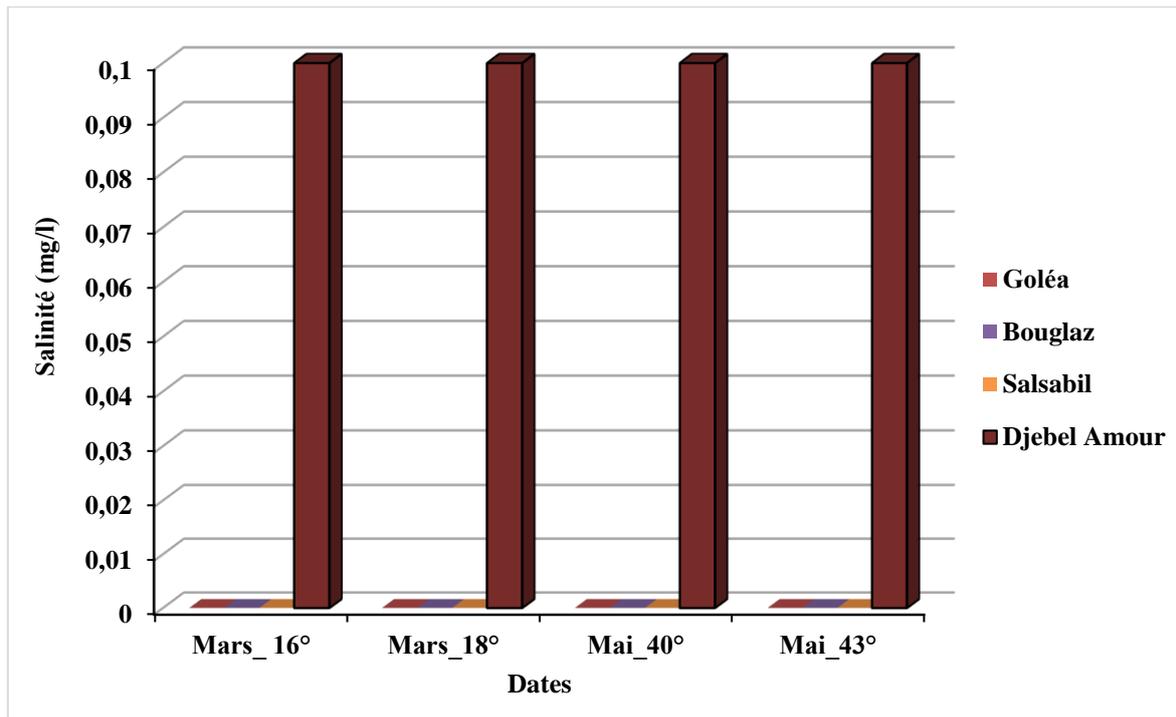


Figure 16 : Variation des valeurs de la salinité des quatre marques des eaux embouteillées.

Les résultats des analyses physicochimiques des eaux analysées représentés dans la figure 16 montrent une absence totale de la salinité dans les trois marques (Goléa, Salsabil et Bouglaz) dans les différentes températures, l'eau remplie dans les bouteilles de l'eau de source « Djbel Lamour) contient des petites valeurs de salinité lors de toute la période d'étude et dans les différents conditions (0.1 mg/l).

Il n'y a pas de valeur guide dans la réglementation Algérienne. Les quatre marques ne mentionnent pas sur leurs étiquetage la teneur de salinité.

2.4- TDS :

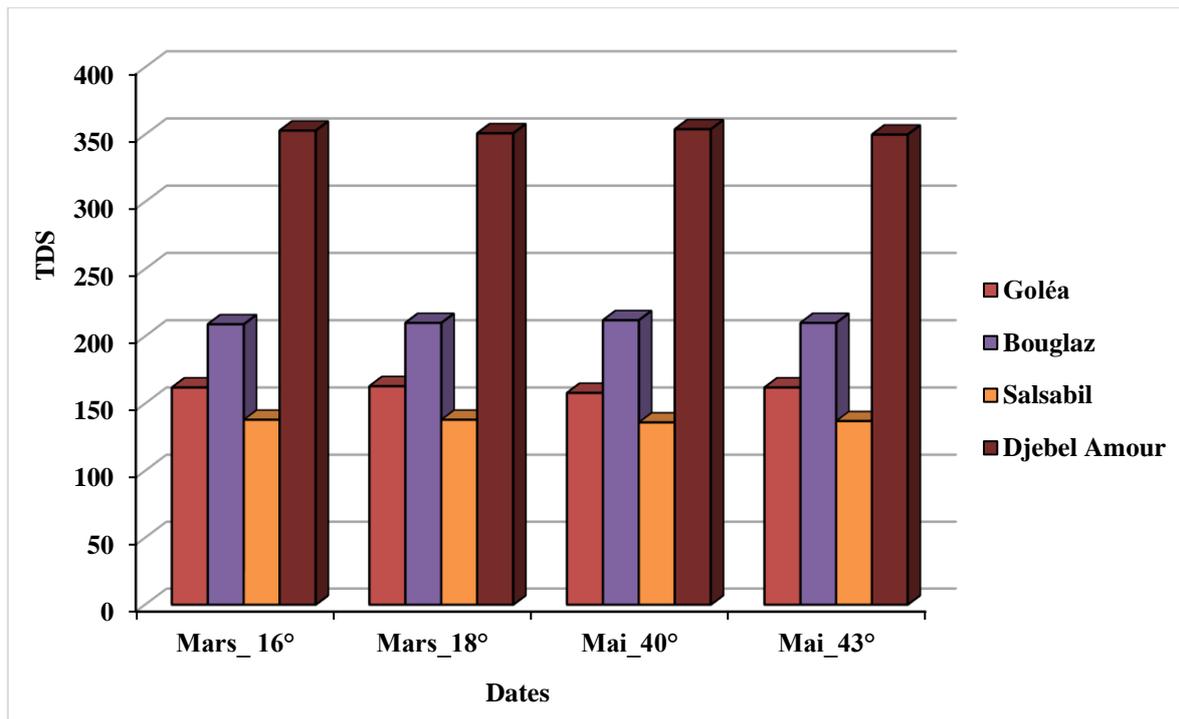


Figure 17 : Variation des valeurs de TDS des quatre marques des eaux embouteillées.

La minéralisation des eaux est due généralement à la géologie des terrains traversés. Elle est plus élevée dans les eaux souterraines que dans les eaux superficielles (OMS, 2011). Les valeurs de TDS enregistrées dans les différentes marques de l'eau embouteillée commercialisées dans la région de Ghardaïa, sont stables durant toute la période d'étude sous des températures différentes, les eaux analysées de « Djebel Lamour » donne les valeurs maximales de TDS, et les valeurs minimales enregistrées dans eaux de « Salsabil ». Il n'y a pas de valeur guide dans la réglementation Algérienne. Les quatre marques ne mentionnent pas sur leurs l'étiquetage la teneur de TDS.

2.5- La turbidité :

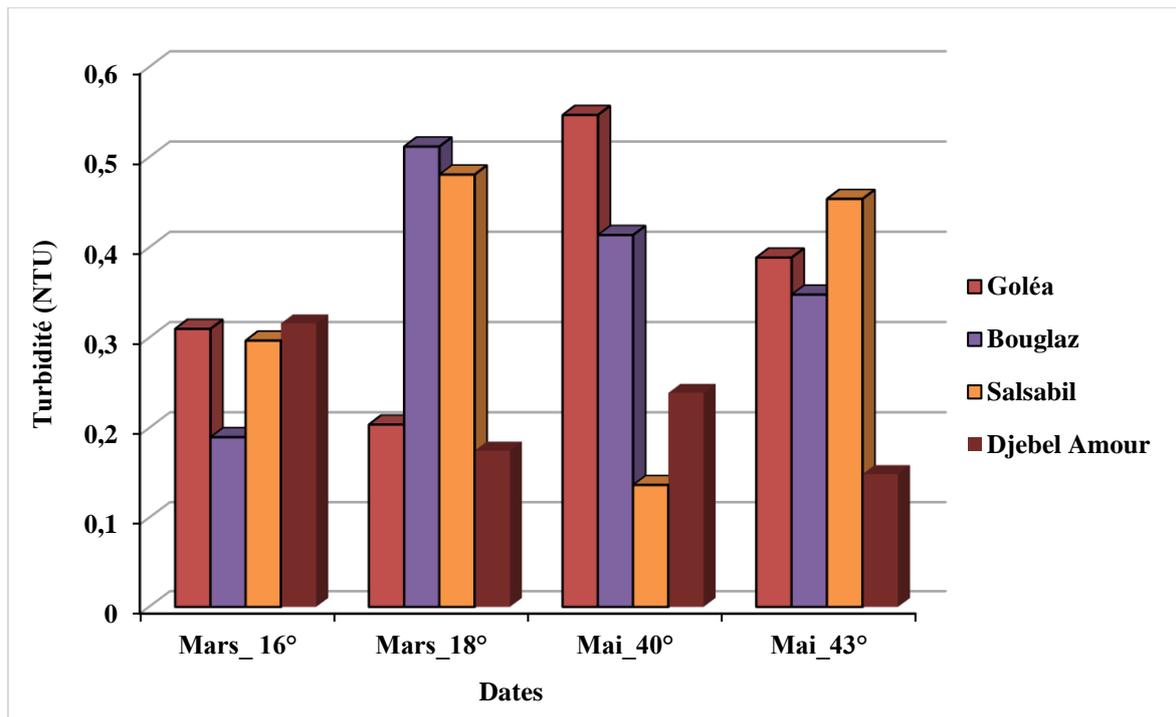


Figure 18 : Variation des valeurs de la Turbidité des quatre marques des eaux embouteillées.

C'est la réduction de la transparence de l'eau due à la présence de matière non dissoute (Lanteigne, 2003). C'est le premier paramètre perçu par le consommateur (Andriamiradis, 2005). La mesure de la turbidité permet de donner des informations visuelles sur l'eau. Elle traduit la présence des particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...etc.). (Berradia et Serisser, 2019)

Toutes les valeurs mesurées de la turbidité des eaux des quatre marques analysées pendant la période d'étude dans les différentes conditions d'exposition des eaux embouteillées, sont inférieures à 5NTU la valeur maximale admissible par la loi Algérienne fixe les normes des eaux destinée a la consommation humaine selon JORA (2015).

3- Résultats des analyses bactériologiques :

Les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire ADE, et il s'agit de la recherche des Coliformes totaux et fécaux, des Streptocoques fécaux, et des germes totaux.

Tableau 09 : Résultats des analyses bactériologiques.

Paramètres	Goléa		Bouglaz		Salsabil		Djebel Amour	
	Mars	Mai	Mars	Mai	Mars	Mai	Mars	Mai
Coliformes fécaux	00	00	00	00	00	00	00	00
Streptocoques fécaux	00	00	00	00	00	00	00	00

A partir de ces résultats, on peut constater l'absence des différents germes recherchés dans les différents échantillons avant la conservation on peut expliquer leur absence même après l'exposition au soleil.

Conclusion

Conclusion :

Le marché des eaux minérales en Algérie, connaît un grand essor à cause des changements d'habitude de consommation et la pénurie d'eau de distribution publique ressentie ces dernières années qui font que les populations ont de plus en plus recours à l'eau minérale embouteillée réputée plus sûre.

L'eau embouteillée ne contient aucun conservateur, elle est déjà préservée naturellement, mais elle doit encore être protégée contre tout abus risquant de la polluer, c'est la bouteille qui joue le rôle en la protégeant des agressions extérieures.

Ce travail a pour but d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau embouteillée de plusieurs marques commercialisées dans la région de Ghardaïa, on prend en considération la région de provenance de chaque marque, (Nord-Est, Centre du pays, et le Sud) et les conditions de transport, de stockage et d'expositions de ce produit destiné à la consommation humaine.

Les paramètres physico-chimiques effectués obéissent aux normes de potabilité de l'eau, et par rapport l'étiquetage, la plupart des valeurs ne sont pas respectées.

L'analyse physico-chimique et bactériologique des trois marques des eaux de source (Bouglaz, Salsabil et Djebel Amour) et une marque d'eau minérale naturelle (Goléa), disponibles sur le marché de la ville de Ghardaïa, montre que toutes les marques commerciales des eaux respectent les normes de potabilité de l'eau exigé par l'état Algérien.

Les paramètres bactériologiques, les résultats obtenus montrent l'absence de tous germes indicateurs de pollution telle que les Coliformes totaux et fécaux et les Streptocoques fécaux. L'eau embouteillée ne présente aucun danger pour la consommation humaine sur le plan bactériologique.

L'eau embouteillée des quatre marques analysées peut être classée comme une bonne qualité sur le plan bactériologique et comme acceptable sur le plan physico-chimiques.

Les mauvaises conditions de transport, de stockage et d'exposition (exposé au soleil) à des températures élevées peuvent provoquer un léger changement dans les paramètres physico-chimiques.

Références bibliographiques

- **Abderrahmani L & Bouabba N. (2018).** Etude de la qualité physico-chimique de différentes eaux minérales consommées en Algérie. Université Mouloud MAMMARI de Tizi Ouzou.
- **AFSSA .2008** Agence française de sécurité sanitaire des aliments. (2008). Lignes directrices pour l'évaluation des eaux minérales naturelles au regard de la sécurité sanitaire.
- **Al rayes L., Saliba C.O., Ghanem A et Randon J. (2015).** Étude des interactions PET - Eau minérale dans les eaux embouteillées et approches analytiques des risques sanitaires. Chimie analytique. 5(3) : 221-227.
- **Arrêté** du 14 mars 2007 relatif aux critères de qualité des eaux conditionnées, aux traitements et mentions d'étiquetage particuliers des eaux minérales naturelles et de source conditionnées
- **Berradia N et Serisser H, (2019).** Effet de la lumière sur l'évolution de qualité physicochimique et bactériologique de l'eau minérale embouteillée. Mémoire de Master. Université Mostaganem.
- **Berne et Cordonnier, (1991).**Traitement des eaux. Paris
- **Brouard J., Duhamel J. (2010).** L'eau et l'hydratation : une nécessité pour la vie. Journal de pédiatrie et de puériculture, 23 : 9-12.
- **Chakour N. Hadda A. (2016).**Contribution à l'étude du Management du risque au niveau des industries des eaux embouteillées cas « Unité lalla khedidja ».Université Tasdait Imulud at mâmmer n tizi wezzu (UMMTO). Tizi wezzu.
- **Codex alimentarius : (CXS 108-1981).** Norme pour les eaux minérales naturelles
- **CSEM .2008 :**chambre syndicale des eaux minérales. (2008).L'eau minérale naturelle : Un produit naturel et protégé, une industrie responsable, un emballage recyclable.
- **Farch S. 2017 :** Incidence des eaux embouteillées sur la dissolution de l'hydroxyapatite dentaire. Influence de différents paramètres. Thèse de doctorat. Université Djillali Liabes. Sidi bel abbés.
- **Glover. Bondeau. (2009) :** Fiche de Recommandations Alimentaires. Eaux et Santé.1 ère Ed. Paris.
- **Hazzab A. (2011).** Eaux minérales naturelles et eaux de sources en Algérie : Hydrologie, environnement ; Géoscience. 20-31.
- **Lachassagne P. (2021).** Les eaux minérales naturelles. p02
- **Maéva F. (2018).** L'eau minérale naturelle en France .Université Toulouse jean gaurès. France.
- **OMS, (2011).** World Health organization. Guidelines for drinking-water quality. Recommendations. 4rth ed. Geneva : WHO ; 2011.

- **Rodier Jean. (2009).** L'analyse de l'eau. 9^e édition. Paris
- **Ronald V. (2010).** Eau environnement et santé publique introduction à l'hydrologie 3^e édition .paris.
 - [1] – <https://www.auvergne-rhone-alpes.ars.sante.fr/> eaux-embouteillées (08/05/2021)
 - [2]- <https://www.boisson-sans-alcool.com/maeqes-eau-algerie/> consulter le (09/05/2021)
 - [3] - <https://www.nestle-waters.fr/embouteiller-recycler/embouteiller-a-la-source> consulter le (05/04/2021)

Annexe 01:

Les valeurs maximales admissibles selon les normes Algériennes et Européennes.

Caractéristiques	Symbole	Unités	Valeur maximale admissible selon les normes	
			Algériennes (Arrêté interministériel du 22 janvier 2006)	Européennes (Directive 98/83/CE du conseil du 3 novembre 1998)
Caractéristiques physico-chimiques				
pH	-	-	6,5-8,5	6,5-9,5
Conductivité à 20 °C	-	µs/cm	2800	2500
Chlorures	Cl	mg/l	200-500	250
Sulfates	SO ₄	mg/l	200-400	250
Magnésium	Mg	mg/l	150	50
Sodium	Na	mg/l	200	200
Potassium	K	mg/l	20	12
Aluminium total	Al	mg/l	0,2	0,2
Substances indésirables				
Nitrates	NO ₃	mg/l	50	50
Nitrites	NO ₂	mg/l	0,1	0,5
Ammonium	NH ₄	mg/l	0,5	0,5
Fer	Fe	mg/l	0,3	0,2
Manganèse	Mn	mg/l	0,5	0,05
Cuivre	Cu	mg/l	1,5	2
Zinc	Zn	mg/l	5	3
Argent	Ag	mg/l	0,05	0,01
Fluorures	F	mg/l	0,2-2	1,5
Azote	N	mg/l	1	1
Substances toxiques				
Arsenic	As	mg/l	0,05	0,01
Cadmium	Cd	mg/l	0,01	0,005
Cyanure	Cn	mg/l	0,05	0,05
Chrome	Cr	mg/l	0,05	0,05
Mercure	Hg	mg/l	0,001	0,001
Plomb	Pb	mg/l	0,055	0,01
Sélénium	Se	mg/l	0,01	0,01
Benzo (1,2,3-cd) pyrène	-	µg/l	0,01	0,01

Annexe 02 :



Spectrophotomètre utilisé (ODY44EY)



Agitateur magnétique utilisé dans les analyses volumétriques



Dessiccateur utilisé pour la détermination du résidu sec



pH-mètre utilisé (HACH)



Conductimètre utilisé (WTW Conductivity Meter LF538)



Turbidimètre utilisé (HACH TL2300)



Spectromètre de flamme (JENWAY. PFP7 flame Photomètre)



La hotte bactériologique



Les rampes de filtration

Annexe 03 : Etiquettes de différentes eaux analysées



Annexe 04

Résultats de l'analyse des paramètres physico-chimiques de la marque Goléa

Goléa

Les paramètres	Normes DZ (mg/l)	Etiquettes	Lot:		Lot:	
			28_03_2021		17_05_2021	
			Témoins	11:00 h	Témoins	11:00 h
Calcium	200	24	32.062	30.46	28.056	28.85
Magnésium	50	7	3.88	4.86	8.26	8.26
Sodium	200	28	29.06	29.06	25.45	26.36
Potassium	12	4.6	5.62	5.62	5.62	5.62
Chlorures	500	20	17.78	14.18	12.76	17.72
Bicarbonates		/	134.2	134.2	114.68	140.3
Nitrites	0.2	traces	0	0.03	0	0.03
pH	6,5-9	7.4	7.78	7.94	7.7	7.79
Conductivité	2800	/	318	320	310	318
TDS	/	/	162	163	158	162
Turbidité	5NTU	/	0.31	0.204	0.547	0.389
salinité	/	/	0	0	0	0
Température de l'eau	25°	/	17,7°	23,3°	19,5°	35,9°
Température de l'air	/	/	16°	18°	40°	43°

Résultats de l'analyse des paramètres physico-chimiques de la marque Bouglaz

Bouglaz

Les paramètres	Normes DZ	Etiquettes	Lot:317		Lot:317	
			28_03_2021		17_05_2021	
			Témoins	11:00 h	Témoins	11:00 h
Calcium	200mg/l	4.6	9.619	8.016	5.61	5.61
Magnésium	50mg/l	3.75	0.48	1.4	12.05	13.06
Sodium	200mg/l	29	83.33	83.33	80	80
Potassium	12mg/l	1	1.25	1.25	1.25	1.25
Chlorures	500mg/l	30	24.81	24.81	16.3	15.59
Bicarbonates			207.4	219.6	195	237.9
Nitrites	0,2mg/l	< 0,01	0	0.014	0	0.024
pH	6,5-9	6.87	8.06	8	7.85	7.87
Conductivité	2800uS/cm	/	409	410	413	411
TDS		/	209	210	212	210
Turbidité	5NTU	/	0.19	0.512	0.414	0.348
salinité		/	0	0	0	0
Température de l'eau	25°	/	15,6°	22,8°	12,5°	35,4°
Température de l'air		/	16°	18°	40°	43°

Résultats de l'analyse des paramètres physico-chimiques de la marque Salsabil

Salsabil

Les paramètres	Normes DZ	Etiquettes	Lot:273		Lot:273	
			28_03_2021		17_05_2021	
			Témoins	11:00 h	Témoins	11:00 h
Calcium	200mg/l	25	30.46	33.66	31.26	31.26
Magnésium	50mg/l	5	4.86	5.83	2.91	7.77
Sodium	200mg/l	27	23.63	24.54	24.54	24.54
Potassium	12mg/l	4	5	5	5	5
Chlorures	500mg/l	10	9.92	9.92	12.76	10.63
Bicarbonates		125	128.1	113.46	106.14	109.8
Nitrites	0,2mg/l	<0,01	0	0.033	0	0.04
pH	6,5-9	7.95	8.07	8.2	7.81	7.86
Conductivité	2800uS/cm	/	271	270	267	270
TDS		/	138	138	136	137
Turbidité	5NTU	/	0.297	0.481	0.137	0.454
salinité		/	0	0	0	0
Température de l'eau	25°	/	18,1°	23,8°	16°	34°
Température de l'air		/	16°	18°	40°	43°

Résultats de l'analyse des paramètres physico-chimiques de la marque Djebel amour

Djebel Amour

	Normes DZ	Étiquettes	Lot:		Lot:	
			28_03_2021		17_05_2021	
			Témoins	11:00 h	Témoins	11:00 h
Calcium	200mg/l	81	16.83	22.44	95.39	108.21
Magnésium	50mg/l	14	65.12	68	27.21	17.98
Sodium	200mg/l	21	22.72	23.63	23.63	23.63
Potassium	12mg/l	0.2	2.5	3.12	2.5	2.5
Chlorures	500mg/l	38.5	52.47	49.69	43.96	51.05
Bicarbonates		198	214.72	212.28	195.2	197.64
Nitrites	0,2mg/l	< 0,01	0	0.054	0	0.015
pH	6,5-9	7.13	7.69	7.83	7.57	7.64
Conductivité	2800uS/cm	/	693	687	692	687
TDS		/	353	351	354	350
Turbidité	5NTU	/	0.316	0.175	0.239	0.149
salinité		/	0.1	0.1	0.1	0.1
Température de l'eau	25°	/	17,0°	24,3°	17,1°	34°
Température de l'air		/	16°	18°	40°	43°

Abstract:

The aim of this study is to perform physicochemical analyzes (pH, temperature, conductivity, turbidity, TDS, salinity, calcium, magnesium, potassium, sodium, bicarbonate, TH, chloride, nitrite, dry residue. bacteriological (total coliforms, faecal coliforms, faecal streptococci) of some of the most widely consumed brands of bottled water in a Saharan region (Ghardaia) and the effect of poor habits of transport, storage and exposure under the sun in high temperatures on the quality of bottled water. The obtained results showed that all physical and chemical parameters are slightly affected but do not exceed the values required in the standards. Bacteriological findings indicate the complete absence of spores. Finally, the bottled water of the analyzed brands was classified as having good bacteriological quality and acceptable from a physicochemical point of view.

Keywords: Bottled water, mineral water, spring water, physicochemical parameters, bacteriological.

Résumé :

Cette étude a pour objectif d'effectuer une caractérisation physico-chimique (pH, température, conductivité, turbidité, TDS, Salinité, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , TAC, TH, Cl^- , NO_2^- , R.S) , bactériologique (les coliformes totaux, les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux)de quelques marques d'eau embouteillée les plus consommées dans une région saharienne (Ghardaïa) et l'effet des mauvaises habitudes de transport, de stockage et d'exposition sous le soleil dans des températures élevées sur la qualité des eaux embouteillées. Les résultats obtenus, montrent que tous les paramètres physico-chimiques sont légèrement affectés mais ils ne dépassent pas les valeurs exigées par les normes. Les résultats bactériologiques indiquent une absence totale des germes. Enfin, l'eau embouteillée des marques analysées est classée comme une bonne qualité sur le plan bactériologique et comme acceptable sur le plan physico-chimiques.

Mots clés : Eau embouteillée, l'eau minérale, l'eau de source, paramètres physico-chimiques, bactériologique.

الهدف من هذه الدراسة هو إجراء دراسة كيميائية فيزيائية (درجة الحموضة ، درجة الحرارة ، الناقلية ، التعكر ، المواد الصلبة الذائبة ، الملوحة ، الكالسيوم،المغنزيوم ،البوتاسيوم ،الصوديوم ،البكربونات ،صلابة الماء، الكلورير، النتريت،البقايا الجافة). البكتريولوجية (مجموع القولونيات ، القولونيات البرازية ، العقدية البرازية) لبعض المياه المعبأة التجارية الأكثر استهلاكًا في منطقة الصحراء (غرداية) وتأثير العادات السيئة في النقل والتخزين والتعرض تحت أشعة الشمس في درجات حرارة عالية على جودة المياه المعبأة. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن جميع المعلمات الفيزيائية والكيميائية تتأثر قليلاً ولكنها لا تتجاوز القيم المطلوبة في المعايير. تشير النتائج البكتريولوجية إلى الغياب التام للجراثيم. أخيرًا ، تم تصنيف المياه المعبأة للعلامات التجارية التي تم تحليلها على أنها ذات جودة بكتريولوجية جيدة ومقبولة من وجهة نظر فيزيائية كيميائية.

الكلمات المفتاحية: المياه المعبأة ، المياه المعدنية ، مياه الينابيع ، العوامل الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية.