



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



جامعة الاخوة منتوري قسنطينة

كلية علوم الطبيعة والحياة والبيئة

قسم: بيولوجيا والبيئة النباتية

Département : Biologie et Ecologie Végétale

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 Fondamentale et Appliquée

Intitulé :

L'évaluation des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques de quelques marques d'eaux embouteillées commercialisés au niveau la ville de Constantine

Présenté et soutenu par: Tazir zeineb

le : /09/2021

Boubidi chehrazed

Jury d'évaluation :

Président du jury : BAZRI K.E.D

(Pr - UFM. Constantine 1)

Rapporteur : FELLAH S.

(MCA – USB .Constantine 3)

Examineur : TOUATI L.

(MCA -UFM. Constantine 1)

Année universitaire

2020- 2021

المخلص :

الماء عنصر أساسي في الحياة البيولوجية، وتعتبر الجودة الجيدة للمياه المعبأة الموزعة للاستهلاك البشري عنصرًا مهمًا للغاية لحماية الصحة العامة ، ولمعرفة جودة المياه المعبأة ، وتقدير دقة قيم المعلمات المذكورة في ملصق المياه المعبأة ، قمنا بتحليل خمسة (05) أنواع من المياه المعبأة المسوقة في قسنطينة (قديلة، إفري ، تاكسنة ، ولالة خديجة، بوقلاز من خلال تنفيذ التحليل الفيزيائي والكيميائي والبكتريولوجي ، وأيضًا لمقارنة نتائجنا مع الملصقات على الزجاجات والتأكد من مطابقتها للمواصفات الجزائرية ومنظمة الصحة العالمية لتزويد مياه الشرب. أظهرت نتائج التحليلات التي أجريت أن هذه المياه ذات جودة فيزيائية-كيميائية وميكروبيولوجية جيدة ، مع العلم أن العلامات التجارية. قديلة، إفري، تاكسنة، ولالة خديجة هي مياه متوسطة التمعدن والعلامة التجارية (بوقلاز) هي مياه ضعيفة التمعدن. ولها ثلاث سمات مائية كيميائية مختلفة ؛ يتم تمثيل سحنات الكالسيوم المفرطة الكبريت بالمياه التالية: افري، تاكسنة؛ ولالة خديجة. تسود سحنات كلوريد الصوديوم والبوتاسيوم لمياه بوجوليز المعدنية ويتم تمثيل سحنات الكبريتات بعينة قديلة .

الكلمات المفتاحية : الاستهلاك ، والسمات الكيميائية ، والمياه المعبأة ، والصحة العامة.

Résumé :

L'eau est un élément essentiel de la vie biologique, il est très important pour la protection de la santé publique. La bonne qualité de l'eau embouteille est distribuée pour la consommation humaine et pour connaître la qualité de l'eau embouteillée et estimer la précision des valeurs des paramètres mentionnés dans l'étiquette d'eau embouteillée, Nous avons analysé cinq(05) types d'eaux embouteillées les plus commercialisés à Constantine, Bougulez, Guedilla, Ifri, Taxenna et Lala Khedidja en mettant en œuvre les analyses physico-chimiques et bactériologiques ainsi de comparer nos résultats avec les étiquettes sur les bouteilles et voir sa conformité aux normes algériennes et l'organisation mondiale de la santé pour l'alimentation en eau potable. Les résultats des analyses effectuées ont fait ressortir que ces eaux sont de bonne qualité physico-chimique et microbiologique, sachant que les marques (Guedilla, Ifri ,lala khedija, Taxenna)sont des eaux Ogllo-minérales et la marque Bouguellez est faiblement minéralisé. Les résultats présentent trois faciès hydro chimiques différents : Le faciès hyper-sulfaté calcique représenté par les eaux suivantes : Taxenna, Ifri et Lala Khedidja. Le faciès chloruré-sodique et potassique prédomine l'eau minérale Bougulez et l'échantillon de Guedilla est sulfaté.

Mots clés : consommation, faciès chimique, eau embouteillée, santé publique.

Abstract:

Water is an essential element of biological life, it is very important for the protection of public health. The good quality of bottled water is distributed for human consumption and in order to know the quality of bottled water and to estimate the accuracy of the values of the parameters mentioned in the label of bottled water, we have analyzed five (05) types of bottled water marketed in Constantine, We analyzed five types of bottled water marketed in Constantine, Bougulez, Guedila, Ifri, Taxenna and Lala Khedidja by implementing physico-chemical and bacteriological analyses as well as comparing our results with the labels on the bottles and seeing its conformity to the Algerian and world health organization standards for drinking water supply. The results of the analyses carried out showed that these waters are of good physico-chemical and microbiological quality, knowing that the brands (Guedila, Ifri, LalaKhedidja, Taxenna) are Oglio-mineral waters and the Bougulez brand is weakly mineralized. The results show three different hydrochemicalfacies: The hyper-sulphated calcic facies represented by the following waters: Taxenna, Ifri and LalaKhedidja. The chloride-sodium and potassium facies predominates in the Bougulez mineral water and the Guedila sample is sulphated.

Keywords: consumption, chemical facies, bottled water, public health.

Remerciements

Dieu merci pour la santé, la volonté le courage et la détermination qui nous ont accompagnées tout au long de la préparation et l'élaboration de ce travail et qui nous a permis d'achever ce travail.

Tout d'abord, nos sincères remerciements au Dr. Fellah Sihem, Maitre de conférence classe A au niveau de la faculté de Medecine -l'Université Salah BOUBNIDER Constantine 3, qui a su encadrer avec rigueur ce travail de fin d'étude

Notre profonde gratitude pour la direction de ce travail, aussi pour tous ses efforts, ses encouragements et sa précieuse orientation, pour aborder cet axe de travail et ses conseils judicieux ; Ainsi que les étudiants de nos promotions.

Nous tenons à remercier sincèrement, Mr.BAZRI K.E.D , pour l'honneur qu'il nous fait acceptant la présidence de ce jury.

Nous adressons nous remerciements à Mr TOUATI L, d'avoir accepté d'examiner ce travail et participer à ce jury.

Toutes nos remerciements aux enseignants du département de Biologie de l'université de l'Université des Frère Mentouri Constantine, qui ont contribué à notre formation qu'ils trouvent ici notre respect et notre amour.

Nous tenons aussi à remercier l'ensemble du personnel du Laboratoire SEACO Ain Smara : Mme Khellafi Asma, Mme Hammouda Lilia et Mme AmairRebiha, de nous avoir accueillis parmi eux, d'être si patients avec nous et de nous avoir tellement aidés à réaliser nos expérimentations pendant toute la période du stage. Nous n'oublierons jamais leur soutien scientifique ainsi que morale et l'ambiance exceptionnelle.

Nous remercions aussi à toute personne qui d'une manière ou d'une autre, a contribué à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail

À mes chers parents TOUFIK et NADIA qu'ils m'ont soutenu et encouragé tout le long de mes années d'études.

Que vous trouvez ici le témoignage de ma profonde reconnaissance ; qu'Allah vous bénisse et vous garde pour moi.

À ma très chère grand-mère HOURIA que dieu vous accorde une longue vie.

À ma chère grand-mère AICHA, FATIMA-ZOHRRA et mon grand-père SALAH que dieu bénisse leurs âmes, et que leur âmes reposent en paix.

À ma chère petite sœurs NADA ERAYHENE et mes très chers frères : MOUHAMED NAOUFEL, WAIL et SIRADJ EDDINE, je vous remercie pour votre soutien et votre aide.

À mes très chers amies : WISSEM, AMIRA, AMIRA et DJAWHAR.

À mon cher binôme ZEINEB.

À tous mes enseignants et à toute ma famille

À toutes les personnes qui m'ont soutenue de près ou de loin.

CHEHRAZED B

Dédicaces

Je Dédie Ce Travail De Fin d'Études

A La Lumière De Ma Vie Et Prunelle De Mes Yeux,

A Ma Chère Mère « Fadila »

Qui M'a Enormément Poussé Et Encouragé, Qui M'a

Supporté Tout Au Long De Mes Années

D'étude, Je Ne Pourrai Jamais La Remercier Pour Son Aide

Et Sa Patience, Toute Ma

Reconnaissance Et Tout Mon Amour.

A Mon Cher Père « Ahmad »

Qui A Le Droit De Recevoir Mes Chaleureux Remerciements

Pour Son Courage Et Ses Sacrifices.

A Mon Cher Frère « Yasser »

A Ma Chère Sœur « Wiam »

A Mon Fiancée « Mourad » Pour Ses Supports Incalculables

Et Inconditionnels

A Mes Oncles Et Mes Tantes

A Mes Chère Amies :

Mina Bobo, Hanane, Choumaïssa, Amira, Sohaïla Et Bien

Sur

Mon Binôme Cheherazed..., Merci Pour Vos Conseils Et Vos

Encouragements Et Pour Les Bons Moments Qui Ont

Contribué A Rendre Ces Années Inoubliables.

Zeineb

Liste des abréviations et l'acronyme

L'abréviation	La signification
C°	degré Celsius
pH	potentiel d'hydrogène
CE	Conductivité électriques
OMS	Organisation mondiale de la santé
Na Cl	Chlorure de sodium
KCl	Chloride dePotassium
CaCl2	Chloride de Calcium
E. coli	Escherichia coli
NTU	Unité de turbidité néphélométrie
RS	Résidu Sec
AEP	Alimentation en eau potable
EMN	Eaux minérales naturelles
ES	Eaux De Source
NA	Nationale
Ca²⁺	Calcium
Cl⁻	Chlorures
So₄²⁻	Sulfates

L'abréviation	La signification
T	Température
TH	Dureté, Titre hydrotimétrique
MO	Matière Organique
TA	Titre alcalimétrique
TAC	Titre alcalimétrique complet
µs/cm	Micro-siemens par centimètre
NH₄	Ammonium
NaOH	Hydroxyde de sodium
EDTA	Éthylène diamine tétra acétique
NH₄OH	Hydroxyde d'ammonium
AgNO₃-	Nitrate d'argent
PO₄³⁻	Phosphates
H₂SO₄⁻	Acide sulfurique
KMnO₄	Permanganate de potassium
k⁺	Potassium
Na⁺	Sodium
TDS	Totale des sel dissous

L'acronyme	La signification
SEACO	Société De L'eau De L'assainissement De Constantine

Liste des Figures

Figure	Titre	Page
Figure 01	pH-mètre	21
Figure 02	Turbidimètre	21
Figure 03	Conductimètre	22
Figure 04	photo représente la méthode d'analyse d'Ammonium	22
Figure 05	photo représente la méthode d'analyse de Nitrite	23
Figure 06	photos représente la méthode d'analyse de Sulfates	23
Figure 07	thermostat	24
Figure 08	Balance Analytique	24
Figure 09	Réactifs de dosage de Calcium	24
Figure 10	photos représente la méthode d'analyse de Ca	25
Figure 11	réactifs de dosage la dureté totale	25
Figure 12	photos représente la méthode D'analyse de la Dureté total.	26
Figure 13	photos représente la méthode d'analyse de chlorure	26
Figure 14	réactifs de dosage de phosphate	27
Figure 15	photos représente la méthode d'analyse de Matière Organique	27
Figure 16	photos représente la méthode d'analyse de TAC	28
Figure 17	photos représente la méthode d'analyse de Nitrate	29
Figure 18	Spectrophotomètre De Flamme	30
Figure 19	photos représente la méthode de recherche les coliformes et Les streptocoques	32
Figure 20	photos représente les déférentes étapes de la méthode de recherche des Clostridiums sulfitoréducteurs	33
Figure 21	photos représente la méthode de recherche des germes totaux	34

Figure 22	Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillée Bouguellaz	37
Figure 23	Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillée Ifri.	39
Figure 24	Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillée Guedila.	41
Figure 25	Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillée Lala Khedidja	42
Figure 26	Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillée Taxenna	44
Figure 27	diagramme de Piper représente les composants chimiques des eaux minérales naturelles à partir des étiquettes	46
Figure 28	diagramme de Piper représente les composants chimiques des eaux minérales naturelles à partir nos résultats.	47

Liste des Tableaux

Tableau n°	Titre	Page
01	Détermination de la minéralisation à partir de la conductivité. (RODIER, 2009)	13
02	Qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique. (TOUHARI, 2015)	13
03	La potabilité en fonction des résidus secs. (RODIER, 2005)	13
04	Normes algériennes des paramètres physico-chimiques de l'eau de consommations humaines	17
05	Normes algériennes des paramètres de qualité bactériologique de l'eau de consommation humaine	18
06	Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillée BOUGLAZ	36
07	Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillé Ifri	38
08	Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillé GUEDILA.	40
9	Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillé LALLA KHEDIDJA.	42
10	Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillé TAXENNA	43
11	Grille d'appréciation de la qualité de l'eau par la température (Masson, 1998).	48
12	Aptitude à la biologie en fonction du pH (SEQ-Eau, 1999).	49
13	Aptitude à la biologie en fonction de la CE (SEQ-Eau, 1999).	49
14	La potabilité en fonction des résidus secs. (RODIER, 2005).	53
15	Classification des eaux minérales et eaux de sources en fonction de la composition ionique	56
16	les résultats analyses microbiologiques.	56

Table des matières

المخلص.....	
Résume	
Abstract	
Remerciement.....	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Liste des Figures.....	
Liste des Tableaux.....	
Introduction.....	
Chapitre 1: Généralités.....	
1. Ressource en eaux de consommation	4
1.1. Eaux de surface.....	4
1.2. Eaux souterraines	4
2. Catégories de l'eau	4
2.1. Eau potable	4
2.2. Eau minérale.....	5
2.3. L'eau de source	5
3. Eau destinée à la consommation humaine	5
4. Importance de la qualité de l'eau embouteillée :	6
5. Histoire des eaux embouteillées en Algérie.....	6
6. Processus d'embouteillage des eaux minérales naturelles et des eaux de source	8
Chapitre 2 :Caractéristiques de l'eau.....	
1. les qualités physico-chimiques de l'eau	12
1.1.La Température	12
1.2. Le potentiel d'hydrogène (pH).....	12
1.3. La Conductivité électriques (CE)	12
1.4. Résidu sec :	13
1.5 Titre Alcalimétrique (TA et TAC)	14
1.6. Sels minéraux dissous	14
1.6.1. Anions	14
1.6.2. Les cations.....	15
2. La qualité microbiologique	16
2.1. Les coliformes totaux	16
2.2. Les coliformes fécaux	16

2.3. Streptocoque fécaux	17
2.4. Clostridium sulfito-réducteurs	17
3. Les normes algériennes	17
Chapitre 3 :Matériels et méthodes.....	
1. Analyses physico-chimiques :.....	20
1.1. L'analyse partielle :	20
1.2 L'analyse complète :	22
2. Les analyses bactériologiques :	30
2.1. Recherche des coliformes :.....	31
2.2. Recherche des streptocoques :.....	31
2.3. Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs :.....	33
2.4. Recherche des germes totaux :	34
Chapitre 4 :Résultats et discussions	
1- résultats d'analyse physico-chimique :.....	36
1-1-Qualité physico-chimique des échantillons de Bougulez :	36
1-2-Qualité physico-chimique des échantillons d'Ifri :	38
1-3-Qualité physico-chimique des échantillons de Guedila:	40
1-4-Qualité physico-chimique des échantillons de Lala Khedidja :.....	42
1-5-Qualité physico-chimique des échantillons de Taxenna :	43
2-Comparaison des paramètres physico-chimiques pour les échantillons :	45
3. Faciès chimiques des eaux	45
3.1. Diagramme de Piper	45
4-Discussion :.....	48
4.1. La Température :	48
4.2 Le Potentiel Hydrogène.....	48
4.3. Conductivité électrique :.....	49
4.4. Les Anions :	49
4.5.Les Cations	50
4.6. Résidu sec :.....	52
4.7. La Dureté Totale :.....	53
4.8. La Turbidité :.....	53
4.9. Salinité :	54
4.10. Titre alcalimétrique complet (TAC) :.....	54
4.11.Titre alcalimétrique (TA) :	54

4.12. Matière organique :	54
4.13. Total des solides dissous TDS :.....	55
5. <i>Classification en fonction de la composition ionique</i> :	55
6. <i>Résultats d'analyses microbiologiques</i> :	56
7. <i>Recommandation</i>	57
Conclusion :	58
Références Bibliographique	60

Introduction

Introduction

L'eau est un élément essentiel de la vie biologique. Non seulement, elle est un nutriment vital, mais elle est aussi impliquée dans de nombreuses fonctions physiologiques essentielles telles que la digestion, l'absorption, la thermorégulation et l'élimination des déchets. Sghaier et Abdallah (2018)

L'homme est une créature hydrique, et son organisme a besoin d'environ deux litres et demi d'eau par jour. Parmi la grande diversité de boissons qui nous sont offertes pour étancher notre soif, seule l'eau d'un point de vue diététique, semble indispensable à nos cellules. L'eau permet de s'hydrater, se rafraîchir ou encore se purifier, s'enrichir de minéraux nécessaires à l'organisme. Elle sert à véhiculer les éléments nutritifs et à maintenir le fragile équilibre électrolytique à l'intérieur des cellules. A cet effet, il est indispensable d'avoir une eau saine, car l'eau contaminée par des produits chimiques ou des micro-organismes peut nuire à la santé. Euzen A, Levi Y (2013), Olivaux Y (2010)

Les activités humaines entraînent de plus en plus de désastres environnementaux avec dégradation de la qualité des ressources disponibles et exploitables. L'eau doit alors subir divers traitements pour être amenée à niveau avec les exigences de qualité fixées par la loi. Grâce aux progrès techniques, plusieurs ressources hydriques (superficielles ou souterraines) sont actuellement mobilisables et mises à disposition de l'homme là où il en a besoin, quand il en a besoin. Ces différents progrès ont permis à l'eau embouteillée d'émerger et de trouver sa place dans un monde où la demande en eau potable, saine et agréable à boire ne cesse d'augmenter. Blanchon D, Boissière A (2013)

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

Le secteur de l'eau conditionnée en Algérie a vécu ces dernières années un développement exceptionnel. Ce dernier qui est favorisé par l'implantation de dizaines d'unités d'exploitation et de production des eaux conditionnées à travers l'ensemble du territoire national. Ces vingt dernières années une évolution remarquable de la consommation dont la part par habitant a (4 L/habitant/an en 1989 à 22 L/habitant/an en 2007) (Rapport général APAB/EDPme, 2005 ; Boudra, 2007 ; Boukella, 1996).

Introduction

La bonne qualité de l'eau embouteille distribuée pour la consommation humaine, c'est un élément très important de la protection de la santé publique. Dès lors, la question se pose de savoir si les producteurs d'eau embouteillée mettent à jour leurs étiquettes en fonction des différences caractéristiques de l'eau utilisée.

Pour Connaître la qualité de l'eau embouteillée, et estimer la précision des valeurs des paramètres mentionnés dans Etiquette d'eau embouteillée, Nous avons analysé cinq(05) types d'eau embouteillée commercialisés à Constantine, Bougulez, Guedila, Ifri, Taxenna et Lala Khedidja en mettant en œuvre l'analyse physico-chimique et bactériologiques , et aussi de comparer nos résultats avec les étiquettes sur les bouteilles et voir sa conformité aux normes algériennes et l'Organisation mondiale de la santé pour l'Alimentation en eau potable.

Ce manuscrit structuré comme suit :

- Le premier chapitre consacré aux généralités et histoire des eaux embouteillées en Algérie.
- Le deuxième chapitre expose les caractéristiques de l'eau
- Le troisième chapitre comporte la partie matérielle et méthodes d'analyse
- Le quatrième chapitre est consacré à la présentation et la discussion des résultats obtenus avec des recommandations.
- On terminera notre manuscrit par une conclusion générale.

Chapitre 1

Généralités

Près de 70 % de la surface de la Terre est recouverte d'eau (97 % d'eau salée et 3 % d'eau douce dans différents réservoirs). Selon (DITTMAN, 2009), le volume approximatif de l'eau de la Terre (tous les réserves d'eau du monde) est de 1 360 000 000 km³. Dans ce volume, la répartition est la suivante :

- ✓ 1 320 000 000 km³ (97,2 %) se trouve dans les océans ;
- ✓ 25 000 000 km³ (1,8 %) se trouve dans les glaciers et les calottes glaciaires ;
- ✓ 13 000 000 km³ (0,9 %) sont des eaux souterraines ;
- ✓ 250 000 km³ (0,02 %) sous forme d'eau douce dans les lacs, les mers intérieures, et les fleuves ;
- ✓ 13 000 km³ (0,001 %) sous forme de vapeur d'eau atmosphérique à un moment donné.

1. Ressource en eaux de consommation

Les eaux destinées à la consommation humaine ont une double origine :

1.1. Eaux de surface

Les eaux de surfaces ou superficielles pour 40% du volume produit. Elles englobent toutes les eaux, circulantes ou stockées, qui existent à la surface du continent. Ces eaux qui se trouvent à la surface terrestre peuvent être des eaux courantes ou stagnantes (Rejseck, 2002). De ce fait, elles sont exposées, par leur contact, à toute sorte de pollution. Ils sont riches en composés organiques et autres substances chimiques, sont dirigées vers des stations de traitement en vue de leur purification et de leur potabilité (Maraza, 2014).

1.2. Eaux souterraines

Les eaux souterraines pour 60% du volume produit. Elles proviennent de nappes souterraines plus au moins profondes et sont capté par forage ou par des puits (Rejseck, 2002). Les eaux souterraines représentent généralement une excellente source d'approvisionnement en eau potable. Le filtre naturel constitué par les matériaux géologiques produit le plus souvent une eau de grande qualité, avec notamment de très faibles teneurs en micro-organismes et autres substances en suspension confirment Rasmussen et Rouleau (2003).

2. Catégories de l'eau

2.1. Eau potable

D'après Rejseck (2002) une eau potable est une eau propre à la consommation, donc dépourvue de tous les éléments nocifs. On entend Par eau potable, l'eau naturelle ou traitée

qui convient à la consommation, à la cuisson d'aliments, à la préparation de mets et au nettoyage d'objets entrant en contact avec les denrées alimentaires.

2.2. Eau minérale

Selon Sghaier et Abdallah(2018) les eaux minérales naturelles sont définies comme étant des eaux microbiologiquement saines. Elles se distinguent nettement des autres eaux destinées à la consommation humaine par leurs natures caractérisées par la pureté, et par la teneur spécifique en sels minéraux, Et de composition stable dans le temps Ces caractéristiques sont appréciées sur les plans géologique, hydrogéologique, physique, chimique, physicochimique, microbiologique et pharmacologique. Ces eaux minérales naturelles peuvent posséder des propriétés thérapeutiques favorables à la santé humaine (Hazzab, 2011).

2.3. L'eau de source

D'après Marty (2006) L'eau de source désigne une simple eau naturelle, le plus souvent d'origine profonde et dont la qualité physico-chimique et microbiologique doit respecter sans traitement les critères de potabilité des eaux destinées à la consommation humaine.

3. Eau destinée à la consommation humaine

La Directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998 de l'Union Européenne définit, dans son article 2, les eaux destinées à la consommation humaine comme :

a) toutes les eaux, soit en l'état, soit après traitement, destinées à la boisson, à la cuisson, à la préparation d'aliments, ou à d'autres usages domestiques, quelle que soit leur origine et qu'elles soient fournies par un réseau de distribution, à partir d'un camion-citerne ou d'un bateau-citerne, en bouteilles ou en conteneurs .

b) toutes les eaux utilisées dans les entreprises alimentaires pour la fabrication, la transformation, la conservation ou la commercialisation de produits ou de substances destinés à la consommation humaine, à moins que les autorités nationales compétentes n'aient établi que la qualité des eaux ne peut affecter la salubrité de la denrée alimentaire finale.

Ainsi, qu'elle soit distribuée au robinet, en bouteille, par camion ou prélevée directement dans la nature, l'eau destinée à la consommation humaine est un aliment et doit, à ce titre, d'une part, posséder des qualités organoleptiques propres à satisfaire le consommateur, et d'autre part, ne pas porter atteinte à sa santé.

4. Importance de la qualité de l'eau embouteillée :

En plus d'être nécessaire, la consommation d'eau est également agréable. Pour répondre à ce besoin vital, nous nous tournons vers l'eau du robinet ou des bouteilles d'eau. Bien que les deux répondent à ce besoin, beaucoup d'entre nous préfèrent l'eau en bouteille. L'eau est le moyen par lequel les nutriments sont amenés à nos cellules et par lequel les déchets en sont retirés. Il faut donc comprendre que les organismes sous-alimentés en eau sont plus vulnérables aux toxines et aux agressions de toutes sortes et aussi moins résistants.

Aujourd'hui, la consommation d'eau minérale est généralisée en Algérie, ce qui prouve la volonté du consommateur de payer pour la bouteille d'eau minérale pour sa santé et sa sécurité. La demande croissante en eau en bouteille nous amène à parler de l'importance de la qualité et de son impact sur la santé des consommateurs. La qualité de l'eau dépend de ses caractéristiques liées à ses éléments et est naturellement acquise ou ajoutée artificiellement. Ces éléments sont très importants pour le corps humain, dans la mesure où ils doivent se situer dans les limites d'un certain pourcentage déterminé par les organismes de contrôle et analysé après avoir étudié l'impact sur la santé du consommateur.(Arbi Marouane,Aldjoubi Abdelaziz,2019)

5. Histoire des eaux embouteillées en Algérie

Dans une étude publiée il y'a plus d'un siècle M. J. Oliffe met en valeur les vertus et les qualités des eaux explorées durant le début de la période de colonisation de l'Algérie. L'auteur révèle que ces eaux ont été mises en valeur à travers une présentation à l'exposition universelle de 1855. C'est ainsi qu'une quarante-huit espèces d'eaux froides et chaudes naturelles ferrugineuses, acidules, salines et sulfureuses ont été exposés. Dans ses travaux, l'auteur indique que les ruines trouvées en niveau de nombreux sites des sources de ces eaux, notamment celles qui sont chaudes, indiquent l'importance d'anciens établissements, sans doute d'origine romaine. Plus tard, une étude de caractérisation physico-chimique, des eaux de plus de soixante sources froides et chaudes en Algérie, est présentée par Hanriot.

La période postindépendance de l'Algérie a été marquée dans ses débuts par une régression du taux de consommation des eaux embouteillées par habitant. Cette régression trouve son explication justement dans la culture et la nature socioéconomique de la société Algérienne elle-même de l'époque. D'un autre côté, la production des eaux embouteillées répondait à des objectifs planifiés conformément aux choix des orientations politiques industrielles de l'époque caractérisées plutôt par une régulation administrée marché Algérien

n'a pas toujours été tel qu'il est aujourd'hui, le secteur industriel de conditionnement des eaux embouteillées en Algérie s'est construit en plusieurs étapes.

La première phase est celle de l'industrialisation: marquée par la présence dominante de l'état dans "le dispositif d'accompagnement, de l'investissement, dans la mise en place de l'appareil industriel et aussi dans la gestion et la production.

Cette phase a été aussi marquée par la nationalisation du secteur industriel et la création des premières structures de production des eaux minérales embouteillées dont les plus célèbres: Saida, Mouzaia, Batna et Benharoun qui étaient au nombre de quatre à se partager le monopole entre elles.

Une société nationale des eaux embouteillées a vu le jour en 1966 afin de réglementer et mettre en œuvre le caractère de monopolisation par le secteur public, de l'exploitation de la gestion et de la commercialisation des eaux minérales et de source suivant (Ordonnance n° 66-220, 1966) en appliquant un processus de planification qui répond conformément aux choix des orientations politiques industrielles de l'époque caractérisées plutôt par une régulation administrative .

La deuxième phase celle de la "la restructuration" a été marquée par un vrai renforcement des capacités de production des eaux embouteillées .Au début des années 1980 l'économie de l'Algérie commence à être restructurée. Cette restructuration a touché également le secteur industriel des eaux embouteillées dans le cadre des réformes économiques suite au décret relatif à la restructuration des entreprises (Décret no 80-242 du 4 septembre 1980) ce qui a donné naissance à trois entreprises régionales issues de la société nationale mère en 1983 dans l'Algérois, Batna et Saida. Cette restructuration a engendré également la mise en place de plusieurs unités de production des eaux conditionnées toujours sous le sceau du secteur public .Il s'agit notamment de l'unité d'El Golia dans la région de Ghardaia (1978), de l'unité de Mostaganem (1984), de celle de Hammamet dans la région de Tebessa (1986) et de celle de Djemorah dans la région de Biskra (1986).

La troisième phase celle de la libération à partir des années 1990 a été marquée par un changement radical des orientations de la politique économique de l'Algérie aboutissant à la privatisation d'un grand nombre d'unités composant le tissu industriel de l'eau conditionnée en Algérie. En parallèle la mise en place des mesures réglementaires pour favoriser l'investissement a permis l'implantation d'un grand nombre d'unité d'exploitation des eaux

minérales et de source donnant lieu au boom que l'on connaît aujourd'hui dans l'industrie de l'eau embouteillée (Abdelkrim HAZZAB,2012)

6. Processus d'embouteillage des eaux minérales naturelles et des eaux de source

Le processus d'embouteillage des EMN et des ES est totalement sécurisé .Il assure le maintien de la pureté et l'intégrité de l'eau jusqu'au consommateur selon les étapes suivantes :

- ✓ **Emergence** : se dit d'une source, d'un point où les eaux souterraines sourdent pour s'écouler en surface
Aquifère : Formation géologique contenant de façon temporaire ou permanente de l'eau mobilisable, constituée de roches perméables et capable de la restituer naturellement et/ou par exploitation. On distingue :
 - Aquifère à nappe libre : aquifère surmonté de terrains perméables et disposant d'une surface piézométrique libre et d'une zone non saturée.
 - Aquifère artésien : aquifère dont la surface piézométrique est située au-dessus de la surface du sol.
 - Aquifère captif : aquifère intercalé entre deux formations quasi imperméables.
 - Aquifère semi-captif : aquifère surmontée d'une couche semi-perméable relativement mince et/ou surmontant une telle couche à travers laquelle l'eau peut pénétrer dans la formation aquifère ou en sortir. (Anonyme, 2007)
- ✓ **Captage** : Prélèvement de l'eau à partir de la nappe souterraine. Les installations de captage sont réalisées de façon à protéger l'eau des risques environnementaux et construits en matériaux inertes. Dans le cas des eaux gazeuses, il peut y avoir plusieurs captages : un pour l'eau, l'autre pour extraire le CO₂.
Bassin d'alimentation : Surface d'alimentation d'une nappe. Un bassin se définit par l'aire de collecte qui rassemble les eaux précipitées, s'écoulant en surface ou en souterrain.
- ✓ **Transport de l'eau** : L'eau est transportée de la source à l'unité d'embouteillage grâce à des canalisations constituées de matériaux inertes approuvées pour le contact alimentaire.
- ✓ **Stockage de l'eau**: L'eau peut être stockée avant conditionnement dans des réservoirs construits en matériaux inertes agréés pour contact alimentaire.
- ✓ **Contrôle** : Vérification de la conformité d'un produit à des spécifications préétablies et incluant une décision d'acceptation, de rejet ou d'ajournement. Le contrôle peut entraîner des actions correctives.
- ✓ **Elimination totale ou partielle du gaz carbonique** : action d'enlever partiellement ou totalement du dioxyde de carbone contenu dans l'eau.

- ✓ **pregazification** : Action de gazéifier légèrement en amont du traitement de gazéification
- ✓ **Desaeration**: Action de désaérer. Désaérer : Eliminer l'air contenu dans une substance comme un liquide.
 - ✓ **Gazification**: Action de gazéifier. Gazéifier* : Faire dissoudre du gaz (gaz carbonique = dioxyde de carbone, dans les eaux conditionnées) dans un liquide.
 - ✓ **Traitement** :
Différents traitements sont autorisés par la réglementation pour éliminer certains éléments indésirables.
- **Traitements autorisés**
 - **Filtration** : Action de filtrer. Filtrer : Faire passer à travers un filtre. Filtre : Appareil (corps poreux, papier, etc...) à travers lequel passe un fluide pour le débarrasser des particules solides qui s'y trouvent en suspension. (Anonyme, 2007)
 - **Oxydation** : Combinaison avec l'oxygène pour donner un oxyde. Oxyde : composé résultant de la combinaison d'un corps avec de l'oxygène.
 - **Décantation** : Action de décanter. Décanter : Séparer par gravité un liquide des matières solides ou liquides qu'il contient en suspension en les laissant déposer au fond d'un récipient.
 - **Ozonation** : Action d'ozoner. L'ozone est un composé chimique comportant 3 atomes d'oxygène (O₃).
Sa structure est une résonance entre trois états. Métastable aux conditions ambiantes, l'ozone a tendance à se décomposer naturellement en dioxygène. A température ambiante, c'est un gaz bleu pâle, puissant oxydant
 - **Déferrisation** : Action de déferriser. Déferriser : Eliminer le fer de l'eau ; élément défini par la réglementation comme instable, et qui peut être débarrassé par décantation, filtration, et oxydation (air ou ozone).
 - **Désarsenication**: Action de désarseniquer. Désarseniquer : Eliminer l'arsenic de l'eau ; élément défini par la réglementation comme instable, et qui peut être débarrassé par décantation, filtration, et oxydation (air ou ozone).
 - **Désulfuration** : Action de désulfurer. Désulfurer : Eliminer l'hydrogène sulfuré de l'eau ; élément défini par la réglementation comme instable, et qui peut être débarrassé par décantation, filtration, et oxydation (air ou ozone).
 - **Démanganisation** : Action de démanganiser. Démanganiser: Eliminer le manganèse de l'eau élément défini par la réglementation comme instable, et qui peut être débarrassé par décantation, filtration, et oxydation (air ou ozone).

- **Soutirage:** Action de faire passer l'eau d'une cuve de grande dimension dans les récipients destinés à sa commercialisation.
- **Bouchage:** Action de fermer la bouteille ou la bonbonne avec un bouchon.
- **Étiquetage :** Fixer une étiquette en la collant.
- **Codage :** Action de mettre un code.
- **Code :** Eléments alpha numériques permettant de repérer la bouteille (date de fabrication, date limite d'utilisation optimale).
- **Sur- Conditionnement :** Procédé permettant d'envelopper la bouteille pour la protéger et la conserver.
- **Palettisation:** Action de mettre les bouteilles sur un plateau de rangement et de chargement permettant la manutention automatique à l'aide de chariots et d'élévateurs.
- **Houssage :** Action de mettre une housse.
- **Housse :** Enveloppe de matériau souple épousant la forme des objets qu'elle recouvre afin de les protéger.
- **Cartonnage :** Emballage en carton.
- **Fardelage :** Action de regrouper les bouteilles en fardeaux.
- **Marquage :** Action d'apposer un signe sur un emballage.
- **Expédition :** Action d'envoyer des produits vers une destination.

Chapitre 2
Caractéristiques
de l'eau

1. les qualités physico-chimiques de l'eau

Les analyses physico-chimiques font références à toutes les actions de détermination d'une valeur sur un échantillon, qu'il s'agisse d'analyses, de mesures, d'observations, etc.... Faites en laboratoire ou sur le site de la station de mesure.

1.1. La Température

La température est le paramètre le plus important dans les analyses de l'eau. Elle a une influence directe sur le comportement de différentes substances contenues dans l'eau et à une grande influence sur l'activité biologique (Roux, 1987). La température de l'eau joue un rôle non négligeable dans l'intensité de la sensation de l'eau. Elle est le facteur le plus apprécié pour une eau destinée à la consommation humaine, et aussi dans l'augmentation de l'activité chimique bactérienne et de l'évaporation des eaux. Elle varie en fonction de la température extérieure (l'air), des saisons, de la nature géologique et de la profondeur du niveau d'eau par rapport à la surface du sol (Gregorio et Pierre-Marie, 2007 ; Rodier, 1996). La mesure de la température s'effectue sur le terrain à l'aide d'un thermomètre ou d'un multi-paramètre en plongeant immédiatement les sondes dans l'eau à analyser. La lecture s'affiche sur l'écran exprimée en degré Celsius (°C) (Rodier et al, 2009 ; Rodier, 1996 ; Boukrouma, 2008).

1.2. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le potentiel hydrogène, plus connu sous le nom de pH est la valeur qui détermine si une substance est acide, neutre ou basique, il est calculé à partir du nombre d'ions hydrogène présent. Sa mesure était à l'aide d'un multi-paramètre de terrain. (Rodier, 1996).

1.3. La Conductivité électriques (CE)

C'est la propriété qui possède une eau de favoriser le passage d'un courant électrique, la température et la viscosité influent également sur la conductivité car la mobilité des ions augment avec l'augmentation de la température et diminue avec celle de la viscosité (Rejsek, 2002). La conductivité donne une idée de la minéralisation d'une eau et est à ce titre un bon marqueur de l'origine d'une eau (RODIER, 2009). Elle est également en fonction de la température de l'eau, et proportionnelle à la minéralisation. (MENS et DEROUANE, 2000).

La minéralisation de l'eau est en fonction de la géologie des terrains traversés. D'une façon générale, elle est plus élevée dans les eaux souterraines que dans les eaux superficielles. Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité. (RODIER, 2009).

Tableau n°01: Détermination de la minéralisation à partir de la conductivité.(RODIER, 2009)

Conductivité (µS/cm)	Minéralisation
Conductivité < 50	1,365079 * Conductivité à 20°C
50 < Conductivité < 166	0,947658 * Conductivité à 20°C
166 < Conductivité < 333	0,769574 * Conductivité à 20°C
333 < Conductivité < 833	0,715920 * Conductivité à 20°C
833 < Conductivité < 1000	0,458544 * Conductivité à 20°C
Conductivité > 1000	0,850432 * Conductivité à 20°C

Tableau n°02 : Qualité de l'eau en fonction de la conductivité électrique.
(TOUHARI, 2015)

Conductivité électrique (exprimée en µS/cm)	Qualité de l'eau
50 à 400	excellente
400 à 750	bonne qualité
750 à 1500	médiocre mais eau utilisable
> à 1500	minéralisation excessive

1.4. Résidu sec :

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

La potabilité des eaux en fonction des résidus secs recommandée par OMS est de 1000 mg/L, quand celui-ci est extrait à 180°C.

Tableau n°03 : La potabilité en fonction des résidus secs. (RODIER, 2005)

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

1.5 Titre Alcalimétrique (TA etTAC)

Deux titres qui sont le titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC). (BERNE et CORDONNIER,1991) L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité résulte le plus généralement de la présence d'hydrogénocarbonates, carbonates et hydroxydes.

1.6. Sels minéraux dissous**1.6.1. Anions****➤ Sulfates**

Les sulfates présents dans les eaux souterraines proviennent de la dissolution naturelle du gypse et peuvent être ajoutés industriellement à l'eau potable.

L'eau potable ou les aliments sont les principales sources d'apport en sulfates pour l'organisme humain. Quand la concentration en sulfates dans l'eau potable est élevée (>500 mg/l), des effets laxatifs et gastro-intestinaux peuvent se développer au niveau de l'organisme (OMS, 2011).

➤ Phosphate

Les phosphates sont des anions qui s'attachent très facilement aux minéraux du sol. Les phosphates dégradent les qualités organoleptiques de l'eau : odeur, saveur, turbidité, couleur (Maraza, 2015).

➤ Nitrates et Nitrites

Les nitrates proviennent de l'oxydation complète de l'azote organique et les nitrites de l'oxydation incomplète. Les principales sources de pollution sont l'utilisation des engrais, la fabrication d'explosifs, l'industrie chimique et alimentaire. La teneur en nitrates de l'eau est généralement plus élevée que celle des nitrites (Maraza, 2015).

➤ Bicarbonates

Selon Hubert et al. (2002) Les bicarbonates sont d'origines diverses et n'ont pas de rôle prépondérant direct sur la santé. Ils ont par contre un rôle par les cations auxquels ils sont liés (sodium, calcium) et qui donnent un goût souvent salé.

➤ Chlorures

Très répandus dans la nature, généralement sous formes de sels de sodium (NaCl), de potassium (KCl) et de calcium (CaCl₂). Les teneurs en chlorures des eaux extrêmement variées sont liées principalement à la nature des terrains traversés. (Ayad et Kahoul, 2017).

1.6.2. Les cations**➤ Calcium**

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeur de la dureté de l'eau le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature de terrains traversés. Il existe surtout à l'état l'hydrogénocarbonate et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorures, etc. (Rodier, 1976).

➤ Potassium

Le potassium est le cation le plus abondant du liquide intracellulaire et joue un rôle important dans un grand nombre de fonctions cellulaires pour lesquelles les besoins de l'organisme par jour sont importants (Houillier et al, 2004).

➤ Magnésium

Le magnésium est un élément très répandu dans la nature et il est présent dans la plupart des eaux naturelles. Le magnésium contribue à la dureté de l'eau sans être l'élément essentiel et aussi il est indispensable pour la croissance et pour la production de certaines hormones (SAVARY, 2010).

➤ Sodium

D'après Potelon et Zysman (1998) le sodium est très abondant ne se rencontre pas naturellement à l'état natif mais toujours associé à d'autres éléments chimiques (chlorures, sulfates...). Le principal minéral contenant du sodium et l'un des plus répandus est le chlorure de sodium. Le sodium est un élément constant de l'eau, toutefois les concentrations peuvent être extrêmement variables confirment (Belghiti et al.2013).

➤ Ammonium

L'ammonium n'a pas d'effet appréciable sur la santé du consommateur, mais sa présence dans les eaux est un indicateur de pollution.. Il doit être éliminé dans les eaux de consommation car c'est un élément qui peut permettre à certaines bactéries de proliférer dans les réseaux de distribution (Maraza, 2015).

➤ Fer

Le fer est un métal assez soluble que l'on peut retrouver dans l'eau et qui précipite par oxydation à l'air, Les besoins pour l'organisme humain se situent entre 2 et 3 mg/jour mais 60 à 70% seulement de la quantité intégrée sont métabolisés (Ayad et Kahoul, 2017).

2. La qualité microbiologique

L'eau destinée à l'alimentation humaine contient une multitude de microorganismes pathogènes, agents d'infection humaine redoutable. Ce sont des bactéries, des virus, voire des champignons et des algues (Haslay&Leceler, 1993).

Dans le domaine de la qualité des eaux de boisson, les analyses bactériologiques concernent non pas des microorganismes pathogènes mais des germes jouant un rôle d'indicateur (Rodier, 1996).

Ces germes sont spécifiques de la flore intestinale et ne sont pas nécessairement pathogène. En plus de leur rôle d'appréciation du risque d'une contamination par des matières fécales pouvant véhiculer des organismes pathogènes, permettant également d'évaluer un traitement de désinfection de l'eau (Rodier, 1996).

2.1. Les coliformes totaux

Sous le terme de « coliformes » est regroupé un certain nombre d'espèces bactériennes appartenant en fait à la famille des Enterobacteriaceae, correspondent à des bacilles Gram négatif, non sporulés, aéro/anaérobies facultatifs, possèdent des propriétés caractéristiques de structure et de culture à 35-37C°, ils sont sensibles au chlore (Hamed et al, 2012).

2.2. Les coliformes fécaux

Les coliformes fécaux sont un sous-groupe de coliformes totaux, l'existence de ces germes peut être une indication de la présence des micro-organismes, comme les salmonelles. Un autre test peut fournir les mêmes indications que celles fournies par le dénombrement des coliformes fécaux, c'est le dénombrement des E. coli présumés (Debabza, 2005)

- ✓ .E. coli: L'espèce la plus fréquemment associée aux coliformes fécaux est E. coli représente toutefois 80 à 90% des coliformes thermo-tolérants détectés. L'OMS (2004), n'énonce que la présence d'E. Coli, apporte la preuve incontestable d'une pollution fécale récente (Maiga, 2005)
- ✓ .Intérêt de la recherche et de dénombrement d'E. Coli: Selon l'OMS, l'indicateur le plus précis pour estimer la pollution fécale est en fait E. coli, en raison de son abondance dans les fèces humaines (jusqu'à 1 milliard de bactéries par gramme de matière fraîche), et de sa persistance pour être recherché (sa durée de détection dans l'eau à 20°C varie d'une semaine à un mois) (Debabza, 2005).

2.3. Streptocoque fécaux

Bactérie Gram positif, sphérique à ovoïde, formant des chainettes, non sporulées, catalase négative, possédant l'antigène de groupe D, cultivant en anaérobiose à 44 °C, et à pH 9.6 (Rejseck, 2002)

2.4. Clostridium sulfito-réducteurs

Les Clostridium sulfito-réducteurs sont souvent considérés comme des témoins de pollution fécale. La forme spore, beaucoup plus résistante que les formes végétatives des coliformes fécaux et des streptocoques fécaux (Rodier, 2009).

3. Les normes algériennes

Tableau 04 : Normes algériennes des paramètres physico-chimiques de l'eau de consommation humaine

Paramètre	Unités	Concentration selon le journal officielle de la République Algérienne, N°18 de 23 mars 2011
Température	C°	25
pH		6,5-8,5
CE à20°	µS/cm	2800
Résidu Sec	mg/l après séchage à180°c	1500
Dureté total	mg/l en Caco3	200
Calcium	mg/l	200
Magnésium	mg/l	200
Potassium	mg/l	12
Sodium	mg/l	200
Sulfate	mg/l	400
Chlorure	mg/l	500
Nitrate	mg/l	50
Nitrite	mg/l	0,2
Ammonium	mg/l	0,5
Phosphate	mg/l	0,5
Aluminium	mg/l	0,2
Fer	mg/l	0,3

Tableau 05. Normes algériennes des paramètres de qualité bactériologique de l'eau de consommation humaine

Paramètre	Unités	Concentration selon le journal officielle de la République Algérienne, N°18 de 23 mars 2011
Coliformes totaux	Nombre / 100 ml	0
Coliformes fécaux	Nombre / 100 ml	0
Clostridium sulfito-Réducteur	Nombre / 20 ml	0
Streptocoques fécaux	Nombre / 100 ml	0

Chapitre 3

Matériels et méthodes

L'objectif du travail c'est de faire des analyses physico-chimiques et bactériologiques pour cinq (05) d'eaux embouteillées de quelque marques déposés au marché, qui ont été choisies en raison de leur diversité de composition et leur disponibilité, et aussi de comparer nos résultats avec les étiquettes sur les bouteilles de ces eaux : Bougulez, Ifri, Taxenna, LalaKhedidja et Guedila. Les analyses ont été réalisées dans le laboratoire de SEACO (Société de l'Eau et de l'Assainissement de Constantine) durant le mois de Juin 2021.

1. Analyses physico-chimiques :

Mis à part le matériel courant de laboratoire (béchers, éprouvettes, tubes à essais, les cuves, capsules, etc.) différents types d'appareils ont été utilisés :

- La balance analytique.
- Spectrophotomètre DR5000.
- L'étuve.
- Agitateur chauffant.
- Thermostat.
- Conductimètre modèle HACH.
- Turbidimètre modèle HACH (2100N ISO METHOD 7027)

L'analyse physico-chimique est divisée en deux parties : l'analyse partielle et l'analyse complète.

1.1. L'analyse partielle :

Cette analyse se fait au laboratoire d'analyse physico-chimique de SEACO sur les cinq (05) marques. Pour chaque échantillon, nous avons effectué les dosages suivants : température, turbidité, pH et conductivité électrique.

➤ PH (potentiel hydrique) :

C'est la valeur qui détermine si l'eau est acide, neutre ou basique. Cette mesure se fait par le PH mètre à sonde de température intégrée. On introduit l'électrode dans l'échantillon jusqu'à ce que la valeur relevée se stabilise.



Figure 01 : Le pH-mètre

➤ **La turbidité :**

La turbidité est un paramètre efficace de contrôle de qualité de l'eau. On mesure la turbidité en unités de turbidité Néphélométrique à l'aide d'un turbidimètre, ce dernier va mesurer la quantité de lumière transmise à travers l'eau. La valeur médiane de la turbidité idéale devrait être inférieure à 0.1 4NTU (OMS, 2011).



Figure 02 : Le Turbidimètre

➤ **La conductivité électrique (CE) :**

La conductivité est reliée à la concentration d'ions capables de conduire le courant électrique, Les résultats de mesure doivent donc être présentés en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25 C°. Elle s'exprime en $\mu\text{S}/\text{cm}$. On la détermine par un conductimètre. On introduit l'électrode dans l'échantillon, après la stabilisation de la valeur la noté (Bourbia et Talbi, 2017)



Figure 03 : Le Conductivimètre

1.2 L'analyse complète :

L'analyse complète se fait au niveau du laboratoire physico-chimique.

➤ Ammonium : NH_4^+

- met 40 ml d'eau à analyser ; ajouter 4 ml de Réactif 1 et aussi 4 ml de Réactif 2, Puis Ajuster à 50 ml et attendre le temps de réaction 1h30 ; ensuite faite Passer au Spectrophotomètre à : $\lambda = 655\text{nm}$.
- Réactif I : 2 g d'acide dichloroisocyanurique+32 g d'hydroxyde de sodium (NaOH) +1000 ml d'eau distillée.
- Réactif II : 130 g de Tri citrate de sodium+130 g de salicylate de sodium+1000 ml d'eau distillée.



Figure 04 : Photo représente la méthode d'analyse d'Ammonium

➤ **Nitrites : NO_2^-**

Prélever 50 ml d'eau à analyser dans une Fiole Jaugée, puis Ajuster 1 ml du Réactif de Diazotation et attendre 10 mn, et après faite passer au Spectrophotomètre a : $\lambda = 543 \text{ nm}$.



Figure 05 : Photo représente la méthode d'analyse de Nitrite.

➤ **Sulfates : SO_4^{2-}**

- Prélever 20 ml d'eau a analysé puis compléter a 100 ml d'eau distillée, ensuite ajouter 5 ml de la solution Stabilisante, et 2 ml de Chlorures de Baryum ; faire agiter énergiquement pendant 1 min, puis passer au Spectrophotomètre a : $\lambda = 420 \text{ nm}$.

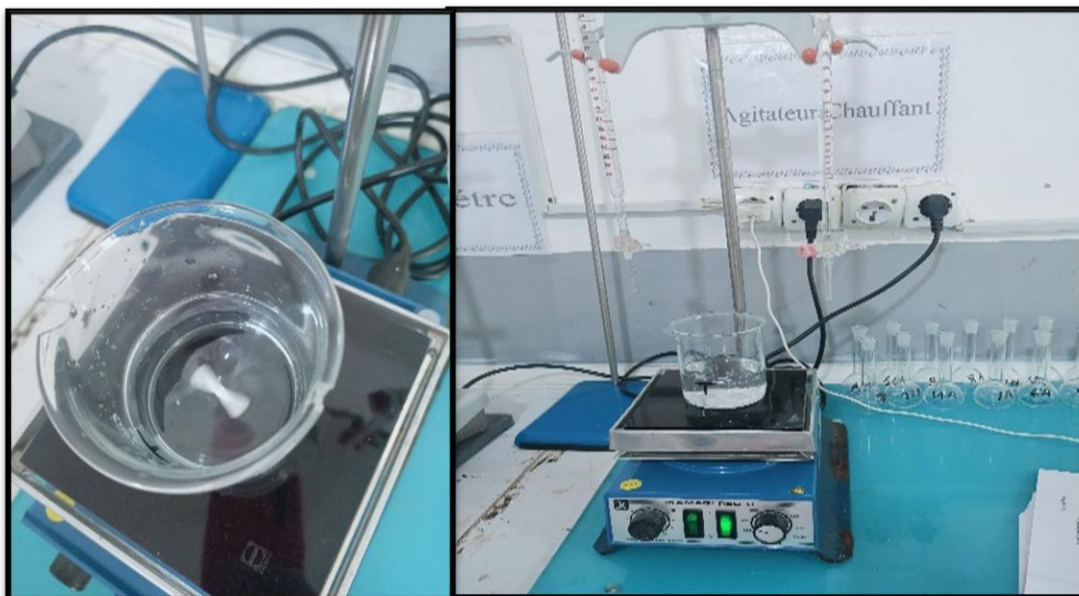


Figure06 : Photo représente la méthode d'analyse de Sulfates.

➤ **Résidu Sec à 105°C ou 180°C :**

- Evaporer progressivement au Bain Marie dans une Capsule Tarée 500 ml d'eau filtrée.
- Une fois toute l'eau évaporée, porter la capsule à l'étuve 105°C pendant 4 heures et laisser refroidir ¼ d heures au dessiccateur, peser immédiatement et rapidement ;Si l'eau est filtrée préalablement à la Mesure, le résidu correspond alors aux matières dissoutes.
- La masse du Résidu Sec multipliée par 2 donne la masse du Résidu Sec de l l d'eau.



Figure 07 : Le thermostat

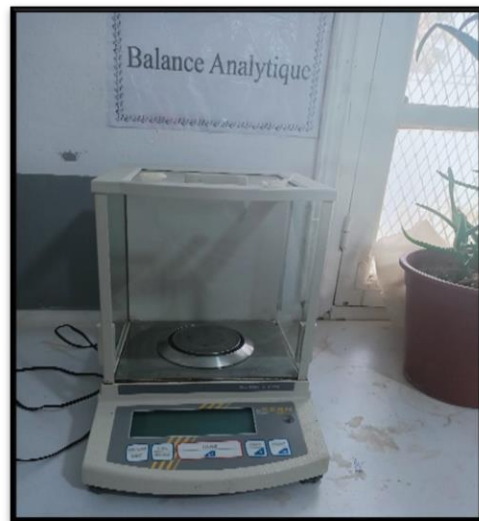
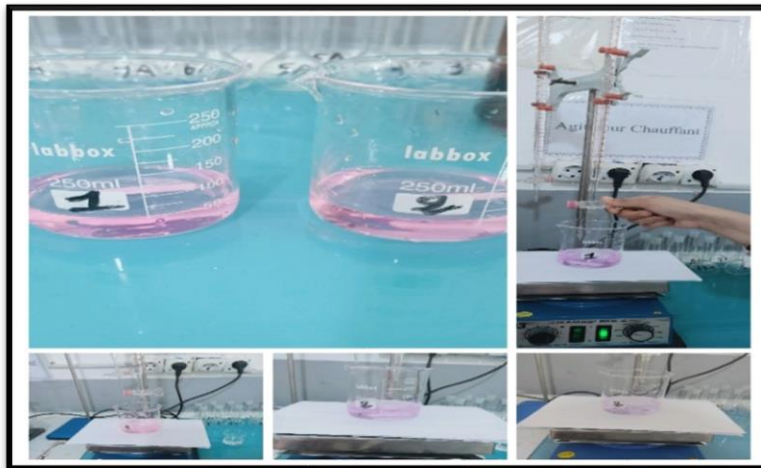


Figure 08 : La Balance Analytique

➤ **Calcium : Ca²⁺**

- Prélever l'eau analysée 50 ml, puis ajouter 2 ml de solution de NaOH et une pincée d'indicateur Murexide.
- Titrer avec l'EDTA jusqu' au virage de rose au violet.



Figure 09 : Réactifs de dosage de Calcium .**Figure10** : Photo représente la méthode d'analyse de Ca**➤ La Dureté :**

- Prélever 50 ml d'eau a analysé, Ajouter 4 ml de la solution NH_4OH et ajouter une pincée de l'indicateur.
- Vérifier le PH doit être $10 \pm 0,1$ l ajuster si nécessaire avec la solution de NaOH . Titrer avec l EDTA jusqu' au virage du violet au bleu, vérifier le titrage par l'ajout d 1 goutte supplémentaire d EDTA pour changement de coloration.

**Figure 11** : Réactifs de dosage la dureté totale

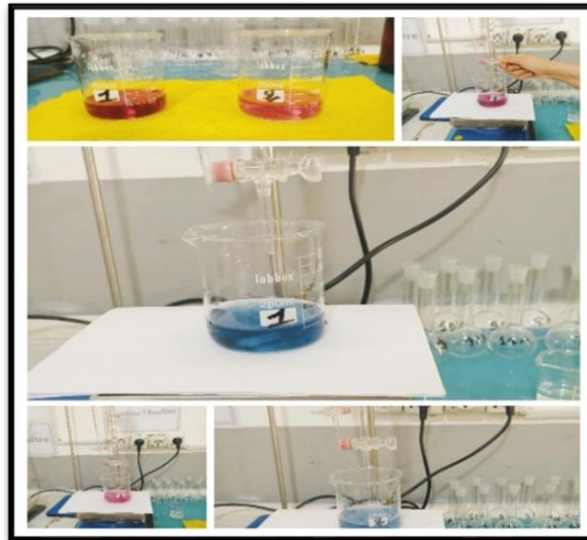


Figure 12 : photo représente la méthode d'analyse de la Dureté total.

➤ **Le chlorure : Cl⁻**

- Prélever 100 ml d'eau distillée et de l'eau a traité, ajouté 1 ml de Réactif de Chromate de Potassium.
- Ensuite titrer par le Nitrate d'argent AgNO₃- jusqu' au virage du jaune au brun rougeâtre et vérifier le titrage par l'ajout d 1 goutte supplémentaire de Nitrate d'argent pour le changement de coloration.

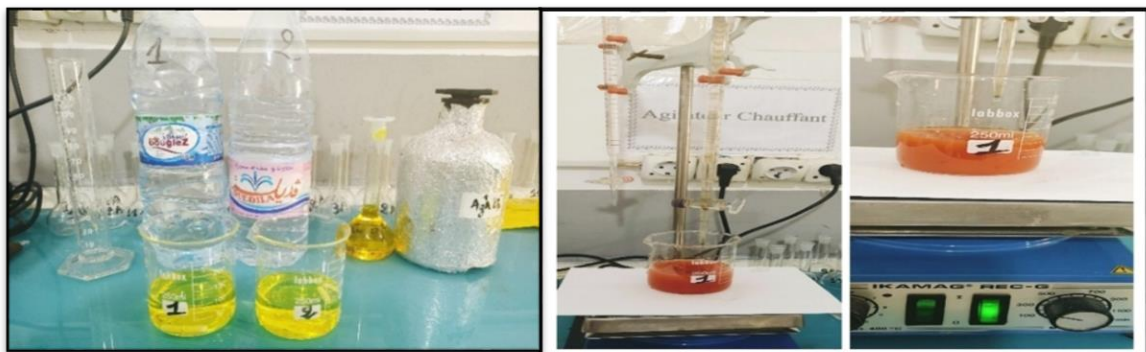


Figure 13 : photo représente la méthode d'analyse de chlorure

➤ **Phosphates : PO₄³⁻**

- Prélever 40 ml d'eau à analyser, ajouté 1 ml d'Acide Ascorbique (Acide Ascorbique : 10 g dans 100 ml H₂O), et 2 ml du Réactif Mélange (Molybdate Acide).



Figure 14 :

Réactifs de dosage le phosphate

➤ **Matière Organique : MO**

- Prélever 100 ml d'eau à analyser, puis ajouter 5 ml H²SO₄- dilué et porter à ébullition pendant 1 min, Ajouter aussi 15 ml de KMnO₄ a 0,01N avec 10 min d'ébullition régulière et douce, et Ajouter 15 ml d'Acide Oxalique a 0,01N.
- Titrer à chaud avec KMnO₄ a 0,01N jusqu'à coloration rose claire qui persiste 15 à 20 seconde.

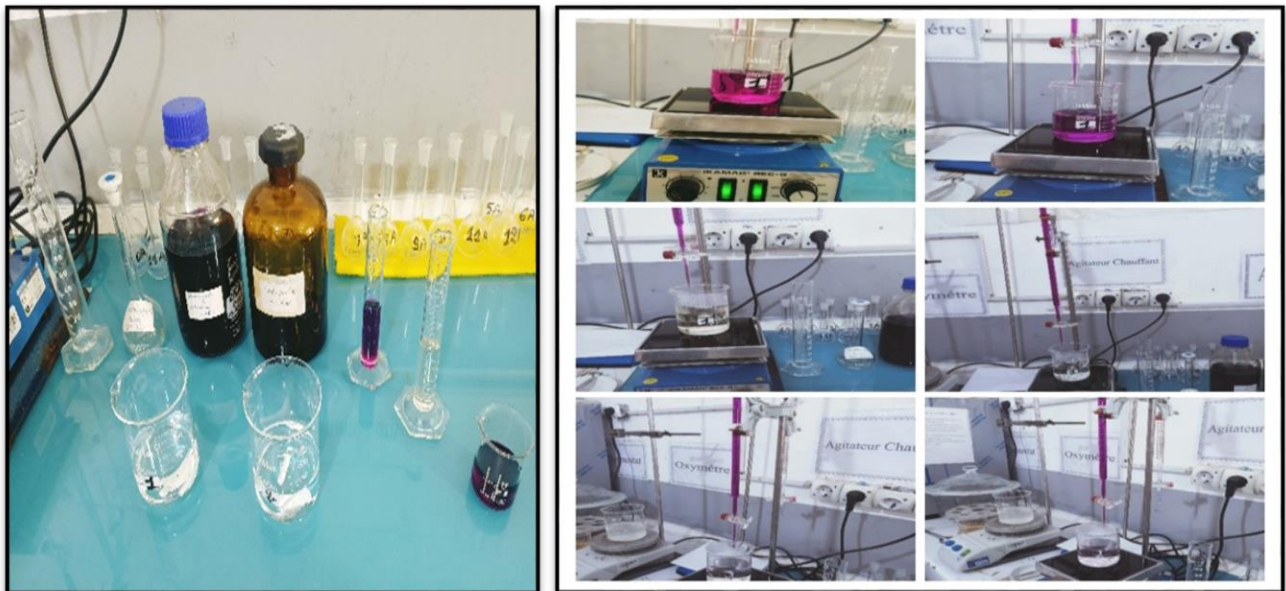


Figure 15 : photos représente la méthode d'analyse la Matière Organique

➤ **Le Titre alcalimétrique : TA**

- Prélevé 100 ml de l'eau à analyser, ajouter 1 à 2 gouttes de Solution Alcoolique de Phénolphthaléine. Une coloration rose doit se développer dans le cas contraire le TA est nul.
- Verser ensuite l'acide en agitant constamment jusqu' à décoloration complète de la solution.

➤ **Le Titre alcalimétrique complet :TAC**

- Utiliser l'échantillon traité précédemment ou le prélèvement primitif s il n y a pas eu de coloration.
- Ajouter 2 gouttes de Solution de Méthyle Orange.
- Titrer de nouveau avec l'Acide jusqu' au virage du jaune au jaune orangé.

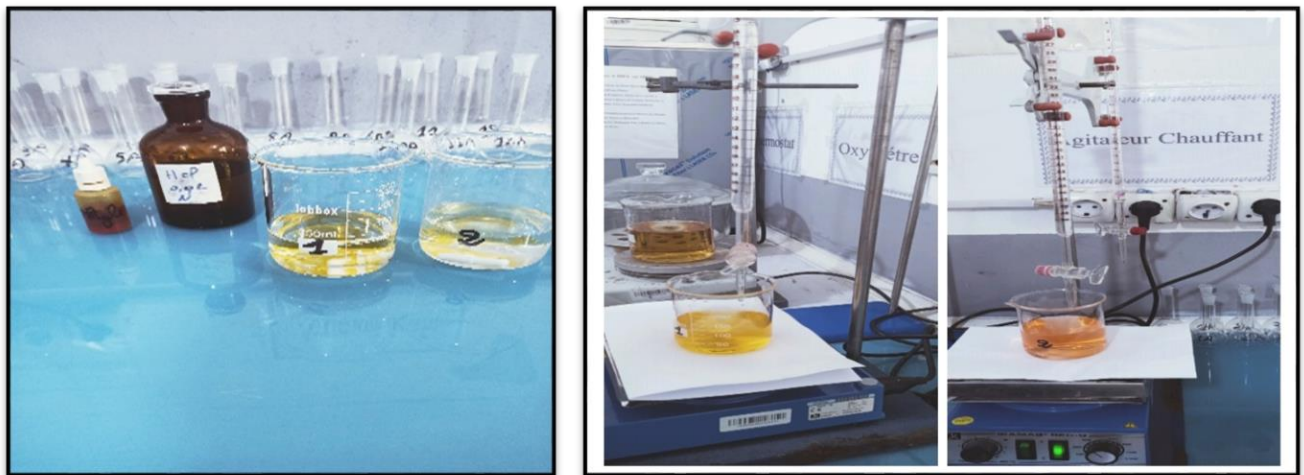


Figure 16 : photos représentent la méthode d'analyse de TAC

➤ **Nitrates : NO₃⁻**

- Prélever 10 ml d'eau à analyser, ajouter ensuite 1 ml solution Salicylate de Sodium, Puis évaporer à sec au bain Marie, et laissé refroidir.
- Reprendre le Résidu par 2ml d'Acide Sulfurique concentré, et attendre 10 min puis ajouté 15 ml de l'eau distillée, Ajouter aussi 15 ml de la Solution d'hydroxyde de Sodium et de Tartrate double de Sodium et de Potassium, couleur jaune.
- Effectuer la lecture au Spectrophotomètre a $\lambda = 415 \text{ nm}$.

- Multiplier le résultat par 4,43.

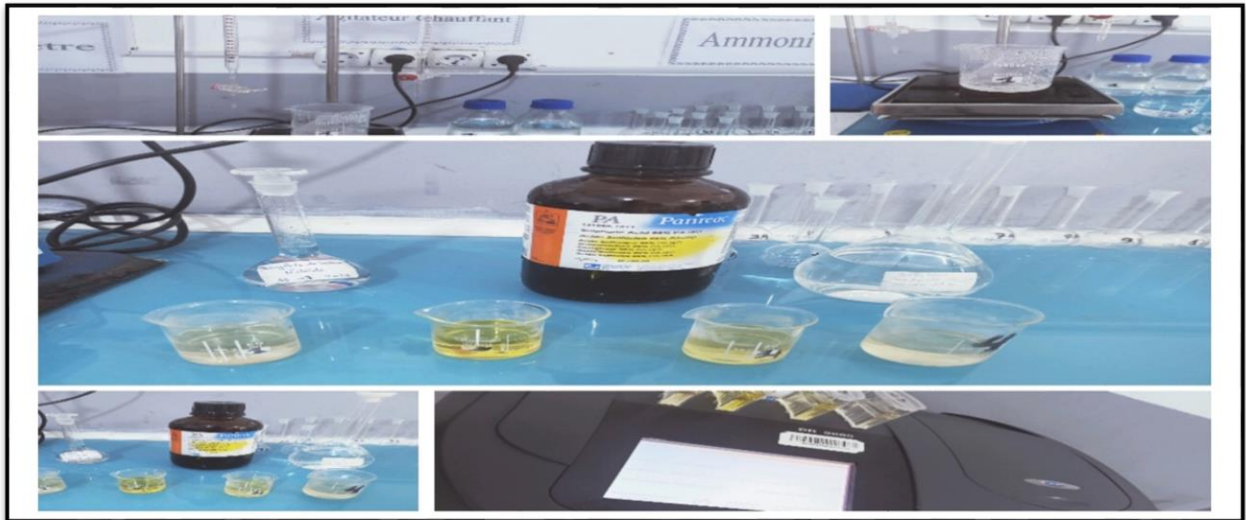


Figure 17 : photos représentent la méthode d'analyse de Nitrate

➤ **Le Sodium Na + :**

- Matériel : spectrophotomètre de flamme
- Solution étalon
- Technique : étalonner l'appareil à l'aide de la solution étalon (Na) de (1-3 points) pour la courbe d'étalonnage après avoir afficher la longueur d'onde :589.0 nm
- Puis passer l'échantillon directement.

➤ **Le Potassium K+ :**

- Matériel : (voir Na)
- Technique : même que Na mais avec une longueur d'onde : 766.5 nm.



Figure 18 : Le spectrophotomètre de flamme

2. Les analyses bactériologiques :

Les manipulations sont réalisées dans une zone aseptique près du bec Benzène. Avant de procéder aux analyses des échantillons, tous les milieux de cultures et le matériel nécessaire ont été préalablement préparés et stériliser.

Les analyses bactériologiques sont effectuées au niveau du laboratoire de la société de l'eau et de l'eau et de l'assainissement de Constantine (SEACO). Ces analyses sont basées sur la recherche et le dénombrement des germes suivant :

- ✓ Les Coliformes totaux.
- ✓ Les Coliformes fécaux.
- ✓ Les Streptocoques fécaux.
- ✓ Les Clostridium sulfito-réducteur.
- ✓ Les germes totaux.

Pour le dénombrement des coliformes, les streptocoques fécaux et les spores, la technique de filtration sur membrane a été utilisée. Cette méthode consiste à faire passer un certain volume d'échantillon (dans notre étude 100ml d'eau a analysée) à travers d'une membrane filtrante (par exemple une membrane Millipore ou Sertorius ou... de 47 mm de diamètre et dont la porosité moyenne est de 0,45 mm à 0,22 μm) sur laquelle sont retenus les microorganismes recherchés. Après filtration, la membrane est alors posée sur la surface d'un milieu gélosé spécifique du germe à rechercher, face portant les micro-organismes vers le haut. Après

incubation, comme dans le cas de la numération en milieu gélosé, on compte les colonies formées à la surface du filtre (Cuq, 2007).

2.1. Recherche des coliformes :

Les coliformes fécaux sont en fait des coliformes qui poussent à des températures plus élevées, soit à partir de 44,5 C °. Ces coliformes fécaux sont des bactéries que l'on retrouve dans la flore intestinale des animaux à sang chaud. La bactérie *Escherichia coli* (*E. coli*) fait partie des coliformes fécaux. Comme la présence de ces bactéries dans une source d'eau ne peut pas être considérée comme normale, elle peut donc représenter une menace ou l'indication d'une éventuelle dégradation de la qualité bactériologique de l'eau, due à la présence d'une contamination fécale. Le mécanisme de transport de ces bactéries dans l'eau serait surtout le ruissellement des eaux de pluies sur le bassin versant, entraînant avec lui les microorganismes contenus dans la terre (Bouchard, 2008).

Le dénombrement des coliformes s'effectue dans la gélose nutritive (totaux) et CCA(Fécaux) en utilisant la technique de filtration sur membrane sur les échantillons prélevés.

Les analyses microbiologiques reposent sur l'utilisation de bactéries indicatrices comme *Escherichia coli* présente dans le tractus gastro-intestinal de tous les humains et certains animaux à sang chaud, sa présence dans l'eau de robinet est l'indice d'une contamination fécale. En effet, les germes de contamination fécale humaine et animale sont souvent pathogènes, il s'agit d'Entérobactéries (*E. coli*, *Salmonella*, etc.), de streptocoques fécaux et de bactériophages fécaux.

2.2. Recherche des streptocoques :

Comme pour les coliformes ; on utilise la méthode de filtration sur membrane ; mais cette fois on se fait sur le milieu de culture Slanetz et l'incubation se fait à 37°C pendant 48h.

Les analyses des coliformes et de streptocoques se font de même manière.

Nous avons commencés par placer les échantillons devant les entonnoirs et toujours avoir un bec bunsen à coté tandis que ces entonnoirs sont liés à une pompe de filtration ; Il faut stériliser bien les entonnoirs avec le bec bunsen avant utilisation et aussi la pince et l'utiliser à placé la membrane filtrante à l'intérieure des entonnoirs puis les biens fermés.

- ✓ Agiter bien le flacon d'eau à tester et le stériliser avant de l'ouvrir, puis verser 100 ml d'eau dans la partie supérieure de l'entonnoir puis refermer l'entonnoir et stériliser le flacon avant de le fermer.

- ✓ Allumer la pompe de filtration et attendre quelques secondes ; ouvrir les entonnoirs et retirer la membrane filtrante avec une pince stérilisée ; et placer la membrane filtrante qui contiennent les microorganismes directement dans les boites de pétri.
- ✓ Etiqueter les boites de pétri et incuber a l'étuve a 37 C ° pendant 48 h.
- ✓ Faire une boîte de pétri de CCA et une autre de slanetz vide comme témoin. Refaire la même méthode avec les autres flacons incubés à l'étuve 48h pour le streptocoque et 24 h pour le coliforme totaux.



Figure 19 : Photos représentent la méthode de recherche les coliformes etLes streptocoques

2.3. Recherche des Clostridium sulfito-réducteurs :

Pour le dénombrement du Clostridium :

- ✓ On prend 5 ml de chaque échantillon à tester et le diviser par 4 tubes ; Puis on Met les tubes au bain marie pendant 10 min à 80°C ; après laisse refroidir.
- ✓ d'autre coté on Liquéfier la viande-foie à 100°C au bain marie ;
- ✓ Remplir les tubes avec le milieu de culture (viande - foie) et les biens fermés ;
- ✓ Remplir un tube de la gélose viande-foie et l'utiliser comme témoin ;
- ✓ Incubation dans l'autoclave pendant 48 h à 37°C.



Figure 20 : Photos représentent les déférentes étapes de la méthode de recherche des Clostridium sulfito-réducteurs

2.4. Recherche des germes totaux :

- ✓ On prend 10 ml de chaque échantillon à tester dans les tubes ; D autre coté on ajout 1 ml de la solution mère puis on fait la dilution(D1) et on remplir les tubes jusqu' a 10 ml avec l'eau distillée.
- ✓ On prend 1 ml de la solution mère et 1ml de la dilution 1 et on le met dans les boites de pétrie ; et on ajoute la gélose nutritive, et on le déplace sous forme de 8 pour bien mélanger.
- ✓ Laisser la gélose durcir ; et on le met dans l'étuve (dans 22°C pendant 72 h ; d'autre 37°C pendant 48h).



Figure 21 : Photos représentent la méthode de recherche des germes totaux.

Chapitre 4

Résultats et discussions

Cette partie est consacrée à la discussion des résultats obtenus à partir des analyses microbiologiques et physico-chimiques réalisées pendant la période Juin 2021 au niveau de SEACO -Constantine, en les comparant aux analyses des étiquettes sur les bouteilles d'eau ainsi que la détermination du faciès chimique de ces eaux à partir de diagramme de Piper.

1- résultats d'analyse physico-chimique :

Notre étude a porté sur cinq(05) échantillons qui sont :Bouguellaz, Ifri, Guedilla, Lala Khedija et Texanna.

1-1-Qualité physico-chimique des échantillons de Bouguellaz :

Le tableau présente les teneurs en substances physico-chimiques mesurées pour les paramètres étudiés dans les échantillons de Bouguellaz.

Tableau 06 : Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillée BOUGUELLAZ.

	Etiquette mg/l	Analyses mg/l	Valeur maximale admissible mg/l
Sodium	29	28,7	200
Potassium	1	1,1	12
Sulfates	10	6,2	400
Calcium	4,6	4	200
Magnesium	3,75	120	150
bicarbonates			30-500
Chlorures	30	35,45	200-500
Ammonium			
Nitrites	0,06	0	0.2
Nitrate	9	2,82	50
Fer		0.28	
pH	6,87	6,5	6,5-8,5
Temperature		14,9	25 C°
Turbidité		0,28	5 NTU
Conductivitéélectrique		120	2800 ms/cm
Salinité		36,3	
Duretétotale		24	500
MatièreOrganique		1,2	7
TAC		19,2	500
Résidu Sec	140	40	1500

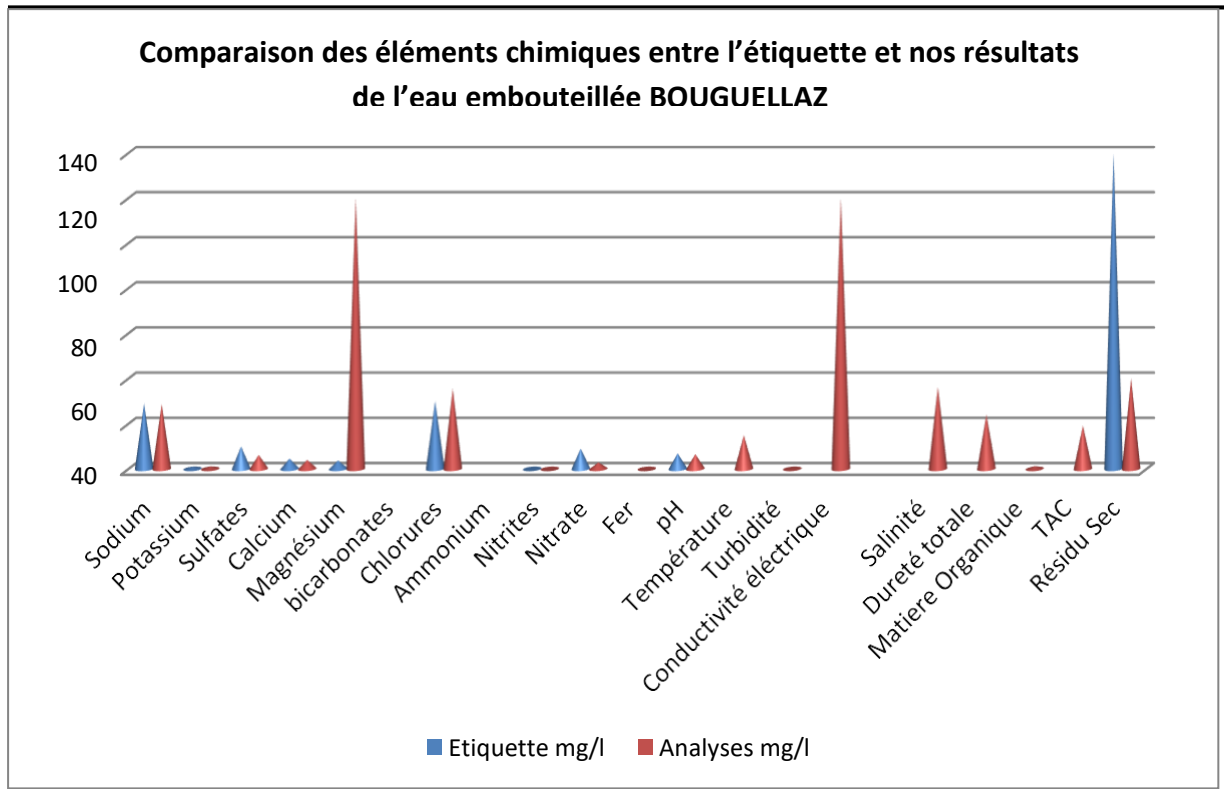


Figure 22: Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillée Bouguellaz.

On remarque que:

- Une diminution des valeurs de sulfate, nitrite et nitrate aussi pour les résidus sec.
- Une certaine stabilité des teneurs de calcium, potassium et de sodium.
- Une forte diminution pour la conductivité électrique mais qui reste dans les normes.
- Une forte diminution pour la salinité, la dureté total et le TAC mais qui reste dans les normes par rapport aux normes algériennes.
- Le pH reste toujours proche de la neutralité ceci est conforme aux normes: Algériennes qui fixent des valeurs de pH entre 6.5 et 8.5.
- Ces résultats montrent que tous les paramètres mesurés sont tous conformes aux normes de NA et OMS.

1-2-Qualité physico-chimique des échantillons d'Ifri :

Le tableau présente les teneurs en substances physico-chimiques mesurées pour les paramètres étudiés dans les échantillons d' Ifri.

Tableau 07: Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillée IFRI.

	Etiquette mg/l	Analyses mg/l	Valeur maximale admissible mg/l
Sodium	15,8	14,9	200
Potassium	2,1	2	12
Sulfates	68	126,05	400
Calcium	99	92,18	200
Résidu Sec	380	320	1500
bicarbonates			30-500
Chlorures	72	82,25	200-500
Ammonium			
Nitrites	<0,02	0	0.2
Nitrate	15	3,04	50
TDS		400	
pH	7,2	6,84	6,5-8,5
Température		11,5	25 C°
Turbidité		0,16	5 NTU
Conductivité électrique		778	2800 ms/cm
Salinité		11,5	
Dureté totale		344	500
Matière Organique		126,05	400
e			
TAC		335,5	500
Oxydoréduction		196,3	

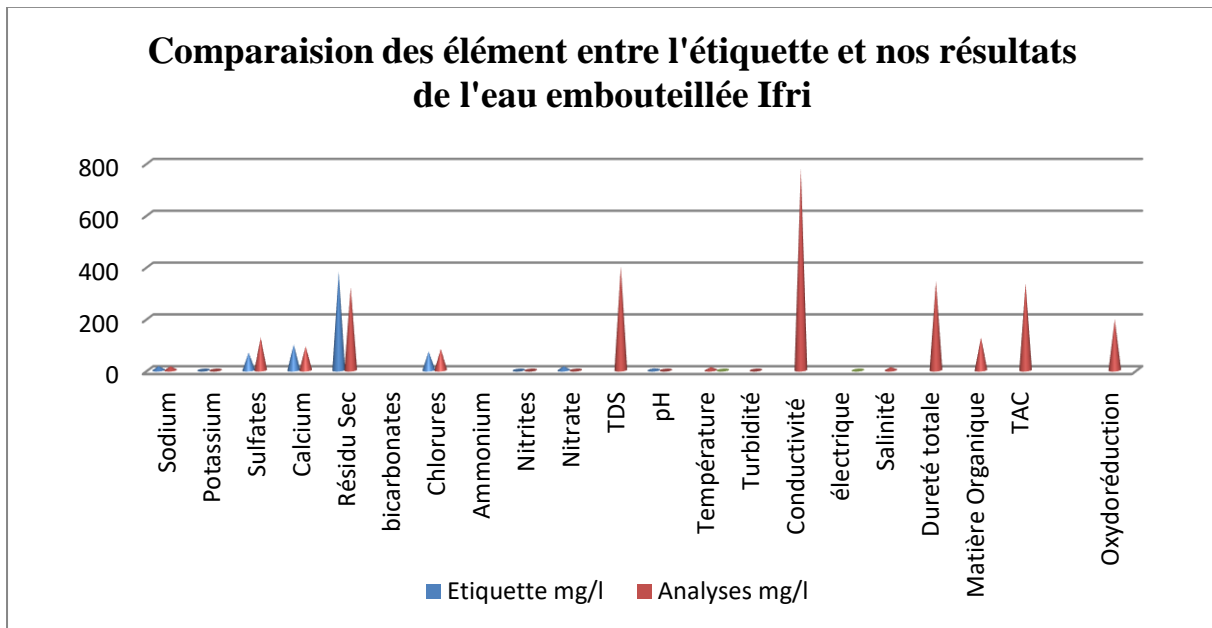


Figure 23: Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillée Ifri.

Les paramètres présentés dans Ifri présente des caractéristiques physico-chimiques qui se diffèrent un peu de Bouglez :

- la teneur en calcium, résidu sec, nitrite, dureté total, matière organique et le TAC y sont faibles.
- Aussi, nous remarquons des très faibles teneurs pour le nitrate, turbidité, conductivité électrique, salinité, bien qu'ils soient encore dans les limites acceptables
- Par contre on a obtenus des hautes valeurs pour le sulfate, chlorure.
- On remarque aussi que les résultats du potassium et de sodium sont stables dans cette bouteille.
- Le pH reste toujours proche de la neutralité ceci est conforme aux normes : Algériennes qui fixent des valeurs de pH entre 6.5 et 8.5.

1-3-Qualité physico-chimique des échantillons de Guedila:

Le tableau présente les teneurs en substances physico-chimiques mesurées pour les paramètres étudiés dans les échantillons de Guedilla.

Tableau 08 : Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillé GUEDILA.

	Etiquette mg/l	Analyses mg/l	Valeur maximale admissible mg/l
Sodium	29	29,1	200
Potassium	2	1,9	12
Sulfates	95	295,1	400
Calcium	78	72,144	200
Résidu Sec	564	400	1500
bicarbonates			30-500
Chlorures	40	53,179	200-500
Ammonium			
Nitrites	<0,01	0	0.2
Nitrate	4,5	1,75	50
TDS		387	
pH	7,35	7,21	6,5-8,5
Température		16,7	25 C°
Turbidité		0,29	5 NTU
Conductivité électrique		737	2800 ms/cm
Salinité		352	
Dureté totale		340	500
Matière Organique		1,36	400
TAC		40,96	500
Oxydoréduction		190,5	

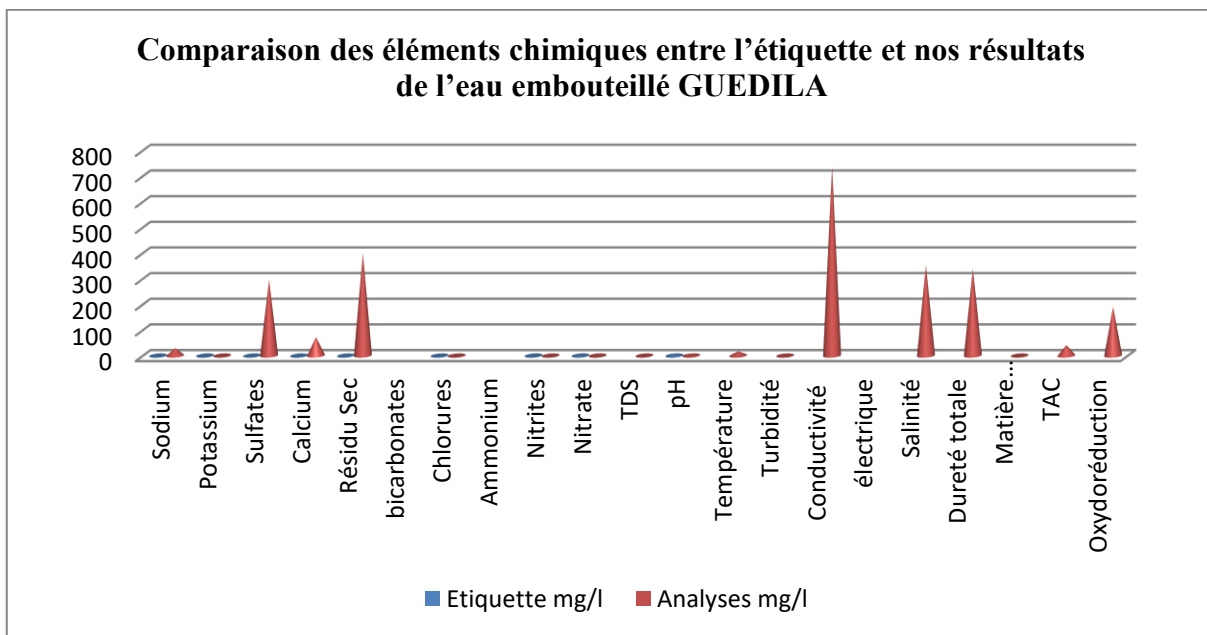


Figure24: Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillée Guedilla.

Les résultats obtenus pour cette eau sont :

- Faibles valeurs pour : le calcium, le résidu sec, et la dureté totale.
- Et très faible pour la turbidité, conductivité électrique, salinité, matière organique et TAC ; les paramètres mesurés sont tous conformes aux normes de l’OMS et de l’UE pour lesquels les valeurs guides sont spécifiées.
- On a noté un petit changement de concentration peu élevée pour le sulfate et chlorure mais qui restent toujours dans les normes.
- Mais pour le nitrate et le nitrite ils sont stables.
- Le PH est varié selon la composition de l’eau. l’OMS propose deux valeurs limites qui sont 6,5 –8. C’est ce qui est publié dans les textes algériens (6,5–8,5).
- Notre résultat répond aux normes de la réglementation pour le NA et l’OMS.

1-4-Qualité physico-chimique des échantillons de LallaKhedidja :

Tableau 09 : Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillé LALLA KHEDIDJA.

	Etiquette mg/l	Analyses mg/l	Valeur maximale admissible mg/l
Sodium	5,5	5,3	200
Potassium	0,54	0,62	12
Sulfates	7	16,15	400
Calcium	53	48,09	200
Résidu Sec	187	80	1500
bicarbonates			30-500
Chlorures	11	13,47	200-500
Ammonium			
Nitrites	<0,01	0	0.2
Nitrate	0,42	1,32	50
TDS		175	
pH	7,35	7,1	6,5-8,5
Température		16,7	25 C°
Turbidité		0,29	5 NTU
Conductivité électrique		737	2800 ms/cm
Salinité		352	
Dureté totale		340	500
Matière Organique		1,36	400
TAC		40,96	500

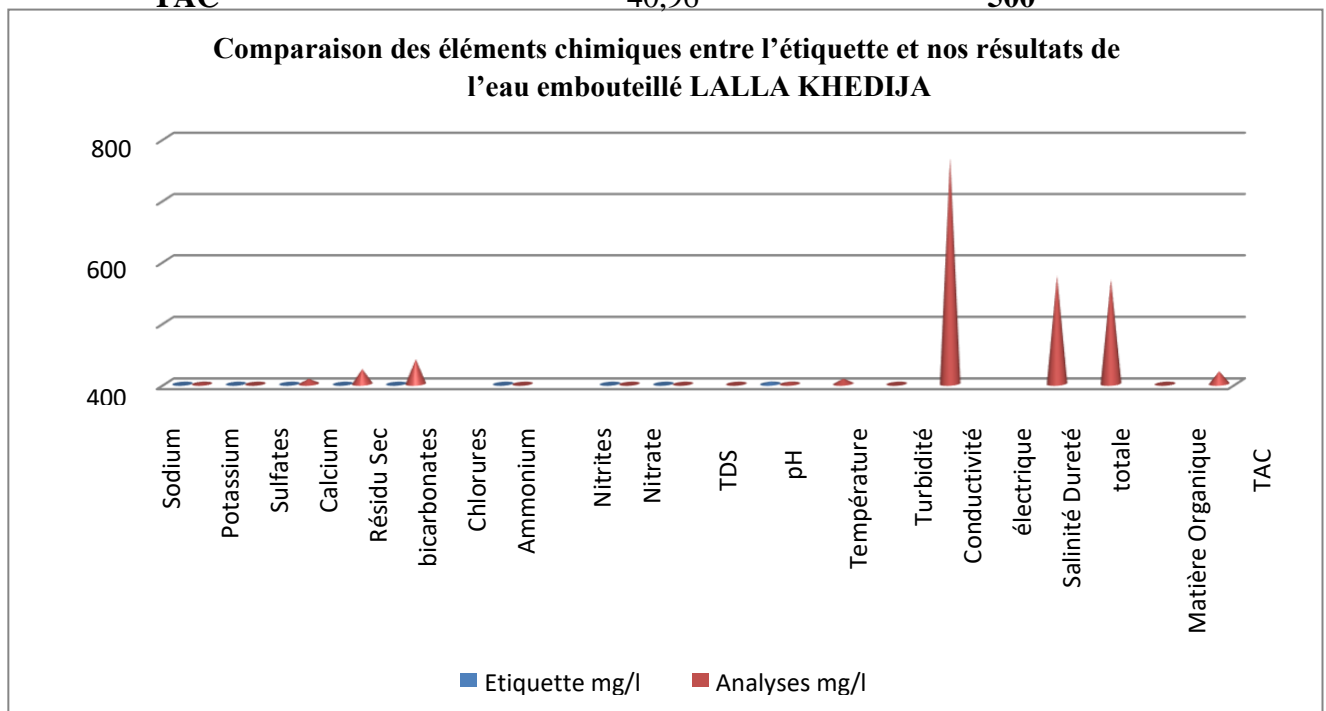


Figure 25: Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillée LALLA KHEDIJA

Les caractéristiques physico-chimiques de cette eau :

- La valeur mesurée pour le calcium est peu faible.
- Le résidu sec, la turbidité, la conductivité électrique, la salinité, la dureté totale, matière organique et le TAC restent dans les normes des réglementations.
- Le potassium, sulfate, chlorure et le nitrate marquent des valeurs élevées obtenues mais qui ne dépassaient pas les normes de réglementation.
- La valeur de sodium est stable.
- Le pH reste toujours proche de la neutralité ceci est conforme aux normes : Algériennes qui fixent des valeurs de pH entre 6.5 et 8.5.
- Tous nos résultats ont montré la conformité de ces marques aux normes mondiale et algérienne.

1-5-Qualité physico-chimique des échantillons de Taxenna :

Tableau 10: Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillé TAXENNA.

	Etiquette mg/l	Analyses mg/l	Valeur maximale admissible mg/l
Sodium	11	10	200
Potassium	01	01	12
Sulfates	11	77,15	400
Calcium	30	31,26	200
Residu Sec	152	80	1500
bicarbonates	60		30-500
Chlorures	28,4	21,27	200-500
Ammonium			
Nitrites	0	0	0.2
Nitrate	0	0	50
TDS		216	
pH	07	7,08	6,5-8,5
Temperature		12	25 C°
Turbidité		0,1	5 NTU
Conductivité électrique		376	2800 ms/cm
Salinité		182,1	
Dureté totale		174	500
Matière Organique		2,64	400
TAC		219,6	500

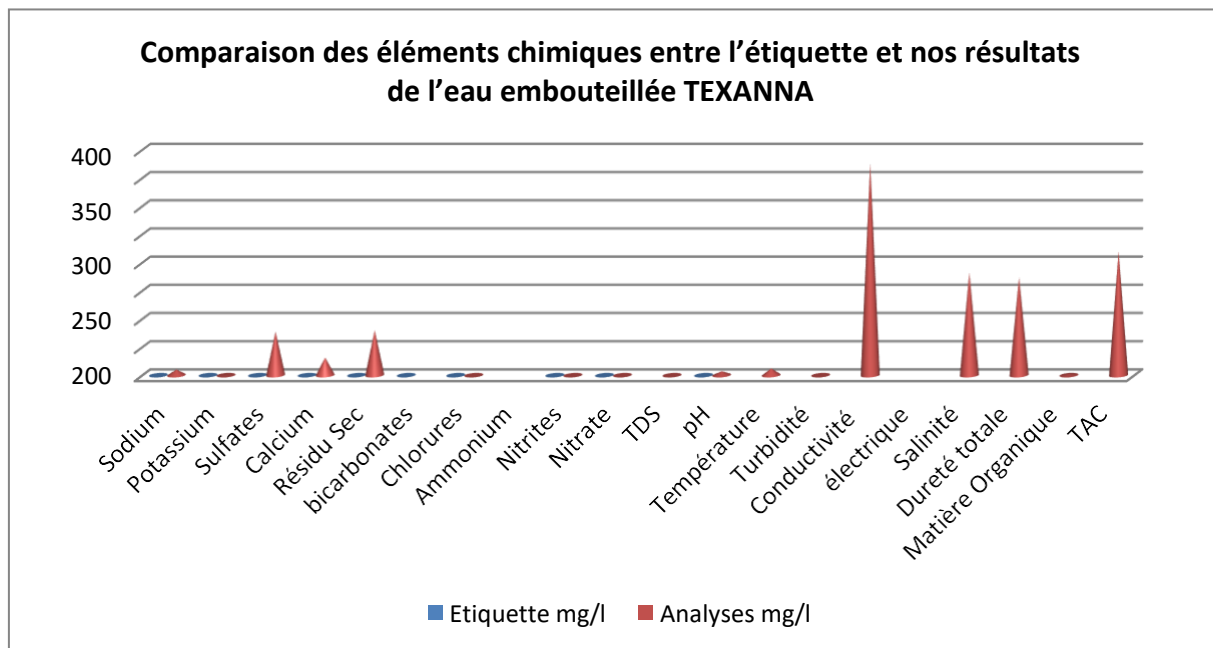


Figure 26 : Comparaison des éléments chimiques entre l'étiquette et nos résultats de l'eau embouteillée TEXANNA.

La comparaison des teneurs en éléments chimiques de nos résultats par rapport à l'étiquette pour cette eau résulte que :

- des faibles valeurs pour le chlorure et la turbidité.
- Les valeurs des résidus secs, conductivité électrique, salinité, dureté total, matière organique et du TAC obtenues sont très faibles.
- Par contre le sulfate note une valeur élevée.
- Autrement, on constate une stabilisation pour le sodium, le potassium et le calcium, mais on a obtenue des valeurs nulles pour le nitrate et nitrite.
- Le pH reste toujours proche de la neutralité ceci est conforme aux normes: Algériennes qui fixent des valeurs de pH entre 6.5 et 8.5.

Ces résultats montrent globalement que sur le plan physico-chimique, l'eau embouteillée n'affiche pas des valeurs hors des normes pour les paramètres considérés dans le cadre de ce travail.

2-Comparaison des paramètres physico-chimiques pour les échantillons :

- Les paramètres telle que : nitrate, nitrite, turbidité, conductivité électrique, salinité, dureté totale, TAC, résidus sec, matière organique Sont faible dans tous les échantillons.

D'autre sont nulles pour tous les échantillons tel que : Ammonium, nitrite mais ils restent conforme aux normes des OMS et NA.

On remarque une différence remarquable entre les résultats des paramètres obtenus chez les bouteilles sélectionnées par la suite on peut les classées :

- En premier, Les valeurs les plus élevés observés dans Ifri sont : calcium, chlorure, sulfate, TAC, dureté totale, résidus sec, salinité, conductivité électrique etturbidité.
- ensuite dans la marque Guedila les paramètres les plus élevés sont : calcium, chlorure, sulfate, TAC, dureté totale, résidus sec, salinité, conductivité électrique etturbidité
- puis, revient à la marque Taxenna en terme de valeur en conductivité électrique, sulfate sont élevées.
- Alors que, LalaKhedidja présent une haute valeur en calcium.
- Et finalement Bougulez présent une valeur élevé pour le nitrate et lechlorure.
- Parmi les cations, les plus importants sont le Ca, ensuite le Na et finalement leK.
- Au niveau des anions, en premier le SO_4^{2-} ensuite le Cl^- et a la fin le NO_3^- .
- Le NO_2^- , PO_4^{3-} et le NH_4^+ sont pratiquement inexistantes dans les eaux étudiées.

3. Faciès chimiques des eaux

Pour déterminer le faciès chimique des eaux d'embouteillages et son évolution dans le temps, nous avons utilisé diagramme de Piper.

3.1. Diagramme de Piper

Le diagramme de Piper permet de représenter le faciès chimique d'un ensemble d'échantillons d'eau. Il est composé de deux triangles permettant de représenter le faciès cationique et le faciès anionique et d'un losange synthétisant le faciès global. Le principe consiste à représenter dans chaque triangle équilatéral les quantités en réaction par rapport à la concentration totale des anions et des cations, on obtient ainsi deux points représentatifs indiquant la dominance

d'un anion ou d'un cation.

La composition de l'eau peut être figurée sur le losange par un point unique correspondant à l'intersection des parallèles depuis ces deux points aux côtés du losange qui représente la nature chimique de l'échantillon.

Pour bien visualiser le faciès chimique des échantillons d'eaux minérales étudiées un diagramme de Piper a été tracé se rapportant aux résultats des étiquettes sur les bouteilles.

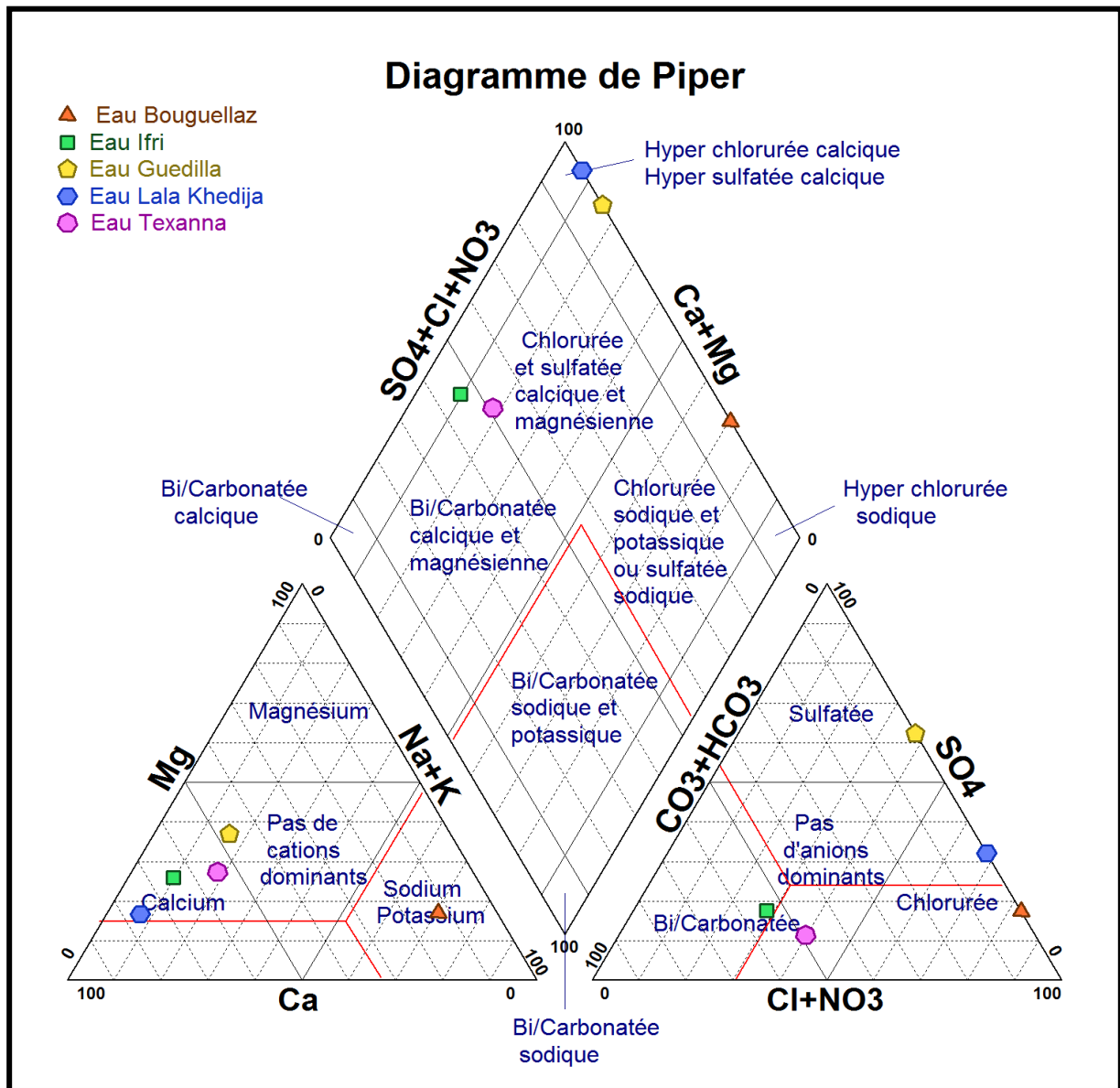


Figure 27: diagramme de Piper représente les composants chimiques des eaux minérales naturelles à partir des étiquettes.

➤ Ce diagramme montre que :

- Le faciès hyper sulfaté calcique est représenté par Lala Khedidja et Guedila.
- Le faciès chloruré sodique et potassique prédomine pour l'eau minérale Bouguellez.

- L'eau minérale Ifri a un faciès dominant Bicarbonate calcique et pour eau minéral Taxenna est hyper chloruré et sulfaté calcique..

La détermination du faciès dominants à partir de nos résultats montre

➤ Ce diagramme montre que :

- Le faciès hyper sulfaté calcique est représenté par les eaux suivants : Taxenna, Ifri ; et Lala Khedija.
- Le faciès chloruré sodique et potassique prédomine pour l'eau minérale Bougulez.
- L'échantillon de Guedila est sulfaté.

Nous tenons à signaler que les teneurs en bicarbonates sont indéterminées pour la majorité des échantillons s a été calculé par le logiciel.

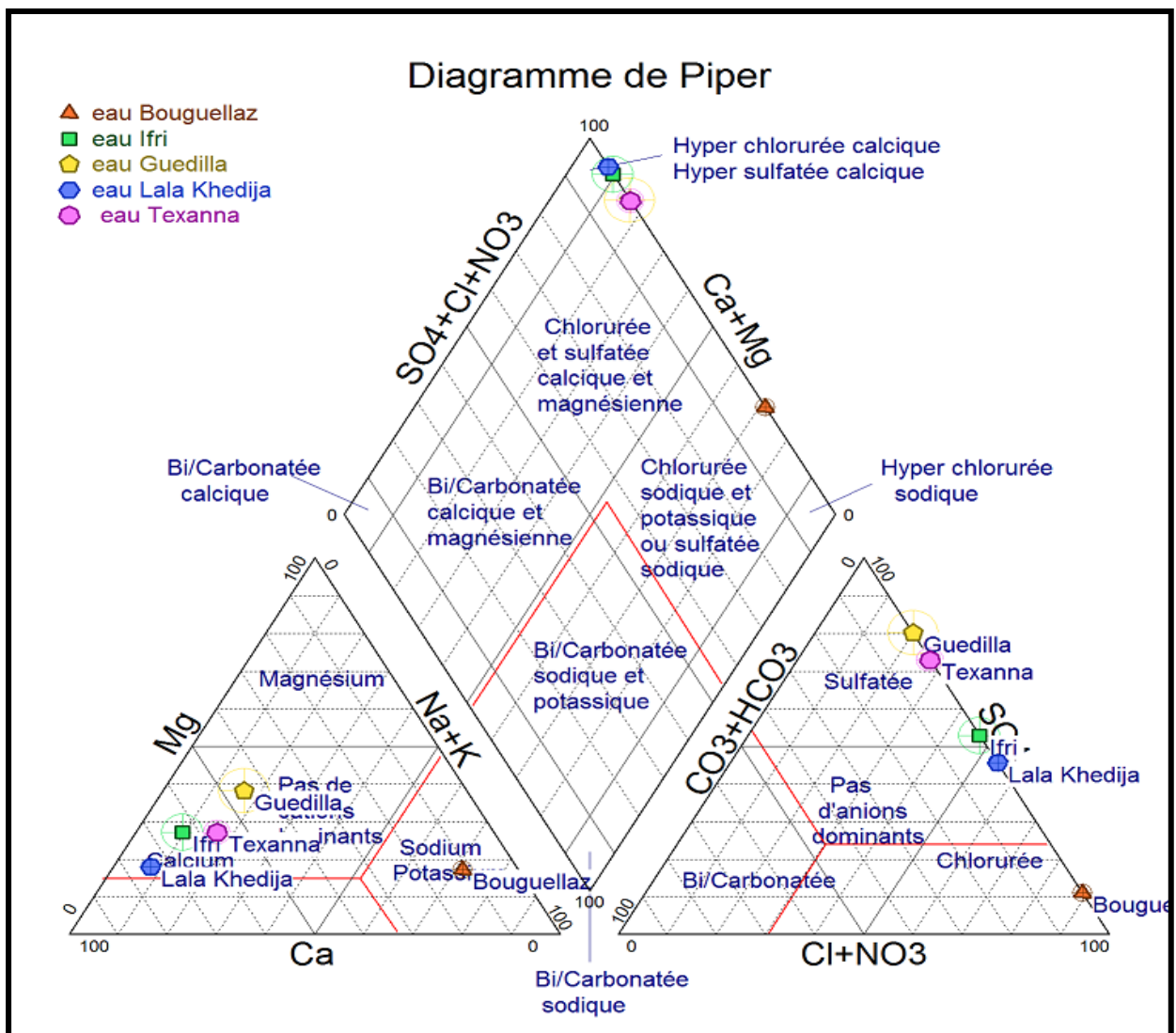


Figure 28: diagramme de Piper représente les composants chimiques des eaux minérales naturelles à partir nos résultats.

D'après les résultats obtenus à partir du diagramme de Piper, On remarque que la majorité des eaux minérales analysées sont de faciès dominant Sulfate de Calcium .

4- Discussion :

Dans ce travail on a pris en considération les paramètres suivants : PH, T°, CE, Turbidité, dureté total, chlorure, sulfate.

4.1. La Température :

La température obtenue à partir de notre expérience est 14,9°C pour Bougulez, 16,7°C pour Guedila, 11,5°C pour Ifri, 12,6°C pour Lala Khedidja et 12°C pour Taxenna. La valeur la plus élevée est la valeur de Guedila et la valeur la plus faible est la valeur d'Ifri.

La température joue un rôle essentiel pour la qualité de l'eau car elle influe sur les réactions chimiques et leur activités biologiques (Roux, 1987). Elle s'exprime en degré Celsius °C (Rodier et al, 2009 ; Rodier, 1996 ; Boukrouma, 2008).

Tableau 11: Grille d'appréciation de la qualité de l'eau par la température (Masson, 1998).

Température	Qualité
≤ 20°C	Normal
20°C – 22°C	Bonne
22°C – 25°C	Moyenne
25°C – 30°C	Médiocre
≥ 30°C	Mauvaise

D'après la grille on conclue que nos échantillons sont de bonne qualité car la température n'a pas dépasser les normes donc elle n'a pas affecté la propriété del'eau.

4.2 . Le Potentiel Hydrogène :

Le PH est l'un des paramètres les plus importants pour la qualité de l'eau, il n'ait aucun impact sur les consommateurs. Il est important pour la qualité de l'eau car il peut contaminer l'eau potable ; Cela peut affecter leur goût et leur aspect (OMS,2004).

Pour nos résultats, le PH obtenu à partir de notre expérience est 6,5 pour Bougulez, 7,21 pour Guedila, 6,84 pour Ifri, 7,1 pour Lalla Khedidja et 7,08 pour Taxenna. La valeur la plus élevée est la valeur de Guedila et la valeur la plus faible est la valeur de Bougulez.

Tableau 12: Aptitude à la biologie en fonction du pH (SEQ-Eau, 1999).

Qualité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Trèsmauvaise
PH	>8	8,5	9	9,5	>9,8

L'OMS propose deux valeurs limites qui sont 6,5 –8. C'est ce qui est publié dans les textes algériens (6,5–8,5).

En comparant nos résultats qui sont entre 6,5 et 7,21 et le tableau, on conclure que notre qualité d'eau sont très bonne.

4.3. Conductivité électrique :

La CE obtenu à partir de notre expérience est 120 μ S/cm pour Bougulez, 737 μ S/cm pour Guedila, 778 μ S/cm pour Ifri, 278 μ S/cm pour LallaKhedidja et 376 μ S/cm pour Taxenna. La valeur la plus élevée est la valeur d'Ifri et la valeur la plus faible est la valeur de Bougulez.

Les normes recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et les normes algériennes (NA) 2800 μ S/cm, les résultats ont montré la conformité de ces marques aux normes mondiales et algérienne.

Tableau 13: Aptitude à la biologie en fonction de la CE (SEQ-Eau, 1999).

Qualité	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Trèsmauvaise
CE (μ S/cm)	2500	3000	3500	4000	>4000

Nous remarquons qu'il y a une différence de qualité entre les eaux de Bougulez, Guedila, Ifri, LallaKhedidja et celles de Taxenna ; dont les eaux sont de très bonne qualité.

4.4. Les Anions :

- **Sulfate:**

Les sulfates dans l'eau proviennent des déchets industriels, et principalement au contact avec certains sols et roches qui contiennent des sulfates minéraux (Dunod ; 2009) aussi les engrais agricoles, le fumier, les eaux usées domestiques.

Le Sulfate obtenu à partir de notre expérience est 6,2 mg/l pour Bougulez, 295,1 mg/l pour Guedila, 126,05 mg/l pour Ifri, 16,15 mg/l pour LallaKhedidja et 77,15 mg/l pour Taxenna. La valeur la plus élevée est la valeur de Guedila et la valeur la plus faible est la

valeur de Bougulez.

les bouteilles de Ifri, Lala Khedidja, Taxenna et même Bougulez n'est pas considérée sulfatée puisque sa teneur est inférieure à 200 mg/l, D'autre part on dit que Guedila est une eau faiblement sulfatée car sa teneur a dépassé 250 mg/l, elle pourrait être indiquée dans les cas de constipation primitive en accélérant le transit intestinal. L'utilisation de ce type d'eau au long cours est en revanche déconseillée.

Les normes recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et les normes algériennes (NA) est 400 mg/l (OMS) et 200-400 mg/l (NA) et nos résultat se varie entre 6,2 mg/l et 295,1 mg/l qui répondent aux normes de la réglementation de NA et de l'OMS. Les résultats ont montré la conformité de ces marques aux normes mondiales et algérienne.

- **Nitrate:**

Les nitrates font partie des paramètres qui doivent figurer sur l'étiquette (journal officiel, 2006)

Les nitrates sont présents dans l'eau en raison des rejets urbains et industriels, ainsi que de l'utilisation d'engrais et d'élevage (Legube B. 2015). La transformation des nitrates en nitrites peut avoir un impact négatif sur la santé. Par contre, le nitrate seul il n'est pas toxique ; le nitrate provoque la « méthémoglobine », une forme d'hémoglobine incapable de transporter l'oxygène, Elle est mortelle pour les enfants de moins de 6 mois.

Le Nitrate obtenu à partir de notre expérience est 2,82 mg/l pour Bougulez, 1,75 mg/l pour Guedila, 3,04 mg/l pour Ifri, 1,32 mg/l pour Lalla Khedidja et 0 mg/l pour Taxenna. La valeur la plus élevée est la valeur d'Ifri et la valeur la plus faible est la valeur de Lala Khedidja.

Les normes établies par l'Organisation mondiale de la santé et les normes algérienne recommandent de ne pas dépasser 50 mg/l, Donc les résultats ont montré la conformité de ces marques aux normes mondiales et algérienne.

4.5. Les Cations

- **Calcium :**

Le Calcium obtenu à partir de notre expérience est 4,008 mg/l pour Bougulez, 72,144 mg/l pour Guedila, 92,18 mg/l pour Ifri, 48,09 mg/l pour Lalla Khedidja et 31,26 mg/l pour

Taxenna. La valeur la plus élevée est la valeur d'Ifri et la valeur la plus faible est la valeur de Bougulez.

Les normes recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et les normes algériennes (NA) est 200 mg/l (OMS).

Pour nos résultats, les cinq marques se trouvent au-dessous de la limite inférieure, et pourraient à cet effet réduire l'apport hydrique en Calcium. Donc nos bouteilles obtenues sont conseillées pour les patients des calculs. Les eaux calciques sont à éviter chez les patients des lithiases oxalocalciques-Calcium dépendantes. (Hubert J. 2010).

Par contre L'eau qui contient une intéressante quantité de Ca est très important chez les personnes qui ne couvrant pas leurs apports nutritionnels conseillés via leur alimentation. Ces eaux s'avèrent être particulièrement utiles aussi pour les sujets intolérants au lactose et les personnes peu amatrices de laitage-fromage, et bien sûr pour les personnes dont les besoins en Ca sont accrus : enfants, femmes enceintes et allaitantes, les femmes ménopausées et les personnes âgées (Constant F, Hawili N. 2011).

Les résultats ont montré la conformité de ces marques aux normes mondiales et algérienne.

- **Potassium :**

D'après Ayad et Kahoul (2017), Le potassium joue un rôle essentiel chez l'homme (transmission de l'influx nerveux) dont les besoins de l'organisme sont de l'ordre de 3 à 4 grammes par jour et une déficience peut induire une faiblesse musculaire.

La présence de potassium est liée avec l'utilisation en agriculture et en industrie et surtout à la nature géologique. (Rodier J, Legube B, Merlet N. Paris : Dunod ; 2009) (Touhari F, Mehaiguene M. 2017).

Le Potassium obtenu à partir de notre expérience est 1,1 mg/l pour Bougulez, 1,9 mg/l pour Guedila, 2 mg/l pour Ifri, 0,62 mg/l pour Lalla Khedidja et 01 mg/l pour Taxenna. La valeur la plus élevée est la valeur d'Ifri et la valeur la plus faible est la valeur de Lala Khedidja.

Les normes recommandées par les normes algériennes (NA) est 20 mg/l et ces résultats ont montré la conformité de ces marques aux normes algérienne.

- **Sodium :**

D'après Potelon et Zysman (1998) le sodium est un élément vital. Il est nécessaire aussi pour fournir un organisme adulte et enfant 2000 et 200 mg/jour. La présence de sodium est liée aux interactions eau-roche, à une infiltration d'eau de mer dans les nappes souterraines, aussi il

peut être anthropique. (Rodier J, Legube B, Merlet N. L'analyse de l'eau. Paris : Dunod ; 2009).

Plusieurs études ont été opérées pour déterminer s'il y a une corrélation entre le sodium et l'hypertension.

Le Sodium obtenu à partir de notre expérience est 28,7 mg/l pour Bougulez, 29,1 mg/l pour Guedila, 14,9 mg/l pour Ifri, 5,3 mg/l pour LallaKhedidja et 10 mg/l pour Taxenna. La valeur la plus élevée est la valeur Guedila et la valeur la plus faible est la valeur de Lala Khedidja.

La réglementation Algérienne fixe une valeur indicative de 200 mg/l pour le Na ce qui est conforme aux normes algérienne.

- **Ammonium :**

La présence de l'ammonium dans les eaux est un indicateur de pollution confirmé, bien qu'il n'ait aucun effet sur la santé humaine.(Dembele 2005). Sa teneur obtenu à partir de notre expérience sont nulles =0 mg/l.les normes établies par l'Organisation mondiale de la santé et normes algérienne recommandent de ne pas dépasser 0,5 mg/l Alors les résultats montrés la conformité de ces marques aux normes mondiales et algérienne.

4.6. Résidu sec :

Les résidus secs constituent un indice représentatif de la minéralisation de l'eau.Potelon et Zysman(1998).

Le résidu sec obtenu à partir de notre expérience est 40 mg/l pour Bougulez, 400 mg/l pour Guedila, 320 mg/l pour Ifri, 80 mg/l pour LallaKhedidja et 80 mg/l pour Taxenna. La valeur la plus élevée est la valeur de Guedila et la valeur la plus faible est la valeur de Bougulez.

L'utilisation ordinaire de l'eau dite minérale causée la surcharger sur les reins et ne permettent pas un bon tarissement et une élimination efficace des toxines.

On peut classer l'eau à partir de leur minéralisation sous :

Tableau 14 : La potabilité en fonction des résidus secs. (RODIER, 2005).

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

✓ Plus une eau est minérale, plus son résidu sec est élevé.

Donc Bougulez est la meilleure qualité et généralement nos cinq bouteilles sont de bonne qualité.

Les normes recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'état algérien (NA) est 1000 mg/l et 1500 mg/l respectivement, donc on peut dire que ces eaux sont dans les normes.

4.7. La Dureté Totale :

La DT obtenu à partir de notre expérience est 24 mg/l pour Bougulez, 340 mg/l pour Guedila, 344 mg/l pour Ifri, 154 mg/l pour LallaKhedidja et 174 mg/l pour Taxenna. La valeur la plus élevée est la valeur d Ifri et la valeur la plus faible est la valeur de Bougulez.

Les eaux douces sont des eaux dont la concentration en Ca et en Mg est faible, donc leur pourcentage dans l'eau est minime aussi ils sont caractérisées un gout spécial.

- Bien que des données d'études épidémiologiques pratiquées au Japon, en Angleterre et aux États-Unis ont fait apparaitre une augmentation de mortalité par affections cardiovasculaires dans les régions où sont distribuées des eaux douces, elles font encore l'objet de discussion et le lien de cause à effet n'est pas prouvé. (OMS 2019).
- les résultats ont montré la conformité de ces marques aux normes algérienne.

4.8. La Turbidité :

La turbidité obtenu à partir de notre expérience est 0,28 NTU pour Bougulez, 0,29 NTU pour Guedila, 0,16 NTU pour Ifri, 0,1 NTU pour LallaKhedidja et 0,1 NTU pour Taxenna. La valeur la plus élevée est la valeur de Guedila et la valeur la plus faible est la valeur de Lala Khedidja et Taxenna.

La turbidité est un indicateur essentiel de la qualité de l'eau elle est attribuée à la présence des particules en suspension colloïdales, La pluviométrie peut être préférée. (Rodier J, Legube B, Merlet N. L'analyse de l'eau. Paris : Dunod ; 2009).

La turbidité bâtie une gêne pour l'efficacité des traitements de désinfection par l'action protectrice des colloïdes vis-à-vis des microorganismes selon Legube B, Rodier J et Merlet N. Sa valeur ne doit pas dépasse le 5 NTU selon l'OMS et NA. Elle peut avoir des effets importants sur la qualité microbienne de l'eau potable.

Différentes études ont confirmé la relation entre la turbidité et la présence de microorganismes (virus, bactéries et protozoaires) dans l'eau potable. Donc dans une eau ayant une faible turbidité, l'énumération microbienne est généralement faible, Comme dans le cas de nos bouteilles.

Et les résultats ont montré la conformité de ces marques aux normes algérienne.

4.9. Salinité :

La salinité obtenu à partir de notre expérience est 36,3 mg/l pour Bougulez, 352 mg/l pour Guedila, 152,4 mg/l pour Ifri, 134,6 mg/l pour LallaKhedidja et 182,1 mg/l pour Taxenna. La valeur la plus élevée est la valeur de Guedila et la valeur la plus faible est la valeur de Bougulez.

La salinité conduit l'électricité et peuvent même augmenté la masse volumique de l'eau elle a une faible capacité de dissolution du dioxygène (O₂).

4.10. Titre alcalimétrique complet (TAC) :

Le TAC permet de mesurer la concentration des en ions carbonate de sodium et bicarbonates présents dans l'eau.

Le TAC obtenu à partir de notre expérience est 19,6 mg/l pour Bougulez, 40,96 mg/l pour Guedila, 335,5 mg/l pour Ifri, 207,4 mg/l pour LallaKhedidja et 219,6 mg/l pour Taxenna. La valeur la plus élevée est la valeur d'Ifri et la valeur la plus faible est la valeur de Bougulez.

les normes recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et les normes algériennes (NA) 500 mg/l. On dit un PH est stable si le TAC est stable c'est ce que l'on appelle le « pouvoir tampon ».

Nous constatons que l'eau d Ifri est le plus riche, par contre l'eau de Bougulez est la marque la plus pauvre de TAC. Et les résultats qu'on a obtenus ont montré la conformité de ces marques aux normes mondiales et algérienne.

4.11. Titre alcalimétrique (TA) :

Le TA permet de mesurer la concentration de tous les carbonates et bicarbonates dans l'eau, Pour protéger les canalisations de tous risques de corrosions une couche de carbonate doit être formée. (Kouider-Belala, 2006)

La teneur de TA obtenu à partir de notre expérience sont nulles =0 mg/l. Si le PH est dans les normes le TA est nulles.

4.12. Matière organique :

La MO obtenu à partir de notre expérience est 1,2 mg/l pour Bougulez, 1,36 mg/l pour Guedila, 2 mg/l pour Ifri, 2,48 mg/l pour LallaKhedidja et 2,64 mg/l pour Taxenna. La valeur la plus élevée est la valeur de Taxenna et la valeur la plus faible est la valeur de Bougulez.

La MO dégradent la qualité organoleptique de l'eau et perturbant la production d'eau potable.

Et pour la dégrader dans l'eau ; les microorganismes consomment beaucoup d'oxygène.

La Matière Organique provoque l'eutrophisation ; plus la MO est élevée plus l'oxygène dissous est consommé donc cette dernière n'est plus disponible dans le milieu.

4.13.Total des solides dissous TDS :

La quantité de sels dissous dans l'eau peut nous renseigner sur la potabilité de l'eau. (Aouissi A, 2010). Le TDS obtenu à partir de notre expérience est 73 mg/l pour Bougulez, 387 mg/l pour Guedila, 400 mg/l pour Ifri, 175 mg/l pour LallaKhedidja et 216 mg/l pour Taxenna. La valeur la plus élevée est la valeur d'Ifri et la valeur la plus faible est la valeur de Bougulez.

Les normes établies par l'Organisation mondiale de la santé recommandent de ne pas dépasser 2000 mg/l. Alors les résultats montrent la conformité de ces marques aux normes mondiales et algérienne.

5. Classification en fonction de la composition ionique :

Pour conclure et d'après les résultats d'analyse, parmi les eaux étudiées, la marque la plus riche en minéraux (Ca, Na, K) c'est Ifri, ceci a été confirmé par sa Conductivité et sa Dureté Total élevée ; Tandis que : Lalla Khedidja et sur tout Bougulez sont les marques les plus pauvres en minéraux ceci a été appuyée par leur diminution de la Dureté Total et de la Conductivité.

On se référant à leur classification en tenant compte de la teneur des constituants ioniques de l'eau, nous avons constaté que :

- Ifri est une marque calcique, riche en potassium et nitrate et sulfaté.
- Guedila est une marque calcique et sulfaté.
- Taxenna est une marque riche en Matière organique.
- Lalla Khedidja est une marque pauvre en minéraux.
- Bougulez est une marque pauvre en calcium et sulfate.

Après cette comparaison, on dit que chaque marque a sa propre composition et chacune d'eux a une caractéristique qui bénéficie de vertus pour la santé.

Classification en fonction de la minéralisation :

Tableau 15 : Classification des eaux minérales et eaux de sources en fonction de la composition ionique

Classification d'eau	Les marques
Eaux faiblement minéralisé Résidu sec ≤ 50 mg/l	Bougulez
Eaux Oligo-minérale 50 mg/l \leq RS \leq 500 mg /l	Guedila, Ifri, LalaKhedidja, Taxenna
Eaux modérément minéralisées 500 mg/l \leq Résidus sec \leq 1500mg/l	–
Eaux riche en sel minéraux Résidus sec ≥ 1500 mg/l	–

D'après le tableau on peut conclure que ; Bougulez est faiblement minéraux, tant que les autres marques présente une classe Oligo-élément.

6. Résultats d'analyses microbiologiques :

Tableau 16 : Résultats d'analyses microbiologiques des cinq bouteilles

Echantillon	ColiformeTotaux	Coliformefécaux	Stréptoquoque	Clostridium sulfito-réducteur.	Germes Totaux.
Bougulez	0	0	0	0	0
LalaKhedidja	0	0	0	0	0
Taxenna	0	0	0	0	0
Ifri	0	0	0	0	0
Guedila	0	0	0	0	0
NormeAlgérienne	10	0	0	0	20
Norme OMS	0	0	0	0	0

- Les coliformes totaux : les résultats d'analyses bactériologiques des échantillons d'eau révèlent des charges bactériennes qui sont toutes nulles = 0 UFT/100 ml.
- La charge bactérienne de toutes les sites sont nulles donc ces eaux sont conformes aux deux normes : algérienne (JORDP .2011) et l'OMS (2006).
- Coliformes fécaux nombre des coliformes fécaux trouvés dans les échantillons d'eau analysés oscille sont 0 UFT/100 ml. Donc ces eaux sont conformes aux deux normes :

algérienne (JORDP. 2011) et l’OMS (2 006).

- Les streptocoques fécaux : Le dénombrement des Streptocoques fécaux montre que la charge bactérienne des échantillons ont des valeurs nulles donc sont conformes à la norme algérienne (JORDP .2011) et l’OMS (2006).
- Clostridium sulfito-réducteur : Les dénombrements des spores de Clostridium sulfito-réducteur montre que les échantillons ont des valeurs nulles, ce qui correspond à la norme algérienne (JORDP 2011) et celle de l’OMS.
- Les germes Totaux : Le dénombrement des germes montrent que les échantillons ont des valeurs nulles, Donc Les résultats trouvés dépassent le seuil de 20 Germes/ml fixé par la réglementation Algérienne (JORA, 2011).

7. Recommandations :

Par conséquent comme des recommandations

- ✓ Les meilleures marque pour les bébés, les hypertendus, les enfants de plus de 6 ans, les femmes enceintes et allaitantes, pour la prévention des caries dentaires sont Bougulez et Lala Khedidja ; car elles sont moyennement minéralisée pauvre en sodium
- ✓ Les meilleures marque pour leurs effets diurétiques, laxatifs, antifatigue, problèmes de digestion ou en cas d'estomac sensible, en cas de lithiases uriques, pour les sportifs, les adultes, en cas de l’ostéoporose, pour les femmes pré ménopausées c’est Ifri et Guedila ; car elles sont hyper minéralisée, calcique, magnésienne, bicarbonatée, sulfatée, chlorurée.
- ✓ La marque Taxenna convient aux gens hypertendus, les adultes, les personnes âgées.

Conclusion

Conclusion

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

L'objectif de ce mémoire de fin d'études était l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des cinq (5) marques d'eaux embouteillée les plus commercialisés au niveau de Constantine.

Nous constatons que les valeurs qu'on a obtenus n'est pas toujours correspondant avec l'affichage sur l'étiquette de bouteilles.

Nous avons aussi obtenus que ces eaux étudiés aient une bonne qualité du fait que les cations ainsi que les anions.

On distingue que Bougulez c'est la marque la plus faible en minéraux ; par contre Ifri est la marque la plus riche en minéraux ; tant que Guedila, Lala Khedidja et Taxenna sont des marques avec une minéralisation modérée.

Dans la partie bactériologique de ces échantillons ont révélés l'absence totale des coliformes totaux, coliformes fécaux, clostridium sulfito-réducteur et pour les germes totaux ; tous ces résultats sont conformes aux normes de l'Organisation Mondial de la Santé (OMS) et de Normes de l'eau potable en Algérie (NA).

Il faut aussi penser que les études existantes ne semblent donc pas suffire pour affirmer que le plastique des bouteilles d'eau risque de faire passer des produits chimiques potentiellement dangereux dans l'eau. Le principal risque de leur réutilisation semble plutôt venir de l'accumulation des bactéries.

Enfin, nous recommandons pour le consommateur d'amélioré le choix de la qualité de l'eau qui contribue à sa santé.

Références
Bibliographiques

A

Anses. (2013). Rapport d'expertise collective. Evaluation du bénéfice sanitaire attendu de dispositifs respiratoires dits anti-pollution. Saisine, (2015-SA), 0218.

Anonyme.(2007).Guide de bonnes pratiques d'hygiène industrie des eaux conditionnées et embouteillées -page1/95.

Aouissi A. Microbiologie et physico-chimie de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord-est de l'Algérie). Mémoire de magister en Hydro-écologie. Université 8 Mai 1945 de Guelma.2010, 148p

Arbi Marouane,Aldjoubi Abdelaziz,(2019) :étude de la qualité des eaux embouteillées destinées à l'AEP commercialisées au niveau de la région de Ourgla .mémoire de master 2

Ayad W., et Kahoul M. 2017. Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de puits dans la région d'El-Harrouch: Microbiologie appliquée. Thèse de doctorat, université Badji Mokhtar, Annaba, 156 p.

B

Belghiti, M. L., CHAHLAOUI, A., Bengoumi, D., & El Moustaine, R. (2013). Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quadernaire dans la région de Meknès (Maroc). LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782, (14).

Blanchon, D. Boissière A (2013). Atlas mondial de l'eau: défendre et partager notre bien commun. Nouvelle édition augmentée. Paris: Éditions Autrement; 2013.

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

Bouchard. M, (2008) : Évolution temporelle et modélisation des coliformes dans une source d'eau potable,Mémoire de Master 2 en Sciences, Université de Laval , Québec, Canada.

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

Boukrouma. N., (2008). Contribution à l'étude de la qualité microbiologique de l'eau d'un écosystème aquatique artificiel: cas de la retenue collinaire d'Ain Fakroune (W. d'Oum ElBouaghi). Mémoire de Magister. Université 8 mai 1945, Guelma. 64p.

C

Constant, F., & Hawili, N. (2011). Les eaux embouteillées. Cahiers de nutrition et de diététique, 46(1), 40-50.

Cuq. J.L, (2007) : Microbiologie Alimentaire control microbiologique des aliments, Edition Sciences et Techniques du Languedoc, Université de Montpellier 2, Département de Sciences et Technologie des IndustriesAlimentaires, Montpellier, France.

D

Debabza.M, (2005) : Analyse microbiologique des eaux des plages de la ville d'Annaba Evaluation de la résistance aux antibiotiques des microorganismes pathogènes, Mémoire de Magister en Microbiologie appliquée, Université Badji-Mokhtar, Annaba, Algérie.

Décret no80-242 du 4 septembre 1980, relatif a`la mise en œuvre de lastructuration des entreprises, Journal officiel de la Ré´publique algé´ri-enne. 1980

Dembele, M. (2005). Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM. Sa dans la ville de BAMAKO: Médecine de pharmacie et d'odontostomatologie. Thèse de doctorat, Université de Bamako, 77 p.

Directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. 28p.

Ditman M., (2009). L'eau introduction.

E

Euzen, Agathe, and Yves Levy."Hygiène." (2013): 116-121.

G

Gregorio.C, et Pierre-Marie. B., (2007). Traitement et épuration des eaux•industriellespolluées: Procédés, Presses Univ. Franche-Comté, 356 p.

GRHMSM,(2011):https://www.gov.mb.ca/waterstewardship/odw/publicinfo/fact_sheets/pdf/fr/factsheet_drinking_water_program_fr.pdf Consulté le 25/05/2018

Guide de Bonnes Pratiques d'Hygiène Industrie des eaux conditionnées et embouteillées, Février 2007

H

Hamed.M, et al, (2012) : Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Djorf-Torba, Thèse d'Ingénieur d'état en Biologie, Université des Sciences et Technologies Béchar, Béchar, Algérie.

Hanriot.A. (1911) Les eaux minérales en Algérie Dunod et Pinas, Paris (France).

Haslay C. &Leceler H., 1993. Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition : Tec et Doc .Lavoisier . Paris : 101-107.

Hazzab A. 2011. Eaux minérales naturelles et eaux de sources en Algérie. Hydrologie, environnement 343(1): 20-31

Hazzab A. (PDF) Evolution de la législation de l'exploitation et de la protection des eaux minérales naturelles et les eaux de sources en Algérie. | Abdelkrim HAZZAB [https://www.researchgate.net/publication/274735448_Evolution_de_la_legislation_de_l'exploitation_et_de_la_protection_des_eaux_minerales_naturelles_et_les_eaux_de_sources_en_Algerie]. 2012

Houillier. P, Blanchard. AetPailard .M, (2004) : Métabolisme du potassium, Elsevier SAS. 1 : 138-157

Hubert J., Hubert C., Jungers P., Daudon M., et Hartemann P. 2002. Eaux de boisson et lithiase calcique urinaire idiopathique. Urologie. 12(4): 692-699.

Hubert, J. (2010). Quelles eaux de boisson faut-il consommer?. Progrès en urologie (Paris), 20(11), 806-809.

J

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE (J.O.R.A). (1993).n° 46 du 10 Juillet 1993, 7-12.

JORA(2011).Décret exécutif n° 11-219, fixant les objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau des populations.

Journal officiel de la **république** Algérienne démocratique et populaire N° 27. Avril 2006.

Journal officiel de la république algérienne démocratique et populaire. juillet 2004.

K

Kouider-Belala. Z, (2006) : Etude et traitement de l'eau du barrage Djorf El Torba de la wilaya de Bechar par filtration sur sables, Mémoire de Magister en Eau et Environnement, Université Hassiba Ben Bouali, Chlef, Algérie.

L

Legube B. Production d'eau potable: Filières et procédés de traitement. 2015.

M

Maiga. A, (2005) : Qualité organoleptique de l'eau de consommation produite et distribuée par l'EDM.SA dans la ville de Bamako : évaluation saisonnière, Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université de Bamako, Bamako, Mali

Maraza Z. 2015. Etude 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

Mens et Derouane, (2000). État des nappes de l'eau souterraine de Wallonie.

M.J. Oliffe (1856) Sur les eaux minérales naturelles en Algérie. Journal de pharmacie et de chimie Vol. 29, N° 3, pp. 283-285

O

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

OMS (1994). Directives de qualité pour les eaux de boisson; Volume 1- Recommandation. Organisation mondiale de la santé 2e édition.

OMS, (2003): Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva. Switzerland

OMS, (2005): Taleb s. confrontation des normes algériennes des eaux potables aux directives de l'organisation mondiale de la santé. Mai 2005.

Ordonnance no66-220 du 22 juillet 1966, portant création de la société nationale des eaux minérales (E.M.A), Journal officiel de la République algérienne. 1966.

P

Potelon J. L et Zysman .K. 1998. Le guide des analyses de l'eau potable. Édition : La lettre du cadre territorial S.E.P.T, pp. 89-119.

R

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

Rasmussen H. et Rouleau A. 2003. Guide de détermination d'aires d'alimentation et de protection de captages d'eau souterraine: Centre d'étude sur les ressources minérales, Université de Québec à Chicoutimi, 182 p.

Rejsek F. 2002. Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques. Ed

Rodier. J, (1976) : l'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 8eme édition, édition Dunod, Paris, France

Rodier, 1996. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 6eme édition: Dunod, Paris.CRDP, Aquitaine. France. 358 p

Rodier. J., (2005). L'analyse De L'eau ; Eaux Naturelles, Eaux Résiduelles, Eaux De Mer. 8ème édition. Dunod. 1383 p.

Rodier, 2009. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 9eme édition: Dunod, Paris

Rodier. J, Legube. B, Merlet. N, Brunet. R, Mialocq. J.C, Leroy. P, Houssin. M, Lavison. G, Bechemin. C, Vincent. M, Rebouillon. P, Moulin.L, Chomodé. P,Dujardin. P,Gosselin. S, Seux. R., Almardini F, (2009) : L'analyse de l'eau, 9ème Ed. Dunod., Paris, France.

Rodier, J., Legube, B., & Merlet, N. (2016). L'analyse de l'eau-10e éd. Dunod.

Roux. D., (1987). Office International de L'eau : L'analyse biologique de l'eau. TEC et DOC. Paris. 229 p.

S

Savary. P, (2010): Guide des analyses de la qualité de l'eau, Ed. Territorial Voiron, France.

Sghaier, T., & Abdallah, M. A. B. (2018). Comparative study of the physicochemical composition of twenty packaged water brands marketed in Tunisia. Journal of New Sciences, 56, 3671-3686.

Sghaier T. et Abdallah M. 2018. Comparative study of the physicochemical composition of twenty packaged water brands marketed in Tunisia Etude comparative de la composition physico-chimique de vingt marques d'eaux conditionnées et commercialisées en Tunisie. Génie Rural, Eaux et Forêts 56 (3): 2286-5314.

T

Tahraoui D.N., (2010). Qualité des eaux de mer après dessalement au niveau de la station de dessalement de la ville de Ténès (Chlef) et l'impact de dessalement sur l'environnement (milieu aquatique). WATMED5, Lille-France

Touhari, F., & Mehaiguene, M. (2017). Etude de la Qualité des Eaux de la vallée du Haut Cheliff (Algérie). Éditions universitaires européennes.

V

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

W

W.H.O. (World Health Organization), (1994). Directive de qualité de l'eau de boisson. Critères d'hygiène. 2ème édition. Vol 2. Genève.

WHO (World Health Organization). 2006. Guidelines for drinking-water quality. First addendum to third edition. Volume 1. Recommendations. 595p.

WHO (World Health Organization). 2011. Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition. Geneva. 564p.