

N° d'ordre :

N° de série :



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Kasdi Merbah Ouargla

Faculté des sciences appliquées

Département de Génie Des Procédés

Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de Master académique

En

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie Chimique

Présenté par :

Arbi Marouane

Aldjoubi Abdelaziz

Thème

**ÉTUDE DE LA QUALITÉ DES EAUX EMBOUTILLÉES
DESTINÉES A L'AEP COMERCIALISÉES AU NIVEAU DE LA
RÉGION DE OUARGLA**

Soutenu le : 06/07/2019

Devant le jury composé de :

ACHI Fethi
HACINI Zineb
CHAOUCH Noura

MCA
MCB
MCA

Président
Examinatrice
Rapporteur

2018-2019

REMERCIEMENTS

Un grand merci, un petit merci, peu importe sa taille il n'a pas de dimension... c'est un petit mot tout simple mais qui pèse lourd quand il vient du fond du cœur.

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

Nous remercions nos parents et nos familles et les amis pour leurs soutiens. Merci beaucoup.

Nous remercions nos enseignants et toute l'équipe de formation de Master Génie Chimique, ainsi que les étudiants de nos promotions.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre encadreur, **Dr. NOURA CHAOUCH** pour son acceptation de la direction de ce travail, ainsi que pour tous ses efforts, ses encouragements et ses précieuses orientations, qui n'a pas cessé de prodiguer, c'est grâce à son infatigable dévouement que ce travail a pu être réalisé.

Nous tenons à remercier très sincèrement, **Monsieur ACHI Fethi**, pour l'honneur qu'elle nous fait en acceptant la présidence de ce jury.

Nous adressons nos plus vifs remerciements à, **Madame HACINI Zineb** d'avoir accepté d'examiner ce travail et participer à ce jury.

Un grand merci à tous ceux que nous ai côtoyé de près ou de loin et que nous avons involontairement oublié.



DEDICACES

Nous dédions de façon spéciale ce Travail de Fin d'Études

A :

Nos mères, **Attia Naima** et **Mouaasar Nasser Djamila**.

A :

Nos pères, **Arbi Mahmoud** et **Aldjoubi Mansoor Saad**.

A :

Notre cher professeur, **Noura Chaouch**.

A :

L'âme du défunt, **Hamoum Mohammed Achour**.

A :

Tout le peuple du Yémen.

A :

Tout le peuple algérien, et l'Algérie mon deuxième pays.

دراسة جودة مياه القارورات التجارية الموجهة للاستهلاك البشري في منطقة ورقلة

ملخص

الماء جزئ بسيط وضروري لاستمرارية الحياة والتطور السكاني, و توفير مياه الشرب ذات جودة صحية جيدة هو مصدر قلق للسلطات , جودة مياه الشرب تستحق اهتماما خاصا من حيث التوازن المعدني ؛ واحدة من أكثر مصادر المياه شعبية هي مياه القارورات التجارية. بما أن نسبة مهمة من سكان ورقلة يستهلكون مياه القارورات التجارية و بالنظر إلى الاستهلاك المتزايد لهذه المنتجات، كان من الضروري مناقشة جودتها ومدى احترامها للمعايير الدولية و الجزائرية .يهدف عملنا الى اجراء استبيان و تسليط الضوء على العوامل التي تحدد نوعية المياه و هي : درجة الحموضة والبقايا الجافة،و العناصر الأساسية (الكالسيوم , المغنيزيوم, البوتاسيوم , الصوديوم , الكيبريتات , الكلور), العناصر الكاشفة للتلوث (النترات , النتريت).تستند الدراسة التي قمنا بها الى مقارنة المعايير المدروسة بالمعايير المحددة من طرف المنظمة العالمية للصحة(OMS) و المعايير الجزائرية (NA). أظهرت النتائج أن المعايير المدروسة تحترم المعايير المذكورة أعلاه و منه نلخص أن مياه القارورات المدروسة آمنة للاستهلاك البشري.

كلمات البحث: الماء – ماء القوارير.

ÉTUDE DE LA QUALITÉ DES EAUX EMBOUTILLÉES DESTINÉES A L'AEP COMERCIALISÉES AU NIVEAU DE LA RÉGION DE OUARGLA

RESUME

L'eau, molécule simple, est indispensable à la continuité de la vie et le développement des populations. Eau potable de bonne qualité constitue une préoccupation permanente des autorités. L'aspect consommation et qualité de l'eau potable mérite une attention particulière en termes d'équilibre minéral ; l'une des sources d'eau que les gens demandent le plus souvent est l'eau des bouteilles commerciales. Une proportion importante de la population d'Ouargla consommant l'eau de bouteilles commerciales et compte tenu de la consommation accrue de ces produits, il était nécessaire de discuter de la qualité et du respect des normes internationales et algériennes. Le présent travail consiste à effectuer des enquêtes et de mettre en évidence les paramètres qui déterminent la qualité de l'eau à savoir : pH, résidus secs, éléments essentiels (calcium, magnésium, potassium, sodium, sulfate, chlore), éléments indicateurs de pollution (nitrates, nitrites). Notre étude est basée sur une comparaison des paramètres avec les normes les normes définis par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et les normes algériennes (NA). Les résultats ont montré que les normes étudiées respectaient les normes mentionnées. Nous en résumons le fait que l'eau des bouteilles étudiées est propre à la consommation humaine.

Mots clés : Eau, Eaux embouteillées.

STUDY OF THE QUALITY OF BOTTLING WATER INTENDED FOR THE AEP COMERCIALIZED AT THE OUARGLA REGION

ABSTRACT

Water, a simple molecule, is essential for the survival of all kinds of life as well as for the populations' development. Placing drinking water at peoples' disposal is the authorities' permanent concern. The consumption and quality of drinking water needs special attention concerning the mineral balance; one of the most popular sources of water is water from commercial bottles. A significant proportion of the population of Ouargla consuming commercial bottled water and given the increased consumption of these products, it was necessary to discuss the quality and compliance with international and Algerian norms. The present work consists in carrying out surveys and highlighting the parameters which determine the quality of the water namely: pH, dry residues, essential elements (calcium, magnesium, potassium, sodium, sulphate, chlorine), indicators of pollution (nitrates, nitrites). Our study is based on a comparison of the parameters with the standards defined by the World Health Organization (WHO) and the Algerian standards (NA). The results showed that the norms studied comply with the mentioned norms; we summarize the fact that the water of the bottles studied is safe for human consumption.

Keywords: Water, Bottled water.

Table des matières

P.

REMERCIEMENTS

DÉDICACES

ملخص

RESUME

ABSTRACT

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION GENERALE	1
1- Contexte de l'étude.....	1
2- Importance de la qualité de l'eau embouteille.....	1
3- Problématique et objectifs	2
4- Architecture du mémoire.....	3
CHAPITRE I- SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	4
I.1. Eau (c'est quoi, composition et propriétés).....	4
I.2. Importance de l'eau pour la santé publique.....	7
I.3. Paramètres de contrôle de qualité de l'eau	7
I.3.1. Paramètres organoleptiques.....	7
I.3.1.1. La couleur	7
I.3.1.2. L'odeur	8
I.3.2. Paramètres physico-chimiques liés à la structure naturelle de l'eau.....	8
I.3.2.1. pH	8
I.3.2.2. Conductivité électrique.....	8
I.3.2.3. Température.....	8
I.3.2.4. Sels totaux dissous.....	8
I.3.2.5. Turbidité	8
I.3.2.6. Résidu sec	9
I.3.3. Les éléments fondamentaux	9
I.3.3.1. Les cations	9
I.3.3.1.1. Calcium.....	9
I.3.3.1.2. Magnésium.....	9
I.3.3.1.3. Sodium.....	10

I.3.3.1.4. Potassium.....	10
I.3.3.2. Les anions	10
I.3.3.2.1. Chlorures.....	10
I.3.3.2.2. Sulfate	10
I.3.3.2.3. Carbonates et Hydrogénocarbonates	10
I.3.3.2.4. Hydroxide	11
I.3.4. Les éléments indésirables.....	11
I.3.4.1. Manganèse	11
I.3.4.2. Fer.....	11
I.3.4.3. Cuivre	11
I.3.4.4. Zinc	12
I.3.5. Les éléments toxiques.....	12
I.3.5.1. Cadmium	12
I.3.5.2. Plomb.....	12
I.3.5.3. Chrome	13
I.3.5.4. Nickel.....	13
I.3.6. Les indicateurs de pollution.....	13
I.3.6.1. Composés azotés.....	13
I.3.6.1.1. Ammonium	14
I.3.6.1.2. Nitrites	14
I.3.6.1.3. Nitrates.....	14
I.3.6.2. Composés phosphorés	14
I.4. Normes de potabilité.....	14
I.4.1. Normes mondiales.....	14
I.4.2. Normes Algériennes	15
CHAPITRE II- PRÉSENTATION DE LA RÉGION DE OUARGLA.....	17
II.1. Situation géographique	17
II.2. Climat	18
II.3. Population.....	18
CHAPITRE III- RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	19
III.1. Recensement des marques d'eau embouteillée vendues dans la zone de Ouargla	19
III.1.1. Eau Ain Bouglez	19
III.1.2. Eau Saïda.....	19

III.1.3.	Eau Tazliza	19
III.1.4.	Eau Ifri.....	20
III.1.5.	Eau El-Goléa	20
III.1.6.	Eau Guedila	20
III.1.7.	Eau N’Gaous	20
III.1.8.	Eau Righia	21
III.1.9.	Eau Texanna	21
III.1.10.	Eau Fezguia	21
III.1.11.	Eau Youkous.....	21
III.1.12.	Mont Djurdjura	21
III.1.13.	Eau Lalla khedidja	22
III.1.14.	Eau Thevest	22
III.1.15.	Eau Ouwis.....	22
III.1.16.	Eau Togi	22
III.2.	Les marques les plus consommées par les habitants de la région de Ouargla	22
III.3.	Les informations disponibles sur les bouteilles	24
III.3.1.	Paramètres physico-chimiques liés à la couverture des bouteilles.....	24
III.3.1.1.	pH.....	24
III.3.1.2.	Résidu sec	25
III.3.2.	Éléments fondamentaux	25
III.3.2.1.	Calcium	25
III.3.2.2.	Magnésium.....	26
III.3.2.3.	Sodium	26
III.3.2.4.	Potassium	27
III.3.2.5.	Chlorures.....	27
III.3.2.6.	Sulfates.....	28
III.3.2.7.	Bicarbonates.....	28
III.3.3.	Éléments indicateurs de pollution	29
III.3.3.1.	Nitrate	29
III.3.3.2.	Nitrite	29
III.4.	Vérification de la potabilité des eaux embouteillées	30
III.4.1.	Comparaison des paramètres physico-chimiques avec les normes de potabilité.....	30
III.4.1.1.	pH.....	30

III.4.1.2. Résidu sec	30
III.4.2. Comparaison des éléments fondamentaux avec les normes de potabilité.....	31
III.4.2.1. Calcium	31
III.4.2.2. Magnésium.....	32
III.4.2.3. Sodium	32
III.4.2.4. Potassium	33
III.4.2.5. Chlorures	33
III.4.2.6. Sulfates.....	34
III.4.2.7. Bicarbonates.....	34
III.4.3. Comparaison des éléments indicateurs de pollution avec les normes de potabilité.	34
III.4.3.1. Nitrate	35
III.4.3.2. Nitrite.....	35
III.5. La qualité d'eau des bouteilles à Ouargla.....	35
CONCLUSION.....	42
REFERENCES	

LISTE DES TABLEAUX

P.

Tableau 01: Principales constantes physiques de l'eau pure, dans ses trois états.....	6
Tableau 02: La potabilité en fonction des résidus secs. (RODIER, 2005).....	9
Tableau 03: Norme de potabilité.....	16
Tableau 04: Communes et localités de la cuvette de Ouargla.....	17
Tableau 05: PH liés aux couvertures des bouteilles.....	24
Tableau 06: Les teneurs du Résidu sec liés aux couvertures des bouteilles.....	25
Tableau 07: Les teneurs du calcium liés aux couvertures des bouteilles.....	25
Tableau 08: Les teneurs du magnésium liés aux couvertures des bouteilles.....	26
Tableau 09: Les teneurs du sodium liés aux couvertures des bouteilles.....	26
Tableau 10: Les teneurs du potassium liés aux couvertures des bouteilles.....	27
Tableau 11: Les teneurs du chlorure liés aux couvertures des bouteilles.....	27
Tableau 12: Les teneurs du sulfate liés aux couvertures des bouteilles.....	28
Tableau 13: Les teneurs du bicarbonates liés aux couvertures des bouteilles.....	28
Tableau 14 : Les teneurs du nitrate liés aux couvertures des bouteilles.....	29
Tableau 15: Les teneurs du nitrite liés aux couvertures des bouteilles.....	29
Tableau 16: Classification des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla en fonction de leurs résidus secs.....	31
Tableau 17: Valeur de calcium dans chaque marque pour les besoins quotidiens.....	37
Tableau 18: Valeur de magnésium dans chaque marque pour les besoins quotidiens.....	37
Tableau 19: Valeur de sodium dans chaque marque pour les besoins quotidiens.....	38
Tableau 20: Valeur de potassium dans chaque marque pour les besoins quotidiens.....	38
Tableau 21: Valeur de chlorure dans chaque marque pour les besoins quotidiens.....	39
Tableau 22 : Valeur de sulfate dans chaque marque pour les besoins quotidiens.....	39
Tableau 23: Les valeurs nutritionnelles dans chaque marque pour les besoins quotidiens.....	40

LISTE DES FIGURES

P.

Figure 01 : Géométrie de la molécule d'eau.	4
Figure 02: Carte de découpage administratif de Ouargla.....	17
Figure 03: Résultats des enquêtes menées au niveau des magasins de la région de Ouargla ..	23
Figure 04: Résultats des enquêtes menées sur les sites de réseaux sociaux dans la région de Ouargla	23
Figure 05: pH des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla.....	30
Figure 06: Résidu sec des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla ...	31
Figure 07: Calcium des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla	32
Figure 08: Magnésium des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla..	32
Figure 09: Sodium des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla	33
Figure 10: Potassium des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla	33
Figure 11: Chlorures des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla.....	34
Figure 12: Sulfates des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla.....	34
Figure 13: Nitrates des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla.....	35
Figure 14: Nitrites des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla.....	35

INTRODUCTION GENERALE

1- Contexte de l'étude

L'eau potable est essentielle à la vie (humains, animaux et plantes) et constitue une ressource stratégique et essentielle à l'existence humaine. En tant que tel, elle mérite une attention particulière, car elle peut être la cible de menaces en raison d'activités humaines. Toutes les activités humaines impliquant la mobilisation de ressources naturelles entraînent la génération de déchets solides et d'effluents liquides susceptibles de générer un transport de polluants. Ces sources de pollution peuvent entraîner une dégradation de la qualité des ressources en eau lorsque la protection de l'environnement récepteur n'est pas garantie.

L'une des sources d'eau que les gens demandent le plus souvent est l'eau des bouteilles commerciales qui, à leur avis, était d'excellente qualité.

Au cours des dernières années, le phénomène a augmenté chez les familles qui préfèrent acheter de l'eau en bouteille au lieu d'utiliser l'eau du robinet, dont la qualité est approuvée par les laboratoires.

Dans le cadre de ce projet de fin d'étude, nous avons visité les magasins, les supermarchés et les grossistes de la région de Ouargla, de nombreuses marques nationales d'eau embouteille enregistrent une consommation indéniable, car toutes les familles, quelle que soit leur situation sociale, se précipitent pour acheter ces bouteilles.

Vu la consommation croissante de ces produits, il est vraiment nécessaire de discuter leur qualité et s'ils respectent les normes internationales.

Dans ce contexte, nous vérifierons la qualité des bouteilles d'eau commercialisées au niveau de la ville d'Ouargla.

2- Importance de la qualité de l'eau embouteille

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.

3- Problématique et objectifs

Dans la région d'Ouargla, connue pour ses températures élevées et parfois plus de 50 degrés, l'eau est une nécessité urgente.

Avec la popularité croissante de l'eau embouteillée, le consommateur est confronté à un grand nombre de marques, chacune revendiquant la qualité de son produit et ses avantages pour la santé du consommateur. Le citoyen, bien sûr, recherche la meilleure eau pour la consommation et n'a pas de difficulté à la payer.

Cependant, dans la région d'Ouargla, il existe un problème de méconnaissance des consommateurs des normes de qualité que ces marques doivent respecter.

Face à cette situation et pour faciliter la compréhension de la qualité de l'eau embouteillée dans la région de Ouargla, on s'y pose plein de questions dont les plus importantes sont :

- Combien de marques d'eaux embouteillées sont commercialisées au niveau de la région d'Ouargla ?
- Comment ces marques sont distribuées au niveau de la région d'étude ?
- Est-ce qu'il existe des marques préférentiellement consommées par le citoyen ?
- Quelle est la qualité des eaux embouteillées consommées par le citoyen ?
- Quel impact peut engendrer cette consommation sur sa santé ?
- Dans quelles mesures les marques respectent-elles les normes de qualité internationales et algériennes ?

Pour répondre à ces questions, notre travail définit les objectifs suivants :

1. Inventaire des marques d'eau embouteillée commercialisées au niveau de la région d'Ouargla.
2. Présentation des caractéristiques des eaux mentionnées sur les bouteilles.
3. Comparaison des paramètres physiques et chimiques de l'eau avec les normes internationales et algériennes.
4. Identification des eaux appropriées et inappropriées pour la consommation et déterminer la meilleure parmi celles-ci.

4- **Architecture du mémoire**

Ce manuscrit est divisé en trois chapitres :

Le premier chapitre est une synthèse bibliographique ; il regroupe les notions fondamentales sur l'eau destinée à la consommation humaine, son importance pour la santé publique ainsi que les principaux paramètres de contrôle de la qualité de l'eau sont pris en compte dans le contexte de ce travail et les normes pertinentes.

Le deuxième chapitre est consacré à une brève présentation de la zone étudiée, de son climat ainsi que de la planification démographique.

Le troisième chapitre sert à présenter et discuter les résultats obtenus.

Enfin, une conclusion met en exergue les principaux résultats obtenus.

CHAPITRE I- SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Ce chapitre consiste en une revue de la littérature sur l'eau, de sa qualité et de son importance pour la santé publique.

I.1. Eau (c'est quoi, composition et propriétés)

L'homme n'a cessé de s'interroger sur la nature de l'eau. Pour Aristote (384-322av.JC), l'eau avec le feu, la terre et l'air, fait partie des quatre éléments de la réalité universelle. A la même époque, Démocrite (460-370 av. JC) pense au contraire que la matière a une nature corpusculaire (le mot atome vient du grec atomos, qui veut dire indivisible). La théorie aristotélicienne est admise jusqu'au 17^e siècle. Mais, à la fin du 18^e siècle, tout est remis en cause. Le physicien anglais Cavendish réussit à démontrer en 1766 que l'eau était formée d'hydrogène puis Joseph Priestley découvre en 1774 le deuxième élément constitutif qui est l'oxygène. Le 27 juin 1783 en France, Lavoisier et Laplace réalisent la synthèse de l'eau à partir de deux volumes d'hydrogène et d'un volume d'oxygène. En 1800, Anthony Carlisle et William Nicholson effectuent la première analyse de l'eau en y plongeant des fils de cuivre reliés à une pile. Ils récupèrent alors deux volumes d'hydrogène et un volume d'oxygène.

La formule chimique de l'eau est donc H₂O. La recherche sur la structure de l'eau ouvre ainsi la voie à la chimie moderne.

L'eau ou l'hémioxyde d'hydrogène est un corps incolore, inodore, et insipide, c'est le seul matériau sur terre dans les trois états physiques.

La différence d'électronégativité entre l'oxygène (3.5) et l'hydrogène (2.1) confère à la molécule d'eau une structure dissymétrique (Figure N°01).

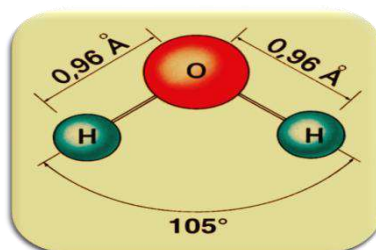


Figure 01 : Géométrie de la molécule d'eau.

Du point de vue électrique cela se traduit par le caractère polaire de la molécule d'eau, présentant un moment dipolaire permanent de 1,86 Debye à l'état gazeux, de 2.01 à 3 Debye à l'état liquide et de 1,70 Debye à l'état solide. Cette polarisation permanente permet d'expliquer de nombreuses extraordinaires propriétés de l'eau.

L'eau est l'une des ressources naturelles renouvelables de notre planète, une composante essentielle de sa composition. Elle représente 70.9 % de la surface de la Terre. Ce qui la rend

particulièrement importante en tant que composé chimique est sa stabilité ainsi que certaines propriétés spécifiques notamment :

Cohésion : la propriété de cohésion est l'une des propriétés les plus importantes de l'eau, où les molécules d'eau sont attirées les unes par les autres en raison de la propriété de la polarité des molécules d'eau, formant des liaisons hydrogène entre les molécules voisines et en raison de cette propriété, l'eau reste sous forme liquide à des températures normales sans s'évaporer.

Adhésion : elles fixent les molécules d'eau aux surfaces, raison pour laquelle l'eau se répand sous forme de fine couche sur certaines surfaces telles que le verre.

Tension superficielle : les liaisons hydrogènes existantes dans l'eau font que sa tension superficielle soit la plus élevée de tous les liquides excepté le mercure. Cette caractéristique fait en sorte que les gouttelettes d'eau convergent les unes sur les autres pour couvrir la plus petite surface. La manière dont les molécules d'eau circulent sur les surfaces telles que les voitures et les feuilles d'arbres.

Capillarité : cette propriété est produite par la tension superficielle et est un exemple de ce qui se passe chez les plantes lorsque vous essayez d'absorber de l'eau dans le sol. Les molécules d'eau collent à la surface interne des tubes de la plante, mais la tension superficielle tente de les aplatir, ce qui provoque la remontée des molécules d'eau dans la plante, processus qui se poursuit jusqu'à ce que suffisamment d'eau soit formée pour que la gravité puisse récupérer l'eau.

Chaleur spécifique : l'eau est caractérisée par une chaleur spécifique, la quantité d'énergie nécessaire pour modifier la température du matériau, de sorte que l'eau peut absorber de grandes quantités d'énergie thermique avant qu'elle ne devienne chaude.

De plus, l'eau dégage lentement de l'énergie calorifique lorsqu'elle est refroidie par rapport aux conditions environnantes, ce qui aide les organismes à réguler plus efficacement la température de leur corps.

Solvant total : l'eau peut dissoudre un grand nombre de composés chimiques, car il s'agit d'un solvant total, qui permet à cette eau de transporter les éléments nutritifs dissous dans les eaux superficielles et les eaux souterraines.

Étirement : les molécules d'eau se dilatent lorsqu'elles sont gelées, ajoutant environ 9% au volume, et la densité maximale de l'eau est d'environ une unité à 4 °C. L'eau est le seul matériau qui n'atteint pas la densité maximale de sa masse lorsqu'elle devient solide.

Conductivité électrique : l'eau pure est un bon isolant pour l'électricité, à moins qu'elle ne contienne d'autres substances solubles telles que des sels. Si l'eau contient de grandes quantités de solutés sous formes ioniques, elle devient un excellent conducteur d'électricité.

Les valeurs des principales constantes physiques de l'eau, dans ses trois états, sont rassemblées dans le (Tableau1.)

Tableau 01: Principales constantes physiques de l'eau distillé, dans ses trois états.

Eau liquide	
Propriétés	Valeurs
Température d'ébullition sous 760 mm Hg (101 325,02 Pa)	100 °C
Capacité thermique massique à 15 °C	4,186 8 J · g ⁻¹
Enthalpie de vaporisation à 100 °C	2 252,5 J · g ⁻¹
Conductivité thermique à 20 °C	5,98 mW · cm ⁻¹ · K ⁻¹
Résistivité à 20 °C	23,8 MΩ · cm
Constante diélectrique à 20 °C	80
Conductivité électrique à 20 °C	4,2 μs/cm
Indice de réfraction pour la raie D à 10 °C	1,33300
Masse volumique à 4 °C	1 g · cm ⁻³ (Par définition)
Viscosité à 20 °C	1.005 mPa.s
Tension superficielle à 20 °C	72.75 10 ⁻³ N/m
Eau solide	
Propriétés	Valeurs
Température de fusion	0 °C
Capacité thermique massique	2,093 4 J · g ⁻¹
Enthalpie de fusion sous 760 mm Hg (101 325,02 Pa)	333,27 J · g ⁻¹
Tension de vapeur à 0 °C	877,128 Pa
Constante diélectrique	3,26
Indice de réfraction pour la raie D	1,30907
Densité (par rapport à l'eau à 4 °C)	0,916 49 ± 0,000 7
Eau vapeur	
Propriétés	Valeurs
Conductivité thermique à 100 °C	0,231 mW · cm ⁻¹ · K ⁻¹
Densité par rapport à l'air	0,623 37
Indice de réfraction pour la raie D à 100 °C	1,00259

L'eau contient des gaz dissous, principalement de l'oxygène, du gaz carbonique, de l'azote et du méthane, qui n'ont pas tous la même solubilité que l'eau et qui contiennent des matières minérales dissoutes.

L'eau contient de nombreux ions fondamentaux dissous, notamment le calcium (Ca⁺⁺), le magnésium (Mg⁺⁺), le sodium (Na⁺), le potassium (K⁺), les carbonates (CO₃⁻), les bicarbonates (HCO₃⁻), les sulfates (SO₄⁻), les chlorures (Cl⁻) et les nitrates (NO₃⁻).

L'eau contient également des indicateurs de pollutions dont les composés azotés (l'ammonium, les nitrites, les nitrates), et les composés phosphorés (les phosphates).

Parmi les éléments indésirables pouvant existés dans l'eau, on peut citer le fer, le manganèse, le cuivre et le zinc.

D'autres éléments dit : éléments trace peuvent exceptionnellement existés à des teneurs variant de 0.1 à 100 microgrammes par litre), comme l'arsenic, le chrome, le cadmium, le nickel, le cobalt, le plomb ...etc.

I.2. Importance de l'eau pour la santé publique

L'eau est le constituant principal de la cellule vivante. En effet cette dernière est condamnée à mort une fois sa teneur en eau abaissée à moins de 20 % de son poids. L'eau assure la régulation de la température, le transport des nutriments et le nettoyage. La composition et les besoins en eau diffèrent d'un règne à un autre, voir même entre les espèces du même règne.

Pour un adulte d'un poids moyen de 75 kg, son corps contient de 50 à 60 litres d'eau, l'homme. En effet, l'eau représente 25 % des tissus osseux, 66 % de la peau, 78 % des tissus du cerveau et 80 % des muscles et du sang.

L'eau est essentielle à tous les échanges alimentaires intracellulaires dans le corps, même les impulsions nerveuses ont besoin d'un milieu aqueux pour les échanges électriques. Elle est également responsable de la chaleur de notre corps et de la viscosité de notre sang.

Par conséquent, ce rôle critique de l'eau ne peut être conçu sans le concept de sécurité. Si l'eau potable est constamment requise, il est nécessaire que cette eau soit saine, pure et de bonne qualité. C'est pour cette raison que l'eau a toujours constitué une préoccupation majeure mondiale.

I.3. Paramètres de contrôle de qualité de l'eau

En termes de contrôle de la qualité de l'eau, quatre groupes (04) ont été identifiés :

Paramètres organoleptiques, Paramètres physico-chimiques liés à la structure naturelle de l'eau, les éléments fondamentaux de l'eau, les éléments indésirables, les éléments toxiques.

Les paramètres pris en compte dans le cadre de ce travail sont détaillés dans les paragraphes suivants :

I.3.1. Paramètres organoleptiques

I.3.1.1. La couleur

La première chose que les consommateurs remarquent lorsqu'ils achètent des bouteilles d'eau, c'est la couleur de l'eau.

La couleur d'une eau est la fonction des substances qui y sont présentes. Quand sa coloration est due seulement à la présence de substances dissoutes, c'est-à-dire des substances qui peuvent passer au travers d'un filtre de faible porosité ¹(0.45 µm), Quand la teneur en ces substances est faible, la couleur apparente est vraie sont relativement la même dans une eau claire. La lixiviation et les débris organiques sont les principales sources de couleur dans l'eau.

Les couleurs de l'eau dépendent des normes précises pour qu'elle soit buvable et l'Organisation mondiale de la santé a établi ces normes.

La couleur doit être acceptable n'excédant pas 50 unités sur l'échelle de platine-cobalt

¹ (µm) Micro Mitre.

I.3.1.2. L'odeur

L'odeur est un paramètre important qui permet de porter un jugement bref sur la qualité de l'eau. Elle est définie, selon Rodier et al, comme l'ensemble des sensations perçues par le nez en aspirant certaines substances volatiles. Dans l'eau destinée à la consommation humaine, aucune odeur ne doit être perçue.

I.3.2. Paramètres physico-chimiques liés à la structure naturelle de l'eau

I.3.2.1. pH

Le potentiel hydrogène, noté pH, mesure l'activité chimique des ions hydrogènes en solution. En général, il est sans effet direct sur les consommateurs ²(OMS,2011). Cependant, il fait partie des paramètres essentiels de contrôle de la qualité de l'eau. Car, il conditionne un large éventail d'équilibres physico-chimiques entre les gaz dissous (CO₂), les ions carbonates et bicarbonates (Belghiti et al 2013, Akil et al., 2014). Le pH des eaux naturelles est principalement imposé par les équilibres des acides carboniques (Rodier et al.,2009). Il est aussi influencé par la nature du substratum sol, la géologie et l'origine des eaux (Belghiti et al 2013).

I.3.2.2. Conductivité électrique

D'après Rodier et al, la conductivité électrique d'une eau est « la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm²de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm ». Largement fonction de la température, sa mesure permet d'apprécier le niveau de minéralisation d'une eau (Belghiti et al., 2013, Rodier et al., 2009).

I.3.2.3. Température

La température de l'eau est parmi les paramètres environnementaux les plus importants. Cette mesure donne des informations sur les propriétés chimiques, biologiques et physiques de l'eau, ainsi que les effets possibles sur la santé. Elle a une grande influence sur un certain nombre de contaminants chimiques et de constituants inorganiques susceptibles d'avoir des effets sur le goût de l'eau. À température élevée, le développement des micro-organismes est favorisé et les problèmes de goût, de couleur et d'odeur peuvent se manifester (OMS,2011).

I.3.2.4. Sels totaux dissous

L'effet de la teneur des sels totaux dissous ³(TDS) dans une eau potable n'a pas de base fondée sur la santé. Leur présence dans l'eau à teneur élevée répréhensibles pour les consommateurs car ils entraînent un goût désagréable à l'eau. Une eau est réputée bonne quand sa teneur en TDS est inférieure à 600 mg/l (OMS,2011).

I.3.2.5. Turbidité

La turbidité est un paramètre efficace de contrôle de qualité de l'eau. Elle est causée par des particules présentes dans l'eau. Elle n'a pas une signification sanitaire mais elle doit être

² (OMS) Organisation Mondiale de la Santé.

³ (TDS) Sels Totaux Dissous.

maintenue à un niveau faible pour être acceptable par les consommateurs. La valeur médiane de la turbidité idéale devrait être inférieure à 0.1⁴ NTU (OMS,2011).

I.3.2.6. Résidu sec

La détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, non volatiles, obtenues après une évaporation d'eau (RODIER, 2005). 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 (OMS, 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 02: 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

I.3.3. Les éléments fondamentaux

I.3.3.1. Les cations

I.3.3.1.1. Calcium

Le calcium est le plus abondant des métaux alcalino-terreux. Il existe sous un seul état d'oxydation, le Ca²⁺. Il est essentiel à la vie des animaux et des plantes. Dans la nature, il est essentiellement rencontré dans les roches ignées, spécifiquement dans les pyroxènes, les amphiboles et les feldspaths. Par contre, les carbonates représentent les formes les plus courantes du calcium dans les roches sédimentaires (Hem, 1985). Associé au magnésium, il provoque la dureté de l'eau. Au-delà d'une certaine concentration, le calcium provoque aussi un problème de goût à l'eau. Selon l'anion associé, le seuil de goût pour l'ion calcium se situe entre 100 et 300⁵ mg/l (OMS,2011).

I.3.3.1.2. Magnésium

Le corps contient environ 25 g de magnésium, ce qui place ce métal au quatrième rang en abondance parmi les constituants minéraux de l'organisme. Le squelette contient plus de la moitié du magnésium (67 %) et le reste est réparti dans le liquide intracellulaire des tissus mous (31 %) et, dans une moindre mesure, dans les liquides organiques (environ 1 %). Le magnésium est un élément à effets bénéfiques pour l'organisme, le déficit en magnésium se traduit par des manifestations cardiaques et des troubles neuromusculaires (Wanélus, 2016).

⁴ (NTU) Unité de turbidité Néphélométrie.

⁵ (mg/l) Milligramme/Litre.

I.3.3.1.3. Sodium

Le sodium est un élément essentiel pour maintenir l'équilibre d'hydratation du corps. Il est donc indispensable d'en consommer en quantité suffisante, mais sans excès. Généralement, l'alimentation contribue amplement à l'apport journalier de sodium.

Ce métal permet de maintenir l'équilibre hydrique du corps. En collaboration avec d'autres ions tels que les bicarbonates et les chlorures, il participe aussi à l'équilibre acido-basique qui donne au sang un ⁶pH stable. Il intervient aussi dans la transmission de l'influx nerveux et la contraction musculaire.

Enfin le sodium intervient dans le passage du sucre et d'autres nutriments du sang vers l'intérieur des cellules. Généralement, dans l'eau potable, la teneur en sodium ne dépasse pas 200 mg/l (OMS, 2011).

I.3.3.1.4. Potassium

Le potassium est l'élément clé de la contraction musculaire. Les besoins journaliers sont assez faibles et généralement couverts par une alimentation équilibrée. La concentration de potassium est assez faible dans la plupart des eaux minérales. Le potassium participe également au bon fonctionnement des reins, et des glandes surrénales qui régulent le stress et la production d'énergie.

Il est indispensable de consommer du potassium en assez grande quantité pour contrer les effets du sodium consommé en excès. Une personne adulte devrait consommer 3 à 5 g de potassium par jour ; les enfants de 0 à 6 ans entre 0,5 et 1 ⁷g/j.

I.3.3.2. Les anions

I.3.3.2.1. Chlorures

Parmi les halogènes, le chlore est l'élément le plus abondant. Élément volatil, le chlore peut se rencontrer sous diverses formes d'oxydation allant du Cl⁻ aux Cl⁷⁻. Dans l'eau exposée à l'atmosphère, il est surtout rencontré sur la forme des ions chlorures (Hem, 1985). À forte concentration, les chlorures donnent un goût salé à l'eau. En fonction du cation associé (Na⁺, K⁺, Ca²⁺), le seuil de détection du goût diffère et se situe ordinairement entre 200 et 300 mg/l.

I.3.3.2.2. 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).

I.3.3.2.3. Carbonates et Hydrogénocarbonates

Les Carbonates et les Hydrogénocarbonates trouvent leurs origines dans l'eau suite à des équilibres chimiques conditionnés par le contact de l'eau avec les deux phases qui l'entourent,

⁶ (pH) Potentiel hydrogène.

⁷ (g/j) gramme par jour.

une phase solide constituée par les roches et une autre gazeuse formée d'anhydride Carbonique (CO₂).

I.3.3.2.4. Hydroxide

Le seul anion présent dans l'eau pure est l'ion hydroxyde (OH⁻), issu de l'autoprotolyse. C'est un élément important de l'eau de consommation car il contrôle le degré du PH.

I.3.4. Les éléments indésirables

I.3.4.1. Manganèse

Principalement dominant dans les roches basaltiques (Hem, 1985), le manganèse (Mn) se rencontre un peu partout dans l'environnement dans l'air l'eau et le sol sous plusieurs états d'oxydation. Il est l'un des métaux les plus abondants dans la croûte terrestre et s'accompagne généralement du fer. En conditions anaérobies ou à faible oxydation, le manganèse se dissout de façon naturelle dans les eaux souterraines et les eaux de surface. Il peut provenir aussi de sources anthropiques telles que l'exploitation minière, les rejets industriels, la lixiviation à partir des sites d'enfouissement (Santé Canada, 2016). Quand il est à faible concentration dans l'eau (0.1 mg/l), il ne présente pas de problème à la santé humaine mais peut provoquer un goût indésirable à l'eau selon l'Organisation mondiale de la santé. Par contre, à forte concentration, le manganèse peut entraîner entre autres des problèmes d'anoxie, d'apathie, de douleurs musculaires et des troubles neurologiques (OMS, 2000 ; Bouchard et al. 2011).

I.3.4.2. Fer

Le fer est un métal très abondant dans la croûte terrestre, principalement dans les roches ignées comme les amphiboles et les pyroxènes. Dans la nutrition humaine, il joue un rôle essentiel. La dotation minimale journalière en fer dans l'organisme varie de 10 à 50 mg en fonction de l'âge, du sexe, de sa biodisponibilité et de l'état physiologique de la personne considérée Selon l'Organisation mondiale de la santé. Les pollutions industrielles et le phénomène de lixiviation des bassins versants sont les principales causes de la présence du fer dans les eaux de surface (Wanéus, 2016). À une concentration de 2 mg/l dans l'eau potable, le fer ne présente aucun danger pour la santé des consommateurs. Au-dessus de ce seuil, le goût et la couleur de l'eau sont généralement affectés Selon l'Organisation mondiale de la santé.

I.3.4.3. Cuivre

Métal stable, le cuivre peut être retrouvé sous plusieurs formes dans l'environnement notamment sur la forme de sulfure. Dans un approvisionnement en eau potable, il provient surtout de l'action corrosive du lessivage des tubes cuivrés. Il favorise l'augmentation de la corrosion des installations en fer et en fer galvanisé. Quand sa concentration excède 5 mg/l, il agit sur la coloration de l'eau et lui confère aussi un goût amer Selon l'Organisation mondiale de la santé. Mohod et Dhote ont avancé que la contamination de l'eau de boisson par une forte concentration en cuivre peut conduire à une anémie chronique, des maladies coronariennes et de fortes pressions sanguines, bien que les maladies coronariennes aient été aussi liées à une carence en cuivre. Emmanuel de son côté lie une carence en cuivre dans

l'organisme à d'autres pathologies tels que des troubles du métabolisme osseux, du système nerveux et aussi de l'anémie et des lésions cardiaques.

I.3.4.4. Zinc

Le zinc est un métal naturellement présent dans l'environnement. Il est surtout rencontré dans la blende sous forme de sulfures insolubles (ZnS). Dans l'eau potable, la concentration en zinc dépasse très rarement 0.1 mg/l. Quand sa concentration avoisine les 3-5 mg/l, il confère un goût indésirable à l'eau et peut développer à l'ébullition un film gras. Selon l'Organisation mondiale de la santé.

I.3.5. Les éléments toxiques

I.3.5.1. Cadmium

Le Cadmium est un métal présent dans la croûte terrestre (0,15⁸ mg/Kg) et présence dans l'eau à l'état divalent (Cd²⁺) sous forme de sels dissous (sulfures, chlorures, sulfates, nitrates).

Provoque une série de risques pour la santé, y compris le cancer et en prenant de fortes doses, provoque des troubles rénaux et des troubles du système digestif, pulmonaire et nerveux, de l'ostéoporose (ostéomalacie, maladie de Itai-Itai), de l'hypertension artérielle et une faiblesse immunitaire. Les personnes exposées sont les personnes âgées et les insuffisances rénales.

La solubilité du cadmium dans l'eau dépend dans une large mesure de l'acidité de ce milieu. La dissolution du cadmium en suspension ou adsorbé par les sédiments peut se produire lorsque le pH de l'eau diminue. Ainsi, il est important de connaître les concentrations de cadmium dans les matières en suspension et dans les sédiments pour l'évaluation du degré de contamination d'un plan d'eau.

Selon l'Organisation mondiale de la santé, la quantité de cadmium dans l'eau ne devrait pas dépasser 3⁹ µg/L.

I.3.5.2. Plomb

Le plomb existe sous forme métallique, inorganique et organique. Le plomb métallique est insoluble dans l'eau.

La teneur en plomb de l'eau potable est très variable. Parmi les facteurs qui influencent les niveaux de plomb dans l'eau : pH, température, dureté, quantité d'oxygène dissous et présence de chlore) (Churchill et al., 2000 ; Schock, 1990 ; Gardels et Sorg, 1989).

La valeur guide fixée par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) est de 10 µg/l (Organisation mondiale de la Santé). Considérant que les preuves de cancérogénicité sont suffisantes chez l'animal mais insuffisantes chez l'homme ; ¹⁰l'IARC a convenu de classer le plomb dans le groupe 2 B, c'est-à-dire dans le groupe des substances possiblement cancérogènes pour l'homme. Par ailleurs, plusieurs études ayant démontré que le plomb, même à des niveaux très faibles, pouvait avoir des effets néfastes sur la santé, la valeur guide

⁸ (Mg/kg) Milligramme par kilogramme.

⁹ (µg/L) Micro gramme par litre.

¹⁰ (IARC) Centre international de recherche sur le cancer.

a été calculée à partir de l'estimation de ¹¹(DJT) qui doit protéger la population la plus sensible des effets nocifs du plomb (Organisation mondiale de la Santé).

En 1986, l'OMS a établi une dose hebdomadaire tolérable provisoire de 25 µg/kg de poids corporel, soit l'équivalent de 3,5 ¹²µg/kg de poids corporel par jour, basée sur les observations faites dans plusieurs études. La valeur guide a donc été calculée en considérant une DJT de 3,5 µg/kg de poids corporel par jour, un poids corporel de 5 kg, une proportion de 50 % de l'apport quotidien total attribuable à l'eau de boisson et une consommation de 0,75 l d'eau par jour (Organisation mondiale de la Santé).

I.3.5.3. Chrome

Le chrome est un métal de transition (groupe VIA du tableau périodique). Le chrome est naturellement présent en petites quantités dans la roche et le sol, et une partie est libérée dans les milieux aquatiques par suite de la météorisation et de l'érosion. Plus de 70 % du chrome présent dans l'environnement provient de sources anthropiques telles que les fonderies de métaux non ferreux, les raffineries, les tanneries, les rejets d'eaux pluviales d'origine urbaine, les effluents des usines de pâtes et papiers et les rejets des centrales thermiques. Le chrome peut exister sous neuf états d'oxydation différents, et les formes trivalente (Cr (III)) et hexavalente (Cr (VI)) sont les plus courantes dans l'environnement.

L'effet critique sur la santé sur lequel repose la recommandation pour le chrome dans l'eau potable est l'hyperplasie diffuse de l'intestin grêle, car elle constitue le paramètre le plus sensible et elle précède la formation de tumeurs. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a identifié la présence maximale autorisée dans l'eau de boisson 0,05mg / l.

I.3.5.4. Nickel

Le nickel est un élément chimique avec le symbole Ni et le numéro atomique 28 dans le tableau périodique des éléments, un métal blanc argenté avec une apparence légèrement dorée.

Le nickel est présent dans la nature à des taux faibles, ce que nous trouvons dans les aliments, Tels que le chocolat, les graisses et les légumes cultivés dans des sols pollués et dans de l'eau potable.

Il est nécessaire de traiter ce minéral en petites quantités, en grande partie exposées à des risques pour la santé tels que le cancer de la prostate, les malformations congénitales du fœtus, les crises cardiaques et de nombreuses autres maladies. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a identifié la présence maximale autorisée dans l'eau de boisson 0,07 mg / l.

I.3.6. Les indicateurs de pollution

I.3.6.1. Composés azotés

Dans l'ensemble du cortège azoté figurent les trois formes principales Ammoniums, Nitrites et Nitrates, leur présence dans l'eau traduit habituellement l'existence de processus de dégradation incomplet de la matière organique par des phénomènes d'oxydoréductions.

¹¹ (DJT) dose journalière tolérable.

¹² (µg/kg) Micro gramme par kilogramme.

I.3.6.1.1. Ammonium

Composé de formule NH_4^+ constituant le premier stade de la décomposition de la matière organique, sa présence est liée soit à la réduction des nitrates soit à la présence d'ions ferreux.

I.3.6.1.2. Nitrites

Composés de formule chimique NO_2^- constituent une phase intermédiaire entre les ions ammoniums et les ions nitrates c'est à dire qu'elle résulte soit de l'oxydation de l'ammonium soit de la réduction des nitrates.

I.3.6.1.3. Nitrates

Le nitrate est le radical univalent NO_3^- ou un composé le contenant, comme un sel ou un ester de l'acide nitreux. Les nitrates peuvent être à l'origine de l'oxydation biologique de toutes les formes d'azote.

Lorsque les nitrites entrent dans le courant sanguin, il réagit avec l'hémoglobine et forme un composant appelé méthémoglobine. Ce composé réduit la capacité sanguine pour transporter l'oxygène. Le niveau d'oxygène diminue, et les bébés montrent des signes de la maladie appelée méthémoglobinémie, également connu sous le nom de maladie du "bébé bleu".

Selon l'Organisation mondiale de la santé, la quantité de nitrates dans l'eau devrait être de 45 mg / l au maximum.

I.3.6.2. Composés phosphorés

Tous comme les composés azotés les composés phosphorés proviennent de la décomposition de la matière organique. Dans l'eau on les rencontre sous formes Oxydés, l'acide methaphosphorique (HPO_3), Ortho-phosphorique (H_3PO_4) solubles.

L'anhydride Phosphorique P_2O_5 provient de l'oxydation du Phosphore. Les phosphate PO_4^{3-} , résultent de la dissociation de l'acide Ortho-phosphorique qui de sa part provient de la fixation de l'eau sur l'anhydride phosphorique en plusieurs étapes.

I.4. Normes de potabilité

I.4.1. Normes mondiales

En juillet 2010, l'Assemblée générale des Nations Unies notait avec une vive préoccupation que près de 900 millions de personnes n'ont pas accès à l'eau potable. Elle relevait aussi avec inquiétude que près de 1,5 million d'enfants âgés de moins de 5 ans meurent chaque année du fait de maladies véhiculées par l'eau et de l'absence de services d'assainissement. En outre, elle reconnaissait que l'accès équitable à l'eau potable et à un système d'assainissement faisait partie intégrante de la réalisation de tous les Droits de l'Homme.

L'eau doit être surveillée régulièrement par analyse chimique pour s'assurer qu'elle est potable, pour évaluer les effets des activités humaines sur la qualité des eaux et pour unes et évaluer également leur vulnérabilité à la pollution.

En 2011, l'OMS a publié la quatrième édition des recommandations pour la qualité de l'eau potable. Il s'appuie sur plus de 50 ans de recommandations de l'OMS sur la qualité de l'eau de boisson, qui ont commencé avec la publication des premières normes internationales dans ce domaine en 1958.

L'OMS a identifié 62 critères sanitaires, tels que des critères physiques, chimiques, microbiologiques et sensoriels. Elle a démontré les caractéristiques de l'eau naturelle et a mis au point un ensemble de spécifications relatives à l'eau de boisson.

Le tableau 3 rassemble les valeurs limites fixées par L'OMS relatives aux paramètres et éléments étudiés dans notre travail de recherche.

I.4.2. Normes Algériennes

L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) publie, régulièrement, des Directives de qualité pour l'eau de boisson, dont de nombreux pays s'inspirent pour élaborer leurs propres normes nationales. Ces Directives représentent une appréciation scientifique des risques sanitaires associés aux substances biologiques et chimiques de l'eau de boisson et de l'efficacité des mesures déployées pour y remédier. L'OMS recommande aux autorités nationales de prendre en considération les aspects sociaux, économiques et environnementaux en procédant à une évaluation comparative des risques et des avantages lorsqu'ils adaptent ces Directives aux Normes nationales.

Les normes de qualité de l'eau destinée à la consommation humaine et leurs valeurs maximales en Algérie, comme requis, sont précisés dans le décret exécutif n ° 11-125 du 22 mars 2011, tel que modifié et complété par le décret exécutif n ° 14-96 du 4 mars 2014 (publié au Journal officiel n ° 13 de 9 mars 2014).

Ce décret comprend un certain nombre de normes, dont les plus importantes sont présentées également dans le tableau 3.

Tableau 03: Norme de potabilité de l'eau.

Paramètres et éléments	Normes OMS 2006	Normes Algérienne Depuis 22 mars 2011
Couleur	15 mg/l platine	15 mg/l platine
Odeur	-	-
pH	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5
Conductivité à 20°C	-	2800 µS/cm
Température	-	25 °C
Sels totaux dissous	1000 mg/l	2000 mg/l
Turbidité	5 NTU	5 NTU
Calcium	200 mg/l	200 mg/l
Magnésium	150 mg/l	150 mg/l
Sodium	200 mg/l	200 mg/l
Potassium	10 mg/l	12 mg/l
Chlorures	250 mg/l	500 mg/l
Sulfates	400 mg/l	400 mg/l
Carbonates	-	-
Hydrogénocarbonates	-	-
Hydroxydes	-	-
Cuivre	2 mg/l	2 mg/l
Fer	0,3 mg/l	0,3 mg/l
Manganèse	0,4 mg/l	0,05 mg/l
Zinc	3 mg/l	5 mg/l
Cadmium	0,003 mg/l	0,003 mg/l
Chrome	0,05 mg/l	0,05 mg/l
Nickel	0,07 mg/l	0,07 mg/l
Plomb	0,01 mg/l	0,01 mg/l
Ammonium	0,5 mg/l	0,5 mg/l
Nitrites	0,2 mg/l	0,2 mg/l
Nitrates	50 mg/l	50 mg/l
Oxyde de phosphore V	-	-

CHAPITRE II- PRÉSENTATION DE LA RÉGION DE OUARGLA

Ce chapitre est consacré à une présentation succincte de la zone étudiée en termes de localisation géographique, du climat, de la population.

II.1. Situation géographique

La cuvette d'Ouargla, est située au Nord-Est du grand Sahara algérien à 850 Km de la capitale Alger. Elle est limitée au Nord par El Hadjira et Touggourt, au Sud par Hassi Messaoud, à l'Est par l'Erg oriental et à l'Ouest par Ghardaïa. Cet espace couvre une superficie totale de 99.000 ¹³Ha.

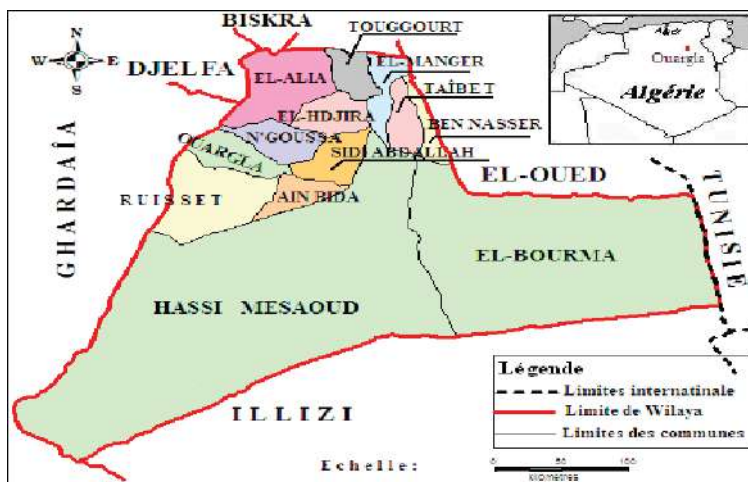


Figure 02: Carte de découpage administratif de Ouargla.

Elle comprend les agglomérations et les communes suivantes :

Tableau 04: Communes et localités de la cuvette de Ouargla

Communes	Localités
Ouargla	Hassi Miloud, Said Otba, Bamendil, Makhadma, Bour El-Haicha Centre Ksar, Beni Thour et la zone industrielle
N'Goussa	Larbaa, Boughoufala, El-Bour, El-Koum et Ghers
Rouissat	Rouissat, El-Hadeb et SoKra
Ain El Baida	Ain El Baida, et chott adjadja
Sidi Khouiled	Oum Raneb, et Aouinet Moussa

¹³ (HA) Hectare.

II.2. Climat

La cuvette de Ouargla est caractérisée par un climat aride a été très chaud et à hiver froid avec une amplitude thermique très élevée, une pluviométrie très faible et irrégulière, une évaporation très élevée et une faiblesse de la vie biologique de l'écosystème.

Les données issues de ¹⁴l'ONM courant la période (2004 -2016), nous permet de tirer les conclusions suivantes :

- La température moyenne annuelle est de 23°C. Les précipitations sont variables, soit une sècheresse presque absolue de mai à aout, janvier (7.8 mm) est le mois le plus pluvieux, juillet (0.3 mm) est le mois le plus sec.
- Les vents en général, sont des vents en provenance de l'Ouest en mois de janvier, et du Nord Est en mois de juillet avec du vent de sable. La vitesse du vent dans la région peut atteindre un minimum de 24 km/h et parfois dépasser 37 km/h. le sirocco (vent chaud et sec) peut être observé courant l'année.
- La durée annuelle moyenne d'insolation est de 3245.7 heures, soit 9 h/j, elle peut dépasser légèrement 11 ¹⁵h/j en été tandis qu'elle ne dépasse pas 8h en hiver, alors que l'insolation mensuelle, la plus grande, correspondant au mois les plus chauds « Juin-Aout ». Le minimum d'insolation est observé au mois de Décembre et Février.
- L'évaporation atteint des valeurs très importantes, cela s'explique par les fortes températures et le fort pouvoir évaporant de l'air notamment les vents desséchants au mois d'Aout ou elle atteint 419.9 mm, ce qui correspond à 14 mm par jour.
- L'humidité relative enregistre des taux variant de 37 % en juillet à 83 % en décembre.

II.3. Population

En 2015, la population résident dans toute la région d'étude est estimée de 281470 habitants, soit une densité de 15,39 hab/km² ([Office National des Statistiques ONS, 2015](#)). Une grande partie de la population est concentrée dans les communes d'Ouargla et Rouissat.

¹⁴ (ONM) Organisation National de Météo.

¹⁵ (H/j) Heur par Jour.

CHAPITRE III- RÉSULTATS ET DISCUSSION

Ce troisième et dernier chapitre du présent travail s'est attaché dans un premier temps à la présentation et à l'interprétation des résultats obtenus. Dans un second temps, il est consacré à discuter ces résultats sur la base de la littérature disponible en la matière.

III.1. Recensement des marques d'eau embouteillée vendues dans la zone de Ouargla

Lors d'une visite des magasins d'alimentation situés dans les zones densément peuplées de Ouargla, nous avons constaté qu'il existe 16 marques d'eau embouteillée vendues dans la région.

Dans ce qui suit, nous allons présenter les sources de ces eaux, les sociétés qui les produisent et leurs licences ministérielles.

III.1.1. Eau Ain Bouglez

Bouglez, est une eau de source qui est emballé par la marque algérienne ESSALSABIL ; sa source est Boutheldja Wilaya d'EL-Tarf, Arrêté Ministériel du 19 novembre 2007 N° 83).



III.1.2. Eau Saïda

Saïda, une marque algérienne des eaux minérales naturelles non gazeuse embouteillée portant le même nom de la ville dont provient la source, (Visa ministériel délivré le 18/03/1976) (Arrêté Ministériel d'exploitation N°57/06 du 24/04/2006).



III.1.3. Eau Tazliza

Tazliza, une marque algérienne d'eau de source embouteillée emballé par le SARL TAZLIZA production d'eau minérale Ksar Tazliza-Tinerkouk-Timimoune, Wilaya d'adrar ;(Autorisation Ministériel N°179 du 11/12/2013).



III.1.4. Eau Ifri

IFRI, est une marque algérienne d'eau minérale naturelle non gazeuse ; sa source provient du village d'Ifri (où s'est déroulé le congrès de la Soummam le 20 août 1956), à 50 km à l'ouest de la ville de Béjaïa et à 150 km à l'est d'Alger.



III.1.5. Eau El-Goléa

El- Goléa, est une marque algérienne d'eau minérale naturelle non gazeuse, sa source provient du EL Meniaa wilaya de Ghardaïa ; (Arrêté Ministériel N° 134 du 28/12/2006).



III.1.6. Eau Guedila

Guedila, est une marque algérienne d'eau minérale naturelle non gazeuse, emballé par 'Société des eaux minérales Guedila'Djamoura, wilaya de Biskra ;(Arrêté Ministériel N°93 du 2006).



III.1.7. Eau N'Gaous

N'Gaous, est une marque algérienne d'eau minérale naturelle non gazeuse, sa source au pied de Dj'bel TAKTIOUT, situé à la flexure 'sud Atlasique' au nord-est de Biskra et emballé par SARL entreprise des Eaux minérales " DROH" Chetma, Wilaya de Biskra ;(Arrêté Ministériel N°49 du 28/03/2013).



III.1.8. Eau Righia

Righia, une marque algérienne d'eau de source, Jaillie au cœur des montagnes d'EL-TAREF, embouteillée par AQUA MINERAL Righia commune Berrihane-El Taref ;(Arrêté Ministériel N°176 du 11/12/2013).



III.1.9. Eau Texanna

Texanna, est une marque algérienne d'eau minérale naturelle non gazeuse, sa source est Sidi Yaaqub dans le village de Raggada dans la commune de Texanna, Wilaya de Jijel ;(Arrêté Ministériel d'exploitation N°54 du 31/05/2007).



III.1.10. Eau Fezguia

Fezguia, marque algérienne d'eau de source, emballé par Sarl BIFA, sa source est, Village Fezguia, wilaya Oum El Bouaghi ;(Arrêté Ministériel N°139 du 23/12/2012).



III.1.11. Eau Youkous

Youkous, marque algérienne d'eau minérale naturelle non gazeuse sa source est située à quatre kilomètres du chef-lieu de la commune d'El Hammamet, wilaya de Tébessa (Arrête d'exploration n, 562/99 du 28 juin 1999).



III.1.12. Mont Djurdjura

Mont Djurdjura, marque algérienne d'eau de source, La source se trouve à Arafou au bas du piémont formant versant sud du Djurdjura, dans la partie haute de la vallée de la Soummam, emballe par Sarl Mont Djurdjura ;(Arrêté Ministériel N°75/2007).



III.1.13. Eau Lalla khedidja

Lalla khedidja, marque algérienne d'eau minérale naturelle, sa source origine dans les monts enneigés du Djurdjura, emballée par Le Groupe Cevital.



III.1.14. Eau Thevest

Thevest, marque algérienne d'eau minérale naturelle non gazeuse, source Fouris, BIR EL ATTER, wilaya de TEBESSA, emballée par SARL Thevest ; (Arrêté Ministériel N°B 446 du 22/10/2008).



III.1.15. Eau Ouwis

Ouwis, marque algérienne d'eau de source, emballée par EURL Manbaa Ouwis, commune Alyachir, wilaya de Bordj Bou Arreridj ;(Agrément 09/09/2015 du 27/01/2015).



III.1.16. Eau Togi

Togi, marque algérienne d'eau de source, sa source montagnes de Kabylie, emballée par SARL EMBG-TOGI wilaya de BOUIRA (Autorisation ministériel N° 63 du 26/04/2006).



III.2. Les marques les plus consommées par les habitants de la région de Ouargla

Nous avons fait une visite sur le terrain pour identifier les marques les plus consommées par la population pour déterminer leurs orientations de consommation et le plus important leurs cultures concernant l'eau qu'ils consomment quotidiennement.

Premièrement, nous avons discuté ce sujet avec les propriétaires de 40 magasins vendant des bouteilles d'eau dans les zones les plus densément peuplées de Ouargla dans le but de savoir

les marques les plus vendues ou du moins la marque la plus vendue en tant que premier choix. Les résultats de ces enquêtes sont illustrés ci-dessous :

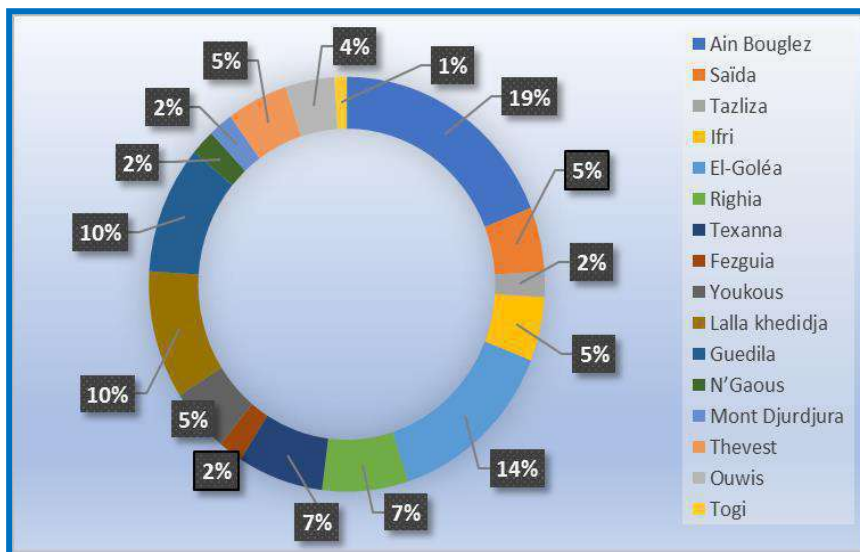


Figure 03: Résultats des enquêtes menées au niveau des magasins de la région de Ouargla

Deuxièmement, nous avons mené une enquête sur les sites de réseaux sociaux (les grandes pages Facebook à Ouargla) auprès des citoyens de tous les âges afin de mieux cerner les marques les plus consommées.

Plus de 2 000 personnes ont participé à l'enquête et nous leur avons demandé de choisir parmi les 16 marques les plus disponibles sur le marché la meilleure marque (selon leurs points de vue). Les résultats obtenus sont illustrés ci-dessous :

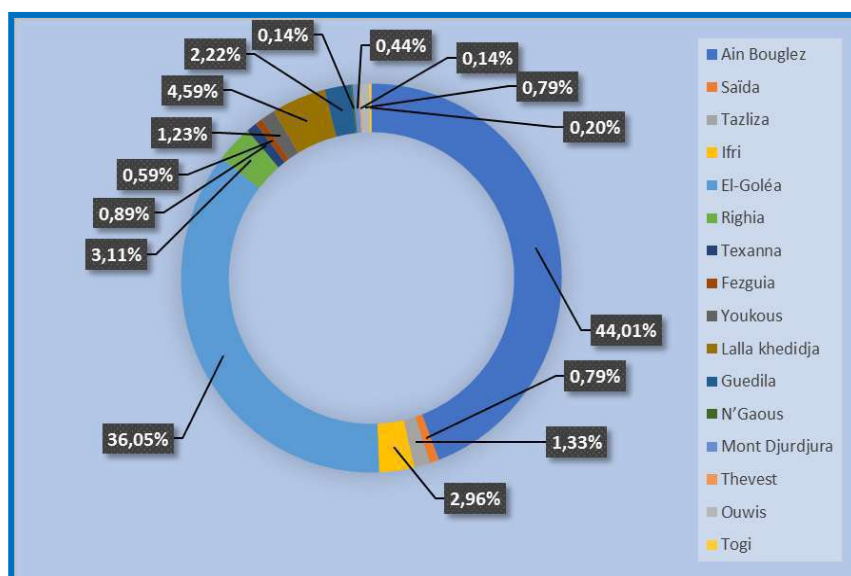


Figure 4: Résultats des enquêtes menées sur les sites de réseaux sociaux dans la région de Ouargla

Suites aux résultats obtenus, nous pouvons confirmer que la marque Ain Bouglez est la plus disponible et la plus consommée au niveau de la région d'étude.

III.3. Les informations disponibles sur les bouteilles

Après avoir terminé la tâche d'inventaire des marques sur le marché, nous avons commencé à observer les informations écrites sur l'emballage des bouteilles d'eau. Nous avons constaté qu'il n'existe pas une uniformité dans la présentation de la composition des eaux. En effet certaines informations importantes ne sont pas à la disposition du consommateur comme le montre les tableaux suivants :

III.3.1. Paramètres physico-chimiques liés aux couvertures des bouteilles

III.3.1.1. pH

Tableau 05: pH liés aux couvertures des bouteilles

La marque	pH
Ain Bouglez	6.87
Saïda	7.5
Tazliza	7.32
Ifri	7.2
El-Goléa	7.4
Guedila	7.35
N'Gaous	7.66
Righia	6.70
Texanna	7
Fezguia	7.22
Youkous	7.4
Mont Djurdjura	7.67
Lalla khedidja	7.22
Thevest	7.77
Ouwis	7.42
Togi	7.6

III.3.1.2. Résidu sec

Tableau 06: Les teneurs du Résidu sec liés aux couvertures des bouteilles

La marque	RS (mg/l)
Ain Bouglez	140
Saïda	478
Tazliza	407
Ifri	380
El-Goléa	180
Guedila	564
N'Gaous	962
Righia	100
Texanna	152
Fezguia	415
Youkous	231
Mont Djurdjura	700
Lalla khedidja	187
Thevest	588
Ouwis	724
Togi	366

III.3.2. Éléments fondamentaux

III.3.2.1. Calcium

Tableau 07: Les teneurs du calcium liés aux couvertures des bouteilles

La marque	Calcium (mg/l)
Ain Bouglez	4.6
Saïda	68
Tazliza	48
Ifri	99
El-Goléa	24
Guedila	78
N'Gaous	143
Righia	8
Texanna	30
Fezguia	78.15
Youkous	67.3
Mont Djurdjura	103
Lalla khedidja	53
Thevest	89.95
Ouwis	106
Togi	73.41

III.3.2.2. Magnésium

Tableau 08: Les teneurs du magnésium liés aux couvertures des bouteilles

La marque	Magnésium (mg/l)
Ain Bouglez	3.75
Saïda	50
Tazliza	20
Ifri	24
El-Goléa	7
Guedila	37
N'Gaous	65.4
Righia	3
Texanna	9.1
Fezguia	35.23
Youkous	10.1
Mont Djurdjura	28
Lalla khedidja	7
Thevest	3.05
Ouwis	25
Togi	19.25

III.3.2.3. Sodium

Tableau 09: Les teneurs du sodium liés aux couvertures des bouteilles

La marque	Sodium (mg/l)
Ain Bouglez	29
Saïda	58
Tazliza	48
Ifri	15.8
El-Goléa	28
Guedila	29
N'Gaous	63.4
Righia	12.8
Texanna	11
Fezguia	22
Youkous	10
Mont Djurdjura	54
Lalla khedidja	5.5
Thevest	47.25
Ouwis	60
Togi	36

III.3.2.4. Potassium

Tableau 10: Les teneurs du potassium liés aux couvertures des bouteilles

La marque	Potassium (mg/l)
Ain Bouglez	1
Saïda	2
Tazliza	6
Ifri	2.1
El-Goléa	4.6
Guedila	2
N'Gaous	3.76
Righia	0.35
Texanna	1
Fezguia	4.1
Youkous	4.8
Mont Djurdjura	1
Lalla khedidja	0.54
Thevest	0.99
Ouwis	2
Togi	1.80

III.3.2.5. Chlorure

Tableau 11: Les teneurs du chlorure liés aux couvertures des bouteilles

La marque	Chlorures (mg/l)
Ain Bouglez	30
Saïda	81
Tazliza	76
Ifri	72
El-Goléa	20
Guedila	40
N'Gaous	75
Righia	19.30
Texanna	28.4
Fezguia	35.5
Youkous	20
Mont Djurdjura	97
Lalla khedidja	11
Thevest	65
Ouwis	48.59
Togi	34.76

III.3.2.6. Sulfate

Tableau 12: Les teneurs du sulfate liés aux couvertures des bouteilles

La marque	Sulfates (mg/l)
Ain Bouglez	10
Saïda	65
Tazliza	96
Ifri	68
El-Goléa	36
Guedila	95
N'Gaous	44.4
Righia	1
Texanna	11
Fezguia	33.25
Youkous	-
Mont Djurdjura	56
Lalla khedidja	7
Thevest	188
Ouwis	177
Togi	28.70

III.3.2.7. Bicarbonates

Tableau 13: Les teneurs du bicarbonates liés aux couvertures des bouteilles

La marque	Bicarbonates (mg/l)
Ain Bouglez	-
Saïda	376
Tazliza	104
Ifri	265
El-Goléa	-
Guedila	-
N'Gaous	-
Righia	24.4
Texanna	60
Fezguia	-
Youkous	216
Mont Djurdjura	357
Lalla khedidja	160
Thevest	231.8
Ouwis	261
Togi	-

III.3.3. Éléments indicateurs de pollution

III.3.3.1. Nitrate

Tableau 14 : Les teneurs du nitrate liés aux couvertures des bouteilles

La marque	Nitrates (mg/l)
Ain Bouglez	9
Saïda	15
Tazliza	19.97
Ifri	15
El-Goléa	2.4
Guedila	4.5
N'Gaous	2.07
Righia	2.5
Texanna	00
Fezguia	0.73
Youkous	2.5
Mont Djurdjura	30
Lalla khedidja	0.42
Thevest	2.35
Ouwis	18.30
Togi	5.93

III.3.3.2. Nitrite

Tableau 15: Les teneurs du nitrite liés aux couvertures des bouteilles

La marque	Nitrite (mg/l)
Ain Bouglez	0.06
Saïda	00
Tazliza	0.01
Ifri	<0.02
El-Goléa	Trace
Guedila	<0.01
N'Gaous	00
Righia	0.02
Texanna	00
Fezguia	00
Youkous	00
Mont Djurdjura	<0.01
Lalla khedidja	00
Thevest	<0.01
Ouwis	<0.01
Togi	<0.01

III.4. Vérification de la potabilité des eaux embouteillées

Les paragraphes qui suivent illustrent les résultats de la comparaison de chaque paramètre lu sur la couverture de la bouteille avec les normes suivantes :

- Les normes algériennes relatives à la qualité de l'eau de consommation humaine ((Décret exécutif n ° 11-125 du 22 mars 2011, tel que modifié et complété par le décret exécutif n ° 14-96 du 4 mars 2014 (publié au Journal officiel n ° 13 de 9 mars 2014)).
- Les valeurs guides de l'OMS, 2006.

III.4.1. Comparaison des paramètres physico-chimiques avec les normes de potabilité

III.4.1.1. pH

Le pH écrit aux couvertures des bouteilles varie de 6.70 à 7.77, Les normes édictées par la réglementation de l'OMS et de normes algérienne recommandant un pH qui varie de 6.5 à 9.5 (OMS) et de 6.5 à 9.5 ¹⁶(NA) ont montré la conformité de ces marques.

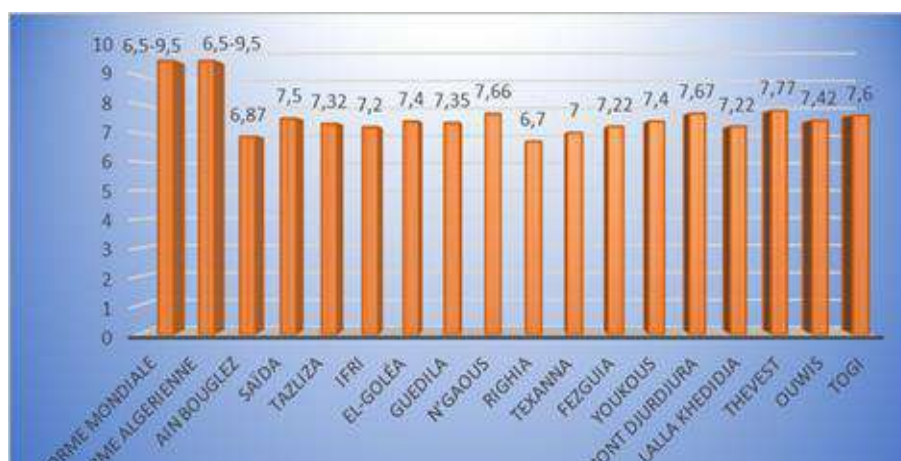


Figure 05: pH des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla

III.4.1.2. Résidu sec

Les résidus secs écrits aux couvertures des bouteilles varient de 100 mg/l à 962 mg/l, 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.

¹⁶ (NA) Normes Algérienne.

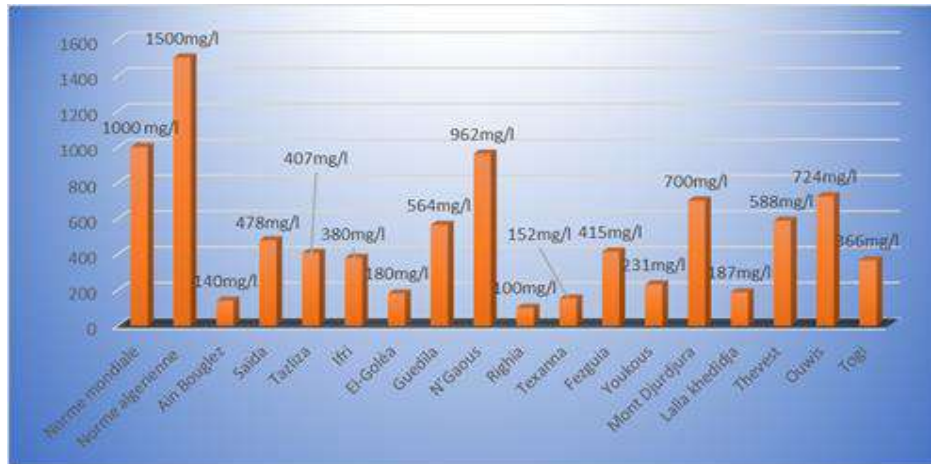


Figure 06: Résidu sec des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla

Nous avons appliqué la classification des eaux proposées par J. RODIER en 2005 sur les eaux de notre étude et nous avons pu classer ces dernières en deux classes comme le montre le tableau ci –dessous :

Tableau 16: Classification des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla en fonction de leurs résidus secs.

RS (mg/l)	Les marques d'eaux	Potabilité
RS<500	Ain Bouglez, Saïda, Tazliza, Ifri, El-Goléa Righia, Texanna, Fezguia, Youkous, Lalla- khedidja, Togi.	Bon
500<RS<1000	Guedila, N'Gaous, Mont Djurdjura, Thevest, Ouwis.	Passable
3000<RS<4000		Mauvaise

III.4.2. Comparaison des éléments fondamentaux avec les normes de potabilité

La comparaison de la teneur des éléments fondamentaux des marques étudiées avec les teneurs définies par l'Organisation mondiale de la santé et les normes algériennes nous à permet de tirer les conclusions suivantes :

III.4.2.1. Calcium

La teneur de calcium écrit aux couvertures des bouteilles varie de 4.6 mg/l à 143 mg/l, les normes recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et les normes algériennes (NA) est 200 mg/l (OMS) et (NA), les résultats ont montré la conformité de ces marques aux normes mondiales et algérienne.

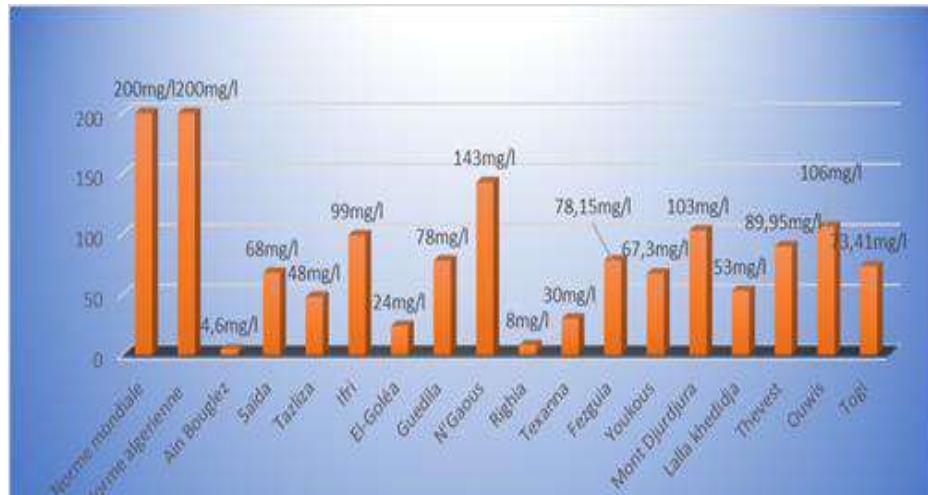


Figure 07: Calcium des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla

III.4.2.2. Magnésium

La teneur de magnésium écrits aux couvertures des bouteilles varie de 3 mg /l à 65.4 mg/l, les normes recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et les normes algériennes (NA) est 150 mg/l (OMS) et (NA), donc cet élément est dans la norme.

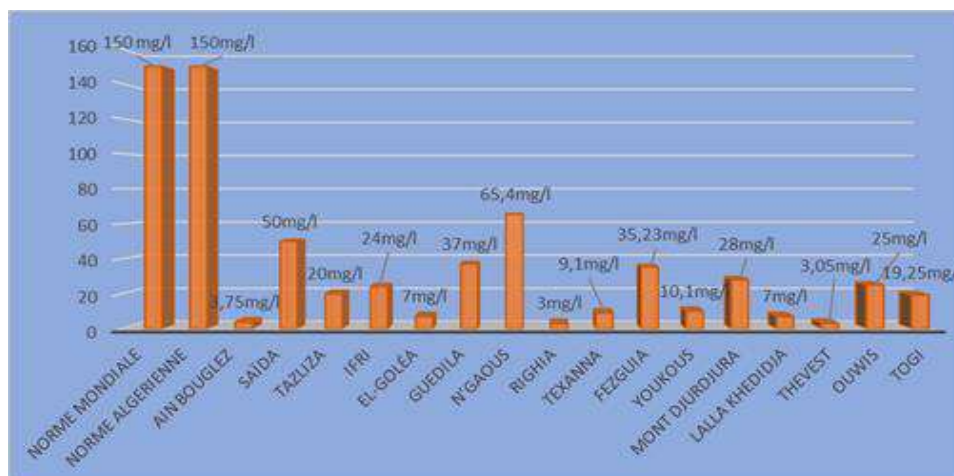


Figure 08: Magnésium des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla

III.4.2.3. Sodium

La teneur de sodium écrit aux couvertures des bouteilles varie de 5.5 mg/l à 63.4 mg/l, les normes recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et les normes algériennes (NA) est 200 mg/l (OMS) et (NA), les résultats ont montré la conformité de ces marques aux normes mondiales et algérienne.

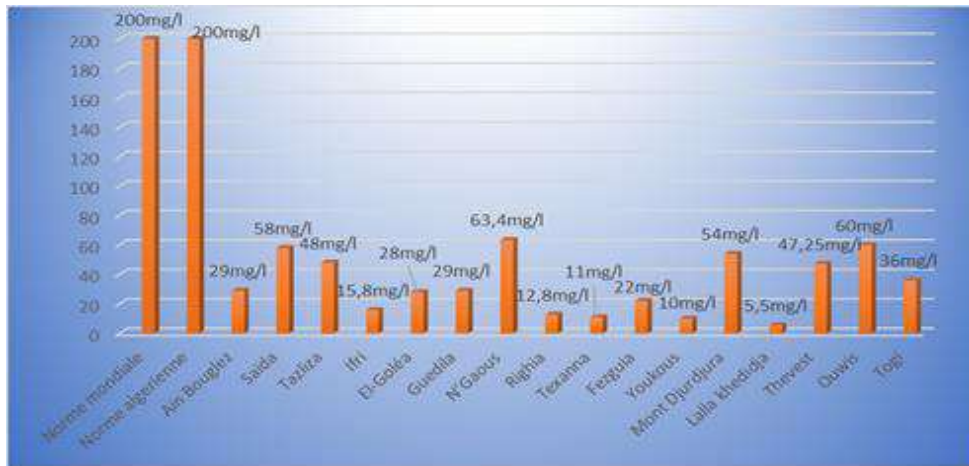


Figure 09: Sodium des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla

III.4.2.4. Potassium

La teneur de potassium écrits aux couvertures des bouteilles varie de 0.54 mg/l à 4.8 mg/l, les normes recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et les normes algériennes (NA) est 10 mg/l (OMS) et 12 mg/l (NA), les résultats ont montré la conformité de ces marques aux normes mondiales et algérienne.

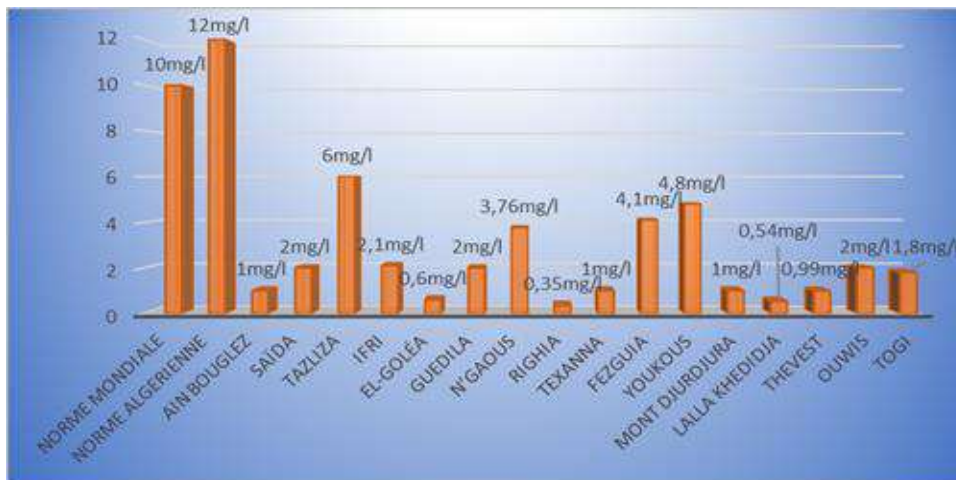


Figure 10: Potassium des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla

III.4.2.5. Chlorures

La teneur de chlorure écrits aux couvertures des bouteilles varie de 11 mg/l à 97 mg/l, les normes recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et les normes algériennes (NA) est 250 mg/l (OMS) et 500 mg/l (NA), les résultats ont montré la conformité de ces marques aux normes mondiales et algérienne.

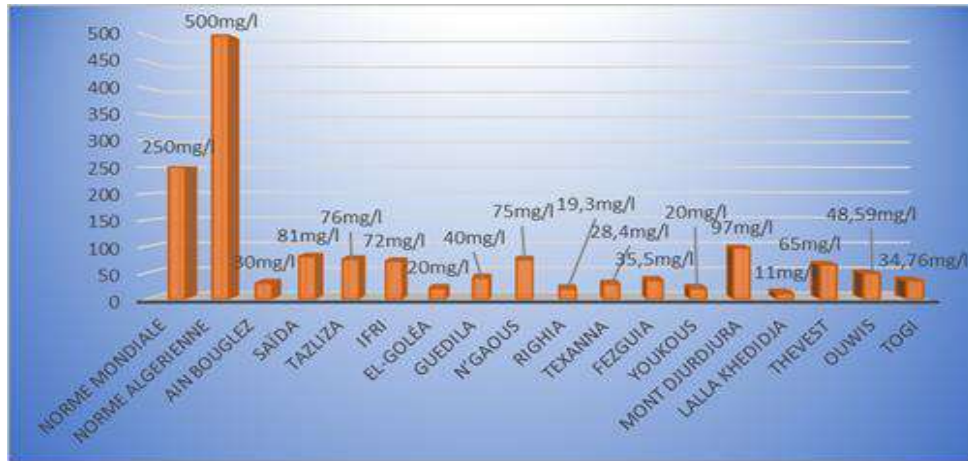


Figure 11: Chlorures des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla

III.4.2.6. Sulfates

La teneur de sulfate écrits aux couvertures des bouteilles varie de 1 mg/l à 188 mg/l, les normes recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et les normes algériennes (NA) est 400 mg/l (OMS) et (NA), les résultats ont montré la conformité de ces marques aux normes mondiales et algérienne.

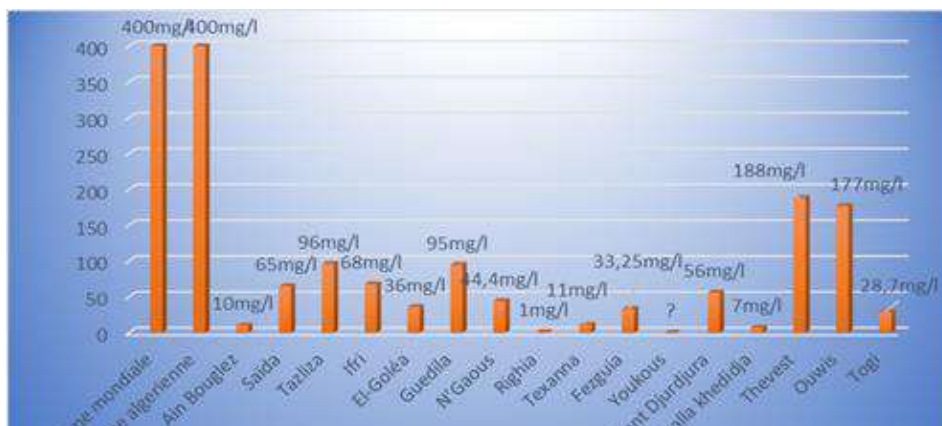


Figure 12: Sulfates des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla

III.4.2.7. Bicarbonate

Pour la teneur de bicarbonate, Aucune norme n'a été établie par l'Organisation mondiale de la santé ou des normes algériennes, Par conséquent, cet élément ne peut pas être discuté.

III.4.3. Comparaison des éléments indicateurs de pollution avec les normes de potabilité

Pour la sécurité de la santé des consommateurs, l'eau doit être exempte de substances polluantes, ou du moins le minimum ne doit pas dépasser la quantité autorisée par les normes.

III.4.3.1. Nitrates

La teneur de nitrate écrits aux couvertures des bouteilles varie de 0 mg/l à 30 mg/l, 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 montrent la conformité de ces marques aux normes mondiales et algérienne.

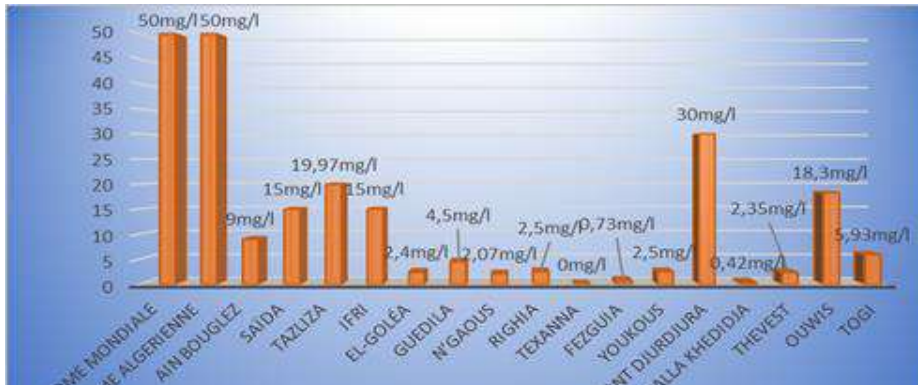


Figure 13: Nitrates des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla

III.4.3.2. Le nitrite

La teneur de nitrite écrits aux couvertures des bouteilles varie de 0 mg/l à 0.06 mg/l, les normes établies par l'Organisation mondiale de la santé et normes algérienne recommandent de ne pas dépasser 0.2 mg/l Alors les résultats montrés la conformité de ces marques aux normes mondiales et algérienne.

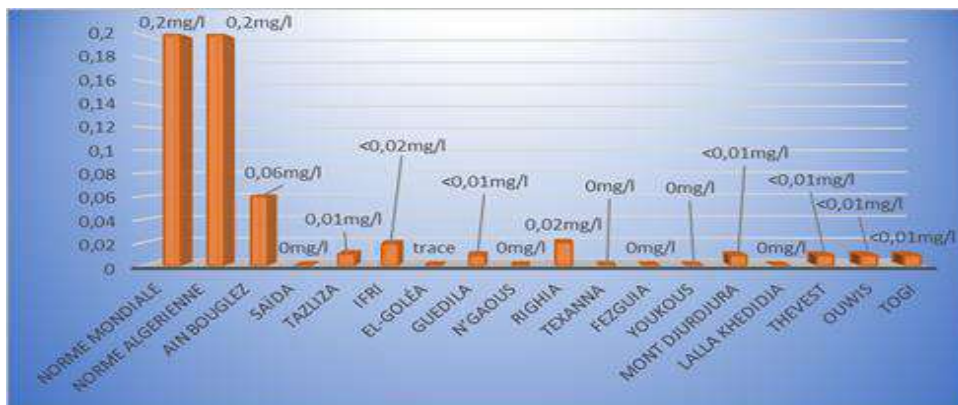


Figure 14: Nitrites des eaux embouteillées commercialisées dans la région de Ouargla

III.5. La qualité d'eau des bouteilles à Ouargla

Le corps humain est composé à 60 % d'eau, ce qui signifie que les deux tiers du corps sont constitués d'eau, par exemple les muscles contiennent 75% d'eau, le cerveau 90%, les os 22% et le sang 83%.

Les nutritionnistes et les médecins spécialisés ont étudié la quantité optimale d'eau dont le corps a besoin et ont obtenu le résultat que tout le monde sait désormais : la quantité d'eau dont une personne a besoin varie d'un corps à l'autre et, selon de nombreux facteurs, le plus important et le plus célèbre est le poids, L'eau représente plus de 60% de la masse corporelle. Par conséquent, plus la masse corporelle est grande, plus le corps a besoin d'eau.

Les équations mathématiques permettent de déterminer la quantité d'eau sur laquelle elle dépend de la masse corporelle et du poids.

- Exemple : Le poids corporel multiplié par 30 divisé par mille, le résultat est la quantité d'eau dont une personne a besoin, d'eau par jour en litres.

Cette méthode est le meilleur moyen de connaître les besoins quotidiens en eau du corps.

- Exemple numérique : Un adulte pesant 75 kg, comment savez-vous la quantité d'eau dont il a besoin ?

Équation : $75 \times 30 \div 1000 = 2,25$ litres par jour.

Cette quantité d'eau doit être disponible sur le pourcentage nécessaire des éléments fondamentaux au corps, à savoir :

- 1- La quantité de calcium dont a besoin un adulte est comprise 1 000 mg/jour.
- 2- La quantité de magnésium recommandée pour un adulte est comprise 365 mg /jour.
- 3- La quantité de sodium recommandée par les médecins à un adulte est de 2300 mg / jour.
- 4- La quantité de potassium nécessaire au corps par jour pour un adulte est de 4 700 mg / jour.
- 5- La quantité de chlores dont le corps a besoin quotidiennement pour un adulte est de 600 mg / jour.
- 6- Sans aucun effet négatif sur la santé, les bicarbonates ne sont soumis à aucune norme légale.
- 7- Le besoin quotidien en sulfates est de 13mg / kg/jour, c'est-à-dire que pour un adulte pesant 75 kg, il en a besoin de 975 mg / jour.

Sur la base de ces données et à l'aide des normes fixé par de l'Organisation mondiale de la santé et aussi les normes appliquées en Algérie, nous pouvons déterminer une eau de la bouteille de la plus haute qualité en termes de valeur nutritionnelle.

Pour 2.25 litres d'eau par jour, les marques étudiées contiennent les quantités suivantes :

A) Pour le calcium

Tableau 17: Valeur de calcium dans chaque marque pour les besoins quotidiens

La marque	La teneur de calcium dans 1L en mg	La teneur de calcium dans 2.25L en mg	$\frac{\text{Quantité consommée}}{\text{besoin journalier}} \times 100$
Ain Bouglez	4.6	10,35	1,03 %
Saïda	68	153	15,3 %
Tazliza	48	108	10,8 %
Ifri	99	222,75	22,27 %
El-Goléa	24	54	5,4 %
Guedila	78	175,5	17,55 %
N'Gaous	143	321,75	32,17 %
Righia	8	18	1,8 %
Texanna	30	67,5	6,75 %
Fezguia	78.15	175,8375	17,58 %
Youkous	67.3	151,425	15,14 %
Mont Djurdjura	103	231,75	23,17 %
Lalla khedidja	53	119,25	11,92 %
Thevest	89.95	202,3875	20,23 %
Ouwis	106	238,5	23,85 %
Togi	73.41	165,1725	16,51 %

B) Pour le Magnésium

Tableau 18: Valeur de magnésium dans chaque marque pour les besoins quotidiens

La marque	La teneur de magnésium dans 1L en mg	La teneur de magnésium dans 2.25L en mg	$\frac{\text{Quantité consommée}}{\text{besoin journalier}} \times 100$
Ain Bouglez	3.75	8,4375	2,31 %
Saïda	50	112,5	30,82 %
Tazliza	20	45	12,32 %
Ifri	24	54	14,79 %
El-Goléa	7	15,75	4,31 %
Guedila	37	83,25	22,80 %
N'Gaous	65.4	147,15	40,31 %
Righia	3	6,75	1,84 %
Texanna	9.1	20,475	5,60 %
Fezguia	35.23	79,2675	21,71 %
Youkous	10.1	22,725	6,22 %
Mont Djurdjura	28	63	17,26 %
Lalla khedidja	7	15,75	4,31 %
Thevest	3.05	6,8625	1,88 %
Ouwis	25	56,25	15,41 %
Togi	19.25	43,3125	11,86 %

C) Pour le sodium

Tableau 19: Valeur de sodium dans chaque marque pour les besoins quotidiens

La marque	La teneur de sodium dans 1L en mg	La teneur de sodium dans 2.25L en mg	$\frac{\text{Quantité consommée}}{\text{besoin journalier}} \times 100$
Ain Bouglez	29	65,25	2,83 %
Saïda	58	130,5	5,67 %
Tazliza	48	108	4,69 %
Ifri	15,8	35,55	1,54 %
El-Goléa	28	63	2,73 %
Guedila	29	65,25	2,83 %
N'Gaous	63,4	142,65	6,20 %
Righia	12,8	28,8	1,25 %
Texanna	11	24,75	1,07 %
Fezguia	22	49,5	2,15 %
Youkous	10	22,5	0,97 %
Mont Djurdjura	54	121,5	5,28 %
Lalla khedidja	5,5	12,375	0,53 %
Thevest	47,25	106,3125	4,62 %
Ouwis	60	135	5,86 %
Togi	36	81	3,52 %

D) Pour le potassium

Tableau 20: Valeur de potassium dans chaque marque pour les besoins quotidiens

La marque	La teneur de potassium dans 1L en mg	La teneur de potassium dans 2.25L en mg	$\frac{\text{Quantité consommée}}{\text{besoin journalier}} \times 100$
Ain Bouglez	1	2,25	0,47%
Saïda	2	4,5	0,95 %
Tazliza	6	13,5	2,87 %
Ifri	2,1	4,725	1,005 %
El-Goléa	4,6	10,35	2,20 %
Guedila	2	4,5	0,95 %
N'Gaous	3,76	8,46	1,8 %
Righia	0,35	0,7875	0,16 %
Texanna	1	2,25	0,47 %
Fezguia	4,1	9,225	1,96 %
Youkous	4,8	10,8	2,29 %
Mont Djurdjura	1	2,25	0,47 %
Lalla khedidja	0,54	1,215	0,25 %
Thevest	0,99	2,2275	0,47 %
Ouwis	2	4,5	0,95 %
Togi	1,8	4,05	0,86 %

E) Pour le Chlorure

Tableau 21: Valeur de chlorure dans chaque marque pour les besoins quotidiens

La marque	La teneur de chlorure dans 1L en mg	La teneur de chlorure dans 2.25L en mg	$\frac{\text{Quantité consommée}}{\text{besoin journalier}} \times 100$
Ain Bouglez	30	67,5	11,25 %
Saïda	81	182,25	30,375 %
Tazliza	76	171	28,5 %
Ifri	72	162	27 %
El-Goléa	20	45	7,5 %
Guedila	40	90	15 %
N'Gaous	75	168,75	28,125 %
Righia	19.30	43,425	7,2375 %
Texanna	28.4	63,9	10,65 %
Fezguia	35.5	79,875	13,3125 %
Youkous	20	45	7,5 %
Mont Djurdjura	97	218,25	36,375 %
Lalla khedidja	11	24,75	4,125 %
Thevest	65	146,25	24,375 %
Ouwis	48.59	109,3275	18,22125 %
Togi	34.76	78,21	13,035 %

F) Pour le sulfate

Tableau 22 : Valeur de sulfate dans chaque marque pour les besoins quotidiens

La marque	La teneur de sulfate dans 1L en mg	La teneur de sulfate dans 2.25L en mg	$\frac{\text{Quantité consommée}}{\text{besoin journalier}} \times 100$
Ain Bouglez	10	22,5	2,30 %
Saïda	65	146,25	15 %
Tazliza	96	216	22,15 %
Ifri	68	153	15,69 %
El-Goléa	36	81	8,30 %
Guedila	95	213,75	21,92 %
N'Gaous	44.4	99,9	10,24 %
Righia	1	2,25	0,23 %
Texanna	11	24,75	2,53 %
Fezguia	33.25	74,8125	7,67 %
Youkous	-	-	-
Mont Djurdjura	56	126	12,92 %
Lalla khedidja	7	15,75	1,61 %
Thevest	188	423	43,38 %
Ouwis	177	398,25	40,84 %
Togi	28.70	64,575	6,62 %

Tableau 23: Les valeurs nutritionnelles dans chaque marque pour les besoins quotidiens

La marque	Potabilité Solon RS	Calcium %	Magnésium %	Potassium %	Sodium %	Chlorure %	Sulfate %
Ain Bouglez	Bon	1,03	2,31	0,47	2,83	11,25	2,30
Saïda	Bon	15,3	30,82	0,95	5,67	30,375	15
Tazliza	Bon	10,8	12,32	2,87	4,69	28,5	22,15
Ifri	Bon	22,27	14,79	1,005	1,54	27	15,69
El-Goléa	Bon	5,4	4,31	2,20	2,73	7,5	8,30
Guedila	Passable	17,55	22,80	0,95	2,83	15	21,92
N'Gaous	Passable	32,17	40,31	1,8	6,20	28,125	10,24
Righia	Bon	1,8	1,84	0,16	1,25	7,23	0,23
Texanna	Bon	6,75	5,60	0,47	1,07	10,65	2,53
Fezguia	Bon	17,58	21,71	1,96	2,15	13,31	7,67
Youkous	Bon	15,14	6,22	2,29	0,97	7,5	-
Mont Djurdjura	Passable	23,17	17,26	0,47	5,28	36,375	12,92
Lalla khedidja	Bon	11,92	4,31	0,25	0,53	4,125	1,61
Thevest	Passable	20,23	1,88	0,47	4,62	24,375	43,38
Ouwis	Passable	23,85	15,41	0,95	5,86	18,22	40,84
Togi	Bon	16,51	11,86	0,86	3,52	13,035	6,62

Sur la base de ces résultats, nous vous recommandons de boire :

- Si vous recherchez une eau riche en calcium, c'est le classement des marques les plus riches aux plus pauvres (N'Gaous, Ouwis, Mont Djurdjura, Ifri, Thevest, Fezguia, Guedila, Togi, Saïda, Youkous, Lalla khedidja, Tazliza, Texanna, El-Goléa, Righia, Ain Bouglez).
- Si vous recherchez une eau riche en Magnésium c'est le classement des marques les plus riches aux plus pauvres (N'Gaous, Saïda, Guedila, Fezguia, Mont Djurdjura, Ouwis, Ifri, Tazliza, Togi, Youkous, Texanna, Lalla khedidja et El-Goléa, Ain Bouglez, Thevest, Righia).
- Si vous recherchez une eau riche en Potassium, c'est le classement des marques les plus riches aux plus pauvres (Tazliza, Youkous, El-Goléa, Fezguia, N'Gaous, Ifri, Ouwis et Guedila et Saïda, Togi, Thevest et Mont Djurdjura et Ain Bouglez et Texanna, Lalla khedidja, Righia).
- Si vous recherchez une eau riche en sodium, c'est le classement des marques les plus riches aux plus pauvres (N'Gaous, Ouwis, Saïda, Mont Djurdjura, Tazliza, Thevest, Togi, Guedila et Ain Bouglez, El-Goléa, Fezguia, Ifri, Righia, Texanna, Youkous, Lalla khedidja).
- Si vous recherchez une eau riche en chlorures, c'est le classement des marques les plus riches aux plus pauvres (Mont Djurdjura, Saïda, Tazliza, N'Gaous, Ifri, Thevest,

Ouwis, Guedila, Fezguia, Togi, Texanna, El-Goléa et Youkous, Righia, Ain Bouglez, Lalla khedidja).

- Si vous recherchez une eau riche en sulfates, c'est le classement des marques les plus riches aux plus pauvres (Thevest, Ouwis, Tazliza, Guedila, Ifri, Mont Djurdjura, N'Gaous, Fezguia, Togi, Texanna, Ain Bouglez, Lalla khedidja, Righia).

Compte tenu le climat chaud qui règne dans la région de Ouargla, nous pouvons classer l'eau étudiée du meilleur au pire pour le consommateur local, en tenant compte de la quantité de sels présente dans chaque marque.

Par conséquent, nous recommandons la consommation des marques d'eaux conformément à la classification ci-dessous :

- 1^{er} choix : N'Gaous
- 2^{eme} choix : Ouwis
- 3^{eme} choix : Saïda
- 4^{eme} choix : Mont Djurdjura
- 5^{eme} choix : Thevest
- 6^{eme} choix : Ifri
- 7^{eme} choix : Tazliza
- 8^{eme} choix : Guedila
- 9^{eme} choix : Fezguia
- 10^{eme} choix : Togi
- 11^{eme} choix : Youkous
- 12^{eme} choix : El-Goléa
- 13^{eme} choix : Texanna
- 14^{eme} choix : Lalla khedidja
- 15^{eme} choix : Ain Bouglez
- 16^{eme} choix : Righia

CONCLUSION

Ce travail porte sur l'étude de qualité des eaux embouteillées commercialisés au niveau de la région de Ouargla a permis de pourvoir à la communauté scientifique et à tout intéressé une compréhension globale du type et de la qualité de l'eau consommée par la population à l'échelle locale.

Suite à nos enquêtes menées sur terrain, nous avons tiré plusieurs conclusions :

- ❑ Nous avons pu dénombrer 16 marques de bouteilles d'eau dans la zone d'étude.
- ❑ Notre visite à la gamme de magasins a confirmé que la marque « Ain Bouglez » figure en tête de la liste des marques les plus vendues dans la région étudiée.
- ❑ Notre enquête a révélé que la majorité des consommateurs, soit 44%. Préfèrent boire eau " Ain Bouglez ".

D'un point de vue qualitatif, cette étude a montré que :

- ❑ Les résultats ont également montré aussi que les éléments fondamentaux des marques étudiées ont conformité aux normes recommandées par l'Organisation mondiale de la santé et aux normes algériennes.
- ❑ Le pourcentage d'éléments indicateurs de pollution dans les bouteilles d'eau étudiées n'excédait pas les valeurs maximales fixées par l'Organisation mondiale de la santé et les normes algériennes ; on peut donc dit que la consommation sans danger.

Sur la base de l'analyse des ratios de sels minéraux et des valeurs des éléments fondamentaux de chaque marque de bouteille d'eau, nous avons classé la qualité de ces marques étudiées du premier jusqu'au dernier choix.

À la fin de ce travail, on peut dire que les consommateurs préfèrent acheter certaines marques aux dépens d'autres marques. Les marques achetées par les citoyens de Ouargla témoignent de leur méconnaissance dans le domaine de qualité de l'eau. Ainsi, les consommateurs boivent une eau pauvre qui ne répond pas à leurs besoins, en particulier dans une région chaude qui nécessite une eau riche en sel.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Orelie frantz : étude de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine dans le sous-bassin versant de Ravine Diable (Anse-a-Veau). Master de spécialisation en sciences et gestion de l'environnement dans les pays en développement, Université Catholique de Lovain, 2017.
2. Samuel frigon : Stagiaire à la Corporation d'actions et de gestion environnementale de Québec (CAGEQ), Impact de l'eau embouteillée sur l'environnement et la santé, Le Soleil, 22 mars 2011.
3. www.thoughtco.com. vu le 06-05-2019.
4. www.science.howstuffworks.com, vu le 06-05-2019.
5. Shanna Freeman, " how water Works ", www.science.howstuffworks.com , vu le 06-05-2019
6. Benaouda wafaa : étude qualitative physico-chimiques de l'eau de la ville de Tlemcen destinée à la consommation humaine et aux nourrissons. Master Technologies des Industries Agroalimentaires – TIAA, Université de Tlemcen, 2016.
7. Stéphanie piel : La qualité de l'eau de la ressource au robinet : proposition d'une méthodologie pour l'identification de situations à risque à l'échelle du bassin versant. Thèse de Doctorat, Université de Rennes 1, 2013.
8. Bernard Chocat : L'eau du robinet est-elle différente de l'eau en bouteille ? "eumelimo.org", janvier 2015.
9. Kahoul M., Touhami M. : évaluation de la qualité physico-chimique des eaux de consommation de la ville d'Annaba (Algérie), Larhyss, Journal n° 19, Septembre 2014.
10. Journal officiel de la république Algérienne. (2014). N°13 du 09 mars 2014.
11. Organisation mondiale de la santé (OMS) : Directives de qualité pour l'eau de boisson, quatrième édition, 2017.
12. <http://www.ons.dz/>.
13. <https://www.univ-ouargla.dz/index.php/fr/accueil/presentation-de-l-universite/willaya-de-ouargla.html>.
14. Nutrition et besoins en eau, Institut Français pour la Nutrition, Dossier scientifique de l'ifn N° 15, Juin 2004.
15. <https://www.medicalnewstoday.com/articles/313389.php>", 10 October 2016.
16. <https://www.mosoah.com/health/public-health-and-safety>.