



DEMOCRATIC AND POPULAR ALGERIAN
REPUBLIC

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND
SCIENTIFIC RESEARCH

جامعة الشاذلي بن جديد - الطارف

CHADLI BENDJEDID EL TARF UNIVERSITY

كلية علوم الطبيعة والحياة

FACULTY OF NATURE AND LIFE SCIENCES

قسم

Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master en

« Sécurité agroalimentaire et assurance qualité »

Thème :

Contribution à l'étude comparative des caractéristiques physicochimiques de quelques marques d'eaux embouteillées commercialisées dans la wilaya d'El-Tarf

Présentée Par : **MABROUKI Imene**

Présidence	HADDAD Laila	Université Chadli Bendjedid, El-Tarf
Encadrante	BENCHEIKH Amel	Université Chadli Bendjedid, El-Tarf
Examinatrice	BENRACHOU Noura	Université Chadli Benjedid, El-Tarf

Année universitaire : 2025/2026

Dédicace

Loiange à Dieu seul,

Ce modeste travail est dédié spécialement

À ma chère maman **Hamlaoui bariza** , ma raison de vivre, en témoignage de ma reconnaissance pour sa patience, son amour et ses sacrifices.

À mon cher papa **Djamel** pour son amour et son dévouement.

«À vous, mes parents, je dis merci d'avoir fait moi celui que je suis aujourd'hui.

Aucune dédicace ne pourra exprimer mes respects, mes considérations et ma grande admiration pour vous. Puisse ce travail vous témoigne mon affection et mon profond amour»

À mes chères sœur, **Yasmine** et **Sara**

Qui n'ont pas cessé de me conseiller, de m'encourager et de me soutenir tout au long de mes études.

Que dieu leur offre tout le bonheur du monde et exauce leurs rêves qu'il leur accorde une vie chanceuse et les protégée.

A tou(te)s mes ami(e)s.

Pour finir, à tous ceux qui j'aime et qui m'aiment, je dédie ce mémoire

Remerciements

Louange à Allah, le tout Puissant, pour avoir éclairé notre chemin et nous avoir donné la foi, la force et le courage de mener à bien ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon encadreuse, Madame **Bencheikh Amel**, qui a assuré l'encadrement de ce travail avec sérieux, rigueur et bienveillance. Je la remercie sincèrement pour ses précieux conseils, sa disponibilité, sa patience et son soutien constant tout au long de cette expérience.

Qu'elle trouve ici l'expression de mon profond respect, de ma sincère reconnaissance et de ma grande admiration. Mes sincères remerciements s'adressent également aux membres du jury qui ont accepté d'examiner et d'évaluer ce travail.

Leur présence et leurs remarques constituent pour moi un grand honneur. J'adresse aussi mes chaleureux remerciements au complexe FERTIAL ainsi qu'à tout son personnel pour leur accueil et leur collaboration. Ma profonde reconnaissance va particulièrement à Monsieur **Doudène Abderazak**, ainsi qu'à Monsieur **Yazid**, mes tuteurs de stage, qui n'ont ménagé aucun effort pour m'initier aux techniques d'analyses physicochimiques. Leur gentillesse, leur disponibilité, leur professionnalisme et leurs précieux conseils resteront pour moi une expérience très enrichissante et inoubliable.

J'exprime également ma sincère gratitude à tous les enseignants de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, particulièrement ceux du Département des Sciences Agronomiques, qui ont veillé à ma formation scientifique tout au long de mon parcours universitaire. Enfin, je remercie du fond du cœur toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail, par leur aide, leurs encouragements ou leur soutien moral.

Merci

Résumé

L'eau est une ressource essentielle à la vie et à la santé humaine, dont la qualité doit être contrôlée afin de garantir la sécurité du consommateur. En Algérie, les eaux embouteillées occupent une place importante dans la consommation quotidienne, ce qui justifie l'intérêt d'évaluer leur conformité physico-chimique et réglementaire.

Ce travail a pour objectif d'étudier la qualité physico-chimique de 17 marques d'eaux embouteillées commercialisées dans la wilaya d'El Tarf, les eaux minérales naturelles et les eaux de source, de comparer les résultats obtenus aux informations figurant sur les étiquettes, et de vérifier leur conformité aux normes algériennes en vigueur.

L'étude a été réalisée au laboratoire de contrôle qualité du complexe FERTIAL. Les analyses ont porté sur plusieurs paramètres physico-chimiques, notamment le pH, la conductivité, la dureté, les chlorures, les sulfates, les nitrates, les nitrites, ainsi que les ions calcium, magnésium, sodium et potassium.

Les résultats expérimentaux ont ensuite été comparés aux valeurs indiquées sur les bouteilles et aux limites réglementaires. Les résultats montrent que les eaux analysées présentent globalement une bonne qualité physico-chimique et restent conformes aux normes algériennes. Cependant, certains écarts ont été observés entre les valeurs mesurées et celles mentionnées sur les étiquettes,. Ces résultats confirment l'intérêt d'un contrôle régulier pour assurer la fiabilité des eaux embouteillées destinées à la consommation.

Mots clés : eau embouteillée, eau minérale naturelle, eau de source, qualité physico-chimique, paramètres, analyse, étiquetage

Abstract

Water is an essential resource for life and human health, and its quality must be monitored to ensure consumer safety. In Algeria, bottled waters occupy an important place in daily consumption, motivating an evaluation of their physico-chemical and regulatory compliance. This study examines the physico-chemical quality of 17 bottled water brands marketed in the wilaya of El Tarf (natural mineral waters and spring waters), compares the results with label information, and checks conformity with current Algerian standards. Analyses were performed at the quality control laboratory of the FERTIAL complex and covered pH, conductivity, hardness, chlorides, sulfates, nitrates, nitrites, and the ions Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} and K^{+} . Experimental results compared with the values on the bottles and regulatory limits show overall good physico-chemical quality and compliance with Algerian standards, although some discrepancies were observed between measured values and label claims. These findings confirm the need for regular controls to ensure the reliability of bottled waters intended for consumption.

Keywords : bottled water, natural mineral water, spring water, physico-chemical quality, parameters, analysis, labeling.

الملخص

الماء مورد اساسي للحياة و صحة الانسان , يجب مراقبة جودته لضمان سلامة المستهلك. في الجزائر, تحتل المياه المعبأة مكانة هامة في الاستهلاك اليومي, مما يستدعي تقييم مطابقتها من الناحيتين الفيزيائية-الكيميائية و التنظيمية. يهدف هذا العمل الى دراسة الجودة الفيزيائية- الكيميائية ل 17 علامة تجارية من المياه المعبأة المسوقة في ولاية الطارف (مياه معدنية طبيعية و مياه المنبع), و مقارنة النتائج بالمعلومات المدونة على الملصقات و التحقق من مطابقتها للمعايير الجزائرية السارية. اجريت

التحاليل في مختبر مراقبة الجودة لمركب و شملت و FERTIAL الرقم الهيدروجيني الموصلية العسر الكلوريدات , الكبريتات, النترات, النتريت, ايونات الكالسيوم, المغنيزيوم, الصوديوم, البوتاسيوم, تظهر النتائج التجريبية عند مقارنتها بالقيم المدونة على الزجاجات و الحدود التنظيمية و الجودة فيزيائية كيميائية عامة جيدة و مطابقة للمعايير الجزائرية مع بعض فروقات بين القيم المقاسة و المذكورة على الملصقات تؤكد هذه الفروقات اهمية اجراء رقابة دورية لضمان موثوقية المياه المعبأة المخصصة للاستهلاك.

الكلمات المفتاحية : المياه المعبأة, المياه المعدنية الطبيعية, مياه منبع, الجودة الفيزيائية الكيميائية, المعايير, التحليل, الملصقات.

Liste des figures

Figure 1: La molécule d'eau	5
Figure 2: Répartition de l'eau salée et de l'eau douce sur terre.....	7
Figure 3: Cycle de l'eau.....	9
Figure 4: Les étapes de l'embouteillage dans les unités de production des eaux embouteillées	30
Figure 5: Consommation d'eau en bouteille dans le monde.....	31
Figure 6: Évaluation de la consommation annuelle des eaux minérales en Algérie.....	32
Figure 7: Le pH mètre.....	44
Figure 8: La conductimètre.....	45
Figure 9: Le titre hydrotimétrique (dureté de l'eau).....	47
Figure 10: Détermination du titre alcalimétrique (TA).....	48
Figure 11: Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC).....	50
Figure 12: Dosages des chlorures.....	52
Figure 13: a) Streptophotometre et dosage des nitrates.....	53
Figure 14: Dosage des nitrites.....	55
Figure 15: dosage des sulfates.....	56
Figure 16: Dosage des cations (Na^+ , k^+).....	58
Figure 17: Dosage des calciums.....	60
Figure 18: Eau Ifri comparaison des résultats avec l'étiquetage.....	64
Figure 19: Comparaison des résultats avec l'étiquetage.....	66
Figure 20: Eau Manbaa comparaison des résultats avec l'étiquetage.....	67
Figure 21: Eau Guedila comparaison des résultats avec l'étiquetage.....	69
Figure 22: Eau Lala khedidja comparaison des résultats avec l'étiquetage.....	71
Figure 23: Eau Bouglez comparaison des résultats avec l'étiquetage.....	72
Figure 24: Eau Besbassa comparaison des résultats avec l'étiquetage.....	74
Figure 25: Eau Righia comparaison des résultats avec l'étiquetage.....	76
Figure 26: Eau Serine comparaison des résultats avec l'étiquetage.....	78
Figure 27: Eau Taya comparaison des résultats avec l'étiquetage.....	79
Figure 28: Eau Hayat comparaison des résultats avec l'étiquetage.....	81
Figure 29: Eau Ovitale comparaison des résultats avec l'étiquetage.....	82
Figure 30: Eau Tafrant comparaison des résultats avec l'étiquetage.....	84

Figure 31: Eau Ariaf comparaison des résultats avec l'étiquetage.....	85
Figure 32 : Eau Lala louiza comparaison des résultats avec l'étiquetage.....	87
Figure 33 : Eau Djazia comparaison des résultats avec l'étiquetage.....	89
Figure 34: Eau Djemorah comparaison des résultats avec l'étiquetage.....	90
Figure 35: Résultats de la teneur en sulfates.....	92
Figure 36: Résultats de la teneur en chlorures.....	93
Figure 37: Résultats de la teneur en nitrates.....	94
Figure 38: Résultats de la teneur en nitrites.....	95
Figure 39: Résultats la teneur en potassium.....	96
Figure 40: Résultats de teneur en sodium.....	97
Figure 41: Résultats de teneur en calcium.....	98
Figure 44: Résultats de l'analyse de la conductivité.....	101
Figure 45: Résultats de l'analyse du TAC.....	102
Figure 46: Résultats d'analyse du TH.....	103

Liste des tableaux

Tableau 1 : Comparaison entre différents types d'eaux.....	15
Tableau 2: Classification des turbidité usuelles (NTU).....	16
Tableau 3: Classification des eaux selon la température.....	17
Tableau 4: Classification des eaux d'après leur pH.....	17
Tableau 5: Classification de la dureté de l'eau	18
Tableau 6: La potabilité en fonction des résidus sec.....	22
Tableau 7 : Résultat des analyses physicochimiques.....	62
Tableau 8: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque ifri.....	63
Tableau 9: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Youkous.....	65
Tableau 10: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Manbaa.....	67
Tableau 11: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Guedila.....	68
Tableau 12: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Lala khedidja.....	70
Tableau 13: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Besbassa.....	74
Tableau 14: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Righia.....	76
Tableau 15: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Serine	77
Tableau 16: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Taya.....	79
Tableau 17: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Hayat.....	80

Liste des abréviations

% : Pourcentage

FAO : Food and agriculture organization

ISO : International standards organization

JORA : Jornal officiel de la république algérienne

L : Litre

EDTA : Acide éthylène diamine tétra-acétique

Mg : Milligramme

NaCl : Chlorure de sodium

OMS : Organisation mondiale de la santé

T° : Temperature

V : Volume

WHO : World health organization

SARL : Société à responsabilité limitée

μS : Micro siemens

PET : Polyéthylène téréphtalate

Table des matières

Dédicace	
Remerciements	
Résumé.....	I
Abstract.....	II
المخلص.....	III
Liste des figures.....	IV
Liste des tableaux.....	VI
Liste des abréviations.....	VII
Table des matières.....	VIII
Introduction.....	1
Synthèse bibliographique.....	1
Généralité sur l'eau.....	1
1. L'eau.....	5
1.1 Répartition sur terre.....	6
1.2 Cycle de l'eau.....	7
1.3 Importance de l'eau.....	9
2 Eau potable - Eau de consommation.....	11
2.1 Définition.....	11
2.2 Caractéristiques de l'eau potable.....	11
2.1 Les différents types d'eau potable.....	12
3 Qualité de l'eau de consommation.....	15
3.1 Qualité organoleptique.....	15
3.2 Qualité physico-chimique.....	16
3.3 Qualité microbiologique.....	25

4. Processus d'exploitation des eaux en bouteilles.....	27
Partie pratique.....	5
Matériels et méthodes.....	5
1 . Analyses physico-chimiques.....	43
1.1 Détermination du potentiel hydrogène (pH).....	43
1.2 Détermination de la conductivité.....	44
1.3 Détermination de la dureté – Titre hydrotimétrique (TH).....	45
1.4 Détermination du titre alcalimétrique (TA).....	47
1.5 Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC).....	48
1.6 Dosages des chlorures.....	50
1.7 dosage des nitrates (NO_3^-).....	52
1.8 Dosage des nitrites (NO_2^-).....	54
1.9 Dosage des sulfates (SO_4^{2-}).....	55
1.10 Détermination des cation (Na^+ , K^+).....	56
1.10 Dosage des calciums.....	58
1.11 Dosage des Magnésium.....	60
Résultats et discussion.....	34
2.1 Composition chimique.....	63
2.1.1 Comparaison des résultats des analyses avec les valeurs des étiquetages.....	63
2.2 Composition physicochimique.....	91
2.2.1 Sulfates.....	91
2.2.2 Chlorure.....	93
2.2.3 Nitrates.....	94
2.2.4 Nitrites.....	95
2.2.5 Potassium.....	96
2.2.6 Sodium.....	97
2.2.8 Magnésium.....	99

2.2.9 Potentiel hydrogène (pH).....	100
2.2.10 Conductivité électrique.....	100
2.2.11 Titre Alcalimétrique Complet (TAC).....	101
2.3.1 Classification selon la composition ionique.....	103
2.3.1 Classification selon le titre hydrotimétrique (TH) ou la dureté.....	104
Conclusion	62
Références bibliographiques.....	92

Annexes

Introduction

Introduction

L'eau constitue un élément essentiel à la vie des êtres vivants, en particulier celle de l'homme et des animaux. La disponibilité d'une quantité suffisante d'eau de bonne qualité contribue au maintien de la santé publique **(Tamungang et al., 2016)**.

L'eau est un pilier de la vie biologique non seulement elle agit comme un nutriment indispensable, mais elle joue aussi un rôle clé dans des fonctions physiologiques essentielles, telles que la digestion, l'absorption des nutriments, la régulation thermique et l'élimination des déchets **(Kirkpatrick et Fleming, 2008)**. Sans cette molécule à la fois simple et vitale, la vie sur Terre n'aurait jamais pu émerger, ce qui en fait un bien précieux à protéger pour les générations futures **(Henri, 2012)**.

L'eau est au cœur de la vie dans n'importe quel écosystème **(Tampo et al., 2015)**. On ne peut pas ignorer sa qualité quand nos besoins en eau explosent de toutes parts **(Foto et al., 2011)**. le développement socio-économique, que ce soit au niveau local, régional ou national. Dans les zones arides ou semi-arides, c'est carrément vital : sans elle, pas d'activités humaines, économiques ou sociales viables.

L'eau potable protège contre les maladies de l'eau. Il faut la vérifier bien : pas de produits chimiques mauvais, ni de microbes qui font du mal à la santé **(Coulibaly, 2005)**.

L'eau du robinet subit probablement les contrôles sanitaires les plus stricts et les plus fréquents de tous les produits alimentaires. Pourtant, certains s'en méfient à cause de sa qualité présumée ou de ce goût de chlore qui dérange, et préfèrent les bouteilles. D'autres lui font totalement confiance, mais optent pour l'eau en bouteille pour des raisons de goût – liée à une forte teneur en minéraux chez certaines marques –, de commodité ou de mode. Bien sûr, la sécurité sanitaire et les potentiels bienfaits pour la santé pèsent encore lourd dans la balance.**(Chocat et al., 2015)**.

Aujourd'hui, la consommation d'eau minérale embouteillée connaît une croissance spectaculaire dans la vie quotidienne des consommateurs, au détriment de l'eau du robinet, avec une augmentation notable au niveau mondial. Plusieurs facteurs expliquent ce phénomène, mais les vertus thérapeutiques et les qualités organoleptiques des eaux embouteillées sont les motifs les plus souvent invoqués par les consommateurs **(Farch, 2017)**.

L'étude physico-chimique des eaux en Algérie examine les propriétés physiques et chimiques des eaux pour la consommation : eaux minérales naturelles, de source ou du robinet. Elle mesure les ions principaux (calcium, magnésium, sodium, potassium, bicarbonates, sulfates, chlorures), la minéralisation totale, le pH, la conductivité, et repère les polluants humains. Ces infos servent à classer les eaux, vérifier les normes nationales et internationales, garantir leur sécurité sanitaire, et guider leur usage (maison, industrie, agriculture).

Pour ce suivi de qualité, notre travail s'est déroulé au laboratoire de contrôle du complexe **FERTIAL**. On a choisi au hasard des 17 marques d'eaux en bouteille vendues dans la wilaya d'El-Tarf.

Ce mémoire se divise en deux grandes parties. Première partie :

- Une synthèse biobibliographie sur l'eau en général, définition, origines, sources, et ce qui fait une eau potable, avec focus sur les paramètres physico-chimiques.
- Deuxième partie : L'étude expérimentale, en deux axes.

D'abord, vérifier si la composition chimique des eaux est stable en comparant nos analyses aux étiquettes des bouteilles.

Ensuite, contrôler si les paramètres mesurés respectent les règles algériennes des journaux officiels pour les eaux minérales et de source.

Enfin, on classe les eaux selon leur composition en ions et leur dureté.

Synthèse bibliographique

Généralité sur l'eau

1. L'eau

La molécule d'eau est un composé chimique formé de deux atomes d'hydrogène et d'un seul atome d'oxygène, de formule H_2O (**Figure 1**). Elle présente une liaison covalente polaire, dans laquelle l'atome d'oxygène porte une charge partielle négative, tandis que les atomes d'hydrogène portent une charge partielle positive. Cette polarité est à l'origine de propriétés spécifiques de l'eau, comme une tension superficielle élevée et une grande capacité à dissoudre de nombreuses substances (**Chang, 2005**).

À l'état pur, l'eau est un liquide transparent, incolore, inodore et insipide, à température ambiante et sous pression atmosphérique normale. Elle se congèle à $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ et bout à $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ lorsque la pression est égale à la pression atmosphérique standard (**Atkins et De Paula, 2010**).

L'eau constitue le principal composant de la matière vivante, représentant environ 60 à 70 % du poids du corps humain. Elle joue le rôle de milieu dans lequel se déroulent les réactions biochimiques et participe aux processus métaboliques, à la digestion ainsi qu'au transport des nutriments (**Alberts et al., 2015**).



Figure 1: la molécule d'eau (**Benoit, 2021**)

1.1 Répartition sur terre

L'hydrosphère, une couche aqueuse qui englobe notre planète, recouvre environ 75 % de la surface terrestre. Elle regroupe l'ensemble des eaux présentes sur Terre. Essentielle au maintien de la vie, l'eau se métamorphose et se déplace selon un cycle complexe. **(figure 2).**

L'hydrosphère englobe l'ensemble des eaux terrestres, qu'elles soient souterraines ou en surface, et ce, sous leurs trois états : solide, liquide et gazeux. L'eau salée est de loin la plus abondante, tandis que l'eau douce ne représente qu'une petite fraction. **(Decrouy, 2023).**

Environ 97,6 % de l'eau mondiale est située dans les mers et les océans. Le dessalement, un processus qui sépare le sel de l'eau, a un coût élevé, limitant le nombre d'usines de traitement à l'échelle mondiale **(Decrouy, 2023).**

Pourcentage d'eau douce Sur la faible quantité d'eau douce disponible sur Terre (2,4 % du total), seule une petite partie est directement utilisable et potable. En effet,

On estime que :

- 1,9 % est immobilisée dans les glaciers et les calottes glaciaires.
- 0,5 % se trouve dans les nappes phréatiques.
- 0,02 % est présente dans les eaux de surface (lacs, fleuves...).
- 0,01 % est retenue dans les sols.
- 0,001 % est contenue dans l'atmosphère.
- Une quantité encore plus petite compose les organismes vivants.

Pourcentage d'eau potable D'après des sources officielles, environ 0,025 % de l'eau terrestre est potable. L'accès à cette ressource et à l'hygiène qui s'y rapporte est un droit humain fondamental, essentiel à la dignité. **(Decrouy, 2023).**

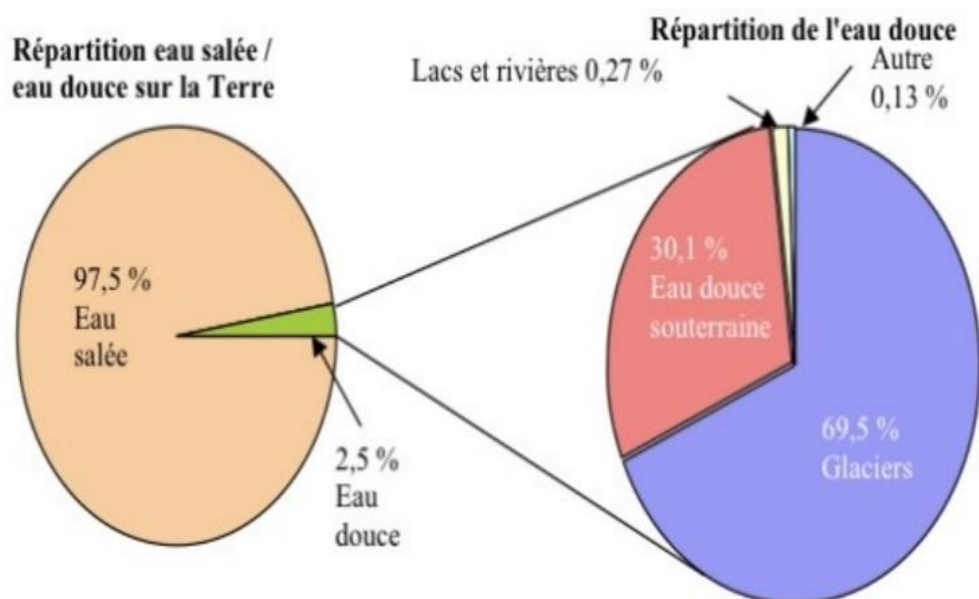


Figure 2: Répartition de l'eau salée et de l'eau douce sur terre (Source : Mortel, 2007 -HAL Open Science)

1.2 Cycle de l'eau

Le cycle de l'eau regroupe l'ensemble des échanges d'eau – sous ses formes liquide, solide ou gazeuse entre les grands réservoirs terrestres : océans, atmosphère, rivières, lacs, glaciers et nappes phréatiques. Ce cycle biogéochimique, clos en boucle, maintient une quantité totale d'eau invariante sur Terre depuis des milliards d'années. Les mers ne débordent pas, les sources ne s'épuisent pas à l'échelle géologique. Cette harmonie parfaite est si totale qu'on la néglige souvent. Seule varie sa répartition entre les réservoirs (Julien, 2026).

L'eau, présente partout, est un élément vital de notre planète. Elle change d'état et se déplace sans cesse entre l'atmosphère, la surface terrestre et le sous-sol, un processus que l'on nomme communément le cycle de l'eau.(figure 3)

L'eau subit des transformations d'état, passant de la phase gazeuse à la phase liquide ou solide, tout au long de son cycle naturel. Néanmoins, la quantité globale d'eau sur Terre est restée constante depuis des temps immémoriaux. (Zouag et Belhadj, 2017).

Dans l'atmosphère, l'eau se trouve majoritairement sous forme de vapeur. Le refroidissement provoque sa condensation en eau liquide, laquelle se concentre dans les nuages avant de retomber sous forme de précipitations. Une fois au sol, l'eau poursuit son cycle, principalement

à l'état liquide, avec une fraction minimale en Mouvement.

La majorité de l'eau se trouve sous terre. Une portion est absorbée par les plantes, tandis que le reste s'écoule vers les cours d'eau ou retourne dans les aquifères. Le cycle est alimenté par le soleil, dont l'énergie provoque les changements d'état de l'eau, comme la formation et la fonte des glaces, ou l'évaporation suivie de l'ascension dans l'atmosphère. (**ADJELANE et BOUREBAA, 2018**).

Les cinq étapes du cycle de l'eau

Étape 1 : Évaporation et transpiration : Le Soleil chauffe les océans, lacs, rivières et sols humides, transformant l'eau liquide en vapeur atmosphérique (évaporation). L'USGS (2023) estime 502 800 km³/an des océans et 72 000 km³ des continents. L'évapotranspiration ajoute la transpiration végétale (ex. : 400 L/jour pour un chêne adulte en été), regroupée en ETP.

Étape 2 : Condensation : La vapeur ascendante se refroidit, atteignant le point de rosée et formant des gouttelettes (5-15 µm) autour de noyaux (poussières, aérosols). Elles s'agrègent en nuages (centaines de tonnes d'eau par cumulus). Formes terrestres : rosée ou brouillard.

Étape 3 : Précipitations : Les gouttelettes coalescent et tombent par gravité :

Pluie : > 0,5 mm

Neige : cristaux de glace

Grêle : cycles de congélation

Bruine : < 0,5 mm

Total mondial : 505 000 km³/an, 80% sur océans.

Étape 4 : Ruissellement : L'eau s'écoule en surface selon : pente, sol (argile favorise, sable infiltre), intensité pluviale, végétation. Elle alimente le réseau hydrographique (ruisseaux → fleuves → océans ; durée : heures à mois).

Étape 5 : Infiltration et nappes souterraines : L'eau pénètre le sol (infiltration : cm à m/jour), traverse la zone vadose (captée partiellement par plantes), rejoint les nappes phréatiques (10,6 millions km³ d'eau douce mondiale ; Ministère Transition écologique,

2023). Temps de résidence : 9 jours (atmosphère) à 10 000 ans (nappes profondes). Débit de base : 40% des rivières françaises via sources (Julien, 2026).

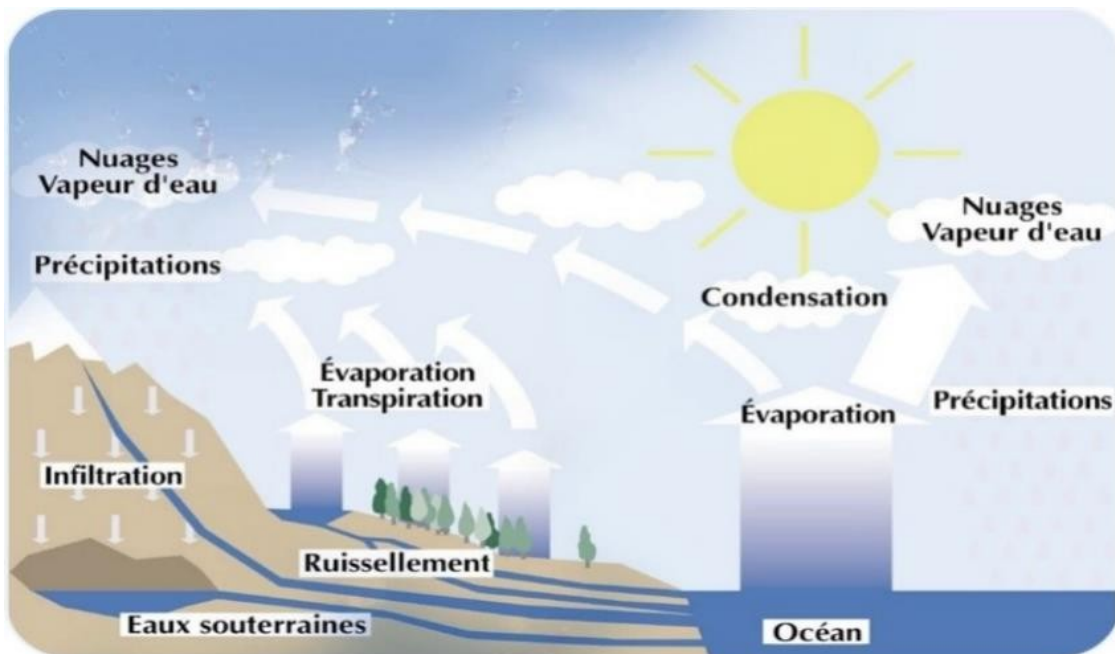


Figure 3: cycle de l'eau (CIEAU, 2023)

1.3 Importance de l'eau

1.3.1 Importance de l'eau dans l'agriculture

Depuis toujours, l'agriculture est la grande championne de la consommation d'eau : elle avale environ 70% des prélèvements mondiaux aujourd'hui. Les 30% qui restent servent aux besoins domestiques, municipaux et industriels. Cette répartition n'est pas figée, elle dépend du climat et du niveau économique des pays. Par exemple, les nations industrialisées et tempérées consacrent une part bien moindre de leur eau à l'agriculture, comparé aux pays en développement dans des zones tropicales sèches. Dans certains endroits arides et pauvres, l'agriculture peut carrément pomper plus de 90% de l'eau disponible, alors que dans les pays riches, ça tombe sous les 30%. En gros, la façon dont l'eau est utilisée reflète le développement d'un pays : à mesure que l'économie décolle, la part agricole diminue pour laisser place à l'industrie et aux usages quotidiens. En agriculture, l'eau va surtout à l'irrigation de quelque 250 millions d'hectares. Elle nourrit la croissance biologique des plantes, s'évapore en partie, et ce qui n'est pas absorbé s'écoule en aval sous forme de ruissellement ou s'infiltré dans les nappes

souterraines. Mais il y a un hic : l'irrigation dégrade souvent la qualité de l'eau, en augmentant la salinité ou en la polluant avec des excès d'engrais et de pesticides **(FAO, 1996)**.

1.3.2 Importance de l'eau dans l'industrie alimentaire

Dans le monde de l'agroalimentaire, l'eau est une véritable couteau suisse pendant la production, elle sert d'ingrédient de base, de solvant, de nettoyant, de moyen de tri, de refroidissement ou même de transport des matières.

La quantité nécessaire change complètement selon le type d'aliment fabriqué et les techniques utilisées par exemple, plus pour les produits laitiers que pour les conserves sèches. L'essentiel, c'est qu'elle soit potable, avec un goût et une odeur parfaitement neutres, pour que les aliments finaux soient top qualité. Ces propriétés viennent de sa composition chimique précise, de sa température et de l'absence de composés volatils qui pourraient tout gâcher. Pour vérifier goût et odeur, il y a une méthode simple de dilution : on mélange l'eau testée avec une eau "référence" idéale jusqu'à ce que le défaut disparaisse complètement. Ce test se fait à 30 °C. **Chișinău, Republica Moldova (2022)**.

1.3.3 Importance de l'eau dans l'organisme humain

L'eau est le composant principal du corps humain. Elle est présente partout : dans tous les organes, à l'intérieur des cellules et dans les espaces intercellulaires. Elle assure de nombreuses fonctions essentielles, comme le transport des nutriments, des enzymes et des hormones en tant que solvant, l'élimination des déchets métaboliques ; l'hydratation des tissus et de la peau ; la régulation de la température corporelle ; sa participation aux réactions biochimiques et à la régulation du métabolisme cellulaire ; ou encore la facilitation de la digestion, entre autres **(Société Suisse de Nutrition, 2022)**. Dans le corps, sa répartition n'est pas uniforme : les liquides corporels (hors sang) en contiennent plus de 95%, les tissus environ 80% et le squelette jusqu'à 22%.

L'eau sous forme liquide est la seule substance capable de dissoudre les nutriments pour les acheminer jusqu'aux cellules, tout en éliminant les déchets métaboliques et les impuretés. On ne peut imaginer ce rôle vital sans aborder la question de sa salubrité. Si l'eau doit être disponible en quantités suffisantes, elle doit aussi être saine et pure, car elle reste le principal vecteur de transmission des maladies. Dans ce contexte, l'eau représente un enjeu majeur pour la santé publique. **(Frantzy, 2017)**

2 Eau potable - Eau de consommation

2.1 Définition

L'eau potable, c'est celle qui vient directement des nappes souterraines, parfaite pour boire sans aucun risque. Elle est naturellement pure sur le plan microbien et protégée de toute pollution, sans ajout ni traitement hormis ceux autorisés spécifiquement pour ce type d'eau. **(JORA, 2004).**

C'est une eau totalement sûre pour la consommation humaine, les besoins ménagers ou industriels, sans danger pour la santé. On la trouve en bouteilles (eau minérale, de source, plate ou pétillante), au robinet via le réseau public, ou en citernes pour l'industrie. **(Beaulieu, 2019).**

2.2 Caractéristiques de l'eau potable

L'eau potable doit répondre à des critères précis sur le plan physique, chimique et biologique, tout en étant agréable au quotidien : sans couleur, sans goût ni odeur, comme les consommateurs aiment à le sentir. Mais ces qualités idéales ne peuvent pas être fixées de façon absolue ou universelle, ça dépend des contextes.

2.2.1 La couleur La couleur de l'eau provient souvent de matières organiques, de fer, de manganèse ou de rejets industriels colorés. Elle conditionne l'acceptabilité de l'eau par les consommateurs, même si elle n'est pas toujours corrélée à un danger sanitaire **(FNS, 2013).**

2.2.2 L'odeur Une eau potable doit être inodore. La présence d'une odeur est généralement signe de pollution ou de dégradation de matière organique, parfois à des concentrations trop faibles pour être détectées en laboratoire : seul le nez humain la perçoit **(Rodier, 2009).**

2.2.3 Le goût et la saveur Le goût correspond à l'ensemble des sensations ressenties en bouche (sucré, salé, notes olfactives, sensations chimiques). La saveur désigne plus précisément les impressions détectées par les papilles grâce aux composés solubles qui les stimulent **(Rodier, 2009).**

2.1 Les différents types d'eau potable

2.1.1 L'eau du robinet

L'eau du robinet tire 62% de son approvisionnement des eaux souterraines (nappes superficielles et profondes), le reste (38%) venant des eaux de surface comme les torrents, rivières ou lacs. Ces dernières passent par une série de traitements avant d'atteindre les foyers, ce qui n'est pas le cas des eaux minérales naturelles ou de source. Le processus d'exploitation comprend : le captage, le dégrillage, la décantation via floculation-coagulation, la filtration sur sable, l'ozonation, puis une nouvelle filtration et la chloration. Pour être potable, elle doit être débarrassée de toute pollution chimique (métaux lourds, pesticides, etc.) et microbiologique (bactéries, virus, etc.). Elle doit par ailleurs satisfaire des normes précises en termes physico-chimiques (pH, température, teneur en minéraux, etc.), organoleptiques et microbiologiques, selon les standards nationaux à travers le monde. **(Beaulieu, 2019)**

Les traitements :

- **Captage** : Prélèvement de l'eau brute à la source (rivière, lac ou nappe souterraine), puis acheminement jusqu'à l'usine de potabilisation par des conduites ou canalisations.
- **Dégrillage** Passage de l'eau à travers des grilles pour retenir les corps flottants et les gros déchets (bâches, branches, etc.) afin d'éviter d'abîmer les équipements en aval.
- **Tamissage** Filtration plus fine destinée à éliminer les particules et déchets de taille plus petite (sable, feuilles fines, plancton, etc.).
- **Filtration** Les particules en suspension encore présentes, mais invisibles à l'œil nu, sont éliminées par filtration sur des milieux classiques (sable) ou adsorbants (charbon actif en grains ou en poudre). Certaines installations utilisent des membranes capables de filtrer des particules de très petite taille (microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration).
- **DÉSINFECTION – OZONATION** Neutralisation des virus et bactéries pathogènes par désinfection, puis injection d'ozone (gaz oxydant). Dans certains cas, les ultraviolets peuvent être utilisés à la place ou en complément.
- **Traitement spécifique (Affinage)** Adsorption sur charbon actif pour éliminer les matières organiques résiduelles. Ce traitement d'affinage améliore les qualités organoleptiques de l'eau (saveur, odeur, limpidité).

- **Chloration** Ajout d'une très faible quantité de chlore pour maintenir une désinfection résiduelle tout au long du parcours dans le réseau de distribution, afin de préserver la qualité microbiologique de l'eau jusqu'aux robinets.
- **Stockage** Une fois rendue potable, l'eau est dirigée vers des réservoirs de stockage, avant d'être distribuée via un réseau de canalisations souterraines vers les habitations et les usagers. **(Cieau, 2017)**

2.1.2 L'eau minérale naturelle : L'eau minérale naturelle diffère de l'eau de boisson standard parce que :

- Sa composition se singularise par une certaine quantité de sels minéraux, leurs proportions, et la présence d'oligo-éléments.
- Elle provient directement de sources souterraines, naturelles ou par forage, avec des mesures prises pour éviter toute pollution.
- Sa composition, son débit et sa température restent stables, en tenant compte des variations naturelles.
- Son captage assure la pureté microbiologique et chimique de ses composants essentiels.
- Son conditionnement se fait près de la source avec une hygiène rigoureuse.
- Elle ne subit que les traitements permis par cette norme. **(Codex Alimentarius Commission, 1981).**

Les eaux minérales naturelles peuvent être classées selon leur teneur et leur origine en gaz carbonique, ce qui conduit à distinguer plusieurs catégories :

- **Une eau minérale naturelle naturellement gazeuse :** est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, la réincorporation éventuelle du gaz issu de la même source et son conditionnement, reste, dans les limites des tolérances techniques usuelles, comparable à celle mesurée à l'émergence. Il s'agit du gaz carbonique qui se dégage spontanément et de manière visible dans des conditions normales de température et de pression.
- **Une eau minérale naturelle non gazeuse :** est une eau minérale naturelle qui, à l'état naturel, ne contient, compte tenu des tolérances techniques usuelles, aucune quantité significative de gaz carbonique libre, si ce n'est la petite proportion strictement

nécessaire pour assurer la dissolution des sels hydrogénocarbonatés présents dans l'eau.

- **Une eau minérale naturelle dégazéifiée** : est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, est différente de celle mesurée à l'émergence, et qui ne présente pas de dégagement visible et spontané de gaz carbonique dans des conditions normales de température et de pression.
- **Une eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique de la source** : est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, est plus élevée que celle qu'elle présentait à l'émergence.
- **Une eau minérale naturelle gazéifiée** : est une eau minérale naturelle à laquelle du gaz carbonique provenant d'une source extérieure est ajouté, afin de lui conférer une effervescence. **(Codex Alimentarius Commission, 1981)**

2.1.3 L'eau de source

Selon la législation algérienne, l'eau de source provient exclusivement de nappes souterraines, est microbiologiquement saine et protégée contre tout risque de pollution. **(JORA, 2004).**

Les principales différences entre les eaux minérales naturelles, les eaux de source et l'eau du robinet **(tableau 1)**

Tableau 1 : Comparaison entre différents types d'eaux. (Frick et al., 2003)

	Eau de robinet	Eau de source	Eau minérale naturelle
Origine	Multiples : lacs, rivières, nappes phréatiques... etc.	Souterraines	Souterraines
Protection naturelle	/	Obligatoire	Obligatoire
Traitements chimiques	Traitements de potabilisation (plus désinfection chimique pour transport)	Aucun traitement de potabilisation	Aucun traitement de potabilisation
Composition minérale	Variable	Pas nécessairement stable	Obligatoirement stable
Effet reconnu sur la santé	/	/	Effet favorable à la santé, reconnu par l'Académie de médecine

3 Qualité de l'eau de consommation

3.1 Qualité organoleptique

Les caractéristiques organoleptiques de l'eau potable, comme la couleur, l'odeur, le goût et la turbidité, sont essentielles. Elles influencent l'acceptation de l'eau par le public et peuvent indiquer des problèmes de salubrité.

3.1.1 La couleur : La coloration d'une eau est qualifiée de vraie lorsqu'elle provient uniquement des éléments dissous. Par contre, elle est dite apparente si des particules en suspension contribuent aussi à la couleur. Dans les eaux claires avec peu de matières en suspension, les colorations vraie et apparente sont similaires. (Rodier, 2005).

3.1.2 L'odeur : Toute odeur indique soit une pollution, soit la décomposition de matières

organiques. On peut définir une odeur comme :

L'ensemble des sensations captées par l'odorat lors de l'olfaction de composés volatils. La caractéristique spécifique de la sensation causée par chacun de ces composés. **(Rodier, 2005).**

3.1.3 Le goût et saveur : Le goût se caractérise par un ensemble de sensations gustatives et olfactives, couplées à une sensibilité chimique générale, ressenties lorsque l'on boit. La saveur, quant à elle, englobe l'ensemble des sensations perçues lors de la stimulation des papilles gustatives par certaines substances solubles. **(Rodier, 2005)**

La turbidité La turbidité mesure le niveau d'opacité de l'eau, dû à la présence de particules comme les sédiments, l'argile, le plancton ou les micro-organismes. Une turbidité élevée peut nuire à la désinfection et présenter un danger pour la santé. Une turbidité faible assure un traitement efficace et une eau potable saine. **(Rodier, 2005 ; OMS, 2017). (tableau 2)**

Tableau 2: classification des turbidité usuelles (NTU).(Joël, 2003)

NTU<5	Eau claire
5<NTU<30	Eau légèrement trouble
NTU>50	Eau trouble

3.2 Qualité physico-chimique

3.2.1 Paramètre physique

3.2.1.1 La température

La température de l'eau influence de manière significative les propriétés chimiques, physiques et les réactions biologiques. (**Dovonou, et al., 2023**)

Il est nécessaire de connaître la température de l'eau avec précision, car celle-ci affecte la solubilité des sels et des gaz, ainsi que la dissociation des sels dissous et, par conséquent, la conductivité électrique. **(Rodier ,2005) (Tableau 3).**

Tableau 3: classification des eaux selon la température (HAMEL, 2013).

Température (°C)	Type d'eau
$T < 30$	Minérale, source
$20 < T < 30$	Mésothermale
$30 < T < 50$	Thermale
$T < 50$	Hyperthermale

3.2.1.2 Le potentiel Hydrogène (pH)

Ce paramètre reflète la concentration d'ions hydrogène H^+ dans l'eau (Rejseck, 2002). (Tableau 4).

Tableau 4: Classification des eaux d'après leur pH (Krida, 1997)

pH < 5	Présence d'acides minéraux ou organiques dans l'eau naturelle
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte

3.2.1.3 La conductivité

La conductivité électrique correspond à la capacité de l'eau à conduire le courant électrique. L'eau pure est un isolant et offre une forte résistance au passage de l'électricité, contrairement à l'eau contenant des sels minéraux naturels tels que le sodium, le magnésium, le potassium et le calcium. (IBGE, 2005).

3.2.1.4 Dureté

La dureté d'une eau, ou titre hydrotimétrique, se rapporte à la concentration totale de cations métalliques comme le calcium, le magnésium, l'aluminium, le fer et le strontium. Le calcium

(Ca²⁺) et le magnésium (Mg²⁺) sont souvent les plus présents. Étant donné que le calcium est très courant, il sert d'indicateur fiable de la dureté de l'eau (**Hamed et al., 2012**).(tableau 5)

Tableau 5: classification de la dureté de l'eau

Dureté de l'eau (°f)	Classification
< 8 °f	Très douce
Entre 8 et 15 °f	Douce
Entre 15 et 30 °f	Dure
> 30 °f	Très dure

3.2.1.2 Paramètre chimique

3.2.1.2.1 Les chlorure

Le chlore est un gaz à l'état naturel, mais sous forme d'ion chlorure (Cl⁻), c'est un oligo-élément clé présent dans les aliments et le corps, surtout via le sel (chlorure de sodium, NaCl). Il maintient l'équilibre hydrique en régulant la pression osmotique entre cellules et liquides extracellulaires, aide à la digestion en formant l'acide chlorhydrique gastrique, et assure l'équilibre acido-basique du sang ainsi que le transport du CO₂. (**florence Darine, 2017**).

3.2.1.2.2 Les sulfates

Les sulfates (SO₄²⁻) sont des ions naturellement présents dans l'environnement, surtout quand l'eau traverse des terrains riches en gypse par ruissellement ou infiltration. Des bactéries spécifiques comme les chlorothiobactéries et rhodothiobactéries les fabriquent aussi en oxydant le sulfure d'hydrogène (H₂S), ce gaz puant et toxique qui pue l'œuf pourri. Ils font partie intégrante du cycle naturel du soufre dans la nature. Côté santé, ils ne sont pas méchants à petites doses : ils facilitent la digestion et agissent même comme laxatif doux en quantités modérées. Mais si l'eau en contient trop (au-delà de 250 mg/L généralement), ça devient corsé : diarrhées, crampes abdominales et déshydratation assurées, particulièrement chez les enfants ou sensibles. C'est pour ça qu'on surveille de près leur concentration dans l'eau potable –

l'équilibre parfait entre bienfaits et risques. **(HCEFLCD, 2006).**

3.2.1.2.3 Les nitrates

Les nitrates débarquent dans l'eau par le lessivage des sols azotés, la décomposition de matières organiques (fumiers naturels) ou surtout les engrais chimiques agricoles qui s'infiltrant. Indispensables pour booster la croissance des plantes et dans les cycles naturels de l'azote, ils deviennent problématiques en eau potable. Chez les nourrissons : trop de nitrates se transforme en nitrites dans leur petit estomac immature, provoquant la méthémoglobinémie ou "syndrome du bébé bleu" le sang perd sa capacité à transporter l'oxygène, la peau vire au bleu, urgence vitale. Norme stricte : max 50 mg/L. Surveillance renforcée en zones agricoles pour protéger bébés, environnement et nappes. **(Samake, 2002).**

3.2.1.2.4 Les nitrites

Les nitrites (NO_2^-), instables et issus de la réduction des nitrates, dégradent la qualité de l'eau en quantités élevées et posent des risques pour la santé humaine **(Belghiti et al, 2013).**

À faible dose, vasodilatateurs naturels (meilleure circulation), conservateurs alimentaires limités. méthémoglobinémie « syndrome du bébé bleu » chez nourrissons <6 mois, car hémoglobine immature), formation de nitrosamines cancérigènes (estomac/colorectal), troubles thyroïdiens. **(Akatumbila L. et al., 2016).**

Norme **UE/OMS** : 0,5 mg/L NO_2 (point conformité), 0,1 mg/L sortie traitement ; somme nitrates+nitrites ≤ 1 (nitrates/50 + nitrites/3).

3.2.1.2.5 L'alcalinité

L'alcalinité mesure la capacité de l'eau à neutraliser l'acidité (ions H^+), grâce surtout aux bicarbonates (HCO_3^-), carbonates (CO_3^{2-}) et hydroxyde (OH^-).

Les rejets urbains (phosphates, ammoniacale, organiques) ou industriels (basiques/acides) l'influencent. Bien dosée, elle stabilise le pH top pour santé et écosystèmes aquatiques. Trop haute ou basse Corrosion des tuyaux, toxique pour poissons/plantes. **(Rejsek, 2002).**

- **Titre alcalimétrique (TA)** Il exprime la teneur en carbonates et correspond à la somme des concentrations des ions carbonates (CO_3^{2-}) et hydroxydes (OH^-) **(Rodier et al.,**

2009).

$$TA=[OH^-]+1/2[CO_3^{2-}]$$

- **Titre alcalimétrique complet (TAC)** Ce paramètre indique l'alcalinité globale de l'eau en mesurant les ions hydroxyde (OH^-), carbonate (CO_3^{2-}) et bicarbonate (HCO_3^-) (Lefevre et al., 2020). Il représente la somme des ions basiques (**Rodier et al., 2009**).

$$TAC=[OH^-]+[CO_3^{2-}]+[HCO_3^-]$$

3.2.1.2.6 Carbonates : Les ions carbonate proviennent de la réaction entre le dioxyde de carbone (CO_2) dissous dans l'eau (H_2O), qui forme l'acide carbonique (H_2CO_3), puis se dissocie en ions bicarbonate (HCO_3^-) et en ions carbonate (CO_3^{2-}) (**Grandjean M., 2013**). Ces espèces jouent un rôle bénéfique pour la santé en participant au maintien de l'équilibre acido-basique sanguin, en facilitant la digestion par neutralisation des acides gastriques et en soutenant la minéralisation osseuse ; en revanche, des concentrations élevées (**> 300 mg/L selon l'OMS**) peuvent entraîner une alcalose métabolique (nausées, troubles neurologiques), des irritations digestives, une altération du goût de l'eau et un risque accru de formation de dépôts calcaires rénaux.

3.2.1.2.7 Bicarbonates

Les bicarbonates (HCO_3^-) se forment quand le CO_2 de l'air se dissout dans l'eau des sources naturelles, augmentant les gaz dissous et donnant cet effet légèrement pétillant à certaines eaux. Ils jouent un rôle alcalinisant précieux : ils aident l'organisme à réguler son équilibre acido-basique, tamponnent l'acidité gastrique et favorisent une bonne minéralisation. Super pour la santé en doses normales, Mais en excès, l'eau prend un goût amer désagréable, style "eau de Vichy" trop prononcée, et peut causer ballonnements, reflux ou troubles digestifs chez les estomacs sensibles. C'est aussi un indicateur de dureté temporaire de l'eau. Dosage juste clé du confort. (**Lucile Woodward, 2025**).

3.2.1.2.8 Calcium

Le calcium est le minéral roi de notre corps (1-2% du poids total, 99% stocké dans les os). Il assure la solidité osseuse et dentaire, déclenche contractions musculaires et signaux nerveux, coagule le sang, active hormones/enzymes, et permet la communication cellulaire. Son taux

sanguin est finement régulé via réserves osseuses, absorption intestinale (boostée par vitamine D), et excrétion rénale. **(ANSES, 2022).**

3.2.1.2.9 Sodium

Dans l'eau, le sodium se présente souvent comme du chlorure de sodium (NaCl, le sel courant) et aide à contrôler la pression osmotique ainsi que le volume des liquides autour des cellules. Il est vital pour envoyer les signaux nerveux et faire contracter les muscles, en plus de booster l'absorption dans l'intestin du chlore, des acides aminés, du sucre et de l'eau, et leur recyclage par les reins. L'excès file par les urines ou la sueur ; par contre, un manque sévère peut causer des gonflements au cerveau, des nausées, des malaises, une perte de conscience voire des crises. **(ANSES, 2025).**

3.2.1.2.10 Potassium

Le potassium est indispensable pour équilibrer les liquides dans le corps, faire marcher nerfs et muscles correctement, et surtout réguler le rythme cardiaque. Quand il manque (vomissements, diarrhées, diurétiques, déséquilibres hormonaux), c'est la fatigue, crampes musculaires, spasmes, et risque de pépins cardiaques graves. L'eau peut aider à compléter les stocks. **(James L. Lewis III, 2025).**

3.2.1.2.11 Magnésium

Le magnésium, c'est un minéral clé pour nos muscles, os et nerfs indispensable au quotidien. Dans l'eau potable, on tolère max 50 mg/L. Dans ces échantillons, ça oscillait entre 0,729 et 28,211 mg/L : niveaux bas, sans risque aucun. En petite quantité, il booste notre apport nutritionnel. Mais trop laxatif et maux de ventre possibles.

L'astuce : garder l'équilibre pour profiter des plus sans galère. **(Gbohaida et al., 2016).**

3.2.1.2.12 Résidu sec

Le résidu à sec (RS) mesure tous les minéraux et matières organiques dissous dans l'eau après évaporation. Il dépend de la géologie locale et du climat, avec surtout du calcium, magnésium, sodium, potassium, plus carbonates, chlorures, sulfates et nitrates. Côté santé, c'est top pour les os et muscles (calcium/magnésium) et la tension (potassium), mais trop de sodium booste l'hypertension, les nitrates menacent les bébés, et une minéralisation excessive risque des

calculs rénaux chez certains. (Giulia Graziati, 2024).

Tableau 6: la potabilité en fonction des résidus sec (Rodier, 2005)

Résidus sec	Potabilité
RS< 500	Bonne
500 < RS< 1000	Passable
3000 < RS< 4000	Mauvaise

3.2.1.2.13 Substances toxiques

L'OMS évalue les dangers des substances chimiques pour la santé humaine en analysant les effets possibles d'une exposition, qu'elle soit via l'eau potable ou l'environnement. Pour ça, elle propose une boîte à outils complète : identifier les risques inhérents aux produits chimiques, mesurer les niveaux d'exposition réels, puis combiner ces infos pour estimer l'exposition potentielle et les impacts sanitaires associés, comme les cancers ou troubles neurologiques. Ça aide les autorités à fixer des normes strictes pour protéger les populations, surtout là où l'eau est polluée par des métaux lourds, pesticides ou résidus industriels. (OMS, 2010).

3.2.1.2.14 Arsenic

L'arsenic est naturellement présent dans la croûte terrestre, l'air, l'eau et le sol. Mais sous sa forme inorganique, c'est un poison sournois : une exposition prolongée par l'eau potable ou des aliments contaminés sabote la santé au lieu de la renforcer – cancers de la peau, poumons, vessie, problèmes cardiaques et cutanés en prime. (OMS, 2022).

3.2.1.2.15 Cadmium

Le cadmium est un métal lourd toxique sans aucun bénéfice pour la santé humaine. Présent naturellement à faible dose dans les sols, l'air et les eaux, ses concentrations sont fortement accrues par les activités agricoles (engrais phosphatés) et industrielles (métallurgie, combustion fossile). Parmi ses effets néfastes graves figurent une toxicité rénale chronique (accumulation dans les reins provoquant protéinurie et insuffisance rénale), un caractère cancérigène prouvé (poumon, prostate), une toxicité reproductive (infertilité, malformations fœtales) et des atteintes osseuses sévères (ostéoporose, maladie itai-itai) (Assurance Maladie, 2026).

3.2.1.2.16 Plomb

L'exposition au plomb touche plusieurs organes du corps (cerveau, os, reins, foie) et fait particulièrement mal aux enfants et aux femmes enceintes. Chez les petits, il bloque le développement du cerveau de façon définitive ; pendant la grossesse, il sort des os pour passer dans le sang et atteindre le fœtus. On mesure le taux dans le sang à cause des risques pour le cœur (hypertension). Aucun seuil n'est sans danger, mais on peut éviter tous les problèmes en éliminant les sources (**OMS, 2024**).

3.2.1.2.17 Cyanures

Les cyanures sont des molécules avec un carbone (C) triplement lié à un azote (N), formant le groupe CN ; c'est surtout l'ion CN^- qui se libère et bloque la respiration cellulaire en s'attaquant à l'oxygène. Absorbés par l'estomac, ils agissent en minutes (dose létale : 0,5-3,5 mg/kg de poids corporel) ; sous forme de gaz inhalé, toxiques dès 0,3 mg/L dans l'air. Une intoxication massive tue en 10 minutes typiquement : coma avec convulsions, hypoxie profonde (tissus asphyxiés), collapsus cardiaque, bradycardie puis arrêt total du cœur. Bonne nouvelle, les expositions légères (traces industrielles ou alimentaires) sont bien plus fréquentes et traitables avec des antidotes comme l'hydroxocobalamine. (**Gazzah, 2022**).

3.2.1.2.18 Chrome total

Est un métal naturellement présent à faible concentration dans de nombreux sols et roches, se trouvant principalement sous forme de chrome trivalent (Cr^{3+}) et, dans une moindre mesure, sous forme de chrome hexavalent (Cr^{6+}).

Le chrome trivalent joue un rôle essentiel à l'organisme humain et animal, puisqu'il participe au métabolisme des glucides et à la régulation de l'insuline, et est donc considéré comme un oligo-élément bénéfique à de très faibles doses ; cependant, des apports excessifs peuvent néanmoins poser des risques pour la santé, notamment en cas d'accumulation et de troubles métaboliques. À l'inverse, les composés du chrome hexavalent sont reconnus comme hautement toxiques, irritants et potentiellement cancérogènes, surtout lors d'une exposition prolongée par ingestion ou inhalation, ce qui justifie une surveillance stricte de leur présence dans l'environnement et l'eau.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a fixé la teneur maximale admissible en chrome total (somme des formes trivalentes et hexavalentes) dans l'eau de distribution à 50 µg/L, afin de préserver les effets bénéfiques du chrome trivalent tout en limitant les effets néfastes associés au chrome hexavalent sur la santé humaine. **(Decker et Dosso (2006), EHESP)**

3.2.1.2.19 Les mercures

Le mercure, c'est ce métal qu'on trouve partout naturellement – dans l'air, l'eau, le sol. Il n'apporte rien de bon directement à notre santé, mais il circule dans certains cycles de la nature. Le hic, c'est qu'il est hyper toxique même en petite quantité : il tape sur le système nerveux (tremblements, trous de mémoire), le ventre (nausées), les défenses immunitaires, les poumons, les reins, la peau, les yeux... Et pour les femmes enceintes et les bébés, c'est la cata : retards de développement, problèmes cérébraux à vie. L'OMS le met dans son top 10 des pires produits chimiques pour la santé publique. On en choppe surtout le méthylmercure – la forme la plus vicieuse – en mangeant du poisson ou des fruits de mer contaminés. Attention à ne pas le confondre avec l'éthylmercure des vaccins (thiomersal), qui lui sort du corps sans problème. on le laisse dans la nature et on limite l'exposition pour se protéger. **(OMS, 2024)**

3.2.1.2.20 Sélénium

Le sélénium est indispensable à notre organisme grâce à son pouvoir antioxydant : il protège nos cellules des radicaux libres en les neutralisant, renforce nos défenses immunitaires et prévient diverses maladies tout en activant des enzymes essentielles comme les glutathion peroxydases pour le bon équilibre métabolique. Mais gare à l'équilibre précaire, En cas de carence, l'immunité faiblit et des troubles apparaissent ; un excès déclenche la sélénose avec perte de cheveux, ongles cassants et problèmes neurologiques. Il s'accumule dans les plantes et l'alimentation, et à trop haute dose, il se retourne contre nous en devenant pro-oxydant, amplifiant le stress cellulaire un oligoélément à double tranchant. **(Longchamp, Mélanie. (2013).**

3.2.1.2.21 Hydrocarbures polycycliques aromatiques

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) Les HAP sont des polluants organiques persistants issus de combustions incomplètes (pétrole, bois, tabac), faiblement solubles dans l'eau et rémanents dans les sols. Bienfaits Aucun pour la santé humaine.

Risques : Hautement cancérigènes (groupe 1 CIRC : benzo[a]pyrène), mutagènes (ADN), reprotoxiques ; assoc. cancers poumon/vessie/peau, leucémies. Norme UE eau potable : benzo[a]pyrène 0,1 µg/L, HAP total 0,1 µg/L. **(Gabet, 2004).**

3.3 Qualité microbiologique

C'est un paramètre essentiel pour juger de la qualité de l'eau que l'on boit. On regarde si des organismes qui indiquent une pollution sont présents, comme des germes totaux et des coliformes. Ces derniers vivent habituellement dans les intestins des humains et des animaux. Les coliformes, comme *Escherichia coli* (E. coli), les streptocoques fécaux et les *Clostridium* sulfito-réducteurs, sont des bactéries qui montrent une contamination fécale. Elles grandissent vite et servent de témoins de cette contamination **(Ahonon, 2011).**

Germes aérobies revivifiables

Germes non nuisibles capables de croître dans des conditions conventionnelles de culture
Dénotent la concentration moyenne en bactéries d'une source d'eau Une variation plus marquée que la donnée elle-même Trace d'une éventuelle contamination bactérienne Critère permettant d'évaluer Les conditions sanitaires liées à la distribution (eau stagnante, maintenance insuffisante, présence de nutriments. . .) L'efficacité du dispositif de désinfection Un chiffre bas indique que le traitement est efficace et que le système de distribution reste intact Risques pour la santé/Dérangements Aucun impact direct sur la santé Inconvénients Concernant l'exploitation du réseau (biofilm et danger microbiologique) Caractéristiques organoleptiques Fonctionnement des dispositifs de dialyse reformulé sous un angle microbiologique. **(Danel, 2019).**

Coliformes totaux Ce sont toutes les bactéries de la famille coliforme des entérobactéries Gram-négatif qui fermentent le lactose à 36°C. La majorité (85-90%) vient des matières végétales, sols ou végétaux, mais 10-15% proviennent d'excréments humains/animaux. Leur présence signale une pollution organique générale ou contamination microbienne. Dans un puits/forage, ça trahit souvent une infiltration d'eau de surface polluée. Dès >10 UFC/100 ml, protocole strict : désinfection immédiate + contrôle dans 30 jours pour valider. **(Louis L et al., 2021).**

Coliformes fécaux (thermotolérants) Sous-groupe critique des coliformes totaux : ils fermentent le lactose à 44,5°C. 100% origine fécale récente (intestins/excréments humains et animaux à sang chaud). *E. coli* domine (80-90% du groupe). Danger majeur : pathogènes associés. Symptômes ingestion : gastro-entérite aiguë (nausées, vomissements, diarrhée profuse, déshydratation). Létal chez fragiles (bébés, personnes âgées). Norme absolue : 0 UFC/100 ml détectables robinet public ou privé. Zéro tolérance légale. **(Louis L et al., 2021).**

Clostridium sulfito-réducteurs : On tient aussi compte de ces bactéries pour évaluer la qualité de l'eau. Elles sont souvent vues comme des indicateurs de pollution fécale. Leur forme sporulée, qui résiste mieux que les formes végétatives, ainsi que les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux, pourraient aider à voir si une contamination fécale est ancienne ou irrégulière. Même si cette indication temporelle est discutable, il faut se rappeler que les *Clostridium* sulfito-réducteurs peuvent venir d'excréments, mais aussi de la terre, ce qui fait qu'on ne peut pas toujours dire que leur présence est due à une origine fécale **(Rodier et al., 2009).**

Entérocoques (groupe D)

Les entérocoques sont des bactéries à Gram positif, capables de se développer en présence ou en l'absence d'oxygène. *Enterococcus faecalis* et *Enterococcus faecium* sont responsables de diverses infections, telles que les endocardites, les infections urinaires, les prostatites, les infections intra-abdominales, la cellulite, les infections de plaies, ainsi que les bactériémies associées. **(Bush et Vazquez-Pertejo, 2025).**

Les entérocoques, en tant que composants habituels de la flore intestinale humaine, sont également utilisés comme indicateurs microbiologiques de la qualité de l'eau. Leur présence dans les échantillons d'eau signale souvent une contamination fécale récente, car ces bactéries survivent relativement bien dans les milieux aquatiques. Bien qu'il existe plus de 60 espèces d'entérocoques, *Enterococcus faecalis* et *Enterococcus faecium* sont les plus couramment détectés et surveillés dans les analyses microbiologiques, en raison de leur résistance et de leur fiabilité comme marqueurs de pollution bactériologique. Leur détection permet ainsi d'évaluer le risque sanitaire lié à la consommation ou à l'exposition à une eau potentiellement contaminée **(Schwartzman et al. 2024).**

Les entérocoques sont principalement à l'origine des infections suivantes :

- Infections des voies urinaires, parfois associées à une prostatite.
- Infections du sang (bactériémies)
- Endocardites infectieuses
- Infections intra-abdominales et pelviennes
- Infections cutanées, des tissus mous et des plaies. **(Bush et Vazquez-Pertejo, 2025).**

L'eau embouteillée, ou eau conditionnée, constitue une catégorie d'eau soumise à une réglementation variable selon les pays. Elle provient généralement d'une source souterraine protégée contre les pollutions, ce qui lui assure une conformité naturelle aux critères de potabilité **(Commission du Codex Alimentarius, 2007).**

4. Processus d'exploitation des eaux en bouteilles

Dans le monde :

1. Captage de la source

L'exploitation des eaux embouteillées débute par le captage d'eaux souterraines issues de nappes phréatiques ou de sources naturelles protégées. Ces ressources doivent présenter une qualité microbiologique stable et une composition minérale constante. Le choix des sites de captage est réalisé dans des zones protégées afin de limiter tout risque de contamination anthropique, conformément aux exigences de la réglementation européenne sur les eaux destinées à la consommation humaine **(Directive européenne 2009/54/CE).**

2. Stockage et transport initial

Après captage, l'eau est immédiatement acheminée via des conduites fermées et inertes (acier inoxydable ou matériaux alimentaires) vers des cuves de stockage situées sur le site de production. Ce système fermé permet de limiter les interactions avec l'air et de préserver les caractéristiques naturelles de l'eau. Les conditions de transport et de stockage sont conçues pour éviter toute altération microbiologique ou physico-chimique, avec une température inférieure à 12°C pour freiner la prolifération bactérienne.

3. Traitements physiques autorisés

Selon la réglementation internationale, seuls des traitements physiques limités sont autorisés pour les eaux minérales naturelles. Ceux-ci incluent la filtration et la décantation permettant l'élimination des particules en suspension sans modifier la composition minérale de l'eau. L'usage de désinfectants chimiques (chloration) est interdit pour les eaux minérales naturelles, conformément aux normes du Codex Alimentarius Commission et de l'Union européenne (Directive 2009/54/CE, article 4). La microfiltration membranaire (0,1-0,45 µm) est tolérée dans certains pays européens (Belgique, Espagne) mais interdite en Allemagne.

4. Conditionnement

Le conditionnement s'effectue dans des installations contrôlées, répondant à des normes d'hygiène strictes (zones propres ISO 5). Les bouteilles (PET ou verre) sont rincées, puis remplies dans des conditions aseptiques afin d'éviter toute contamination. L'opération est suivie par le bouchage hermétique, l'étiquetage et la mise en emballage, avec une vitesse de production de 20 000 à 100 000 bouteilles/heure sur lignes automatisées.

5. Contrôles et distribution

Des contrôles réguliers sont réalisés à différentes étapes de la production, incluant des analyses physico-chimiques (pH, métaux lourds, conductivité) et microbiologiques (E. coli, entérocoques, AC à 22°C/36°C). Les normes de sécurité sont encadrées par des organismes tels que l'U.S. Food and Drug Administration (FDA), la DGCCRF France, et les agences nationales de contrôle sanitaire (DDPP, AFSCA). La distribution mondiale de l'eau embouteillée est un secteur en forte croissance (292 milliards USD en 2025, +6%/an), atteignant 190 pays, encadré par des réglementations sanitaires strictes.

En Algérie :

L'embouteillage des eaux minérales naturelles se fait dans un environnement très surveillé, où chaque étape est organisée pour garder l'eau propre, sûre et bien protégée du captage jusqu'à la bouteille prête à la consommation (**JORADP, 2000 ; Medfouni, 2019 ; Bouhali et al., 2020 ; Achour Talet et Abdellaoui, 2019**) (Figure 4).

Le soufflage des bouteilles : une résine PET est insérée dans des moules adaptés à chaque marque, puis gonflée pour prendre la forme exacte des flacons. Chaque bouteille est ensuite rincée à l'air stérile avant remplissage, afin d'éliminer poussières et germes, puis transportée vers une zone propre et contrôlée (salle blanche) où l'eau sera versée et la bouteille bouchée dans des conditions d'hygiène optimales.

Le remplissage : l'eau minérale est transférée dans les bouteilles par des soutireuses, sans gaspillage, en maintenant une continuité fluide et en évitant tout contact risqué avec l'extérieur. Dès que la bouteille est pleine, un bouchon est vissé hermétiquement, ce qui ferme la bouteille de façon étanche, prévient toute contamination et garantit que l'eau reste protégée jusqu'à l'ouverture par le consommateur.

L'étiquetage et le marquage : achèvent la chaîne : l'étiquette, fabriquée sur place, est collée sur la bouteille et reprend les informations essentielles pour le consommateur, comme la composition ionique, la date limite de consommation, le numéro de lot et les mentions obligatoires. Les bouteilles en PET occupent une place essentielle dans ce processus d'embouteillage.

Le PET, ou polyéthylène téréphtalate, est un plastique neutre vis-à-vis de l'eau minérale : il la laisse telle qu'elle est à la source, sans modifier son goût ni sa composition chimique (**Berradia et Serisser, 2019**). En plus, la bouteille en PET est entièrement recyclable et valorisable, ce qui en fait un emballage relativement adapté aux préoccupations environnementales et à la gestion des déchets plastiques (**Farch, 2017 ; Bouhali et al., 2020**).



Figure 4: les étapes de l'embouteillage dans les unités de production des eaux embouteillées (Medfouni, 2019)

Consommation des eaux en bouteilles

Dans le monde :

L'eau en bouteille s'est imposée comme un produit de consommation courante dans un monde où la commodité et la perception de pureté priment souvent sur l'accès à l'eau du robinet. Ce marché en pleine expansion reflète des évolutions sociétales et économiques majeures, avec des disparités frappantes selon les régions. (Figure 5).

Le marché mondial de l'eau en bouteille connaît une croissance fulgurante, dopée par la demande croissante pour une eau perçue comme plus sûre ou pratique. Selon l'étude du cabinet CANADEAN, la consommation moyenne par personne d'eau minérale embouteillée a explosé, passant de 9 litres en 1999 à près de 27 litres en 2013, soit une augmentation de 200% en à peine 14 ans ; le Mexique, juste derrière les États-Unis, voit sa consommation grimper de 10% par an en moyenne, tandis que la Chine a enregistré un bond hallucinant de 230% entre 2008 et 2012. **(Nouvelle Eco, Nestlé Waters Algérie, 2014).**

En France, le rythme est effréné avec 175 bouteilles vendues chaque seconde, soit environ 4,5 milliards par an, même si le total reste stable pour l'eau de source ou minérale naturelle ; en Algérie, on atteint 30 litres par habitant et par an – un score remarquable face à la moyenne africaine de 12 litres –, talonné par l'Europe de l'Est à 28 litres et les États-Unis à 85 litres, tandis que Mexique, Chine et Brésil dominent le podium mondial. **(Nouvelle Eco, Nestlé Waters Algérie, 2014).**

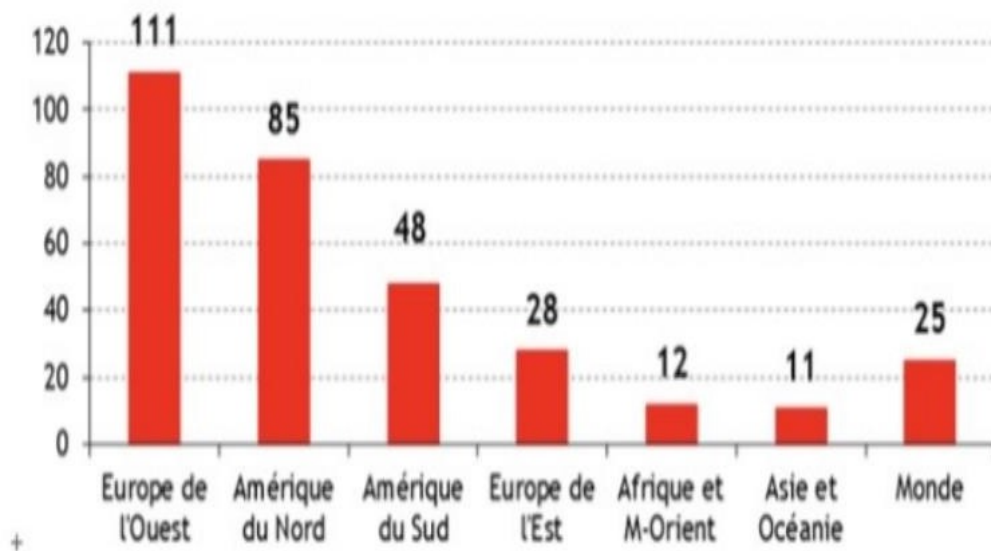


Figure 5: consommation d'eau en bouteille dans le monde (L/ha/an) L'Eco news, Nestlé Water Algérie, 2014

Dans l'Algérie :

Depuis 2005, il y a eu une croissance notable de l'eau en bouteille. On s'attend à ce que la demande en eau en bouteille continue d'augmenter dans tous les segments de revenus. La croissance continuera à être stimulée par une disponibilité accrue d'eau en bouteille et par une

priorité accordée à la santé à travers l'Algérie. La petite taille de l'emballage (33 cl) connaît un vif succès et se développe grâce à la restauration hors domicile. **(Mohammed et Abdenour, 2013).**

Face à la crise de l'eau touchant gravement plusieurs régions du pays, une demande en eau minérale embouteillée s'avère inéluctable. Face aux coupures répétées d'approvisionnement en eau dans certaines communes algériennes durant l'été, les résidents ont été contraints de stocker l'eau du réseau pour les usages domestiques et l'assainissement, tout en recourant à l'eau en bouteille pour leurs besoins quotidiens. **(MEGHARI et SAIKI, 2023).**

En même temps, les conditions de fourniture d'eau à de nombreux ménages rendent son utilisation quasi impossible, même pour la préparation des repas ou le ménage. L'inefficacité dans la gestion des conduites d'eau menant jusqu'aux foyers, fréquemment responsable de la pollution de l'eau sur son chemin vers le robinet, a poussé les individus à éviter l'eau du robinet et à chercher d'autres moyens d'approvisionnement en eau douce pour une utilisation domestique. **(MEGHARI et SAIKI, 2023) (figure 6).**

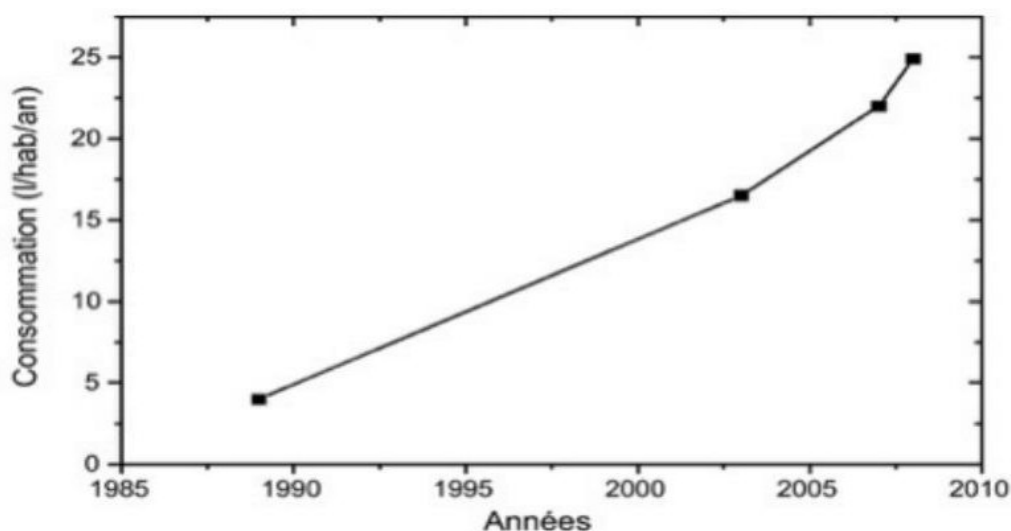


Figure 6: Évaluation de la consommation annuelle des eaux minérales en Algérie **(Abdelkarim Hazzab, 2011)**

Partie pratique

Matériels et méthodes

Partie pratique

La partie pratique de cette étude a été réalisée durant le mois d'avril 2026, au sein du laboratoire de contrôle de qualité du complexe **FERTIAL**, implanté dans la commune d'El-Bouni, wilaya d'Annaba.

Ce complexe, spécialisé dans la production d'engrais, fait partie du groupe **SONATRACH**. Dans ce contexte, plusieurs échantillons d'eaux embouteillées ont été prélevés en vue de leur analyse.

Ces échantillons, correspondant à différentes marques commerciales, ont été sélectionnés de manière aléatoire à partir de divers points de vente situés dans la wilaya d'El Tarf.

L'objectif principal de ce travail consiste à évaluer la qualité physico-chimique de ces eaux destinées à la consommation humaine. Les échantillons ont été conservés à température ambiante avant analyse. Les essais physico-chimiques ont été réalisés immédiatement après l'ouverture des bouteilles, afin de préserver l'intégrité des paramètres mesurés.

Des marques d'eaux embouteillées ont été retenues pour cette étude. Elles ont été classées en deux catégories principales : **les eaux minérales naturelles** et **les eaux de source**.

Les eaux minérales naturelles :

➤ Ifri

Est l'un des leaders Algériens en production d'eaux minérales naturelles plates ou gazéifiées et sodas. L'eau d'IFRI provient des montagnes de Kabylie qui surplombent la vallée de la Soummam, dans le nord-est Algérien. Ces prodigieuses montagnes lui procurent toute sa pureté, sa légèreté et sa richesse en minéraux indispensables à la vie.



➤ **Youkous**

Eau minérale naturelle algérienne d'origine souterraine, caractérisée par sa pureté et une composition minérale équilibrée, adaptée à la consommation quotidienne.



➤ **Manbaa**

Cette eau naturelle pure et riche en sels minéraux jaillissant à la jonction de l'atlas avec les monts des Aurès. SARL TAHRAOUI BISKRA



➤ **Guedila**

Guedila est une eau minérale naturelle algérienne provenant du mont Guedila, situé dans la région des Aurès. Elle se distingue par sa pureté, son équilibre en sels minéraux et son origine naturelle protégée de toute pollution.



➤ **Lella khedidja**

Est une eau minérale naturelle algérienne puisée dans le massif du Djurdjura, en Kabylie. Elle doit son nom au sommet du même nom, le plus élevé de la région. Cette eau est reconnue pour sa pureté exceptionnelle et sa faible minéralisation, ce qui la rend légère et agréable à boire. Son origine montagnaise et son long processus de filtration naturelle lui garantissent une qualité constante.



Les eaux de sources :

➤ Bouglez

Bouglez est une eau de source algérienne captée à partir d'un gisement naturel souterrain. Elle se distingue par sa pureté et sa faible minéralisation, ce qui la rend légère et facile à boire.

Elle est embouteillée directement à la source afin de préserver ses qualités naturelles.



➤ Besbassa

Eau de besbassa prend ses origines des racines des montagnes Maouna son parcours géologique est protégé de toute pollution directement embouteillée à la source. Elle vous offre une pureté et douceurs .



➤ **Righia**

Est une eau de source naturelle algérienne, jaillit au coeur des montagnes. Chargée de minéraux grâce à un parcours souterrain de plusieurs années. Est depuis toujours reconnue pour sa pureté et ses qualités exceptionnelles. Embouteillée par Eurl AQUA MINERAL

Righia commune Berrihane -El Taref



➤ **Serine**

Est une eau de source naturelle algérienne, captée à partir de ressources souterraines située dans la région de Berrahel (waliya d'Annaba), puis embouteillée localement.



➤ **Taya**

Est une eau de source naturelle algérienne, captée dans la région de Tadjenanet (wilaya de Mila), puis embouteillée à la source. Elle est destinée à la consommation humaine et se caractérise par une composition minérale naturelle.



➤ **Hayat**

Est une eau de source rawi prend son origine au sommet des montagnes El Kantara. Son parcours géologique est protégé de tous contact d'agent polluants elle vous offre une sensation de pureté et de légèreté. Embouteillée par sarl Rawi. Unité eau de source Rawi dachra hamra el Kantara wilaya de Biskra.



➤ **Ovitale**

L'eau de la marque OVITALE est une eau de source naturelle algérienne, captée à partir de nappes souterraines protégées. Elle se distingue par sa pureté, sa fraîcheur et sa qualité, et est destinée à la consommation quotidienne tout en respectant les normes de potabilité et de sécurité alimentaire. Elle est produite et commercialisée depuis la ville d'Akbou, dans la wilaya de Béjaïa, en Algérie.



➤ **Tarfant**

Est une eau de source naturelle algérienne, captée à partir de ressources souterraines situées dans Cme de Oued Nini, Douar El Kouaoucha, wilaya d'Oum El Bouaghi, puis embouteillée à la source et destinée à la consommation humaine.



➤ **Aryef**

Est une source naturelle algérienne, captée à partir de nappes souterraines situées sans la wilaya de Ain Defla, puis embouteillée à la source. Elle est destinée à la consommation humaine et se caractérise par une composition minérale naturelle.



➤ **Lala louiza**

Est une eau de source naturelle algérienne, captée à partir de nappes souterraines situées dans Daira de Ain Mlila, wilaya d'Oum el bouaghi puis embouteillée à la source. Elle est destinée à la consommation humaine et se distingue par une composition minérale naturelle.



➤ **Djazia**

Est une eau de source naturelle algérienne, captée à partir de ressources souterraines située dans Lamsane wilaya de Batna, puis embouteillée par el Djazia . Elle est désignée à la consommation humaine et possède une composition minérale naturelle.



➤ **Djmourah**

Est une eau de source naturelle algérienne, captée à partir de ressources souterraines situées dans Tarf El megsem, wilaya de Biskra, puis embouteillée à la source. Elle destinée à la composition minérale naturelle.



1 . Analyses physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques analysés au Laboratoire de contrôle de qualité sont décrits ci-dessous :

1.1 Détermination du potentiel hydrogène (pH)

Le pH mesure l'acidité ou l'alcalinité de l'eau. Cette détermination suit la norme ISO 10390 : 2005.

❖ Matériels

- pH-mètre (**figure 7**)
- Agitateur rotatif
- Bécher de 50 ml

❖ Mode opératoire

- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée, puis plusieurs fois avec l'échantillon.
- Placer un barreau magnétique dans le bécher.
- Verser 25 ml de l'échantillon d'eau dans le bécher.
- Immerger l'électrode dans l'échantillon à analyser.
- Attendre la stabilisation de la lecture à l'écran.

❖ Expression des résultats

Une fois la lecture stabilisée, noter la valeur du pH.



Figure 7: Le pH mètre (Mabrouki, 2026)

1.2 Détermination de la conductivité

La conductivité électrique correspond à la capacité d'un échantillon d'eau à laisser passer un courant électrique. Elle constitue un indicateur indirect de la concentration globale en ions dissous, qu'il s'agisse de cations (ions positifs) ou d'anions (ions négatifs). La mesure de la conductivité de l'eau est régie par la norme ISO 11265 :1995

❖ Matériels

- Conductimètre (**figure 8**)
- Bécher de 50 ml
- Agitateur rotatif

❖ Mode opératoire

- Rincer l'électrode du conductimètre à l'eau distillée
- Effectuer un nouveau rinçage de l'électrode avec l'échantillon d'eau à analyser (plusieurs fois) afin d'éliminer toute trace de contamination

- Placer un barreau magnétique dans un bécher propre
- Verser 25 mL de l'échantillon d'eau dans le bécher
- Immerger l'électrode dans l'échantillon d'eau à analyser

❖ Expression des résultats

- Attendre la stabilisation de la valeur affichée sur le conductimètre
- Lire et enregistrer la valeur de la conductivité (en $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou mS/cm selon l'appareil).



Figure 8: la conductimètre (Mabrouki, 2026)

1.3 Détermination de la dureté – Titre hydrotimétrique (TH)

La dureté de l'eau (**figure 9**) constitue un indicateur de sa minéralisation en cations divalents alcalino-terreux. Ce paramètre est attribué exclusivement à la présence des ions calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}).

❖ Matériels

- Éprouvette de 100 ml

- Erlenmeyer de 250 ml
- Burette de 50 ml

❖ Réactifs

- Solution tampon
- Indicateur N.E.T (solution de Noir Ériochrome T)
- EDTA

❖ Mode opératoire

- Prélèver 10 ml d'échantillon dilué dans 90 ml d'eau distillée.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de solution tampon.
- Ajouter l'indicateur N.E.T.
- Remplir une burette avec la solution d'EDTA.
- Titrer lentement tout en agitant.
- Le point d'équivalence est atteint lorsque la solution passe du rouge-violet au bleu.
- Noter le volume d'EDTA utilisé.

❖ **Expression des résultats** Le titre hydrotimétrique (TH), ou dureté, exprimé en degrés français (°F), est calculé par la formule suivante :

$$\text{TH (°F)} = V_{\text{EDTA}} \times f$$



Figure 9: le titre hydrotimétrique (dureté de l'eau) (Mabrouki, 2026)

1.4 Détermination du titre alcalimétrique (TA)

❖ Principe

Cette détermination repose sur la neutralisation d'un volume déterminé d'eau par un acide dilué, en présence d'un indicateur coloré approprié. Le titre alcalimétrique (TA) d'une eau permet de déterminer sa concentration en ions carbonate (CO_3^{2-}).

❖ Matériels

- Eprouvette de 100 ml
- Erlenmeyer de 250 ml
- Burette de 50 ml

❖ Réactifs

- Indicateur de phénolphtaléine

❖ Mode opératoire

- À l'aide d'une éprouvette graduée, prélevez 25 ml d'échantillon d'eau et versez-les dans un erlenmeyer.
- Ajoutez 2 à 3 gouttes d'indicateur phénolphthaléine. Observation et interprétation :
 - ✓ Pas de coloration rose : Alcalinité phénolphthaléine $P = 0$. L'échantillon ne contient ni hydroxydes ni carbonates libres (typique des eaux à $\text{pH} < 8,3$ avec bicarbonates uniquement **-(figure 10)**).
 - ✓ Coloration rose : Présence d' OH^- et/ou CO_3^{2-} . Titrez avec HNO_3 0,04 N jusqu'à disparition complète de la couleur (solution transparente).

❖ **Résultat pratique observé :**

Tous les échantillons analysés présentent $[\text{CO}_3^{2-}] = 0$, conforme aux caractéristiques des eaux naturelles à faible pH.



Figure 10: Détermination du titre alcalimétrique (TA) (Mabrouki, 2026)

1.5 Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC)

❖ **Principe**

La détermination de ce titre repose sur la neutralisation du volume d'eau préalablement utilisé pour le titre alcalimétrique (TA), par un acide minéral dilué, en présence de méthylorange comme indicateur coloré.

❖ Matériels

- Eprouvette de 100 ml
- Erlenmeyer de 250 ml
- Burette de 50 ml

❖ Réactifs

- Indicateur de phénolphthaléine
- Acide nitrique HNO₃ (N/50)
- Méthylorange

❖ Mode opératoire

- Utilisez le prélèvement initial (échantillon brut pour TA), à condition qu'il n'ait pas été coloré lors d'un traitement précédent.
- Ajoutez 2 à 3 gouttes d'indicateur méthylorange.
- Titrez avec de l'acide nitrique (HNO₃ 0,04 N) jusqu'au virage de couleur vers le jaune ou jaune-orangé, marquant le point d'équivalence. **(Figure 11)**

❖ **Expression des résultats** La détermination du TAC, est réalisée par la formule suivante : $TAC = \frac{V_2 \cdot N \cdot MM \cdot 10}{V}$

Où :

V₂ = Volume utilisé pour la titration

N = 0,04 N de HNO₃

MM = Masse molaire de HNO₃

V = Volume total dans l'erenmeyer



Figure 11: Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC) (Mabrouki, 2026)

1.6 Dosages des chlorures

❖ Principe

Le dosage des chlorures (Cl^-) par la méthode de Mohr requiert un milieu neutre, avec un pH compris entre 6,5 et 7,5.

❖ Matériels

- Erlenmeyer de 250 ml
- Eprouvette de 100 ml
- Burette de 50 ml

❖ Réactifs

- Nitrate d'argent AgNO_3

- Diphénylcarbazone
- Acide nitrate HNO₃ 36

❖ Mode opératoire

- Prélevez 10 ml de l'échantillon et diluez-le dans 90 ml d'eau distillée.
- Ajoutez 2 à 3 gouttes d'indicateur diphénylcarbazone.
- Neutralisez la solution à l'aide d'acide nitrique (HNO₃).
- Titrez avec une solution d'azotate d'argent (AgNO₃) jusqu'à l'apparition d'une coloration bleu-mauve, indiquant le point d'équivalence (**figure 12**)

❖ Expression des résultats

La détermination des chlorures, exprimée en mg/l, est donnée par la formule suivante :

$$[\text{Cl-}] = V(\text{AgNO}_3) \cdot 71 \cdot F$$

Où :

[Cl-] = Concentration de chlorures en mg/l.

V(AgNO₃) = Volume en ml de la solution de nitrate d'argent utilisée pour le titrage de l'échantillon.

F : facteur de correction du titre d'AgNO₃ = 0.71



Figure 12: Dosages des chlorures (Mabrouki, 2026)

1.7 dosage des nitrates (NO_3^-)

❖ Matériels

- Pipette de 10 ml
- Bécher de 100 ml
- Cuve carrée de 5 ml
- Spectrophotomètre

❖ Réactifs

- NitraVer 5 réactifs pour les nitrates (inhibiteur) (**figure 13**)

❖ Mode opératoire

- Allumez le spectrophotomètre et sélectionnez le programme dédié aux nitrates (NO_3^-). Réglez la longueur d'onde à 527 nm.
- Prélevez 10 ml de l'échantillon d'eau et versez-les dans un bécher.
- Ajoutez le réactif NitraVer 5.
- Agitez vigoureusement pour homogénéiser le mélange, puis lancez le minuteur du spectrophotomètre et attendez 5 minutes.
- Pendant ce temps, préparez l'échantillon blanc en mélangeant de l'eau distillée avec le réactif NitraVer 5, puis remplissez la cuvette avec celui-ci.
- Lorsque le minuteur sonne, insérez la cuvette contenant l'échantillon blanc et appuyez sur le bouton « Zéro/Blanc » pour calibrer l'appareil.
- Retirez la cuvette, remplacez-la par celle contenant l'échantillon d'eau préparé avec le réactif, et effectuez la mesure.
- Le résultat s'affiche directement sur l'écran du spectrophotomètre.

❖ Expression des résultats

La valeur indiquée de la concentration des nitrates (NO_3^-), retrouvée dans l'eau analysée, est exprimée en mg/l.

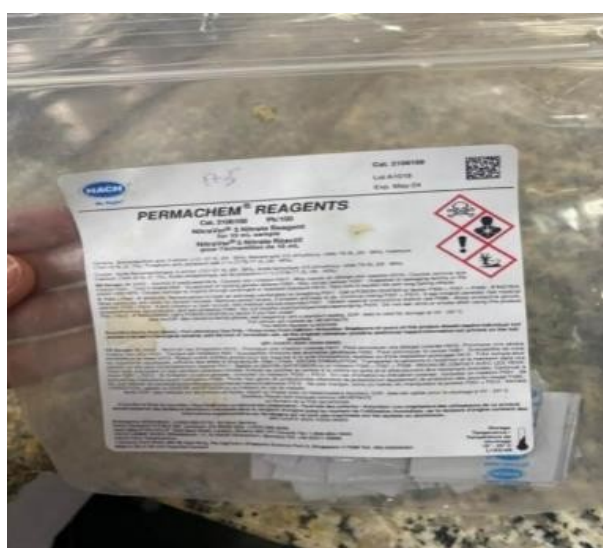


Figure 13: a) streptophotometre et dosage des nitrates (Mabrouki, 2026)

1.8 Dosage des nitrites (NO₂⁻)

❖ Matériels

- Bécher de 100 ml
- Cuve carrée de 5 ml
- Spectrophotomètre
- Pipete de 10 ml

❖ Réactifs

NitriVer 2 réactifs pour les nitrites (inhibiteur) (**Figure 14**)

❖ Mode opératoire

- Allumez le spectrophotomètre et sélectionnez le programme dédié aux nitrites (NO₂⁻).
- Réglez la longueur d'onde à 520 nm.
- Prélevez 10 ml de l'échantillon d'eau et versez-les dans un bécher. Ajoutez le réactif NitriVer 2.
- Agitez vigoureusement pour homogénéiser le mélange, lancez le minuteur et attendez le temps de réaction (typiquement 5 à 10 minutes).
- Pendant ce temps, préparez l'échantillon blanc en mélangeant de l'eau distillée avec le réactif NitriVer 2, puis remplissez la cuvette avec celui-ci.
- Lorsque le minuteur sonne, insérez la cuvette contenant l'échantillon blanc et appuyez sur le bouton « Zéro/Blanc » pour calibrer l'appareil.
- Retirez la cuvette, remplacez-la par celle contenant l'échantillon d'eau préparé avec le réactif, et effectuez la mesure.
- Le résultat s'affiche directement sur l'écran du spectrophotomètre.

❖ Expression des résultats

La valeur indiquée de la concentration des nitrates (NO₂⁻), retrouvée dans l'eau analysée, est exprimée en mg/l.



Figure 14: dosage des nitrites (Mabrouki, 2026)

1.9 Dosage des sulfates (SO_4^{2-})

❖ Matériels

- Bécher de 100 ml
- Cuve carrée de 5 ml
- Spectrophotomètre
- Pipete de 10 ml

❖ Réactifs

- SulfaVer 4 réactif pour les sulfates (inhibiteur) (**figure 15**)

❖ Mode opératoire

- Allumez le spectrophotomètre et sélectionnez le programme dédié aux sulfates (SO_4^{2-}).
- Réglez la longueur d'onde à 520 nm.
- Prélevez 10 ml de l'échantillon d'eau et versez-les dans un bécher.
- Ajoutez le réactif SulfaVer 4.
- Agitez vigoureusement pour homogénéiser le mélange, activez l'alarme du

spectrophotomètre sur 5 minutes, et attendez le temps de réaction.

- Pendant ce temps, préparez l'échantillon blanc en mélangeant de l'eau distillée avec le réactif SulfaVer 4, puis remplissez la cuvette avec celui-ci.
 - Lorsque le minuteur sonne, insérez la cuvette contenant l'échantillon blanc et appuyez sur le bouton « Zéro/Blanc » pour calibrer l'appareil.
 - Retirez la cuvette et remplacez-la par celle contenant l'échantillon d'eau préparé avec le réactif, puis effectuez la mesure.
 - Le résultat s'affiche directement sur l'écran du spectrophotomètre.
- ❖ **Expression des résultats** La valeur de la concentration des sulfates (SO_4^{2-}), retrouvée dans l'eau analysée, est exprimée en mg/l.

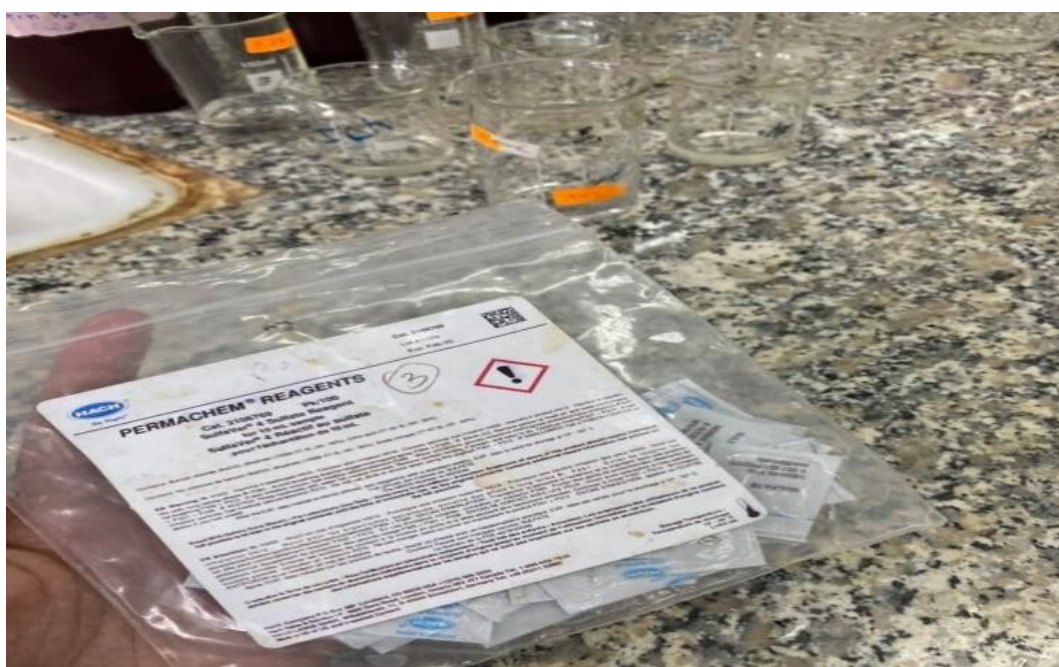


Figure 15: dosage des sulfates (Mabrouki, 2026)

1.10 Détermination des cation (Na^+ , K^+)

La méthode de détermination des cations de sodium et de potassium extractibles dans l'eau consiste à extraire les cations par agitation de l'échantillon en présence d'une solution d'acétate d'ammonium. Après l'extraction des cations, leur concentration est déterminée à l'aide de la spectrophotométrie d'émission de flamme.

❖ Réactifs

➤ Solutions mères étalons :

✓ Solution de potassium. C (K₂O) = 0,500 g. l-1 Dissoudre 0,793 g de chlorure de potassium (KCl) dans 1L

✓ Solution de sodium, C (Na₂O) = 0,500 g. l-1 Dissoudre 0,943 g de chlorure de sodium (NaCl) dans 1L d'eau

❖ Matériels

➤ Spectrophotomètre d'émission de flamme

➤ Filtres sans cendre

➤ Agitateur

➤ Distributeur

➤ Récipients pour l'agitation

➤ Balance analytique

❖ Mode opératoire

- Allumez l'alimentation en carburant du spectrophotomètre de flamme.
- Allumez le compresseur d'air.
- Appuyez sur la touche d'alimentation pour démarrer l'appareil.
- Placez les solutions mères (solutions étalons de potassium et de sodium) dans les positions prévues pour la spectrophotométrie d'émission de flamme.
- Laissez l'appareil stabiliser pendant 30 minutes pour atteindre la température de fonctionnement optimale.
- Connectez le spectrophotomètre de flamme à l'ordinateur afin de numériser les graphiques pour l'analyse des résultats. **(figure 16)**

❖ Expression des résultats

Les valeurs des cations (K^+ , Na^+) retrouvées dans les échantillons d'eaux analysés s'affichent, directement, sur l'écran du spectrophotomètre de flamme. Les valeurs obtenues sont exprimées en mg/L.



Figure 16: dosage des cations (Na^+ , k^+) (Mabrouki, 2026)

1.10 Dosage des calciums :

❖ Principe

Le calcium est dosé par titrage complexométrique à l'EDTA. À $pH \approx 12$, le magnésium précipite sous forme d'hydroxyde de magnésium $Mg(OH)_2$, tandis que le calcium reste en solution.

L'EDTA forme un complexe stable avec les ions Ca^{2+} . Le point d'équivalence est détecté à l'aide de l'indicateur Patton et Reeder, qui change de couleur lors de la complexation complète du calcium.

❖ Réactifs

- Solution d'EDTA ($\approx 0,01$ mol/L)
- Hydroxyde de sodium (NaOH)
- Indicateur Patton et Reeder

- Eau distillée

❖ **Matériel**

- Burette graduée
- Erlenmeyer
- Pipette jaugée
- Support de burette

❖ **Mode opératoire**

- Un volume V d'échantillon d'eau est introduit dans un erlenmeyer.
- On ajoute une solution de NaOH afin d'augmenter le pH à environ 12, ce qui provoque la précipitation du magnésium sous forme de $Mg(OH)_2$.
- Ensuite, quelques gouttes de l'indicateur Patton et Reeder sont ajoutées.
- La solution prend une coloration rose.
- Le titrage est effectué par la solution d'EDTA jusqu'au changement de couleur du rose au bleu/violet, indiquant le point d'équivalence.
- Le volume d'EDTA utilisé est noté V_2 . (**figure 17**)

❖ **Expression des résultats** La concentration en calcium est donnée par :

$$Ca^{2+} \text{ (mg/L)} = \frac{V_{EDTA} \cdot C_{EDTA} \cdot M_{Ca} \cdot 1000}{V_{\text{échantillon}}}.$$

Avec :

V_{EDTA} : volume utilisé (mL)

C_{EDTA} : concentration de l'EDTA (mol/L)

$M_{Ca} = 40,08 \text{ g/mol}$

$V_{\text{échantillon}}$: volume de l'échantillon (mL)



Figure 17: dosage des calciums (Mabrouki, 2026)

1.11 Dosage des Magnésium :

Le titre magnésique a été déterminé à partir de la différence entre le titre hydrotimétrique total et le titre calcique selon la relation suivante :

$$T \text{ Mg}^{2+} = TH - T\text{Ca}^{2+}$$

TMg^{2+} : titre magnésique de l'eau

TH : titre hydrotimétrique total

TCa^{2+} : titre calcique de l'eau.

Résultats et discussion

2 Résultats et discussion

Les analyses des paramètres physico-chimiques des **17 échantillons** d'eaux en bouteille étudiés (pH, conductivité, chlorures, sulfates, nitrates, nitrites) les minéraux (calcium, sodium, magnésium et potassium), nous ont permis d'obtenir les résultats suivant (**tableau 7**) :

Tableau 7 : Résultat des analyses physicochimiques (Mabrouki, 2026)

Les marques	Les concentrations des anions (mg/l)				Les concentrations des cations (mg/l)				pH	Conductivité	TA	TAC	TH
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺					
Ifri	177	10,08	1,86	0,31	8,59	36,87	117,08	38,87	7,23	1041	0	23,40	373,10
Youkous	36,04	0,45	0,79	0,53	9,01	10,05	62,86	16,24	8,06	385	0	17,20	184,50
Manbaa	110,91	2,7	0,04	1,97	10,27	59,97	81,63	89,05	7,82	973	0	25,5	389,50
Guedila	191,44	1,35	1,07	0,53	9,41	27,63	75,18	81,18	7,66	744	0	26,60	356,70
Lala khedidja	7,35	6,75	1,05	0,172	9,81	8,43	53	11,32	7,98	304	0	14,60	155,80
Boglez	9,58	21,15	1,80	0,18	10,27	26,22	3,29	7,87	7,50	184,5	0	2,70	24,60
Besbassa	0,76	0,45	2,28	0,019	8,85	8,75	66,14	3,94	7,95	371	0	16	173,23
Righia	3,33	14,43	0,98	0,11	9,33	15,96	3,66	4,92	6,95	148,2	0	1,60	19,48
Serine	0,94	0,45	0,68	0,07	9,13	4,80	0	0	6,70	5,54	0	1	0
Taya	52,86	0,45	3,11	0,15	9,18	51,11	54,64	60,92	7,82	736	0	11,40	215,25
Hayat	150,37	0,45	1,09	0,13	7,60	26,36	86,89	72,57	7,76	784	0	29	369
Ovitale	58,58	31,5	1,32	0,09	8,27	33,03	74	31	7,97	692	0	21	251,13
Tafrant	176,08	0,23	3,15	0,60	8,85	58,43	106,4	43,79	7,75	962	0	27	356,70
Aryef	155,10	31,5	1,51	0,09	8,92	76,22	86,86	48,82	7,40	1046	0	14,20	314,50
Lala louiza	150,73	0,90	2,62	0,21	9,07	17,29	95,31	53,14	7,51	754	0	27,5	348,50
El djazia	148,58	9,45	6,81	0,05	8,59	23,64	92,85	70,89	7,85	843	0	29	379,25
Djmorah	1,901	0,45	4,91	0,15	9,46	105,11	84,63	100,73	7,76	1349	0	24	420,25

Sur la base des résultats obtenus, deux démarches complémentaires ont été retenues pour l'étude des eaux :

La première a consisté examiner la composition chimique des eaux en comparant les valeurs mesurées de chaque paramètre à celles indiquées sur les étiquettes des différentes marques d'eaux embouteillées. Cette étape vise à vérifier la précision des analyses réalisées ainsi que la stabilité de la composition physico-chimique de ces eaux.

La seconde démarche s'est intéressée à l'évaluation de la qualité physico-chimique, en procédant à une comparaison individuelle des paramètres entre les deux catégories d'eaux étudiées (eaux minérales naturelles et eaux de source). L'objectif est de contrôler la conformité des résultats aux normes en vigueur en Algérie, tout en identifiant le type d'eau présentant le meilleur intérêt pour la santé, notamment en termes de richesse en minéraux.

2.1 Composition chimique

2.1.1 Comparaison des résultats des analyses avec les valeurs des étiquetages

➤ Les eaux minérales naturelles

2.1.1.1 Ifri

Après avoir analysé les paramètres physico-chimiques de cette eau, les valeurs des résultats obtenus et celles figurant sur l'étiquetage de cette marque sont regroupées dans le tableau suivant (**tableau 8**) :

Tableau 8: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque ifri (**Mabrouki, 2026**)

Paramètres	Les analyses	Étiquetage
pH	7.23	7.2
SO₄⁻²	177	68
Cl⁻	10.08	129
NO₃⁻	1.86	15
NO⁻²	0.31	0.02
K⁺	8.59	2.1
Na⁺	36.87	38
Ca²⁺	117.08	99
Mg²⁺	38.87	29

Les données du tableau nous ont permis d'établir les comparaisons figurant sur l'histogramme suivant (**figure18**) :

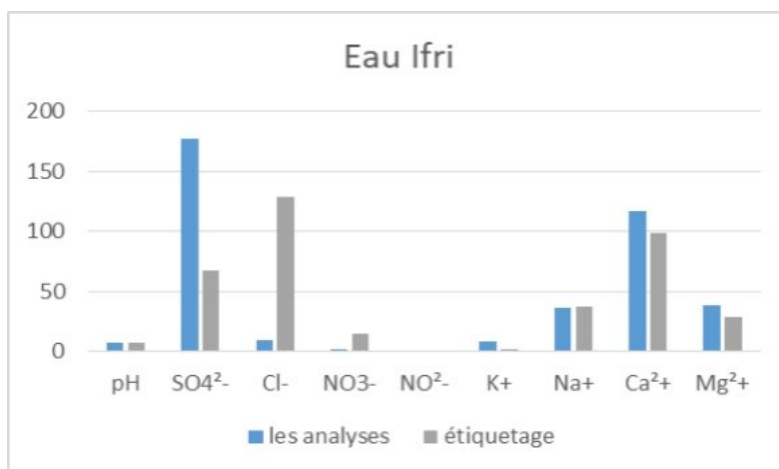


Figure 18: Eau Ifri comparaison des résultats avec l'étiquetage (**Mabrouki, 2026**)

Sur la base des comparaisons, on constate que l'eau Ifri présente un pH pratiquement identique à l'étiquetage (7,23 vs 7,2).

Pour le reste des paramètres analysés (SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺), les valeurs divergent de celles de l'étiquetage avec :

- Une différence de 109 mg/L pour les sulfates
- Une différence de 119 mg/L pour les chlorures
- Une différence de 13 mg/L pour les nitrates
- Une différence de 0,29 mg/L pour les nitrites
- Une différence de 6,5 mg/L pour le potassium
- Une différence de 1,13 mg/L pour le sodium
- Une différence de 18 mg/L pour le calcium et une différence de 10 mg/L pour le magnésium.

Néanmoins, toutes les valeurs mesurées respectent les normes réglementaires algériennes pour les eaux minérales naturelles. De façon générale, on peut conclure que, pour la marque Ifri, nos résultats révèlent des écarts notables par rapport aux valeurs de l'étiquetage, suggérant une variabilité saisonnière de la source ou des différences analytiques, sans compromettre la qualité globale et la potabilité de l'eau.

2.1.1.2 Eau Youkous : Après avoir analysé les paramètres physico-chimiques de cette eau, les valeurs des résultats obtenus et celles figurant sur l'étiquetage de cette marque sont regroupées dans le tableau suivant (**tableau 9**) :

Tableau 9: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Youkous (Mabrouki, 2026)

Paramètres	Les analyses	étiquetage
pH	8,06	7,4
SO ₄ ²⁻	36,04	35,80
Cl ⁻	0,45	25,70
NO ₃ ⁻	0,79	2
NO ₂ ⁻	0,53	0
K ⁺	9,01	4,65
Na ⁺	10,05	13,40
Ca ²⁺	62,86	77,40
Mg ²⁺	16,24	14,50

Les données du tableau nous ont permis d'établir les comparaisons figurant sur l'histogramme suivant (**figure 19**) :

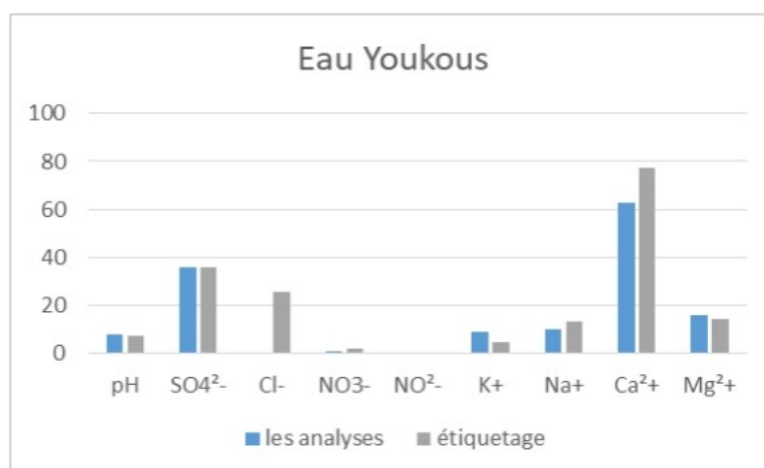


Figure 19 : comparaison des résultats avec l'étiquetage (Mabrouki, 2026)

Sur la base des comparaisons, on constate que l'eau Youkous présente des SO_4^{2-} pratiquement identiques à l'étiquetage (36,04 vs 35,80 mg/L).

Pour le reste des paramètres analysés (pH, Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), les valeurs divergent de celles de l'étiquetage avec :

- Une différence de 0,66 pour le pH
- Une différence de 25,25 mg/L pour les chlorures
- Une différence de 1,21 mg/L pour les nitrates
- Une différence de 0,53 mg/L pour les nitrites
- Une différence de 4,36 mg/L pour le potassium
- Une différence de 3,35 mg/L pour le sodium
- Une différence de 14,54 mg/L pour le calcium et 1,74 mg/L pour le magnésium.

Néanmoins, toutes les valeurs mesurées respectent les normes réglementaires algériennes pour les eaux minérales naturelles. De façon générale, on peut conclure que, pour la marque Youkous, nos résultats révèlent des écarts modérés par rapport aux valeurs de l'étiquetage, suggérant une légère variabilité de composition ou des différences analytiques, sans compromettre la qualité globale et la potabilité de l'eau.

2.1.1.3 Eau Manbaa : Après avoir analysé les paramètres physico-chimiques de cette eau, les valeurs des résultats obtenus et celles figurant sur l'étiquetage de cette marque sont regroupées dans le tableau suivant (**tableau 10**) :

Tableau 10: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Manbaa (Mabrouki, 2026)

Paramètres	Les analyses	Étiquetage
pH	7,82	7,10
SO ₄ ²⁻	110,91	153
Cl ⁻	2,7	84
NO ₃ ⁻	0,04	8,9
NO ₂ ⁻	1,97	0,02
K ⁺	10,27	4
Na ⁺	59,97	68
Ca ²⁺	81,63	93
Mg ²⁺	89,05	31

Les données du tableau nous ont permis d'établir les comparaisons figurant sur l'histogramme suivant (**figure 20**) :

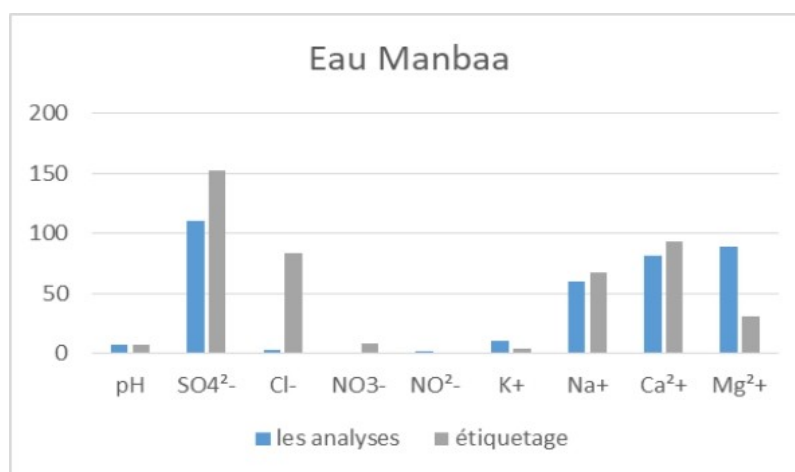


Figure 20: Eau Manbaa comparaison des résultats avec l'étiquetage (Mabrouki, 2026)

Sur la base des comparaisons, on constate que l'eau Manbaa présente un pH nettement supérieur à l'étiquetage (7,82 vs 7,10).

Pour le reste des paramètres analysés (SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺), les valeurs divergent significativement de celles de l'étiquetage avec :

- Une différence de 42,09 mg/L pour les sulfates

- Une différence de 81,3 mg/L pour les chlorures
- Une différence de 8,86 mg/L pour les nitrates
- Une différence de 1,95 mg/L pour les nitrites
- Une différence de 6,27 mg/L pour le potassium
- Une différence de 8,03 mg/L pour le sodium
- Une différence de 11,37 mg/L pour le calcium et une différence de 58,05 mg/L pour le magnésium.

Néanmoins, toutes les valeurs mesurées respectent les normes réglementaires algériennes pour les eaux minérales naturelles.

De façon générale, on peut conclure que, pour la marque Manbaa, nos résultats révèlent des écarts marqués par rapport aux valeurs de l'étiquetage, suggérant une variabilité saisonnière de la source ou des différences analytiques, sans compromettre la qualité globale et la potabilité de l'eau.

2.1.1.4 Eau Guédila : Après avoir analysé les paramètres physico-chimiques de cette eau, les valeurs des résultats obtenus et celles figurant sur l'étiquetage de cette marque sont regroupées dans le tableau suivant (**tableau 11**) :

Tableau 11: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Guedila (Mabrouki, 2026)

Paramètres	Les analyses	Étiquetage
pH	7,66	7,35
SO ₄ ²⁻	191,44	95
Cl ⁻	1,35	40
NO ₃ ⁻	1,07	4,5
NO ₂ ⁻	0,53	<0,01
K ⁺	9,41	2
Na ⁺	27,63	29
Ca ²⁺	75,18	78
Mg ²⁺	81,18	37

Les données du tableau nous ont permis d'établir les comparaisons figurant sur l'histogramme suivant (**figure 21**) :

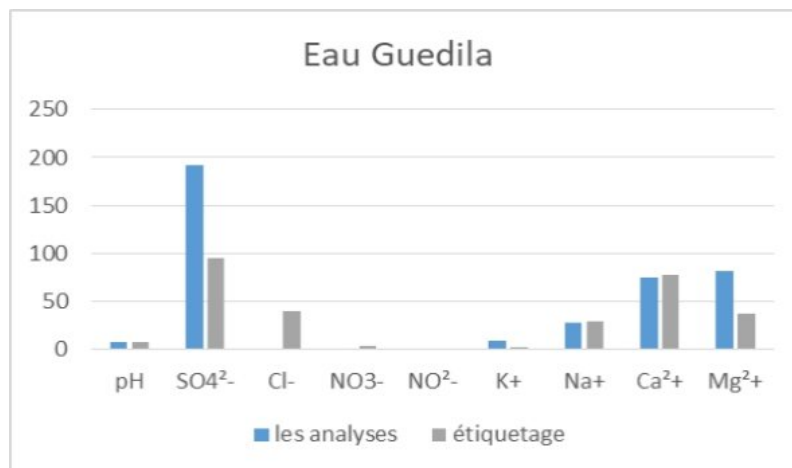


Figure 21: Eau Guedila comparaison des résultats avec l'étiquetage (**Mabrouki, 2026**)

Sur la base des comparaisons, on constate que l'eau Guedila présente un Na⁺ pratiquement identique à l'étiquetage (27,63 vs 29 mg/L).

Pour le reste des paramètres analysés (pH, SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺), les valeurs divergent de celles de l'étiquetage avec des :

- Une différence de 0,31 pour le pH
- Une différence de 96,44 mg/L pour les sulfates

- Une différence de 38,65 mg/L pour les chlorures
- Une différence de 3,43 mg/L pour les nitrates
- Une différence de 0,52 mg/L pour les nitrites
- Une différence de 7,41 mg/L pour le potassium
- Une différence de 2,82 mg/L pour le calcium et 44,18 mg/L pour le magnésium.

Néanmoins, toutes les valeurs mesurées respectent les normes réglementaires algériennes pour les eaux minérales naturelles. De façon générale, on peut conclure que, pour la marque Guedila, nos résultats révèlent des écarts marqués par rapport aux valeurs de l'étiquetage, suggérant une variabilité saisonnière de la source ou des différences analytiques, sans compromettre la qualité globale et la potabilité de l'eau.

2.1.1.5 Lala khedidja: Après avoir analysé les paramètres physico-chimiques de cette eau, les valeurs des résultats obtenus et celles figurant sur l'étiquetage de cette marque sont regroupées dans le tableau suivant (**tableau 12**) :

Tableau 12 : Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Lala khedidja (Mabrouki, 2026)

Paramètres	Les analyses	Étiquetage
pH	7,98	7,42
SO ₄ ²⁻	7,35	3
Cl ⁻	6,75	7
NO ₃ ⁻	1,05	5,94
NO ₂ ⁻	0,172	0,03
K ⁺	9,81	0,40
Na ⁺	8,43	3,1
Ca ²⁺	53	49
Mg ²⁺	11,32	5

Les données du tableau nous ont permis d'établir les comparaisons figurant sur l'histogramme suivant (**figure 22**) :

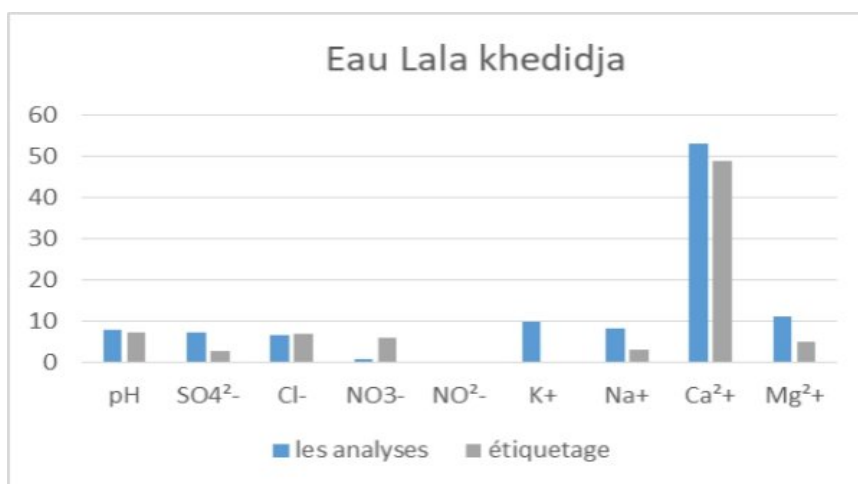


Figure 22: Eau Lala khedidja comparaison des résultats avec l'étiquetage (Mabrouki, 2026)

Sur la base des comparaisons, on constate que l'eau Lala Khedidja présente un Cl⁻ pratiquement identique à l'étiquetage (6,75 vs 7 mg/L).

Pour le reste des paramètres analysés (pH, SO₄²⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺), les valeurs divergent de celles de l'étiquetage avec

- Une différence de 0,56 pour le pH
- Une différence de 4,35 mg/L pour les sulfates
- Une différence de 4,89 mg/L pour les nitrates
- Une différence de 0,142 mg/L pour les nitrites
- Une différence de 9,41 mg/L pour le potassium
- Une différence de 5,33 mg/L pour le sodium
- Une différence de 4 mg/L pour le calcium et 6,32 mg/L pour le magnésium.

Néanmoins, toutes les valeurs mesurées respectent les normes réglementaires algériennes pour les eaux minérales naturelles. De façon générale, on peut conclure que, pour la marque Lala Khedidja, nos résultats révèlent des écarts modérés par rapport aux valeurs de l'étiquetage, suggérant une légère variabilité de composition ou des différences analytiques, sans compromettre la qualité globale et la potabilité de l'eau.

Les eaux de source :

2.1.1.6 Eau bouglez : Après avoir analysé les paramètres physico-chimiques de cette eau, les valeurs des résultats obtenus et celles figurant sur l'étiquetage de cette marque sont regroupées dans le tableau suivant (**tableau 13**) :

Tableau 13 : Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Bouglez
(Mabrouki, 2026)

Paramètres	Les analyses	Étiquetage
pH	7,50	6,87
SO ₄ ²⁻	9,58	10
Cl ⁻	21,15	30
NO ₃ ⁻	1,80	9
NO ₂ ⁻	0,18	0,06
K ⁺	10,27	1
Na ⁺	26,22	29
Ca ²⁺	3,29	4,6
Mg ²⁺	7,87	3,75

Les données du tableau nous ont permis d'établir les comparaisons figurant sur l'histogramme suivant (**figure 23**) :

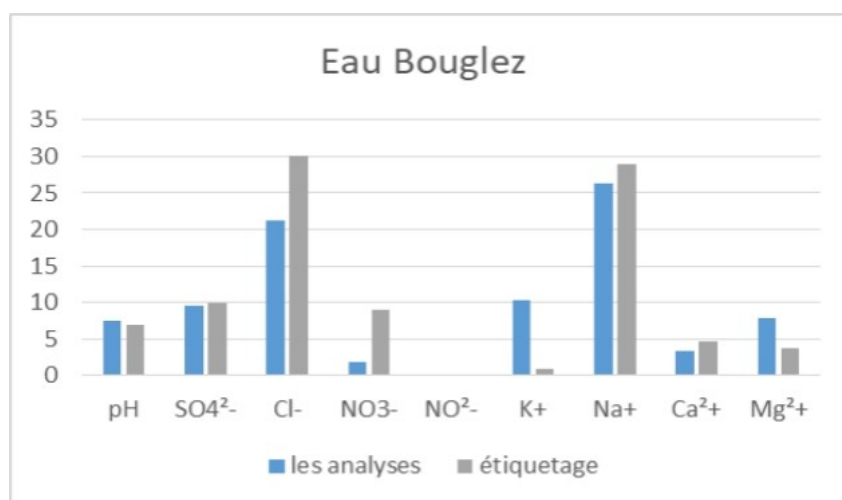


Figure 23: Eau Bouglez comparaison des résultats avec l'étiquetage (Mabrouki, 2026)

Sur la base des comparaisons, on constate que l'eau Bouglez présente des SO_4^{2-} pratiquement identiques à l'étiquetage (9,58 vs 10 mg/L).

Pour le reste des paramètres analysés (pH, Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), les valeurs divergent de celles de l'étiquetage avec :

- Une différence de 0,63 pour le pH
- Une différence de 8,85 mg/L pour les chlorures
- Une différence de 7,2 mg/L pour les nitrates
- Une différence de 0,12 mg/L pour les nitrites
- Une différence de 9,27 mg/L pour le potassium
- Une différence de 2,78 mg/L pour le sodium
- Une différence de 1,31 mg/L pour le calcium et 4,12 mg/L pour le magnésium.

Néanmoins, toutes les valeurs mesurées respectent les normes réglementaires algériennes pour les eaux minérales naturelles. De façon générale, on peut conclure que, pour la marque Bouglez, nos résultats révèlent des écarts modérés par rapport aux valeurs de l'étiquetage, suggérant une légère variabilité de composition ou des différences analytiques, sans compromettre la qualité globale et la potabilité de l'eau.

2.1.1.7 Besbassa : Après avoir analysé les paramètres physico-chimiques de cette eau, les valeurs des résultats obtenus et celles figurant sur l'étiquetage de cette marque sont regroupées dans le tableau suivant (**tableau 14**) :

Tableau 13: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Besbassa (Mabrouki, 2026)

Paramètres	Les analyses	Étiquetage
pH	7,95	7,29
SO ₄ ²⁻	0,76	4
Cl ⁻	0,45	10
NO ₃ ⁻	2,28	9
NO ₂ ⁻	0,019	>0,01
K ⁺	8,85	2
Na ⁺	8,75	5
Ca ²⁺	66,14	54,16
Mg ²⁺	3,94	2,64

Les données du tableau nous ont permis d'établir les comparaisons figurant sur l'histogramme suivant (**figure 24**) :

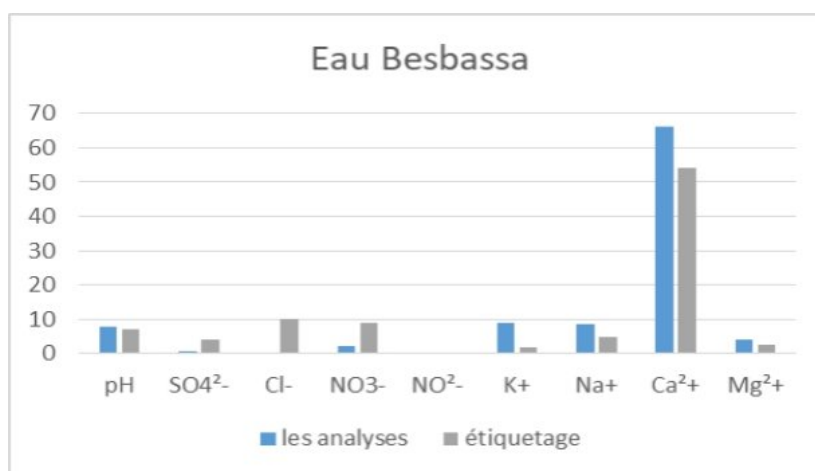


Figure 24: Eau Besbassa comparaison des résultats avec l'étiquetage (Mabrouki, 2026)

Sur la base des comparaisons, on constate que l'eau Besbassa présente un NO_2^- pratiquement identique à l'étiquetage (0,019 vs >0,01 mg/L).

Pour le reste des paramètres analysés (pH , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), les valeurs divergent de celles de l'étiquetage avec :

- Une différence de 0,66 pour le pH
- Une différence de 3,24 mg/L pour les sulfates
- Une différence de 9,55 mg/L pour les chlorures
- Une différence de 6,72 mg/L pour les nitrates
- Une différence de 6,85 mg/L pour le potassium
- Une différence de 3,75 mg/L pour le sodium
- Une différence de 11,98 mg/L pour le calcium et 1,3 mg/L pour le magnésium.

Néanmoins, toutes les valeurs mesurées respectent les normes réglementaires algériennes pour les eaux minérales naturelles. De façon générale, on peut conclure que, pour la marque Besbassa, nos résultats révèlent des écarts modérés par rapport aux valeurs de l'étiquetage, suggérant une légère variabilité de composition ou des différences analytiques, sans compromettre la qualité globale et la potabilité de l'eau.

2.1.1.8 Eau righia : Après avoir analysé les paramètres physico-chimiques de cette eau, les valeurs des résultats obtenus et celles figurant sur l'étiquetage de cette marque sont regroupées dans le tableau suivant (**tableau 15**) :

Tableau 14: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Righia (Mabrouki, 2026)

Paramètres	Les analyses	Étiquetage
pH	6,95	6,70
SO ₄ ²⁻	3,33	1
Cl ⁻	14,43	19,30
NO ₃ ⁻	0,98	2,5
NO ₂ ⁻	0,11	0,02
K ⁺	9,33	0,35
Na ⁺	15,96	12,8
Ca ²⁺	3,66	8
Mg ²⁺	4,92	3

Les données du tableau nous ont permis d'établir les comparaisons figurant sur l'histogramme suivant (figure 25) :

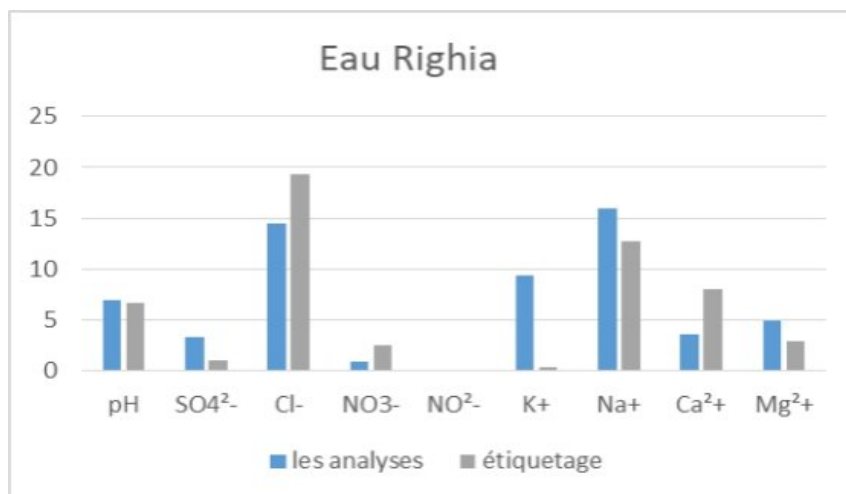


Figure 25 : Eau Righia comparaison des résultats avec l'étiquetage (Mabrouki, 2026)

Sur la base des comparaisons, on constate que l'eau Righia présente un pH pratiquement identique à l'étiquetage (6,95 vs 6,70).

Pour le reste des paramètres analysés (SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺), les valeurs divergent de celles de l'étiquetage avec :

- Une différence de 2,33 mg/L pour les sulfates

- Une différence de 4,87 mg/L pour les chlorures
- Une différence de 1,52 mg/L pour les nitrates
- Une différence de 0,09 mg/L pour les nitrites
- Une différence de 8,98 mg/L pour le potassium
- Une différence de 3,16 mg/L pour le sodium
- Une différence de 4,34 mg/L pour le calcium et 1,92 mg/L pour le magnésium.

Néanmoins, toutes les valeurs mesurées respectent les normes réglementaires algériennes pour les eaux minérales naturelles.

De façon générale, on peut conclure que, pour la marque Righia, nos résultats révèlent des écarts modérés par rapport aux valeurs de l'étiquetage, suggérant une légère variabilité de composition ou des différences analytiques, sans compromettre la qualité globale et la potabilité de l'eau.

2.1.1.9 Eau serine : Après avoir analysé les paramètres physico-chimiques de cette eau, les valeurs des résultats obtenus et celles figurant sur l'étiquetage de cette marque sont regroupées dans le tableau suivant (**tableau 16**) :

Tableau 15: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Serine (Mabrouki, 2026)

Paramètres	Les analyses	Étiquetage
pH	6,70	7,12
SO ₄ ²⁻	3,33	52
Cl ⁻	0,45	150
NO ₃ ⁻	0,68	0,1
NO ₂ ⁻	0,11	0,01
K ⁺	9,13	1
Na ⁺	4,80	80
Ca ²⁺	0	93,73
Mg ²⁺	0	41,35

Les données du tableau nous ont permis d'établir les comparaisons figurant sur l'histogramme suivant (**figure 26**) :

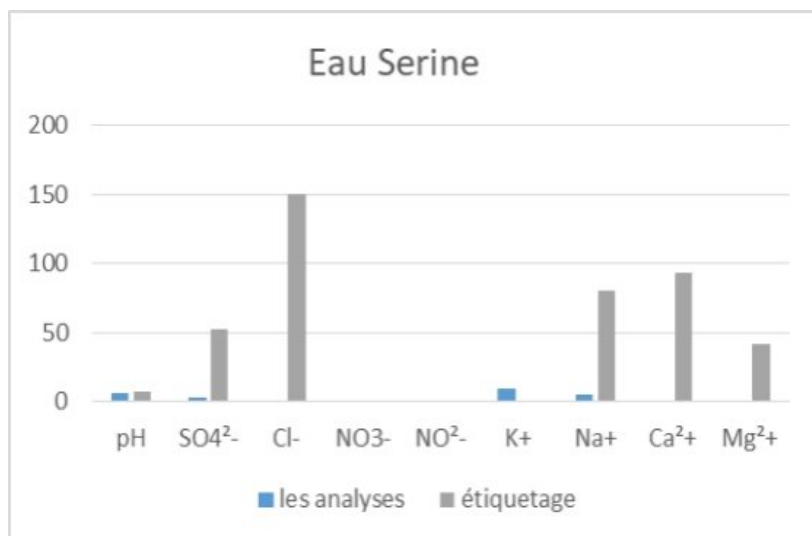


Figure 26 : Eau Serine comparaison des résultats avec l'étiquetage (Mabrouki, 2026)

Sur la base des comparaisons, on constate que l'eau Serine présente un pH inférieur à l'étiquetage (6,70 vs 7,12).

Pour le reste des paramètres analysés (SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺), les valeurs divergent fortement de celles de l'étiquetage avec :

- Une différence de 48,67 mg/L pour les sulfates
- Une différence de 149,55 mg/L pour les chlorures
- Une différence de 0,58 mg/L pour les nitrates
- Une différence de 0,10 mg/L pour les nitrites
- Une différence de 8,13 mg/L pour le potassium
- Une différence de 75,20 mg/L pour le sodium
- Une différence de 93,73 mg/L pour le calcium et 41,35 mg/L pour le magnésium.

Néanmoins, toutes les valeurs mesurées respectent les normes réglementaires algériennes pour les eaux minérales naturelles. De façon générale, on peut conclure que, pour la marque Serine, nos résultats révèlent des écarts significatifs par rapport aux valeurs de l'étiquetage, suggérant une variabilité marquée de composition ou des différences analytiques, sans compromettre la qualité globale et la potabilité de l'eau.

2.1.1.10 Eau taya : Après avoir analysé les paramètres physico-chimiques de cette eau, les valeurs des résultats obtenus et celles figurant sur l'étiquetage de cette marque sont regroupées dans le tableau suivant (**tableau 17**) :

Tableau 16 : Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Taya (Mabrouki, 2026)

Paramètres	Les analyses	Étiquetage
pH	7,82	7,3
SO ₄ ²⁻	52,16	82
Cl ⁻	0,45	110
NO ₃ ⁻	3,11	17,37
NO ₂ ⁻	0,15	<0,01
K ⁺	9,18	1
Na ⁺	51,11	55
Ca ²⁺	54,64	47,25
Mg ²⁺	60,92	12,48

Les données du tableau nous ont permis d'établir les comparaisons figurant sur l'histogramme suivant (**figure 27**) :

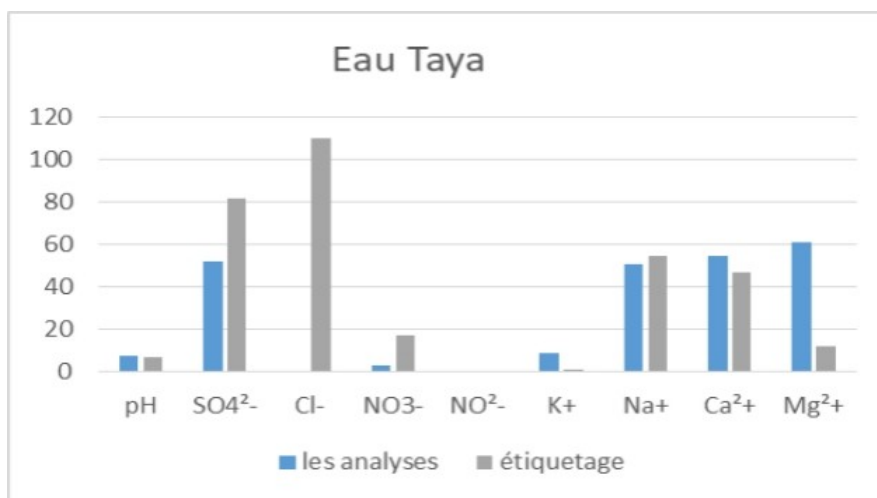


Figure 27: Eau Taya comparaison des résultats avec l'étiquetage (Mabrouki, 2026)

Sur la base des comparaisons, on constate que l'eau Taya présente un Na⁺ pratiquement identique à l'étiquetage (51,11 vs 55 mg/L).

Pour le reste des paramètres analysés (pH, SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺), les valeurs divergent de celles de l'étiquetage avec :

- Une différence de 0,52 pour le pH

- Une différence de 29,84 mg/L pour les sulfates
- Une différence de 109,55 mg/L pour les chlorures
- Une différence de 14,26 mg/L pour les nitrates
- Une différence de 0,14 mg/L pour les nitrites
- Une différence de 8,18 mg/L pour le potassium
- Une différence de 7,39 mg/L pour le calcium et 48,44 mg/L pour le magnésium

Néanmoins, toutes les valeurs mesurées respectent les normes réglementaires algériennes pour les eaux minérales naturelles.

De façon générale, on peut conclure que, pour la marque Taya, nos résultats révèlent des écarts significatifs par rapport aux valeurs de l'étiquetage, suggérant une variabilité de composition ou des différences analytiques, sans compromettre la qualité globale et la potabilité de l'eau.

2.1.1.11 Eau Hayat : Après avoir analysé les paramètres physico-chimiques de cette eau, les valeurs des résultats obtenus et celles figurant sur l'étiquetage de cette marque sont regroupées dans le tableau suivant (**tableau 18**) :

Tableau 17: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Hayat (Mabrouki, 2026)

Paramètres	Les analyses	Étiquetage
pH	7,76	7,1
SO ₄ ²⁻	150,37	85
Cl ⁻	0,45	50
NO ₃ ⁻	1,09	7,87
NO ₂ ⁻	0,13	<0,01
K ⁺	7,60	1
Na ⁺	26,36	29,3
Ca ²⁺	86,89	90
Mg ²⁺	72,57	27

Les données du tableau nous ont permis d'établir les comparaisons figurant sur l'histogramme suivant (**figure 28**) :

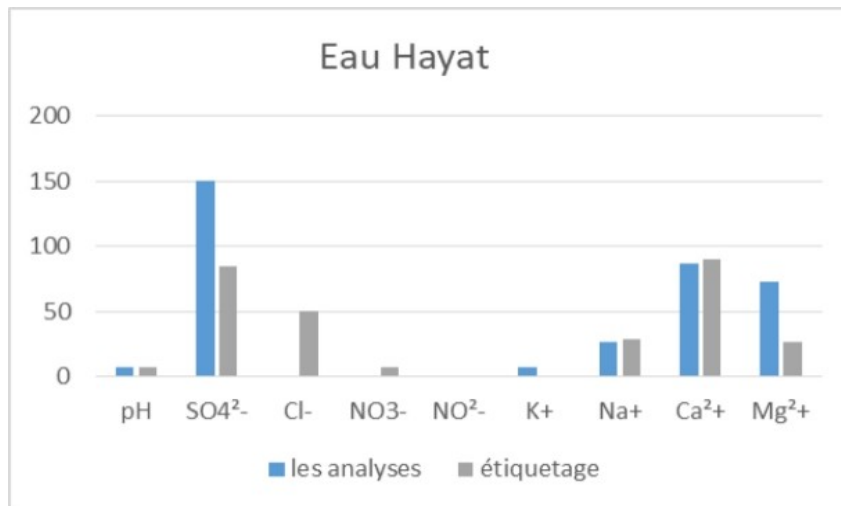


Figure 28: Eau Hayat comparaison des résultats avec l'étiquetage (Mabrouki, 2026)

Sur la base des comparaisons, on constate que l'eau Hayat présente un Ca²⁺ pratiquement identique à l'étiquetage (86,89 vs 90 mg/L).

Pour le reste des paramètres analysés (pH, SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, K⁺, Na⁺, Mg²⁺), les valeurs divergent de celles de l'étiquetage avec :

- Une différence de 0,66 pour le pH
- Une différence de 65,37 mg/L pour les sulfates
- Une différence de 49,55 mg/L pour les chlorures
- Une différence de 6,78 mg/L pour les nitrates
- Une différence de 0,12 mg/L pour les nitrites
- Une différence de 6,60 mg/L pour le potassium
- Une différence de 2,94 mg/L pour le sodium et 45,57 mg/L pour le magnésium.

Néanmoins, toutes les valeurs mesurées respectent les normes réglementaires algériennes pour les eaux minérales naturelles.

De façon générale, on peut conclure que, pour la marque Hayat, nos résultats révèlent des écarts significatifs par rapport aux valeurs de l'étiquetage, suggérant une variabilité de composition ou des différences analytiques, sans compromettre la qualité globale et la potabilité de l'eau.

2.1.1.12 Eau ovitale : Après avoir analysé les paramètres physico-chimiques de cette eau, les valeurs des résultats obtenus et celles figurant sur l'étiquetage de cette marque sont regroupées dans le tableau suivant (**tableau 19**) :

Tableau 1: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Ovitale (Mabrouki, 2026)

Paramètres	Les analyses	Étiquetage
pH	7,97	6,92
SO ₄ ²⁻	58,58	75
Cl ⁻	31,5	50
NO ₃ ⁻	1,32	5,10
NO ₂ ⁻	0,09	0
K ⁺	8,27	1
Na ⁺	33,03	30
Ca ²⁺	74	80
Mg ²⁺	31	14

Les données du tableau nous ont permis d'établir les comparaisons figurant sur l'histogramme suivant (figure 29) :

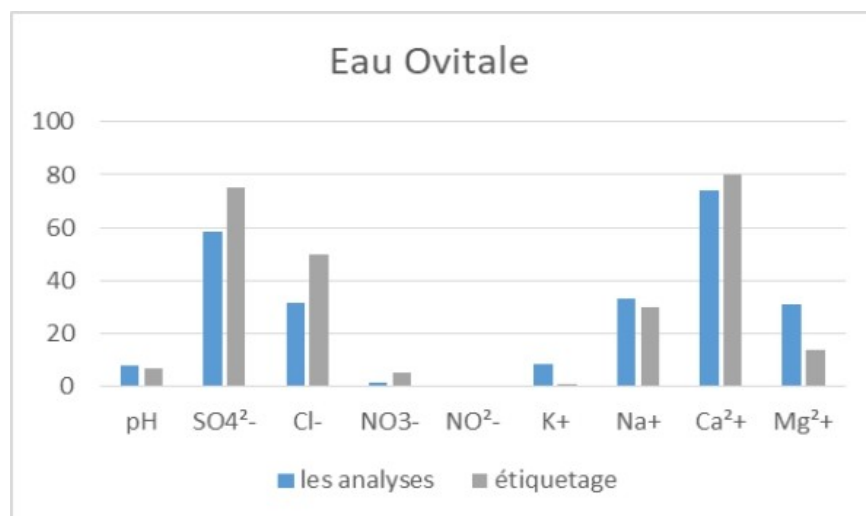


Figure 29 : Eau Ovitale comparaison des résultats avec l'étiquetage (Mabrouki, 2026)

Sur la base des comparaisons, on constate que l'eau Ovitale présente un Na⁺ pratiquement identique à l'étiquetage (33,03 vs 30 mg/L).

Pour le reste des paramètres analysés (pH, SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺), les valeurs

divergent de celles de l'étiquetage avec :

- Une différence de 1,05 pour le pH
- Une différence de 16,42 mg/L pour les sulfates
- Une différence de 18,5 mg/L pour les chlorures
- Une différence de 3,78 mg/L pour les nitrates
- Une différence de 0,09 mg/L pour les nitrites
- Une différence de 7,27 mg/L pour le potassium
- Une différence de 6 mg/L pour le calcium et 17 mg/L pour le magnésium.

Néanmoins, toutes les valeurs mesurées respectent les normes réglementaires algériennes pour les eaux minérales naturelles.

De façon générale, on peut conclure que, pour la marque Ovitale, nos résultats révèlent des écarts modérés par rapport aux valeurs de l'étiquetage, suggérant une légère variabilité de composition ou des différences analytiques, sans compromettre la qualité globale et la potabilité de l'eau.

2.1.1.13 Eau Tafrant : Après avoir analysé les paramètres physico-chimiques de cette eau, les valeurs des résultats obtenus et celles figurant sur l'étiquetage de cette marque sont regroupées dans le tableau suivant (**tableau 20**) :

Tableau 20: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Tafrant (Mabrouki, 2026)

Paramètres	Les analyses	Étiquetage
pH	7,75	7,45
SO ₄ ²⁻	176,08	90
Cl ⁻	0,23	78
NO ₃ ⁻	3,15	28,64
NO ₂ ⁻	0,60	0,01
K ⁺	8,85	1,1
Na ⁺	58,43	86,4
Ca ²⁺	106,4	100
Mg ²⁺	43,79	9

Les données du tableau nous ont permis d'établir les comparaisons figurant sur l'histogramme suivant (**figure 30**) :

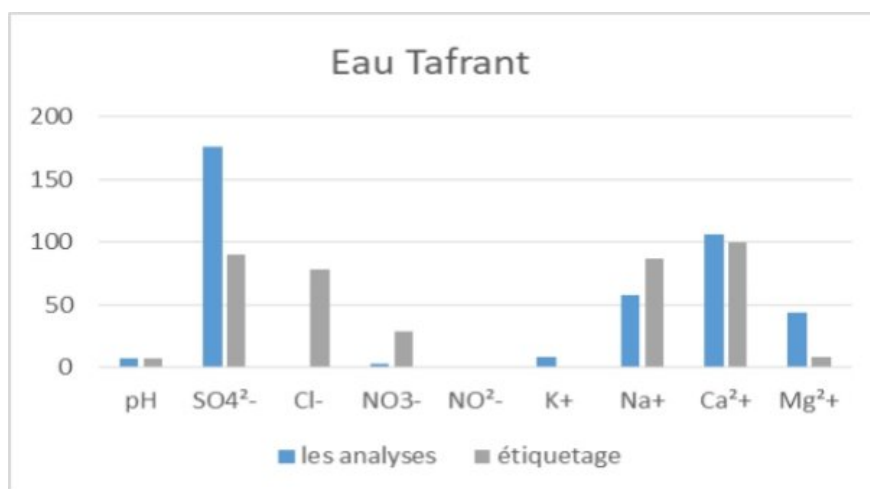


Figure 30 : Eau Tafrant comparaison des résultats avec l'étiquetage (**Mabrouki, 2026**)

Sur la base des comparaisons, on constate que l'eau Tafrant présente un Ca²⁺ pratiquement identique à l'étiquetage (106,4 vs 100 mg/L).

Pour le reste des paramètres analysés (pH, SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, K⁺, Na⁺, Mg²⁺), les valeurs divergent de celles de l'étiquetage avec :

- Une différence de 0,30 pour le pH
- Une différence de 86,08 mg/L pour les sulfates
- Une différence de 77,77 mg/L pour les chlorures
- Une différence de 25,49 mg/L pour les nitrates
- Une différence de 0,59 mg/L pour les nitrites
- Une différence de 7,75 mg/L pour le potassium
- Une différence de 28 mg/L pour le sodium et 34,79 mg/L pour le magnésium.

Néanmoins, toutes les valeurs mesurées respectent les normes réglementaires algériennes pour les eaux minérales naturelles.

De façon générale, on peut conclure que, pour la marque Tafrant, nos résultats révèlent des écarts significatifs par rapport aux valeurs de l'étiquetage, suggérant une variabilité de composition ou des différences analytiques, sans compromettre la qualité globale et la potabilité de l'eau.

2.1.1.14 Eau aryef : Après avoir analysé les paramètres physico-chimiques de cette eau, les valeurs des résultats obtenus et celles figurant sur l'étiquetage de cette marque sont regroupées dans le tableau suivant (**tableau 21**)

Tableau 21 : Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque AriaF
(Mabrouki, 2026)

Paramètres	Les analyses	Étiquetage
pH	7,97	7,25
SO ₄ ²⁻	155,10	163,12
Cl ⁻	31,5	197,97
NO ₃ ⁻	1,32	6,17
NO ₂ ⁻	0,09	0
K ⁺	8,27	1,5
Na ⁺	33,03	96,3
Ca ²⁺	86,86	94,4
Mg ²⁺	48,82	32,07

Les données du tableau nous ont permis d'établir les comparaisons figurant sur l'histogramme suivant (**figure 31**) :

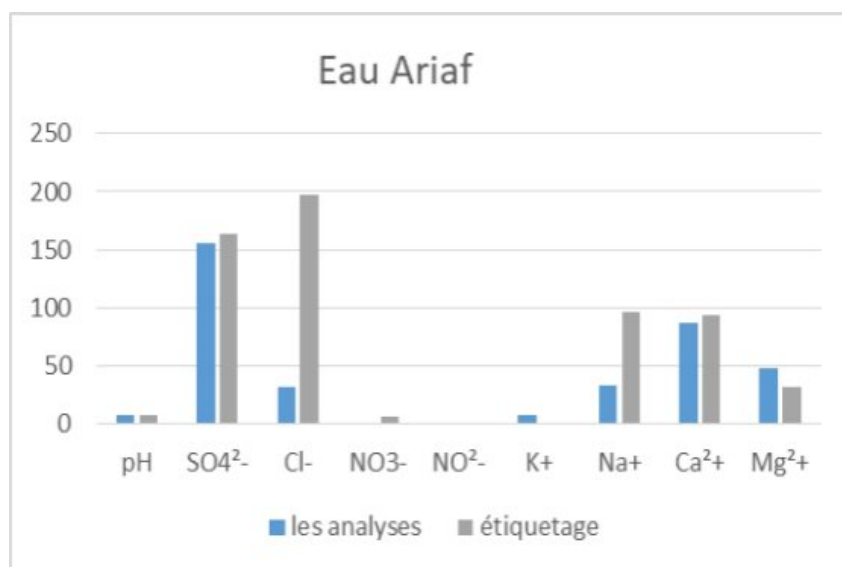


Figure 31: Eau AriaF comparaison des résultats avec l'étiquetage (Mabrouki, 2026)

Sur la base des comparaisons, on constate que l'eau Ariaf présente des SO_4^{2-} pratiquement identiques à l'étiquetage (155,10 vs 163,12 mg/L).

Pour le reste des paramètres analysés (pH, Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), les valeurs divergent de celles de l'étiquetage avec :

- Une différence de 0,72 pour le pH
- Une différence de 166,47 mg/L pour les chlorures
- Une différence de 4,85 mg/L pour les nitrates
- Une différence de 0,09 mg/L pour les nitrites
- Une différence de 6,77 mg/L pour le potassium
- Une différence de 63,27 mg/L pour le sodium
- Une différence de 7,54 mg/L pour le calcium et 16,75 mg/L pour le magnésium.

Néanmoins, toutes les valeurs mesurées respectent les normes réglementaires algériennes pour les eaux minérales naturelles.

De façon générale, on peut conclure que, pour la marque Ariaf, nos résultats révèlent des écarts significatifs par rapport aux valeurs de l'étiquetage, suggérant une variabilité de composition ou des différences analytiques, sans compromettre la qualité globale et la potabilité de l'eau.

2.1.1.15 Eau lala louiza : Après avoir analysé les paramètres physico-chimiques de cette eau, les valeurs des résultats obtenus et celles figurant sur l'étiquetage de cette marque sont regroupées dans le tableau suivant (**tableau 22**) :

Tableau 22: Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Lala louiza (Mabrouki, 2026)

Paramètres	Les analyses	Étiquetage
pH	7,51	7,46
SO ₄ ²⁻	150,73	28
Cl ⁻	0,90	30
NO ₃ ⁻	2,62	19
NO ₂ ⁻	0,21	0
K ⁺	9,07	1
Na ⁺	17,29	31
Ca ²⁺	95,31	85,69
Mg ²⁺	53,14	13,44

Les données du tableau nous ont permis d'établir les comparaisons figurant sur l'histogramme suivant (**figure 32**) :

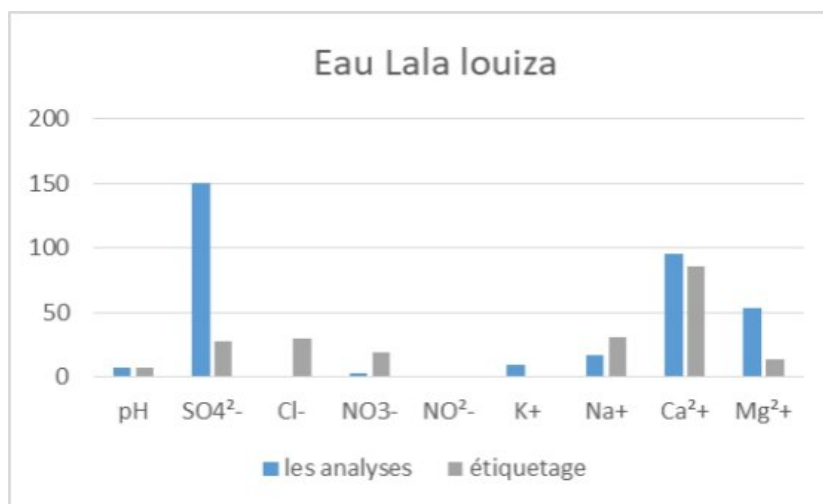


Figure 32 : Eau Lala louiza comparaison des résultats avec l'étiquetage (Mabrouki, 2026)

Sur la base des comparaisons, on constate que l'eau Lala Louiza présente un pH pratiquement identique à l'étiquetage (7,51 vs 7,46).

Pour le reste des paramètres analysés (SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺), les valeurs des analyses sont significativement différentes de celles de l'étiquetage

- Une différence de 122,73 mg/L pour les sulfates
- Une différence de 29,1 mg/L pour les chlorures
- Une différence de 16,38 mg/L pour les nitrates
- Une différence de 0,21 mg/L pour les nitrites
- Une différence de 8,07 mg/L pour le potassium
- Une différence de 13,71 mg/L pour le sodium
- Une différence de 9,62 mg/L pour le calcium et 39,7 mg/L pour le magnésium.

Néanmoins, toutes les valeurs mesurées respectent les normes réglementaires algériennes pour les eaux minérales naturelles. De façon générale, on peut conclure que, pour la marque Lala Louiza, nos résultats révèlent des écarts marqués par rapport aux valeurs de l'étiquetage, suggérant une variabilité saisonnière ou des différences analytiques, sans compromettre la qualité globale de l'eau.

2.1.1.16 Eau djazia : Après avoir analysé les paramètres physico-chimiques de cette eau, les valeurs des résultats obtenus et celles figurant sur l'étiquetage de cette marque sont regroupées dans le tableau suivant (**tableau 21**) :

2.1.1.17

Tableau 23 : Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Djazia (Mabrouki, 2026)

Paramètres	Les analyses	Étiquetage
pH	7,85	7,21
SO₄²⁻	148,58	64
Cl⁻	9,45	43
NO₃⁻	6,81	20,20
NO₂⁻	0,05	<0,01
K⁺	8,59	2
Na⁺	23,64	34
Ca²⁺	92,85	103
Mg²⁺	70,89	27

Les données du tableau nous ont permis d'établir les comparaisons figurant sur l'histogramme suivant (**figure 33**) :

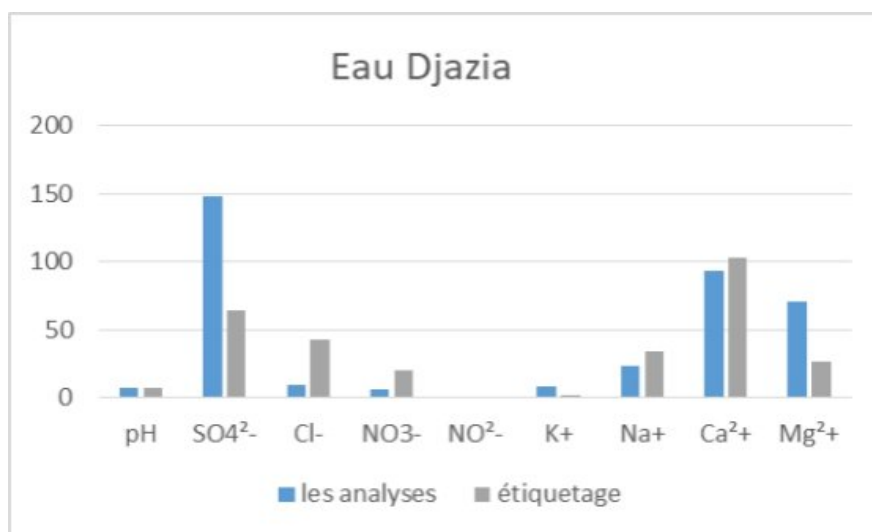


Figure 33 : Eau Djazia comparaison des résultats avec l'étiquetage (Mabrouki, 2026)

Sur la base des comparaisons, on constate que l'eau Djazia présente un NO₂⁻ pratiquement identique à l'étiquetage (0,05 vs <0,01 mg/L).

Pour le reste des paramètres analysés (pH, SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻, K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺), les valeurs divergent de celles de l'étiquetage avec :

- Une différence de 0,64 pour le pH
- Une différence de 84,58 mg/L pour les sulfates
- Une différence de 33,55 mg/L pour les chlorures
- Une différence de 13,39 mg/L pour les nitrates
- Une différence de 6,59 mg/L pour le potassium
- Une différence de 10,36 mg/L pour le sodium
- Une différence de 10,15 mg/L pour le calcium et 43,89 mg/L pour le magnésium.

Néanmoins, toutes les valeurs mesurées respectent les normes réglementaires algériennes pour les eaux minérales naturelles. De façon générale, on peut conclure que, pour la marque Djazia, nos résultats révèlent des écarts significatifs par rapport aux valeurs de l'étiquetage, suggérant une variabilité de composition ou des différences analytiques, sans compromettre la qualité globale et la potabilité de l'eau.

2.1.1.18 Eau djmorah : Après avoir analysé les paramètres physico-chimiques de cette eau, les valeurs des résultats obtenus et celles figurant sur l'étiquetage de cette marque sont regroupées dans le tableau suivant (**tableau 24**) :

Tableau 24 : Résultats des analyses et valeurs de l'étiquetage de la marque Djemorah (**Mabrouki, 2026**)

Paramètres	Les analyses	Étiquetage
pH	7,76	7,57
SO ₄ ²⁻	1,901	220
Cl ⁻	0,45	128
NO ₃ ⁻	4,91	20,41
NO ₂ ⁻	0,15	0,01
K ⁺	9,46	1,1
Na ⁺	105,11	98
Ca ²⁺	84,63	82
Mg ²⁺	100,37	47

Les données du tableau nous ont permis d'établir les comparaisons figurant sur l'histogramme suivant (**figure 34**) :

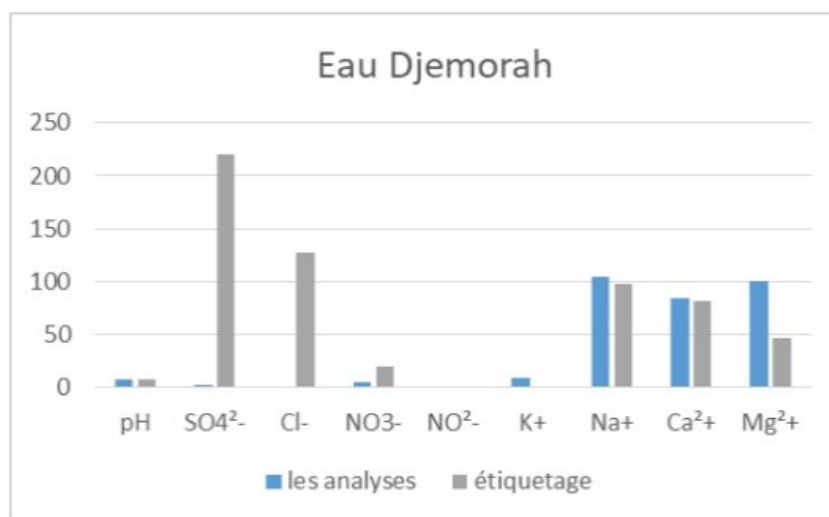


Figure 34: Eau Djemorah comparaison des résultats avec l'étiquetage (**Mabrouki, 2026**)

Sur la base des comparaisons, on constate que l'eau Djemorah présente un pH pratiquement

identique à l'étiquetage (7,76 vs 7,57).

Pour le reste des paramètres analysés (SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), les valeurs divergent de celles de l'étiquetage avec :

- Une différence de 218,1 mg/L pour les sulfates
- Une différence de 127,55 mg/L pour les chlorures
- Une différence de 15,5 mg/L pour les nitrates
- Une différence de 0,14 mg/L pour les nitrites
- Une différence de 8,36 mg/L pour le potassium
- Une différence de 7,11 mg/L pour le sodium
- Une différence de 2,63 mg/L pour le calcium et 53,37 mg/L pour le magnésium.

Néanmoins, toutes les valeurs mesurées respectent les normes réglementaires algériennes pour les eaux minérales naturelles.

De façon générale, on peut conclure que, pour la marque Djemorah, nos résultats révèlent des écarts significatifs par rapport aux valeurs de l'étiquetage, suggérant une variabilité de composition ou des différences analytiques, sans compromettre la qualité globale et la potabilité de l'eau.

2.2 Composition physicochimique

Les paramètres analysés comprennent : les sulfates (SO_4^{2-}), les chlorures (Cl^-), les nitrates (NO_3^-), les nitrites (NO_2^-), le potassium (K^+), le sodium (Na^+), le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le pH, la conductivité, la dureté, le titre alcalimétrique (TA), le titre alcalimétrique complet (TAC), et la dureté totale (TH).

2.1.1 Sulfates

Les résultats de l'étude sont représentés graphiquement par l'Histogramme suivant (**Figure 35**) :

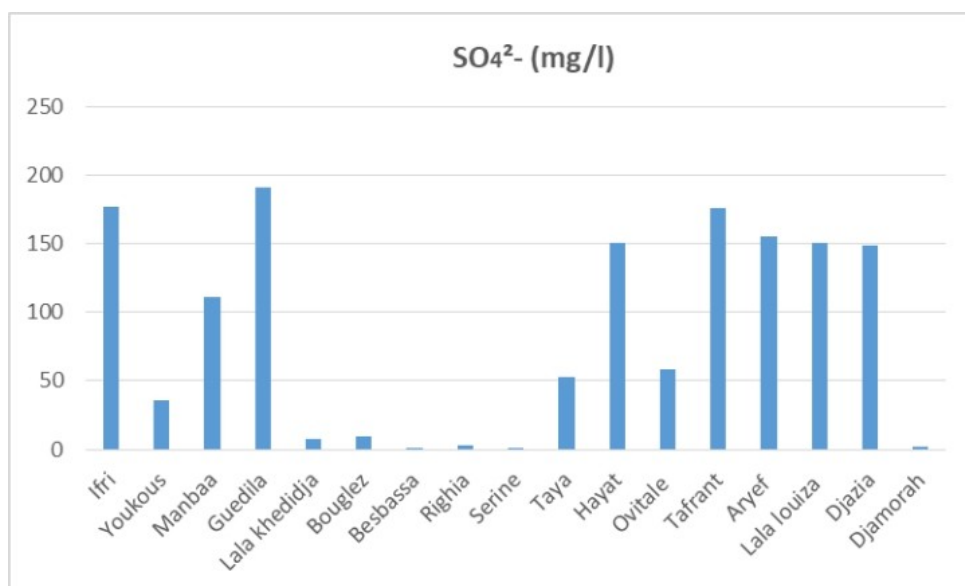


Figure 35: résultats de la teneur en sulfates (Mabrouki, 2026)

La teneur en sulfates (SO_4^{2-}) des eaux minérales et de source dépend de la nature des roches traversées (par exemple, dissolution de gypse) et de l'origine hydrothermale, ce qui modifie leur minéralisation et leur saveur (OMS, 2022).

Pour les eaux minérales naturelles analysées, la teneur en sulfates varie de 7,35 mg/l (Lala khedidja) à 191,44 mg/l (Guedila).

Pour les eaux de source, les valeurs observées s'étendent de 0,76 mg/l (Besbassa) à 176,98 mg/l (Tafrant).

Selon la réglementation algérienne en vigueur (JORA, 2015), la concentration maximale admissible en sulfates, pour les eaux destinées à la consommation humaine est fixée à 400 mg/l.

Ainsi, toutes les valeurs mesurées dans le cadre de notre étude demeurent en deçà de cette limite, ce qui atteste de leur conformité à la législation nationale.

Les résultats obtenus sont également en accord avec ceux rapportés dans des travaux antérieurs. En effet, (Bouhali et al. 2020), a relevé des teneurs en sulfates variant entre 7 mg/l et 455 mg/l, certaines valeurs dépassant la limite réglementaire fixée à 400 mg/l. Ces données indiquent que les eaux analysées ne sont pas totalement conformes aux normes algériennes en matière de qualité des eaux conditionnées.

2.2.2 Chlorure

Les résultats de l'étude sont représentés graphiquement par l'histogramme suivant (**Figure 36**) :

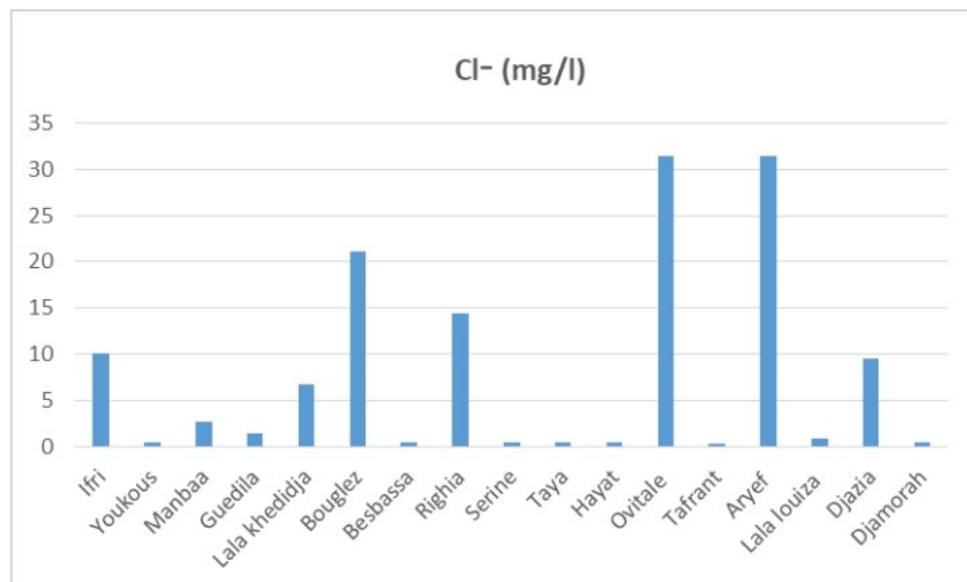


Figure 36: résultats de la teneur en chlorures (**Mabrouki, 2026**)

Les chlorures dans les eaux souterraines proviennent souvent de la dissolution de NaCl dans les roches évaporitiques, de l'intrusion marine ou d'apports anthropiques comme les engrais organiques et minéraux (**Debieche, 2002 ; Rodier et al., 2009**).

Pour les eaux minérales naturelles, les teneurs varient entre 0,45 mg/l (Youkous) et 10,08 mg/l (Ifri).

Pour les eaux de source, elles s'étendent de 0,23 mg/l (Tafrant) à 31,5 mg/l (Ovitale) et (Aryef).

Selon la réglementation algérienne en vigueur (**JORA, 2013**), la concentration maximale admissible en chlorures est fixée à 500 mg/l.

Les valeurs obtenues dans le cadre de notre étude demeurent en deçà de cette limite, ce qui atteste de leur conformité à la législation nationale.

Nos résultats rejoignent ceux rapportés dans l'étude de (Bouhali et al., 2020), qui indiquent des teneurs en chlorures allant de 2,55 mg/l à 150 mg/l, restant dans les normes réglementaires. De même, l'étude de (Aguagnia et Ounaissia, 2013), corrobore nos observations, avec des

concentrations comprises entre 14,2 mg/l et 154,9 mg/l.

La présence de chlorures à des niveaux modérés est acceptable du point de vue de la potabilité, bien qu'une surveillance régulière est recommandée, notamment dans les zones où une contamination anthropique (agriculture intensive, rejets domestiques ou industriels) pourrait modifier l'équilibre ionique des eaux.

2.2.3 Nitrates

Les résultats de l'étude sont représentés graphiquement par l'histogramme suivant (**Figure 37**) :

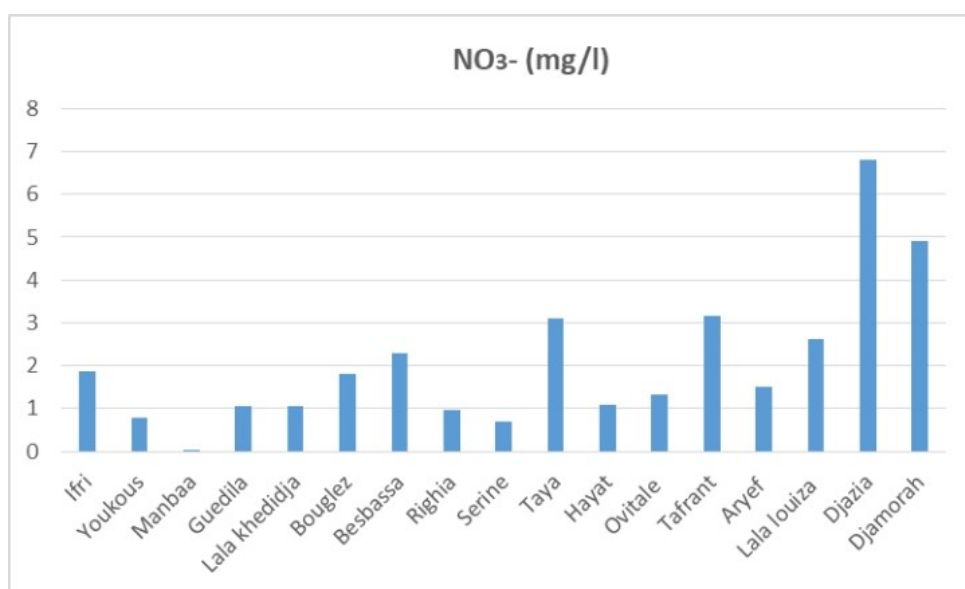


Figure 37: Résultats de la teneur en nitrates (**Mabrouki, 2026**)

La présence de nitrates dans les eaux signale une pollution liée à des activités humaines, notamment l'agriculture intensive (usage intensif d'engrais chimiques et organiques), les dysfonctionnements des réseaux d'assainissement urbains ou certaines activités industrielles (**Ghodbane, 2018**).

Pour les eaux minérales naturelles présentent des teneurs en nitrates comprises entre 0,45 mg/l (Manbaa) et 1,86 mg/l (Ifri).

Pour les eaux de source affichent des concentrations allant de 0,68 mg/l (Serine) à 6,81 mg/l (El djazia).

Toutes les valeurs relevées sont nettement inférieures à la limite maximale autorisée de 50 mg/l fixée par réglementation algérienne (**JORA, 2006**), ce qui confirme la conformité des deux types d'eau étudiés aux normes en vigueur.

Ces résultats sont globalement en accord avec ceux rapportés dans la littérature. En effet, (Bouhali et al., 2020), a relevé des concentrations très faibles, variant entre 0 et 0,02 mg/l, tandis que Aguagnia et Ounaissia (2013) mentionnent des teneurs comprises entre 0,1 mg/l et 5 mg/l. La légère différence observée avec certaines de nos valeurs, notamment pour les eaux de source, pourrait s'expliquer par des variations locales liées aux conditions géologiques ou à l'influence des activités humaines.

2.2.4 Nitrites

Les résultats de l'étude sont représentés graphiquement par l'histogramme suivant (**Figure 38**) :

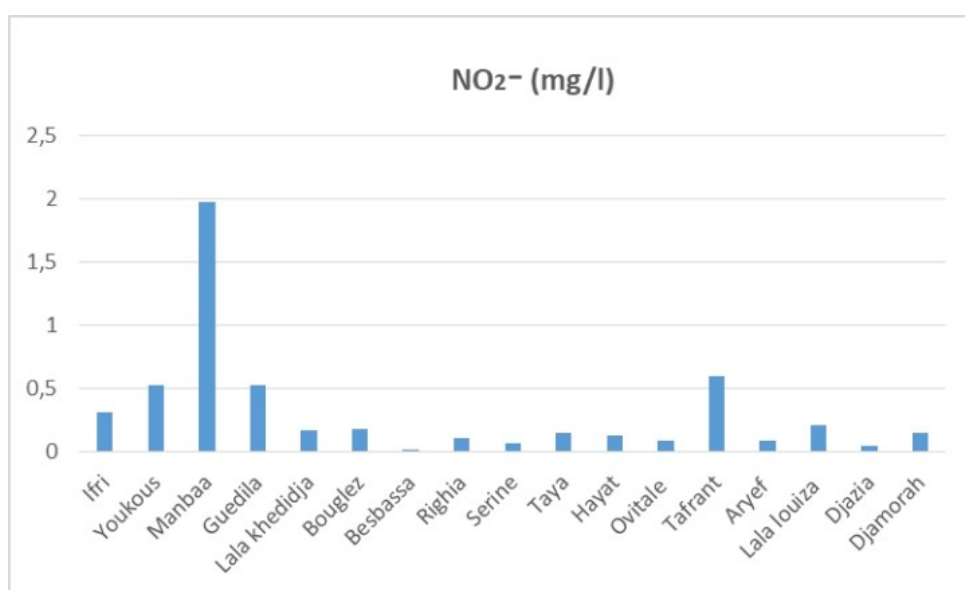


Figure 38: Résultats de la teneur en nitrites (**Mabrouki, 2026**)

À partir des résultats obtenus, il apparaît que :

- Pour les eaux minérales naturelles, les concentrations en nitrites varient de 0,17 mg/l (Lala khedidja) à 1,97 mg/l (Manbaa)
- Pour les eaux de source, elles s'échelonnent de 0,019 mg/l (Besbassa) à 0,60 mg/l (Tafrant).

La norme fixée pour les nitrites est de 0,1 mg/l selon la réglementation en vigueur. Ainsi, certaines valeurs mesurées, notamment dans les eaux minérales naturelles et certaines eaux de source, dépassent cette limite, ce qui indique une non-conformité partielle des échantillons analysés.

2.2.5 Potassium

Les résultats de l'étude sont représentés graphiquement par l'histogramme suivant (**Figure 39**) :

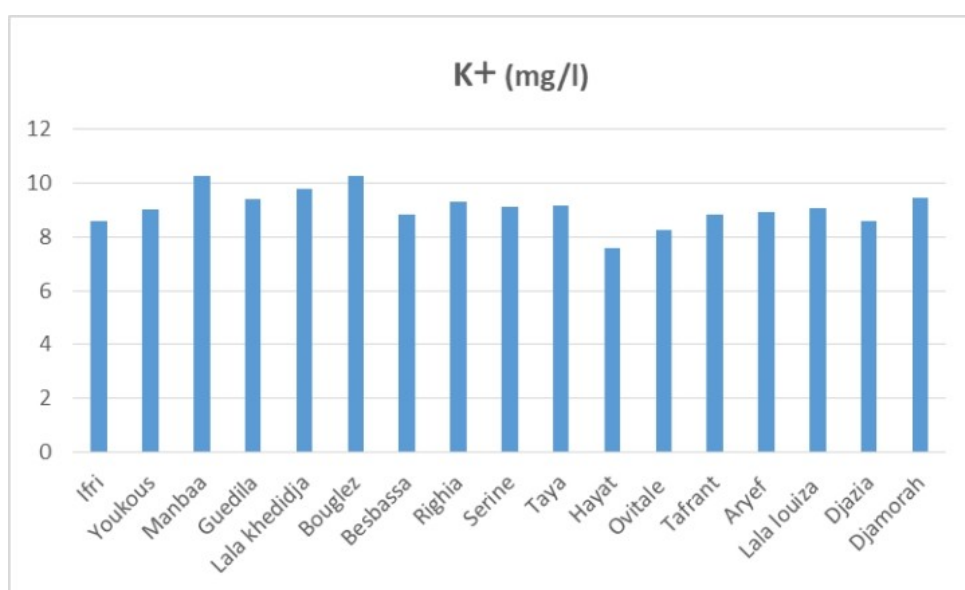


Figure 39 : Résultats la teneur en potassium (Mabrouki, 2026)

Le potassium, naturellement présent dans les roches magmatiques et formations argileuses, montre des concentrations généralement inférieures à 15 mg/l dans les eaux souterraines non polluées par des apports anthropiques (**Boudoukha et Boumaza, 2018**).

D'après nos analyses :

- Pour les eaux minérales naturelles présentent des teneurs en potassium allant de 8,59 mg/l (Ifri) à 10,27 mg/l (Manbaa).
- Pour les eaux de source montrent des concentrations comprises entre 7,60 mg/l (Hayat) et 10,27 mg/l (Bouglez).

L'ensemble de ces valeurs est largement inférieur à la limite maximale autorisée en potassium est (20 mg/l), fixée par la réglementation algérienne (**JORA, 2015**), ce qui atteste de la

conformité des échantillons analysés.

Ces résultats sont globalement en accord avec ceux rapportés dans d'autres études nationales. Ainsi, (Bouhali et al., 2020), a relevé des teneurs variant entre 0,54 mg/l et 6,2 mg/l. Ces données confirment la cohérence globale des observations et indiquent une bonne qualité des eaux analysées pour ce paramètre.

2.2.6 Sodium

Les résultats de l'étude sont représentés graphiquement par l'histogramme suivant (**Figure 40**) :

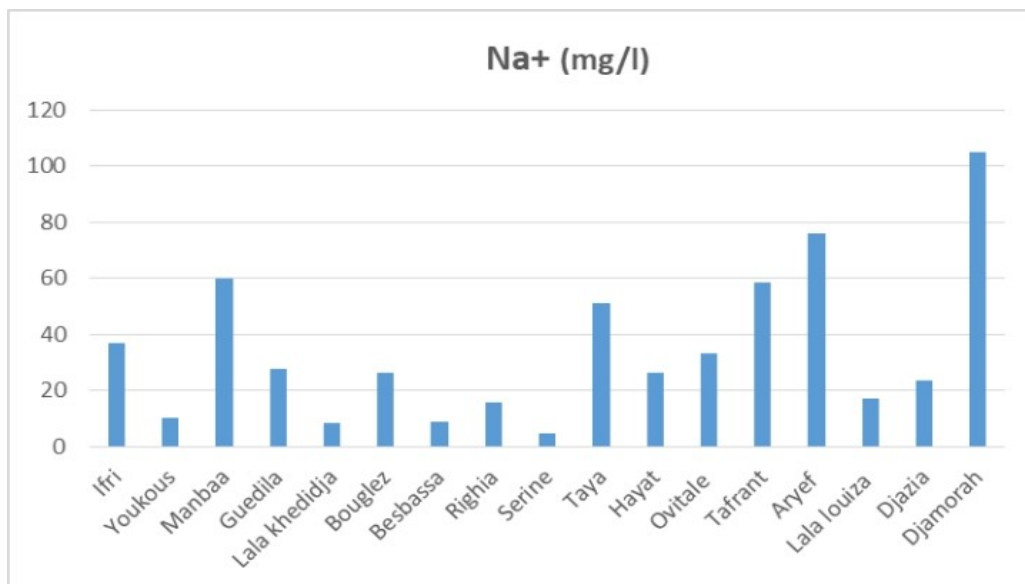


Figure 40 : Résultats de teneur en sodium (Mabrouki, 2026)

Les résultats obtenus pour le sodium montrent que :

- Pour les eaux minérales naturelles, les concentrations varient de 8,43 mg/l (Lala khedidja) à 59,97 mg/l (Manbaa).
- Pour les eaux de source, les concentrations s'étendent de 4,80 mg/l (Serine) à 105,11 mg/l (Djemourah).

Toutes ces valeurs demeurent bien en deçà de la limite maximale autorisée de 200 mg/l fixée par la réglementation algérienne en vigueur (**JORA, 2015**), ce qui confirme la conformité des échantillons analysée.

Ces résultats sont globalement en accord avec ceux rapportés dans d'autres études nationales. Ainsi, (Bouhali et al., 2020), a relevé des teneurs variant entre 5 mg/l et 63,4 mg/l. Ces données confirment la cohérence globale des observations et indiquent une bonne qualité des eaux analysées pour ce paramètre.

2.2.7 Calcium

Les résultats de l'étude sont représentés graphiquement par l'histogramme suivant (**Figure 41**) :

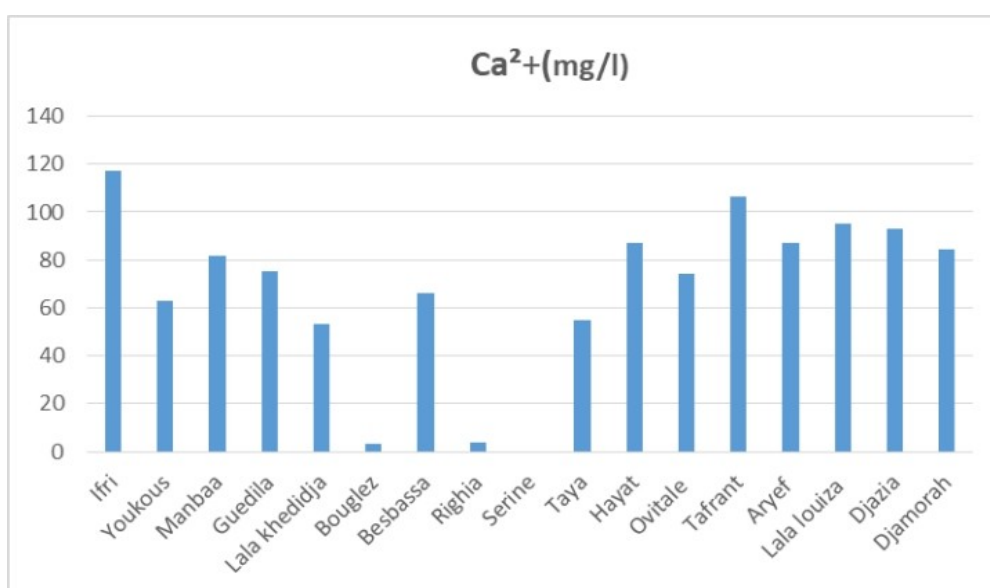


Figure 41: Résultats de teneur en calcium (Mabrouki, 2026)

Les résultats obtenus pour le calcium montrent que :

- Pour les eaux minérales naturelles, les concentrations varient de 53 mg/l (Lala khedidja) à 117,08 mg/l (Ifri).
- Pour les eaux de source, les concentrations s'étendent de 0 mg/l (Serine) à 106,4 mg/l (Tafrant).

Toutes ces valeurs demeurent bien en deçà de la limite maximale autorisée de 200 mg/l fixée par la réglementation algérienne en vigueur (**JORA, 2015**), ce qui confirme la conformité des échantillons analysés.

Nos résultats sont globalement en accord avec ceux rapportés dans l'étude de (Bouhali et al., 2020), qui indique des teneurs en calcium variant entre 30 mg/l et 143 mg/l, restant dans les

limites réglementaires. En revanche, l'étude de Aguagnia et Ounaissia (2013), corrobore partiellement ces observations, avec des concentrations comprises entre 8,2 mg/l et 776,6 mg/l, où certaines valeurs dépassent largement la limite de référence adoptée dans notre étude, ce qui traduit une forte variabilité de la composition des eaux analysées.

2.2.8 Magnésium

Les résultats de l'étude sont représentés graphiquement par l'histogramme suivant (**Figure 42**) :

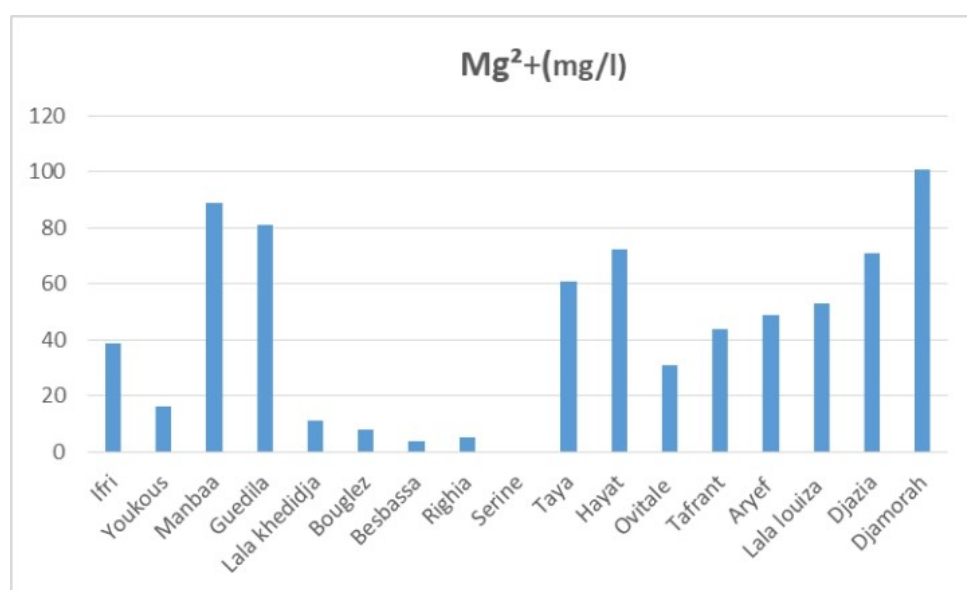


Figure 42: Résultats de teneur en magnésium (Mabrouki, 2026)

Les résultats obtenus pour le magnésium montrent que :

- Pour les eaux minérales naturelles, les concentrations varient de 11,32 mg/l (Lala khedidja) à 89,05 mg/l (Manbaa).
- Pour les eaux de source, les concentrations s'étendent de 0 mg/l (Serine) à 100,73 mg/l (Djemourah).

Toutes ces valeurs demeurent bien en deçà de la limite maximale autorisée de 200 mg/l fixée par la réglementation algérienne en vigueur (**JORA, 2015**), ce qui confirme la conformité des échantillons analysés.

Ces résultats sont globalement en accord avec ceux rapportés dans la littérature. En effet, (Bouhali et al., 2020), a relevé des teneurs variant entre 5,5 mg/l et 75 mg/l, traduisant une

bonne cohérence avec nos résultats. De même, Aguagnia et Ounaissia (2013), ont rapporté des concentrations comprises entre 24,81 mg/l et 213,31 mg/l, montrant un accord partiel, certaines valeurs étant supérieures à celles obtenues dans la présente étude.

2.2.9 Potentiel hydrogène (pH)

Les résultats de l'étude sont représentés graphiquement par l'histogramme suivant (**Figure 43**) :

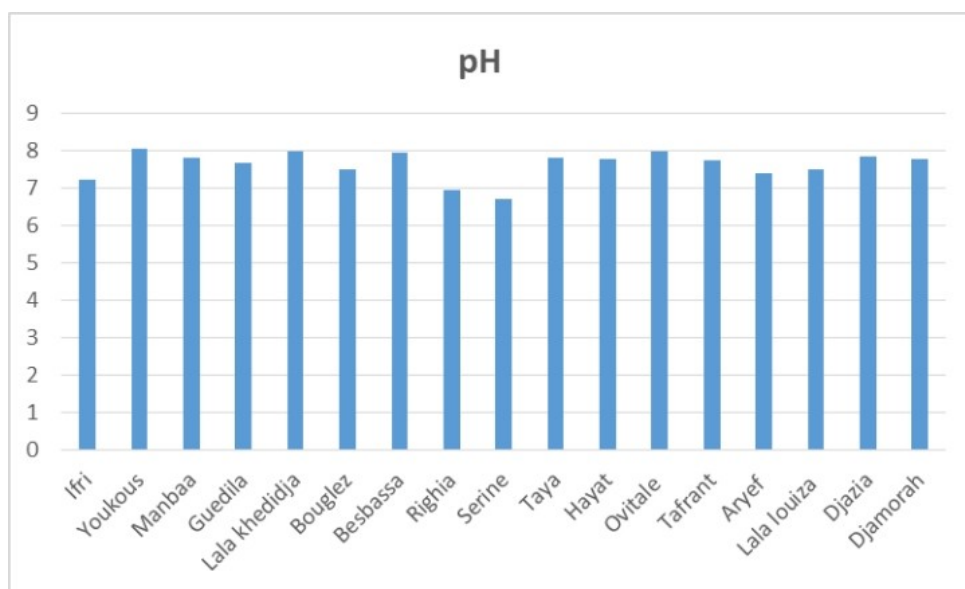


Figure 43: Résultats de l'analyse du pH (Mabrouki, 2026)

- Pour les eaux minérales naturelles, le pH varie entre 7,23 (Ifri) et 8,06 (Youkous).
- Pour les eaux de source, il oscille entre 6,70 (Serine) et 7,97 (Ovitale).

Dans l'ensemble, les valeurs mesurées pour deux types d'eaux conditionnées s'inscrivent dans la page réglementaire fixée par le JORA, 2006, soit entre 6,5 et 8,5.

Ces résultats sont globalement en accord avec ceux rapportés dans la littérature. En effet, (Bouhali et al., 2020), a relevé des valeurs variant entre 6,9 et 7,77, traduisant une bonne cohérence avec nos résultats. De même, Aguagnia et Ounaissia (2013) ont rapporté des valeurs comprises entre 6,44 et 7,66.

2.2.10 Conductivité électrique

Les résultats de l'étude sont représentés graphiquement par l'histogramme suivant (**Figure 44**)

:

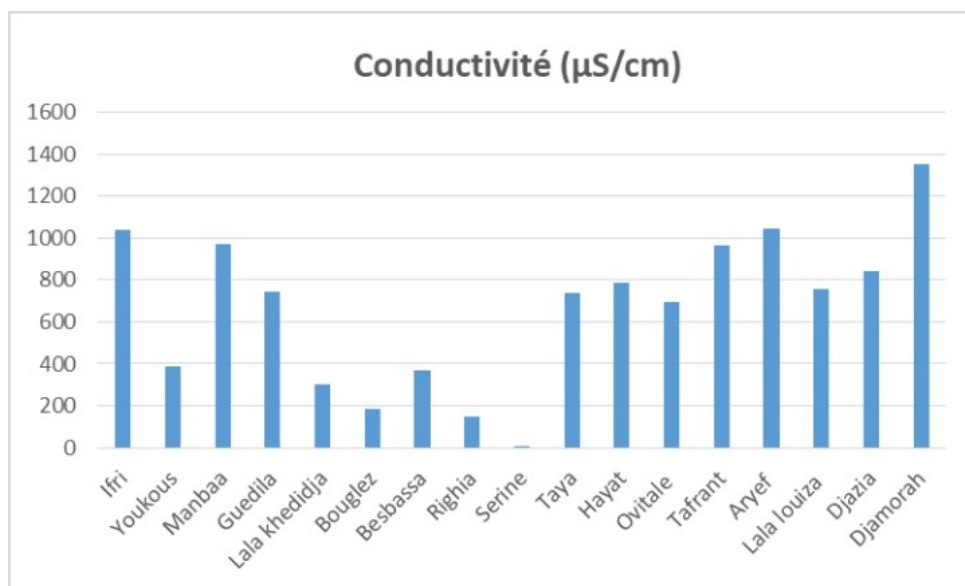


Figure 44 : Résultats de l'analyse de la conductivité (Mabrouki, 2026)

La conductivité électrique de l'eau, qui mesure sa teneur en ions dissous et sa capacité à conduire le courant, varie selon la concentration et la mobilité des ions, ainsi que la température.

- Pour les eaux minérales naturelles, les valeurs varient de 302 µS/cm (Lala khedidja) à 1041 µS/cm (Ifri)
- Pour les eaux de source, elles s'étendent de 5,45 µS/cm (Serine) et 1349 µS/cm (Djemourah)

Toutes les mesures sont largement inférieures à la limite réglementaire fixée à 2800 µS/cm à 20°C, selon le JORA, 2006 µS/cm, ce qui atteste de la conformité des échantillons analysés aux normes algériennes en vigueur.

2.2.11 Titre Alcalimétrique Complet (TAC)

Les résultats de l'étude sont représentés graphiquement par l'histogramme suivant (**Figure 45**)

:

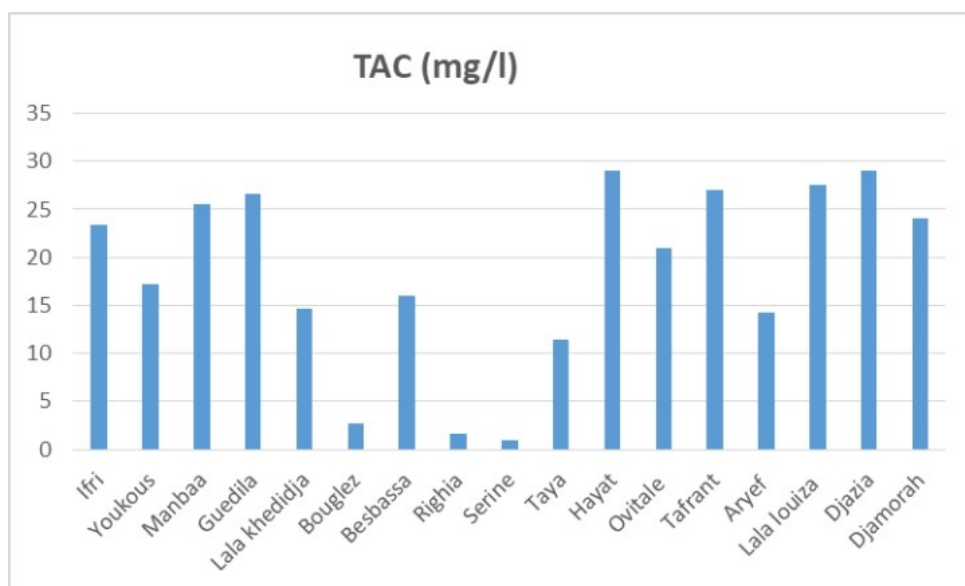


Figure 45: Résultats de l'analyse du TAC (Mabrouki, 2026)

Le Titre Alcalimétrique Complet (TAC) mesure la concentration en carbonates et bicarbonates dissous dans l'eau, évaluant ainsi son pouvoir tampon.

Selon les résultats obtenus :

- Pour les eaux minérales naturelles, les valeurs du TAC sont comprises entre 14,60 mg/l (Lala khedidja) et 26,60 mg/l (Guedila)
- Pour les eaux de source, les valeurs du TAC, varient de mg/l (Serine) et 29 mg/l (Hayat) (Djazia).

Pour ces paramètres, il convient de noter qu'aucune valeur limite réglementaire n'est spécifiée, dans les textes en vigueur JORA, ce qui exclut toute exigence normative obligatoire à ce sujet.

2.2.12 Titre Hydrotimétrique

Les résultats de l'étude sont représentés graphiquement par l'histogramme suivant (**Figure 46**) :

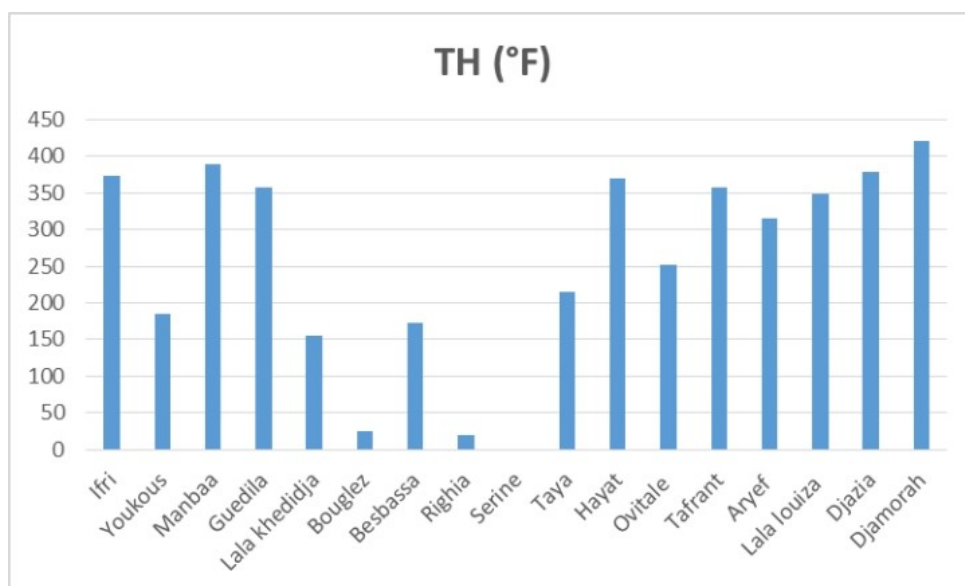


Figure 46 : Résultats d'analyse du TH (Mabrouki, 2026)

L'analyse du titre hydrotimétrique (TH), qui mesure la dureté de l'eau liée principalement aux ions calcium et magnésium, relève des valeurs caractéristiques :

- Pour les eaux minérales naturelles, les valeurs de TH s'échelonnent entre 155,80 °F (Lala khedidja) et 389,50 °F (Manbaa).
- Pour les eaux de source, les valeurs de TH entre 0 °F (Serine) et 420 °F (Djemourah).

Selon le (JORA, 2006), l'ensemble de ces résultats se situe très en dessous de seuil maximal, établi par la réglementation algérienne et compris entre 100 et 500 mg/l de CaCO_3 (Ou 1°F = 10 mg/l de CaCO_3).

2.2.1.3 Titre alcalimétrique (TA)

Les résultats montrent un TA nul pour tous les échantillons des deux types d'eaux étudiés, en raison d'un pH inférieur à 8,6. a cette valeur, les eaux analysées ne contiennent pas de carbonates (CO_3^{2-}), conformément a la législation en vigueur.

2.3.1 Classification selon la composition ionique

Selon cette classification on constate que pour :

- L'eau chlorurée ($\text{Cl}^- > 200 \text{ mg/l}$)

Toutes les marques d'eaux en bouteilles étudiées ne sont pas chlorurées, puisque leurs teneurs en chlorures sont inférieures à 200 mg/l.

➤ **L'eau en sulfatée ($\text{SO}_4^{2-} > 200 \text{ mg/l}$)**

Toutes les marques d'eaux en bouteilles étudiées ne sont pas sulfatées, puisque leurs teneurs en sulfates, sont inférieures à 200 mg/l.

➤ **L'eau sodique ($\text{Na}^+ > 200 \text{ mg/l}$)**

Toutes les marques n'ont pas cette caractéristique, du fait de leurs teneurs en sodium inférieures à 200 mg/l.

➤ **L'eau pauvre en sodium ($\text{Na}^+ > 20 \text{ mg/l}$)**

Serine, dont la teneur en sodium égale 4,80 mg/l, et lala khedidja égale 8,43 mg/l, et besbassa égale 8,75 mg/l, et youkous égale 10,05 mg/l, et lala louiza égale 17,29 mg/l.

➤ **L'eau calcique ($\text{Ca}^{2+} > 200 \text{ mg/l}$)**

Toutes les marques d'eaux en bouteilles étudiées ne sont pas calciques, car leurs teneur en calcium sont inférieures à 150 mg/l.

➤ **L'eau magnésienne ($\text{Mg}^{2+} > 50 \text{ mg/l}$)**

Les eaux supérieures a 50 mg/l sont (Manbaa 89,05 mg/l) et (Guedila 81,18 mg/l) et (Taya 60,92 mg/l) et (Hayat 72,57 mg/l) et (lala louiza 53,14 mg/l) et (El djazia 70,89 mg/l) et (djemorah 100,73 mg/l).

2.3.1 Classification selon le titre hydrotimétrique (TH) ou la dureté

Sur la base de ce critères, les résultats nous ont permis de repartir les 17 marques d'eaux en les classés suivantes :

Classes	Critères (Rodier, 2009)	Marques d'eaux analysées
	TH (dureté) (°F)	
Eau très douce	0 à 6	Serine
Eau douce	6 à 15	
Eau moyennement dur	15 à 30	Righia et Bouglez
Eau dure	30 et plus	Ifri, Youkous, Manbaa, Guedila, Lala khedidja, Besbassa, Taya, Hayat, Ovitale, Tafrant, Aryef, Lala louiza, El djazia, Djemorah

Conclusion

Conclusion

L'eau, élément indispensable à la vie humaine, constitue un aliment consommé pour satisfaire les besoins nutritionnels. Quel que soit sa source eau du réseau de distribution ou eau en bouteille, elle doit faire l'objet d'un contrôle qualité rigoureux afin de respecter les spécifications et normes fixées par les autorités gouvernementales, qui représentent la seule garantie de son aptitude à la consommation humaine.

En Algérie, l'exploitation, la mise en bouteille et la distribution des eaux minérales naturelles ou de source assurent l'accès à l'eau potable face à l'accroissement démographique constant. Dynamique florissante du marché, ce secteur voit les firmes propriétaires de marques multiples promouvoir les vertus nutritionnelles, voire curatives, de leurs produits affirmant une preuve scientifique solide. Alignée sur les exigences réglementaires applicables à tout produit alimentaire, l'eau se doit de respecter un ensemble de normes qualitatives.

Ce travail modeste porte sur l'analyse physico-chimique d'échantillons choisis d'eaux embouteillées, dont les résultats débouchent sur les conclusions suivantes :

Les deux types d'eaux étudiés présentent une composition physico-chimique relativement stable, depuis leur point d'émergence jusqu'aux points de commercialisation, en passant par les conditions de transport et de stockage. Aucune modification de cette composition n'a été observée, nos résultats malgré de légères variations restant proches des valeurs indiquées sur l'étiquetage de chaque bouteille.

Ces résultats témoignent également d'une bonne maîtrise des appareils utilisés et d'une précision analytique satisfaisante pour la majorité des paramètres, à l'exception de légers écarts observés pour le chlorure, les nitrates, les nitrites et les sulfates. Néanmoins, l'ensemble des paramètres physico-chimiques de routine analysés dans les 17 échantillons respecte les critères de qualité définis par la **JORA de 2006 et 2015**. Toutes les valeurs mesurées sont inférieures aux limites maximales fixées par la réglementation en vigueur. Par conséquent, on peut conclure que les 17 échantillons étudiés sont conformes aux normes algériennes relatives aux eaux minérales naturelles et aux eaux de source.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Ahnon A.S., (2011). Évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface dans les zones montagneuses du sud-ouest du TOGO : cas du canton de la vie, Master international, environnement eau et santé, université de lomé, TOGO, 35p.
- [2] Akatumbila, L., Mabilia, M., Lubini, A., Pwema, K., & Musibono, E. A. (2016). Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique de l'eau : cas de la rivière urbaine Gombe de Kinshasa (République Démocratique du Congo). Larhyss Journal, (26), 7–29.
- [3] Achour Talet, N., & Abdellaoui, M. (2019). Évaluation de la qualité physico-chimique des eaux embouteillées commercialisées en Algérie. Mémoire de Doctorat en Pharmacie, Université Aboubekr Belkaid, 148 p.
- [4] Adjelane, M., & Bourebaa, K. (2018). Analyse physico-chimique et bactériologique des eaux d'alimentation de quelques réservoirs de la ville de Bejaia : cas du réservoir Egzib et réservoir central. Mémoire de Master, Université de Bejaia, Algérie.
- [5] AGUAGNIA, K., & OUNAISSIA, W. (2013). Étude comparative de quelques sources minérales embouteillées en Algérie. Mémoire de Master en Biologie, option Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire, Université 8 Mai 1945, Guelma, Algérie.
- [6] Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., et al. (2015). Molecular Biology of the Cell (6th ed.). New York: Garland Science.
- [7] ANSES. (2022, 3 novembre). Calcium. <https://www.anses.fr/en/content/calcium>
- [8] ANSES. (2025, 21 février). Les références nutritionnelles en vitamines et minéraux. <https://www.anses.fr/fr/content/les-references-nutritionnelles-en-vitamines-et-mineraux>
- [9] Atkins, P., & De Paula, J. (2010). Atkins' Physical Chemistry (9th ed.). Oxford: Oxford University Press.
- [10] Beaulieu, P. (2019). L'eau potable : Sa définition, ses origines, ses critères de potabilité et ses traitements. Le Centre d'Information sur l'Eau.
- [11] BELGHITI, M.-L., CHAHLAOUI, A., BENGOUNI, D., & EL MOUSTAINE, R.

(2013). Étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines de la nappe plio-quaternaire dans la région de Meknès (Maroc). Larhyss Journal, (14), 21–36.

[12] Bernard, A. B. (2007). Référence citée pour les caractéristiques générales de l'eau (à vérifier dans la source d'origine avant insertion finale dans le mémoire).

[13] BOUHALI, A., CHAREF, I., & CHEIKH, K. (2020). Les eaux minérales naturelles embouteillées et commercialisées en Algérie : qualité et vertus thérapeutiques. Mémoire de Master en Sciences Alimentaires, option Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire, Université 8 Mai 1945, Guelma, Algérie.

[14] Boudoukha, A., & Boumaza, B. (2018). Hydrogéochimie des eaux souterraines de la région des Aurès (Algérie) : origines naturelles et impacts anthropiques. Revue des Sciences de l'Eau, 31(2), 105.

[15] Bush, L. M., & Vazquez-Pertejo, M. T. (2025). Infections à entérocoques. MSD Manuals. <https://www.msdmanuals.com/fr/professional/maladies-infectieuses/cocci-gram-positifs/infections-%C3%A0-ent%C3%A9rocoques>

[16] Centre d'Information sur l'Eau (CIEAU). (2017). Le traitement de l'eau potable.

[17] CIEAU. (s.d.). Le cycle de l'eau : le voyage de l'eau à travers la Terre. Centre d'information sur l'eau. <https://www.cieau.com/espace-enseignants-et-jeunes/les-enfants-et-si-on-en-apprenait-plus-sur-leau-du-robinet/cycle-de-leau/>

[18] Chang, R. (2005). Chemistry (8th ed.). New York: McGraw-Hill Companies, Inc. <https://www.amazon.com/Chemistry-Eighth-Raymond-Chang/dp/0072512644>

[19] Codex Alimentarius, 2011. CODEX STAN 108-1981 : Norme Codex pour les eaux minérales naturelles. FAO/OMS, Rome.

[20] Coulibaly K. (2005) :Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eaudespuits de certains quartiers du district de Bamako. Thèse de doctorat en pharmacie, Universitéde Bamako, Mali. 69 p

[21] Danel, V. (2019). Germe aérobie revivifiables à 22°C et 37°C. Université Grenoble Alpes.

- [22] Debieche, T. H. (2002). Évolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle : application à la plaine de la Mitidja (Algérie). Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, Besançon, France.
- [23] Decrouy, A. (2023). Dégradation de l'environnement : définition, causes et conséquences. Projet Écolo.
- [24] Decker, M., & Dosso, O. (2005–2006). Atelier santé-environnement : évaluation et gestion des risques sanitaires liés au dépassement de la limite de qualité du chrome dans l'eau de distribution. ENSP (École Nationale de la Santé Publique).
- [25] Dovonou, F. E., Eninhou, F. S., Balogoun, C. K., Atchichoe, W. N., Mama, D., & Vandervaere, J.-P. (2023). Suivi des paramètres physico-chimiques de la rivière Agbado, exploitée pour l'approvisionnement en eau potable de la ville de Savalou au centre du Bénin. Journal of Applied Biosciences, 187, 19779–19791. <https://www.m.elewa.org/journals/wp-content/uploads/2023/07/7.Dovonou.pdf>
- [26] European Union. (2009). Directive 2009/54/EC of the European Parliament and of the Council on the exploitation and marketing of natural mineral waters.
- [27] Farch S. (2017). Incidence des eaux embouteillées sur la dissolution de l'hydroxyapatite dentaire. Influence de différents paramètres. Thèse de doctorat. Université Djilali Liabes,
- [28] Florence Daine. (2017, 15 juin). Chlore - Chlorure. Doctissimo. <https://www.doctissimo.fr/nutrition/oligo-elements/chlore-chlorure>
- [29] Fondation Nationale de la Santé. (2013). Manuel pratique d'analyse de l'eau (4e éd.). Brasilia, Brésil.
- [30] Frantzy, O. (2017). Étude de la qualité de l'eau destinée à la consommation humaine dans le sous-bassin versant de Ravine Diable (Anse-à-Veau). Mémoire de Master, Université de Liège, Belgique.
- [31] Frick. M. et al., 2003 classification of mineral water types and comparaison with drinking water standards. Environmental Geology. 17(2) : 554-563
- [32] Gabet, S. (2004). Remobilisation d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

présents dans les sols contaminés à l'aide d'un tensioactif d'origine biologique. Thèse de doctorat, Université de Limoges, Faculté des Sciences et Techniques, France.

[33] Gazzah, M. (2022). e-Formation en médecine d'urgence. eFurgences.

<https://www.efurgences.net/memento/livre2022.pdf>

[34] Gbohaida V., Agbangnan D.C.P., Ngossanga M.B., Medoatinsa S.E., Dovonon L.F.C., Wotto D.V., Avlessi F., Sohounhloue D.C.K., 2016. Étude de la qualité physico-chimique de l'eau de boisson dans deux localités du Bénin : Cotonou et Dassa-Zoumè. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 10(1): 422-434. DOI: 10.4314/ijbcs.v10i1.32.

[35] Ghodbane, M. (2018). Estimation des potentialités des eaux souterraines et estimation de la pollution par les nitrates : cas de la région de Chemora-Est algérien. Thèse de doctorat, Université de Batna 2, 163 p.

[36] Graziati, G. (2024, 17 octobre). Résidu à sec de l'eau : définition et mesure. ProjetEcolo.

<https://www.projetecolo.com/residu-a-sec-de-l-eau-definition-et-mesure-2580.html>

[37] HAMED, M., GUETTACHE, A., & BOUAMER, L. (2012). Étude des propriétés physicochimiques et bactériologiques de l'eau du barrage Djorf-Torba Bechar. Mémoire d'ingénieur d'État en Biologie, Université de Béchar.

[38] HAMEL, L. (2013). Étude physico-chimique et bactériologique de l'eau de la source « Sidi Bouyashak » destinée à la consommation humaine de la population de Tlemcen. Mémoire de Master en Sciences des Aliments, Université Aboubekr Belkaid, Tlemcen.

[39] HAZZAB, A. (2011). Eaux minérales naturelles et eaux de source en Algérie. Elsevier Masson, 343, 20–31.

[40] HCEFLCD. (2006). Étude sur la pisciculture au barrage Almassira ; CR Dar Chafaai ; Cercle d'El Brouge, Province de Settlat (Maroc), 201 p.

[41] IBGE. (2005). Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface : cadre général. Les données de l'IBGE : L'eau à Bruxelles.

[42] Joel, G. (2003). La qualité de l'eau potable : technique et responsabilités. Paris, 167 p.

[43] JORADP (2000). Arrêté ministériel du 26 juillet 2000, relatif aux spécifications des eaux de boisson préemballées et aux modalités de leur présentation. Journal officiel de la République algérienne.

[44] JORA (2004). Décret exécutif n° 04-196 du 27 Joumada El Oula 1425, correspondant au 15 juillet 2004, relatif à l'exploitation et la protection des eaux minérales naturelles et des eaux de source. Journal Officiel de la République Algérienne n° 45 du 18 juillet 2004, p.8-16.

[45] Julien, P. (2026, 22 janvier). Cycle de l'eau : parcours et fonctionnement expliqués.

[46] Khrida, G., Rhaïem, A., & Bouattour, A. (1997). Effet de la qualité des eaux sur l'expression du potentiel biotique du moustique dans la région de Ben Arous (sud Tunis).

[47] L'Eco News. (2014, 11 mars). Nestlé Water Algérie : de bonnes performances en 2013. <https://www.algerie360.com/lentreprise-a-realise-une-croissance-de-30-nestle-waters-algerie-de-bonnes-performances-en-2013/>

[48] Le Monde avec AFP. (2026, 7 avril). Cadmium : des dépistages seront bientôt remboursés en laboratoire de ville. Le Monde. https://www.lemonde.fr/societe/article/2026/04/07/cadmium-des-depistages-seront-bientot-rembourses-en-laboratoire-de-ville_6677930_3224.html

[49] Lewis, J. L., III., & Braunstein, G. D. (2025). Présentation du rôle du potassium dans l'organisme. MSD Manuals. <https://www.msmanuals.com/fr/accueil/troubles-hormonaux-et-m%C3%A9taboliques/%C3%A9quilibre-%C3%A9lectrolytique/pr%C3%A9sentation-du-r%C3%B4le-du-potassium-dans-l-organisme>

[50] Longchamp, M. (2013). Étude biogéochimique du transfert du sélénium dans un système eau-plante-atmosphère : conséquences sur la physiologie du Zea mays subsp. mays (L.). HAL Open Science. <https://theses.hal.science/tel-00833227v>

[51] Medfouni, R. (2019). Analyse et classification hydrochimique et statistique multivariées des eaux embouteillées en Algérie. Mémoire de Master, Université Larbi Ben M'hidi – Oum El Bouaghi, 137 p.

[52] Meghari, T., & Saiki, Y. (2023). Caractérisation des eaux embouteillées en Algérie. Mémoire de Master en Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-

Ouzou,

[53] Ministère des Ressources en Eau. (2004). Décret exécutif n° 04-196 du 15 juillet 2004 relatif à l'exploitation et la protection des eaux minérales naturelles et des eaux de source. Journal Officiel de la République Algérienne, n° 45. <https://www.joradp.dz/FTP/jo-francais/2004/F2004045.PDF>

[54] Mohammed, K., & Abdenour, A. (2013, juin). La filière boissons en Algérie. Synthèse PME II, Alger.

[55] Ngalamulume, L. L., Katangala, J.-P. B., Kabamusu, G. T., Kapambu, R., Kalala, B. B., Mbanza, P., Lukadi, S., Bantukujika, F. B., Bakatubala, A. B., & Lusamba, A. N. (2021). Analyse microbiologique de l'eau de boisson de différentes sources consommées par la population de la Province du Kasai Central : cas de la Zone de Santé Rurale de Mutoto. Revue de l'Infirmier Congolais, ISSN 2520-0844.

[56] Organisation Mondiale pour la santé (OMS). boîte à outils d'évaluation des risques pour la santé humaine de l'OMS 2010

[57] Organisation Mondiale pour la santé OMS. (2017). Guidelines for Drinking-water Quality: Fourth edition incorporating the first addendum. Geneva: World Health Organization.

[58] Organisation Mondiale pour la santé OMS. (2022). Guidelines for Drinking-water Quality. Fourth edition incorporating the first and second addenda.

[59] Organisation Mondiale pour la santé (OMS). intoxication au plomb 26 septembre 2024.

[60] Rejsek, F. (2002). Analyse des eaux : aspects réglementaires et techniques. 360 p.

[61] Rejesk, F. (2002). Analyse des eaux : aspects réglementaires et techniques. Biologie Technique CRDP d'Aquitaine, 358 p.

[62] Rodier, J. (2005). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer (9e éd.). Paris : Dunod.

[63] Rodier, J. (2009). L'analyse de l'eau. Paris : Dunod. Rodier, J., Legube, B., & Merlet, N.

(2009). L'analyse de l'eau (9e éd.). Paris : Dunod, 1579 p.

[64] Rodier, J., Legube, B., & Merlet, N. (2009). L'analyse de l'eau (9e éd.). Paris : Dunod, 1600 p.

[65] RODIER, J. (2009). Analyse de l'eau. Technique et ingénierie (9e éd.). Paris : Dunod, 1135 p.

[66] Saint Girons, B. (2021, 10 mai). Au-delà de l'eau H₂O et des préjugés scientifiques. Blog/article en ligne.

[67] Schwartzman, J. A., Lebreton, F., Salamzade, R., Shea, T., Martin, M. J., Schaufler, K., Urhan, A., Abeel, T., Camargo, I. L. B. C., & Sgardoli, B. F. (2024). Global diversity of enterococci and description of 18 previously unknown species. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.
<https://dspace.library.uu.nl/server/api/core/bitstreams/f6aa5478-8667-4b09-a612-1e5842b20813/content>

[68] SAMAKE H. (2002). Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 et 2001, pp77

[69] Société Suisse de Nutrition. (2022). Besoins hydriques et boissons. Savoir plus manger mieux, feuilles d'information, 1–6.

[70] Trevisan, M., Di Guardo, A., & Balderacchi, M. (2009). An environmental indicator to drive sustainable pest management practices. Environmental Modelling & Software, 24(8), 994–1002. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364815208002442>

[71] Tamungang, N. E. B., Biosengazeh, N. F., Alakeh, M. N., & Tameu, D. Y. (2016). Contrôle de la qualité des eaux domestiques dans le village Babessi au Nord-Ouest Cameroun. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 10(1), 274-288.

[72] Universitatea Tehnică a Moldovei. (2022). Conferința tehnico-științifică a studenților, masteranzilor și doctoranzilor (Vol. 2, pp. 574–577).
<https://repository.utm.md/bitstream/handle/5014/20923/Conf-TehStiint-UTM-StudMastDoct-2022-Vol-2-p574-577.pdf>

[73] World Health Organization. (2022, 7 December). Arsenic. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>

[74] World Health Organization. (2022). Guidelines for drinking-water quality. WHO. <https://www.who.int>

[75] World Health Organization. (2024). Lead poisoning and health. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>

[76] Zouag, B., & Belhadj, Y. (2017). Analyse physico-chimique et bactériologique et parasitologique de l'eau de mer traitée par la station de dessalement de Souk Tleta (Tlemcen). Mémoire de Doctorat en Pharmacie, Université de Tlemcen, Algérie.

Annexes

Annexe 1

CARACTERISTIQUES DE QUALITE DES EAUX MINERALES NATURELLES

**I. - La concentration des substances énumérées
ci-dessous ne doit pas dépasser les taux ci-après :**

Antimoine	0,005 mg/l
Arsenic	0,05 mg/l, exprimé en As total
Baryum	1 mg/l
Borates	5 mg/l, exprimé en B
Cadmium	0,003 mg/l
Chrome	0,05 mg/l, exprimé en Cr total
Cuivre	1mg/l
Cyanures	0,07 mg/l
Fluorure	5 mg/l, exprimé en F
Plomb	0,01 mg/l
Manganèse	0,1 mg/l
Mercure	0,001 mg/l
Nickel	0,02 mg/l
Nitrates	50 mg/l, exprimé en NO ₃
Nitrites	0,02 mg/l en tant que nitrite

JORA n° 27 du 26 avril 2006 – Caractéristiques de qualité des eaux minérales naturelles

Annexe 1 (suite)

ANNEXE II		
CARACTERISTIQUES DE QUALITE DES EAUX DE SOURCE		
CARACTERISTIQUES	UNITE	CONCENTRATIONS
1. - Caractéristiques organoleptiques :		
Couleur	Mg/l de platine (en référence à l'échelle platine/cobalt)	au maximum 25
Odeur (seuil de perception à 25° C)	—	au maximum 4
Saveur (seuil de perception à 25° C)	—	au maximum 4
Turbidité	Unité JACKSON	au minimum 2
2. - Caractéristiques physico-chimiques liées à la structure naturelle de l'eau		
PH	Unité PH	6,5 à 8,5
Conductivité (à 20° C)	µs/ cm	au maximum 2.800
Dureté	Mg/l de Ca CO ₃	100 à 500
Chlorures	Mg/l (Cl)	200 à 500
Sulfates	Mg/l (SO ₄)	200 à 400
Calcium	Mg/l (Ca)	75 à 200
Magnésium	Mg/l (Mg)	150
Sodium	Mg/l (Na)	200
Potassium	Mg/l (K)	20
Aluminium total	Mg/l	0,2
Oxydabilité au permanganate de potassium	Mg/l en oxygène	au maximum 3
Résidus secs après dessiccation à 180° C	mg/l	1.500 à 2.000
3. - Caractéristiques concernant les substances indésirables		
Nitrates	Mg/l de NO ₃	au maximum 50
Nitrites	Mg/l de NO ₂	au maximum 0,1
Ammonium	Mg/l de NH ₄	au maximum 0,5
Azote Kjeldahl	Mg/l en N ⁽¹⁾	au maximum 1
Fluor	Mg/l de F	0,2 à 2
Hydrogène sulfuré		Ne doit pas être décelable organoleptiquement
Fer	Mg/l (Fe)	au maximum 0,3
Manganèse	Mg/l (Mn)	au maximum 0,5
Cuivre	Mg/l (Cu)	au maximum 1,5
Zinc	Mg/l (Zn)	au maximum 5
Argent	Mg/l (Ag)	au maximum 0,05

JORA n° 27 du 26 avril 2006 – Caractéristiques de qualité des eaux de source

Annexe 2

ANNEXE 1

CARACTERISTIQUES DE QUALITE DES EAUX MINERALES NATURELLES

I- La concentration des substances énumérées ci-dessous, ne doit pas dépasser les taux ci-après :

- (sans changement)..... ;
- Arsenic 0,01mg/l exprimé en As total ;
- Baryum 0,7mg/l ;
- (sans changement)..... ;
- (sans changement)..... ;
- (sans changement)..... ;
- (sans changement)..... ;
- (sans changement)..... ;
- (sans changement)..... ;
- (sans changement)..... ;
- Manganèse 0,4mg/l ;
- (sans changement)..... ;
- (sans changement)..... ;
- (sans changement)..... ;
- Nitrites 0,1mg/l en tant que nitrite ;
- Sélénium 0,01mg/l.

**JORA n°03 du 27 janvier 2015 – Caractéristiques de qualité des eaux minérales
naturelles**

Annexe 2 (suite)

ANNEXE II

CARACTERISTIQUES DE QUALITE DES EAUX DE SOURCE

CARACTERISTIQUES — UNITE — CONCENTRATIONS

1- Caractéristiques organoleptiques :

— (sans changement)..... ;

2- Caractéristiques physico-chimiques liées à la structure naturelle de l'eau :

— (sans changement)..... ;

— (sans changement)..... ;

Chlorures	mg/l(Cl)	maximum 500
Sulfates	mg/l(SO ₄)	maximum 400
Calcium	mg/l(Ca)	maximum 200
Magnésium	mg/l(Mg)	maximum 150
Sodium	mg/l(Na)	maximum 200
Potassium	mg/l(K)	maximum 20
Aluminium total	mg/l	maximum 0,2
Oxydabilité au permanganate de potassium	mg/l en oxygène	maximum 3
Résidus secs après dessiccation à 180°C	mg/l	maximum 2,000

3- Caractéristiques concernant les substances indésirables

Nitrates	mg/l de NO ₃	maximum 50
Nitrites	mg/l de NO ₂	maximum 0,1
Ammonium	mg/l de NH ₄	maximum 0,5
Fluor	mg/l de F	maximum 2