



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Zerouil Darroura

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE

Thème

**Étude comparatives de quelques eaux naturelles minérales
algérienne mises en bouteilles et stockées. Algérie**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
MAKOUDI M	MAA	Président
BENCHETOUH A	MAA	Examineur
ROUIGHI T	MAA	Encadreur

Promotion : juin – 2018



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



جامعة عمارة ثلجي - الأغواط

كلية: العلوم
قسم: العلوم الفلاحية
مذكرة ماستر

تقديم الطالب (ة): زرويل درورة

ميدان: علوم الطبيعة و الحياة

شعبة: علوم التغذية

تخصص: الغذاء ومراقبة النوعية

موضوع البحث

دراسة مقارنة لنوعية بعض المياه المعدنية الجزائرية الطبيعية المعبأة في زجاجات
والمخزنة. الجزائر

أعضاء لجنة المناقشة:

الاسم و اللقب	الدرجة العلمية	الصفة
مكودي م	أم ص	رئيسا
بن شتوح أ	أم ص	ممتحن
رويغي ط	أم ص	مقررا

الدفعة: جوان-2018

Dédicace

*Avant tout, je dois remercier Dieu le tout puissant
qui m'a donné*

l'envie et la force pour mener à terme ce travail.

*A mes très chers parents qui ont soutenu et
encouragé.*

*A mes sœurs : Halima, ouahiba, adiba, erga, chaïma
, yamina , megnia et fatoum*

*A mes frères: Abdelaziz, Bachir, makhlouf,
Mohamed , mabrouk , abdallah , lakhder , Rabah,
dehina et toute ma famille*

*A tous ceux qui m'ont aidé dans mes études
particulièrement : Dennaka mebarka, Rebieha*

Benquettache et Rezgui Abir

A mes amies et mes collègues.

Remerciements

Les travaux présentés dans cette thèse ont été réalisés dans le Laboratoire de l'Algérienne Des Eaux (ADE) Laghouat dirigé par Monsieur le Professeur HNEICHE Ahmed

Ma profonde reconnaissance et gratitude et tous mes remerciements à mon encadreur : Mr. ROUIGHI T (MMA. Univ. Laghouat), pour son suivi, ses conseils et ses orientations durant toute la période du travail

Mes remerciements vont aussi à Mr. HNEICHE Ahmed (Ingénieur de laboratoire à l'ADE. Laghouat) pour sa disponibilité, la qualité de ses conseils et avis sur les travaux que j'ai pu mener Je le remercie vivement

Je remercie aussi Mr MICHROUI M. et toute l'équipe du laboratoire d'ADE pour m'avoir accueillie au laboratoire et qui a bien voulu me diriger et me suivre continuellement pendant la période de mon stage

Mes remerciements vont également aux enseignants-chercheurs et mes collègues du Laboratoire de laboratoires de l'Algérienne Des Eaux (ADE) Laghouat

Enfin, merci à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Liste des matières	
Dédicaces	I
Remerciements	II
Liste des tableaux	III
Liste des figures	IV
Liste des abréviations	V
Introduction	1
Première partie : Étude Bibliographique	
Généralités sur l'eau	3
1. Composition de l'eau	3
1.2. Types d'eau - Répartition de l'eau	5
1.3. Cycle naturel de l'eau	5
1.4. Répartition de l'eau sur la terre	6
1.5. Les réserves naturelles en eau douce	7
1.5.1. Eaux de surface	7
1.5.2. Eaux souterraines	8
1.6. Evaluation des ressources hydriques en Algérie	9
2. eau vitale	10
3. Importance de l'eau	11
3.1. L'eau dans l'organisme humain	11
3.2. Utilisation de l'eau	11
4. eau potable	12
4.1. Définition	12
4.2. Cycle de l'eau potable	13
4.3. Types d'eau potable	13
4.3.1. Les eaux du robinet	13
4.3.2. Les eaux de source	14
4.3.3. Les eaux minérales	14
4.4. Les paramètres de potabilité de l'eau	15
4.4.1. Paramètres organoleptiques	15
4.4.2. Paramètres physico-chimiques	16

4.4.2.1. Potentiel d'hydrogène « pH »	16
4.4.2.2. Température	16
4.4.2.3. Conductivité	17
4.4.2.4. Minéralisation globale	17
4.4.2.5. Résidu sec	17
4.4.2.6. Matières en suspension	17
4.4.2.7. Matières organiques dissoutes	18
4.4.2.8. Dioxyde de carbone libre (CO2 libre).	18
4.4.2.9. Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)	18
4.4.2.10. Titre Alcalimétrique (TA et TAC)	19
4.4.2.11. Sels Minéraux Dissous	19
5. Réglementation de la qualité des eaux potables	21
5.1. Les Normes de qualité des eaux potables	21
6. Paramètres microbiologiques	25
7. Consommation de l'eau potable en Algérie	26
Deuxième partie : Matériel et Méthodes	
Matériel et méthodes	
1. L'objectif du travail	27
2. Echantillonnage	27
3. Lieu d'expérimentation	27
4. Analyses physico-chimiques	27
4.1. Le potentiel d'hydrogène (pH)	27
4.2. La conductivité	28
4.3. Mesure de la salinité et du taux de sels dissous (TDS)	30
4.4. La minéralisation.	30
4.5. Dosage de la dureté totale ou titre hydrométrique (TH)	30
4.6. Le résidu sec	30
4.7 Dosage de sodium et de potassium par photométrie de la flamme.	31
4.8. Dosage du calcium (Ca ⁺²)	32
4.9. Détermination du taux de magnésium (Mg ²⁺)	33

4.10. Dosage des chlorures (Cl ⁻)	33
4.11. Détermination de l'alcalinité (HCO ₃ ⁻)	33
4.12. Dosage du phosphate (PO ₄ ³⁺)	34
4.13. Dosage des nitrates (NO ₃ ⁻) par spectrophotométrie UV visible	34
4.14. Dosage des nitrites (NO ₂ ⁻)	35
4.15. Dosage des sulfates (SO ₄ ²⁻)	35
4.16. L'azote ammoniacal (NH ₄ ⁺)	36
Troisième partie : Résultats et Discussion	
1. Résultats	37
1.1. EL-GOLEA	37
1.2. MILOK	37
1.2. GUEDILA	38
1.4. LALLA KHEDIDJA	39
1.5. TOUDJA	39
2. Discussion	40
2.1. Les paramètres physiques	40
2.1.1. La température	40
2.1.2. PH	40
2.1.3. Conductivité électrique	41
2.1.4. Le taux de sels dissous (TDS)	42
2.1.5. Minéralisation globale	42
2.1.6. Dureté Hydrométrique	43
2.1.7. Résidu sec	43
2.1.8. Magnésium	44
2.1.9. Calcium	44
2.1.10. Potassium et sodium	45
2.1.11. Chlorures	46
2.1.12. Sulfates (SO ₄ ²⁻)	47
2.1.13. Nitrate	47
2.1.14. Nitrite	48
2.1.15. Phosphates (PO ₄ ³⁺)	48

2.1.16. Bicarbonates (HCO_3^-)	49
2.1.17. Ammonium (NH_4^+)	49
3. Classification des eaux	50
3.1. Représentation des échantillons d'après la formule caractéristique	50
3.2. Représentation graphique des échantillons	50
Conclusion	52
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

Liste des tableaux

N	Titre	Page
1	Les différences entre les eaux superficielles et les eaux souterraines.	7
2	Précipitation (mm).	10
3	Classification des eaux en fonction de dureté.	18
4	Les normes de qualité physico- chimique de l'eau potable.	22
5	Les normes algériennes de qualité physico- chimique de l'eau potable.	23
6	Les normes Algériennes de qualité physico- chimique de l'eau potable.	24
7	Principales maladies d'origine hydrique.	26
8	Détermination de la minéralisation à partir de la conductivité mesurée à 20° C.	30
9	Les résultats des analyses physico-chimiques d'eau minérale d'EL GOLEA.	37
10	Les résultats des analyses physico-chimiques d'eau minérale de MILOK.	37
11	Les résultats des analyses physico-chimiques d'eau minérale de GUEDILA.	38
12	Les résultats des analyses physico-chimiques d'eau minérale de Lala Khedidja.	39
13	Les résultats des analyses physico-chimiques d'eau minérale de TOUDJA.	39
14	Température des eaux en unité (C°).	40
15	pH des eaux en unité pH.	41
16	Taux des sels dissouts des eaux analysées (en mg/l).	42
17	Dureté totale ou titre hydrométrique des eaux analysées (en mg/l).	43
18	Teneur en potassium des eaux analysées (en mg/l).	45
19	Teneur en sodium des eaux analysées (en mg/l).	46
20	Teneur en nitrates des eaux (en mg/l).	48
21	Teneur en nitrites des eaux (en mg/l).	48
22	Teneur en phosphates des eaux (en mg/l).	49
23	Teneur en Ammonium (NH ₄ ⁺) des eaux (en mg/l).	50
24	Classification des eaux d'après le facies chimique.	50

Liste des figures

N	Titre	Page
1	Les états d'eau.	4
2	Cycle général de l'eau.	4
3	Cycle d'eau.	6
4	Répartition de l'eau sur la terre.	7
5	Cycle de l'eau potable.	13
6	L'appareille multi- paramètre (HI 2550 pH/ORP et EC/TDS/Na CLMeter de marque Huch).	28
7	La balance pour mesurer les résidus secs.	30
8	Etuve pour le séchage.	30
9	Spectrophotomètre à émission de flammes.	31
10	Les produits pour déterminer le taux de calcium.	32
11	Expérience de la détermination du taux de calcium dans l'eau.	32
12	Spectrophotomètre UV visible utilisé pour la détermination du taux des nitrates.	35
13	Les produits et la méthode pour déterminer le taux d'ammoniacal.	36
14	La température des eaux analysées.	40
15	Conductivité électrique des eaux analysées.	41
16	Taux de Minéralisation des eaux analysées.	42
17	Taux de Résidu sec des eaux analysées.	43
18	Le taux de magnésium des eaux analysées.	44
19	Taux de Calcium des eaux analysées.	45
20	Teneurs en chlorures des eaux analysées.	46
21	Teneur en Sulfates des eaux analysées en mg/l.	47
22	Taux de Bicarbonates des eaux analysées.	59
23	Représentation des échantillons d'après le diagramme PIPER.	51
24	Représentation des échantillons d'après le diagramme de STABLER.	51

Liste des abréviations

ADE : Algériennes des eaux.

CEE : Communauté économique européenne.

DJA : la dose journalière admissible.

° F : Degré français.

VG : valeurs guides.

MES : matière en suspension.

N : normalité.

NTU : Unité de turbidité néphélobométrique.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

pH : Potentiel d'hydrogène.

TDS : Solide totaux dissous.

TH : Titre hydrométriques.

UV : Ultraviolet.

μS: micro siemens.

L'eau est un élément indispensable à la vie. Elle représente un pourcentage très important dans la constitution de tous les êtres vivants (70 % du poids du corps humain) (Leemans et *al.* 2008).

Sa contamination est la principale source de maladie à transmission hydrique comme les gastroentérites, l'hépatite virale, douleurs abdominales, typhoïdes, leptospirose... D'après la littérature, des millions de nourrissons et d'enfants meurent chaque année de maladies diarrhéiques dues à la contamination des aliments ou de l'eau de boisson (Louis et *al.*, 1991).

Par conséquent, l'eau potable doit être propre à la consommation d'un point de vue microbiologique, chimique et physique. Elle doit satisfaire aux exigences sanitaires et microbiologiques fixées par la loi et être conforme aux valeurs de tolérance et valeurs limites fixées par l'ordonnance sur les substances étrangères et les composants des denrées alimentaires. Elle doit, en outre, être irréprochable quant à son goût, son odeur et son aspect. (Jörg Freudenberger).

L'accès à l'eau potable est essentiel pour la santé humaine. Sa disponibilité, outre un droit humain de base, déclaré par la loi relative à l'eau (JOA, 2005), ainsi que '*The General Assembly of The United Nation*', demeure un critère indispensable pour la vie et pour le développement socioéconomique durable d'un pays (OMS, 2011).

L'eau minérale est une eau de source exploitant à fin d'usages favorables à la santé, officiellement reconnues. Elle se distingue par sa nature (teneur en sels minéraux, oligo-éléments ou autres constituants), sa pureté originelle et la stabilité de sa composition. Au-delà de 1000 mg/litre, l'eau minérale perd sa potabilité au sens de la réglementation. Ces eaux « thérapeutiques » ne sont généralement pas dangereuses pour un organisme sain, mais leur usage quotidien est fortement déconseillé. Elles sont réservées aux indications qui leur ont valu d'être agréées. Elles doivent être consommées avec discernement et sur avis médical et non pour leur bon goût comme c'est trop souvent le cas. La réglementation prévoit que l'étiquette mentionne clairement leur composition et leurs contre-indications. Ce groupe réunit les eaux sulfurées, calciques, magnésiennes, bicarbonatées et sodiques. En revanche, les eaux minérales faiblement minéralisées (moins de 800 mg/litre) conviennent à tous et notamment aux nourrissons. (Foka, 2006)

L'Algérie dispose de ressources en eau minérales naturelles limitées, irrégulières et très inégalement réparties. Ses ressources hydrauliques naturelles sont principalement situées dans le Nord du pays. 90 % de la totalité des écoulements superficiels se trouvent sur la région littorale, les 10 % restant se partageant entre les Hauts Plateaux et les bassins sahariens. La demande globale en eau minérale considérablement et rapidement augmenté. L'alimentation en eau potable a acquis une nette priorité par rapport aux autres utilisations, priorité qui a été consacrée dans la législation algérienne relative à l'eau (Benblidia, 2011).

Notre but de ce travail consiste à faire un diagnostic et évaluation spatiotemporelle de la qualité physico-chimique de quelques eaux minérales naturelles algériennes mis en bouteilles et stockées.

À partir de la réalisation d'une série d'analyses physicochimiques des échantillons d'eau minérales commercialisées en Algérie. Afin de voir l'évolution de leurs qualités au cours de stockage.

Ce document s'articule sur 4 chapitres (chapitre bibliographiques, chapitre matériel et méthodes, chapitre résultats et discussions, enfin une conclusion qui se termine par des Recommandations et perspectives.

Généralités sur l'eau

1. Composition de l'eau

Dans la mythologie, l'eau est un des quatre éléments fondamentaux de l'Univers avec l'air, la terre et le feu.

Banale en apparence, l'eau est en fait très singulière. Sa composition est demeurée un grand mystère pendant longtemps. C'est seulement à la fin du XVIII^e siècle et grâce aux travaux des célèbres chimistes H. Cavendish et A. de Lavoisier que l'on découvrit la nature réelle de l'eau.

L'eau est un corps composé dont l'unité de base est une molécule: la molécule d'eau. Elle est formée d'un atome d'oxygène lié à deux atomes d'hydrogène. On la note H₂O (H pour atome d'hydrogène et O pour atome d'oxygène). Et ce n'est qu'au fil des siècles suivants que l'ensemble de ses propriétés physiques et chimiques a été identifié (Bichac, 2007).

Elle est Incolore, inodore, insipide, l'eau est la seule substance qui se retrouve dans la nature sous ces trois états physiques : solide, liquide et gazeux.

État solide: si le thermomètre affiche une température inférieure à 0°C (Celsius), l'eau peut se solidifier (glaciers, neige, glaçons). Elle se présente sous forme de glace issue de précipitation. Ou bien, on la trouve dans les calottes glacières d'altitude elle est évaluée à 32,5 millions Km³ soit 2,5% de l'eau de la planète.

État liquide: à une température comprise entre 0° et 100°C, l'eau se présente sous forme liquide (l'eau qui coule dans les mers, fleuves et canalisations; la pluie...). C'est la forme la plus courante. Plus de 97 % du volume total de l'eau sur le globe est à l'état liquide avec 1350 millions de Km³ représentée par les eaux douces continentales et l'eau des océans.

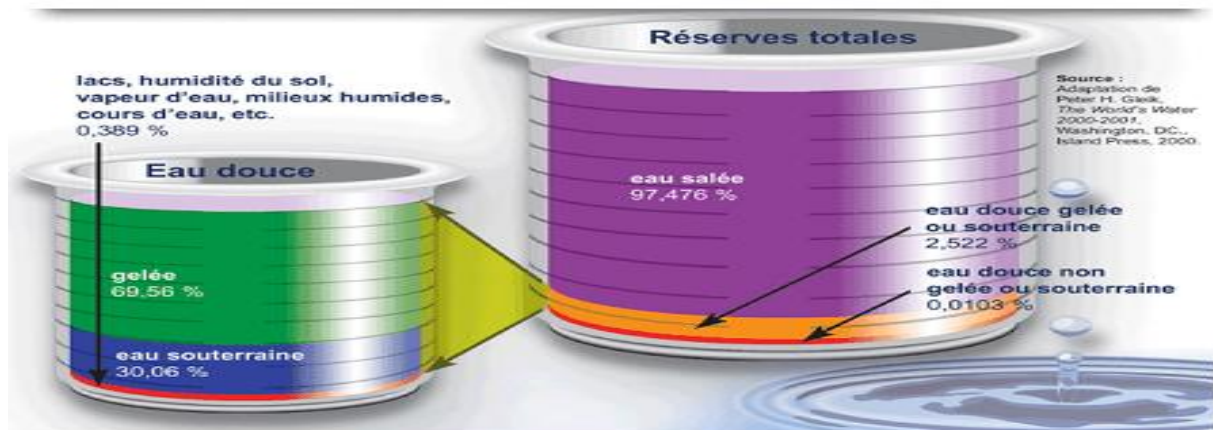


Figure 1: Les états d'eau

État gazeux : dans l'atmosphère ou quand on fait bouillir de l'eau à une température Supérieure à 100°C, l'eau se présente sous forme gazeuse (vapeur d'eau). La vapeur d'eau atmosphérique est l'état de l'eau issu de l'évaporation, elle est présente en permanence. Elle est évaluée à 12700 Km³, ce qui représente 0,001% de l'eau.

Pour passer d'un état à un autre, l'eau doit abandonner ou emprunter d'énormes quantités d'énergie pour subir cette métamorphose. On parle :

- D'évaporation quand l'eau passe de l'état liquide à l'état gazeux,
- De solidification quand l'eau à l'état liquide se congèle pour donner de la glace,
- De condensation quand elle passe de l'état gazeux à un état liquide. On dit que la vapeur d'eau se condense en altitude pour se transformer en nuage,
- De sublimation quand l'eau passe de l'état solide à l'état gazeux,
- De fusion quand l'eau passe de l'état solide à l'état liquide sous l'action de la chaleur.

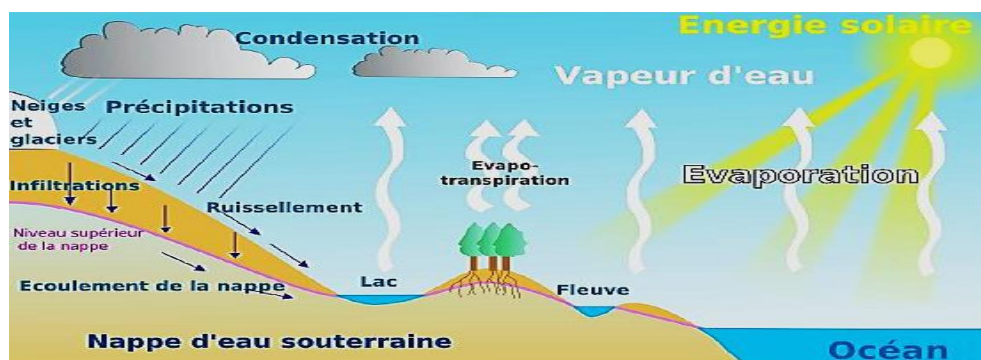


Figure 2 : Cycle général de l'eau

1.2. Types d'eau - Répartition de l'eau

L'eau recouvre presque les trois quarts de la surface de notre planète. C'est pour cette raison que celle-ci porte le doux surnom de « planète bleue ».

L'eau est une molécule bipolaire qu'est constituée d'un atome d'oxygène (O) liée à deux atomes d'hydrogène (H) : sa formule chimique est H₂O. C'est un composé qui se trouve généralement dans la nature à l'état liquide où solide, incolore, inodore et insipide (Duval, 1971).

Une eau pure est une eau de haute qualité garantissant une bonne santé. Par contre, l'eau dans la nature contient une très grande variété de matières dissoutes telles des éléments minéraux (calcium, magnésium, sodium,...etc.), des éléments organiques (déchets, microorganismes,...) contient même des gaz. On ne la rencontre jamais à l'état pur (Hervey et Hems, 1986).

Cette impureté est en étroite relation avec la nature du sol qu'elle emmagasine ainsi que l'ambiance atmosphérique (Bouhekima et *al*, 2000).

1.3. Cycle naturel de l'eau

L'eau se retrouve sur Terre sous 3 formes différentes :

- À l'état liquide, elle comble rivières, lacs, mers et océans ; C'est la forme la plus courante. Plus de 97 % du volume total de l'eau sur le globe est à l'état liquide avec 1350 millions de Km³ représentée par les eaux douces continentales et l'eau des océans.
- À l'état solide, elle constitue les banquises et les grands glaciers ;
- À l'état gazeux, elle se trouve dans l'atmosphère.

En changeant d'état, l'eau accomplit un cycle. C'est toujours la même eau qui se transforme en permanence.

L'eau poursuit un périple perpétuel entre le ciel et la terre, en plusieurs étapes.

L'évaporation (a.) : sous l'effet de la chaleur du soleil, l'eau des océans et l'eau de surface (lacs, rivières, flaques...) se transforment en vapeur et s'élèvent vers le ciel.

La condensation (b.) : La vapeur d'eau se refroidit dans le ciel et produit des gouttes qui, ensemble, forment alors un nuage.

Les précipitations (c.) : Les gouttes d'eau contenues dans les nuages grossissent jusqu'au moment où elles deviennent trop lourdes et retombent sous forme de pluie, de grêle ou de neige (cela dépend de la température).

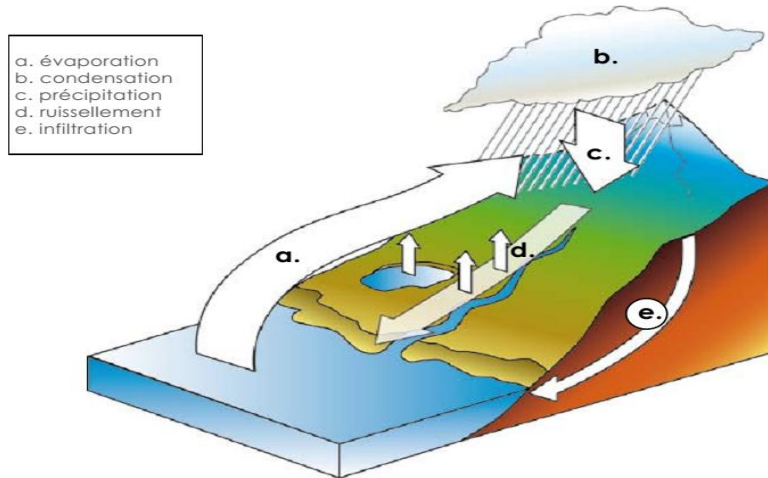


Figure3 : cycle d'eau

Le ruissellement (d.) et l'infiltration (e.)

La pluie tombe du ciel et atteint le sol.

- Si le sol est imperméable, l'eau ruisselle, rejoint les lacs, rivières... et retourne dans la mer.
- Si le sol est poreux, l'eau s'infiltration doucement. Une partie est absorbée par les végétaux pour être évaporée dans l'air par les feuilles. Le reste humidifie le sol ou s'infiltration vers le bas jusqu'à ce qu'il rencontre une roche perméable et alimente une nappe souterraine (ou aquifère). L'eau de la nappe ressort par des fissures du sol et forme une source. L'eau de source va alimenter les cours d'eau, les rivières... jusqu'à la mer.

Le cycle de l'eau est bouclé !

Le soleil est le moteur de l'ensemble du cycle. C'est l'énergie solaire qui entraîne les changements d'état de l'eau dans la nature.

1.4. Répartition de l'eau sur la terre

L'eau est de loin le liquide le plus abondant sur la terre dont elle recouvre les 71% de la surface, représentant un volume total estimé à 1,3 milliard de Km³. Dont Les mers et les océans représentent 97% de la totalité des eaux terrestres. Le reste est des eaux douces.

Les quatre cinquièmes des eaux dites douces sont constitués par les sommets enneigés et les glaciers et la quasi-totalité du cinquième restant est localisé dans les nappes.

L'eau indispensable à la survie de l'espèce vivante terrestre, représente donc moins d'un pour cent de l'eau douce soit environ 0,014% de l'eau totale. C'est pourquoi il est impératif que ce bien de l'humanité soit protégé et utilisé avec le plus grand respect dans le sens de développement durable, défini comme le développement qui couvre les besoins de la société actuelle sans détruire pour autant les possibilités des générations futures de découvrir leur propre besoin (Friedli , 2002).

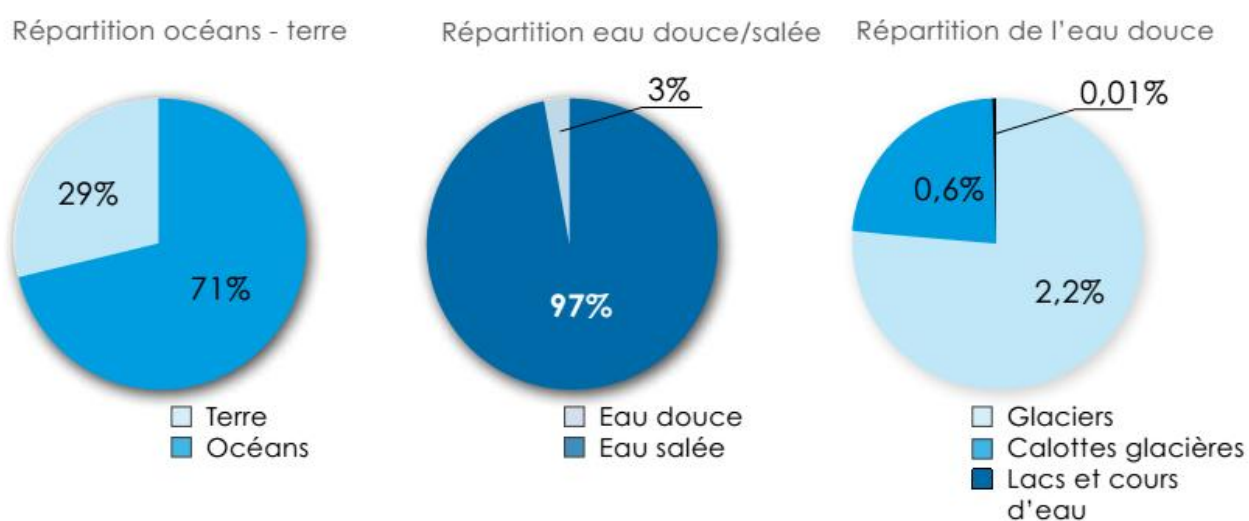


Figure 4 : Répartition de l'eau sur la terre

1.5. Les réserves naturelles en eau douce :

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constitués des eaux souterraines (nappes) et des eaux de surface retenus ou en écoulement (barrages, lacs, rapiers, oueds...etc.) et des eaux de mer (Dégréement, 1989).

1.5.1. Eaux de surface

Ce type des eaux englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents (rivières, lacs, étangs, barrages). Elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement (Dégréement, 2005).

1.5.2. Eaux souterraines

Ces eaux représentent toutes les eaux circulantes ou emmagasinées dans les terrains perméables sous forme des gouttelettes à l'intérieur des pores Constituant des nappes aquifères.

L'aquifère ou encore la nappe d'eau souterraine est un gisement d'eau souterraine utilisable comme source d'eau (Kettab, 1992). Une nappe est constituée par l'ensemble de l'eau qui occupe les interstices de roches poreuses dans un domaine défini par son épaisseur et son étendue (Pomerol et Renard, 1997). En fonction des ces caractéristiques on distingue deux types des nappes :

A-Nappe libre

C'est une nappe qui peut se développer librement vers le haut puisque le terrain perméable, siège d'une nappe aquifère, n'est pas couvert par une couche imperméable ; peu profonde et alimentées directement par les eaux d'infiltrations directes ou les écoulements d'eau de ruissellement. (Bonnin, 1982).

B- Nappe captive

Lorsque la couche perméable est emprisonnée entre deux couches imperméables, la nappe ne peut se développer vers le haut et est alors appelée nappe captive (Bonnin J., 1982). Plus profondes que le premier et séparées de la surface par une couche imperméable, l'alimentation de ces nappes est assurée par l'infiltration sur leurs Bordures (Cardot, 1999).

Tableau 01 : Les différences entre les eaux superficielles et les eaux souterraines.

Caractéristique	Eaux de surface	Eaux de souterraines
Température	Variable suivant saisons.	Relativement constant.
Turbidité, MES	Variable, parfois élevée.	Faible ou nulle.
Couleur	Liée surtout aux MES (argile, algues) sauf dans les eaux très douces et acides (acides humique).	Liée surtout en matière solution (acides humique par exemple.
Minéralisation Globale	Variable en fonction des terrains de précipitation des rejets...	Sensiblement constante générale nettement plus élevée que dans les eaux de surfaces la même région
Fe et Mn divalents (à l'état dissous)	Généralement absents	Généralement présents
CO ₂ agressif	Généralement absents	Souvent présent en grande quantité
O ₂	Le plus souvent au voisinage de la saturation, absent dans le cas d'eaux très polluées	Absent la plupart du temps
Nitrates	Peu abondants en général	Teneur parfois élevé
Micropolluants Minéraux et Organique	Présents dans les eaux de pays développés mais susceptibles de disparaître rapidement après suppression de la source	Généralement absent, mais une pollution accidentelle subsiste beaucoup plus longtemps
Eléments vivants	Bactéries (dont certaines pathogènes), virus, plancton (animal, et végétal)	Férobactéries fréquentes

Source : (Degrement, 1989).

1.6. Evaluation des ressources hydriques en Algérie

L'Algérie dispose de ressources en eau très limitées. Tout au moins au nord où vivent les trois quarts de la population. Sur les 100 milliards de m³ que constituent les précipitations, nous concédons 85% à l'évaporation alors que sur les 12,5 milliards de m³ qui ruissellent 50% partent à la mer ou dans les chotts. Au nord, seuls 3,5 milliards de m³ sont « régularisables » (Kehal, 2007).

La pluviométrie est le paramètre le plus important dans l'évaluation des ressources en eau. Elle varie de plus de 2000 mm/an sur les hauts reliefs en bordure de la mer méditerranéenne et à moins de 100 mm/an au nord de Sahara (Kehal, 2007).

Les moyennes annuelles des précipitations suivent une zonalité générale Nord-Sud, qui définit les zones climatiques. Cependant, on note également des écarts notables entre l'Est et l'Ouest du pays. La région Oranaise (Ouest) est en général moins arrosée que le constantinois (Est), comme on peut le constater au Tableau 2. Les précipitations sont croissantes d'Ouest vers l'Est. La pluviométrie a imprimé les grands traits de la répartition générale des ressources en eau, superficielles et souterraines, et explique, en grande partie, les différences régionales.

Tableau 2 : Précipitation (mm) (Kehal, 2007).

Region	Precipitations en (mm)		
	Ouest	Centre	Est
Littoral	400	700	900
Atlas Tellien (plaines)	500	450	700
Atlas Tellien (reliefs)	600	700-1000 800-1600	
Haut plateaux Tellien	-	-	400
Haut plateaux Steppiques	50	250	-
Atlas Saharien	200	200	400-700
Sahara Septentrional		50	50-150

2. L'eau : vitale

L'Univers est né il y a environ 15 milliards d'années du fameux « Big Bang ».

Notre planète Terre est aujourd'hui âgée de 4,6 milliards d'années. Sphère chaude après sa formation, la Terre a libéré des gaz dont la vapeur d'eau. Cette vapeur d'eau en se condensant a formé l'hydrosphère et a provoqué des pluies diluviennes qui ont ruisselé pendant des millions d'années. L'eau a conditionné l'apparition de la vie, il y a environ 3 milliards d'années. Globalement, la quantité d'eau sur Terre est restée constante au fil du temps. Ses propriétés en ont fait un milieu de vie et le solvant idéal du vivant.

Les premiers êtres vivants, êtres unicellulaires, se sont développés dans les océans. Pendant des centaines de millions d'années, ces êtres se sont multipliés.

Les plantes et les animaux sont essentiellement constitués d'eau. L'homme lui-même est le produit d'une lente évolution au cours de laquelle l'eau a joué un rôle essentiel.

L'eau est le principal constituant de notre corps lorsque celui-ci s'est formé dans le ventre de notre mère, il baignait dans l'eau. L'enfant, à sa naissance, a 80 % d'eau dans son organisme. Celui de l'adulte en contient encore 65 %.

3. Importance de l'eau

3.1. L'eau dans l'organisme humain

L'eau est le principal constituant du corps humain. La quantité moyenne d'eau contenue dans un organisme adulte est de 65 %, ce qui correspond à environ 45 litres d'eau pour une personne de 70 kilogrammes.

L'organisme élimine en permanence de l'eau. En fin de digestion la plus grande part de l'eau traverse les parois de l'intestin pour aller rejoindre le sang et la lymphe, qui la transportent dans tout l'organisme, notamment vers les reins, la peau et les poumons ; elle sera ensuite éliminée de diverses manières (urine, sueur, expiration).

L'homme doit donc chaque jour subvenir à ses besoins en eau, en buvant, mais aussi en mangeant car les aliments en contiennent beaucoup. Pour maintenir l'organisme en bonne santé, les pertes en eau doivent toujours être compensées par les apports. La soif est d'ailleurs un mécanisme par lequel l'organisme " avertit " qu'il est en état de déshydratation (Balderacchi, 2009).

Puisqu'elle ne contient ni protéines, ni glucides et ni lipides, l'eau n'est pas un aliment. Elle ne fournit pas d'énergie brute. Par contre, l'eau est essentielle à la vie. C'est grâce à l'eau que le corps peut utiliser l'énergie présente dans les aliments (Dumoulin et Mantha, 2009). Au moment de la digestion, outre l'eau apportée par les boissons et les aliments ingérés, l'organisme fournit lui-même plusieurs litres d'eau à l'estomac et à l'intestin grêle pour faciliter la circulation et la digestion des aliments. En fin de digestion, une faible proportion de toute cette eau descend dans l'intestin qui l'élimine avec les résidus de la digestion. Mais la plus grande part traverse les parois de l'intestin grêle et du colon pour aller Rejoindre le sang et la lymphe, qui la transportent dans tout l'organisme, notamment vers les reins, la peau et les poumons (Huot, 2010).

3.2. Utilisation de l'eau

L'eau est prélevée pour des besoins divers :

- **Pour les besoins domestiques**

Pour se laver, cuisiner, boire, arroser les plantes, nettoyer la maison...

Il nous suffit de tourner un robinet. Un geste devenu tellement banal que nous oublions la chance que nous avons de pouvoir bénéficier d'une eau potable à toute heure du jour et de la nuit. Il n'en est pas de même partout dans le monde. Dans de nombreuses régions,

Il faut faire des kilomètres un bidon sur le dos pour ramener de l'eau à la maison.



- **Pour les besoins de l'agriculture :**

Pour l'irrigation ou l'arrosage des cultures : dans certaines régions, il faut arroser 600 litres d'eau pour produire 1 kg de blé !

Pour l'alimentation du bétail, le nettoyage des étables...

(Une vache boit environ 100 litres d'eau par jour).



- **Pour les besoins de l'industrie :**

L'eau est une matière indispensable à la fabrication de nombreux produits :

Il faut environ 50 litres d'eau pour produire 1 Kg de sucre, 5 litres pour produire 1 litre de bière...

L'eau sert de moyen de refroidissement dans les centrales thermiques, les industries sidérurgiques, chimiques...

L'eau est utilisée dans les teintureries, les car-wash...

L'eau sert aussi à produire de l'électricité (barrages; il faut environ 200 litres d'eau pour produire 1 kWh), à transporter des marchandises par péniches...

Sur le plan quantitatif, les activités humaines consommatrices d'eau traitée sont réparties selon les domaines:

- l'agriculture: 68 % (pour l'irrigation)
- la consommation humaine (eau potable) : 24 %
- l'industrie: 5 %
- production d'énergie: 3 %.(Jean-Marie, 2009).



4. Eau potable

4.1. Définition

L'eau de boisson ou l'eau potable peut être définie, en se référant seulement l'OMS, comme étant « une eau ne renferme ni quantité dangereuses ni substance chimique, ni germes nocifs pour la santé » (Bountoux, 1983).

Une eau potable doit présenter un certain nombre de caractères physiques, chimiques, biologiques et en outre doit répondre à des critères organoleptiques essentiels appréciés par le consommateur (elle doit être incolore, insipide, inodore et fraîche). L'organisation mondiale de la santé (OMS) a édité des normes internationales pour l'eau de boisson. La qualité de l'eau destinée à la consommation humaine doit impérativement être conforme aux normes de potabilité. Si de telles normes sont appliquées dans les pays industrialisés, il n'en va pas le

même dans la plupart des pays en développement (Bernard, 1989 ; Moll, 1990 ; Vilagines, 2000).

4.2. Cycle de l'eau potable (Cycle domestique de l'eau, appelé aussi cycle anthropique de l'eau).

L'homme dévie l'eau de son milieu naturel pour ses propres besoins. C'est le cycle anthropique de l'eau. La circulation de l'eau résulte de l'intervention humaine, depuis les points de captage jusqu'aux stations d'épuration avant un retour au milieu naturel.

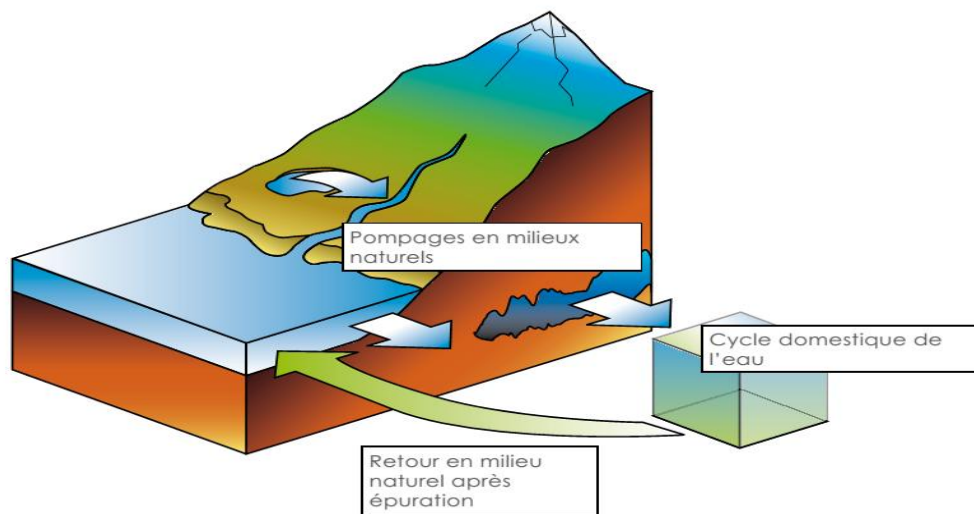


Figure 5 : Cycle de l'eau potable

4.3. Types d'eau potable

Les eaux de boisson destinées à la consommation humaine répondent à diverses appellations (eau de robinet, eau de source, eau minérale...).

C'est le décret exécutif 04-196 en date du 15 juillet 2004 (Joradp n°45 du 18 juillet 2004) qui définit et règlemente les eaux minérales naturelles et les eaux de source.

Auparavant, c'était l'arrêté du 26 juillet 2000 (Joradp n°51) qui règlementait l'exploitation de l'eau minérale.

4.3.1. Les eaux du robinet

L'eau du robinet ou eau de distribution, est une eau potable que l'on peut boire sans risque pour la santé. Afin de définir précisément une eau potable, des normes ont été établies qui fixe notamment les teneurs limites à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances nocives et susceptibles d'être présentes dans l'eau. (Gassambe, 2012).

4.3.2. Les eaux de source

L'eau de source est directement potable à l'état naturel car elles sont issues de nappes d'eaux souterraines non polluées, profondes ou protégées des rejets dus aux activités humaines. (JORA, 2004).

Elles sont classées en :

a). Eau de source

L'eau de source est une eau de source introduite au lieu de son émergence, telle qu'elle sort du sol, dans des récipients de livraison au consommateur ou dans des canalisations l'amenant directement dans ces récipients. (JORA, 2004).

b). Eau de source gazéifiée

L'eau de source gazéifiée désigne une eau de source qui, sous réserve des traitements éventuels autorisés, est rendue effervescente par addition de gaz carbonique (JORA, 2004).

4.3.3. Les eaux minérales

Les eaux minérales sont des eaux microbiologiquement saines, souterraines donc provenant d'une nappe ou d'un gisement souterrain et ayant des propriétés particulières : leur pureté originelle, leur source unique tenue à l'abri de tout risque de pollution et leur teneur constante et spécifique en sels minéraux, oligo-éléments ou autres constituants (Gassambe, 2012).Elles sont classées en :

a). Eau minérale naturelle non gazeuse

L'eau minérale naturelle non gazeuse est une eau minérale naturelle qui, à l'état naturel et après traitement éventuel autorisé, et conditionnement, ne contient pas de gaz carbonique libre en proportion supérieure à la quantité nécessaire pour maintenir dissous les sels hydrogénocarbonates présents dans l'eau.

b). Eau minérale naturelle naturellement gazeuse

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

c). Eau minérale naturelle dégazéifiée

Une eau minérale naturelle dégazéifiée est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, après traitement éventuel conformément et conditionnement, n'est pas la même qu'à l'émergence et qui ne dégage pas visiblement et spontanément de gaz carbonique dans des conditions normales de température et de pression.

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

L'eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique de la source est une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, après traitement éventuel autorisé et conditionnement, n'est pas la même qu'à l'émergence et qui fait l'objet d'adjonction en gaz carbonique émanant de la source.

e). Eau minérale naturelle gazéifiée

L'eau minérale naturelle gazéifiée est une eau minérale naturelle rendue gazeuse, après traitement éventuel autorisé et conditionnement, par addition de gaz carbonique d'autre Provenance (JORA, 2004).

4.4. Les paramètres de potabilité de l'eau

L'appréciation de la qualité des eaux de surface se base sur la mesure de paramètres physico-chimiques et chimiques ainsi que sur la présence ou l'absence d'organismes et de micro-organismes aquatiques (Devillers et *al*, 2005). En ce sens, les normes fixent les concentrations maximales admissibles (CPA), c'est-à-dire la quantité de telle ou telle substance qu'un individu peut absorber sans danger quotidiennement tout au long de sa vie.

4.4.1 Paramètres organoleptiques

a. La couleur

Pour l'eau potable, le degré de couleur maximale acceptable est de 15 UCV. Elle peut être due à certaines impuretés minérales (fer) mais également à certaines matières organiques acides humiques, fulviques). Elle doit être éliminée pour rendre l'eau agréable à boire (Alpha, 2005).

b. Goûts et odeurs

Les eaux de consommation doivent posséder un goût et une odeur agréable. La plupart des eaux, qu'elles soient ou non traitées, dégagent une odeur plus ou moins perceptible et ont une certaine saveur. Ces deux propriétés, purement organoleptiques, sont extrêmement subjectives et il n'existe aucun appareil pour les mesurer. Selon les physiologistes, il n'existe que quatre saveurs fondamentales : salée, sucrée, aigre et amère (Monique, 1991).

c. La turbidité

La turbidité d'une eau est due à la présence des particules en suspension, notamment colloïdales : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, la pluviométrie joue un rôle important vis-à-vis de ce paramètre dans les superficielles et souterraines selon leur origine (Savary, 2010).

4.4.2. Paramètres physico-chimiques

4.4.2.1. Potentiel d'hydrogène « pH »

L'eau naturelle pure est neutre. Le pH d'une eau représente son acidité ou alcalinité. C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau, il doit être surveillé au cours de toute opération de traitement. Un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion du ciment ou des métaux des canalisations, avec entrainement des éléments indésirables comme le plomb et le cuivre (Rodier J., 2005). Un pH élevé conduit à des dépôts de tartre dans les circuits de distributions. Au-dessus de pH 8, il y a une diminution progressive de l'efficacité de la décontamination bactérienne par le chlore. Par ailleurs la chloration diminue le pH. (Rodier, 1996).

4.4.2.2. Température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels est impliquée dans la conductivité électrique ainsi la détermination du pH etc. (Rodier, 2005).

Une température élevée favorise la croissance des micro-organismes, peut accentuer le goût, l'odeur et la couleur (Oms., 1994). Par contre une température inférieure à 10 °C ralentit les réactions chimiques dans les différents traitements des eaux. (Rodier, 2005).

4.4.2.3. Conductivité

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm (Rodier, 2005). Elle s'exprime en micro siemens par centimètre ($\mu\text{s}/\text{cm}$) (Gaujous, 1995).

4.4.2.4. Minéralisation globale

La minéralisation globale correspond à la concentration en sels minéraux dissous (Degremont, 1990). La minéralisation de l'eau est en fonction de la géologie des terrains traversés. D'une façon générale, elle est plus élevée dans les eaux souterraines que dans les eaux superficielles. Les eaux très minéralisées, du fait de leur teneur en sels dissous, semblent bien contribuer à l'homéostasie de l'homme et surtout de l'enfant; cependant, elles peuvent poser des problèmes endocriniens très complexes (Rodier, 2005).

Il existe une relation entre la teneur en sels dissous d'une eau et sa conductivité (Rodier, 2009).

4.4.2.5. Résidu sec

La détermination du résidu sec sur l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension, non volatiles, obtenues après une évaporation d'eau (Rodier, 2005). Une eau dont la teneur en résidu sec est extrêmement faible peut être inacceptable à la consommation en raison de son goût plat et insipide (WHO, 1994).

4.4.2.6. Matières en suspension

Elles représentent les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc retenues par un filtre. Les matières en suspension, qui comportent des matières organiques et minérales, constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution de l'eau (Satin et Selmi, 1999).

Une eau potable ne doit pas contenir de matières, en suspension décantables, Pour une eau qui contient des suspensions à des teneurs de quelques milligrammes par litre, ne pose pas de problèmes majeurs (Degremont, 2005).

4.4.2.7. Matières organiques dissoutes

Dans les eaux naturelles, elles représentent plusieurs familles de composés parmi Les quelles on peut citer les acides humiques, les acides carboxyliques et les acides hydrates de carbone. Elles sont caractérisables globalement par l'oxydabilité au permanganate ou le carbone organique total (Codex. et Coin, 1981).

On distingue deux origines de ces matières : les matières organiques acides d'origines animales et les matières organiques basiques d'origines végétales (Codex. et Coin, 1981).

Elles constituent une source nutritive essentielle pour la prolifération bactérienne. Ces matières réagissent avec le chlore et affectent le goût et l'odeur (Jean, 2002).

4.4.2.8. Dioxyde de carbone libre (CO₂ libre)

Le gaz carbonique CO₂ joue un rôle important dans la chimie des eaux. Le CO₂ combiné à l'eau, possède effectivement des propriétés acides, ce qui donne naissance notamment aux carbonates et bicarbonates de calcium et de magnésium (Dupont, 1974).

4.4.2.9. Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH)

C'est une qualité particulière de l'eau due à la présence des bicarbonates, des chlorures et des sulfates de calcium et de magnésium, détectée principalement par le fait qu'elle empêche plus ou moins l'eau savonneuse de mousser (Marcel, 1986).

Elle est mesurée par la somme des concentrations en degré de calcium et de magnésium et s'exprime par le titre hydrométrique (TH). L'unité du titre hydrométrique est le milliéquivalent par litre (ou le degré français °F). (WHO, 1994).

Tableau3 : classification des eaux en fonction de dureté (Christian, 2005)

Valeurs de TH	Nature d'eau
0 à 5°F	Eau très douce
5 15°F	Eau douce
15 à 25°F	Eau moyennement dure
25 à 35°F	Eau dure
> 35°F	Eau très dure

4.4.2.10. Titre Alcalimétrique (TA et TAC)

Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en ions hydroxydes « OH⁻ » et une valence de carbonates.

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

4.4.2.11. Sels Minéraux Dissous

Ions calcium : Ca²⁺

Le corps humain comprend une moyenne 1,2 kilogramme de calcium essentiellement dans le squelette (Mercier, 2000).

L'eau potable de bonne qualité renferme de 100 à 140 mg/L de calcium (Rodier, 2005).

Le calcium ne peut en aucun cas poser des problèmes de potabilité, le seul inconvénient domestique lié à une dureté élevée est l'entartrage. Par contre, les eaux douces peuvent entraîner des problèmes de corrosion des canalisations (Gaujour, 1995).

Ions Magnésium: Mg²⁺

Éléments indispensables à la vie, jouant un rôle important dans la respiration, leurs origines sont naturelles (dissolution des roches magnésites basaltes, argiles) ou industrielle (industrie de la potasse de cellulose, brasserie). La dureté manganésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale. Le magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau (Kemmer, 1984).

Ions de Sodium : Na²⁺

C'est un métal alcalin. Son origine peut être :

- Naturelle (mer, terrain salé) ;
- Humaine (10 à 15 g Na Cl dans les urines /jour) ;
- Industrielle (potasse, industrie pétrolière).

Les eaux très riches en sodium deviennent saumâtres, prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées (Rodier, 2005).

Ions de Potassium : K⁺

Le potassium règle la teneur en eau à l'intérieur des cellules (Mercier, 2000). Il est un métal alcalin, étroitement rattaché au sodium à tel point, qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses de l'eau. Sa présence est moins répandue dans la nature (Kemmer., 1984)

Ions Ammonium : NH_4^+

Dans l'eau, L'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes; l'ion ammonium (NH_4^+) et la seconde non dissociée communément appelée ammoniacque (NH_3) (Gaujour D., 1995). En ce qui concerne la toxicité de l'ammoniacque, il est reconnu que ce n'est pas la forme ammoniacque ionisée qui est toxique, mais celle non ionisée dont la proportion dépend du PH et de la température (Rodier, 1996).

Ion Fer : Fe^{2+}

Le fer se classe en 4^{ème} rang des éléments de la croûte terrestre. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. Les besoins pour l'organisme humain se situent entre 2 et 3 mg/j mais 60 à 70% seulement de la quantité intégrée sont métabolisés (Rodier, 2005).

Ion Carbonates et Bicarbonates

L'ion Bicarbonate est le principal constituant alcalin de la plupart des eaux courantes. Sa présence dans l'eau est due à l'action des bactéries qui fournissent du CO_2 à partir des minéraux contenant des carbonates (Rodier, 2005).

Ions Chlorures : Cl^-

Les teneurs en chlorures des eaux extrêmement variées sont liées principalement à la nature des terrains traversés. Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils confèrent à l'eau à partir de 250 mg/l surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (Rodier, 2005).

Ions Sulfates : SO_4^{2-}

Le sulfate qui se dissout dans l'eau provient de certains minéraux en particulier du gypse, où apparaît à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux. La limite supérieure admise dans l'eau potable est 250 mg/l (Kemmer, 1984).

Ions Phosphates : PO_4^{3-}

Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération du phénomène eutrophisation dans les lacs ou les rivières. S'ils dépassent les normes, ceux-ci sont considérés comme indice de contamination fécale entraînant une prolifération des germes, goût et coloration (Rodier, 2005).

Ions nitrates : NO_3^- et nitrites : NO_2^-

Les nitrites et nitrates sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement. Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH_4^+) (Gaujour, 1995). Ils sont extrêmement solubles ; ils pénètrent le sol et les eaux souterraines où se déversent dans les

cours d'eau par ruissellement. Ils constituent une des causes majeures de la dégradation des eaux à long terme. Les nitrites sont formés par dégradation de la matière azotée mais ils sont rapidement transformés en nitrates dans les sources d'eau potable (Lepeltier, 2005). Dans les eaux, la quantité des nitrates maximale admissible est fixée de 50 mg/L (Coulais, 2002). Chez les nourrissons, la réduction du nitrate en nitrite peut provoquer une méthémoglobinémie (inaptitude du sang à transporter l'oxygène) (Ganjour, 1995).

5. Réglementation de la qualité des eaux potables

L'OMS a évalué les informations concernant les aspects sanitaires liés à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Les valeurs des différents paramètres de qualité des eaux sont, à titre de recommandation, sous forme des valeurs guides (VG) qui correspondent à la concentration à laquelle l'eau ne présente pas de risque sensible pour la santé du consommateur et conserve ces qualités organoleptique (Monteil et Duguet, 2000).

5. 1. Les normes de qualité des eaux potables

L'eau potable nécessaire à l'alimentation doit présenter certaines qualités physico-chimiques et biologiques complexes, définies à l'échelle mondiale par l'organisation de la santé (OMS). Si de telles normes sont appliquées dans les pays industrialisés, il n'en va pas de même dans la plupart des pays en développement, où le manque d'eau potable constitue aujourd'hui le problème environnemental le plus grave (Bernard, 1989).

Les normes définissent les doses maximales admissibles pour une substance donnée correspondant à la quantité qu'un individu peut absorber sans danger pour sa santé tout long de sa vie. Elles représentent les valeurs à ne pas dépasser.

Les principales normes sont les suivantes: Normes internationales pour l'eau de boisson OMS 1971.

-Recommandation pour la qualité de l'eau potable au Canada, ministère de la Santé nationale et du bien-être social 1978.

-Normes européennes applicables à l'eau de boisson OMS 1979.

-Normes Américaines. Actuellement plusieurs normes sont en vigueur aux États-Unis.

-Règlement sur l'eau potable éditeur officiel de Québec 1984.

-Normes algériennes JORA 2004.

a). Les normes internationales de l'eau potable

Les normes de qualité des eaux destinées à la consommation humaine suivant :

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et la Communauté Européenne des eaux (CEE) sont présentées dans le tableau 05 (Document De L'ANRH).

Tableau 04: Les normes de la qualité physico- chimique de l'eau potable (ANRH)

Paramètre	Unités	OMS	CEE
Paramètres physico-chimiques			
Turbidité	FTU	5	4
Température	°C	-	25
pH	Un. pH	6,5 à 8,5	-
Conductivité	µs/cm	-	-
Résidu sec	Mg/l	2000	1500
Chlorures	Mg/l	250	200
Sulfates	Mg/l	400	250
Calcium	Mg/l	-	100
Magnésium	Mg/l	200	150
Sodium	Mg/l	200	150
Potassium	Mg/l	-	12
Nitrates	Mg/l	44	50
Nitrites	mg/l	3	0,1
Ammoniaques	mg/l	-	0,5
Hydrocarbures	µg/l	-	10
Fer	µg/l	-	10
Manganèse	µg/l	300	200
Cuivre	µg/l	1000	-
Zinc	µg/l	5000	5000
Fluorure	µg/l (8-12°C)	1500	1500
MES	µg/l	-	-
Cadmium	µg/l	5	5

Chrome	µg/l	50	50
Nickel	µg/l	50	50
Plomb	µg/l	50	50
Chlore	Mg/l	50	50
Dureté totale	°F	0,1	-
Minéralisation	Mg/l	50	10-35
Alcalinité	°F	-	-

b). Les normes Algériennes pour la qualité physico-chimique de l'eau potable

L'Algérie s'est basée sur les normes internationales, pour établir ses propres normes, on peut dire que c'est une combinaison de différentes normes qui existent sur le plan, International (Tableaux 06 et 07) (Document de L'ANRH).

Tableau 05 : les normes algériennes de la qualité physico- chimique de l'eau potable (ANRH 2007)

Paramètres	Valeurs	Unités
Paramètres organoleptiques		
couleur	25	mg/l pt-Co
Odeur	Doit être acceptable	Taux de dilution
Turbidité	1-2	NTU
Saveur	Doit être acceptable	Taux de dilution
Paramètres physico-chimiques		
température	25	°C
pH	6,5 -8,5	-
conductivité	2800	µs/cm
Résidu sec (110)	2000	mg/l
calcium	75 -200	mg/l
Magnésium	150	mg/l
sodium	200	mg/l
potassium	20	mg/l
chlorure	200-500	mg/l

sulfates	200 -400	mg/
Co3--co3H-	-	-
aluminium	0,5	mg/l
Substances indésirables		
Nitrates	50	mg/l
Nitrites	0,1	mg/l
Ammonium	0,05-0,5	mg/l
Phosphates	0,5	mg/l
Ox.kMnO4(acide)(MO)	3,5	mg/l
Bore	0,3	mg/l
Fer	0,3	mg/l
Cuivre	0,05-1,5	mg/l
Zinc	1 -5	mg/l
manganèse	0,5	mg/l

Tableau 06 : Les normes Algériennes de qualité physico- chimique de l'eau potable.

Paramètres	Valeurs	Unités
Substances indésirables		
Baryum	0,7	mg/l
Phénols	-	-
Fluorure	0,8-2	mg/l
Agent	-	-
Carbone Organique total	-	-
Azote	2	mg/l
Substances Toxiques		
Arsenic	0,05	mg/l
Cadmium	0,01	mg/l
Cyanure	0,05	mg/l
Mercure	0,001	mg/l
Plomb	0,05	mg/l

Chrome	0,05	mg/l
Nickel	0,02	mg/l
Antimoine	0,005	mg/l
Sélénium	0,01	mg/l
Epichlorhydrine	-	µg/l
1.2-dichloroéthane	30	µg/l
Tétrachloroéthylène	40	µg/l
Benzo(a)pyrène	0,7	µg/l
Benzène	-	µg/l
Tétrachlorure de carbone	2	µg/l
Chlorure de vinyle	5	

6. Paramètres microbiologiques

Le risque microbiologique d'origine hydrique (ou risque infectieux) correspond à la présence dans l'eau de microorganismes pathogènes, ou potentiellement pathogènes (opportunistes) et ce en quantité supérieure au seuil d'infection fixé par l'OMS. Parmi ces microorganismes, on distingue les virus, les bactéries et les protozoaires. Le risque microbiologique provient donc du pouvoir pathogène de ces germes qui est conditionné non seulement par les propriétés de l'agent infectieux, mais aussi par la réceptivité de l'hôte. Il convient de préciser que la mise en œuvre de procédés élémentaires de désinfection telle que la chloration de l'eau, permet d'éradiquer totalement les fléaux tels que le cholera, la dysenterie bacillaire ou les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes (Tableau 07 ; Lebleu, 2007).

Tableau 07: Principales maladies d'origine hydrique d'après (Harlay et Leclerc, 1993).

Origine	Maladies	Agents pathogènes
Parasitaire	Dysenterie amibienne	<i>Entamoeba histolyca</i>
	Gastro-enterites	<i>Giardia lamblia</i> <i>Cryptosporidium parvum</i>
Bactérienne	Fievres typhoïde et paratyphoïde	<i>Salmonella typhi</i> <i>Salmonella paratyphi A et B</i>
	Dysenterie bacillaire	<i>Shigella</i>
	Cholera	<i>Vibrio cholerae</i>
	Gastro-enterites	<i>Escherichia coli enterotoxinogene</i> <i>Campylobacter jejuni</i> <i>Yersinia enterocolitica</i>
Virale	Hépatites A et E	Virus hépatite A et E
	Poliomyélite	Virus poliomyélitique
	Gastro-enterites	Rotavirus Enterovirus Calicivirus Adenovirus...

7. Consommation de l'eau potable en Algérie

De part sa rareté, l'eau en Algérie, comme dans la plupart des pays du Sud de la méditerranée, est un facteur limitant du développement et source de tensions sociales. La rareté est appréhendée en termes de stress hydrique et d'irrégularité de la ressource, deux facteurs susceptibles de s'accroître avec le changement climatique.

Avec moins de 600 m³ par habitant et par an, l'Algérie (36 millions d'habitants en 2010) se situe dans la catégorie des pays pauvres en ressources hydriques, au regard du seuil de rareté fixé par la Banque Mondiale à 1000 m³ par habitant et par an.

Les eaux destinées à la consommation humaine doivent subir des traitements en fonction de l'eau brute, pour fournir une eau respectant la norme algérienne de potabilité des eaux (NA6360-1992) (annexe 1) inspirée des recommandations de l'OMS et tenant compte des paramètres organoleptiques, paramètres bactériologiques (selon la destination des eaux), facteurs physico-chimiques et les facteurs indésirables ou toxiques (Larbi A. et Belarroussi, 2007).

Matériel et méthodes

1. L'objectif du travail

L'objectif de notre travail est de faire un diagnostic qualitatif de quelques eaux minérales naturelles algériennes mise en bouteilles stockées dont le but de :

1. Ré analyser et comparer la qualité physico-chimique de quelques eaux minérales naturelles embouteillée sa celle mentionnées sur L'étiquetage.
2. Évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique de ces eaux minérale après stockage.

2. Echantillonnage

Pour la réalisation de ce travail, nous avons pris cinq échantillons d'eau minérale commercialisée en Algérie : Guedila, Lalla khadija ; eau minérale Milok, Toudja et eau minérale El-Goléa.

Les analyses de ces eaux ont été effectuées durent deux périodes divergées. Dans chaque date d'analyse, nous avons ramené de chaque eau minérale une unité d'analyse, qui correspondre à 5 bouteilles de 1,5 litre d'eau d'un même lot qu'on a acheté du commerce puis les mélangées.

3. Lieu d'expérimentation

Les différentes analyses ont été effectuées au niveau des laboratoires de l'Algérienne des Eaux (ADE) de Laghouat et laboratoire universitaire Laghouat (laboratoire de génie procède).

4. Analyses physico-chimiques

Les analyses visent à vérifier la stabilité de la composition de l'eau minérale naturelle en ses constituants essentiels et ses caractéristiques de qualité conformément aux spécifications et les caractéristiques de qualité des eaux de source (JORA, 2006).

4.1. Le potentiel d'hydrogène (pH)

La mesure du pH donne une indication sur l'alcalinité ou l'acidité des eaux. Il est important pour la croissance des micro-organismes est donc l'un des paramètres les plus importants de la qualité de l'eau (Rodier et *al*, 2005).

La mesure a été effectuée à l'aide du multi paramètres (HI 2550 / HUCH), au moyen de l'électrode combinée (verre/référence) qui donne La différence de potentiel existant dans une même solution (Rejsek, 2002).La lecture se fait après stabilisation du pH.

4.2. La conductivité

La conductivité électrique d'une eau est un indicateur direct de sa salinité. C'est un facteur vital à suivre lorsqu'on est intéressé par une réutilisation des eaux usées en agriculture (Shilton et *al*, 2005).

La mesure de la conductivité électrique a été faite à l'aide d'un multi paramètres (HI2550 pH/ORP et EC/TDS/Na CLMeter de marque HU Ch.). On la mesure par immersion dans l'eau de deux électrodes de platine (pt) maintenant parallèles. Elle a été déterminée après rinçage de l'électrode à conductivité avec de l'eau distillée, puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner ; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées. Agiter le liquide afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant.

Introduire alors le thermomètre aussi près que possible de la cellule. Opérer de préférence à la température de référence de 25°C. La température du liquide ne devra en aucun cas varier pendant la mesure (Rodier et *al*, 2005).

Les résultats affichés sur l'écran de l'appareil (multi-paramètre) sont exprimés en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).



Figure 06: l'appareille multi- paramètre (HI 2550 pH/ORP et EC/TDS/Na CL Meter de marque Huch).

4.3. Mesure de la salinité et du taux des sels dissous(TDS)

Le mesure de salinité et TDS est effectué par l'appareille multi- paramètre (HI 2550pH/ORP et EC/TDS/NaCLMeter de marque Huch), même principe que la mesure de la conductivité. On garde l'électrode de conductivité dans le recepaient qui contient l'eau à examiner puis on appuis une fois sur le bouton de conductivité pour donne le résultat de taux des sels dissous. Et deuxième fois pour donner le résultat de salinité.

Les résultats obtenus par lecture directe sont donnés en ‰ et en mg/l pour la salinité et le taux de sels dissouts respectivement.

4.4. La minéralisation.

La minéralisation correspond aux taux de sels dissous. Il existe une relation entre la teneur en sels dissouts d'une eau et sa conductivité. Toutefois, la minéralisation déterminée par pesée de l'extrait sec n'est pas rigoureusement identique à celle calculée à partir de la conductivité (Tableau 08) (Rodier et al, 2005).

Tableau 08: Détermination de la minéralisation à partir de la conductivité mesurée à 20° C (Rodier et al, 2005).

Conductivité (µS/cm)	Minéralisation (mg/L)
<à 50	1,365079x Conductivité
Entre 50 et 166	0,947658 x Conductivité
Entre 166et 333	0,769574 x Conductivité
Entre 333et 833	0,715920 x Conductivité
Entre 833 et 10000	0,758544 x Conductivité
> à 10000	0,850432 x Conductivité

4.5. Dosage de la dureté totale ou titre hydrométrique (TH)

La dureté totale d'une eau est sa concentration en calcium et en magnésium dissous. à un pH de 10 et en présence de la solution noir urochrome T (NET) (indicateur coloré) ; L'acide éthylène Diaminetetracétique (EDTA) va complexer les ions calcium et le magnésium (Rejsek,2002).

On prélève 10ml de l'eau à analyser dans un bécher, on chauffe la prise d'essai à une

température d'environ 60°C, on ajoute 1ml de solution tampon (pH=10) et 2gouttes de indicateur colorée noir urochrome T (NET). En remarque que la coloration de solution est rose foncé. Puis fait le titrage avec L'EDTA (0,01N) jusqu'au virage bleu foncé (Rodier et *al*, 2005)

La concentration totale en calcium et magnésium, est donnée par l'expression suivant :

$$[TH] = \frac{\text{Volume EDTA} \times \text{Normalité EDTA}}{\text{Volume de l'eau à analysée}} \times 1000$$

- TH : Le titre hydrométrique en mg/l.

4.6. Le résidu sec

Une certaine quantité d'eau bien mélangée est évaporée dans une capsule tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé (Rodier et *Al*, 2005). On nettoie bien les creusets avec l'eau distillée et on les place dans l'étuve pour le séchage. Après le séchage, on pèse les creusets vides et on enregistre la masse m_0 . On tare 25ml de l'eau à analyser, et on place les creusets dans une étuve réglée à 180 °C pendant 4 heures et laisser refroidir 1/4 d'heure dans un dessiccateur. Peser immédiatement et rapidement et en enregistré la masse m_1 .



Figure 07 : la balance pour mesurer les résidus secs



Figure 08: Étuve pour le séchage

Les résultats, de la teneur en résidus secs (RS), exprimés en mg/l sont calculés suivant l'équation suivante :

$$RS \text{ (mg/l)} = (m_2 - m_1) / \text{volume de l'eau à analysée (25ml ici)} \times 1000.$$

4.7. Dosage de sodium et de potassium par photométrie à flamme.

La photométrie de la flamme est un des procédés les plus rapides et sensibles connus aujourd'hui pour le dosage des éléments alcalins et alcalin - terreux.

Les éléments à analyser (sodium, potassium lithium, calcium etc. ...) sont généralement sous forme de sels. L'analyse se fait en partant de leurs solutions.



Figure09 : spectrophotomètre à émission de flammes

Technique :

- On introduit successivement les solutions tampons des radiations et les échantillons dans une série de tubes de chaque cation Na^+ , K^+
- On agite rigoureusement avant d'effectuer puis on fait la lecture au spectrophotomètre de flamme à longueur d'onde de 585nm pour le sodium et 766,5nm pour le potassium après avoir réglé le maximum de transmission de l'appareil sur les tubes
- On trace la courbe d'étalonnages et l'on déduit la concentration de l'élément en question

4.8. Dosage du calcium (Ca^{+2})

Le pH est rendu à 12 par une solution d'hydroxyde de sodium. Dans l'indicateur de fin de réaction, l'acide calcone carboxylique forme un complexe avec les ions calcium décoloration rouge. Au fur et à mesure de l'ajout de l'EDTA, les ions calcium se séparent du complexe avec l'indicateur pour se complexer avec EDTA. Lorsque tout le calcium est complexé avec EDTA la solution prend une coloration bleu clair (Rejsek, 2002).

On prélève 10ml de l'eau à analyser dans un bécher. On ajuste le pH à 12 avec la solution d'hydroxyde de sodium (Na OH) puis on ajoute une pincée de l'indicateur de Ca^{+2} (calcon) et on titre avec l'EDTA (0,01N) jusqu'au virage au bleu (Rodier et al, 2005).



Figure10 : les produits pour déterminer le taux de calcium



Figure 11 : Expérience de la détermination du taux de calcium dans l'eau

La concentration totale en calcium, en mg/l, est donnée par l'expression suivante :

$$[Ca^{+2}] = \left(\frac{\text{Volume EDTA} \times \text{Normalité EDTA}}{\text{Volume de l'eau à analysée}} \right) \times 1000$$

4.9. Détermination du taux de magnésium (Mg²⁺)

La différence entre la dureté totale et la dureté calcique donne directement la concentration de magnésienne en mg/l de l'eau analysée.

$$[Mg^{+2}] = [TH] - [Ca^{+2}]$$

[TH] : la concentration de la dureté totale

[Mg²⁺] : la concentration de magnésium

[Ca] : la concentration de calcium

4.10. Dosage des chlorures (Cl⁻)

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent (AgNO₃) en présence de chromate de potassium (K₂CrO₄). Les ions chlorures réagissent avec les ions argent pour former du chlorure d'argent insoluble et précipitant. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent (Rodier et *al*, 2005).

On prélève 10ml de l'eau à analyser, dans un bécher. Ajoute 1ml de l'indicateur chromate de potassium donné coloration jaune. Puis fait le titrage avec la solution Nitrate d'argent (0,02N) jusqu'à l'apparition d'une teinte rougeâtre (Rodier et *al*, 2005). Le taux de chlorures, en mg/l, est donné par l'équation suivante :

$$[Cl^{-}] = \frac{\text{Volume AgNO}_3 \times \text{Normalité AgNO}_3}{\text{Volume de l'eau à analysée}} \times 1000$$

4.11. Détermination de l'alcalinité (HCO₃⁻) :

À l'inverse de l'acidité, l'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bases et de sels d'acides faibles (Rodier, 2009).

Ces déterminations sont basées sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué, en présence d'un indicateur coloré (Rodier et *al*, 2005). On prélève 10ml de l'eau à analyser dans un bécher, on ajoute quelques gouttes de méthyle orange (indicateur coloré : 0,0865 N) et on titre avec acide sulfurique jusqu'au virage du jaune au orange ou

rouge brique (Rodier et *al.* 2005).

Les résultats sont obtenus par l'équation suivante :

$$(\text{HCO}_3^-) = \frac{\text{Volume de H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Normalité H}_2\text{SO}_4}{\text{Volume de l'eau à analysée}} \times 1000 \times \text{MHCO}_3^-$$

- MHCO_3^- = la masse molaire des bicarbonates (61g/mol)

4.12. Dosage du phosphate (PO_4^{3+})

Les phosphates (PO_4^{3+}) font partie des anions facilement fixés par le sol, leur présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains.

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium, le phosphate réagit. Puis le complexe formé est réduit par l'acide ascorbique et développe une coloration bleue susceptible d'un dosage spectrophotométrique (Rodier et *al.*, 2005).

Prélever 40ml de l'eau à analyser dans un bécher, ajout 1ml acide ascorbique et 2ml du réactif mixte et attendre 10 minutes jusqu'à le développement d'une coloration bleue. On note la DO à 880 nm.

La densité optique affichée sur le spectrophotomètre UV/Vis donne la concentration des ions phosphates dans l'eau en mg/l

La valeur de la lecture \times *facteur* de la dilution

4.13. Dosage des nitrates (NO_3^-) par spectrophotométrie UV visible

Ce dosage a été réalisé à l'aide d'un spectrophotomètre UV visible. En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'être dosées par spectrophotométrie (Rodier et *al.*, 2005)

Prélever 10ml de l'eau à analyser, dans un bécher, on ajout 2 à 3 gouttes de hydroxyde de sodium (Na OH), puis on ajoute 1ml de salicylate de sodium ensuite on sèche à l'étuve (75-80°C).

Après 1 heure de séchage, prendre le bécher et laisser refroidir. Reprendre le résidu par 1 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) et laisser reposer 10mn. Ajouter 15ml d'eaux distillée et 15ml

de tartrate double de sodium et de potassium puis passer au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 415 nm.



Figure 12: Spectrophotomètre UV visible utilisé pour la détermination du taux des nitrates

La concentration, en mg/l, est obtenue en multipliant la densité optique par le facteur de dilution.

4.14. Dosage des nitrites (NO_2^-)

Les nitrites réagissent avec le Sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui, après copulation avec le N1 Naphtyléthylènediaminedichloride donne naissance à une coloration rose mesurée à 543nm.

- Prendre 50 ml d'eau à analyser
- Ajouter 1 ml du réactif mixte. (NO_2^-)
- Attendre 10mn.

*L'apparition de la coloration rose indique la présence des NO_2^- . Effectuer la lecture à 543 nm.

4.15. Dosage des sulfates (SO_4^{2-})

Les ions sulfates sont précipités et passent à l'état de sulfate de baryum, en présence de Chlorure de baryum (BaCl_2), La turbidité est proportionnelle à la concentration de l'eau en sulfates. La mesure de la turbidité a été faite à une longueur d'onde de 650nm (Rodier, 2009). Prélever 10ml de l'eau à analyser, dans un bécher, ajout une 0,5ml de solution stabilisante et 0,5m de chlorure de baryum

$$[SO_4^-] = \text{La valeur de la lecture} \times \text{facteur de la dilution}$$

4.16. L'azote ammoniacal (NH_4^+)

Dans l'eau, L'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes; l'ion Ammonium (NH_4^+) et la seconde non dissociée communément appelée ammoniacque (NH_3) (Gaujour, 1995).

En ce qui concerne la toxicité de l'ammoniacque, il est reconnu que ce n'est pas la forme ammoniacque ionisée qui est toxique, mais celle non ionisée dont la proportion dépend du PH et de la température (Rodier et *al*, 2005).

- Prélever 40ml de l'eau à analyser dans un bécher,
- On ajout 0,4 ml réactif I
- Et réactif II 0,4 ml on vire en couleur vert clair
- Et attendre 1h puis lecture les résultats par la spectrophotométrie



Figure 13 : les produits et la méthode pour déterminer le taux d'ammoniacal

1. Résultats

Les résultats des analyses de chaque eau minérale sont notés dans les tableaux en dessous, ils ont pour but d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologiques des eaux minérales naturelles embouteilles après stockage.

1.1. EL-GOLEA

Tableau09: Les résultats des analyses physico-chimiques d'eau minérale d'EL GOLEA

Paramètres	1 ^{er} analyse 13/11/2017	2 ^{ème} analyse 05/03/2018	OMS	Normes Algériennes	Unités
pH	7,4 à 14,9°C	8,3 à 17,8°C	6,5-8,5	6,5-8,5	-
Conductivité	316	320	-	2800	µs/cm
Salinité	0,1	0,1	-	-	g/l
TDS	158	160	-	-	NTU
TH (dureté totale)	11	34	0.1	50	°F
Ca ⁺²	24	32,06	-	200	mg/L
Mg ⁺²	7	7,29	200	150	mg/L
CL ⁻	20	42,54	250	500	mg/L
Na ⁺	28	27,48	200	-	mg/L
HCO ₃ ⁻	211,06	52,76	-	-	mg/L
K ⁺	4,6	4,49	-	12	mg/L
Nitrites (NO ₂ ⁻)	0	0,038	3	0,1	mg/L
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0,37	0,5	0,5	0,5	mg/L
Phosphores P			-	5	mg/L
Phosphates (PO ₄ ³⁻)	0,13	0,09		0,5	mg/L
R S	233	236,36	2000	0,3	mg/L
Sulfates (SO ₄ ⁻²)	36	86,4	400	400	mg/L
Nitrates (NO ₃ ⁻)	2,4	1,92	44	50	mg/L
Minéralisation	226,23	229,09	-	-	mg/L

1.2-MILOK

Tableau10: Les résultats des analyses physico-chimiques d'eau minérale de MILOK

Paramètres	1 ^{er} analyse 11/12/2017	2 ^{ème} analyse 06/03/2018	OMS	Normes Algériennes	Unités
pH	7,56 à 15,3°C	7,8 à 17,8 °C	6,5-8,5	6,5-8,5	-
Conductivité	403	425	-	2800	µs/cm
Salinité	0,2	0,2	-	-	g/l
TDS	206	212	-	5	NTU
TH (dureté totale)	24	35	-	50	°F
Ca ⁺⁺	59	40,08	-	200	mg/L
Mg ⁺⁺	12	34,04	200	150	mg/L
CL ⁻	16	42,54	250	500	mg/L
Na ⁺	9	09,88	200	-	mg/L

HCO₃⁻	152	105,53	-	-	mg/L
K⁺	3	2,43	-	12	mg/L
Nitrites (NO₂⁻)	0	0,032	3	0,1	mg/L
Ammonium (NH₄⁺)	0	0,46	0,5	0,5	mg/L
Phosphores P				5	mg/L
Phosphates (PO₄³⁻)	0,17	0,08	-	0,5	mg/L
RS	330	313,75	2000	0,3	mg/L
Sulfates (SO₄⁻²)	65	115	400	400	mg/L
Nitrates (NO₃⁻)	15-20	5,6	44	50	mg/L
Minéralisation	288 ,51	304,266	-	-	mg/L

1.3. GUEDILA

Tableau11: Les résultats des analyses physico-chimiques d'eau minérale de GUEDILA

Paramètres	1 ^{er} analyse 18/12/2017	2 ^{ème} analyse 07/03/2018	OMS	Normes Algériennes	Unités
pH	7,35à 15,3C	7,64 à 17 ,7°C	6,5-8.5	6,5-8,5	-
Conductivité	768	745	-	2800	µs/cm
Salinité	0 ,3	0,3	-	-	g/l
TDS	372	394	-	-	NTU
TH (dureté totale)	40	42	0.1	50	°F
Ca⁺⁺	78	20,04	-	200	mg/L
Mg⁺⁺	37	85,12	200	150	mg/L
CL⁻	40	56,72	250	500	mg/L
Na⁺	29	28,4	200	-	mg/L
HCO₃⁻	211,06	263,82	-	-	mg/L
K⁺	2	0,65	-	12	mg/L
Nitrites (NO₂⁻)	<0,01	0,041	3	0,1	mg/L
Ammonium (NH₄⁺)	0,43	0,41	0,5	0,5	mg/L
Phosphores P				5	mg/L
Phosphates (PO₄³⁻)	0,22	0,06	-	0,5	mg/L
RS	550.012	560.9	2000	0.3	mg/L
Sulfates (SO₄⁻²)	95	144	400	400	mg/L
Nitrates (NO₃⁻)	4,5	0,92	44	50	mg/L
Minéralisation	205,71	533,36	-	-	mg/L

1.4. LALLA KHEDIDJA

Tableau12: Les résultats des analyses physico-chimiques d'eau minérale de LALLA KHEDIDJA

Paramètres	1 ^{er} Prélèvement 10/12/2017	2 ^{ème} Prélèvement 08/03/2018	OMS	Normes Algériennes	Unités
pH	7,22 à 15°C	7,08 à 16,2 °C	6,5-8,5	6,5-8,5	-
Conductivité	279,2	282,15	-	2800	µs/cm
Salinité	0,1	0,1	-	-	g/l
TDS	140,2	141 ,1	-	5	NTU
TH (dureté totale)	14	23	0,1	50	°F
Ca ⁺⁺	53	8,01	-	200	mg/L
Mg ⁺⁺	7	29,18	200	150	mg/L
CL ⁻	11	35,45	250	500	mg/L
Na ⁺	5,5	4 ,48	200	-	mg/L
HCO ₃ ⁻	160	158,23	-	-	mg/L
K ⁺	0,54	0,81	-	12	mg/L
Nitrites (NO ₂ ⁻)	0,00	0,031	3	0,1	mg/L
Ammonium (NH ₄ ⁺)	0,49	0 ,36		0,5	mg/L
Phosphores P	0,02		-	5	mg/L
Phosphates (PO ₄ ³⁻)		0,06		0,5	mg/L
R S	206	208,49	2000	0,3	mg/L
Sulfates (SO ₄ ⁻²)	7	144	400	400	mg/L
Nitrates (NO ₃ ⁻)	0,42	0,6	44	50	mg/L
Minéralisation	199,88	202.24	-	-	mg/L

1.5. TOUDJA

Tableau13: Les résultats des analyses physico-chimiques d'eau minérale de TOUDJA

Paramètres	1erPrélèvement 13/12/2017	2emePrélèvement 11/03/2018	OMS	Normes Algériennes	Unités
pH	7,16 à 15°C	17,7 à 16,2 °C	6,5-8,5	6,5-8,5	-
Conductivité	547 à 14,5 °C	557 à 16,4 °C	-	2800	µs/cm
Salinité	0,2	0,2	-	-	g/l
TDS	275	280	-	-	NTU
TH (dureté totale)	18	45	0,1	50	°F
Ca ⁺⁺	565	36,07	-	200	mg/L
Mg ⁺⁺	15 ,2	26,75	200	150	mg/L
CL ⁻	54,6	134,71	250	500	mg/L
Na ⁺	36	38.4	200	-	mg/L
HCO ³⁻	211,06	263,82	-	-	mg/L
K ⁺	0,7	0,79	-	12	mg/L
Nitrites (NO ₂ ⁻)	<0,02	0,046	3	0,1	mg/L
Phosphores P	0,06	0,05	-	5	mg/L
Phosphates (PO ₄ ³⁻)				0,5	mg/L
RS	400	411.92	2000	0,3	mg/L
Sulfates (SO ₄ ⁻²)	19,6	192	400	400	mg/L

Nitrates (NO ₃ ⁻)	2,55	0,48	44	50	mg/L
Minéralisation	391,66	398,76	-	-	mg/L

2. Discussion

2.1. Les Paramètres Physiques

2.1.1. La température

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers, elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température.

La température mesurée pour les cinq eaux minérales analysées est comprise entre 14,9 à 17,8°C, elle reste dans la norme moins de 25°C, on peut conclure que notre eau reste potable. Si on respecte la température de stockage et de transport.

Tableau 14: température des eaux en unité (C°)

T C°	Prélèvement 1	Prélèvement 2
ELGOLEA	14,9	17,8
MILOK	15,3	17,8
GUEDILA	15,3	17,7
LALA KH	15	17,7
TOUDJA	15	17,7

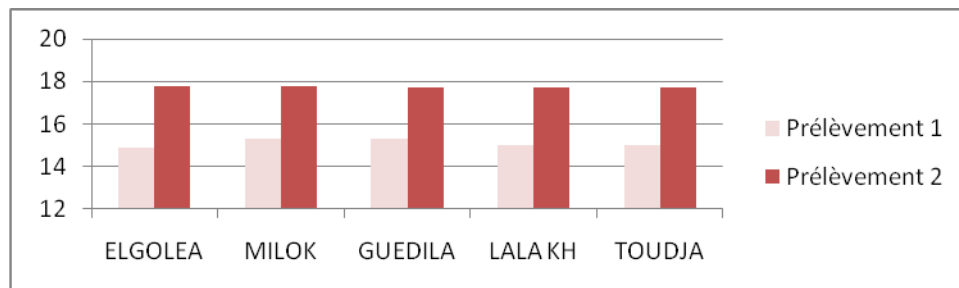


Figure 14 : la température des eaux analysées.

2.1.2. PH

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

La valeur varie de 7,16 à 7,56 pour le premier prélèvement et 7,64 à 8,3 pour le deuxième prélèvement donc on voit que il ya un changement perceptible surtout dans l'eau de Toudja ; mais en général elle reste dans la norme (6,5 à 8,5) qu'indique que les eaux sont légèrement basiques.

Tableau15 : pH des eaux en unité pH

Unités	Prélèvement 1	Prélèvement 2
ELGOLEA	7,4	8,3
MILOK	7,56	7,8
GUEDILA	7,35	7,64
LALA KH	7,22	7,88
TOUDJA	7,16	8,06

2.1.3. Conductivité électrique

La conductivité des eaux naturelles fournit une information globale sur la quantité des sels dissous qu'elles renferment (Frank J. Et Kemmer N., 1992).

La conductivité électrique des échantillons variée entre (279 *lls/cm*) à (786 *lls/cm*), elle reste dans la norme (2000 *lls/cm*), la variation irrégulière de la conductivité électrique dépend de la présence d'ions pouvant se déplacer librement et par conséquent conduire le courant électrique. Généralement pour tous les échantillons, la variation temporelle de la conductivité est négligeable (Figure 16).

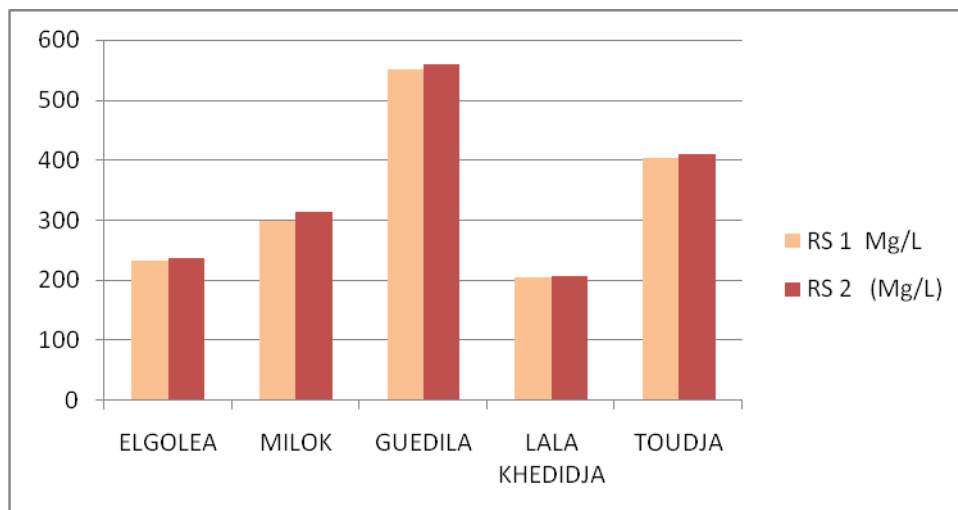


Figure 15 : Conductivité électrique des eaux analysées

2.1.4. Le taux de sels dissous (TDS)

La salinité correspond à la quantité de sels dissouts à savoir le chlorure de sodium (NaCl), chlorure de magnésium (MgCl₂). Une augmentation de la salinité indique une augmentation en ions sodium (Na⁺), magnésium (Mg⁺⁺), chlorure (Cl⁻), après dissociation des sels (Figarella et Leyral, 2002 ; Rodier et al, 2005).

L'eau Guedila semble contenir plus de sels dissouts (372mg/l) par contre Lala khedidja contient moins de sels (140,88mg/l).

Tableau 16 : Taux des sels dissouts des eaux analysées (en mg/l)

Unités	TDS 1 (mg/L)	TDS 2 (mg/L)
ELGOLEA	158	160
MILOK	206	212
GUEDILA	372	394
LALA KH	140,2	141,1
TOUDJA	275	280

2.1.5. Minéralisation globale

Les résultats de taux de minéralisation montre que tout les échantillons étudiés sont faiblement minéralisé dont les valeurs des deux prélèvements sont compris entre 199,88 mg/l et 533,36mg/l vu que la norme est 800_1000 mg/l.

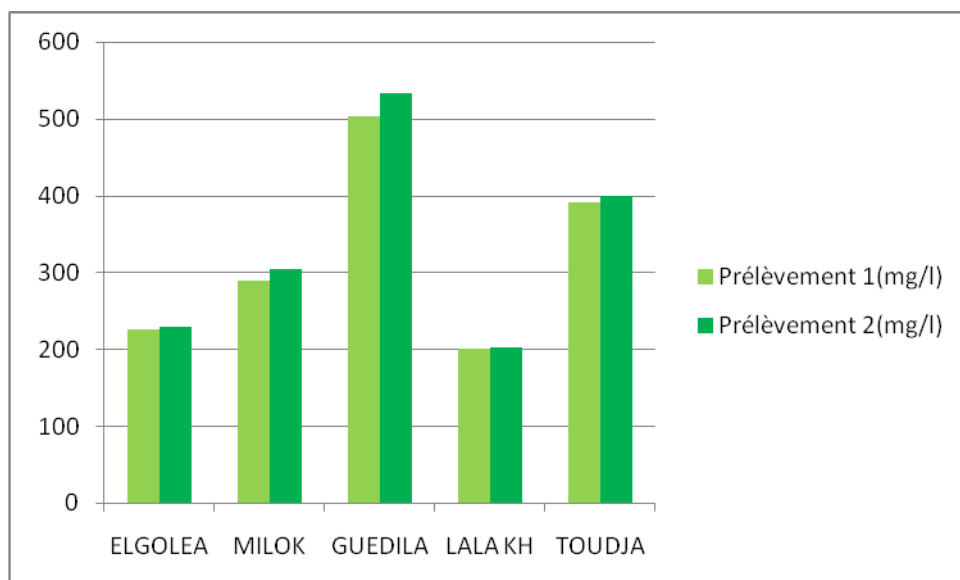


Figure 16 : Taux de Minéralisation des eaux analysées.

2.1.6. Dureté Hydrométrique

La dureté ou titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène. Dans la plupart des cas la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium, manganèse (Rodier ,2009). Les eaux étudiées sont au dessus de la norme algérienne (50°F), d'après le tableau 2, nous constatons que nos eaux avant le stockage l'échantillon d'eau Lala khedidja et El- Golea présentent un aspect douce mais l'eau Milok ,Toudja et Ghedilla sont moyennement dure à dure respectivement. Après stockage, toutes les eaux deviennent dures à très dures

Tableau 17: Dureté totale ou titre hydrométrique des eaux analysées (°F)

Unité	Prélèvement 1 (°F)	Prélèvement 2 (°F)
ELGOLEA	11	34
MILOK	24	35
GUEDILA	40	42
LALA KH	14	23
TOUDJA	18	45

1.7. Résidu sec

Il en ressort que toutes les valeurs sont inférieures aux normes fixée par la CEE (1500mg/l) et même celles fixées par l'OMS et les normes algériennes (2000mg/l).

L'eau GUEDILA semble avoir le plus grand taux de résidu sec (564 mg/l).

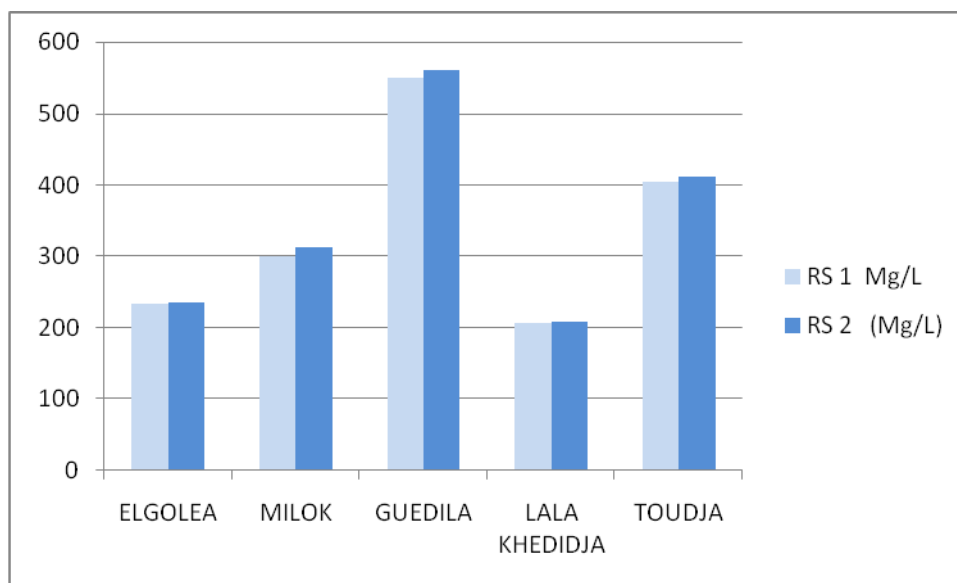


Figure 17: Taux de Résidu sec des eaux analysées.

2.1.8. Magnésium

Le magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau. La plupart des sels de magnésium sont très solubles dans l'eau même le carbonates peut être dissous (jusqu'à 300mg/l à 20°C) (Rodier et al, 2005).

Les résultats obtenus montrent que les différentes eaux ont des teneurs en magnésium dans les normes de l'OMS et les normes algériennes de potabilité de l'ordre de 150mg/l au maximum (JORA, 2000).

Après stockage, On aperçoit un changement remarquable de teneur en Mg^{+2} dans les échantillons d'eau de Ghedilla, Milok, Lala Khedidja, D'après (Rodier, 2009), cet élément ne présente aucun danger sur le plan sanitaire par contre il peut communiquer un gout amer à l'eau à partir de 100mg/l.

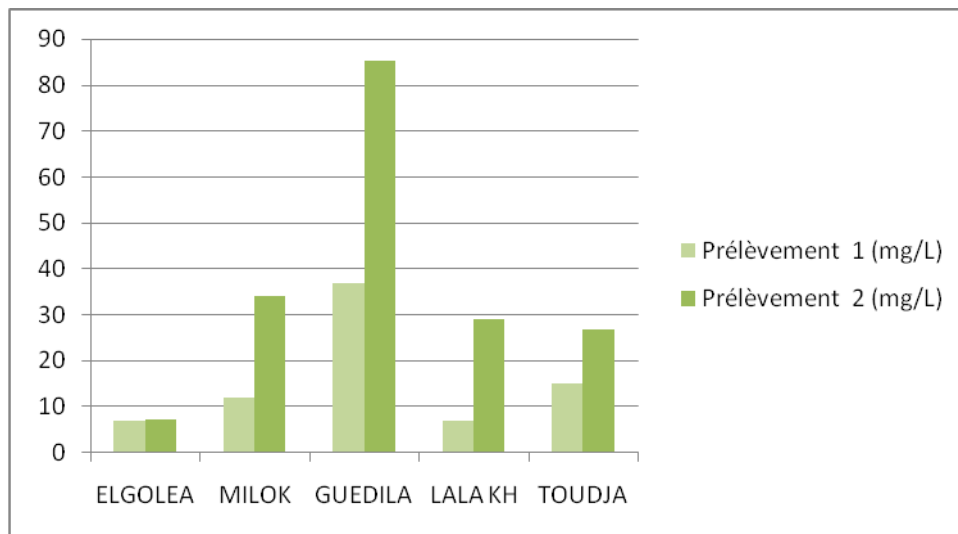


Figure 18 : le taux de magnésium des eaux analysées

2.1.9. Calcium

Le calcium est le cinquième élément le plus abondant de la croûte terrestre (plus de 3 %) et c'est un cation essentiel pour la matière organique. Il contribue à la dureté de l'eau et c'est le minéral le plus abondant dans les eaux.

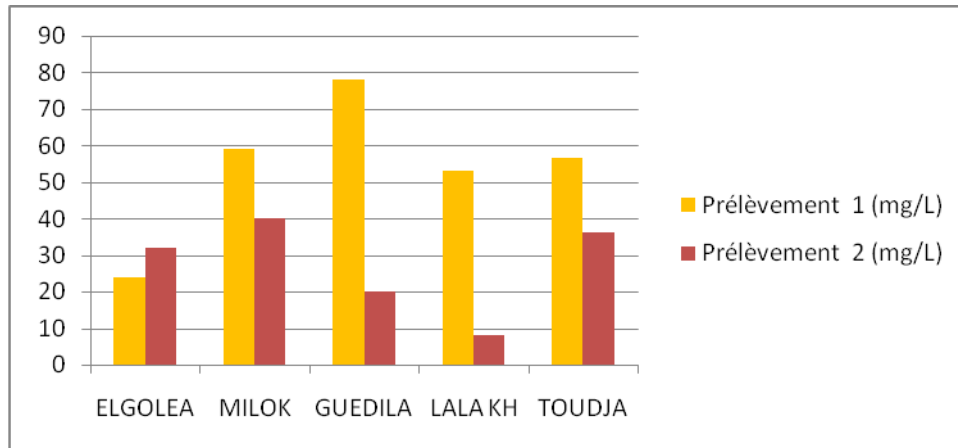


Figure 19 : Taux de Calcium des eaux analysées

Tous des échantillons analysés présentent un taux de calcium abordable à l'énorme (200mg/l).

Après stockage, on remarque que pour la majorité des échantillons, le teneur de calcium est diminué, sauf pour l'échantillon d'El GOLEA.

Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables, sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains emmagasinées, l'influence de calcium de l'eau sur la santé du consommateur a été discutée, cependant les recherches et les études statistiques ont montrées qu'il n'y aurait pas de relation doses - effets sur la santé de l'individu. (Rodier et *al*, 2009).

2.1.10. Potassium et sodium

La présence de sodium et potassium dans tous les échantillons à des concentrations significatives est liée à la lithologie de la région étant donné que ces éléments entre dans la composition des argiles qui se trouvent dans la majorité des couches géologiques.

Tableau 18: Teneur en potassium des eaux analysées (en mg/l).

K ⁺	Prélèvement 1 (mg/L)	Prélèvement 2(mg/L)
ELGOLEA	4,6	4,49
MILOK	3	2,41
GUEDILA	2	0,65
LALA KH	0,54	0,81
TOUDJA	0,7	0,79

Tableau 19: Teneur en sodium des eaux analysées (en mg/l).

Na ⁺	Prélèvement 1 (mg/L)	Prélèvement 2 (mg/L)
ELGOLEA	28	27.48
MILOK	9	9.88
GUEDILA	29	28.48
LALA KH	5.5	4.48
TOUDJA	36	38.48

Les résultats obtenus montrent que les différentes eaux ont des teneurs en Potassium dans les normes algériennes de potabilité de l'ordre de (12mg/l), et des très faibles teneurs en sodium par rapport à les normes de l'OMS (200mg/l). En général on n'admit pas un changement significatif dans les teneurs de Na⁺ et K⁺ après stockage.

II.1.11. Chlorures

La teneur en chlorures des eaux semble être conforme aux normes de l'OMS de l'ordre de 250mg/l et les normes algériennes qui fixent le seuil à 500 mg/l. L'eau minérale TOUDJA présente le taux le plus élevé avec 134,71mg/l par contre l'eau minérale LALA KHEDIDJA présente la plus faible teneur en Chlorures soit 35,45 mg/l. D'ailleurs, la teneur en chlore augmente généralement avec le degré de minéralisation d'une eau (Henry, 1992).L'inconvénient majeur des chlorures est la saveur désagréable qu'elles communiquent à l'eau à partir de 250 mg/l.

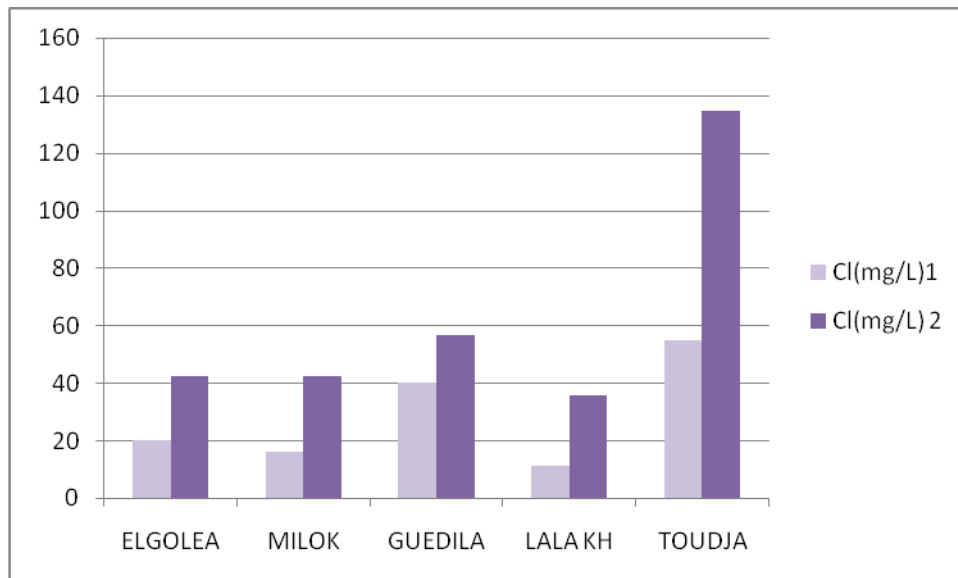


Figure 20: teneurs en chlorures des eaux analysées.

Après stockage, on remarque que teneur en chlore est augmentée de façon importante dans l'échantillon d'eau TOUDJA.

2.1.12. Sulfates (SO₄²⁻)

Les taux des eaux analysées semblent être dans les normes de l’OMS de 400 mg/l, Cet élément donne un gout désagréable aux eaux de consommation et les rendent corrosives vis-à-vis des conduites et accélère la corrosion du fer surtout si sa teneur dépasse 300mg/l. La concentration en ions sulfates des eaux naturelles, est très variable, peut être largement dépassée dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevée, et la dissolution du gypse (Rodier et al. 2005).

Il est aussi nocif pour la végétation (Rodier Et Al, 2005). Sur le plan sanitaire et en dehors du goût désagréable communiqué à l'eau ainsi que les diarrhées chez les enfants, On peut également signaler certains effets laxatifs des Sulfates en particulier s'ils sont au Magnésium et au Sodium (Haïk, 1989).

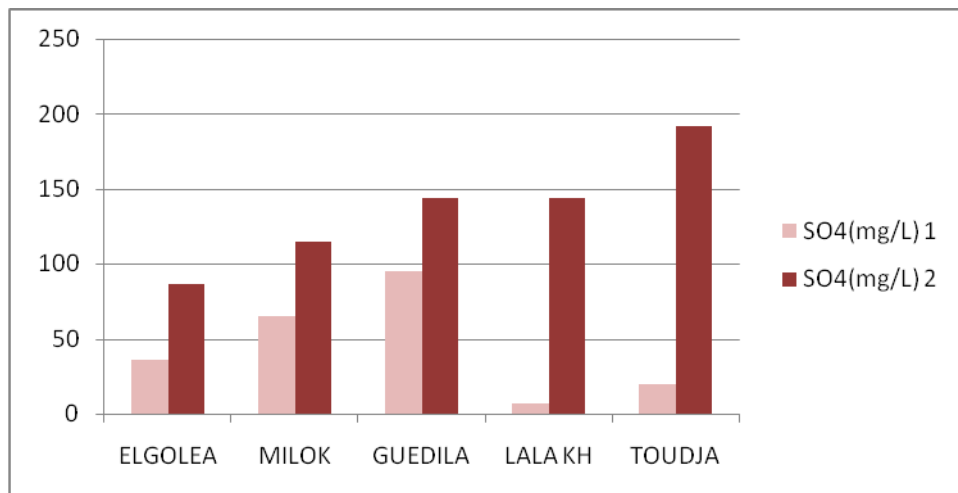


Figure 21 : teneur en Sulfates des eaux analysées en mg/l.

2.1.13. Nitrate

La concentration en nitrate dans les eaux souterraines est normalement basse, mais peut atteindre des niveaux élevés en raison de l'écoulement agricole, l'écoulement de décharge d'ordures, ou de contamination avec les déchets des animaux ou des humaines.

Le teneur en nitrates dans les différentes eaux varie de 0,42mg/l pour Lala Khedidja à 5,6 mg/l pour l'eau Milok.

Ces taux semblent être dans les normes de l’OMS de l’ordre de 44 mg/l et aussi dans les normes algériennes et du CEE qui sont de 50 mg/l.

Les nitrates étant un élément nocif à fortes dose, des doses supérieures à 100mg/l, les

nitrate sont capables de former *in vivo* des dérivés « les nitrosamines » à pouvoir cancérigène. L'OMS fixe la dose journalière admissible pour les nitrates (DJA) à 3,7 mg de NO₃⁻ /kg/jour (Montiel, 1999 ; Chausse et al, 2003)

Tableau 20: Teneur en nitrates des eaux (en mg/l)

	Prélèvement 1 (mg/L)	Prélèvement 2 (mg/L)
ELGOLEA	2,4	1,92
MILOK	2	5,6
GUEDILA	4,5	0,92
LALA KH	0,42	0,6
TOUDJA	2,55	0,48

2.1.14. Nitrite

Les teneurs en nitrites dans tous les échantillons reste dans la norme qui est de 1 mg/l. Les Nitrites constituent une phase intermédiaire instable dans l'eau en raison de son oxydation biologique rapide en nitrate, de ce fait son existence dans l'eau est à très faibles doses.

L'existence d'une grande quantité des ions nitrites dans l'eau potable cause un état d'abaissement de pression chez les adultes et un état de suffocation à cause du manque d'oxygène dans le sang chez les nouveaux - nés (Il Haïk, 1989).

Tableau 21: Teneur en nitrites des eaux (en mg/l)

	Prélèvement 1 (mg/L)	Prélèvement 2 (mg/L)
ELGOLEA	0	0,038
MILOK	0	0,032
GUEDILA	0,01	0,041
LALA KH	0	0,031
TOUDJA	0,02	0,046

2.1.15. Phosphates (PO₄³⁺)

Des teneurs supérieures à 0,5 mg/L doivent constituer un indice de pollution. Ce n'est pas le cas pour nos eaux étudiées. Ces teneurs semblent être conformes aux normes de l'OMS de 0,5mg/l donc toutes les eaux sont potables. L'eau GUEDILA présente le taux le plus élevé avec 0,22 mg/l.

Tableau 22: Teneur en phosphates des eaux (en mg/l).

	Prélèvement 1 (mg/L)	Prélèvement 2 (mg/L)
ELGOLEA	0,13	0,09
MILOK	0,17	0,08
GUEDILA	0,22	0,06
LALA KH	0,02	0,06
TOUDJA	0,06	0,05

2.1.16. Bicarbonate (HCO_3^-)

Les bicarbonates sont considérés comme les anions les moins réponsus dans les eaux.

La teneur des bicarbonates dans l'eau dépend des terrains traversés (Rodier, 2005).

Les normes algériennes ne fixent pas de limites pour ce paramètre. Les bicarbonates sont proportionnellement liés à l'alcalinité de l'eau. Guedila et Toudja semble avoir les taux les plus élevés 263,82 mg/l.

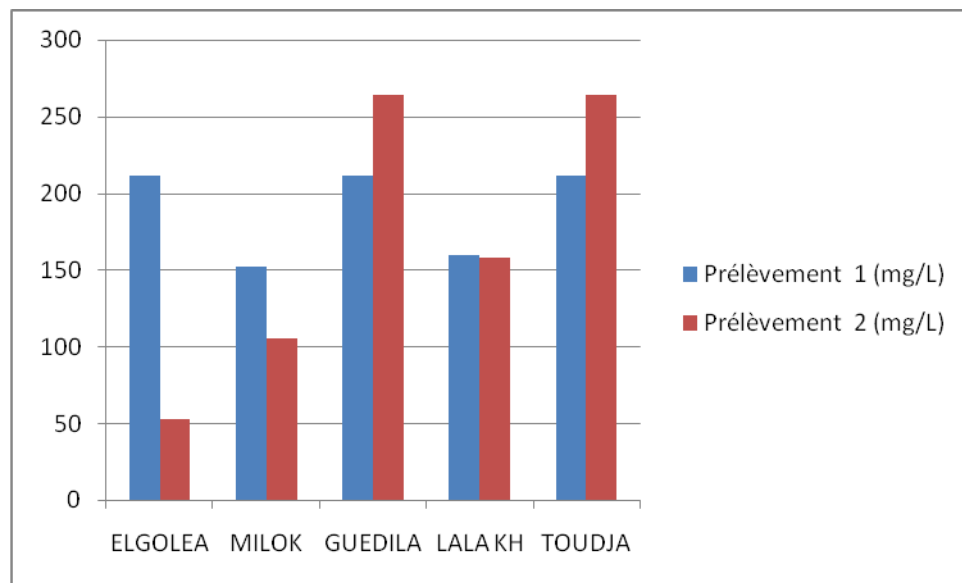


Figure 22: Taux de Bicarbonates des eaux analysées

2.1.17. Ammonium (NH_4^+) :

Les eaux profondes peuvent se charger en ammonium par réduction des nitrates sous l'action des bactéries. La teneur en ammonium (NH_4^+) des eaux analysées révèle des valeurs variables de, 0 mg/L à, 0.5mg/L. les échantillons reste dans la norme algérienne qui est de 0,5 mg/L.

Tableau 23 : Teneur en Ammonium (NH₄⁺) des eaux (en mg/l).

Unités	Prélèvement 1 (mg/L)	Prélèvement 2(mg/L)
ELGOLEA	0,37	0,5
MILOK	0	0,46
GUEDILA	0,43	0,41
LALA KH	0,49	0,36
TOUDJA	0	0,37

3. Classification des eaux

3.1. Représentation des échantillons d'après la formule caractéristique

Tableau 24 : classification des eaux d'après le facies chimique.

Unités	Prélèvement 1	Prélèvement 2
ELGOLEA	Eau bicarbonatée calcique magnésienne $R_{HCO_3^-} > R_{SO_4^-} > R_{Cl^-}$ et $R_{Ca^{+2}} = R_{Mg^{+2}} > R_{Na^{+}K^{+}}$	Eau bicarbonatée calcique $R_{HCO_3^-} > R_{SO_4^-} > R_{Cl^-}$ et $R_{Ca^{+2}} > R_{Na^{+}K^{+}} > R_{Mg^{+2}}$
MILOK	Eau bicarbonatée calcique $R_{HCO_3^-} > R_{SO_4^-} > R_{Cl^-}$ et $R_{Ca^{+2}} > R_{Mg^{+2}} > R_{Na^{+}K^{+}}$	Eau bicarbonatée magnésienne calcique $R_{HCO_3^-} > R_{SO_4^-} > R_{Cl^-}$ et $R_{Mg^{+2}} > R_{Ca^{+2}} > R_{Na^{+}K^{+}}$
GUEDILA	Eau sulfatée calcique $R_{SO_4^-} > R_{Cl^-} > R_{HCO_3^-}$ et $R_{Ca^{+2}} > R_{Mg^{+2}} > R_{Na^{+}K^{+}}$	Eau sulfatée magnésienne $R_{SO_4^-} > R_{Cl^-} > R_{HCO_3^-}$ et $R_{Mg^{+2}} > R_{Ca^{+2}} > R_{Na^{+}K^{+}}$
LALA KH	Eau bicarbonatée calcique $R_{HCO_3^-} > R_{Cl^-} > R_{SO_4^-}$ et $R_{Ca^{+2}} > R_{Mg^{+2}} > R_{Na^{+}K^{+}}$	Eau bicarbonatées magnésienne $R_{HCO_3^-} > R_{Cl^-} > R_{SO_4^-}$ et $R_{Mg^{+2}} > R_{Ca^{+2}} > R_{Na^{+}K^{+}}$
TOUDJA	Eau bicarbonatée magnésienne $>R_{SO_4^-} > R_{Cl^-} > R_{HCO_3^-}$ et $R_{Mg^{+2}} > R_{Ca^{+2}} > R_{Na^{+}K^{+}}$	Eau bicarbonatée magnésienne $R_{HCO_3^-} > R_{SO_4^-} > R_{Cl^-}$ et $R_{Mg^{+2}} > R_{Ca^{+2}} > R_{Na^{+}K^{+}}$

Nous avons observé qu'après le stockage la majorité des échantillons change sa formule caractéristique et qui du aux réactions chimiques qui se produit au cours de stockage.

3.2. Représentation graphique des échantillons :

D'après la représentation des échantillons sur le diagramme de piper, nous remarquons que tous les échantillons ont un facies bicarbonaté et d'après STABLER l'aspect alcalin domine (fig.25)

Diagramme de Piper

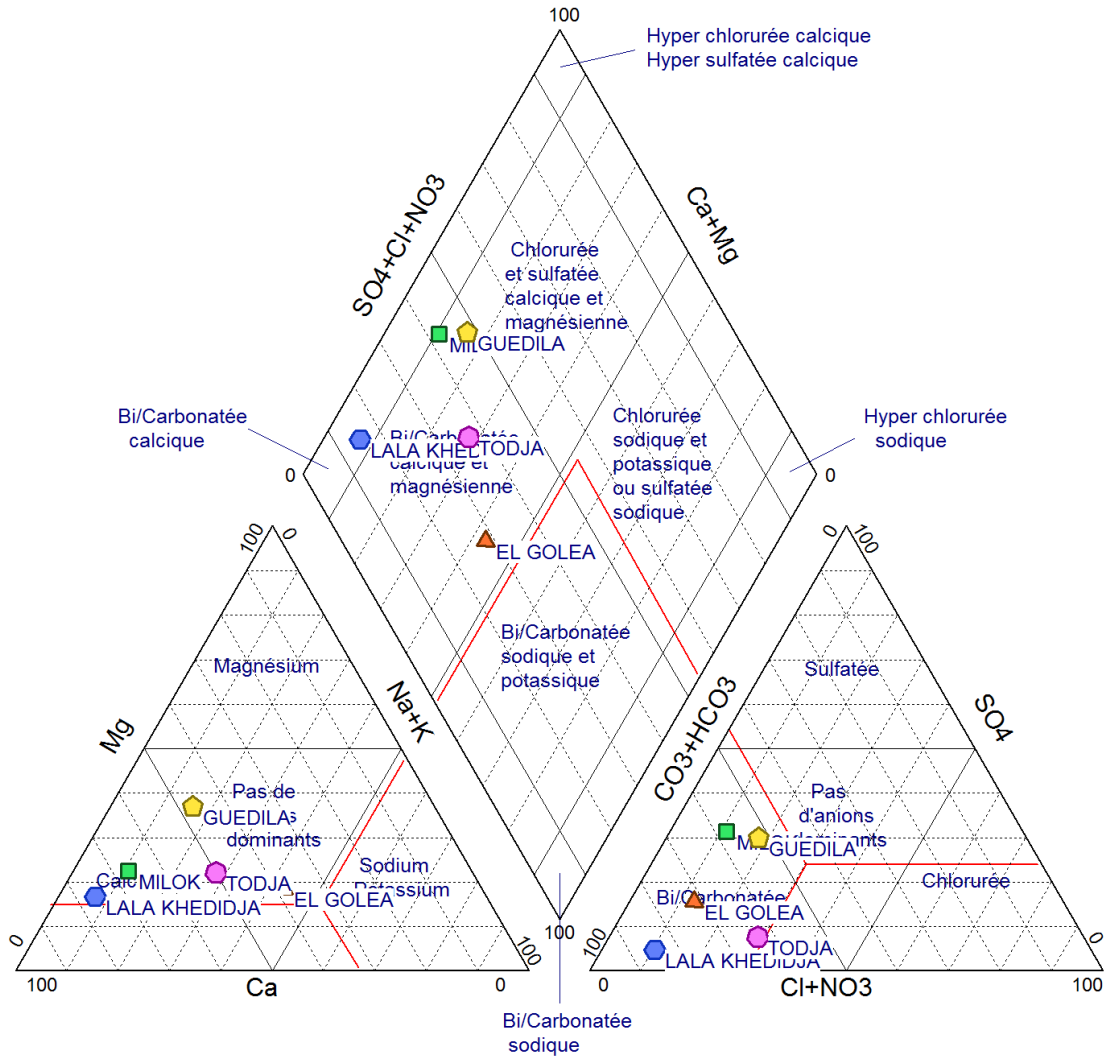


Figure 23 : Représentation des échantillons d'après le diagramme PIPER

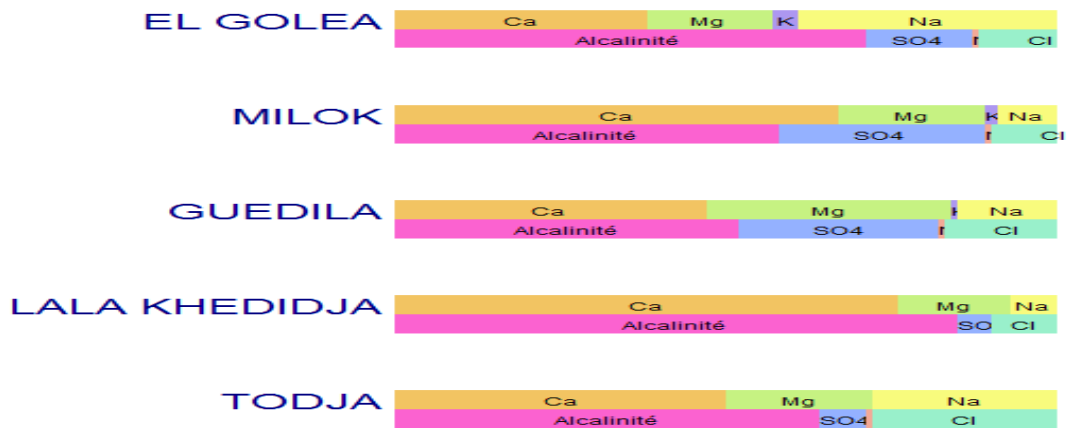


Figure 24 : Représentation des échantillons d'après le diagramme de STABLER

Conclusion

L'eau constitue un élément essentiel pour l'organisme humain, pour sa vie et ses besoins journaliers, cela implique une surveillance colossale considérablement sur le plan physico-chimique et bactériologique. La nature et l'origine des eaux, les variations du milieu et l'hydraulique du réseau de distribution, influent sur les caractéristiques physicochimiques.

L'étude menée au cours de ce travail a pour but consiste à faire un diagnostic et évaluation spatiotemporelle de la qualité physico-chimiques de quelques eaux minérales naturelles algériennes mis en bouteilles et stockées. Nous avons pris cinq échantillons d'eau minérale commercialisée en Algérie : eau minérale Guedila, eau minérale Lalla Khadija , eau minérale Milok, eau minérale Toudja et eau minérale El-Golea sur lesquels des analyses physicochimiques ont été effectuées.

D'après Les résultats des l'analyses physico-chimiques des eaux minérales étudiées, nous avons constaté que les paramètres physiques mesurées ont subis à des changements remarquables :

- la température mesurée pour les cinq échantillons d'eaux minérales analysées est comprise entre 14.9 à 17.8°C.
- le pH des cinq échantillons d'eau varie entre 7.16 à 7,56 pour le premier prélèvement et 7,64 à 8,3 après le stockage donc on voit que il ya un changement perceptible surtout dans l'eau minérale de Toudja où il augmente de 7.16 à 8,06.
- La conductivité électrique varie de 279.2 à 747 $\mu\text{s}/\text{cm}$ pour le premier prélèvement et 282.15 à 786 $\mu\text{s}/\text{cm}$ après le stockage, la variation temporelle de la conductivité est négligeable,
- le TDS (158 à 394mg/l) il n'est aucune modification importante pour les taux des sels dissouts dans les échantillons sauf L'eau GUEDILA la valeur de TDS est augmentée après le stockage (372 mg/l à 394 mg/l).
- La dureté (TH) très importante (11 à 40 °F) pour le premier prélèvement et après stockage (23 à 45°F), qui indique que toutes les eaux analysées deviennent dures à très dures après stockage.

Mais pour les teneurs en éléments chimiques tels que: le HCO_3^- , Cl^- , SO_4^- , NO_3^- , NO_2^- Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ et K^+ nous remarquons qu'il ya des modifications étonnant pour les cinq échantillons après stockage mais de façon singulière.

Pour les composants négatives (anions) nous observons que :

Les teneurs en HCO_3^- , ne fixent pas de limites pour ce paramètre Guedila et Toudja semble avoir les taux les plus élevés 263,82 mg/l.

- les teneurs en Cl^- ils sont augmentés de façon collective dans tous les échantillons
- les teneurs en SO_4^{2-} il est augmente dans tous les échantillons, en particulièrement Lala Khadija (11 à 35.45mg/l) et Toudja (54.6 à 134.71mg/l) où on voit des valeurs très élevés par rapports les autres échantillons.
- les teneurs en NO_2^- et NO_3^- ils ont augmenté dans les échantillons LALA KHADIJA (0 à 0.031mg/l),(0.042 à 0.06mg/l) et Milok (0 à 0.032), (2 à 5.6) et particulièrement l'eau Guedila(0.01à0.041mg/l),(4.5à0.92mg/l) respectivement Mais dans les échantillons, El-Goléa (0 à 0.038mg/l),(2.4à1.92mg/l) et Toudja (0.02 à 0.046mg/l)et(2.4 à 1.92mg/l) ont diminués.

Pour les composants positives (cations) nous notons que :

- Les teneurs en Mg^{+2} , après stockage de trois mois, ont augmentée dans tous les échantillons sauf l'échantillon d'eau d'el Golée il reste stable. Par contre les valeurs des teneurs en Ca^{+2} , ils ont diminués dans tous les échantillons sauf L'eau d'el golea (24 à 32.06mg/l).
- Pour Les teneurs en K^+ et Na^+ reste stables dans tous les échantillons.
- Les teneurs en PO_4^+ ont diminués dans les échantillons sauf L'échantillon d'eau de Lala Khedidja (0.02 à 0.06mg/l) augmente.
- Les teneurs en NH_4^+ ont augmenté dans les échantillons d'eau de Milok (0 à 0.06mg/l), Toudja (0 à 0.37 mg/l), El Golée (0.37 à 0.5mg/l) mais diminue dans les échantillons Lala Khedidja (0.49 à 0.36mg/l) et Guedila (0.43 à 0.41mg/l).

En général, les valeurs des paramètres physicochimiques restent toutes conformes aux normes admises. Ceci nous permet de constater que la quasi-totalité des échantillons renferment des eaux d'une bonne qualité physico-chimique.

Mais , il y a lieu de mettre en œuvre plus de rigueur dans la prise en charge des analyses affichées sur les emballages des eaux mis en bouteilles afin que le consommateur soit mieux rassuré.

Références bibliographiques :

Alpha S.M., 2005. Qualité organoleptique de l'eau de consommation produit et distribuer par l'EDMSA dans la ville de Bamako. Doctorat en pharmacie, université debamako.

Andriamiradis L., 2005. Mémento technique de l'eau. 2eme édition: Degremont.P: 8.

Balderacchi R., 2009. L'eau dans l'organisme. Centre national de la recherche scientifique (CNRS).

Benblida M., 2011. L'efficience d'utilisation de l'eau et approche économique. Etude national Algérie. Plan bleu, Sophia Antipolis, centre d'activité régionale. PNUE / PAM.

Bernard J., 1989. Mémento technique de l'eau, Edition. Paris-France.

Berne F. et Cordonnier J., 1991. Traitement des eaux. Edition : Tec. P : 6-14.

Bonin J., 1982. Aide-mémoire d'hydraulique urbaine. Edition. Eyrolles. P : 23-24- 27.

Bontoux J., 1983. Introduction à l'étude des eaux douces, Cebedoc. Belgique.

Bouchenga S, Lahreche A., 2006, mémoire de fin d'étude : Etude la qualité microbiologique des eaux de puits, Zone urbaine et agricole (Ghardaïa).

Boucheckima .B Bernade. G, Ouahes .R, Diboun M., 2000. Etude théorique et application pratique du distillateur solaire à film capillaire, Int .J. Thermo..SCI. 39, 442,459.

Cardot C., 1999. Les traitements de l'eau: procédés physico-chimiques et biologiques, cours et problèmes résolus: génie de l'environnement. Edition Elipses.71p.

Chaussee K., Phaneuf D. et Levallois P., 2003, Nitrates /Nitrites-Fiche synthésseur l'eau potable et la santé humaine. Groupe scientifique sur l'eau, Institut national de santé publique du Québec, P64.

Codex S. et Coin, 1981. La pratique de l'eau : usages domestiques .Collectif industriel .Édition : Moniteur. Paris : 3-29-326-327.

Coulais J .M., 2002. Qualité des eaux et normes de potabilité en deux serves. Édition. Des ateliers.

- Dégréement, 1989.** Memento technique de l'eau. Ed. Lavoisier, Paris, Tome 1, 581p
- Degremont G., 1990.** Mémento technique de l'eau. Tome 1, 2eme édition: Copy right dégrement. P: 129.
- Degremont G., 2005.** Mémento technique de l'eau. Tome 1, 10eme édition : Tec et doc. P: 3- 38.
- Deville J., Squilbin M., Yourassowsky C., 2005.** Qualité physico chimique et chimique des eaux de surface. Institut bruxellois pour la gestion de l'environnement, observation des données de l'environnement L'IBGE : "l'eau à bruxelles. Fiche 2.
- Document de l'ANRH.** Rapport technique : les forages.
- Dumoulin L., Mantha M.M.** Boire de l'eau pourquoi et combien ? Révision médicale : Dr Paul Lépine, M.D., D.O. Le 26 septembre 2005, Mise à jour : mai 2009.
- Dupont A., 1974.** Hydraulique urbaine. « Hydrologie, captage et traitement des eaux ». Tome 1. 3eme édition: Eyrolles. Paris .P: 26-28-34-64
- Duval C. 1971.** L'eau. 2ème édition.
- El Haik N., 1989.** Pollution et traitement des eaux : copie en arabe. 63p.
- Figarella J., Leyra G., 2000.** Analyse des eaux : Aspects réglementaires et Techniques. Ed Scérén CRDP d'aquitaine. Paris. 217p.
- Foka S. 2006.** Les critères de choix d'une eau minérale.
- Friedli C., 2002.** Chimie générale pour ingénieur. Edition : presse polytechniques.
- Gaujour D., 1985.** La pollution des milieux aquatiques: Aide mémoire. Édition: revue et augmenté. P: 49.
- Gaujour D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques : Aide mémoire. 2eme édition : Lavoisier. P : 49.
- Hamki A., 2006.** Traitement de l'eau de source Bousfer : Mémoire. Université d'Oran.

Haslay C. et Leclerc H. (1993). Microbiologie des eaux d'alimentation .technique et documentation –Lavoisier édition, Paris.

Hevrey M. et Hems J. 1986. Aquarium d'eau douce. Office des publication universitaires. Alger.

Huot A., 2010. Eau et santé. La revue Bio contact, n°200.

Jean L.C., 2002. La dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau. Edition. Ministère de l'agriculture et de la pêche. Direction de l'espace rural et de la forêt. Paris.

Journal officiel de la république algérienne. 2004. n° 45du 18 Juillet 2004, Alger, pp : 9-10.

Journal officiel de la république algérienne. 2006. n° 27 , 26 avril 2006. pp : 10-11.

Kehal S., 2007.Rétrospective et perspective du dessalement en Algérie. Désaliénation, 204, pp. 403-415

Kemmer F., 1984. Manuelle de l'eau .Edition : Lavoisier technique et documentation .P: 95- 96-112.

Kettab A., 1992. Traitement des eaux. Les eaux potables. Edition: Office des Publications Universitaires. Alger: 4. P 118-111-123.

Lanteigne J., 2003. Encyclopédie de l'agora.

Larbi A. et Belarroussi F.. 2007. Suivi de qualité des eaux de distribution de la wilaya d'Oran, aperçu sur l'état de santé des eaux souterraines. Mémoire d'ingénieur : département de chimie . UST-Oran.

Lebleu N., 2007. Désinfection des eaux par procédés membranaires, étude des mécanismes de transfert des bactéries, thèse de doctorat, spécialité génie des procédés et de l'environnement. Université de Toulouse.

Leemans, M., Bawin, C., Bellon, J., Bovy, C., 2008. *Livre bleu tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur l'eau potable et l'assainissement des eaux usées* .3eme édition, Ed. Fédération Belge du Secteur de l'eau asbl, 5p.

Lepeltier S., 2005. Un bon état écologique des eaux.

Louis M. Commissaire européen au Développement et à l'Aide humanitaire.

Marcel F.R., 1986. Dictionnaire français d'hydrologie de surface. Edition: Masson.P: 94.

Margat J., 1992. L'eau dans le bassin méditerranéen. Situation et perspective. Edition: Harmattan.

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

Mercier J. ,2000. Le grand livre de l'eau. Edition: La reconnaissance du livre. Collecte art de vivre. P 91.

Moll. 1990. Circulations in the western Mediterranean's; oenological acta (2).pp : 134-149.

Monique H., 1991. Les eaux naturelles et les eaux de consommation saint Laurent.

Montiel A.. 1999. Contrôle de la pollution de l'eau .Ed .Techniques de l'ingénieur, 62p.

Montiel A et duguet J.P., 2000. Analyses et norme de qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

Organisation mondiale de la santé (OMS). Directives de qualité pour l'eau de boisson, troisième édition, Volume 1 : Recommandations. OMS; 2004-2006.

OMS (Organisation mondiale de santé), 1994. Protection et amélioration de la qualité de l'eau.2eme édition. Volume 1.Genève:18.

Pomerol C. et Renard M., 1997. Élément de géologie.11eme édition: Masson. P:523.

Rejesk F. 2002. Analyse des eaux Aspects réglementaires et techniques. Édition CRDP. Paris.

Retiel. N, F. Abdessemed et M. Bettahar., 2008. Etude expérimentale d'un distillateur solaire plan amélioré. *Revue des Energies Renouvelables*. Vol. 11 N°4, P635 – 642.

Rodier J., 1996. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 6eme édition: Dunod, Paris.

Rodier J., 2005. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 8eme édition: Dunod, Paris

Rodier J., 2009. L'analyse de l'eau: Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. 9eme édition: Dunod, Paris. *Energies Renouvelables, Chemss* ,p 91-97.

Satin M. et Selmi B., 1999. Guide technique de l'assainissement. 2eme édition: Moniteur. P:75.

Savary P. (2010). Guide des analyses de la qualité de l'eau .territorial éditions .p75-115.

Shilton A.N., Elmetria I., DrizobA. ,Pratta S. , Haverkampa R.G. et Bilbyc S.C.. 2006. Phosphorus removal by an 'active' slagfilter—a decade of full scale experience. *Water research*, Vol 40. pp 113– 118.

Vilagines R., 2000. Eau, environnement et santé publique, éd. médicales nationales, Londres – Paris – New York. 174p.

WHO (World Health Organization), 1994. Directive de qualité de l'eau de boisson. Critères d'hygiène. 2eme édition. Vol 2. Genève.

<http://ce2miri.unblog.fr/2016/05/04/>.

Tableau : Normes algériennes de potabilité

Paramètres	Valeurs	Unités
Paramètres organoleptiques		
Couleur	25	mg/l pt-Co
Odeur	Doit être acceptable	Taux de dilution
Turbidité	1-2	NTU
Saveur	Doit être acceptable	Taux de dilution
Paramètres physico-chimiques		
Température	25	°C
pH	6,5 -8,5	-
Conductivité	2800	µs/cm
Résidu sec (110)	2000	mg/l
Calcium	75 -200	mg/l
Magnésium	150	mg/l
Sodium	200	mg/l
Potassium	20	mg/l
Chlorure	200-500	mg/l
Sulfates	200 -400	mg/
Co ³⁻ -co ^{3H-}	-	-
Aluminium	0,5	mg/l
Substances indésirables		
Nitrates	50	mg/l
Nitrites	0,1	mg/l
Ammonium	0,05-0,5	mg/l
Phosphates	0,5	mg/l
Ox. kMnO ₄ (acide)(MO)	3,5	mg/l
Bore	0,3	mg/l
Fer	0.3	mg/l
Cuivre	0,05-1,5	mg/l
Zinc	1 -5	mg/l
Manganèse	0,5	mg/l
Paramètres		
Baryum	0,7	mg/l
Phénols	-	-
Fluorure	0,8-2	mg/l
Argent	-	-
Azote	2	mg/l
Substances Toxiques		
Arsenic	0,05	mg/l
Cadmium	0,01	mg/l
Cyanure	0,05	mg/l
Mercure	0,001	mg/l
Plomb	0,05	mg/l
Chrome	0,05	mg/l
Nickel	0,02	mg/l
Antimoine	0,005	mg/l
Sélénium	0,01	mg/l
Epichlorhydrine	-	µg/l

1.2-dichloroéthane	30	µg/l
Tétrachloroéthylène	40	µg/l
Benzo(a)pyrène	0,7	µg/l
Benzène	-	µg/l
Tétrachlorure decarbone	2	µg/l
Chlorure de vinyle	5	
Paramètres microbiologique		
Coliformes totaux	0	N/100ml
Streptocoque fécaux	0	N/100ml
Coliformes thermotolérants	0	N/100ml
E-coli	0	N/100m

Étude comparatives de quelques eaux naturelles minérales algériennes mises en bouteilles et stockées. Algérie

Nom: Zerouil

Prénom: Darroua

Encadreur: Rouighi Taher

Résumé :

L'étude menée au cours de ce travail a pour but de faire un diagnostic et évaluation spatiotemporelle de la qualité physico-chimique de quelques eaux minérales naturelles algériennes mis en bouteilles et stockées. Nous avons pris cinq échantillons d'eau minérale commercialisée en Algérie : eau minérale Guedila, eau minérale Lalla Khadija ; eau minérale Milok, eau minérale Toudja ET eau minérale El-Goléa sur lesquels des analyses physicochimiques ont été effectuées.

D'après Les résultats des l'analyses physico-chimiques des eaux minérales étudiées, nous avons constaté que les paramètres physiques mesurées ont subis à des changements modérés. Mais pour les teneurs en éléments chimiques tels que : le HCO_3^- , Cl^- , SO_4^- , NO_3^- , NO_2^- , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ et K^+ nous remarquons qu'il ya des modifications étonnant pour les cinq échantillons après stockage mais de façon singulière.

En général, les valeurs des paramètres physicochimiques restent toutes conformes aux normes admises. Ceci nous permet de constater que la quasi-totalité des échantillons renferment des eaux d'une bonne qualité physico-chimique. Malgré cela, il y a lieu de mettre en œuvre plus de rigueur dans la prise en charge des analyses affichées sur les emballages des eaux mis en bouteilles afin que le consommateur soit mieux rassuré.

Mots clés : diagnostic, la qualité, eau minérale, mis en bouteilles, stockées.

دراسة مقارنة لنوعية بعض المياه المعدنية الجزائرية الطبيعية المعبأة في زجاجات والمخزنة. الجزائر

المقب: زرويل الاسم: درورة الموطر: رويغي الطاهر

الملخص:

تهدف الدراسة التي أجريت خلال هذا العمل إلى إجراء تشخيص وتقييم الجودة الفيزيوكيميائية لبعض المياه المعدنية الطبيعية الجزائرية المعبأة في زجاجات والمخزنة. تم اخذ خمس عينات من المياه المعدنية التي يتم تسويقها في الجزائر: قديلة، لالة خديجة، الهبلق، توجه، القولية حيث أجريت عليها تحاليل الفيزيو كيميائية. وفقا لنتائج التحاليل الفيزيوكيميائية للمياه المعدنية التي تمت دراستها، وجدنا أن الخصائص الفيزيائية المقاسة خضعت لتغيرات طفيفة. ولكن بالنسبة للعناصر الكيميائية مثل HCO_3^- ، Cl^- ، SO_4^- ، NO_3^- ، NO_2^- ، Ca^{+2} ، Mg^{+2} ، Na^+ و K^+ نلاحظ أن هناك تغيرات الملحوظة على خمس عينات بعد التخزين ولكن بشكل فردي.

بشكل عام، تبقى قيم الخصائص الفيزيائية والكيميائية مطابقة للمعايير المقبولة. وهذا يتيح لنا القول إن جميع العينات تقريباً تحتوي على مياه ذات جودة فيزيائية وكيميائية جيدة. وعلى الرغم من ذلك، من الضروري تنفيذ المزيد من الصرامة حول التحليلات المنشورة على عبوات المياه المعبأة بحيث يكون المستهلك مطمئناً بشكل أفضل.

الكلمات المفتاحية: التشخيص، الجودة، المياه المعدنية، المعبأة في زجاجات، المخزن.

Comparative study between some bottled and stored Algerian natural mineral waters. Algeria

Name: Zerouil

First Name: Darroua

Framer: Rouighi Taher

Abstract:

The study conducted during this work aims to make a spatiotemporal diagnosis and evaluation of the physicochemical quality of some Algerian natural mineral waters bottled and stored. We took five samples of mineral water marketed in Algeria: Guedila mineral water, Lalla Khadija mineral water; Milok mineral water, Toudja mineral water and El-Golea mineral water on which physicochemical analyzes were carried out.

According to the results of the physicochemical analyzes of the mineral waters studied, we found that the measured physical parameters underwent moderate changes. But for the contents of chemical elements such as: HCO_3^- , Cl^- , SO_4^- , NO_3^- , NO_2^- , Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ and K^+ we notice that there are astonishing modifications for the five samples after storage but singularly.

In general, the values of the physicochemical parameters all remain in conformity with accepted standards. This allows us to note that almost all the samples contain waters of good physicochemical quality. In spite of this, it is necessary to implement more rigor in the assumption of the analyzes posted on the packagings of bottled water so that the consumer is better reassured.

Keywords: diagnosis, quality, mineral water, bottled, stored

Introduction

Conclusion

*Synthèse
bibliographique*

Matériel et méthodes

*Références
bibliographiques*

*Résultats et
discussion*

Table des matières

Annexes
