



Institut des Sciences
Département des Sciences de la Matière

Filière : Chimie

Mémoire

Pour l'Obtention du Diplôme de Master
Spécialité Chimie Macromoléculaire

Thème :

Etude physico-chimique et bactériologique des eaux embouteillées de source
algérienne.

Présenté par :

Mr. Oussama TOUL
Mr. Khaled BOULENOUAR

Soutenu en 2018

Devant le jury composé de :

Président : *Mr. S. BOUSSALEM* *(Professeur) C.U.B.B.A.*

Examineurs *Mme. A. BERRICHI* *(M.C.B) C.U.B.B.A.*

Mme. N. RAMDANI *(M.C.B) C.U.B.B.A.*

Encadrant: *Mr. B. MEKHISSI* *(M.C.B) C.U.B.B.A.*



L'accomplissement du présent travail n'a été possible qu'avec le soutien d'**ALLAH** et de certaines personnes :

On tient à exprimer nos sincères remerciements ainsi que notre grande reconnaissance à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet de fin d'études et leur exprimer notre gratitude pour l'intérêt et le soutien qu'ils nous ont généreusement accordé, en particulier tous les enseignants du département des sciences de la Matière.

Nos remerciements s'adressent à notre encadreur : Dr. **MEKHISSI. K**, La confiance et le soutien, qu'il nous a accordés, et permis de mener à bien ce travail.

On exprime notre gratitude aux Professeurs : Mr Belarbi El Lahcene, Mr Boussalem, Mme Ramdani, Mme kibou, Mlle Benyettou,... et malgré leurs occupations, nous ont bénéficiés de leurs conseils et critiques judicieux.

Aux membres du jury qui ont daigné laisser leurs multiples occupations pour se donner la peine d'examiner ce travail, nous leur sommes infiniment reconnaissants. Leurs critiques et suggestions contribueront certainement à rehausser la valeur scientifique de ce travail.

Enfin on remercie tous les professeurs de l'institut de Sciences de la matière
du Centre Universitaire Belhadj Bouchaib- Ain Témouchent .

Dédicace

C'est avec une immense joie et un grand honneur que je dédie ce modeste travail à :

A mon très cher encadreur et frère Monsieur **Mekhissi Khaled** pour l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer et sans qui ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

A mon symbole de noblesse, à l'homme tendre et affectueux, à celui qui a su me guider dans mon chemin, qui a su être présent à tout moment, à mon cher Papa **Mohamed** à qui je dois toute ma fierté ;

A l'être le plus sensible dans mon entourage, à celle qui m'a guidée dans mes premiers pas à laquelle je dois mon premier mot. A ma très chère Maman **Terbache.A** qui a illuminé mes nuits sombres en partageant mes joies et mes peines en toute humilité ;

A Mon cher oncle **El hadj Abdellah** qui m'est le père, compagnant dans les moments les plus délicats de cette vie mystérieuse. les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'affection que je porte pour vous.

A mon binôme Khaled et toute la famille BOUIENOUAR.

;

A Mes très chers frères, tantes, cousin et cousines et toute la famille.

A tout notre première promotion de MASTER spécialité de chimie Macromoléculaire 2016/2018;

A tous ceux qui me sont chers de loin et de près.



A ceux qui n'ont jamais cessé de m'encourager, et me conseiller.

**A ceux qui n'ont jamais été avares ni de leur temps ni de leurs connaissances
pour satisfaire mes interrogations.**

A mes parents ; Abdelkader et Zohra

Mes deux frère Med El Amine et Hamza

Mes sœurs Souad, Amel Et Hind

A Ma Femme et mes Enfants et à tous ma famille.

En témoignage de l'amour et de l'affection qui me lient.

A Mes chers amis de travail. Pour votre sympathie, et votre solidarité.

Je n'oublierai jamais votre constante disponibilité.

A Mon très cher Ami Toul Oussama

A tous mes professeurs

A tous mes amis...

Un grand merci.

SOMMAIRE

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES PHOTOS

LISTE DES CARTES

LISTE DES ANNEXES

INTRODUCTION.....1

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Généralités.....	3
1.1. Qu'est ce que l'eau.....	3
1.2. La molécule de l'eau	3
1.3. Propriété de l'eau.....	4
1.4. Cycle de l'eau.....	5
2. Les eaux d'approvisionnement.....	6
2.1. Eau souterraines.....	6
2.2. Eau de surface.....	6
3. Qualité des eaux.....	7
3.1. La qualité de l'eau d'alimentation.....	7
3.2. La qualité des eaux souterraines.....	8
4. Terminologie des eaux de consommation.....	8
4.1. Eau potable	8
4.2. Eau naturelle.....	8
4.2.1 .Eau minérale	9
4.2.2.Eau de source	9
5. Normes de potabilité.....	9
5.1. Paramètres physico-chimiques.....	10
5.1.1. La température	10
5.1.2. Le potentiel d'hydrogène « pH ».....	10
5.1.3. La conductivité électrique.....	11
5.1.4. La minéralisation globale.....	12

1.1.1. Résidu sec.....	13
1.1.2. Matière organiques dissoutes	13
1.1.3. Matières en suspensions.....	14
1.1.4. Dureté totale ou titre hydrotimétrique(TH)	14
1.1.5. Alcalinité.....	15
1.1.6. Sels minéraux dissous.....	15
1.1.6.1.Les cations (les ions positifs).....	15
1.1.6.2.Les anions (les ions négatifs).....	17
1.2. Paramètres organoleptiques.....	18
1.2.1. La couleur	18
1.2.2. L'odeur.....	18
1.2.3. Goût et saveur	18
1.2.4. La turbidité.....	19
1.3. Les paramètres bactériologiques.....	19
1.3.1. Germes totaux.....	19
1.3.2. Coliformes.....	20
1.3.3. <i>Streptocoques</i> fécaux.....	20
1.3.4. <i>Clostridium</i> sulfito-réducteurs	20
2. Pollutions des eaux.....	21
2.1.Pollution sur des eaux souterraines.....	21
2.2.Principales origines de la pollution des eaux souterraines.....	21
3. Les maladies à transmission hydriques.....	21
4. Les effets des sels minéraux sur la santé.....	22
4.1.Le magnésium	22
4.1.1. Le rôle du magnésium	23
4.1.2. Carence en magnésium	23
4.2.Le calcium	23
4.2.1. Le rôle du calcium.....	24
4.2.2. Carences en calcium	24
4.3. Le sodium.....	24
4.3.1. Le rôle de sodium.....	24
4.3.2. Carence en sodium.....	25
4.4. Le potassium.....	25
4.4.1. Le rôle de potassium.....	25
4.4.2. Carences en potassium	26

4.5. Le nitrate.....	26
4.5.1. Surdose des nitrates.....	26
4.6. Les sulfates.....	26
4.6.1. Le rôle des sulfates.....	27
4.6.2. Carences en sulfates.....	27
4.7. L'Hydrogénocarbonate (le bicarbonate).....	27
4.7.1. Le rôle des hydrogénocarbonates.....	27
4.7.2. Carences en hydrogénocarbonate.....	27
4.8. Les chlorures.....	27
4.8.1. Le rôle des chlorures.....	28
4.8.2. Carences en chlorures.....	28
5. La réglementation des eaux d'alimentations.....	28
5.1.Réglementation algérienne concernant les eaux naturelles.....	28
5.2.Réglementation algérienne concernant les critères microbiologiques des eaux naturelles.....	31

CHAPITRE II : ETUDE DU MILIEU

1. Objectif de l'étude.....	33
2. Présentation des eaux étudiées.....	33
3. Echantillonnage et localité de la zone d'étude.....	36
4. Classification des eaux minérales naturelles et les eaux de source échantillonnées.....	37
5. Composition d'étiquettes des eaux embouteillées étudiées.....	37

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

1. Analyse de l'eau.....	38
2. Echantillonnage.....	38
3. Méthodes d'analyses organoleptiques.....	38
3.1. Test de la couleur.....	38
3.2. Test de l'odeur et de la saveur.....	38
3.3. Mesure de la turbidité.....	38
4. Méthodes d'analyses physico-chimiques.....	39
4.1. Mesure de la température.....	39
4.2. Mesure de pH.....	39
4.3. Mesure de la conductivité.....	39

4.4. Dosage de la dureté total (Titre Hydrométrique TH).....	40
4.5. Dosage de la dureté calcique.....	40
4.6. Dosage de la dureté magnésique.....	40
4.7. Dosage de chlorures.....	40
4.8. Dosage des sulfates.....	40
4.9. Dosage des nitrates.....	40
4.10. Dosage de nitrites.....	41
4.11. Dosage du sodium et du potassium.....	41
4.12. Détermination des bicarbonates.....	41
4.13. Dosage du fer.....	41
5. Méthodes d'analyses bactériologiques.....	41
5.1. Recherche et dénombrement des Germes totaux à 22°C et 37°C.....	41
5.2. Recherche et dénombrement des bactéries Coliformes et d' <i>Escherichia-Coli</i> méthode de filtration sur membrane.....	43
5.3. Recherche et dénombrement des Entérocoques intestinaux par méthode de filtration sur membrane.....	48
5.4. Recherche et dénombrement des <i>Clostridium</i> sulfite réducteurs par filtration sur membrane.....	52

CHAPITRE IV : INTERPRETATION ET DISCUSSION

1. Résultats.....	55
1.1. Résultats d'analyses organoleptiques des eaux étudiées.....	55
2. Interprétations.....	55
2.1. Paramètres organoleptiques.....	55
2.1.1. La couleur.....	55
2.1.2. L'odeur et la saveur.....	55
2.1.3. La turbidité.....	55
3. Résultats d'analyse physico-chimique des eaux étudiées.....	56
3.1. Interprétations.....	59
3.1.1. Paramètres Physicochimiques.....	59
3.1.1.1. La température.....	59
3.1.1.2. Le pH.....	59
3.1.1.3. La conductivité.....	60
3.1.1.4. La minéralisation.....	60

3.1.1.5.La dureté totale.....	60
3.1.1.6.L'ion calcium.....	61
3.1.1.7.L'ion magnésium.....	61
3.1.1.8.L'ion sodium.....	61
3.1.1.9.L'ion potassium.....	61
3.1.1.10. L'ion nitrate.....	62
3.1.1.11. L'ion sulfate.....	62
3.1.1.12. L'ion bicarbonate.....	62
3.1.1.13. L'ion chlorure.....	62
3.1.1.14. L'ion nitrite.....	62
3.1.1.15. L'ion fluor.....	63
3.1.1.16. L'ion fer.....	63
3.2.Contrôle des analyses par la balance ionique.....	63
3.3.Composition hypothétique des eaux	70
3.3.1. définition.....	70
3.3.2. Composition hypothétique des eaux étudiées.....	71
4. Résultats d'analyses bactériologiques des eaux étudiées.....	78
4.1.Interprétations.....	79
4.1.1. Paramètres bactériologiques.....	79
4.1.1.1.Les germes totaux.....	79
4.1.1.2.Les Coliformes totaux.....	80
4.1.1.3.Les Coliformes fécaux.....	80
4.1.1.4.Les Streptocoques fécaux.....	80
4.1.1.5.Les Clostridium solfito-réducteurs.....	80
CONCLUSION.....	81
RECOMMANDATION.....	86

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I-01 : Comparaison entre les eaux de surface et souterraines.....	7
--	---

Tableau I-02 : Classification des eaux selon la température.....	10
Tableau I-03 : Classification des eaux selon leurs pH.....	11
Tableau I-04 : Classification des eaux selon leur conductivité.....	12
Tableau I-05 : Détermination de la minéralisation à partir de la conductivité.....	13
Tableau I-06 : La potabilité en fonction des résidus secs.....	13
Tableau I-07 : Classification de l'eau selon la dureté totale.....	14
Tableau II-01 : Eaux en bouteilles étudiées classé par région.....	34
Tableau II-02 : Classification des eaux étudiées selon la nomination sur les étiquettes « Eau de source » ou « Eau minérale ».....	37
Tableau IV-01 : Résultats des analyses organoleptiques des eaux étudiées par région.....	55
Tableau IV- 02 : Résultats des analyses physicochimiques des eaux étudiées de l'Est Algérien.....	56
Tableau IV-03 : Résultats des analyses physicochimiques des eaux étudiées du Centre Algérien.....	57
Tableau IV-04 : Résultats des analyses physicochimiques des eaux étudiées de l'Ouest Algérien.....	58
Tableau IV-05 : Résultats de La balance ionique des eaux étudiées.....	70
Tableau IV-06 : Composition hypothétique des eaux étudiées avec leurs terrains traversés.....	78
Tableau IV-07 : Résultats des analyses microbiologiques des eaux étudiées.....	79

LISTE DES FIGURES

Figure I- 01 : Molécule d'eau.....	3
---	---

Figure I- 02 : Les trois états de l'eau.....	4
Figure I- 03 : Cycle générale de l'eau.....	5
Figure III- 01 : Recherche et dénombrement des Germes totaux à 22°C et 37°C.....	42
Figure III-02 : Dénombrement des Coliformes et d' <i>Escherichia coli</i> par méthode de filtration...	47
Figure III- 03 : Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux par méthode de filtration.....	51
Figure III- 04 : Dénombrement des spores de <i>Clostridium sulfito réducteurs</i> par méthode de filtration.....	58

LISTE DES PHOTOS

Photo II- 01 : Présentation des eaux en bouteilles étudiées.....	33
Photo III- 02 : Un conductimètre de paillasse (WTW).....	39
Photo III- 03 : Un turbidimètre de paillasse (Lovibond).....	39

LISTE DES CARTES

Carte II- 01 : Cartographie des eaux embouteillées algériennes étudiées.....	36
---	----

LISTE DES ABBREVIATION

ADE : Algérienne Des Eaux.

BEA : Gélose à Bile, à l'Esculine et à l'Azoture.

°C : Degré Celsius.

EDTA : Ethylène diaminetétracétique.

°F : Degré Français.

g : gramme.

H: Heure.

ISO : Organisation internationale de normalisation.

L : litre.

Mg : milligramme.

meq : milliéquivalent.

Min : minute.

µS : micro Siemens.

N : Normalité.

NTU : Unité de Turbidité Néphélogométrique.

PH : potentiel d'hydrogène.

TA : Titre Alcalimétrique.

TAC : Titre Alcalimétrique complet.

TBA : Gélose tryptonée contenant des sels biliaires ;

TH : Titre Hydrique.

TSA : Gélose tryptonée au soja.

TTC : Chlorure de 2, 3, 5-triphényltétrazolium.

TGEA : gélose triptoné à l'extrait de levure.

TCa : Titre Calcique.

V : Volume.

Introduction

L'eau, H₂O, molécule inodore, incolore et sans saveur, présente dans la nature sous différentes formes ; elle est indispensable pour la vie des différents êtres vivants.

C'est une composante majeure du monde minéral et organique. Dans le monde présent, l'eau participe à toutes les activités quotidiennes, notamment : domestiques, industrielles et agricoles, ce qui la rend un élément sensible, exposée à tous les genres de pollution. Le phénomène de pollution contribue de façon considérable à la limitation des ressources en eau potable.

La question de la qualité de l'eau au sein des programmes humanitaires se pose essentiellement en termes de consommation humaine et d'irrigation et la mauvaise qualité de l'eau peut être induite par des activités anthropiques ou par des phénomènes naturels. D'après l'organisation mondiale de la santé (OMS) la qualité d'une eau est définie par des paramètres physiques, chimiques et biologiques, mais aussi par l'usage de cette eau.

Aujourd'hui comme autre fois, l'homme a toujours pu satisfaire ses besoins en eau : de l'eau du puits à l'eau du robinet, de l'eau de source à l'eau minérale naturelle, les eaux consommées dans le monde ainsi que leur contenant sont d'une extrême diversité. Leurs propriétés physico-chimiques et biologiques en font de l'eau un corps unique, qui joue un rôle fondamental dans le maintien de l'équilibre des fonctions essentielles de la vie.

Les eaux des mers et des océans, les précipitations, les eaux de surface et les eaux souterraines, tout cela est considéré comme source d'eau. Il est aussi possible de condenser les eaux contenues dans les airs. La réutilisation des eaux usées est également en pleine expansion.

Les eaux souterraines restent une importante source d'eau destinée à la consommation humaine et autre [1]. Cependant, elles sont souvent considérées comme des eaux naturellement pures.

Les eaux souterraines (minérales, de sources) sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique [2]. A l'abri de la pollution et des eaux superficielles ; elles percolent à travers les couches géologiques et s'enrichissent en minéraux et oligo-éléments.

En Algérie, la croissance démographique, le développement des secteurs industriels et agricoles, a entraîné un accroissement spectaculaire des besoins en eau. Cet accroissement plus important par rapport aux quantités mobilisées, a généré un déficit entre l'offre et la

demande en eau, ce qui va créer à long terme, un handicap insurmontable au développement et un impact négatif sur le plan socio-économique.

Notre travail intitulé :« Etude physico-chimique et microbiologique des eaux embouteillées de source algérienne »s'inscrit dans le cadre des études visant à apporter une amélioration au niveau des méthodes d'analyse de l'eau ainsi qu'au niveau de sa consommation (qualité).

Cette étude est divisée en quatre chapitres :

✓ Le premier chapitre représente une synthèse bibliographique qui comprend des généralités, des définitions et les caractéristiques des eaux ainsi que la réglementation et les normes algérienne concernant les eaux naturelles embouteillées ;

✓ Le deuxième chapitre est une étude du milieu des zones d'exploitation des eaux étudiées ;

✓ le troisième chapitre est une présentation du matériel et des méthodes utilisées ;

✓ le quatrième chapitre regroupe les résultats et les interprétations des analyses physico-chimiques et bactériologiques.

Nous concluons ce travail à la fin par des recommandations relatif à la bonne qualité de l'eau à consommer pour une meilleure protection de la santé.

1. Généralité :

1.1. Qu'est ce que l'eau :

L'eau est essentielle pour tous les organismes vivants connus. C'est le milieu de vie de la plupart des êtres vivants. Elle se trouve en général dans son état liquide, gazeux ou solide.

L'eau c'est la vie (THIELBORGER, 2014).

Elle est présente dans toutes les traditions et religions du monde. L'eau est un élément primordial du patrimoine culturel de l'humanité à travers les mythes et les symboles. Ceux liés à l'eau entourent la création des formes terrestres, la vie, le renouveau et la mort. Les sciences, l'art et les civilisations même ne sont pas pensables sans la présence de l'eau (OLIVAUX, 2007).

L'eau est en effet la substance minérale la plus répandue à la surface du globe (DEGREMENT, 2005). Ce merveilleux élément recouvre près des trois quarts de la superficie du globe (DEGREMENT, 2005). C'est le constituant majeur de la matière vivante.

1.2. La molécule de l'eau :

L'analyse structurale a permis de connaître la forme de la molécule d'eau, c'est une sorte de compas dont l'axe est occupé par l'atome d'oxygène et dont les bras sont formés par deux atomes d'hydrogène. L'angle H—O—H a une valeur de $104,30^\circ$.

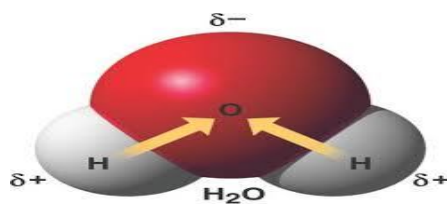


Figure I-01: Molécule d'eau

(SPELLMAN et FRANK, 2008).

La molécule d'eau se comporte comme un dipôle électrique. Cette répartition des charges permet de comprendre certaines propriétés physico-chimiques (solvant-soluté), car cette propriété électrique est responsable du grand pouvoir dissolvant de l'eau vis-à-vis des composés ioniques comme certains sels, acides et bases (OLIVAUX, 2007).

Chaque atome d'hydrogène et celui d'oxygène mettent en commun chacun un électron pour former deux liaisons chimiques de forte énergie appelées des liaisons de covalence. Cet arrangement électronique confère à la molécule d'eau une grande stabilité chimique.

La Longueur de la liaison O—H est de $0,96 \text{ \AA}$.

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.

1.3. Propriété de l'eau :

C'est un liquide incolore, inodore, sans saveur et de pH neutre (PERRY J., 1984).

C'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants (BERNARD C., 2007).

L'eau s'allie avec certains sels pour former des hydrates et réagit avec des oxydes des métaux pour former des acides. Elle est utilisée comme catalyseur dans de nombreuses réactions chimiques importantes (ENCARTA, 2006).

Dans la nature, sous l'action du soleil, de la pression atmosphérique et de la température, l'eau change d'état. On peut la trouver sous trois formes :

- État solide : à basse température, l'eau est appelée glace et possède des structures cristallines régulières.
- État gazeux : caractérisé par une absence de forme et de limite physique. Il n'y a pas de liaisons entre les molécules, et sont indépendantes les unes des autres.
- État liquide : caractérisé par une forme non définie. Les molécules peuvent se déplacer les unes par rapport aux autres mais elles restent proches car elles sont liées par des forces intermoléculaires (MARSILY G., 1995).

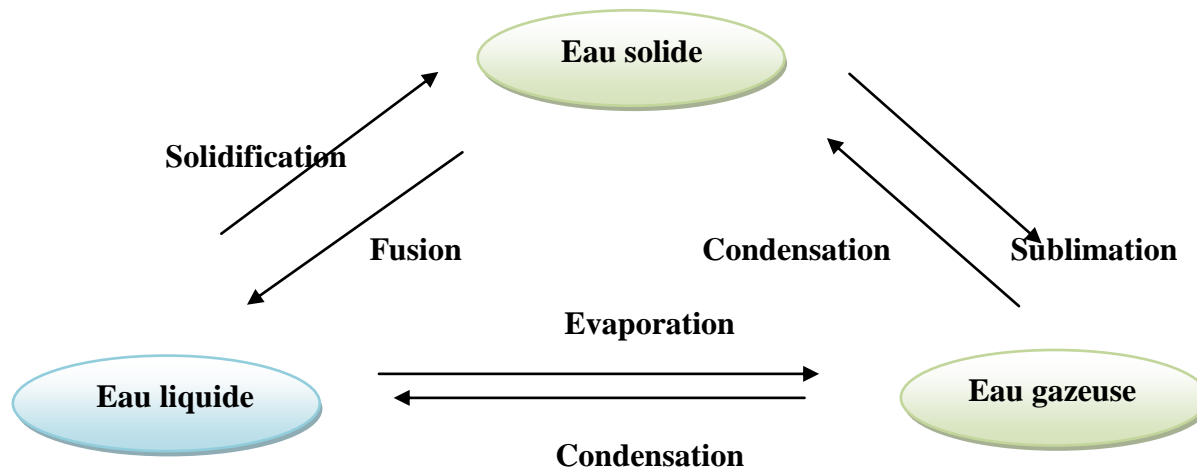


Figure I- 02 : Les trois états de l'eau.

1.4. Cycle de l'eau :

Le cycle de l'eau se définit comme la circulation générale de l'eau, en circuit fermé et avec changements d'état, entre les réservoirs de l'hydrosphère - océan, atmosphère, surface et sous-sol des terres émergées.

L'eau est partout présente autour de nous et constitue un des éléments fondamentaux de notre planète. Elle circule sans arrêt sur la Terre, s'évapore des océans et y revient sous forme de pluie. Le soleil fait s'évaporer l'eau des rivières, des lacs, des mers, des océans en de fines gouttelettes. En se regroupant, elles forment des nuages qui, poussés par le vent, rencontrent des masses d'air froid et donnent naissance à la pluie. L'eau de pluie s'infiltré dans le sol et rejoint les nappes phréatiques, les sources, les rivières, les fleuves, pour recommencer sans fin le même voyage (VILAGINES, 2003).

Le cycle de l'eau dans la biosphère est intimement lié à celui de l'énergie.

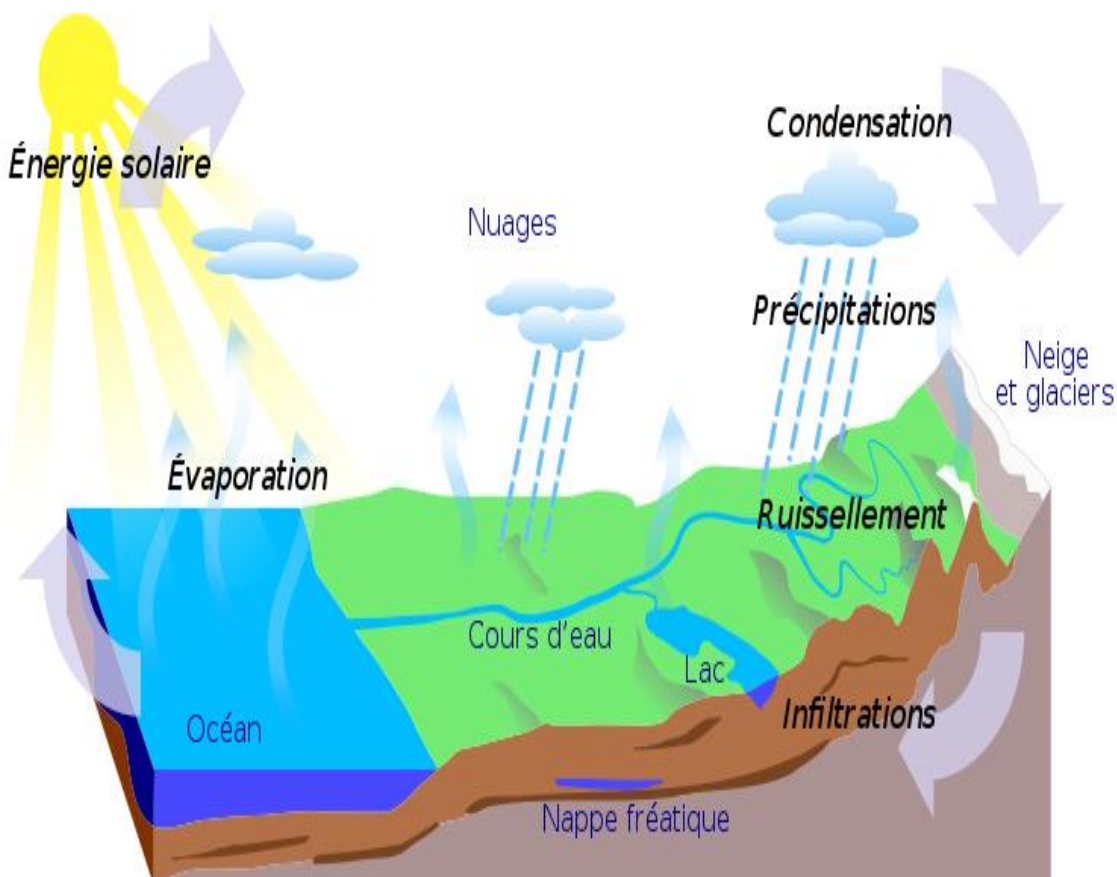


Figure I- 03 : Cycle générale de l'eau (Site Internet 3).

2. Les eaux d'approvisionnement :

Les réserves disponibles des eaux naturelles sont constituées des eaux souterraines (infiltration, nappes), des eaux de surface stagnantes (lacs, retenues de barrages) ou en écoulement (rivières) (DEGREMONT G., 2005).

L'approvisionnement en eau d'un particulier ou d'une collectivité implique au préalable la découverte d'une ressource en eau de qualité.

L'eau utilisée pour les besoins humains a pour origine première l'eau de pluie. Cependant, la pluie qui tombe sur le sol se partage en diverses fractions : une partie retourne dans l'atmosphère sous forme de vapeur ; une autre partie ruisselle à la surface du sol et le reste pénètre dans le sol par infiltration (GOMMELLA et GUERREE, 1985).

2.1. Eaux souterraines :

Les eaux souterraines constituent une provision d'eau potable inestimable pour l'humanité. Dans plusieurs pays, c'est pratiquement la seule source d'approvisionnement.

Quand l'eau de pluie tombe sur le sol, elle peut ou non y pénétrer. Suivant la nature du sol, l'eau s'infiltre ou ne s'infiltre pas dans les nappes souterraines (VALIRON, 1989).

Les eaux souterraines sont contenues dans les pores des sédiments ou des roches, sont habituellement à l'abri des sources de pollution (DESJARDINS, 1997). Elles restent jusqu'à présent les meilleures ressources en eau potable (MARGAT, 1992). Toutefois, certaines caractéristiques minimales sont exigées pour qu'elles puissent servir à la production d'eau potable qui doit-elle-même satisfaire à des normes de qualité physico-chimique et biologique avec un traitement adapté aux paramètres de qualité à corriger (GUERGAZI, 2005).

Les eaux souterraines contribuent à l'alimentation des sources et des cours d'eau. Elles sont exploitées pour la consommation humaine (eau potable), l'agriculture (irrigation) et l'industrie (eau industrielle) (Site internet4).

2.2. Eaux de surfaces :

Les eaux de surface, également appelées eaux superficielles, sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents, elles ont pour origine, soit des nappes souterraines dont l'émergence constitue une source, soit les eaux de ruissellement (DEGREMENT, 2005).

Les eaux de surface sont moins stables, elles contiennent des matières minérales et organiques en suspension qui peuvent engendrer des désagréments olfactifs et gustatifs.

Tableau I-01 : Comparaison entre les eaux de surface et souterraines (Site Internet 5).

Caractéristiques	Eaux de surface	Eaux souterraines
Température	Variables suivant les saisons	Relativement constant
Turbidité	Niveau variables parfois Elevés	Faibles ou nul (excepté dans les sols calcaires)
Couleur	Principalement dû aux sols en suspension (argile, algue,..) excepté pour les eaux acides et très douces.	Faible due surtout aux matières organiques dissoutes

Teneur en sels minéraux	Varie avec les sols, les précipitations, les effluents	Constante, généralement plus élevés que pour l'eau de surface
NH ₄	Seulement dans les eaux polluées	Souvent détectées
Nitrates	Niveau généralement faible	Niveau parfois élevé
Organismes vivants	Bactéries, virus, plancton (animal et végétal)	Faible contamination bactérienne

3. Qualité des eaux :

3.1. La qualité de l'eau d'alimentation :

L'eau est l'aliment le plus surveillé, elle est soumise aux normes et exigences de qualité les plus sévères (DEFRANGESCHI, 1996).

L'eau d'alimentation humaine ne doit contenir en quantités dangereuses ni micro-organismes, ni substances chimiques nocifs pour la santé; en outre, elle doit être aussi agréable à boire que les circonstances le permettent. Les eaux d'alimentation humaine doivent satisfaire aux exigences de qualité spécifiées.

L'eau joue un rôle important pour la vie, la santé, l'accès à l'hygiène et au confort, elle constitue d'une autre côté le vecteur de nombreuses maladies à transmission hydrique, comme la brucellose, la tuberculose, la fièvre typhoïde, le choléra et les diarrhées, pour ne citer que quelques maladies qui tuent des milliers de personnes chaque année à travers le monde (OUAHDI, 1995).

3.2. La qualité des eaux souterraines :

Étant donné que les eaux souterraines sont généralement pures sur le plan bactériologique (UNICEF, 1999) elles constituent une meilleure solution que les eaux de surface en termes de génie sanitaire (FIAMBSCH, 1998).

Dans la réalité, les eaux souterraines sont rarement pures tout au long de l'année, il faut étudier leur évolution surtout pendant les précipitations importantes où elles peuvent se troubler ou même être souillées par une nappe phréatique d'une rivière voisine.

Elles peuvent être également polluées à partir de sol par des épandages de pesticides, par des rejets d'eau résiduaire d'origines animale ou humaine (GAUJOUR, 1995).

4. Terminologie des eaux de consommation :

Plusieurs terminologies existent pour désigner un même produit : l'eau potable, l'eau de robinet, l'eau de boisson, l'eau d'alimentation....

Les principaux types d'eaux destinées à la consommation humaine sont celles fournies par un réseau de distribution et les eaux commercialisées.

4.1. Eau potable :

La définition d'une eau potable repose sur des normes établies par une réglementation. Cette dernière varie d'une communauté économique ou d'un pays à l'autre et est évolutive. (OLIVAUX, 2007).

L'eau potable est une eau douce propre à la consommation humaine qui peut être utilisée sans restriction pour boire ou préparer la nourriture. L'eau potable est une ressource naturelle primaire à la consommation; la potabilité permet la survie des êtres vivants et les activités humaines fondamentales car l'eau subit un traitement qui élimine les agents pathogènes (objets entrant en contact avec les denrées alimentaires (DFI, 2005).

4.2. Eau naturelle :

Différente de l'eau pure en ce qu'elles renferment diverses matières en solution et en suspension: impuretés minérales ou organiques.

Les eaux de sources et de puits, ayant traversées le sol, contiennent des substances organiques et minérales (CODEX STAN, 1981), elles sont filtrées par les sols.

La réglementation algérienne (Décret exécutif n°04-196 du 27 Joumada El Oula 1425 correspondant au 15 juillet 2004) définit les eaux minérales naturelles et/ou les eaux de source conformément à leurs caractéristiques et leurs propriétés qui les distinguent des autres eaux potables destinées à la consommation humaine, comme suit :

4.2.1. Eau minérale:

Une eau minérale naturelle doit avoir une origine souterraine ou géologique et une composition chimique stable, et ne doit subir aucun traitement chimique, qui désigne une catégorie d'eau vendue en bouteille. Elle est définie par un certain nombre de caractéristiques selon les réglementations.

Elle se distingue nettement des autres eaux destinées à la consommation humaine par sa nature caractérisée par sa pureté, et par sa teneur spécifique en sels minéraux, oligo-éléments ou autres constitutions.

Les eaux minérales naturelles et /ou les eaux de source telles qu'elles se présentent à l'émergence ne peuvent faire l'objet d'aucune adjonction autre que l'incorporation ou la réincorporation de gaz carbonique.

4.2.2. Eau de source :

Une eau de source est une eau d'origine souterraine, c'est une catégorie d'eau embouteillée dont les caractéristiques doivent respecter une réglementation qui varie selon les pays. En général, elle doit être d'origine souterraine, ayant bénéficié d'une protection contre la pollution Elle doit donc être naturellement conforme aux critères de potabilité.

5. Normes de potabilité :

Les normes de potabilité sont l'ensemble des critères organoleptiques, physiques, chimiques, toxiques, éléments indésirables et bactériologiques que doit respecter une eau pour pouvoir être offerte à la consommation humaine (HUBERT et MARIN, 2001).

Ces normes prévoient deux valeurs pour les paramètres déterminées de la manière quantitative :

- Concentration acceptable ;
- Concentration maximale admissible.

Pour que l'eau soit considérée comme potable, elle doit répondre à un certain nombre de critères définis par la norme de potabilité des eaux de consommation.

Elle doit être incolore, inodore et sans saveur, elle doit avoir une qualité chimique suffisante: les ions minéraux doivent être à des concentrations comprises entre certaines valeurs fixées réglementairement ; elle doit avoir une qualité microbiologique suffisante, avec en particulier, l'absence de bactéries pathogènes ; Il ne doit pas y avoir de substances toxiques comme des ions de métaux lourds (plomb, cyanures,...), les détergents, les hydrocarbures ou les phénols...

5.1. Les paramètres physico-chimiques :

5.1.1. La température :

La température est un facteur aggravant sur le plan physicochimique en accélérant les cinétiques de réactions (POPOFF, 1991). 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 dissous donc sur la conductivité électrique et dans la détermination du pH (RODIER J., 2009).

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 J., 2005).

La température est mesurée sur le terrain en même temps que celle de l'air à l'aide d'un thermomètre (PERMO, 1981), ou une thermo sonde (GANJOUS, 1995).

La température optimale d'une eau d'alimentation se situe entre 9°C et 12°C (PERLEMUTER, 1981), température de confort, désaltère la soif.

Selon leurs températures, les eaux naturelles sont classées comme dans le tableau 02 (DENHOVE, 1990):

Tableau I -02 : Classification des eaux selon la température

Température (°C)	Types d'eau
T < 20	Minéral, Source
20 < T < 30	Méso thermale
30 < T < 50	Thermale
T > 50	Hyper thermale

5.1.2. Le potentiel d'hydrogène « pH » :

Le potentiel hydrogène (pH) correspond à la concentration d'ions hydrogène (H^+).

Il mesure l'acidité ou l'alcalinité d'une eau, ou plus exactement le cologarithme décimal de cette concentration (mol/L) (RODIER J., 2009).

L'eau naturelle pure est neutre. (RODIER J., 2009)

C'est le paramètre le plus important de la qualité de l'eau, il doit être surveillé au cours de toute opération de traitement (LEFEVRE, 1991).

Un pH inférieur à 7 peut conduire à la corrosion du ciment ou des métaux des canalisations, avec entraînement 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 J., 1996).

Les exemples tableau 03 montrent que le pH des eaux naturelles varie suivant l'origine de l'eau:

Tableau I-03 : Classification des eaux selon leurs pH.

Types d'eau d'origine différente	Ph
Eau des sols alcalins	9 – 10
Eaux minérales sulfurées sodiques	8 – 10
Eaux de mer	7,8 - 8,35
Eaux fluviales	7,0
Eaux minérales bicarbonatées sodiques	6,3 - 6,4
Eaux de pluie	6,0
Eaux de marées stagnantes	4,0

(RODIER J., 2009)

5.1.3. La conductivité électrique :

La conductivité électrique de l'eau représente la propriété d'une solution de conduire le courant électrique, en fonction de la quantité de ions présents dans l'eau.

C'est la conductance spécifique d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm carré de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm (RODIER J., 2009).

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais approximativement la minéralisation globale (RODIER J., 2009).

Toute eau est plus ou moins conductrice du courant électrique. Cette conductivité est liée à la présence des ions et augmente avec la température et la concentration en sels dissous (COIN, 1981). C'est un courant ionique.

La réglementation algérienne propose une conductivité maximale de l'eau à 20°C de 2800 μ S/cm.

L'unité de conductivité est le Siemens par mètre (S/m), pour les eaux l'unité de conductivité est le micro-Siemens par centimètre (μ S/cm) (RODIER J., 2009).

Tableau I- 04 : Classification des eaux selon leur conductivité.

Conductivité électrique	Minéralisation
Si la conductivité < 100	Minéralisation très faible
100 < Conductivité < 200	Minéralisation faible
200 < Conductivité < 330	Minéralisation moyenne
330 < Conductivité < 660	Minéralisation moyenne accentuée
660 < Conductivité < 1000	Minéralisation importante
Si la conductivité > 1000	Minéralisation excessive

(RODIER J., 2009).

5.1.4. La minéralisation globale :

La minéralisation globale correspond à la concentration en sels minéraux dissous (DEGREMONT G., 1990).

C'est la quantité de sels minéraux contenu dans l'eau, elle est estimée à partir de la mesure de la conductivité (MERCIER, 2000). Elle 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 (RODIER J., 2009).

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 J., 2005).

Tableau I- 05 : Détermination de la minéralisation à partir de la conductivité

Conductivité (μS/cm)	Minéralisation
Conductivité < 50	1,365079 x Conductivité à 20°C
50 < Conductivité < 166	0,947658 x Conductivité à 20°C
166 < Conductivité < 333	0,769574 x Conductivité à 20°C
333 < Conductivité < 833	0,71592 x Conductivité à 20°C
833 < Conductivité < 1000	0,758544 x Conductivité à 20°C
Conductivité > 1000	0,850432 x Conductivité à 20°C

(RODIER J., 2009)

5.1.5. Résidu sec :

Dans leur parcours naturel, au contact des sols et des roches, les eaux minérales se chargent en sels minéraux et oligo-éléments à l'abri de toute pollution. Pour savoir si une eau est peu ou fortement minéralisée, il suffit de regarder son 'résidu sec'.

Le résidu sec (RS) représente le poids total des sels dissous et les matières organiques dissoutes restant après évaporation de l'eau soumise à l'analyse (RODIER J., 2009).

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

Tableau I -06 : La potabilité en fonction des résidus secs.

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

(RODIER J., 2009)

5.1.6. Matières organiques dissoutes :

Dans les eaux naturelles, elles représentent plusieurs familles de composés parmi lesquelles on peut citer des acides humiques, des acides carboxyliques et les acides hydrates de carbone. Elles sont caractérisables globalement par l'oxydabilité au permanganate ou le carbone organique total (CODEX STAN 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 J-C, 2002).

On distingue deux origines de ces matières : les matières organiques acides d'origine animale et les matières organiques basiques d'origines végétales (CODEX STAN et COIN, 1981).

5.1.7. Matières en suspensions :

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).

La présence des matières en suspension augmente la turbidité de l'eau et diminue sa transparence (RODIER J., 2009).

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

5.1.8. Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH) :

C'est une qualité particulière de l'eau due à la présence des bicarbonates, de chlorures et de 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) (WHO, 1994).

L'unité du titre hydrométrique est le milliéquivalent par litre (ou le degré français °F).

Le TH peut se subdiviser en TCa (titre calcique) et TMg (titre magnésien) :

$$\text{TCa} + \text{TMg} = \text{TH} \quad (\text{BERNE et CORDONNIER, 1991}).$$

En fonction de leur dureté totale, les eaux peuvent être classées suivant les indicateurs du tableau 07.

Tableau I-07 : Classification de l'eau selon la dureté totale.

TH (en °F)	Spécificité de l'eau
0 à 6	Eau très douce
6 à 15	Eau douce
15 à 30	Eau moyennement dure
30 à plus	Eau très dure

(BERNE et CORDONNIER, 1991).

5.1.9. Alcalinité :

Il n'est pas facile de faire distinguer l'alcalinité d'une eau et le pH, c'est deux notions sont très différentes bien que liées. Le pH est une mesure de l'intensité et l'alcalinité est une mesure de la capacité à absorber de protons H^+ (DEFRANSCHI, 1996).

Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en ions hydroxydes « OH^- »

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

5.1.10. Sels minéraux dissous :

Les sels minéraux dissous sont soit des ions positifs (cations) soit des ions négatifs (anions). Un ion est un atome ou groupement d'atomes (molécules) qui a gagné ou perdu un ou plusieurs électrons.

5.1.10.1. Les cations (les ions positifs) :

- **Ions magnésium Mg^{2+} :**

Élément le plus répandu dans la nature, il constitue environ 2,1% de l'écorce terrestre (RODIER J., 2009). Origine naturelle (dissolution des roches: magnésites, basaltes, argiles); en eau douce, les concentrations en magnésium sont inférieures au calcium (GANJOUS, 1995).

La dureté magnésienne de l'eau représente ordinairement le tiers de la dureté totale. Le magnésium en excès donne une saveur amère à l'eau (FRANK et KEMMER, 1984).

- **Ions calcium Ca^{2+} :**

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates. Composant majeur de la dureté de l'eau, le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables.

Le calcium est un régulateur cardiaque et améliore l'endormissement. Il est présent dans le corps humain à raison de 1,6% du poids corporel.

L'apport journalier recommandé est de 1 200 à 1 500 mg puis 800 à 1000 mg après l'âge de 25 ans.

Le calcium ne peut en aucun cas poser des problèmes de potabilité (GANJOUS, 1995).

L'eau potable de bonne qualité renferme de 100 à 140 mg/L de calcium (RODIER J., 2009).

- **Ions sodium Na^+ :**

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 trop riches en sodium deviennent saumâtre et prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées (BOUZIANI, 2000).

- **Ion potassium K^+ :**

C'est un métal alcalin mou, d'aspect blanc métallique, légèrement bleuté, que l'on trouve naturellement lié à d'autres éléments dans l'eau de mer et dans de nombreux minéraux

Le potassium est étroitement attaché au sodium à tel point qu'il est rarement analysé comme un constituant à part dans les analyses de l'eau (FRANK et KEMMER, 1984).

Le potassium règle la teneur en eau à l'intérieur des cellules (MERCIER, 2000).

Sa présence à peu près constante dans les eaux naturelles ne dépasse pas habituellement 10 à 15mg/L (RODIER J., 2009).

- **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. Le corps d'un homme adulte en renferme environ 4 g et celui d'une femme

2,5 g. L'essentiel se concentre dans les globules rouges et les muscles. Il y a aussi des réserves dans le foie.(RODIER J., 2009).

- ***Ion ammonium NH_4^+ :***

C'est un cation qui provient de la dissolution de l'ammoniac (NH_3^+) dans l'eau (WHO, 1994). L'ammonium n'a pas un effet appréciable sur la santé du consommateur mais sa présence dans les eaux est un indicateur de pollution. Dans les eaux profondes, sa présence peut également être due aux conditions réductrices régnant dans une nappe.

Il doit être éliminé dans les eaux de consommation car c'est un élément qui peut permettre à certaines bactéries de proliférer dans les réseaux de distribution (JEAN J-C, 2002).

Il est important d'éliminer l'ammonium avant l'introduction de l'eau dans le réseau parce que l'ammonium réagit avec le chlore pour produire des chloramines qui sont des désinfectants moins efficaces et peuvent provoquer des goûts désagréables (PAQUIN ; BLOK et HAUDIDIER, 1992).

5.1.10.2. Les anions :

- ***Ion carbonate et hydrogénocarbonate CO_3^- et HCO_3^- :***

Les carbonates sont des minéraux que l'on trouve en abondance à la surface de la Terre.

L'ion hydrogénocarbonate (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 J., 2005).

- ***Ion chlorure Cl^- :***

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl) et de calcium ($CaCl_2$) (FRANK et KEMMER, 1984).

Les chlorures participent à la conductibilité électrique de l'eau. La concentration maximale admissible de chlorures, dans l'eau destinée à la consommation humaine est de 200 à 500 mg/L (RODIER J., 2009).

Son inconvénient, est la saveur désagréable qu'il communique à l'eau à partir de 250 mg/L surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (ANONYME, 1997).

- ***Ion sulfate 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 F., 1984)

L'ion sulfate est l'un des anions les moins toxiques toutefois des concentrations élevées peuvent avoir un effet purgatif ou entraîner une déshydratation et une irritation gastro-intestinale. (MEBARKI, 2010).

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 (FRANK et KEMMER, 1984).

- ***Ion nitrate NO_3^- et nitrite 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 D., 1995).

La présence d'un excès de nitrates dissous dans l'eau est un indice de pollution d'origines agricoles (engrais), urbaine (BONTOUX, 1993).

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 (ANONYME, 2003).

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).

Chez les nourrissons, la réduction du nitrate en nitrite peut provoquer une maladie de méthémoglobinémie (inaptitude du sang à transporter l'oxygène) (GANJOUR D., 1995).

5.2. Les paramètres organoleptiques :

5.2.1. La couleur :

Une eau naturelle, même une fois traitée n'est jamais rigoureusement incolore (si on la compare, par exemple à une eau distillée). La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution, elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration (RODIER J., 2009).

La couleur est fortement influencée par la présence de fer et d'autres métaux, soit sous forme d'impuretés naturelles, soit sous forme de produits de corrosions. Elle peut aussi résulter d'une contamination par des effluents industriels et être le premier signe d'une situation dangereuse (WHO, 1994).

La couleur se mesure en comparant l'échantillon à examiner avec des tubes témoins dont la coloration est obtenue à partir d'une solution composée de chlorure platinico-potassique et de chlorure cobalteux dissout dans de l'acide chlorhydrique (DUPONT, 1986).

Les couleurs réelles et apparentes sont approximativement identiques dans l'eau (pt-Co) (LEFEVRE, 1991).

5.2.2. L'odeur :

Toute odeur est un signe de pollution ou de présence de matières organiques en décomposition. L'odeur peut être définie comme :

- L'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en flairant certaines substances volatiles.

- La qualité de cette sensation particulière est provoquée par chacune de ces substances (RODIER J., 2009).

Une eau destinée à l'alimentation doit être inodore (RODIER J., 2009).

En effet, toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition, dont le sens olfactif peut seul, dans une seule mesure les déceler (RODIER J., 2009).

5.2.3. Goût et saveur :

Le goût peut être défini comme l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lors de la boisson est dans la bouche.

L'eau potable ne devrait pas avoir un goût (GAMRASNI, 1986). Les tests de l'odeur ne constituent pas une mesure mais une appréciation, et ceux-ci ont donc un caractère personnel (DUPONT, 1986).

La saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation par principaux corps pouvant donner à l'eau une saveur désagréables qui sont le fer et le manganèse, le chlore actif, le phénol et le chlorophénol, la saveur se développe avec l'augmentation de la température (DUPONT, 1986).

5.2.4. La turbidité :

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité de l'eau a pour origine la présence de matières en suspension (argile, limons particules fibreuses ou organique, micro-organismes....).

La turbidité est la mesure de l'aspect plus ou moins trouble de l'eau, c'est l'inverse de la limpidité (APHA et al, 1998).

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau (GERARD, 2004). La turbidité se mesure en unité néphelométrique (NTU) (LANTEIGNE, 2003).

La turbidité élevée de l'eau révèle la précipitation de fer, aluminium ou manganèse due à une oxydation dans le réseau (JEAN J-C, 2002).

La turbidité se mesure sur le terrain à l'aide d'un turbidimètre. Et pour intérêt dans le contrôle de l'épuration des eaux brutes (RODIER J., 2009).

5.3. Les paramètres bactériologiques :

L'eau destinée à l'alimentation humaine contient une multitude de microorganismes pathogènes, agents d'infections humaines redoutables. Comme il est difficile de mettre en évidence, facilement ou rapidement, la présence des germes indésirables, on procède plutôt à la recherche de germes banals, faciles à identifier dans les milieux où ils sont abondants, par des germes pathogènes. Ces germes banals sont appelés germes témoins ou germes-tests de contamination microbienne. (HASLAY et LECELER, 1993).

5.3.1. Germes totaux :

Ce sont des germes qui se développent dans des conditions aérobies, leur présence est indicatrice de pollution bactérienne. Leur dénombrement donne une information sur la qualité hygiénique de l'eau destinée à la consommation humaine (BOURGEOIS; MEXELE et ZUCCA, 1991), ainsi il renseigne sur le degré de protection des nappes souterraines d'où provient l'eau à analyser (RODIER J., 2009).

5.3.2. Coliformes :

Une bactérie coliforme qualifie des bactéries du groupe d'Escherichia coli présentes dans les eaux polluées par des matières organiques fermentescibles (PATRIK et SIMONET, 1988).

Les coliformes sont des hôtes typiques du gros intestin de l'homme et des animaux. Sont capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 48H à une température de 35 à 37°C (HASLAY et LECELER, 1993).

En effet, parmi les bactéries qui répondent à cette définition, on rencontre deux groupes d'origine et d'habitat différents qui sont les coliformes non fécaux et les coliformes témoins de contamination fécale, tel qu'*Escherichia coli* (PERMO, 1981).

◆ **Escherichia coli :**

C'est l'une des espèces bactériennes les plus souvent rencontrées en pathologie humaine (PATRICK 1988). Ce sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux, que l'on rencontre également dans le milieu extérieur (sol, eau) (GAUSTARDIF, 1984). E.Coli est sans doute le plus spécifique de tous les germes de contamination fécale. (BOURJOIS ; MEXLE et ZUCCA, 1996).

Ce sont des bacilles Gram négatifs, oxydases négatifs, aéro anaérobies, rouge de méthyles positifs, citrate négatifs, acétones négatifs, possédant une glutamique décarboxylase (HASLAY et LECELER, 1993).

5.3.3. Streptocoques fécaux :

Les streptocoques fécaux sont des cocci gram positifs, formant des chaînettes en milieu de culture liquide, catalase négatif, capables d'hydrolyser l'esculine et de cultiver à 44°C.(BOURJOIS ; MEXELE et ZUCCA, 1996).

Leur présence indique une pollution fécale, ils sont incapables de se multiplier dans l'environnement aquatique, comme le font des coliformes (HASLAY et LECELER, 1993).

5.3.4. Clostridium sulfito-réducteurs :

Ces bactéries appartiennent à la famille des Bacillaceae, ce sont des bacilles Gram positifs, isolées ou en chaînettes, catalase négatif, anaérobie strict, souvent gazogène, capable de réduire le

sulfite de sodium en sulfure d'où la présence d'un halo noir autour des colonies due à la formation de sulfure de fer (GUIRAND, 1998).

La forme sporulée de *Clostridium sulfito réducteur*, beaucoup plus résistante que les formes végétatives, permettrait aussi de déceler une pollution fécale ancienne ou intermittente (BOURGEOIS, 1991).

6. Pollution des eaux :

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement car l'eau est une interface entre l'air et le sol. (RODIER J., 2005).

On appelle pollution de l'eau toute modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau qui a un effet nocif les êtres vivants la consommant. Quand les êtres humains consomment de l'eau polluée, il y'a en général des conséquences sérieuses pour la santé.

La pollution de l'eau peut aussi rendre l'eau inutilisable pour l'usage désiré. On peut dire elle est polluée lorsque son équilibre est modifié de façon durable par l'apport en quantités très importantes des substances plus ou moins toxiques, d'origines naturelles ou issues d'activités humaines (BENCHIDA., 1997).

La pollution participe de ce fait à diminuer les volumes d'eau utilisables par les populations. Elles engendrent aussi les maladies et les phénomènes d'eutrophisation dans les réserves d'eau et déséquilibre l'environnement (ZELLA., 2007).

6.1. Pollution sur les eaux souterraines :

La pollution des eaux souterraines est le risque permanent de l'élimination de la ressource en eau dans un proche avenir (CASTANY G., 1982).

C'est une pollution très discrète mais très persistante et ses conséquences doivent être envisagées sur le très long terme (GAUJOUS D., 1985).

6.2. Principales origines de la pollution des eaux souterraines

La pollution des eaux souterraines est favorisée par certains aménagements et pratiques :

- Mauvaises gestions des eaux de ruissellement.
- Interventions qui favorisent l'infiltration dans la nappe : Forage de puits sans précaution ouverture du gravier, puits perdus (infiltration des eaux usées).
- Modification des pratiques agricoles (GAUJOUS D., 1985).

7. Les maladies à transmission hydriques :

Les maladies hydriques regroupent toutes les conséquences néfastes d'un contact direct de l'eau ou de la nourriture contaminée par des déchets d'origines humaine ou animale ou chimique

(FRNÇOIS ANCTIL., 2008). Les principaux symptômes de toutes les maladies hydriques sont les suivants : Diarrhées ou rarement constipations, crampes, fièvre abdominale, vomissements.

- **Fièvres typhoïde et paratyphoïde** : maladies d'origine bactériennes qui entraînent de la fièvre, des maux de tête, de l'anorexie, un ralentissement du rythme cardiaque, une augmentation du volume de la rate, la formation de taches roses sur le corps, une toux sèche et de la constipation. Ces maladies, qui peuvent être bénignes et asymptomatiques, peuvent entraîner la mort dans 1% des cas (MANSORI et CHAREF, 2010). La contamination se fait par voie digestive à partir d'eau contaminées par des matières fécales, d'aliments avariés ou encore par des mains sales (BELKADA et BENAMAR, 2009).

- **Choléra** : Maladie contagieuse d'origine bactérienne qui provoque des infections intestinales aiguës, dont les symptômes sont diarrhées fréquentes, vomissements incontrôlables, soif intense et une déshydratation rapide. Cette maladie peut entraîner la mort dans 80% des cas graves non traités. Le cholera conduit à une perte d'eau de 8 à 10L/j. Cette maladie est causée par *Vibrio cholera*.

- **Dysenterie** : Terme générique qui caractérise des maladies entraînant une diarrhée douloureuse et sanglante accompagnée de coliques, de nausées et de vomissements : dysenterie bacillaire ou *shygellose* (causée par diverses bactéries), dysenterie amibienne ou amibiase (causée par des amibes). Seule la shygellose peut entraîner la mort, les taux de mortalité peuvent atteindre 20%.

- **Diarrhées infectieuses** : Maladies causées par diverses bactéries et dont les symptômes sont des selles liquides, des vomissements et de la fièvre. En général, elles n'entraînent pas la mort (BRIERE, 2000).

8. Les effets des sels minéraux sur la santé :

8.1. Le magnésium :

Le magnésium (en abrégé Mg) est un minéral indispensable. Il est impliqué dans la libération d'énergie et la diminution de la fatigue, et dans le bon fonctionnement du système nerveux et des muscles. Enfin, le magnésium joue un rôle dans la formation d'os et de dents solides (OMS, 2006).

Le magnésium est un minéral qui donne de l'énergie. L'alimentation actuelle ne procurant pas toujours la quantité journalière suffisante, une consommation régulière d'eau riche en magnésium est conseillée aux femmes enceintes ou aux sportifs.

Le magnésium se retrouve dans des sources d'eau traversant des terrains spécifiques riches en magnésium.

8.1.1. Le rôle du magnésium :

Il est important pour les fonctions métaboliques et pour les activités musculaires et nerveuses (LENNTECH, 2003).

Le magnésium est un activateur de certaines réactions chimiques qui se passent dans l'organisme. Il intervient dans beaucoup de systèmes différents, notamment dans la production d'énergie et à la transmission des messages nerveux. Il joue un rôle important dans les échanges entre les cellules et

leur milieu. Il intervient à plusieurs niveaux dans les mécanismes immunitaires, les réactions inflammatoires et les allergies. Il semblerait aussi que le magnésium agisse aussi contre le vieillissement en diminuant les dommages provoqués par les radicaux libres.

Le corps d'un adulte renferme environ 25g de magnésium, les besoins de la femme enceinte sont multipliés par deux, ceux de l'enfant par trois (MORIN, 2003).

8.1.2. Carence en magnésium :

Les signes de carence en magnésium sont nombreux et variés : tension musculaire, insomnie, difficulté de concentration, crampes, tensions nerveuse, baisse d'énergie, faiblesse immunitaire, tremblements, palpitations et accès de colère (ARSENAULT, 2002).

Les personnes nécessitant un apport plus important de magnésium sont les femmes enceintes, les sportifs, les personnes stressées ou spasmophiles. Par ailleurs certaines pathologies comme les maladies rénales, les diarrhées prolongées ou la prise de diurétiques nécessitent un apport accru en magnésium pour compenser l'augmentation des pertes. Mais une surdose prolongée peut avoir un effet laxatif et hypertenseur.

8.2. Le calcium :

Le calcium est l'un des éléments les plus communs sur terre. Il est essentiel pour notre corps, pour la formation des dents et des os, la coagulation du sang et pour le bon fonctionnement du système nerveux (LENNTECH, 2003).

Le calcium est le véritable ciment des os. Les besoins quotidiens sont très importants, surtout chez les enfants et les femmes enceintes, et les eaux riches en calcium sont un bon complément des trois produits laitiers par jour.

L'eau se charge en ions calcium quand elle traverse des terrains calcaires.

L'apport journalier recommandé est de 1 200 à 1 500 mg puis 800 à 1000 mg après l'âge de 25 ans.

8.2.1. Le rôle du calcium :

99 % du calcium est localisé dans l'os, assurant la solidité du squelette et la dureté des dents. Et chez les enfants et les adolescents, il favorise la croissance osseuse ; chez les jeunes adultes, il participe à l'entretien du capital osseux ; chez les seniors, il contribue à la prévention de l'ostéoporose.

Le calcium extra-osseux a de multiples fonctions : il contribue à la contraction musculaire, à la conduction nerveuse, à la coagulation sanguine, à l'activation de certaines enzymes et prévient l'hypertension.

8.2.2. Carences en calcium :

Les hypocalcémies mineures ne produisent pas de signes. Lorsqu'elles sont plus importantes, elles déclenchent des crises de tétanie. A long terme, l'hypocalcémie entraîne des troubles neurologiques (tremblement), une cataracte précoce, des anomalies dentaires. Les personnes les plus à risque d'être carencées en calcium sont les enfants et les adolescents, les femmes enceintes, les buveurs de café et

les personnes âgées. L'augmentation anormale de la calcémie (hypercalcémie), au-dessus de 2.6 mmoles, soit 104 mg/L peut se manifester par une fatigue, une soif intense, des douleurs abdominales accompagnées de nausées et de constipation. (MARIE, 2005).

8.3. Le sodium :

Le sodium, de symbole chimique (Na), est un élément minéral majeur indispensable à la vie, au même titre que le potassium, le chlore ou le calcium.

Un composé normal de tous les liquides organiques (la salive, le suc digestif, le sang, la sueur, le sperme, etc.), (LABOURET, 2002).

8.3.1. Le rôle de sodium :

Le sodium est indispensable à la transmission de l'influx nerveux et à la contraction musculaire. Sa concentration dans le sang et le liquide interstitiel conditionne la quantité d'eau présente dans les cellules et le volume sanguin. Et chez les personnes sensibles à l'apport de sel, l'excès de sodium peut augmenter le volume sanguin et ainsi favoriser la survenue d'une hypertension artérielle.

Les apports recommandés sont de 5 à 8 g par jour et jusqu'à 10 g pour les grands sportifs. Le seuil vital minimal est de 1 à 3g.

8.3.2. Carence en sodium :

Les carences sont rares mais peuvent apparaître en cas de gastro-entérite par exemple, due à la déshydratation provoquée par les vomissements excessifs, les diarrhées ou la sudation. Un manque de sodium provoque des nausées, des crampes musculaires ainsi qu'une déshydratation. A long terme avoir peu de sodium dans le sang conduit à de l'hypotension.

La diminution de la natrémie (taux de sodium dans le plasma) à une valeur inférieure à 135 mmoles/L (hyponatrémie) peut provoquer des troubles digestifs (dégoût de l'eau puis nausée et vomissements) ou surtout neurologiques (allant de la simple confusion mentale au coma).

Quand il est consommé en trop grande quantité, le sodium a des répercussions importantes sur le système cardiovasculaire.

En cas d'hypertension, mieux vaut consommer des eaux pauvres en sodium.

8.4. Le potassium :

Le potassium est le principal cation intracellulaire monovalent. Il joue un rôle important dans le squelette et surtout dans le fonctionnement du muscle cardiaque (LENNTECH, 2003).

Le potassium est l'élément clé de la contraction musculaire. Les besoins journaliers sont assez faibles et généralement couverts par une alimentation équilibrée. La concentration de potassium est assez faible dans la plupart des eaux minérales.

8.4.1. Le rôle du potassium :

Le potassium joue un rôle majeur dans notre organisme. Sa baisse ou son augmentation dans le sang peut avoir des répercussions importantes sur la santé. Le potassium agit en collaboration avec le sodium. Tous deux sont chargés de maintenir l'équilibre acido-basique du corps et des fluides. Le

potassium, seul, permet la transmission d'impulsions nerveuses, la contraction musculaire, le bon fonctionnement de la fonction rénale. Ce minéral occupe ainsi une place essentielle au sein de notre organisme.

Une personne adulte devrait consommer 3 à 5 g de potassium par jour ; les enfants de 0 à 6 ans entre 0,5 et 1 g/j.

8.4.2. Carences en potassium :

La carence en potassium coïncide généralement avec un niveau trop important de sodium car ces deux minéraux sont en équilibre dans l'organisme. Elle est aussi souvent corrélée avec un manque de magnésium et les signes correspondants se recoupent : faiblesse musculaire et fatigue.

Une carence vraiment importante peut avoir des conséquences digestives, musculaires ou cardiaques éventuellement graves comme des paralysies musculaires ou des troubles du rythme cardiaque.

L'augmentation anormale de la kaliémie (hyperkaliémie) au dessus de 5 mmole/L est source de complications musculaires (fatigue, voir paralysie) et cardiaques (troubles de rythme, voir arrêt cardiaque) (MARIE, 2005).

8.5. Les nitrates :

Les nitrates sont des composés chimiques naturellement présents dans l'environnement, notamment dans les eaux et dans les sols.

Le nitrate est l'un des polluants les plus fréquents des eaux souterraines en milieu rural. Il nécessite d'être régulé dans l'eau potable parce que des niveaux excessifs peuvent causer la méthémoglobinémie, chez les nourrissons de moins de six mois et augmentent le risque de cancer par la présence des nitrosamines dans l'organisme (ANONYME, 2000).

8.5.1. Surdose des nitrates :

Le nitrate en lui-même n'est pas toxique. Sa toxicité vient de la chaîne de réaction qu'il subit dans l'organisme. Le nitrate est réduit par des enzymes en nitrite. Celui-ci peut oxyder l'hémoglobine en méthémoglobine, qui ne peut plus absorber d'oxygène. La limite réglementaire de présence de nitrates dans l'eau est de 50 mg/L. Pour les nourrissons, certains pédiatres préconisent une limite à 15 mg/L.

Certaines eaux minérales garantissent une teneur nulle en nitrates.

8.6. Les sulfates:

Les sulfates (SO_4) peuvent être trouvés dans presque toutes les eaux naturelles, et ils permettent de fabriquer les protéines, ces molécules qui construisent l'organisme. Souvent, les végétariens sont à risque de carence en soufre, car c'est principalement la viande et le poisson qui l'apportent dans l'alimentation. C'est pourquoi une consommation d'eau fortement soufrée peut s'avérer être un bon complément.

Les sulfates contenus dans l'eau souterraine sont fournis par la dissolution du gypse.

8.6.1. Le rôle des sulfates :

Les sulfates représentent la source majeure de soufre, un composant essentiel de nombreuses protéines de la peau des ongles, des cheveux, et des hormones comme l'insuline. Sans lui ces molécules n'ont pas la bonne forme et ne peuvent pas fonctionner. Il entre également dans la composition de certaines vitamines, du cartilage, des tendons et des os. Par ailleurs, les sulfates accélèrent le transit intestinal, notre corps en contient au moyen entre 350 et 480 mg.

L'apport journalier en acides aminés soufrés est estimé à 13-14 mg par kg de poids. Un régime qui apporte assez de protéines répond aux besoins de l'organisme.

8.6.2. Carences en sulfates :

Le déficit en ce minérale provoque souvent un ralentissement de la pousse des cheveux et des ongles. Un manque de soufre augmente aussi la vulnérabilité aux infections car les échanges entre cellules sont moins bien assurés. Les personnes ayant choisi un régime végétarien sont souvent à risque de carence en soufre. Mais au-delà de 200 mg/L il peut provoquer des diarrhées chez les nourrissons.

8.7. L'Hydrogénocarbonate (le bicarbonate)

Le bicarbonate réduit l'acidité dans le corps. Après le sport ou en cas de digestion difficile, il permet de récupérer rapidement. Le bicarbonate dans l'eau provient de la dissolution du gaz carbonique dans les sources naturelles.

8.7.1. Le rôle des hydrogénocarbonates :

Le bicarbonate agit sur l'acidité gastrique, et il permet de donner au sang un pH stable. Par ailleurs, le bicarbonate serait utile aux sportifs pour diminuer l'acidité de l'organisme lié à la production d'acide lactique.

8.7.2. Carences en hydrogénocarbonate :

Un régime trop acide (peu de fruits et légumes, beaucoup de protéines) serait un facteur favorisant l'ostéoporose et la perte de masse musculaire avec l'âge. Cependant les personnes souffrant de ballonnements devraient éviter de boire de l'eau gazeuse.

8.8. Les chlorures :

Le chlorure est un constituant important des liquides organiques (LENNTECH, 2003).

Les chlorures sont présents en grande quantité dans l'eau de mer (± 19 g/l). Leur concentration dans l'eau de pluie est approximativement de 3 mg/l. Dans les eaux souterraines, leur concentration dépend des roches traversées. Les sols pollués par l'industrie chimique sont très riches en chlorures.

8.8.1. Le rôle des chlorures :

Le chlorure est présent en faible proportion dans les cellules, mais abondant dans les liquides extra-cellulaires : liquide interstitiel situé entre les cellules et sang. Il constitue un facteur important pour équilibrer les quantités d'eau à l'intérieur et à l'extérieur des cellules. Il est impliqué dans la régulation du pH (niveau d'acidité) sanguin. Au niveau de l'estomac, il sert à fabriquer de l'acide chlorhydrique, constituant du suc gastrique (qui participe à la digestion des aliments) (LENNTECH, 2003).

L'apport journalier recommandé est de 1 g par jour, un besoin largement couvert par une alimentation équilibrée.

8.8.2. Carences en chlorures :

A cause de vomissements et de diarrhées répétées, l'organisme peut perdre son chlore, provoquant alors des crampes musculaires et une grande fatigue. Le chlore est naturellement éliminé par l'urine, mais une surdose accidentelle peut provoquer des vomissements.

9. La réglementation régulant les eaux d'alimentations :

L'eau destinée à la consommation humaine doit respecter un certain nombre de paramètres qui définissent sa potabilité, chaque paramètre ne doit dépasser la valeur limite qui est égale généralement à la concentration maximale admissible.

Les eaux minérales naturelles et les eaux de source font partie des denrées alimentaires les plus fortement réglementées

9.1. Réglementation algérienne concernant les eaux naturelles:

L'arrêté du 24 Rabie Ethani 1421 correspondant au 26 juillet 2000 relatif aux spécifications des eaux de boisson préemballées et aux modalités de leur présentation, donne quelques précisions concernant les eaux minérales naturelles et les eaux de source, suivant les articles cités.

◆ Section I: Les eaux minérales naturelles:

Article 3: Une eau minérale naturelle est une eau possédant un ensemble de caractéristiques qui sont de nature à lui apporter des propriétés thérapeutiques.

Elle provient d'une nappe ou d'un gisement souterrain exploité à partir d'une ou plusieurs émergences naturelles ou forées.

Elle se distingue nettement des autres eaux destinées à la consommation humaine, par sa nature, caractérisée par sa teneur spécifique en sels minéraux, oligo-éléments ou autres constituants, par certains effets, notamment des effets thérapeutiques et par sa pureté originelle.

Article 4 : Les caractéristiques visées à l'article 3 ci-dessus doivent être conservées intactes en raison de l'origine souterraine de l'eau minérale naturelle qui doit être tenue à l'abri de tout risque de pollution.

Les caractéristiques essentielles, notamment de composition et de température à l'émergence, ne doivent pas être affectées par le débit de l'eau prélevée.

Article 5 : Les caractéristiques de qualité des eaux minérales préemballées doivent être conformes aux spécifications de l'annexe I du présent arrêté.

Article 6 : L'eau minérale naturelle, telle qu'elle se présente à l'émergence, ne peut faire l'objet d'aucun traitement ou d'adjonctions autres que ceux énumérés ci-après:

- la séparation des éléments instables, par décantation ou filtration, éventuellement précédée d'une oxygénation. Ce traitement ne doit pas modifier la composition de l'eau dans ses constituants essentiels;
- l'élimination de gaz carbonique libre par des procédés exclusivement physiques;
- l'incorporation ou la réincorporation de gaz carbonique.

Ces traitements ou adjonctions ne doivent pas modifier les caractéristiques microbiologiques de l'eau minérale naturelle.

Article 7 : Les eaux minérales naturelles préemballées sont mises à la consommation sous l'une des dénominations suivantes:

*« **Eau minérale naturelle gazeuse** » désigne une eau minérale naturelle effervescente dont la teneur en gaz carbonique, après décantation éventuelle et préemballage est la qu'à l'émergence;

*« **Eau minérale naturelle non gazeuse** » désigne une eau minérale naturelle qui, à l'état naturel et après traitement éventuel et préemballage, ne contient pas de gaz carbonique libre en proportion supérieure à la quantité nécessaire pour maintenir dissous les sels hydrogénocarbonates présents dans l'eau;

*« **Eau minérale dégazéifiée** » désigne une eau minérale naturelle qui a fait l'objet d'un traitement pour l'élimination de son gaz carbonique libre.

Après traitement éventuel et préemballage, cette eau n'est pas la même qu'à l'émergence et ne doit pas dégager visiblement et spontanément de gaz carbonique dans les conditions normales de température et de pression;

*« **Eau minérale naturelle renforcée au gaz carbonique** » désigne une eau minérale naturelle dont la teneur en gaz carbonique, après traitement éventuel et préemballage, est supérieure à sa teneur en gaz carbonique à l'émergence;

*« **Eau minérale naturelle gazéifiée** » désigne une eau minérale naturelle rendue gazeuse, après traitement éventuel et préemballage, par addition de gaz carbonique d'une autre origine que la nappe ou le gisement dont elle provient.

Article 8 : L'étiquetage des eaux minérales préemballées doit comporter, outre les mentions prévues par le décret exécutif n° 90-367 du 10 novembre 1990, susvisé, les mentions suivantes:

- ✓ La dénomination de vente, conformément aux dispositions de l'article 7 ci-dessus;
- ✓ Le nom de la source;
- ✓ Le lieu d'exploitation de la source;
- ✓ Le pays d'origine, pour les eaux minérales naturelles importées;
- ✓ La mention « contient des fluorures » lorsque la teneur en fluor dépasse 1 mg/l.

◆ *Section II*: Les eaux de source :

Article 9: L'eau de source est une eau d'origine exclusivement souterraine, microbiologiquement saine et protégée contre les risques de pollution, apte à la consommation humaine sans traitement ni adjonction autres que ceux autorisés conformément à l'article 11 ci-dessous.

Elle doit être 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.

Article 10 : Les caractéristiques de qualité des eaux de sources doivent être conformes à l'annexe II du présent arrêté.

Article 11 : Les eaux de sources peuvent faire l'objet de traitements ou d'adjonctions relatifs à:

- La séparation des éléments instables et à la sédimentation des matières en suspension par décantation ou filtration. Ce traitement qui accélère le processus d'évolution naturelle ne doit pas avoir pour but ou effet de modifier la composition de l'eau;
- L'incorporation de gaz carbonique.

Ces traitements aux adjonctions sont réalisés à l'aide de procédés physiques, mettant en œuvre des matériaux inertes, précédés, le cas échéant, d'une aération. Ils ne doivent pas avoir pour but ou effet de modifier les caractéristiques microbiologiques de l'eau de source.

Article 12 : Les eaux de sources préemballées sont mises à la consommation sous l'une des dénominations suivantes:

- ✓ Eau de source;
- ✓ Eau source gazéifiée désigne une eau de source effervescente par addition de gaz carbonique.

Article 13 : l'étiquetage des eaux de sources préemballées doit comporter, outre les mentions prévues par le décret exécutif n° 90-367 du 10 novembre 1990, susvisé, les mentions suivantes:

- ✓ La dénomination de vente, conformément aux dispositions de l'article 12 ci-dessus;
- ✓ Le nom de la source;
- ✓ Le lieu d'exploitation;
- ✓ Le pays d'origine pour les eaux de sources importées.

Article 14 : Les eaux de boisson, objet du présent arrêté, doivent être préemballées dans des récipients en verre, en polychlorure de vinyl et en polyéthylène téréphlate, hermétiquement clos et propres à éviter toute possibilité de contamination.

Les récipients doivent être lavés et désinfectés, à moins que leur fabrication ne garantisse leur propreté et leur stérilité au moment du remplissage.

A l'exclusion de ceux qui seraient fabriqués en continu ou livrés stériles, les récipients doivent être rincés avec une eau potable et égouttés, lorsque le dernier rinçage n'est pas fait avec l'eau de boisson à préemballer.

Article 15 : Les eaux de boisson, objet du présent arrêté, destinées à la vente au détail sont préemballées dans des récipients de contenance de 12,5 cl, 25 cl, 50 cl, 100 cl, 150 cl et 200 cl.

9.2. Réglementation algérienne concernant les critères microbiologiques des eaux naturelles:

L'arrêté interministériel du 22 Dhou El Hidja 1426 correspondant au 22 janvier 2006 fixant les proportions d'éléments contenus dans les eaux minérales naturelles et les eaux de source ainsi que les

conditions de leur traitement ou les adjonctions autorisées, fixe dans l'article 5 les examens concernant les critères microbiologiques qui doivent comporter les eaux minérales naturelles et/ou de source:

- L'absence de parasites et de micro-organismes pathogènes;
- La détermination quantitative des micro-organismes revivifiables témoins de contamination fécale;
 - ✓ L'absence d'*Escherichia coli* et d'autres coliformes dans 250ml à 37°C et 44.5°C;
 - ✓ L'absence de *streptocoques fécaux* dans 250ml;
 - ✓ L'absence d'anaérobies sporulés sulfite réducteurs dans 50ml;
 - ✓ L'absence de *Pseudomonas aeruginosa* dans 250ml;
 - ✓ La détermination de la teneur totale en micro-organismes revivifiables par millilitre d'eau,

selon les modalités fixés à l'annexe III de l'arrête.

A l'émergence : les valeurs visées à l'article 5 de l'arrêté ne doivent pas dépasser respectivement :

✓ 20 par ml à 20 à 22°C en 72h sur agar-agar ou mélange agar-gélatine.

✓ 5 ml par 37°C en 24h sur agar-agar étant entendu que ces valeurs doivent considérées comme des valeurs guides et non comme des concentrations maximales.

Après l'embouteillage : la teneur en micro-organismes revivifiables ne doit pas dépasser 100 par ml à 20-22°C en 72h sur agar-agar ou agar-gélatine et 20 par ml à 37°C en 24h sur agar-agar. Cette teneur doit être mesurée dans les 12h qui suivent l'embouteillage, l'eau étant maintenue à 4°C et à environ 1°C pendant cette période de 12h.

Les eaux minérales naturelles et les eaux de sources doivent être conformes aux caractéristiques de qualité fixées aux annexes I, II, III.

1. Objectif de l'étude:

La population algérienne a tendance de plus en plus à consommer des eaux commercialisées en bouteille étant donné qu'ils ne font plus confiance à l'eau du robinet malgré qu'elle est bien contrôlée. Le consommateur ne fait même pas attention à ce qu'il achète ; eau de source, eau minérale... ni même à consulter la teneur en sels dissous dans l'eau.

L'objectif de cette étude est de déterminer la qualité de quelques eaux en bouteille commercialisées en Algérie en comparant ces eaux entre elles et aussi en comparant les résultats portés sur les étiquettes et les analyses effectuées à notre laboratoire de l'Algérienne Des Eaux de Ain Témouchent), en fin de compte orienter le citoyen dans le choix des eaux, dans un souci de « consommer consciemment ».

Une classification selon la teneur en sels minéraux dissous est réalisée entre les eaux.

Les terrains traversés par les eaux étudiées sont de même estimés dans cette étude.

Pour que notre étude puisse avoir un impacte national, nous avons choisi quelques noms d'eaux reconnues, produites et commercialisées à l'échelle nationale (tableau II-01).

2. Présentation des eaux étudiées :



Photo II- 01 : Présentation des eaux en bouteilles étudiées.

Tableau II-01 : Eaux en bouteilles étudiées classé par région.

Région	Dénomination des eaux naturelles	Région d'exploitation
Est	Ain Bouglez	Taref
	Batna	Batna
	Manbaa alghezlene	Biskra
Centre	Ayris	Akbou (Béjaïa)
	Nestlé	Chrèa (Blida)
	Ifri	(Vallée de Soummam)
Ouest	Mansourah	Tlemcen
	Saida	Saida
	Messerghine	Oran

La présentation des eaux étudiées est établie selon les informations fournies sur les étiquettes de ces eaux et leurs sites web.

➤ **Ain Bouglez :**

La source « **Ain Bouglez** » puise sa force des montagnes de la wilaya de Taref. Elle est commercialisée sous forme de bouteilles en plastique (PET) de 1.5L de contenance.

➤ **Batna :**

L'eau minérale « **Batna** » fait partie de l'ensemble des sources de la [Wilaya de Batna](#). Elle prend sa source à [Kasrou](#) dans les montagnes des [Aurès](#), près de la ville de [Batna](#). Anciennement exploitée par les [Romains](#), cette [eau minérale](#) de la région de Batna est, est très appréciée pour sa composition physico-chimique et sa faible minéralisation.

Commercialisée sous forme de bouteilles en plastique en PET de 1.5L de contenance

➤ **Ayris :**

Cette eau prend son origine des plus hauts sommets du Djurdjura. Son parcours géologique est protégé de toute pollution, elle est directement embouteillée à la source au cœur du Massif à Akbou de la wilaya de Béjaia.

Elle est commercialisée sous forme de bouteilles en plastique en PET de 1.5L de contenance. Elle convient pour les malades, notamment ceux avec des insuffisances rénales.

➤ **Manbaa alghezlane :**

Cette eau naturelle pure est riche en sels minéraux de l'atlas avec les monts des Aurès. Grace à sa richesse en calcium et en magnésium cette eau est conseillée surtout pour les femmes enceintes et les enfants. Elle est commercialisée sous forme de bouteilles en plastique en PET de 0.5L de contenance.

➤ **Nestlé :**

L'eau de source "Nestlé Vie Pure" jaillit dans les montagnes de Chréa (source Taberkachent), dont les sommets se revêtent en hiver d'une étincelante blancheur. Elle apporte toute la pureté d'une nature préservée.

Elle est commercialisée sous forme de bouteilles en plastique en PET de 1.5L de contenance.

Elle est recommandée pour les enfants, pour la maintenance de la concentration.

➤ **Ifri :**

C'est une eau minérale naturelle provenant des montagnes de Kabylie (source d'Ouzellaguen), qui surplombent la vallée de la Soummam (Béjaïa). Elle est commercialisée sous forme de bouteilles en plastique compressible recyclée en PET de 1.5L et 1/4L de contenance.

Elle es recommandée pour les régimes sans sel, l'obésité et essentiellement pour le tractus digestif et la sphère rénale. Elle convient pour les femmes enceintes, ainsi que pour la préparation du biberon.

➤ **Mansourah :**

La source « **Mansourah** » existe depuis 2500 années. Elle est connue chez les Tlemceniens comme la source de guérison (calculs des reins). Elle Ne fût agréé par l'état qu'en 1989, pour être exploitée et livrée sous forme de bouteilles en plastique de 1.5 L, 2.5L et 5L.

Elle est recommandée pour ses effets sur le transit intestinal, les maladies néphrétiques, le tractus digestif et elle convient aussi pour les femmes enceintes et pour la préparation du biberon.

➤ **Saida :**

Ainsi appelée par son nom, parce qu'elle provient de la région de Saida (Hammam Rabi). Elle fût agréé par l'état en 18 Mars 1967. Elle est commercialisée sous forme de bouteilles en plastique de 1.5L et 1/4L de contenance.

➤ **Messerghine :**

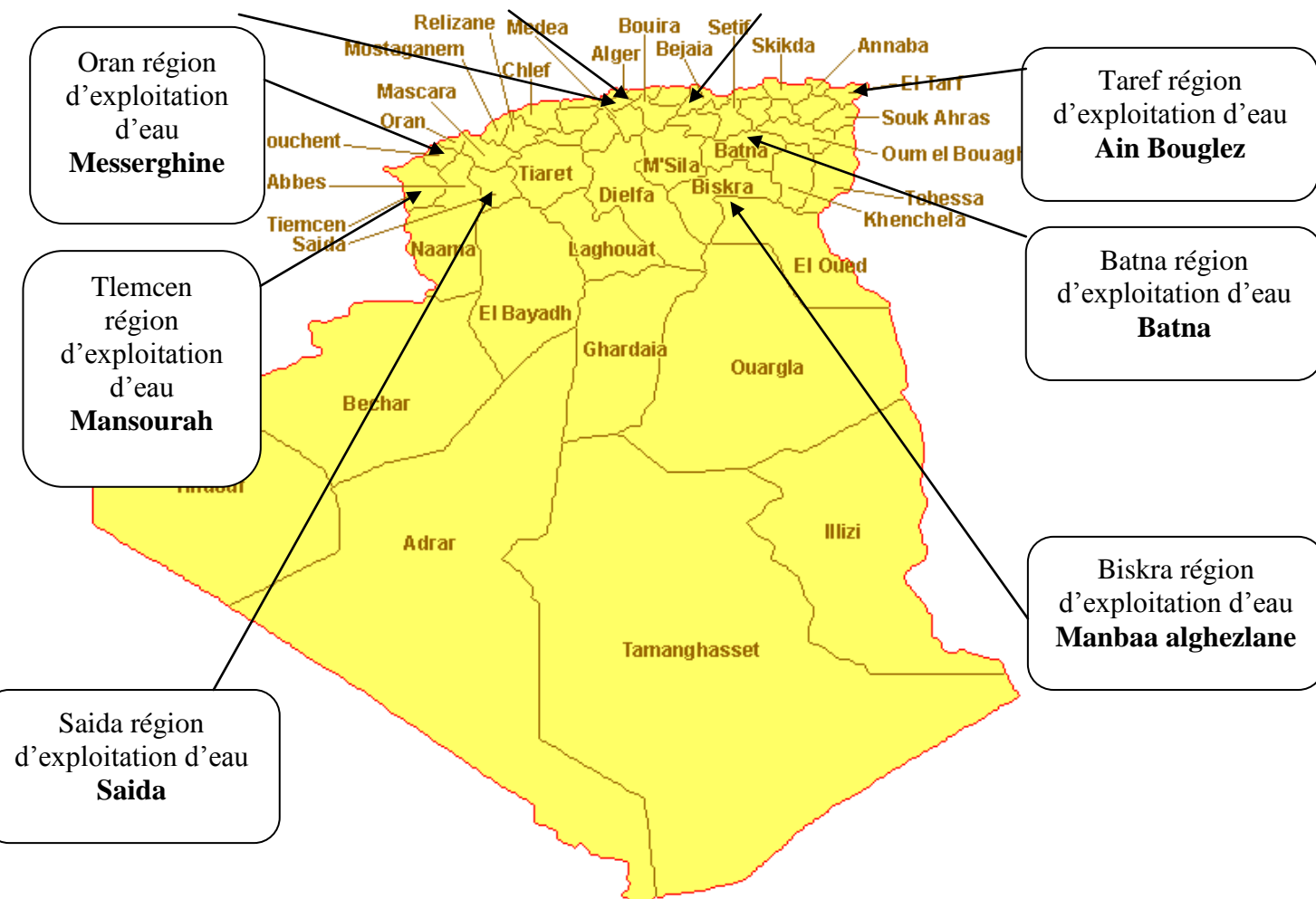
Captée sur un site protégé, la source «**Messerghine**» bénéficie d'un environnement exceptionnel dans les Monts du Murdjadjo de la Wilaya d'Oran. Elle est commercialisée sous forme de bouteilles en PET de 1.5L de contenance. Elle participe à l'équilibre nerveux à l'ossification. Elle est recommandée pour les maladies rénales, le foie et l'obésité.

3. Echantillonnage et localité de la zone d'étude :

Blida région
d'exploitation d'eau
Nestlé

Blida région
d'exploitation d'eau
Ifri

Béjaia(Akbou) région
d'exploitation d'eau
Ayris



Carte II- 01 : Cartographie des eaux embouteillées algériennes étudiées (Site Internet 6).

4. Classification des eaux étudiées selon la nomination sur les étiquettes « Eau de source » ou « Eau minérale »

Tableau II- 02 : Classification des eaux étudiées selon la nomination sur les étiquettes « Eau de source » ou « Eau minérale ».

Eau naturelle minérale	Eau de source
Batna	Ain Bouguelez
Manbaa Elghezlane	Ayris

Ifri	Nestlé
Mansourah	
Saida	
Messerghine	

5. Composition physico-chimique des eaux étudiées portée sur les étiquettes:

La réglementation algérienne fixe des prescriptions, en vigueur des étiquettes opposées sur les bouteilles des eaux minérales naturelles et/ ou de source qui doivent comporter les mentions suivantes:

- ✓ La dénomination de la vente (eau minérale naturelle, eau de source, eau minérale gazéifiée....etc).
- ✓ Les proportions en calcium, magnésium, sodium, potassium, nitrate, sulfate, bicarbonate, chlorure, pH, résidu sec à 180°C;
- ✓ La mention "contient de fluorures" lorsque la teneur en fluor dépasse 1mg/L.
- ✓ Les indications thérapeutiques (les eaux minérales).

1. Résultats et Interprétations:

1.1. Résultats d'analyses organoleptiques des eaux étudiées:

Dans le cadre du contrôle organoleptique, les différents résultats des analyses organoleptiques sont donnés au tableau 10.

Tableau IV- 10 : Résultats des analyses organoleptiques des eaux étudiées par région.

Eaux	Est			centre			Ouest			Norme
	Ain Bouglez	Batna	Manbaà algezlene	Nestlé	Ayris	Ifri	Mansourah	Saida	Messerghine	
Paramètres										
Odeur Taux de dilution à 12°C	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	4 Dilutions
Saveur Taux de dilution à 25°C	Amère	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	4 Dilutions
Couleur mg/l platine	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	20
Turbidité NTU	0.97	0.85	0.61	1.11	1.24	0.87	0.35	0.65	0.73	5NTU
Date et heure d'analyse	30/03/2018 à 9 :30h			15/04/2018 à 9 :30h			02/05/2018 à 9 :30h			

1.2. Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux étudiées:

Dans le cadre des analyses physico-chimiques des eaux étudiées, les résultats effectués au laboratoire et mentionnés sur les étiquettes sont donnés aux tableaux suivants (11, 12, 13):

Tableau IV- 11 : Résultats des analyses physicochimiques des eaux étudiées de l'Est Algérien.

Paramètres	Analyses	Unité	Eau de source	Eaux minérales		Norme
			Ain Bouglez	Batna	Manbaà algezlane	
Température	Expérimentale	°C	19.4	19.1	19.5	25
Conductivité	Expérimentale	µS/cm	148.3	635	902	2800
Minéralisation	Expérimentale	mg/L	139.2	451.52	677.26	2800
TH	Expérimentale	°F	5.4	38.8	51.7	50
TAC	Expérimentale	°F	4.2	36.3	27.2	/

			Eau de source	Eaux minérales		
Paramètres	Analyses	Unité	Ain Bouglez	Batna	Manbaà algezlane	Norme
Cations						
Calcium (Ca ²⁺)	Etiquette	mg/L	4.6	59	67.52	200
	Expérimentale	mg/L	10.1	71.9	95.8	
Magnésium (Mg ²⁺)	Etiquette	mg/L	3.75	45	36.33	150
	Expérimentale	mg/L	6.73	50.15	66.71	
Sodium (Na ⁺)	Etiquette	mg/L	29	15	19.02	200
	Expérimentale	mg/L	16.1	11.6	21.9	
Potassium (K ⁺)	Etiquette	mg/L	1	2	0.98	12
	Expérimentale	mg/L	0.8	1.3	1.4	
Anions						
Nitrate (NO ₃ ⁻)	Etiquette	mg/L	9	0	4.28	50
	Expérimentale	mg/L	9.7	0.2	6.63	
Sulfate (SO ₄ ²⁻)	Etiquette	mg/L	10	40	60	400
	Expérimentale	mg/L	6.45	53.65	60.52	
Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	Etiquette	mg/L	48.8	378.2	231.8	/
	Expérimentale	mg/L	50.01	436.7	331.5	
Chlorure (Cl ⁻)	Etiquette	mg/L	30	2	60	500
	Expérimentale	mg/L	24.97	10.2	75	
pH	Etiquette	/	6.87	6.8	7.6	≥6.5 et ≤9
	Expérimentale		6.97	7.77	8.32	
Nitrite	Etiquette	mg/L	0.06	00	/	0.2

	Expérimentale		00	00	00	
Silice	Etiquette	mg/L	/	/	/	10 µg/L
Fluore	Etiquette	mg/L	/	/	1.05	1.5
Résidu sec	Etiquette	mg/L	140 à 105°C	650 à 180°C	451 à 180°C	1500
Fer	Expérimentale	mg/L	00	00	00	0.3
La balance ionique	Etiquette	%	3	1.52	0	/
	Expérimentale	%	1.19	0.26	1.96	

Tableau IV- 12 : Résultats des analyses physicochimiques des eaux étudiées du Centre Algérien.

Paramètres	Analyses	Unité	Eau de source		Eaux minérales	Norme
			Ayris	Nestlé	Ifri	
Température	Expérimentale	°C	19.3	16.7	22.5	25
Conductivité	Expérimentale	µS/cm	783	480	804	2800
Minéralisation	Expérimentale	mg/L	556.5	296	571.45	2800
TH	Expérimentale	°F	44.3	25.2	40.4	50
TAC	Expérimentale	°F	27.9	18.2	26.1	/
Cations						
Calcium (Ca ²⁺)	Etiquette	mg/L	134.38	57.9	99	200
	Expérimentale	mg/L	132.1	48.2	110.9	
Magnésium (Mg ²⁺)	Etiquette	mg/L	6.69	16.3	24	150
	Expérimentale	mg/L	27.34	31.65	30.5	
Sodium (Na ⁺)	Etiquette	mg/L	29.11	12	15.8	200
	Expérimentale	mg/L	20.9	15.9	16.5	
Potassium (K ⁺)	Etiquette	mg/L	2.45	0.5	2.1	12
	Expérimentale	mg/L	2.12	1.22	1.4	
Anions						
Nitrate (NO ₃ ⁻)	Etiquette	mg/L	21.8	8	<15	50
	Expérimentale	mg/L	20.81	4.44	12.1	

Sulfate (SO ₄ ²⁻)	Etiquette	mg/L	139	31	68	400
	Expérimentale	mg/L	116	58.1	62.2	
Bicarbonate (HCO ₃ ⁻)	Etiquette	mg/L	235	210	265	/
	Expérimentale	mg/L	341.8	224.3	317.3	
Chlorure (Cl ⁻)	Etiquette	mg/L	50	15	72	500
	Expérimentale	mg/L	54.4	20	81	
pH	Etiquette	/	7.39	7.6	7.2	≥6.5 et ≤ 9
	Expérimentale		7.86	7.54	8.02	
Nitrite	Etiquette	mg/L	00	00	<0.02	0.2
	Expérimentale		00	00	00	
Silice	Etiquette	mg/L	/	/	/	10µg/L
Fluore	Etiquette	mg/L	/	/	/	1.15
Résidu sec	Etiquette	mg/L	610 à 180°C	300 à 180°C	380 à 180°C	1500
Fer	Expérimentale	mg/L	00	00	00	0.3
La balance ionique	Etiquette	%	0.56	3.87	2.10	/
	Expérimentale		0.21	2.27	0.53	

Tableau IV- 13 : Résultats des analyses physicochimiques des eaux étudiées de l'Ouest Algérien.

Paramètres	Analyses	Unité	Eaux minérales			Norme
			Mansourah	Saida	Messerghine	
Température	Expérimentale	°C	12.3	12.7	13.1	25
Conductivité	Expérimentale	µS/cm	861	1090	700	2800
Minéralisation	Expérimentale	mg/L	640.25	940	493.45	2800
TH	Expérimentale	°F	41.7	39.4	31.8	50
TAC	Expérimentale	°F	33.2	33.6	24.9	
Cations						
Calcium (Ca ²⁺)	Etiquette	mg/L	85	68	52	200
	Expérimentale	mg/L	91	73	63.4	
Magnésium (Mg ²⁺)	Etiquette	mg/L	37	50	42	150
	Expérimentale	mg/L	49	51	41	

Sodium (Na⁺)	Etiquette	mg/L	30	58	45	200
	Expérimentale	mg/L	38	69	57.6	
Potassium (K⁺)	Etiquette	mg/L	1	2	3	12
	Expérimentale	mg/L	1.82	2.98	4.1	
Anions						
Nitrate (NO₃⁻)	Etiquette	mg/L	12	15	5	50
	Expérimentale	mg/L	18	16.5	9.80	
Sulfate (SO₄²⁻)	Etiquette	mg/L	53	65	50	400
	Expérimentale	mg/L	59.4	71.74	46.15	
Bicarbonate (HCO₃⁻)	Etiquette	mg/L	362	376	260	/
	Expérimentale	mg/L	405.3	404.9	302	
Chlorure (Cl⁻)	Etiquette	mg/L	48	81	78	500
	Expérimentale	mg/L	59	94	98	
pH	Etiquette		7.00	7.5	7.2	≥6.5 et ≤9
	Expérimentale		7.57	7.82	7.72	
Nitrite	Etiquette	mg/L	00	00	00	0.2
	Expérimentale		00	00	0.002	
Silice	Etiquette	mg/L	12.1	/	/	10 µg/L
Fluore	Etiquette	mg/L	/	/	/	1.5
Résidu sec	Etiquette	mg/L	660 à 180°C	478 à 180°C	320 à 180°C	1500
Fer	Expérimentale	mg/L	00	00	00	0.3
La balance ionique	Etiquette	%	0.49	0.49	3.54	/
	Expérimentale		1.99	1.52	1.67	

1.2.1. Contrôle des analyses par la balance ionique :

Les principaux ions dans une analyse fondamentale sont :

- Les cations : Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺

- Les anions: NO_3^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^-

En pratique la somme des cations est plus ou moins égale à la somme des anions, elle doit être inférieure ou égale à 5%.

Le pourcentage du à une inexactitude ou à la non détermination des certains ions est donné par la formule suivante : $\text{BI} = \frac{\sum \text{ions}^+ - \sum \text{ions}^-}{\sum \text{ions}^+ + \sum \text{ions}^-} \times 100$

Si $\text{BI} > 5\%$ Erreur dans l'analyse ;

Si $\text{BI} < 2\%$ Bonne analyse ;

Si $2\% < \text{BI} < 5\%$ Erreur appréciable.

Nous avons calculé la balance ionique des analyses mentionnées aux étiquettes des eaux étudiées et la balance ionique des analyses effectuées au laboratoire.

➤ **Bougez :**

▪ *L'étiquette :*

Sels dissous	Concentration pondérale (mg/L)	Masse atomique (mg/mole)	Valence Z	Quantité en réaction r (meq/L)	$\sum r^- + \sum r^+$ (meq/L)	BI
Ca^{2+}	4.6	40	2	0.23	$\sum r^+ = 1.825$	BI = 2.99%
Mg^{2+}	3.75	24	2	0.31		
Na^+	29	23	1	1.26		
K^+	1	39	1	0.025		
NO_3^-	9	62	1	0.145	$\sum r^- = 1.993$	
SO_4^{2-}	10	96	2	0.208		
HCO_3^-	48.8	61	1	0.8		
Cl^-	30	35.5	1	0.84		

▪ *L'analyse au laboratoire :*

Sels dissous	Concentration pondérale (mg/L)	Masse atomique (mg/mole)	Valence Z	Quantité en réaction r (meq/L)	$\sum r^- + \sum r^+$ (meq/L)	BI
Ca^{2+}	10	40	2	0,51	$\sum r^+ = 1.79$	BI = 0.55%
Mg^{2+}	6.73	24	2	0,56		
Na^+	16	23	1	0,70		
K^+	0.7	39	1	0,02		
NO_3^-	9.699	62	1	0,16	$\sum r^- = 1.81$	
SO_4^{2-}	6.46	96	2	0,13		
HCO_3^-	50.02	61	1	0,82		
Cl^-	24.98	35.5	1	0.70		

➤ **Batna :**

▪ *L'étiquette :*

Sels dissous	Concentration pondérale (mg/L)	Masse atomique (mg/mole)	Valence Z	Quantité en réaction r (meq/L)	$\sum r^- + \sum r^+$ (meq/L)	BI
Ca ²⁺	59	40	2	2.95	$\sum r^+ = 7.4$	BI= 1.53%
Mg ²⁺	45	24	2	3.75		
Na ⁺	15	23	1	0.65		
K ⁺	2	39	1	0.05		
NO ₃ ⁻	0	62	1	0	$\sum r^- = 7.64$	
SO ₄ ²⁻	40	96	2	0.83		
HCO ₃ ⁻	378.2	61	1	6.2		
Cl ⁻	22	35.5	1	0.61		

▪ *L'analyse au laboratoire :*

Sels dissous	Concentration pondérale (mg/L)	Masse atomique (mg/mole)	Valence Z	Quantité en réaction r (meq/L)	$\sum r^- + \sum r^+$ (meq/L)	BI
Ca ²⁺	71,9	40	2	3,60	$\sum r^+ = 8.31$	BI= 1.54%
Mg ²⁺	50,15	24	2	4,18		
Na ⁺	11,6	23	1	0,50		
K ⁺	1,3	39	1	0,03		
NO ₃ ⁻	0,2	62	1	0,00	$\sum r^- = 8.57$	
SO ₄ ²⁻	53.65	96	2	1,12		
HCO ₃ ⁻	436,7	61	1	7,16		
Cl ⁻	10,2	35.5	1	0,29		

➤ **Manbaà alghezlane :**

▪ *L'étiquette :*

Sels dissous	Concentration pondérale (mg/L)	Masse atomique (mg/mole)	Valence Z	Quantité en réaction r (meq/L)	$\sum r^- + \sum r^+$ (meq/L)	BI
Ca ²⁺	67.52	40	2	3.37	$\sum r^+ = 7.23$	BI= 0.55%
Mg ²⁺	36.33	24	2	3.02		
Na ⁺	19.01	23	1	0.82		
K ⁺	0.98	39	1	0.02		
NO ₃ ⁻	4.28	62	1	0.069	$\sum r^- = 7.15$	
SO ₄ ²⁻	60	96	2	1.25		
HCO ₃ ⁻	231.8	61	1	3.8		
Cl ⁻	74.9	35.5	1	2.10		

▪ *L'analyse au laboratoire :*

Sels dissous	Concentration pondérale (mg/L)	Masse atomique (mg/mole)	Valence Z	Quantité en réaction r (meq/L)	$\sum r^- + \sum r^+$ (meq/L)	BI
Ca ²⁺	95,8	40	2	4,79	$\sum r^+ = 11.33$	BI= 1.94%
Mg ²⁺	66,71	24	2	5,56		
Na ⁺	21,9	23	1	0,95		
K ⁺	1,4	39	1	0,04		
NO ₃ ⁻	6,63	62	1	0,11	$\sum r^- = 10.94$	
SO ₄ ²⁻	60.52	96	2	3,29		
HCO ₃ ⁻	331,5	61	1	5,43		
Cl ⁻	75	35.5	1	2,11		

➤ *Ayris :*

▪ *L'étiquette :*

Sels dissous	Concentration pondérale (mg/L)	Masse atomique (mg/mole)	Valence Z	Quantité en réaction r (meq/L)	$\sum r^- + \sum r^+$ (meq/L)	BI
Ca ²⁺	132.1	40	2	6,72	$\sum r^+ = 8.603$	BI= 0.56%
Mg ²⁺	6.69	24	2	0,56		
Na ⁺	29.11	23	1	1,27		
K ⁺	2.45	39	1	0,06		
NO ₃ ⁻	21.8	62	1	0,35	$\sum r^- = 8.51$	
SO ₄ ²⁻	139	96	2	2,90		
HCO ₃ ⁻	235	61	1	3,85		
Cl ⁻	50	35.5	1	1,41		

▪ *L'analyse au laboratoire :*

Sels dissous	Concentration pondérale (mg/L)	Masse atomique (mg/mole)	Valence Z	Quantité en réaction r (meq/L)	$\sum r^- + \sum r^+$ (meq/L)	BI
Ca ²⁺	132,1	40	2	6,61	$\sum r^+ = 9.85$	BI= 0.21%
Mg ²⁺	27,34	24	2	2,28		
Na ⁺	20,9	23	1	0,91		
K ⁺	2,12	39	1	0,05		
NO ₃ ⁻	20,81	62	1	0,34	$\sum r^- = 10.94$	
SO ₄ ²⁻	116	96	2	2,42		
HCO ₃ ⁻	341,8	61	1	5,60		

Cl ⁻	54,4	35.5	1	1,53	∑r ⁻ = 9.89
-----------------	------	------	---	------	------------------------

➤ **Nestlé :**

▪ **L'étiquette :**

Sels dissous	Concentration pondérale (mg/L)	Masse atomique (mg/mole)	Valence Z	Quantité en réaction r (meq/L)	∑r ⁻ +∑r ⁺ (meq/L)	BI
Ca ²⁺	57.9	40	2	2.89	∑r ⁺ =5.002	BI= 3.87%
Mg ²⁺	16.3	24	2	1.58		
Na ⁺	12	23	1	0.52		
K ⁺	0.5	39	1	0.012		
NO ₃ ⁻	8	62	1	0.129	∑r ⁻ = 4.629	
SO ₄ ²⁻	31	96	2	0.64		
HCO ₃ ⁻	210	61	1	3.44		
Cl ⁻	15	35.5	1	0.42		

▪ **L'analyse au laboratoire :**

Sels dissous	Concentration pondérale (mg/L)	Masse atomique (mg/mole)	Valence Z	Quantité en réaction r (meq/L)	∑r ⁻ +∑r ⁺ (meq/L)	BI
Ca ²⁺	48,2	40	2	2,31	∑r ⁺ =5.67	BI= 1.33%
Mg ²⁺	31,65	24	2	2,64		
Na ⁺	15,9	23	1	0,69		
K ⁺	1,22	39	1	0,03		
NO ₃ ⁻	4,44	62	1	0,07	∑r ⁻ = 5.52	
SO ₄ ²⁻	58,1	96	2	1,21		
HCO ₃ ⁻	224,3	61	1	3,68		
Cl ⁻	20	35.5	1	0,56		

➤ **Ifri :**

▪ **L'étiquette :**

Sels dissous	Concentration pondérale (mg/L)	Masse atomique (mg/mole)	Valence Z	Quantité en réaction r (meq/L)	∑r ⁻ +∑r ⁺ (meq/L)	BI
Ca ²⁺	99	40	2	4.95	∑r ⁺ =7.68	BI= 2.10%
Mg ²⁺	24	24	2	2		
Na ⁺	15.8	23	1	0.68		
K ⁺	2.1	39	1	0.053		
NO ₃ ⁻	<15	62	1	0.24		

SO ₄ ²⁻	68	96	2	1.41	Σr ⁻ = 8.01	
HCO ₃ ⁻	265	61	1	4.34		
Cl ⁻	72	35.5	1	2.02		

▪ *L'analyse au laboratoire :*

Sels dissous	Concentration pondérale (mg/L)	Masse atomique (mg/mole)	Valence Z	Quantité en réaction r (meq/L)	Σr ⁻ + Σr ⁺ (meq/L)	BI
Ca ²⁺	110,9	40	2	5,55	Σr ⁺ = 8.84	BI = 0.78%
Mg ²⁺	30,5	24	2	2,54		
Na ⁺	16,5	23	1	0,72		
K ⁺	1,4	39	1	0,04		
NO ₃ ⁻	12,1	62	1	0,20	Σr ⁻ = 8.98	
SO ₄ ²⁻	62,2	96	2	1,30		
HCO ₃ ⁻	317,6	61	1	5,21		
Cl ⁻	81	35.5	1	2,28		

➤ **Mansourah :**

▪ *L'étiquette :*

Sels dissous	Concentration pondérale (mg/L)	Masse atomique (mg/mole)	Valence Z	Quantité en réaction r (meq/L)	Σr ⁻ + Σr ⁺ (meq/L)	BI
Ca ²⁺	85	40	2	4.25	Σr ⁺ = 8.655	BI = 0.49%
Mg ²⁺	37	24	2	3.08		
Na ⁺	30	23	1	1.30		
K ⁺	01	39	1	0.025		
NO ₃ ⁻	12	62	1	0.19	Σr ⁻ = 8.57	
SO ₄ ²⁻	53	96	2	1.10		
HCO ₃ ⁻	362	61	1	5.93		
Cl ⁻	48	35.5	1	1.35		

▪ *L'analyse au laboratoire :*

Sels dissous	Concentration pondérale (mg/L)	Masse atomique (mg/mole)	Valence Z	Quantité en réaction r (meq/L)	Σr ⁻ + Σr ⁺ (meq/L)	BI
Ca ²⁺	91	40	2	4,25	Σr ⁺ = 10.23	BI = 1.99%
Mg ²⁺	49	24	2	4,08		
Na ⁺	38	23	1	1,65		
K ⁺	1,82	39	1	0,05		
NO ₃ ⁻	18	62	1	0,29	Σr ⁻ = 9.83	
SO ₄ ²⁻	59,4	96	2	1,24		
HCO ₃ ⁻	405,3	61	1	6,64		
Cl ⁻	59	35.5	1	1,66		



➤ **Saida :**

▪ *L'étiquette :*

Sels dissous	Concentration pondérale (mg/L)	Masse atomique (mg/mole)	Valence Z	Quantité en réaction r (meq/L)	$\sum r^- + \sum r^+$ (meq/L)	BI
Ca ²⁺	68	40	2	3.4	$\sum r^+ = 10.13$	BI= 0.50%
Mg ²⁺	50	24	2	4.16		
Na ⁺	58	23	1	2.52		
K ⁺	02	39	1	0.05		
NO ₃ ⁻	15	62	1	0.24	$\sum r^- = 10.03$	
SO ₄ ²⁻	65	96	2	1.35		
HCO ₃ ⁻	376	61	1	6.16		
Cl ⁻	81	35.5	1	2.28		

▪ *L'analyse au laboratoire :*

Sels dissous	Concentration pondérale (mg/L)	Masse atomique (mg/mole)	Valence Z	Quantité en réaction r (meq/L)	$\sum r^- + \sum r^+$ (meq/L)	BI
Ca ²⁺	73	40	2	3,65	$\sum r^+ = 10.98$	BI= 0.31%
Mg ²⁺	51	24	2	4,25		
Na ⁺	69	23	1	3,00		
K ⁺	2,98	39	1	0,08		
NO ₃ ⁻	16,5	62	1	0,27	$\sum r^- = 11.05$	
SO ₄ ²⁻	71,74	96	2	1,49		
HCO ₃ ⁻	404,9	61	1	6,64		
Cl ⁻	94	35.5	1	2,65		

➤ **Messregghine :**

▪ *L'étiquette :*

Sels dissous	Concentration pondérale (mg/L)	Masse atomique (mg/mole)	Valence Z	Quantité en réaction r (meq/L)	$\sum r^- + \sum r^+$ (meq/L)	BI
Ca ²⁺	52	40	2	2.6	$\sum r^+ = 8.126$	BI= 3.54%
Mg ²⁺	42	24	2	3.5		
Na ⁺	45	23	1	1.95		
K ⁺	3	39	1	0.076		
NO ₃ ⁻	5	62	1	0.08	$\sum r^- = 7.57$	
SO ₄ ²⁻	50	96	2	1.04		
HCO ₃ ⁻	260	61	1	4.26		
Cl ⁻	78	35.5	1	2.19		

▪ *L'analyse au laboratoire :*

Sels dissous	Concentration pondérale (mg/L)	Masse atomique (mg/mole)	Valence Z	Quantité en réaction r (meq/L)	$\sum r^- + \sum r^+$ (meq/L)	BI
Ca ²⁺	63,4	40	2	3,17	$\sum r^+ = 8.78$	BI = 0.28%
Mg ²⁺	41	24	2	3,00		
Na ⁺	57,6	23	1	2,50		
K ⁺	4,1	39	1	0,11		
NO ₃ ⁻	9,8	62	1	0,16	$\sum r^- = 8.83$	
SO ₄ ²⁻	46,15	96	2	0,96		
HCO ₃ ⁻	302	61	1	4,95		
Cl ⁻	98	35.5	1	2,76		

Tableau IV- 14 : Résultats de la balance ionique des eaux étudiées.

Eaux étudiées		Balance ionique		Interprétation
Région de L'Est	Ain Bouglez	Etiquette	2.99%	Erreur appréciable
		Expérimentale	0.55%	Bonne analyse
	Batna	Etiquette	1.53%	Bonne analyse
		Expérimentale	1.54%	Bonne analyse
	Manbaà algezlane	Etiquette	0.55%	Bonne analyse
		Expérimentale	1.94%	Bonne analyse

Région du Centre	Ayris	Etiquette	0.56%	Bonne analyse
		Expérimentale	0.21%	Bonne analyse
	Nestlé	Etiquette	3.87%	Erreur appréciable
		Expérimentale	1.33%	Bonne analyse
	Ifri	Etiquette	2.10%	Erreur appréciable
		Expérimentale	0.78%	Bonne analyse
Région de l'Ouest	Mansourah	Etiquette	0.49%	Bonne analyse
		Expérimentale	1.99%	Bonne analyse
	Saida	Etiquette	0.49%	Bonne analyse
		Expérimentale	0.31%	Bonne analyse
	Messerghine	Etiquette	3.54%	Erreur appréciable
		Expérimentale	0.28%	Bonne analyse

1.2.2. Composition hypothétique des eaux:

1.2.2.1. Définition :

La représentation des résultats sous forme d'une composition hypothétique est une méthode ancienne ayant été surtout utilisée par les eaux minéralisées qui ne correspondent pas à la réalité. En effet, les ions en solution dans l'eau n'existent pas sous forme combinée, mais sont à l'état libre, en raison de la grande dilution et du fait qu'ils appartiennent à des sels qui sont classés comme électrolyte fort.

Les différents éléments seront groupés sous forme d'anions ou de cations en suivant pour cela un ordre sur leurs affinités réciproques.

Ce regroupement est arbitraire et ne doit pas être considéré comme représentant la composition de l'eau.

L'ordre de regroupement le plus utilisé est le suivant :

- Cations : Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ .
- Anions: NO_3^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Cl^- .

(RODIER J., 2009)

1.2.2.2. Composition hypothétiques des eaux étudiées :

❖ Bouglez :

Cations	Cp (mg/L)	r (meq/L)
Ca^{2+}	10.1	0,50
Mg^{2+}	6.73	0,55
Na^+	16.1	0.70
K^+	0.8	0,04

Anions	Cp (mg/L)	r (meq/L)
NO_3^-	9,7	0,16
SO_4^{2-}	6,45	0,13
HCO_3^-	50,01	0,82
Cl^-	24,97	0,70

- 0.16 meq de Ca^{2+} se combinent avec 0.16 meq de NO_3^- pour donner 0.16 meq de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Soit en milligrammes = $0.16 \times 82 = 13.12 \text{ mg de Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Il reste de $\text{Ca}^{2+} = 0.5 - 0.15 = 0.35 \text{ meq}$.

- 0.13 meq de Ca^{2+} se combine avec 0.13 meq de SO_4^{2-} pour donner 0.13 meq de CaSO_4 . Soit en milligrammes = $0.13 \times 68 = 8.84 \text{ mg de CaSO}_4$.

Il reste de $\text{Ca}^{2+} = 0.35 - 0.16 = 0.19 \text{ meq}$.

- 0.19 meq de Ca^{2+} se combine avec 0.19 meq de HCO_3^- pour donner 0.19 meq de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Soit en milligrammes = $0.19 \times 81 = 15.39 \text{ mg/L de Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Il reste de $\text{HCO}_3^- = 0.82 - 0.19 = 0.63 \text{ meq/L}$.

- 0.55 meq de HCO_3^- se combine avec 0.55 meq/L de Mg^{2+} pour donner 0.55 meq de $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Soit en milligrammes = $0.55 \times 73 = 40.15 \text{ mg/L de Mg}(\text{HCO}_3)_2$.

Il reste de $\text{HCO}_3^- = 0.63 - 0.55 = 0.08 \text{ meq}$.

- 0.08 meq de Na^+ se combine avec 0.08 meq de HCO_3^- pour donner 0.08 meq de NaHCO_3 . Soit en milligrammes = $0.08 \times 84 = 6.72 \text{ mg/L de NaHCO}_3$.

Il reste de $\text{Na}^+ = 0.70 - 0.05 = 0.65 \text{ meq/L}$.

- 0.70 meq de Na^+ se combine avec 0.70 meq de Cl^- pour donner 0.70 meq de NaCl . Soit en milligrammes = $0.70 \times 58.5 = 40.95 \text{ mg/L de NaCl}$.

Il reste de $\text{Cl}^- = 0.70 - 0.65 = 0.05 \text{ meq}$.

- 0.04 meq de K^+ se combinent à 0.04 meq de Cl^- pour donner 0.04 meq de KCl . Soit en milligrammes = $0.04 \times 74.5 = 0.3 \text{ mg/L de KCl}$ Il reste de $\text{Cl}^- = 0.05 - 0.04 = 0.01 \text{ meq}$ qui se combine avec d'autre élément de traces.

❖ **Batna :**

Cations	Cp (mg/L)	r (meq/L)
Ca ²⁺	71.9	3,59
Mg ²⁺	50.15	4,12
Na ⁺	11.6	0,50
K ⁺	1.3	0,07

Anions	Cp (mg/L)	r (meq/L)
NO ₃ ⁻	0.2	0,003
SO ₄ ²⁻	53.65	1,12
HCO ₃ ⁻	436.7	7,15
Cl ⁻	10.2	0,29

- 0,003 meq de Ca²⁺ se combine avec 0.003 meq de NO₃⁻ pour donner 0.003meq de Ca (NO₃)₂. Soit en milligrammes = 0.003×82 = **0.24 mg de Ca (NO₃)₂**.

Il reste de Ca²⁺ = 3.59 - 0.003 = 3.587 meq de Ca²⁺.

- 1.12 meq de Ca²⁺ se combine avec 1.12 meq de SO₄²⁻ pour donner 1.12 meq de CaSO₄. Soit en milligrammes = 1.12×68 = **76.16 mg de CaSO₄**.

Il reste de Ca²⁺ 3.59- 1.12 = 2.47 meq de Ca²⁺.

- 2.47 meq de Ca²⁺ se combine avec 2.47 meq de HCO₃⁻ pour donner 2.47meq de Ca(HCO₃)₂. Soit en milligrammes = 2.47 × 81= **200.07 mg de Ca(HCO₃)₂**.

Il reste de HCO₃⁻ = 7.15 – 2.47 = 4.68 meq de HCO₃⁻.

- 4.12 meq de Mg²⁺ se combine avec 4.12 meq de HCO₃⁻ pour donner 4.12 meq de Mg(HCO₃)₂. Soit en milligrammes = 4.12×73 = **300.76 mg de Mg(HCO₃)₂**.

Il reste de HCO₃⁻ 4.68- 4.12 = 0.56 meq de HCO₃⁻.

- 0.5 meq de Na⁺ se combine avec 0.5 meq de HCO₃⁻ pour donner 0.5 meq de NaHCO₃. Soit en milligrammes 0.5× 84 = **42 mg de NaHCO₃**.

- 0.07 meq de K⁺ se combine avec 0.07 meq de Cl⁻ pour donner 0.07meq de KCl. Soit en milligrammes 0.07×74.5= **5.21 mg de KCl**.

Il reste 0.29- 0.07=0.22 meq Cl⁻ qui se combine avec d'autre élément de traces.

❖ Manbaa alghezlane :

Cations	Cp (mg/L)	r (meq/L)
Ca ²⁺	95,8	4,78
Mg ²⁺	66,71	5,49
Na ⁺	21,9	0,95
K ⁺	1,4	0,04

Anions	Cp (mg/L)	r (meq/L)
NO ₃ ⁻	6,63	0,11
SO ₄ ²⁻	60.52	1.261
HCO ₃ ⁻	331,5	5,43
Cl ⁻	75	2,12

➤ 0.11 meq de Ca^{2+} se combine avec 0.11 meq de NO_3^- pour donner 0.11 meq de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Soit en milligrammes = $0.11 \times 82 = \mathbf{9.02 \text{ mg de Ca}(\text{NO}_3)_2}$.

Il reste de $\text{Ca}^{2+} = 3.29 - 0.11 = 3.18 \text{ meq}$.

➤ 1.26 meq de Ca^{2+} se combine avec 1.26 meq de SO_4^{2-} pour donner 1.26 meq de CaSO_4 . Soit en milligrammes = $1.26 \times 68 = \mathbf{85.68 \text{ mg de CaSO}_4}$.

Il reste de $\text{Ca}^{2+} = 3.18 - 1.26 = 1.92 \text{ meq/L}$.

➤ 1.92 meq de Ca^{2+} se combine avec 1.92 meq de HCO_3^- pour donner 1.92 meq de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Soit en milligrammes = $1.92 \times 81 = \mathbf{155.52 \text{ mg/L de Ca}(\text{HCO}_3)_2}$.

Il reste de $\text{HCO}_3^- = 5.43 - 1.92 = 3.51 \text{ meq/L}$.

➤ 3.51 meq de Mg^{2+} se combine avec 3.51 meq/L de HCO_3^- pour donner 3.51 meq de $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Soit en milligrammes = $3.51 \times 73 = \mathbf{128.48 \text{ mg/L de Mg}(\text{HCO}_3)_2}$.

Il reste de $\text{Mg}^{2+} = 5.49 - 3.51 = 1.98 \text{ meq}$.

➤ 1.98 meq de Mg^{2+} se combine avec 1.98 meq de Cl^- pour donner 1.98 meq de MgCl_2 . Soit en milligrammes = $1.98 \times 47.5 = \mathbf{94.05 \text{ mg/L de MgCl}_2}$.

Il reste de $\text{Cl}^- = 2.12 - 1.98 = 0.14 \text{ meq/L}$.

➤ 0.95 meq de Cl^- se combine avec 0.95 meq de Na^+ pour donner 0.95 meq de NaCl . Soit en milligrammes = $0.95 \times 58.5 = \mathbf{81.22 \text{ mg/L de NaCl}}$.

Il reste de $\text{Cl}^- = 0.95 - 0.14 = 0.81 \text{ meq}$.

➤ 0.04 meq de Cl^- se combine à 0.04 meq de K^+ pour donner 0.04 meq de KCl . Soit en milligrammes = $0.04 \times 74.5 = \mathbf{2.98 \text{ mg/L de KCl}}$.

❖ **Ayris :**

Cations	Cp (mg/L)	r (meq/L)
Ca^{2+}	132,1	6,61
Mg^{2+}	27,34	2,28
Na^+	20,9	0,91
K^+	2,12	0,05

Anions	Cp (mg/L)	r (meq/L)
NO_3^-	20,81	0,34
SO_4^{2-}	116	2,42
HCO_3^-	341,8	5,60
Cl^-	54,4	1,53

➤ 0,34 meq de Ca^{2+} se combine avec 0.34 meq de NO_3^- pour donner 0.34 meq de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Soit en milligrammes = $0.34 \times 82 = \mathbf{27.88 \text{ mg de Ca}(\text{NO}_3)_2}$.

Il reste de $\text{Ca}^{2+} = 6.61 - 0.34 = 6.27$ meq de Ca^{2+} .

- 2.42 meq de Ca^{2+} se combine avec 2.42 meq de SO_4^{2-} pour donner 2.42 meq de CaSO_4 . Soit en milligrammes = $2.42 \times 68 = 164.56$ mg de CaSO_4 .

Il reste de $\text{Ca}^{2+} 6.27 - 2.41 = 3.86$ meq de Ca^{2+} .

- 3.86 meq de Ca^{2+} se combine avec 3.86 meq de HCO_3^- pour donner 3.86 meq de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Soit en milligrammes = $3.86 \times 81 = 312.66$ mg de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Il reste de $\text{HCO}_3^- = 5.6 - 3.86 = 1.74$ meq de HCO_3^- .

- 1.74 meq de Mg^{2+} se combine avec 1.74 meq de HCO_3^- pour donner 1.74 meq de $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Soit en milligrammes $1.74 \times 73 = 127.02$ mg de $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$.

Il reste de $\text{Mg}^{2+} 2.28 - 1.74 = 0.54$ meq de HCO_3^- .

- 0.54 meq de Mg^{2+} se combine avec 0.54 meq de Cl^- pour donner 0.54 meq de MgCl_2 . Soit en milligrammes $0.54 \times 47.5 = 25.65$ mg de MgCl_2 .

Il reste de $\text{Cl}^- 1.53 - 0.54 = 0.99$ meq de Cl^- .

- 0.9 meq de Na^+ se combine avec 0.9 meq de Cl^- pour donner 0.9 meq de NaCl . Soit en milligrammes = $0.9 \times 58.5 = 52.65$ mg de NaCl .

Il reste de $\text{Cl}^- = 0.99 - 0.9 = 0.09$ meq de Cl^-

- 0.053 meq de K^+ se combine avec 0.53 meq de Cl^- pour donner 0.53 meq de KCl . Soit en milligrammes $0.053 \times 74.5 = 3.94$ mg de KCl .

Il reste $0.09 - 0.053 = 0.037$ meq Cl^- qui se combine avec d'autre élément de traces.

❖ Nestlé :

Cations	Cp (mg/L)	r (meq/L)
Ca^{2+}	48,2	2,31
Mg^{2+}	31,65	2,64
Na^+	15,9	0,69
K^+	1,22	0,03

Anions	Cp (mg/L)	r (meq/L)
NO_3^-	4,44	0,07
SO_4^{2-}	58,1	1,21
HCO_3^-	224,3	3,68
Cl^-	20	0,56

- 0.070 meq de Ca^{2+} se combine avec 0.070 meq de NO_3^- pour donner 0.070 meq de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Soit en milligrammes = $0.070 \times 82 = 5.74$ mg de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Il reste de $\text{Ca}^{2+} = 2.31 - 0.070 = 2.24 \text{ meq de } \text{Ca}^{2+}$.

- 1.21 meq de Ca^{2+} se combine avec 1.21 meq de SO_4^{2-} pour donner 1.21 meq de CaSO_4 . Soit en milligrammes = $1.21 \times 68 = \mathbf{82.28 \text{ mg de } \text{CaSO}_4}$.

Il reste de $\text{Ca}^{2+} 2.31 - 1.21 = 1.2 \text{ meq de } \text{Ca}^{2+}$.

- 1.2 meq de Ca^{2+} se combine avec 1.2 meq de HCO_3^- pour donner 1.2 meq de CaHCO_3^- . Soit en milligrammes = $1.2 \times 81 = \mathbf{97.2 \text{ mg de } \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2}$.

Il reste de $\text{HCO}_3^- = 3.68 - 1.2 = 2.46 \text{ meq de } \text{HCO}_3^-$

- 2.46 meq de Mg^{2+} se combine avec 2.46 meq de HCO_3^- pour donner 2.46 meq de $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Soit en milligrammes $2.46 \times 73 = \mathbf{179.58 \text{ mg de } \text{Mg}(\text{HCO}_3)_2}$.

Il reste de $\text{Mg}^{2+} 2.64 - 2.46 = 0.18 \text{ meq de } \text{Mg}^{2+}$.

- 0.18 meq de Mg^{2+} se combine avec 0.18 meq de Cl^- pour donner 0.18 meq de MgCl_2 . Soit en milligrammes $0.18 \times 47.5 = \mathbf{8.55 \text{ mg de } \text{MgCl}_2}$.

Il reste de $\text{Cl}^- 0.56 - 0.18 = 0.38 \text{ meq de } \text{Cl}^-$.

- 0.18 meq de Na^+ se combine avec 0.18 meq de Cl^- pour donner 0.18 meq de NaCl . Soit en milligrammes = $0.18 \times 58.5 = \mathbf{10.53 \text{ mg de } \text{NaCl}}$.

Il reste de $\text{Na}^+ = 0.69 - 0.18 = 0.51 \text{ meq de } \text{Na}^+$ et aussi 0.03 meq de K^+ qui se combinent avec des autres éléments.

❖ **Ifri :**

Cations	Cp (mg/L)	r (meq/L)
Ca^{2+}	110,9	5,55
Mg^{2+}	30,5	2,54
Na^+	16,5	0,72
K^+	1,4	0,04

Anions	Cp (mg/L)	r (meq/L)
NO_3^-	12,1	0,20
SO_4^{2-}	62,2	1,30
HCO_3^-	317,6	5,21
Cl^-	81	2,28

- 0.20 meq de Ca^{2+} se combine avec 0.20 meq de NO_3^- pour donner 0.20 meq de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Soit en milligrammes = $0.20 \times 82 = \mathbf{16.4 \text{ mg de } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2}$.

Il reste de $\text{Ca}^{2+} = 5.55 - 0.20 = 5.35 \text{ meq de } \text{Ca}^{2+}$.

- 1.30 meq de Ca^{2+} se combine avec 1.30 meq de SO_4^{2-} pour donner 1.30 meq de CaSO_4 . Soit en milligrammes = $1.30 \times 68 = \mathbf{88.4 \text{ mg de Ca SO}_4}$.

Il reste de Ca^{2+} $5.35 - 1.30 = 4.05$ meq de Ca^{2+} .

- 4.05 meq de Ca^{2+} se combine avec 4.05 meq de HCO_3^- pour donner 4.05 meq de CaHCO_3^- . Soit en milligrammes = $4.05 \times 81 = \mathbf{328.05 \text{ mg de Ca(HCO}_3)_2}$.

Il reste de HCO_3^- = $5.21 - 4.05 = 1.16$ meq de HCO_3^- .

- 1.16 meq de Mg^{2+} se combine avec 1.16 meq de HCO_3^- pour donner 1.16 meq de $\text{Mg(HCO}_3)_2$. Soit en milligrammes $1.16 \times 73 = \mathbf{84.68 \text{ mg de Mg(HCO}_3)_2}$.

Il reste de Mg^{2+} $2.54 - 1.16 = 1.38$ meq de Mg^{2+} .

- 1.38 meq de Mg^{2+} se combine avec 1.38 meq de Cl^- pour donner 1.38 meq de MgCl_2 . Soit en milligrammes $1.38 \times 47.5 = \mathbf{65.55 \text{ mg de MgCl}_2}$.

Il reste de Cl^- $2.54 - 1.38 = 1.16$ meq de Cl^- .

- 0.72 meq de Na^+ se combine avec 0.72 meq de Cl^- pour donner 0.72 meq de NaCl . Soit en milligrammes = $0.72 \times 58.5 = \mathbf{42.12 \text{ mg de NaCl}}$.

Il reste de Cl^- = $1.16 - 0.70 = 0.46$ meq de Cl^-

- 0.04 meq de K^+ se combine avec 0.04 meq de Cl^- pour donner 0.04 meq de KCl . Soit en milligrammes $0.04 \times 74.5 = \mathbf{2.98 \text{ mg de KCl}}$.

Il reste $0.46 - 0.04 = 0.42$ meq Cl^- qui se combine avec des autres éléments.

❖ Mansourah :

Cations	Cp (mg/L)	r (meq/L)
Ca^{2+}	91	4,25
Mg^{2+}	49	4,08
Na^+	38	1,65
K^+	1,82	0,05

Anions	Cp (mg/L)	r (meq/L)
NO_3^-	18	0,29
SO_4^{2-}	59,4	1,24
HCO_3^-	405,3	6,64
Cl^-	59	1,66

- 0.29 meq de Ca^{2+} se combine avec 0.29 meq de NO_3^- pour donner 0.29 meq de $\text{Ca(NO}_3)_2$. Soit en milligrammes = $0.29 \times 82 = \mathbf{23.78 \text{ mg de Ca(NO}_3)_2}$.

Il reste de $\text{Ca}^{2+} = 4.25 - 0.29 = 3.96$ meq de Ca^{2+} .

- 1.24 meq de Ca^{2+} se combine avec 1.24 meq de SO_4^{2-} pour donner 1.24 meq de CaSO_4 . Soit en milligrammes = $1.24 \times 68 = \mathbf{84.32 \text{ mg de CaSO}_4}$.

Il reste de $\text{Ca}^{2+} 3.96 - 1.24 = 2.72$ meq de Ca^{2+} .

- 2.72 meq de Ca^{2+} se combine avec 2.72 meq de HCO_3^- pour donner 2.72 meq de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Soit en milligrammes = $2.72 \times 81 = \mathbf{220.32 \text{ mg de Ca}(\text{HCO}_3)_2}$.

Il reste de $\text{HCO}_3^- = 6.64 - 2.72 = 3.92$ meq de HCO_3^- .

- 3.92 meq de Mg^{2+} se combine avec 3.92 meq de HCO_3^- pour donner 3.92 meq de $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Soit en milligrammes $3.92 \times 73 = \mathbf{286.16 \text{ mg de Mg}(\text{HCO}_3)_2}$.

Il reste de $\text{Mg}^{2+} = 4.08 - 3.92 = 0.16$ meq de Mg^{2+} .

- 0.16 meq de Mg^{2+} se combine avec 0.16 meq de Cl^- pour donner à 0.16 meq de \mathbf{MgCl}_2 . Soit en milligrammes $0.16 \times 47.5 = \mathbf{7.6 \text{ mg de MgCl}_2}$.

Il reste de $\text{Cl}^- = 1.66 - 0.16 = 1.5$ meq de Cl^-

- 1.5 meq de Na^+ se combine avec 1.5 meq de Cl^- pour donner 1.5 meq de NaCl . Soit en milligrammes = $1.5 \times 58.5 = \mathbf{87.75 \text{ mg de NaCl}}$.

Il reste de $\text{Na}^+ 1.66 - 1.5 = 0.51$ meq de Na^+ .

Il reste 0.51 meq de Na^+ et 0.05 meq K^+ qui se combine avec des autres éléments.

❖ **Saida :**

Cations	Cp (mg/L)	r (meq/L)
Ca^{2+}	73	3,65
Mg^{2+}	51	4,25
Na^+	69	3,00
K^+	2,98	0,08

Anions	Cp (mg/L)	r (meq/L)
NO_3^-	16,5	0,27
SO_4^{2-}	71,74	1,49
HCO_3^-	404,9	6,64
Cl^-	94	2,65

- 0.27 meq de Ca^{2+} se combine avec 0.27 meq de NO_3^- pour donner 0.27 meq de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Soit en milligrammes = $0.27 \times 82 = \mathbf{22.14 \text{ mg de Ca}(\text{NO}_3)_2}$.

Il reste de $\text{Ca}^{2+} = 3.65 - 0.27 = 3.38$ meq de Ca^{2+} .

➤ 1.49 meq de Ca^{2+} se combine avec 1.49 meq de SO_4^{2-} pour donner 1.49 meq de CaSO_4 . Soit en milligrammes = $1.49 \times 68 = \mathbf{101.32 \text{ mg de CaSO}_4}$.

Il reste de Ca^{2+} $3.65 - 1.49 = 2.16$ meq de Ca^{2+} .

➤ 2.16 meq de Ca^{2+} se combine avec 2.16 meq de HCO_3^- pour donner 2.16 meq de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Soit en milligrammes = $2.16 \times 81 = \mathbf{174.96 \text{ mg de Ca}(\text{HCO}_3)_2}$.

Il reste de HCO_3^- = $6.64 - 2.16 = 4.48$ meq de HCO_3^- .

➤ 4.48 meq de Mg^{2+} se combine avec 4.48 meq de HCO_3^- pour donner 4.48 meq de $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Soit en milligrammes $4.48 \times 73 = \mathbf{327.04 \text{ mg de Mg}(\text{HCO}_3)_2}$.

Il reste de HCO_3^- = $4.48 - 4.25 = 0.23$ meq de HCO_3^-

➤ 0.23 meq de Na^+ se combine avec 0.23 meq de HCO_3^- pour donner 0.23 meq de NaHCO_3 . Soit en milligrammes $0.23 \times 84 = \mathbf{19.32 \text{ mg de NaHCO}_3}$.

Il reste de Na^+ = $3.00 - 0.23 = 2.77$ meq de Na^+ .

➤ 2.77 meq de Na^+ se combine avec 2.77 meq de Cl^- pour donner 2.77 meq de NaCl . Soit en milligrammes = $2.77 \times 58.5 = \mathbf{162.04 \text{ mg de NaCl}}$.

Il reste de Na^+ = $2.7 - 2.65 = 0.05$ meq de Na^+ .

Il reste 0.05 meq de Na^+ et 0.08 meq K^+ qui se combine avec des autres éléments.

❖ **Messreghine :**

Cations	Cp (mg/L)	r (meq/L)
Ca^{2+}	63,4	3,17
Mg^{2+}	41	3,00
Na^+	57,6	2,50
K^+	4,1	0,11

Anions	Cp (mg/L)	r (meq/L)
NO_3^-	9,8	0,16
SO_4^{2-}	46,15	0,96
HCO_3^-	302	4,95
Cl^-	98	2,76

➤ 0.16 meq de Ca^{2+} se combine avec 0.16 meq de NO_3^- pour donner 0.16 meq de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Soit en milligrammes = $0.16 \times 82 = \mathbf{13.2 \text{ mg de Ca}(\text{NO}_3)_2}$.

Il reste de Ca^{2+} = $3.17 - 0.16 = 3.01$ meq de Ca^{2+} .

➤ 0.96 meq de Ca^{2+} se combine avec 0.96 meq de SO_4^{2-} pour donner 0.96 meq de CaSO_4 . Soit en milligrammes = $0.96 \times 68 = \mathbf{65.28 \text{ mg de CaSO}_4}$.

Il reste de Ca^{2+} $3.01 - 0.96 = 2.05$ meq de Ca^{2+} .

- 2.05 meq de Ca^{2+} se combine avec 2.05 meq de HCO_3^- pour donner 2.05 meq de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Soit en milligrammes $= 2.05 \times 81 = \mathbf{166.05 \text{ mg de Ca}(\text{HCO}_3)_2}$.

Il reste de $\text{HCO}_3^- = 4.95 - 2.05 = 2.90$ meq de HCO_3^- .

- 3.00 meq de Mg^{2+} se combine avec 3.00 meq de HCO_3^- pour donner 3.00 meq de $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Soit en milligrammes $3.00 \times 73 = \mathbf{219 \text{ mg de Mg}(\text{HCO}_3)_2}$.

Il reste de $\text{Mg}^{2+} = 3.00 - 2.9 = 0.1$ meq de Mg^{2+} .

- 0.1 meq de Mg^{2+} se combine avec 0.1 meq de Cl^- pour donner 0.1 meq de MgCl_2 . Soit en milligrammes $0.1 \times 47.5 = \mathbf{4.75 \text{ mg de MgCl}_2}$.

Il reste de $\text{Cl}^- = 2.76 - 0.1 = 2.75$ meq de Cl^- .

- 2.75 meq de Na^+ se combine avec 2.75 meq de Cl^- pour donner 2.75 meq de NaCl . Soit en milligrammes $= 2.75 \times 58.5 = \mathbf{160.87 \text{ mg de NaCl}}$.

Il reste de $\text{Na}^+ = 2.76 - 2.75 = 0.01$ meq de Na^+ .

Il reste 0.01 meq de Na^+ et 0.11 meq K^+ qui se combine avec des autres éléments.

Tableau IV-15 : Composition hypothétique des eaux étudiées avec leurs terrains traversés.

Sels			Ca (NO_3) ₂	CaSO ₄	Ca(HCO_3) ₂	Mg(HCO_3) ₂	MgCl ₂	NaHCO ₃	NaCl	KCl	Terrains traversés par les eaux
Région de l'Est	Ain Bouglez	mg/L	12.79	8.84	17.01	40.88	/	4.2	37.44	1.26	Terrains évaporitiques
	Batna	mg/L	0.082	75.48	201.69	304.41	/	4.2	/	2.23	Terrains dolomitiques

	Manbaà algezlane	mg/L	5.65	85.68	165.24	128.48	59.85	/	47.97	1.49	
Région du Centre	Ayris	mg/L	27.88	164.56	312.66	127.02	25.65	/	52.65	3.94	Terrains dolomitiques
	Nestlé	mg/L	5.82	81.6	97.2	180.31	8.075	/	9.94	/	
	Ifri	mg/L	15.82	87.72	325.37	86.14	66.5	/	41.53	2.83	
Région du l'Ouest	Mansourah	mg/L	23.78	83.64	241.38	268.64	17.1	/	76.05	/	Terrains dolomitiques riche en sels
	Saida	mg/L	19.68	91.8	154.71	303.68	/	7.56	133.38	/	
	Messerghine	mg/L	13.2	65.28	162.81	216.81	21.45	/	132.79	/	

1.3.

1.4. Résultats d'analyses bactériologiques des eaux étudiées:

Les analyses bactériologiques ont été réalisées dans le laboratoire de l'ADE de Ain Témouchent, nous sommes basés sur les critères de la réglementation algérienne qui consiste à rechercher les Germes totaux, les Coliformes totaux, *Escherichia coli*, les Streptocoques fécaux et les spores de *Clostridium* sulfito-réducteurs.

Les résultats d'analyses microbiologiques sont regroupés dans le tableau 17.

Tableau IV-16 : Résultats des analyses microbiologiques des eaux étudiées.

Paramètres	Est			Centre			Ouest			Normes algériennes
	Ain Bouglez	Batna	Manbaà algezlane	Ayris	Nestlé	Ifri	Mansourah	Saïda	Messerghine	
Germes totaux à 22°C dans 1ml	22	15	18	06	19	21	08	11	03	<100 germes/ml
Germes totaux à 37°C dans 1ml	02	02	01	05	06	02	00	00	00	<10 germes/ml
Coliformes totaux dans 100 ml	00	00	00	00	00	00	00	00	00	Absence dans 100 ml
<i>Eschérichia coli</i> dans 100 ml	00	00	00	00	00	00	00	00	00	Absence dans 100 ml
Streptocoques fécaux dans 100 ml	00	00	00	00	00	00	00	00	00	Absence dans 100 ml
<i>Clostridium</i> sulfitoréducteur dans 100ml	00	00	00	00	00	00	00	00	00	Absence dans 50 ml

2. Interprétation et discussions :

2.1. Paramètres organoleptiques:

2.1.1. Le couleur :

Les eaux étudiées apparaissent claires, incolores et limpides dans leurs bouteilles en plastique et ceci indique l'absence des ions métalliques (fer ferrique Fe^{2+} , fer ferreux Fe^{3+}), qui sont les facteurs principaux du changement de couleur de l'eau.

2.1.2. L'odeur et la saveur :

Les eaux ont toujours été sans odeur, ce qui indique probablement l'absence de produits chimiques et de matières organiques en décomposition étant donné que c'est des eaux naturelles minérales sauf pour l'eau « **Ain Bouglez** » qui présente un gout amer (non satisfaisant).

2.1.3. La turbidité :

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. Elle traduit la présence des particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques).

Les échantillons étudiés ont présenté des turbidités variant entre 0.32 et 1.34 NTU qui sont conformes aux normes algériennes qui fixent la valeur 5NTU au maximum.

2.2. Paramètres physico-chimiques:

Sur les neufs (09) marques prises en compte, sont des eaux de source et sont des eaux minérales naturelles. Toutes ces marques indiquent sur l'étiquette collée sur la bouteille la composition minérale de l'eau et la date de fabrication avec la date de péremption.

Nous avons effectué des analyses des cations et anions et on a les comparé avec les étiquettes. Et d'autres paramètres aussi qui sont mentionnées.

La marque « **Manbaà alghezlane** » n'a pas précisé la teneur en chlorures et en sulfates, et la marque « **Ain Bouglez** » a présenté un résidu sec à 105° alors que la réglementation le fixe à 180°C.

2.2.1. 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 (conductivité notamment).

La température mesurée dans les différents prélèvements varie de 19 à 22.9°C, selon la température ambiante la température à l'émergence n'est pas indiquée sur les étiquettes.

Pratiquement la température de l'eau n'a pas d'incidence sur la santé humaine.

2.2.2. Le 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. Il varie habituellement entre 7.2 et 7.6 (RODIER J., 2009).

Le pH obtenu pour les différentes eaux naturelles, au laboratoire ça diffère pas à celle de l'étiquette soit et les résultats des deux se situe entre 6.8 et 8.33, ce qui montre que ces eaux sont légèrement alcalines et qui reste conforme aux normes algériennes qui recommandent des valeurs de pH entre 6.8 et 9.

2.2.3. La conductivité:

La conductivité des eaux naturelles fournit une information globale sur la quantité des sels dissous qu'elles renferment (FRANK et KEMMER, 1992).

Les échantillons étudiés présentent des valeurs comprises entre 481 et 1120 $\mu\text{S}/\text{cm}$ qui restent conformes à la norme algérienne indiquant une valeur limitée de 2880 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C. Sauf pour l'échantillon « **Ain Bouglez** » qui présente une valeur de 148.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ c'est-à-dire il une faible teneur en sels minéraux.

2.2.4. La minéralisation:

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau.

Les résultats des eaux étudiées montrent que l'eau « **Ain Bouglez** » présente une faible minéralisation puisque sa conductivité est 148.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$. L'eau de Nestlé a une minéralisation accentuée, l'eau de Saida a une minéralisation importante et tout le reste ont une minéralisation importante.

2.2.5. La dureté totale:

La dureté a un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et en magnésium (RODIER J., 2009).

Les eaux provenant des terrains calcaires et surtout de terrains gypseux peuvent avoir des duretés très élevées susceptibles d'atteindre 1g de CaCO_3 . Par contre, les eaux en provenance de terrains cristallins, métamorphiques ou schisteux auront des degrés très faibles.

Les résultats de la dureté totale de nos échantillons sont conformes sauf pour l'échantillon « **Manbaà alghelane** » qui présente une valeur de 51.7°F dépasse les normes qui recommandent 50°F, et il y a aussi l'échantillon « **Ain Bouglez** » qui a une dureté très faible 5.4°F.

2.2.6. L'ion calcium:

Le calcium est un élément métal alcalinoterreux répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates et hydrogénocarbonates. Sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés.

A partir de la composition hypothétique, les eaux minérales « **Ayris ; Ifri ; Sefid ; Mansourah** » et l'eau de source « **Nestlé** » traversent des terrains calcaireux avec des teneurs croissantes en calcium allant de 53 à 120 mg/L.

La réglementation algérienne fixe une concentration maximale de 200 mg/L.

2.2.7. L'ion magnésium:

L'ion magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrés (calcaires dolomitiques, dolomies du jurassique ou du trias moyen), des valeurs plus faibles sont relevées dans la plupart des eaux de massifs anciens (RODIER J., 2009)

Les eaux minérales naturelles « **Mansourah, Saida, Batna** » présentent des teneurs importantes de magnésium sous forme de carbonates et hydrogénocarbonates (34.05 à 50 mg/L) ceux qui sont conformes par rapport aux normes algériennes qui préconisent une concentration maximale de 150

2.2.8. L'ion sodium:

Concernant cet élément, les normes algériennes recommandent une valeur limite de 200mg/L. la teneur en sodium des eaux étudiées est au dessous de la valeur indiquée.

Les eaux pauvres en sodium sont conseillées en cas d'hypertension ou de rétention d'eau. Dans les eaux minérales étudiées, les teneurs en sodium ne dépassent pas 60 mg/l.

De ce fait, toutes les eaux étudiées conviennent généralement aux régimes normaux alors que les eaux « **Manbaa algezlane ; Batna ; Nestlé ; Ifri et Ain Bouglaz** » conviennent aux régimes hyposodiques qui demandent des teneurs en sodium inférieures à 20 mg/l.

2.2.9. L'ion potassium:

Les besoins journaliers sont assez faibles et généralement couverts par une alimentation équilibrée. La concentration de potassium est assez faible dans la plupart des eaux minérales.

La valeur de potassium pour les eaux étudiées varie entre 0.5 et 4.2 mg/L, ces valeurs ne dépassent pas habituellement le 20 mg/L indiquée par la réglementation algérienne.

2.2.10. L'ion nitrate:

La réglementation algérienne recommande pour les eaux naturelles une valeur limite de 50 mg/L au maximum.

Pour les eaux étudiées, les résultats des nitrates sont faibles sauf l'échantillon « **Ayris** » dont la teneur est élevée et cet enrichissement en nitrates pourrait être dû à des épandages d'engrais dans ces régions agricoles du Centre Algérien, mais tout est conforme aux normes prescrites, à l'exception de l'échantillon « **Batna** » qui présente des traces de nitrates et porte à son étiquette 0 mg/L de nitrate.

2.2.11. L'ion sulfate

Les concentrations en ion sulfate des eaux naturelles sont très variables comprises entre 38 et 171.95 mg/L, elles restent inférieures à la concentration maximale admissible décrétée par les normes algériennes 400 mg/L, sauf pour l'eau « **Ain Bouglez** » qui présente une quantité faible en sulfates 6.45 mg/L.

2.2.12. L'ion bicarbonate:

La teneur des bicarbonates dans l'eau dépend des terrains traversés (RODIER J., 2009).

Les normes algériennes ne fixent aucune valeur pour ce paramètre, puisque, quelque soit les teneurs en bicarbonate dans les eaux de consommation, la potabilité n'est pas affectée.

Et les eaux étudiées présentent des teneurs importantes en bicarbonates à l'exception de l'eau « **Ain Bouglez** » sa teneur en bicarbonate est faible 50.01g/L.

2.2.13. L'ion chlorure:

Les teneurs en chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la teneur des terrains traversés.

Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau à partir de 250 mg/L.

L'échantillon « **Batna** » présente une teneur très faible en chlorures (10.2 mg/L analyse au laboratoire ; 2 mg/L dans l'étiquette) mais les autres eaux étudiées restent conforme aux normes algériennes qui fixent une concentration maximum admissible de 500 mg/L.

2.2.14. L'ion nitrite :

Les nitrites sont les indicateurs de la pollution. Elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrites.

Les normes algériennes indiquent une valeur maximale de 0.2 mg/L, il y a une absence totale des nitrites dans les étudiées malgré que les étiquettes des certaines eaux étudiées indiquent la présence des nitrites.

2.2.15. Le fluor :

Les eaux fluorées participent à la prévention des caries dentaires et à la solidité des os et du squelette mais l'excès de fluor peut perturber la qualité de l'émail dentaire (fluorose) et provoquer des taches brunes sur les dents.

Sur les neufs (09) eaux étudiées, seule une (Manbaà alghezlene) a donné sa teneur en fluor de 1.05 mg/L.

De par l'arrêté interministériel du 22 janvier 2006 (article 10) : «Si le produit contient plus de 1 mg/l de fluorure, le producteur doit mentionner sur la bouteille : «Ce produit ne convient pas aux nourrissons, ni aux enfants de moins de sept ans pour une consommation régulière».

De ce fait, il appartient à cette marque de se conformer à la réglementation pour informer le consommateur.

2.2.16. L'ion fer:

La valeur limite donnée par la réglementation algérienne est de 0.3 mg/L. les résultats obtenus montrent l'absence du fer dans tous les eaux étudiées.

Paramètres bactériologiques:

2.3.1. Les Germes totaux :

Les germes totaux trouvés dans les eaux étudiées sont présents avec des valeurs qui varient entre 20 et 80 germes par ml à 22°C et entre 4 et 20 germes par ml à 37°C.

Ces résultats sont conformes aux normes recommandées par la réglementation algérienne qui indique une teneur à ne pas dépasser les 100 germes/ml à 22°C et 20 germes/ml à 37°C.

2.3.2. Les Coliformes totaux :

Dans le cas des eaux naturelles analysées, nous avons constaté que se sont de bonne qualité microbiologique.

2.3.3. Les Coliformes fécaux :

L'espèce identifiée *Eschérichia Coli* n'a pas été trouvé dans les analyses effectuées pour les différents

échantillons.

Son absence correspond aux normes prescrites par la réglementation algérienne qui exclue la présence d'*Escherichia Coli* dans les eaux naturelles, ce qui affirme que les régions d'où elles proviennent ne sont pas soumises à des contaminations fécales.

3.3.4. Les *Streptocoques* fécaux :

Selon la réglementation algérienne, une eau naturelle (eau minérale et /ou de source) embouteillée ne doit pas contenir des streptocoques fécaux dans 250 ml.

Les analyses montrent que ces germes sont totalement absents.

3.3.5. Les *Clostridium* solfite-réducteurs :

Tous les échantillons étaient exempts des spores de *Clostridium* sulfite-réducteurs, ce qui correspond aux normes algériennes qui excluent sa présence.

Conclusion

L'eau constitue un élément essentiel pour l'organisme humain et sa consommation journalière implique une surveillance étroite tant sur le plan organoleptique que les plans bactériologique et physicochimique. L'alimentation avec une eau de bonne qualité et en quantité abondante représente l'un des projets les plus coûteux et les plus difficiles à réaliser, car la non disponibilité d'une eau de bonne qualité à traiter d'une part et les contenus dans l'eau d'autre part, peut empêcher le développement d'un pays et même d'une civilisation.

L'analyse hydro chimique des eaux commercialisées nous a permis de montrer la diversité des constituants en effet la concentration de chaque élément n'est pas constante au cours du temps, certains éléments sont plus abondants que d'autres (en particulier Ca^{2+} , HCO_3 et Cl^-).

L'étude menée au cours de l'élaboration de ce travail nous a permis d'apporter une appréciation sur quelques eaux minérales naturelles et eaux de source commercialisées en bouteilles sur le territoire national algérien.

Les résultats des analyses effectuées au laboratoire ne montrent pas une grande différence entre les valeurs expérimentales et celles portées sur les étiquettes, sauf pour certains paramètres. Ceci peut être attribué à la durée de conservation de ces eaux en bouteille et/ou au changement de température. La réglementation algérienne impose l'échantillonnage et l'analyse à l'émergence pour les eaux en

bouteilles dénommées « eaux minérales » et « eaux de source ». Par exemple les nitrates doivent être dosés dans les quatre heures qui suivent l'échantillonnage.

La vérification des analyses à travers les valeurs expérimentales et celles mentionnées sur les étiquettes a été faite par la « balance ionique » en se basant sur l'égalité des cations et des anions (électro neutralité).

Ainsi, La balance ionique a montré que les analyses effectuées au laboratoire de toutes les eaux étudiées sont toutes de bonnes analyses, par contre certaines n'étaient pas bonnes pour les valeurs portées sur les étiquettes, comme c'est le cas de l'eau de source « **Ain Bouglez** » de la région Est, « **Nestlé** » de la région centre et « **Messerghine** » de la région Ouest.

D'autre part, La couleur observée des eaux étudiées est claire. Ainsi, ces eaux sont incolores et limpides dans leurs bouteilles en plastique, ceci indique l'absence des ions métalliques. De plus, elles sont sans odeur ni saveur spécifique, ce qui indique l'absence de produits chimiques et de matières organiques en décomposition. Seul l'eau « **Ain Bouglez** » présente un goût âcre, ceci est du probablement à la durée de cette eau dans la bouteille.

Les échantillons étudiés ont présenté des turbidités variant entre 0.32 et 1.34 NTU. Ces valeurs sont conformes aux normes algériennes qui fixent la valeur de la turbidité à 5 NTU.

Sur les neufs (09) eaux étudiées il y a trois eaux de source: **Ain Bouglez, Ayris, Nestlé** et six eaux minérales naturelles: **Batna, Manbaa alghezlane, Ifri, Mansourah, Saida et Messerghine**. Ce "label" est prescrit par la réglementation algérienne.

L'eau « **Ain Bouglez** » a donné un résidu sec à 105°C alors que la réglementation le fixe à 180°C.

La température de l'eau n'a pas d'incidence sur la santé humaine. Elle est un paramètre de confort (à 12°C elle est désaltérante). Elle favorise certes le développement des micro-organismes, mais les eaux en bouteilles sont protégées du milieu extérieur.

Le pH des eaux naturelles varie entre 7.2 et 7.6. La réglementation fixe une valeur entre 6.5 et 9. Les eaux étudiées ont un pH compris entre 6.8 et 8.32, ce qui reste dans les normes.

Les échantillons analysés présentent des valeurs de conductivité comprises entre 481 et 1120 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ce qui reste conforme à la norme algérienne indiquant une valeur limitée de 2800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à

20°C. A l'exception de l'échantillon de « **AinBouglez** » qui a donné une valeur de 148.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$ c'est-à-dire cette eau a une faible teneur en sels minéraux dissous.

Concernant l'analyse de minéralisation, les résultats montrent que l'eau « **AinBouglez** » présente une faible minéralisation (139.3 mg/L) puisque sa conductivité est faible. L'eau « **Nestlé** » a une minéralisation accentuée (296mg/L), les autres eaux ont une minéralisation importante (de 451.22 à 940mg/L).

La dureté totale des eaux est conforme à la norme (50°F), sauf pour l'échantillon « **Manbaà alghezlane** » qui présente une valeur de 51.7°F dépassant de très peu la norme (50°F), l'échantillon « **Ain Bouglez** » a une dureté très faible (5.4°F).

A partir de la composition hypothétique on déduit que les eaux minérales « **Ayris ; Ifri ; Mansourah** » et l'eau de source « **Nestlé** » traversent des terrains calcaireux avec des teneurs croissantes en calcium allant de 48 à 120mg/L. La réglementation algérienne fixe une concentration maximale en calcium de 200mg/L.

Les eaux minérales naturelles « **Mansourah, Saida, Batna** » présentent des teneurs importantes de magnésium, sous forme de carbonates et hydrogénocarbonates (49 à 51 mg/L), mais ils sont conformes aux normes algériennes qui préconisent une concentration maximale de 150mg/L.

Concernant le sodium, les normes algériennes recommandent une valeur limite de 200mg/L. la teneur en sodium des eaux étudiées est au-dessous de la valeur prescrite.

La valeur du potassium pour les eaux étudiées varie entre 0.6 et 4.1 mg/L. Elles ne dépassent pas habituellement les 20mg/L indiquée par la réglementation algérienne. La concentration de potassium est assez faible dans la plupart des eaux minérales.

Pour le nitrate La réglementation algérienne recommande pour les eaux naturelles une valeur limite de 50 mg/L au maximum. Les résultats des nitrates des eaux étudiées sont faibles, sauf pour l'échantillon « **Ayris** » dont la teneur est élevée. L'eau de « **Batna** » présente des traces de nitrates (analyse au laboratoire) alors qu'il est mentionné sur son étiquette 0 mg/L de nitrate.

Les concentrations en sulfates des eaux naturelles sont très variables. Elles sont comprises entre 38.6 et 171.94 mg/L et elles restent inférieures à la concentration maximale admissible décrétée par les normes algériennes (400mg/L), sauf pour l'eau « **Ain Bouglez** » qui a donné une quantité faible en sulfates de 6.45mg/L.

La norme algérienne ne fixe aucune valeur pour les hydrogénocarbonates, puisque quelque soit les teneurs, la potabilité n'est pas affectée. Les eaux étudiées présentent des teneurs importantes en bicarbonates à l'exception de l'eau « **Ain Bouglez** » avec une teneur de 50.01 mg/L.

L'échantillon « **Batna** » présente une teneur très faible en chlorures (10.2 mg/L pour l'analyse au laboratoire et 2 mg/L sur l'étiquette). Les autres eaux restent dans les normes qui fixent une concentration maximum admissible de 500mg/L.

Les nitrites sont des indicateurs de la pollution. Les normes algériennes exigent une valeur maximale de 0.2 mg/L. Selon les analyses effectuées au laboratoire, il y a une absence totale de nitrites dans les eaux étudiées (malgré que les étiquettes de certaines eaux indiquent la présence de nitrites par exemple: « **Ifri** » (<0.02 mg/L) et « **Ain Boughlez** » (0.06mg/L).

Sur les neufs (09) eaux étudiées, seule « **Manbaa algezlane** » a mentionnée sur l'étiquette une teneur en fluor de 1.05 mg/L.(De par l'arrêté interministériel du 22 janvier 2006 (article 10) : «Si le produit contient plus de 1 mg/L de fluorure, le producteur doit le mentionner sur la bouteille ») les autres échantillons sont exempts de fluor.

Il ya absence du Fer dans les neufs bouteilles étudiées.

Les eaux minérales étudiées ont leurs origines dans des environnements géologiques et hydrogéologiques très diversifiés caractérisant la géologie du pays.

Il en ressort de cette étude un ensemble de résultats qui permettent de classer les eaux étudiées selon nos analyses comme des eaux bicarbonatées calciques pour les eaux du Centre algérien ce qui montre que ces régions sont dolomitiques riche en $\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$,

Pour les eaux de la région de l'Est l'eau « **AinBouglez** » est classé comme une eau bicarbonaté sodique provient aussi des terrains évaporitiques de la région de Taref, les eaux « **Batna** » et « **Manbaa algezlene** »sont classées comme des eaux bicarbonatées magnésiennes, elles proviennent des terrains dolomitiques.

Pour la région Ouest de l'Algérie, les eaux « **Saida** »et « **Messerghine** »font partie des eaux bicarbonatées magnésiennes, les terrains traversés sont des terrains dolomitiques riches en sels. L'eau« **Mansourah** »appartienne à la famille des eaux bicarbonatées calciques, elle traverse des terrains dolomitiques.

Les valeurs des sels dissous mentionnées sur les étiquettes vérifiées par les analyses au laboratoire sont toutes conformes aux normes algériennes à l'exception de l'eau

En générale les eaux étudiées conviennent aux régimes d'une personne normale alors que « **Manbaa alghezlane ; Batna ; Nestlé ; Ifri et Ain Bouglaz** » conviennent aux régimes hyposodiques qui demandent des teneurs en sodium inférieures à 20 mg/l.

L'être humain sain ayant besoin de tous les sels minéraux, doit diversifier la consommation des eaux naturelles et autres pour diversifier les apports, donc ne pas avoir une préférence durable d'une eau sur une autre.

La qualité microbiologique des eaux étudiées est bonne et montre l'absence de toutes les indications d'une contamination fécale.

Selon la réglementation algérienne, une eau naturelle (eau minérale et /ou de source) embouteillée ne doit pas contenir des Streptocoques fécaux dans 250ml. Les analyses montrent que ces germes sont totalement absents.

Tous les échantillons étaient exempts des spores de Clostridium sulfito-réducteurs, ce qui correspond aux normes algériennes.

Dans le cas des eaux naturelles analysées, nous avons constaté qu'elles sont de bonne qualité microbiologique.

Si c'est pour des besoins quotidiens, il y a lieu de choisir l'eau la plus convenable pour toute la famille, sur la base de critères suivants :

- ✓ Une eau avec un résidu situé entre 500 et 800 mg/L peut être la plus adaptée à la famille ;
- ✓ Des faibles teneurs en nitrates et en sulfates, et éventuellement en chlorure et sodium qui sont très importants dans « **Batna, Nestlé** ».
- ✓ Varier la consommation d'eau de différentes marques est importante pour compenser le manque ou la carence de certains sels et oligoéléments.

En fin de compte nous pouvons conclure que ces eaux sont fortement minéralisées, de bonne qualité organoleptique, physicochimique et bactériologique, sans risque pour la santé du consommateur. Au contraire en diversifiant la consommation, elles apportent un effet thérapeutique.

Les eaux étudiées respectent les recommandations préconisées par la réglementation algérienne et reste dans les normes.

A partir de sondage effectué, on peut conclure que les citoyens algériens ne consomment plus une eau naturelle embouteillée pour ses vertus (eau minérale) même si elle est recommandée pour les personnes âgées ou atteintes des maladies chroniques ainsi que les nourrissons, mais parce qu'il croit que l'eau du robinet, est d'une « qualité médiocre » parfois même non potable.

C'est malheureusement la principale remarque que font les citoyens devenus de plus en plus nombreux à acheter les eaux en bouteilles. Les eaux en bouteilles offrent une garantie de potabilité, elles sont très surveillées par l'état.

Recommandation

Nous recommandant à ce que l'état réglemente le prix des eaux en bouteille et qu'il fasse aussi la différence de prix entre les « eaux minérales » qui ne doivent subir aucun traitement ni ajout ni autres et les « eaux de sources » non soumis à ces conditions. Actuellement elles coutent le même prix et la majorité des consommateurs ne font pas la différence entre les qualités des eaux, qualité en sels minéraux, qualité thérapeutique...

L'être humain doit apprendre à vivre avec plusieurs différentes eaux, à savoir une eau potable seulement pour la consommation humaine (par exemple ici les eaux en bouteilles : eau minérale, eau de source, eau de table..), une eau pour les besoins corporels (eau propre et saine exempte de bactéries par simple chloration) et une eau technique (eau seulement propre) par exemple pour les toilettes et les nettoyages.

Les eaux étudiées sont diversifiées dans leurs minéralisations, leur consommation est recommandée.

Notons aussi qu'afin d'éviter tout excès pouvant provoquer des troubles, il est préférable de varier sa consommation d'eau minérale.

L'eau naturelle qu'elle soit minérale ou de source séduit de plus en plus les gens, ils n'ont pas tort parce qu'elle contient des éléments indispensables à la santé (sel minéraux, oligoéléments..).

Une forte demande en eau a engendré une multitude de société commercialisant les eaux souterraines, entre autre, Mansourah, Saida, Ifri, Messereghine, Sidi Rached, Batna.... dont chacune possède ces propres propriétés physico-chimiques, bactériologiques et des effets thérapeutiques.

Afin de les préserver des altérations dues à plusieurs facteurs externes, il est évident de prendre en considération des recommandations et des objectifs en matière de qualité de l'eau qui servent à promouvoir les stratégies de gestion durable de l'eau:

- ✦ L'évaluation de la protection naturelle des sites d'exploitation d'eau minérale naturelle et/ ou de source nécessite de bien connaître le contexte environnemental de ces sites.
- ✦ Protéger la nappe donc protéger les zones d'infiltrations dans les sols des eaux.
- ✦ La nécessité d'une définition rigoureuse des conditions d'exploitation et le respect de ces conditions dans le temps, nécessaire en maintien des équilibres hydrauliques.
- ✦ Protéger l'émergence des eaux par des périmètres de protection définies par la loi.
- ✦ La nécessité d'un suivi des exploitations (à l'émergence et éventuellement en certain points particuliers du gisement) indispensable pour anticiper sur d'éventuels désordres et permettre des actions correctives.
- ✦ Créer des agences d'intervention contre les pollutions urbaines produites par les habitants, petites activités industrielles et par une partie des eaux de ruissellement collectées par les réseaux d'assainissement.
- ✦ Augmenter la fréquence des analyses microbiologiques et physico-chimiques depuis le captage jusqu'au point de consommation à fin de s'assurer de l'atteinte des objectifs de qualité des eaux à protéger.
- ✦ Mentionner toujours sur les étiquettes d'emballage que le produit est soit une eau minérale naturelle ou une eau de source, avec les proportions des sels minéraux, le pH, la conductivité, le résidu sec, et aussi les éléments traces contenus dans ces eaux.
 - ✦ Faire des analyses physicochimiques périodiquement en deux périodes: hivernale et estivale et des analyses bactériologiques le plus souvent possible, à l'émergence et sur des bouteilles témoins.
 - ✦ Faire si possible des études et des recherches sur les effets thérapeutiques de ses eaux.
 - ✦ Mentionner pour chaque eau minérale les effets thérapeutiques spécifiques qui conviendront à chaque maladie.
 - ✦ Les services de contrôle de la qualité et de répression des fraudes doivent effectuer des contrôles réguliers des eaux naturelles embouteillées commercialisées sur le marché national.
 - ✦ Conserver les eaux minérales naturelles et/ou les eaux de sources en bouteille à l'abri des fortes lumières et du soleil pour éviter un changement dans l'apparence de l'eau donc dans sa qualité.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. MARGAT J., L'eau dans le bassin méditerranéen, situation et perspective.
- [2]. CARDOT C., Les traitements de l'eau: procédés physico-chimiques et Biologiques,: génie de l'environnement. Edition Elipses, p71,1999.
- [3]. THIELBORGER P., The right(s) to water. Ed. Springer-Verlag. Berlin. 231p, 2014.
- [4]. OLIVAUX Y., La nature de l'eau. Ed. Marco Pietteur. France. p 563, 2007
- [5]. DEGUMENT G., Memento Technique de l'eau. Tome 1, 10^{ième} Edition : Tec et Doc, 2005, p3-38.
- [6]. SPELLMAN et FRANK., The Science of water, p417, 2008.
- [7]. Perry J., Microbiologie : Cours et Questions de révision, Edition : Dunod, Paris, 1984.
- [8]. BERNARD C., Introduction à l'étude de la médecine expérimentale, Edition : Biblio Bazaar, 2007.
- [9]. ENCARTA, 2009.
- [10]. MARSILY G., L'eau. Edition: Flammarion 128,1995.
- [11]. VILAGINES R., eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrogéologie, 2eme Edition : Tec et Doc, Lavoisier, 2003, p3-186.
- [12]. <http://ce2miri.unblog.fr/2010/11/04/quelques-nouvelles/>
- [13]. GOMMELL G. et GUERREE H., Guide de l'alimentation en eau. Dans les agglomérations urbaines et rurales, Tome 1 : la distribution, 3eme Edition : EYROLLES, 1985, p20-21.
- [14]. VALIRON F., Gestion des eaux, Alimentation en eau-assainissement. Tome 2, 2eme Edition, Presse de l'école nationale de ponts et chaussées, 1989, p38.
- [15]. DEJARDINS R., le traitement des eaux, 2eme Edition : Ecole Polytechnique de Montréal, 1997, p7.
- [16]. MARGAT J., L'eau dans le bassin méditerranéen, situation et perspective.
- [17]. GUERGAZI S., ACHOUR S., Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Biskra, Pratique de la chloration, Larhyss journal, ISSN 1112-3680, N°04, 2005, p119.
- [18]. <http://www.ecologiegouv.fr/-Eaux-souterraines-.html>.
- [19]. <http://www.lenntech.com>
- [20]. DEFRANCESCHI M., L'eau dans tous ses états. Edition: Marketing S-A, Paris, 1996, p4-5.

- [21]. OUAHDI A., Les maladies à transmission hydrique-Santé plus Alger N°44, 1995.
- [22]. UNICEF, Manuel sur l'eau, N°2, 1999, p42-44.
- [23]. FIAMBSCH B., Chang from chlorine résiduel distribution to no chlorine residual distribution in groundwater system. Vol 6 N°3/4.Germany.: p145-152.1998.
- [24]. GANJOUS D., La pollution des milieux aquatiques, 2eme Edition : Lavoisier, 1995.
- [25]. DFI, Ordonnance de Département Fédéral de L'intérieur sur l'eau potable, l'eau de source et l'eau minérale, 2005.
- [26]. CODEX S., Norme codex pour les eaux minérales naturelles, 1981.
- [27]. HUBERT P. et MARIN M., Quelle eau boirons-nous demain ? Edition : Fabienne Travers, 2001, p64-124.
- [28]. POPOFF G., Journal français d'hydrologie, Tome 21, 1991.
- [29]. RODIER J., L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 9eme Edition : Dunod, Paris, 2009.
- [30]. OMS, Organisation Mondiale de la santé, L'eau et la culture, 2006.
- [31]. PERMO, La pratique de l'eau, Edition : Moniteur, 1981, p434.
- [32]. PERLEMUTER L., Dictionnaire pratique de la déique et de mutation, Edition : Masson, 1981.
- [33]. DENHOVE ? Les eaux minérales, Volume 3, Edition : Lamy, Paris, 1990.
- [34]. LEFEVRE J., les analyses d'eau avec les tests près à l'emploi : la potabilité de l'eau, les eaux piscicoles, l'eau des piscines, laboratoire Merck-CLEVENOTE, 1991.
- [35]. COIN, La pratique de l'eau : usages domestiques, Collectif et industriel, Edition : Moniteur, Paris, 1981, p3-21, p325-327.
- [36]. MERCIER J., Le grand livre de l'eau, Edition : La reconnaissance du livre, Collect Art de vivre, 2000, p97.
- [37]. WHO, Directive de qualité de l'eau de boisson, Critères hygiène, 2eme Edition, Volume 1, Genève, 1994.
- [38]. JEAN J.C., La dégradation de la qualité de l'eau dans le réseau, Paris, 2002.
- [39]. SATINM. Et SELMI B., Guide technique de l'assainissement, 2eme Edition : Moniteur, 1999, p76.
- [40]. MARCEL F., Dictionnaire français hydrologie des surfaces, Edition : Masson, 1986, p93.
- [41]. BERNE F.et CORDONNIER G., Traitement des eaux, Edition : Technip, Paris, 2000, p7.
- [42]. FRANK J. et KEMMER N., Manuel de l'eau, Editeur : Lavoisier, 1984, p3, p102, p105.

- [43]. BOUZIANI H., L'eau de la pénurie eaux maladies, Edition : Ibn Khaldoun, 2000.
- [44]. PAQUIN J.L., BLOK J.C., HAUDIDIER K., Effet du chlore sur la colonisation bactérienne d'un réseau expérimental de distribution d'eau, Edition : Revue de sciences de l'eau, N°4 ? 1992.
- [45]. <https://www.researchgate.net/...Analyse...physicochimique...eaux...analysis>
- [46]. KEMMER F.N., Manuel de l'eau, Edition : tec et doc, Lavoisier, 1984, p3, p102.
- [47]. MEBARKI S., Qualités physicochimiques et microbiologiques des eaux destinées à la consommation humaine de la ville de Honaine, mémoire d'ingénieur d'état en biologie, département de biologie, Université de Tlemcen, 2010.
- [48]. BONTOUX J., Introduction à l'étude des eaux douces : 2eme Edition : Cebedoc, 1993.
- [49]. LEPELTIER S., Un bon état écologique des eaux, 2005.
- [50]. DUPONT A., Hydraulique urbaine, Hydrologie, captage et traitement des eaux, 6eme Edition : EYROLLES, Paris, 1986, p64-66.
- [51]. GAMRASNI M., Le gout de l'eau, Office Internationale de l'Eau, Edition technique et documentation, Lavoisier, 1986, p11.
- [52]. ALPHA, AWWA, WEF, Les méthodes standards pour l'examen de l'eau et des eaux usées, American Public Health Association, Water Environment Fédération American Water Works Association, 21eme Edition, 1998.
- [53]. GERARD P., Analyse physico-chimique, Edition : UCL/AC/ADST/YDDR : 6-7
- [54]. LANTEIGNE J., L'encyclopédie de l'Agorat.
- [55]. HASLAY C., LECELER H., Microbiologie des eaux d'alimentation, edition : tec et doc, Lavoisier, Paris, 1993, p101-107.
- [56]. BOURGEOIS C.M., MESCELE J.F., ZUCCA J., Microbiologie alimentaire : aspect microbiologique et la sécurité et de la qualité des aliments, Tome 1, Edition : Lavoisier, Tec et Doc, 1996, p260-261.
- [57]. PATRICK J.R. ET SIMMONET, Bactériologie : les bactéries désinfection humaine, 1ere Edition : Flammavion, 1988.
- [58]. GAUSTARDIF, Bactériologie médicale, 3eme Edition : Maloie SA, Paris, 1984.
- [59]. GUIRAND J.P., Microbiologie alimentaire, Edition : Dunod, Paris, 1999, p88.
- [61]. BENCHIDA Z., Contribution au contrôle de la qualité physico-chimique et bactériologique de Hammam Baraka, Département de biologie, université d'Oran, 1996.
- [62]. ZELLA L., L'eau pénurie ou incurie, Edition : OPU, 2007.
- [63]. CASTANY G., Principes et méthodes de l'hydrogéologie, 1982.
- [64]. FRANCOIA ANCTIL, L'eau et ses enjeux, 2008, p184.

- [65]. MANSOURI et CHAREF, Qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau de source (Ain Ben Tata), Mémoire d'ingénieur, Département de biologie, université de Tlemcen, 2010.
- [66]. BELKADA M.et BENAMAR A., Etude physico-chimique et bactériologique de l'eau du barrage (Beni Bahdel), Mémoire d'ingénieur, Département de biologie, Université de Tlemcen, 2010.
- [67]. BRIERE G., Distribution et Collect des eaux, 2eme Edition, Ecole polytechnique de Montréal, 2000, p3-19.
- [68]. LENNTECH, Eau minérale (AcquaBuona, Acqua Sana), gudruin, via, Edition : II Pinteau D'incorntro, 2003.
- [69]. MORIN Y., Le petit Larousse de la médecine, Edition : Direction de la publication, 2003.
- [70]. ARSENAULT C., Le magnésium, nutriment essentiel à la santé, le magazine des jeunes familles, 2002, Vol 2, N°5, 2002.
- [71]. MARIE, Larousse médicale, Edition : Direction de la publication, 2005.
- [72]. LABOURET P., Le sel : bien fait et méfait, 2003.

Annexe I: *Caractéristiques de qualité des eaux minérales naturelles (Journal Officiel De La République Algérienne N°27, 26Avril 2006)*

Substances	Concentrations maximales
Antimoine	0.005mg/L
Arsenic	0.05mg/L, exprimé en As total
Baryum	1mg/L
Borates	5mg/L, exprimé en B
Cadmium	0.003mg/L
Chrome	0.05mg/L, exprimé en Cr total
Cuivre	1mg/L
Cyanures	0.07mg/L
Fluorure	5mg/L, exprimé en F
Plomb	0.01mg/L
Manganèse	0.1mg/L
Mercure	0.001mg/L
Nickel	0.02mg/L
Nitrates	50mg/L, exprimé en NO ₃
Nitrites	0.02mg/L en tant que nitrite
Sélénium	0.05mg/L
Absence les contaminants suivants :	
Agents tensioactifs	
Pesticides	
Diphényles polychlorés	

Huile minérale
Hydrocarbures aromatiques polycycliques

Annexe II: Caractéristiques de qualité des eaux de source (JO N°27, 26 Avril 2006).

CARACTERISTIQUES	UNITE	CONCENTRATIONS
1. - Caractéristiques organoleptiques :		
Couleur	Mg/l de platine (en référence à l'échelle platine/cobalt)	au maximum 25
Odeur (seuil de perception à 25° C)	—	au maximum 4
Saveur (seuil de perception à 25° C)	—	au maximum 4
Turbidité	Unité JACKSON	au minimum 2
2. - Caractéristiques physico-chimiques liées à la structure naturelle de l'eau		
PH	Unité PH	6,5 à 8,5
Conductivité (à 20° C)	µs/ cm	au maximum 2.800
Dureté	Mg/l de Ca CO3	100 à 500
Chlorures	Mg/l (Cl)	200 à 500
Sulfates	Mg/l (SO4)	200 à 400
Calcium	Mg/l (Ca)	75 à 200
Magnésium	Mg/l (Mg)	150
Sodium	Mg/l (Na)	200
Potassium	Mg/l (K)	20
Aluminium total	Mg/l	0,2
Oxydabilité au permanganate de potassium	Mg/l en oxygène	au maximum 3
Résidus secs après dessiccation à 180° C	mg/l	1.500 à 2.000
3. - Caractéristiques concernant les substances indésirables		
Nitrates	Mg/l de NO3	au maximum 50
Nitrites	Mg/l de NO2	au maximum 0,1
Ammonium	Mg/l de NH4	au maximum 0,5
Azote Kjeldahl	Mg/l en N ⁽¹⁾	au maximum 1
Fluor	Mg/l de F	0,2 à 2
Hydrogène sulfuré		Ne doit pas être décelable organoleptiquement
Fer	Mg/l (Fe)	au maximum 0,3
Manganèse	Mg/l (Mn)	au maximum 0,5
Cuivre	Mg/l (Cu)	au maximum 1,5
Zinc	Mg/l (Zn)	au maximum 5
Argent	Mg/l (Ag)	au maximum 0,05
4. - Caractéristiques concernant les substances toxiques		
Arsenic	Mg/l (As)	0,05
	Mg/l (Cd)	0,01

Annexe III: *Critères microbiologiques des eaux minérales naturelles et/ou de source (JO N°27).*

Examen	Résultats			
	n	c	m	M
Coliformes totaux dans 250 ml	5	1	0	2
Coliformes thermotolérants dans 250ml	5	1	0	2
Streptocoques fécaux dans 250ml	5	1	0	2
Anaérobies sporulés sulfito-réducteur dans 50 ml	5	1	0	2

n: nombre d'unités d'échantillonnage prélevées dans un lot qui doit être examiné en vertu d'un plan d'échantillonnage donné.

C: nombre maximum admissible d'unités d'échantillonnage pouvant dépasser le critère microbiologique m. le dépassement de ce nombre entraîne le rejet du lot.

m: nombre ou niveau maximum de bactéries/g, les valeurs supérieures à ce niveau sont soit admissibles, soit inadmissibles.

M: quantité servant à distinguer les aliments d'une qualité admissible de ceux d'une qualité inadmissible.

Les valeurs égales ou supérieures à M dans l'un quelconque des échantillons sont inadmissibles à cause des risques qu'elles présentent pour la santé, des indicateurs sanitaires ou des risques de détérioration.

Annexe IV : Méthodes d'analyses physico-chimiques.

1. Mesure de la conductivité:

- **Mode opératoire:**

D'une façon générale, opérer avec la verrerie rigoureusement propre; et rincer avant usage de l'eau distillée ;

Ajuster l'appareil à zéro;

Ajuster la température de l'eau de l'air sur l'appareil;

Rincer plusieurs fois l'électrode de platine, d'abord avec de l'eau distillée puis en le plongeant dans un récipient contenant de l'eau à analyser, en prenant soin que l'électrode soit complètement émergé;

Rincer abondamment l'électrode avec de l'eau distillée après chaque mesure ;

Les résultats sont exprimés en micro Siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

2. Dosage de la dureté total (Titre Hydrométrique TH):

▪ **Réactifs utilisés:**

- Solution EDTA 0.02N
- Solution tampon NaOH (pH=10)
- NET indicateur coloré

▪ **Mode opératoire:**

Introduire 100 ml d'eau à analyser dans un erlenmayer de 250 ml, ajouter 2 ml de solution tampon (pH=10) et 3 gouttes d'indicateur coloré NET, la solution se colore violet. Titrer avec la solution EDTA jusqu'au virage du violet au bleu franc.

On peut utiliser comme indicateur le noir d'ériochrome qui se combine avec l'ion magnésium et donne la coloration rouge, mais il réagit mal avec l'ion calcium.

Pour des duretés élevées, ne prélever que 25 ml ou 50 ml, amener à 100 ml avec de l'eau distillée. Opérer comme indiqué précédemment.

3. Dosage de la dureté calcique:

▪ **Réactifs utilisés:**

- EDTA à 0.02 N
- Solution NaOH à 0.1 N
- Muréxide

▪ **Mode opératoire:**

Prélever 100 ml d'eau à analyser dans un erlenmayer de 250 ml, ajouter 2 ml de soude et une pincée de Muréxide;

Titre avec la solution EDTA jusqu'au virage du rose au pourpre.

▪ **Expression des résultats:**

$$D_{Ca^{2+}} = (N_{EDTA} \times V_{EDTA}) \times 1000 / V_0 \times 20 \text{ (mg)}$$

$$D_{Ca^{2+}} = (N_{EDTA} \times V_{EDTA}) \times 1000 / V_0 \times 5 \text{ (F}^\circ\text{)}$$

$D_{Ca^{2+}}$ dureté calcique

N: Normalité de la solution EDTA

V: Volume de la solution EDTA

V_0 : Volume d'eau à analyser

4. Dosage de chlorures:

▪ **Réactifs utilisés:**

- Solution de chromate de potassium à 10%
- Solution de nitrate d'argent à 0.1N

▪ **Mode opératoire:**

Introduire 100 ml d'eau à analyser dans une fiole conique de 250 ml; puis ajouter 3 gouttes de chromate de potassium à 10 % puis titrer avec le nitrate d'argent ($AgNO_3$ 0.1N) jusqu'au virage au rouge brique

▪ **Expression des résultats:**

$(Cl^-) = V \times 10 \times 3.55$ donne la teneur en chlorure, exprimé en mg de Cl^- par litre d'eau.

$(Cl^-) = V \times 10 \times 5.85$ donne la teneur en chlorure, exprimé en mg de NaCl par litre d'eau.

5. Dosage des sulfates:

▪ **Réactifs utilisés :**

- Solution de chlorure de baryum
- Solution stabilisante

▪ **Mode opératoire :**

Introduire 5ml de la solution stabilisante, ajouter 2 ml de chlorure de baryum après agiter énergiquement pendant 1mn. Ensuite effectuer la lecture à 420 nm.

6. Dosage de nitrates:

- **Mode opératoire:**

Introduire 10 ml d'eau dans une capsule de 60 ml. Alcaliniser faiblement avec la solution d'hydroxyde de sodium. Pour suivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage, préparer de la même façon un témoin avec 10ml d'eau distillée.

Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 415nm et tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

7. Dosage de nitrites:

- **Mode opératoire:**

Introduire 50 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée puis poursuivre le dosage comme pour la courbe d'étalonnage. Tenir compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

8. Dosage du sodium et du potassium:

Le dosage se fait par le passage des échantillons au spectrophotomètre d'absorption avec flamme.

Cet appareil pulvérise l'échantillon sous forme de très fines gouttelettes dans la flamme d'un chalumeau air -acétylène, doté d'un micro ordinateur.

Le sodium et le potassium émettent alors une lumière caractéristique de l'élément et de sa concentration que l'on mesure à l'aide d'une cellule photoélectrique.

L'élément à doser est choisi sur le spectrophotomètre d'absorption avec flamme en fonction d'un interrupteur (K^+ ou Na^+).

9. Dosage des ions des hydrogénocarbonates :

- **Mode opératoire :**

- * **Détermination du Titre Alcalimétrique (TA) :**

Prélever 100 ml d'eau à analyser dans un bêcher, ajouter 1 à 2 gouttes de solution alcoolique de phénophtaléine. Une coloration rose doit alors se développer. Dans le cas contraire le TA est nul. Ce qui se produit en général pour les eaux naturelles dont le pH est inférieur à 8,3.

Verser ensuite doucement l'acide dans le bêcher à l'aide d'une burette, en agitant constamment, et ceci

jusqu'à décoloration complète de la solution (pH=8,3).

Soit V le nombre de ml d'acide utiliser pour obtenir le virage.

*** Détermination du Titre Alcalimétrique Complet (TAC) :**

Utiliser l'échantillon traité précédemment ou le prélèvement primitif s'il n'y a pas eu de Coloration. Ajouter 2 gouttes de solution de méthyle orange et titrer de nouveau avec le même acide jusqu'au virage du jaune au jaune orange (pH=4,3). S'assurer qu'une goutte d'acide en excès provoque le passage de la coloration du jaune orangé au rose orangé (pH=4).

Soit V le nombre de ml d'acide 0.02N versé depuis le début du dosage. Retrancher de ce volume 0,5 ml, quantité d'acide nécessaire pour le virage de l'indicateur qui est un peu plus faible que le pH de neutralisation exacte de l'hydrogénocarbonate.

▪ **Expression des résultats :**

Le titre alcalimétrique simple (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC), exprimés en mg/l par litre sont donnés respectivement par les expressions :

$$\text{TA} = (\text{V1} \times \text{N} \times 1000) \times \text{masse molaire des carbonates} / \text{V}$$

$$\text{TAC} = (\text{V2} \times \text{N} \times 1000) \times \text{masse molaire des bicarbonates} / \text{V}$$

Masse molaire des bicarbonates = 61mg

Masse molaire des carbonates = 60mg

Si l'eau contient des bicarbonates seulement donc :

$$\text{TA} = 0 \text{ et TAC} = (\text{HCO}_3^-) \text{ mg/l} = \text{V1} \times 61.$$

Si l'eau contient des carbonates et des bicarbonates donc :

$$\text{TA} = (\text{CO}_3^{2-}) \text{ mg/l} / 2 \text{ et TAC} = (\text{HCO}_3^-) \text{ mg/l} + 2\text{TA}.$$

Où ;

V est le volume en millilitres, de la prise d'essai (100) ml.

V₁ est le volume de la solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 0,01 N versé de la burette.

V₂ est le volume d'acide chlorhydrique en millilitres.

N est la normalité de la solution d'acide chlorhydrique = 0.01N.

Annexe V : Composition des milieux de culture et des réactifs.

1. Gélose Tryptone Glucose Extrait de levure (TGEA):

- Tryptone 5 g
- Glucose 1 g

- Extrait de levure 25 g
- Gélose 15 g
- Eau distillée 1000 ml

pH=7. Autoclaver 20 minutes à 120°C

2. Gélose lactosée au TTC et à l'heptadécylsulfate de sodium : Milieu de base.

- Lactose 20g
- Peptone 10g
- Extrait de levure 6g
- Bleu de bromothymol 5g
- Agar- Agar 15 à 25g/L
- Eau distillée 1000 ml

pH=7. Autoclaver 20 minutes à 120°C,

3. Solution TTC :

- Chlorure de 2, 3,5-triphényltétrazolium (TTC) 0.05g
- Eau distillée stérile 100 ml

4. Solution d'heptadécylsulfate de sodium :

- Heptadécylsulfate de sodium (Tergitol 7) 0.2 g
- Eau distillée stérile 100 ml

5. Milieu complet :

- Milieu de base 100 ml
- Solution TTC 5 ml
- Solution d'heptadécylsulfate de sodium 5 ml

pH=7. Autoclaver 20 minutes à 120°C.

6. Bouillon au tryptophane :

- Digestat trytique de caséine 10g
- L-Tryptophane 1g
- Chlorure de sodium 5g
- Eau distillée 1000 ml

7. Gélose tryptonée au soja (TSA) :

- Digestat tryptique de caséine 15g
- Peptone de soja 5g
- Chlorure de sodium 5g
- Agar- Agar 15 à 25 g/L

pH=7. Autoclaver 20 minutes à 120°C.

8. Gélose tryptonée contenant des sels biliaires (TBA) :

- Tryptone 20g
- Sels biliaires 1.5g
- Agar- Agar 15 à 25g/L
- Eau distillée 1000 ml

pH=7. Autoclaver 20 minute à 120°C.

9. Réactif de L'indole, essai rapide :

- p- Diméthylaminobenzaldéhide 0.5g
- Acide chlorhydrique, c(HCl) = 1mol/L 100 mL

Pour être convenablement utilisé, le réactif doit présenter une coloration jaune clair.

10. Réactif à l'oxydase :

- Tétraméthyl-p-phénylènediamine 0.1 g
- Eau distillée 10 ml

Ce réactif n'est pas stable, il convient de le préparer juste avant le test.

11. Slanetz et Bartley : Milieu de base.

- Tryptose 20 g
- Extrait de levure 5 g
- Gélose 2 g
- Hydrogénophosphate dipotassique (K_2HPO_4) 4 g
- Azoture de Sodium (NaN_3) 0,4 g
- Agar – agar 8 à 18 g
- Eau distillée 1000 ml

Dissoudre les constituants dans l'eau bouillante jusqu'à dissolution complète.

12. Gélose à la Bile, à l'Esculine et à l'Azoture (BEA):

- Tryptone 17 g
- Peptone 3 g
- Extrait de levure 5 g
- Bile de bœuf déshydratée 10 g
- Chlorure de sodium($NaCl$) 5 g
- Esculine 1 g
- Citrate d'ammonium ferrique 0.5 g
- Azoture de sodium (NaN_3) 0.15 g
- Agar-Agar 8 à 10 g
- Eau distillée 1000 ml

pH=7. Autoclaver 20 minute à 120°C

13. Gélose viande – foie (VF):

- Base Viande – foie 20 g
- Glucose 0,75 g
- Amidon 0,75 g
- Sulfite de sodium 1,2 g
- Sodium carbonate 0,67 g
- Agar – agar 11 g
- Eau distillée 1000 ml

pH=7.6. Autoclavage pendant 15min à 120°C

Annexe VI : les étiquettes des eaux étudiées

Résumé :

Le présent travail consiste à effectuer une étude qualitative et comparative du point de vue physicochimique et bactériologique de quelques eaux naturelles embouteillées commercialisées en Algérie.

Les résultats de nos analyses ne sont pas très différentes des valeurs portées sur les étiquettes des bouteilles, sauf pour certains paramètres, ceci s'explique par la durée de conservation des eaux entre la mise en bouteille et les analyses ou/et le changement de température (facteur important de la solubilité des éléments dissous).

Il est à constater que la répartition en sels minéraux n'est pas la même dans les eaux étudiées, ceci est dû à la géologie des terrains traversés par ces eaux.

Les eaux étudiées respectent les normes algériennes et restent dans un cadre précis préconisé par la réglementation en vigueur à l'exception de l'eau « Manbaà algezlane » qui n'a pas précisé la teneur en chlorures et en sulfates, et l'eau « Ain Bouglez » a présenté un résidu sec à 105°C alors que la réglementation le fixe à 180°C.

Les résultats physicochimiques effectués au laboratoire sont conformes aux normes algériennes sauf la dureté totale de l'eau « Manbaà algezlane » qui dépasse un peu les normes (517 mg/L).

La qualité physicochimique des eaux étudiées est bonne et acceptable à part l'eau « Ain Bouglez » de Taref qui a une qualité organoleptique « amère », elle présente une faible minéralisation (139.2mg/L).

Les analyses bactériologiques attestent l'absence des indicateurs de contamination fécale avec un taux en germes totaux (03 et 22 germes/ml à 22°C, et 01 à 06 germes /ml à 37°C) qui reste dans les normes.

Les eaux étudiées sont conformes à la réglementation algérienne des eaux minérales et eaux de source. Elles sont de bonnes qualités et aptes à la consommation humaine.

Nous recommandons aux personnes saines de varier la consommation des eaux, pour préserver la santé et l'équilibre de l'organisme, pour certaines personnes il y a lieu d'éviter quelques unes vue certains taux de sels dissous dans celles-ci, par exemple les eaux ayant un taux de sodium élevé ne sont pas conseillées aux personnes hypertendues.

Mots clés: eau naturelle - eau de source - eau minérale - analyses physico-chimiques - analyses bactériologiques - qualité - Réglementation Algérienne.

ABSTRACT:

The present work is to conduct a qualitative and comparative study of the physico-chemical and bacteriological standpoint of some bottled waters marketed in Algeria.

The results of our analyzes are not very different from the values brought on bottle labels, except for some parameters, this is explained by the waters of the shelf life between bottled and analyzes and / or temperature change (an important factor of the solubility of the dissolved elements).

It should be noted that the distribution of minerals is not the same in the waters studied, this is due to the geological land traversed by these waters.

The studied waters meet Algerian standards and remain within a specific framework recommended by current regulations with the exception of water "Manbaà algezlane" which did not specify the content of chlorides and sulfates, and water "Ain Bouglez" presented a dry residue at 105°C while the regulation fixed at 180°C.

The physicochemical results conducted in the laboratory conform to Algerian standards but the total water hardness "Manbaà algezlane" which is a bit beyond the standards (517 mg / L).

Studied the physicochemical quality of water is good and acceptable except the water "Ain Bouglez" of Taref which has a bitter organoleptic quality; it has a low mineralization (139.2mg/L). Bacteriological analyzes demonstrated by the absence of faecal indicator with a total count rate (03 and 22 germs / ml at 22°C, and from 01 to 06 germs / ml at 37°C) remaining in the standards.

The studied waters conform to the Algerian regulation of mineral waters and spring waters. They are of good quality and fit for human consumption.

We recommend that healthy people to vary the water consumption, to preserve the health and balance of the body, for some people it is appropriate to avoid some view some rates of dissolved salts in them, for example water assigns a high sodium levels are not recommended for people with hypertension.

Keywords: natural water - spring water - mineral water - physicochemical analyzes - bacteriological analyzes - quality - Algerian Regulations.

ملخص:

ان هذا البحث يضم دراسة و مقارنة لنوعية بعض المياه الطبيعية المعبأة في قاروروات المسوقة في الجزائر من الناحية الفيزيوكيميائية و البكتريولوجية. نتائج التحاليل في المخبر ليس متلفة كثيرا عن النتائج الموجودة في لاصفات المياه المدروسة باستثناء البعض ، و هذا يفسر بالمدة المستغرقة بين التعبئة في القاروروات و اجراء التحاليل و/او التغير في درجة الحرارة (عامل مهم لذوبان العناصر المنحلة).

تشير الدراسة الحاضرة ان توزيع المعادن ليس نفسه في جميع المياه المدروسة و يرجع ذلك الى جيولوجية الارض المجتازة لهذه المياه.

المياه المدروسة في هذا البحث تبقى ضمن اطار المعايير الجزائرية المعمول بها باستثناء ماء "منبع الغزلان" الذي لم يحدد محتوى الكلوريدات و الكبريتات ، و ماء "عين بوقلاز" الذي قدم نسبة البقايا الجافة عند 105 درجة مئوية ، في حين ان المعايير تحدد عند 180 درجة مئوية .

النتائج الفيزيوكيميائية لتحاليل المياه في المخبر مطابقة للمعايير الجزائرية ، إلا مجموع صلابة ماء "منبع الغزلان" ، اي نسبة الكالسيوم و المغنيزيوم في الماء تفوق قليلا المعايير (517 ملغ/ل).

النوعية الفيزيوكيميائية للمياه المدروسة جيدة و مقبولة ، ما عدا ماء "عين بوقلاز" من ولاية الطارف الذي ذوقه مر و فقير من الاملاح المعدنية (139.2 ملغ/ل).

اما النتائج البكتريولوجية فإنها تبين غياب كل مؤشرات التلوث. نستنتج اذا ان المياه المدروسة في هذا البحث ذو نوعية جيدة و صالحة للشرب.

يستحسن التنوع في استهلاك المياه المعدنية للحفاظ على صحة و توازن الجسم ، و تجنب بعضها في حالات خاصة. مثلا لا ينصح باستهلاك مياه ذو نسبة مرتفعة في الصوديوم للأشخاص الذين يعانون من ارتفاع الدم.

الكلمات المفتاحية: المياه الطبيعية - مياه الينابيع - المياه المعدنية التحاليل الفيزيائية - التحاليل البكتريولوجية - الجودة - المعايير الجزائرية .

