



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences et de la technologie
Department de chimie industrielle

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences et Techniques

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie chimique

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
Refafsa romaissa

Le : dimanche 26 juin 2022

Diagnostic sur la qualité des eaux de la région biskra

Jury :

Dr.	Ghebghoub Fatima	MCA	Université de Biskra	Présidente
Dr.	Menasra Hayet	MCA	Université de Biskra	Examinatrice
Dr.	Barkat Djamale	Pr	Université de Biskra	Rapporteur

REMERCIEMENTS

Mes remerciements s'adressent premièrement à Allah ﷻ le tout puissant, notre créateur pour m'avoir donné la force la volonté d'accomplir ce travail.

Au terme de ce travail, je tiens à remercier vivement mon enseignante et Promotrice M^{me} Barkat Djamel, d'avoir accepté de m'encadrer sur ce thème, pour ses précieux conseils, encouragements et ses orientations tout le long l'élaboration de ce travail.

Je tiens également à remercier M^{me} Ziad sabrina, chef de laboratoire et mon encadreur au sein du laboratoire, de m'avoir permis d'effectuer mon stage au sein du laboratoire de l'ADE, et pour m'avoir suivie et conseillés au cour de mon stage.

Je les remercie également pour m'avoir fourni les données qui m'ont aidé dans ce travail, ainsi que les techniciens du laboratoire, ainsi que tout le personnel du Laboratoire Central de l'ADE et pour leur accueil chaleureux et leur aide précieuse.

*J'adresse également mes sincères remerciements à tous les
professeurs du département*

*Génie Chimique de la Faculté des Sciences et Techniques
de l'Université Mohamed Khider de Biskra.*

Dédicace

Avec l'aide et la protection d'ALLAH

Ce travail est réalisé. Je dédiais ce travail à :

*Mon cher père et ma chère mère qui a toujours été
mon étoile, le ciel a éclairé mon chemin.*

*Que Dieu vous protège et vous accorde une longue vie
qui nous ont toujours apportés L'amour et leur
soutien moral qui nous ont toujours apportés L'amour
et leur soutien moral .*

Toutes la famille Refafsa

*A mes adorable frères Bilel, Hamza, Omar ,
Mostapha*

A mes chères sœurs : Afafé , Dounia .

*A mes meilleures amies : Radheia, Bouthaina ,
Inase , Randa, salma.....*

A toute personnes qui m'aidé de près ou de loin.

Résumé

Résumé

L'eau est une ressource naturelle précieuse et importante qui sert à de nombreuses fins. Son utilisation à des fins alimentaires ou d'hygiène nécessite d'excellentes qualités physico-chimiques et microbiologiques. Pour évaluer la qualité de l'eau de puits destinée à la consommation humaine dans la région de Biskra .

L'eau est l'une des substances les plus couramment utilisées en nutrition et en hygiène. Il doit donc répondre à des normes de qualité et ne doit donc contenir aucun organisme vivant ni aucune substance potentiellement dangereuse pour la santé humaine. L'objectif de l'étude était d'évaluer la qualité physique, chimique et bactériologique .

Des analyses analytiques ont été réalisées au niveau du laboratoire central des eaux algériennes ADE à Biskra sur 5 forages destinés à la consommation humaine. Après une bonne stratégie d'échantillonnage, on a effectué des analyses physicochimiques (pH, conductivité électrique, Température, calcium, Chlorure.....) et bactériologiques (Germes totaux, Coliforme totaux, Coliforme fécaux, Streptocoque fécaux, ASR) des eaux étudiées , Les résultats des analyses ont montré que l'eau de source était de qualité physique, chimique et bactériologique moyenne .

Les résultats des paramètres physiques et chimiques ont également été obtenus que l'eau analysée contenait un excès de Ca^+ , TH, Mg, TDS, Cl^- , Sal, Na^+ , Conductivité . Au terme de cette étude, on peut conclure que la plupart des puits étaient de qualité moyenne d'un point de vue physico-chimique, pour leur aptitude à la consommation ou à l'usage, à l'exception des normes de forage Hajeb largement dépassées presque toutes les normes d'eau algériennes .

Cette pollution représente sans aucun doute un grand danger pour la santé de la population et pour tous ceux qui utilisent cette eau . L'analyse bactériologique des eaux n'a révélé aucune contamination bactériologique ce qui témoigne de l'efficacité du traitement de désinfection au niveau des forages.

Mots clés: Eau , forage , qualité , physico-chimique , bactériologique , biskra .

Abstract

Water is a valuable and important natural resource that serves many purposes. Its use for food or hygiene purposes requires excellent physico-chemical and microbiological qualities. To assess the quality of well water intended for human consumption in the Biskra region. Water is one of the most commonly used substances in nutrition and hygiene. It must therefore meet quality standards and must not contain any living organism or any substance potentially dangerous to human health. The objective of the study was to assess the physical, chemical and bacteriological quality.

Analytical analyzes were carried out at the level of the central laboratory of Algerian waters ADE in Biskra on 5 boreholes intended for human consumption. After a good sampling strategy, we carried out physicochemical analyzes (pH, eclectic conductivity, temperature, calcium, chloride, etc.) and bacteriological (total germs, total coliform, fecal coliform, fecal streptococcus, ASR) of the waters studied. , The results of the analyzes showed that the spring water was of average physical, chemical and bacteriological quality.

The results of the physical and chemical parameters were also obtained that the analyzed water contained an excess of Ca^+ , TH, Mg, TDS, Cl^- , Sal, Na^+ , Conductivity. At the end of this study, it can be concluded that most of the wells were of average quality from a physico-chemical point of view, for their suitability for consumption or use, with the exception of the largely Hajeb drilling standards. exceeded almost all Algerian water standards.

This pollution undoubtedly represents a great danger for the health of the population and for all those who use this water. The bacteriological analysis of the water revealed no bacteriological contamination, which testifies to the effectiveness of the disinfection treatment at the level of the boreholes.

Keywords : Water, drilling, quality, physico-chemical, bacteriological, biskra.

الملخص

الماء مورد طبيعي قيم ومهم يخدم العديد من الأغراض . يتطلب استخدامه للأغذية أو أغراض النظافة صفات فيزيائية وكيميائية وميكروبيولوجية ممتازة . دراسنا هذه لتقييم جودة مياه الآبار المعدة للاستهلاك الأدمي في منطقة بسكرة .

الماء هو أحد المواد الأكثر استخدامًا في التغذية والنظافة. لذلك يجب أن تفي بمعايير الجودة ويجب ألا تحتوي على أي كائن حي أو أي مادة يحتمل أن تكون خطرة على صحة الإنسان. كان الهدف من الدراسة هو تقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية والبكتريولوجية.

أجريت الدراسات التحليلية على مستوى المعمل المركزي للمياه الجزائرية ADE ببسكرة على 5 آبار مخصصة للاستهلاك الأدمي . بعد إستراتيجية جيدة لأخذ العينات ، قمنا بإجراء تحليلات فيزيائية كيميائية (درجة الحموضة ، التوصيل الانتقائي ، درجة الحرارة ، الكالسيوم ، الكلوريد ، إلخ) والبكتريولوجية (الجراثيم الكلية ، القولونيات الكلية ، القولونيات البرازية ، العقدية البرازية ، ASR) للمياه المدروسة. أظهرت نتائج التحليلات أن مياه الينابيع كانت ذات جودة فيزيائية وكيميائية وبكتريولوجية متوسطة.

كما تم الحصول على نتائج المعلمات الفيزيائية والكيميائية أن الماء الذي تم تحليله يحتوي على فائض من Ca^{+} ، TH ، Mg ، TDS ، Cl^{-} ، Sal ، Na^{+} ، الموصلية. في نهاية هذه الدراسة ، يمكن الاستنتاج أن معظم الآبار كانت ذات جودة متوسطة من وجهة نظر فيزيائية- كيميائية ، لملاءمتها للاستهلاك أو الاستخدام ، باستثناء معايير حفر الحاجب إلى حد كبير. معايير المياه الجزائرية.

هذا التلوث بلا شك يمثل خطرا كبيرا على صحة السكان وعلى كل من يستخدم هذه المياه. أظهر التحليل البكتريولوجي للمياه عدم وجود تلوث جرثومي ، مما يدل على فعالية المعالجة بالتطهير على مستوى الآبار.

الكلمات المفتاحية : ماء ، حفر ، جودة ، فيزيائي-كيميائي ، بكتريولوجي ، بسكرة.

Sommaire

Remercîments

Dédicaces

Résumé

Sommaire

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Liste d'abréviations

Introduction Générale

Chapitre I Chimie des Eaux Naturelles

I.1.Introduction	1
I.2.Définition.....	1
I.3.Cycle de l'eau dans la nature	2
I.4. Rôle de l'eau	3
I.5.Transformation des Eaux Naturel	3
I.5.1. La condensation.....	3
I.5.2. Les précipitations	4
I.5.3. Le ruissellement	4
I.5.4.L'infiltration.....	4
I.6.Qualité de l'eau	4
I.7. Sources naturelles de l'eau	5
I.7.1. Les eaux de pluie.....	5
I.7.2. Les eaux souterraines	5

Sommaire

I.7.3.Les eaux de surface	6
I.7.4.Eaux de mer et océans	6
I.8.Propriétés de l'eau	7
I.8.1. Propriétés chimiques	7
I.8.2. Propriétés physiques	8
I.8.3. Propriétés biologique	9
I.9.Pollution des eaux	9
I.9.1. Origine de la Pollution	9
I.9.1.1. Pollution Domestique	9
I.9.1.2. Pollution Industrielle	10
I.9.1.3.Pollution Agricole	10
I.9.1.4. Pollution Liée aux Transports Maritimes	10
I.9.1.5.Pollution d'origine naturelle	10
I.10.Différents Types de Pollution de l'eau	11
I.10.1.Pollution Physique	11
I.10.2. Pollution Chimique	11
I.10.3.Pollution Microbienne	11

Chapitre II Paramètres de la Qualité des Eaux Naturelle

II.1. Paramètres des Qualité d'une Eau Naturelle	12
II.1.1. Paramètres physico-chimiques	12
II.1.1.1. Température (T °C)	12
II.1.1.2. Conductivité	12
II.1.1.3.Turbidité	13
II.1.1.4.pH	13
II.1.1.5.Salinité	15

Sommaire

II.1.1.6.Taux de solides dissous TDS	13
II.1.1.7.Titres alcalimétriques TA, TAC, TAOH	14
II.1.1.8.La dureté TH	14
II.1.2. Paramètres chimiques	15
II.1.2.1. La demande biochimique en oxygène (DBO)	15
II.1.2.2.La Demande Chimique en Oxygène : DCO	15
II.1.2.3. Fer	16
II.1.2.4.Le sulfate(SO_4^{2-})	16
II.1.2.5. Titre Alcalimétrique Complet (TAC) (°F)	16
II.1.2.6.Calcium	16
II.1.2.7. Ions Phosphates : (PO_4^{-3})	17
II.1.2.8.Potassium (K)	17
II.1.2.9. Nitrates (NO_3^-)	17
II.1.2.10. Nitrites(NO_2^-)	17
II.1.2.11. L'azote ammoniacal : (NH_4^+)	18
II.1.2.12.L'ammoniaque	18
II.1.2.15. Chlorures Cl^-	18
II.1.3. Paramètres biologiques et bactériologiques	19
II.1.3.1.Paramètres bactériologiques	19

Chapitre III Matériel et Méthodes

III.1.Introduction :	23
III.2. Présentation de L'ADE de Biskra	23
III.3.Matérielle et méthode	24
III.3.1. Présentation des zones d'étude	24
III.3.2. Situation Géographique	24
III.3.3. .Présentation de la zone d'étude	25
III.3.4.Climat	25

Sommaire

III.4.Méthodologie	26
III.4.1. Échantillonnage et modes de prélèvements	26
III.4.2. Méthodes d'analyse	26
III.4.2.1.Matériels et produit utilisée	26
III.4.2.2.Les paramètres qui analysée	28
III.4.2.2.1.Paramètre physicochimique	28
III.4.2.2.2. Paramètre volumétrie	32
III.5.Partie expérimentale	32
III.5.1. Mesures et calcul du résultat	33
III.5.2. Enregistrement du résultat	33
III.5.2.1.Détermination de la dureté TH	33
III.5.2.2.Paramètres de Spectrophotométrie	36
III.5.2.3.Dosage de Nitrate NO_3^-	37
III.5.2.4.Les nitrites (NO_2^-)	39
III.5.2.5.Dosage de Fer	40
III.5.2.6.Dosage d'Ammonium NH_4^+	42
III.4.2.7.Dosage de Phosphate PO_4^{3-}	43
III.5.2.8.Dosage de Sulfate SO_4^{2-}	44
III.5.2.9.Dosages de Sodium et Potassium K^+ , Na^+	45
III.6. Paramètres Bactérie	46
III.6.1.Méthode par filtration	46
III.6.1.1.Principe	46
III.6.1.2. Concentration au laboratoire par filtration sur membranes	47
III.6.1.3.Matériel pour filtration sur membranes	47
III.6.1.4.Préparation du dispositif et technique de filtration	47
1. Recherche et dénombrement des coliformes par filtration sur membrane ...	49

Sommaire

III.6.2.La recherche et le dénombrement des Streptocoques fécaux	51
III.6.3.Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)	52
III.6.4.Recherche et dénombrement des Spores des bacteries anaérobies Sulfito-réductrices.	53

Chapitre IV Résultats et Discussion

IV.1.Organisation de laboratoire	54
IV.1.1 Machines et équipements	54
IV.2. Appareillage	55
IV.2.1.Spectrophotomètre	55
IV.2.2. Analyses bactériologiques	55
IV.3.Les Paramètres physique et chimiques	56
IV.3.1. Le pH	59
IV.3.2.La température T ° C	60
IV.3.3.La pourcentage de SAL	61
IV.3.4.La TDS	62
IV.3.5.La Conductivité	63
IV.3.6.Les ions de Cl	64
IV.3.7.Valeur de TAC	65
IV.3.8.La dureté TH	66
IV.3.9.Les ions de Ca ⁺	67
IV.3.10.Les ions Mg ⁺	68
IV.3.11.Les ions NO ₂ ⁻	70
IV.3.12.Les ions de NO ₃ ⁻	71
IV.3.13.La valeur de Fe Total	72
IV.3.14.Les ions NH ₄ ⁺	73
IV.3.15. Les ions de PO ₄ ³⁻	74
IV.3.16.Les ions de SO ₄ ²⁻	75
IV.3.17.Les ions de Na ⁺	76
IV.3.18. Le Potassium K ⁺	77

Sommaire

IV.4. . Interprétation des résultants microbiologique 78

Conclusion Générale

Annexes

Références Bibliographiques

Liste des Figures

Figure	Titre	Page
Figure I.1	Molécule d'eau	01
Figure I.2	Schéma de la molécule d'eau	02
Figure I.3	Cycle de l'eau	02
Figure I.4	Les eaux souterraines	06
Figure I.5	Les eaux de surface	06
Figure I.6	La formule de LEWIS	07
Figure III.1	Diagramme montrant le protocole expérimental	23
Figure III.2	(a) et (b), Situation géographique de la ville de Biskra; (c) carte de découpage administratif, wilaya de Biskra	25
Figure III.3	pH mètre de paillasse HACH	28
Figure III.4	Mesure de Conductivité, TDS et salinité.	30
Figure III.5	Le résultat du virage de TH.	34
Figure III.6	Le résultat du virage de Ca ²⁺	35
Figure III.7	Opération de titrage.	35
Figure III.8	Dosage Nitrate NO ₃ ⁻	39
Figure III.9	Spectrophotomètre	39
Figure III.10	Dosage d'Ammonium	42
Figure III.11	Spectrophotomètre à flamme.	46
Figure III.12	Coupe schématique d'un appareil de filtration sur membranes	47
Figure III.13	Dispositif de filtration sur membrane	47
Figure III.14	Méthode de dénombrement et recherche de germes totaux	49
Figure III.15	Méthode de dénombrement et recherche des Streptocoque fécaux et totaux	51
Figure IV.1	Laboratoire des analyses physico-chimiques	54
Figure IV.2	Laboratoire des analyses bactériologiques	54
Figure IV.3	Les étape de filtration	56
Figure IV.4	Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de pH.	59
Figure IV.5	Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de T °.	60

Liste des Figures

Figure IV.6	Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de SAL%	61
Figure IV.7	Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de TDS	62
Figure IV.8	Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de Conductivité.	63
Figure IV.9	Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de concentration de Cl^-	64
Figure IV.10	Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de TAC	65
Figure IV.11	Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de TH.	66
Figure IV.12	Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de Concentration de Ca^+	67
Figure IV.13	Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de Concentration de Mg^+	69
Figure IV.14	Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de Concentration de NO_2^-	70
Figure IV.15	Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de Concentration de NO_3^-	71
Figure IV.16	Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de Fe Total	72
Figure IV.17	Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de NH_4^+	73
Figure IV.18	Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de PO_4^{3-}	74
Figure IV.19	Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de SO_4^{2-}	75
Figure IV.20	Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de Na^+	76

Liste des Figures

Figure IV.21	Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de K^+	77
---------------------	--	-----------

Liste des Tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau II.1	Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique .	13
Tableau II.2	Normes bactériologiques des eaux souterraines	22
Tableau III.1	les appareille utilisé pour les analyses.	26
Tableau III.2	les produits qui utilisent pour l'analyse.	27
Tableau III.3	Matériels et Réactifs utiliser pour l'analyse des paramètres de spectrophotométrie.	36
Tableau IV.1	Les résultats des analyses physico-chimiques de l'échantillon pour les eaux des Forages	57
Tableau IV.2	Les résultats des analyses microbiologiques de l'échantillon pour les eaux des Forages	78



Introduction Générale

Introduction

L'eau est essentielle pour la vie, cependant elle peut être aussi une source de maladie. D'après un rapport de l'Organisation mondiale de la Santé cinq millions de nourrissons et d'enfants meurent chaque année de maladies diarrhéiques dues à la contamination des aliments ou de l'eau de boisson déchlorée; selon, l'eau captée peut contenir des éléments pouvant avoir des effets indésirables sur la santé, comme des microorganismes pathogènes, des substances indésirables ou même des substances toxiques. [1].

L'eau a sur nous un pouvoir magique, elle est source de purification, de guérison et de détente. Aussi l'eau est l'élément qui fait vivre la terre et qui peut elle-même mourir et devenir une source de mort si la pollution l'emporte. La question à travers le monde, et tout particulièrement dans les contrées arides, suscite bien des inquiétudes, des questionnements voire même des convoitises. Elle est souvent au carrefour des crises ouvertes ou latentes au Moyen Orient et en Afrique.

De plus en plus rare au regard de l'ampleur des phénomènes de désertification, de sécheresse, d'érosion, de déforestation et de réchauffement de la planète sous l'effet de la pollution.

L'eau et l'environnement apparaissent comme deux grands problèmes étroitement liés à l'évolution de l'humanité. A première vue, l'eau est partout, mais sa disponibilité semble limitée (3/4 de la surface de la planète); sous forme d'océans, fleuves, rivières et lacs, de neige et de glaciers. On la trouve également dans l'atmosphère et dans les nappes souterraines. [2].

L'objectif principal de notre travail est de réaliser des analyses physiques, chimiques et bactériologiques au niveau du laboratoire de l'unité de l'eau algérienne (ADE) et leur comparaison vis à vis des normes réglementaires algériennes et celles de l'OMS, pour déterminer la qualité physique-chimique et bactériologique de l'eau naturelle de la région de Biskra. Notre étude est subdivisée en quatre chapitres :

Le premier chapitre : Chimie des eaux naturelles.

Le deuxième chapitre : Les paramètres de qualité d'une eau de naturelle.

Le troisième chapitre : Matériel et méthodes .

Le quatrième chapitre : les Résultats et discussion.

Enfin, nous terminons par une conclusion générale.



CHAPITRE I : Chimie des Eaux Naturelles

I.1.Introduction

L'eau appelée aussi Oxyde de dihydrogène, elle est partout présente dans la nature . C'est un composé liquide incolore, inodore, sans saveur, mais avec des propriétés complexes à cause de sa polarisation et sa composition de différents sels minéraux, de pH neutre et c'est un excellent solvant entrant dans la composition de la majorité des organismes vivants .

L'eau est un corps pur dont la molécule est composée de deux atomes d'hydrogène (H) reliés à un atome d'oxygène (O). Sa formule chimique est H_2O . Voici deux représentations de la molécule d'eau .

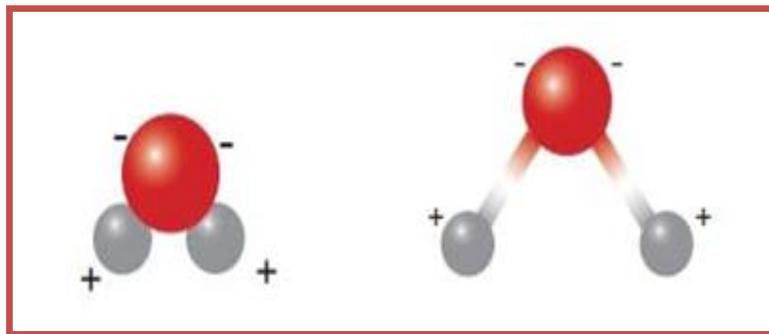


Figure I.1 : Molécule d'eau.

Généralement on ne peut survivre pendant plus de 2 jours sans eau ; on peut perdre 40% de son poids corporel, tout le glycogène, toute la graisse, la moitié de ses protéines et survivre encore. Mais la perte de 10% d'eau corporelle entraîne de graves conséquences surtout chez les nourrissons et les enfants. La perte de 20% entraîne la mort. [3].

I.2.Définition

L'eau liquide (H_2O) est souvent perçue comme une substance assez ordinaire car elle est transparente, inodore, insipide et se présente sur terre en grande quantité. Cependant, c'est un composé chimique remarquable. Bien que nous la buvions et que nous l'utilisons pour laver, pêcher ou cuisiner, nous oublions presque toujours la relation spéciale qu'elle a avec nos vies..

L'eau comme ressource naturelle est indispensable à la vie, qu'elle soit d'origine souterraine ou superficielle, les eaux utilisées pour l'alimentation humaine sont

rarement consommables telles quelles. Il est nécessaire de leur appliquer un traitement, ne serait-ce qu'une désinfection dans le cas des eaux souterraines. L'eau que nous utilisons couramment est celle des lacs et des rivières, elle constitue seulement 1% de l'eau disponible sur terre. L'eau naturelle filtrée est en général une solution ou on peut trouver :

- Des sels minéraux .
- Des gaz en solution (O_2 / N_2 , CO_2 ...).
- Des substances organiques.



Figure I.2 : Schéma de la molécule d'eau

I.3.Cycle de l'eau dans la nature

L'eau qui rentre en contact avec l'atmosphère est réchauffée par le soleil et s'élève sous forme de vapeur. Parallèlement, la transpiration des végétaux fournit une certaine quantité d'eau qui se disperse dans l'air. Cette vapeur s'accumule sous forme de nuages qui se refroidissent et permettent à la vapeur de se condenser en fines gouttelettes d'eau ou de neige. L'eau qui revient ainsi à la terre est recueillie par les océans, les lacs et les cours d'eau et peut également être absorbée par le sol (Figure I.3)

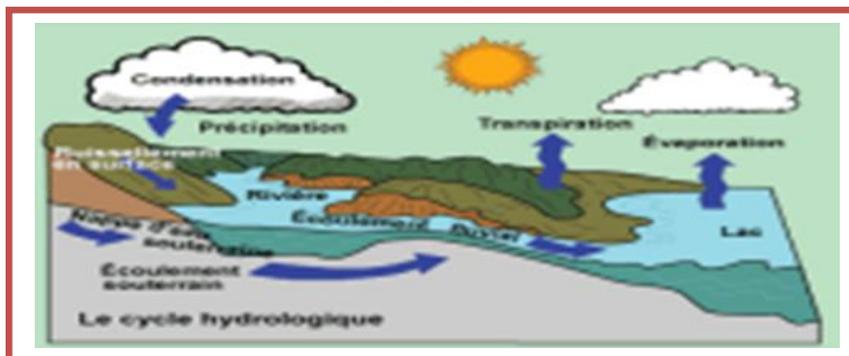


Figure I.3 : Cycle de l'eau

L'évaporation est le passage de l'eau de l'état liquide vers l'état gazeux. Sous l'effet de la chaleur de soleil, l'eau des océans et l'eau des surface (fleuves, lacs, rivières ...) s'évaporent et passe à la phase gazeuse pour se mêler au gaz de l'atmosphère. On estime à 1000Km³ l'eau des océans qui, chaque jour, s'évapore. [4]

I.4. Rôle de l'eau

Pour la régulation du climat, le développement et le maintien de la vie sur terre écosystèmes, population, agriculture, industrie et Pour la production d'énergie, l'eau est un élément vital. L'eau est l'ingrédient de base de notre corps. eau moyenne 65% dans un organisme adulte, équivalent à environ 45 litres d'eau Pour une personne de 70 kg, la teneur en eau des différents organes dépend de leur composition, allant de 95% dans le sang à seulement 10% dans le tissu adipeux.

Dans la nature, l'eau est l'élément qui façonne le paysage. Elle a cassé des rochers, Érosez le sol, creusez des vallées et aidez à rendre la terre fertile. excellent solvant ,L'eau dissout un grand nombre de composés solides, on l'appelle donc Solvant universel. C'est pourquoi il est utilisé dans le lavage par de multiples industries , Rincer, tremper, dissoudre. L'eau est aussi une source d'énergie mécanique. Depuis Les centra- les hydroélectriques produisent de l'électricité renouvelable Convertir l'hydroélectricité en électricité. eau dans le ruisseau La turbine est reliée à un générateur pour produire de l'électricité.

I.5. Transformation des Eaux Naturel

Les feuilles des plantes dégagent aussi de la vapeur d'eau par le phénomène de la transpiration. Une plante en croissance transpire ainsi chaque jour de 5 à 10 fois la quantité d'eau qu'elle peut contenir.

I.5.1. La condensation

La vapeur d'eau, en se refroidissant au contact des couches d'air rendu plus froide par les vents, se transforme en très fines gouttelettes : c'est la condensation. Elle est à l'origine de la formation des nuages.

I.5.2. Les précipitations

Les précipitations surviennent lorsque l'eau présente dans les nuages retourne au sol. En effet, lorsque les gouttelettes d'eau contenues dans les nuages deviennent trop lourdes, elles retombent sur terre sous forme de précipitation. Selon la température, ces précipitations tombent sous forme liquide (pluies, bruine) ou sous forme solide (neige, grêle). La neige peut s'accumuler et former des calottes polaires et des glaciers. [5]

I.5.3. Le ruissellement

Le ruissellement désigne l'écoulement des précipitations sur le sol, sans qu'il ne se produise d'infiltration. L'eau peut ruisseler en surface, une partie de cette eau se stockant dans des réservoirs d'eau douce (lacs, etc...), l'autre partie retournant directement à la mer.

La neige fondue apporte également de l'eau douce dans les lacs et les rivières. [5]

I.5.4.L'infiltration

L'infiltration se produit lorsque l'eau pénètre dans le sol. Une partie des précipitations et de l'eau provenant de la fonte des neiges peut s'infiltrer dans les fissures, les joints et les pores du sol et de la roche pour arriver dans les nappes souterraines, appelé aussi nappe phréatiques.

L'eau contenue dans ce réservoir trouve parfois un chemin naturel vers l'extérieur par des fissures dans le sol : se sont les sources. Les nappes phréatiques alimentent traditionnellement les puits et les sources en eau potable. Le cycle de l'eau est ainsi comme une boucle qui tourne en continu et que l'homme a intercepté pour ses usages domestiques, sanitaires et économiques. [5]

I.6.Qualité de l'eau

Nous avons tendance à juger de la qualité de l'eau en fonction d'une utilisation particulière de celle-ci. Une eau qui est bonne pour une chose ne l'est pas nécessairement pour une autre. Ainsi, on pourrait considérer l'eau d'une rivière comme suffisamment propre pour la baignade mais impropre à la consommation.

C'est pourquoi le ministère de l'Environnement a défini des critères de qualité de l'eau de surface adaptés aux principaux usages de l'eau. Ces critères visent la protection de la santé humaine (que ce soit au niveau de la consommation d'eau ou d'organismes aquatiques ou encore des activités récréatives impliquant un contact avec l'eau), la protection du plan d'eau contre l'eutrophisation, la protection de la vie aquatique et la protection de la faune piscivore [6]

I.7. Sources naturelles de l'eau

L'eau existe dans la nature sous plusieurs formes et sa répartition sur le globe est inégale, cela est dû au climat et la structure du sol .[7]

I.7.1. Les eaux de pluie

L'eau de pluie peut être considérée comme l'eau naturelle la plus pure, tout au moins loin des centres urbains et des sources de pollution atmosphérique. [7]

I.7.2. Les eaux souterraines

Les eaux souterraines constituent 20% des réserves d'eaux sur terre soit environ 1000 millions de m³, leur origine est due à l'accumulation des eaux d'infiltration. Elles varient en fonction de la porosité et de la structure géologique du sol. Elles sont généralement d'excellente qualité physico-chimique et bactériologique .

Leur composition est assez constante au sein d'une même nappe. Les eaux des nappes profondes sont moins vulnérables aux pollutions que les eaux des nappes peu profondes. Dans la plupart des cas, l'eau souterraine ne contient pas d'oxygène dissous. Des substances indésirables peuvent également s'y trouver naturellement, comme le gaz carbonique, le fer, le manganèse. Parfois, certaines pollutions dues aux excès de nitrates ou des résidus de pesticides peuvent exister. [8]



Figure I.4 : Les eaux souterraines. [9]

I.7.3. Les eaux de surface

Les eaux de surface sont des eaux qui circulent ou qui sont stockées à la surface des continents. Elles sont constituées par les eaux des ruisseaux, mers, rivières, fleuves, étangs, lacs, barrages-réservoirs et glaciers. On ne doit pas oublier qu'elles se trouvent en contact étroit avec le sol d'un côté et avec l'atmosphère de l'autre côté (figure I.5).

[10]



Figure I.5 : Les eaux de surface. [10]

I.7.4. Eaux de mer et océans

Les mers et les océans constituent des énormes réservoirs d'eau. Elles représentent près de 97.4% du volume d'eau existant actuellement sur notre planète. Le reste est la part des eaux continentales (eaux souterraine et superficielles). Les eaux de mers sont caractérisées par une grande salinité. Elles sont dénommées aussi « eaux saumâtres », ce qui rend leur utilisation difficile. Notamment leur coût très élevé pour leur traitement .

[11]

I.8. Propriétés de l'eau

L'eau est complexe, anormale, mystérieuse, inexpliquée, exotique, exceptionnelle, Particulière, et c'est aussi un élément rebelle, souple, labile, et versatile au regard des autres liquides ; elle se contracte quand on la chauffe, devient moins visqueuse quand on la comprime et sa densité diminue en passant de l'état liquide à l'état solide . Dont les molécules sont formées de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène (H_2O). [12]

Sur la terre, l'eau existe dans les trois états phases : liquide (eau proprement dite), solide (glace) et gazeux (vapeur d'eau). Ces trois phases coexistent dans la nature, toujours observables deux à deux, et plus ou moins en équilibre : eau-glace, eau-vapeur, glace- vapeur selon les conditions de température et de pression . [13]

I.8.1. Propriétés chimiques

L'eau correspond à la formule de LEWIS:

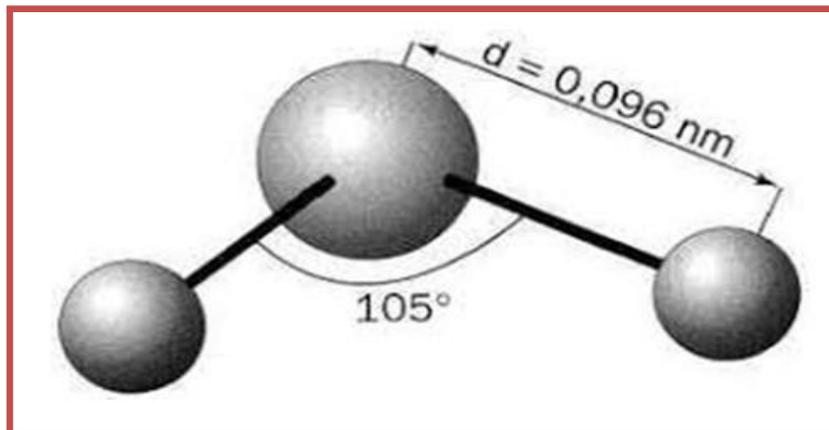


Figure I.6 : la formule de LEWIS

La molécule est triangulaire, sa géométrie est indiquée ci-contre. La distance entre l'atome d'oxygène et les atomes d'hydrogènes est $d = 0,096 \text{ nm}$, l'angle entre les atomes d'hydrogènes est $B=105^\circ$. [13]

L'eau est un liquide, constitué des éléments oxygène et hydrogène. L'eau est une molécule bipolaire elle possède deux pôles et grâce à ce caractère bipolaire et à sa constante électrique, l'eau présente une forte aptitude à solubiliser un grand nombre de substance. Qu'elles soient ionisable ou qu'il s'agisse de molécule non électrolytes,

mais à caractère plus ou moins polaire, susceptible de s'associer aux molécules d'eau par attraction électrostatiques et ponts hydrogène, donc l'eau est facilement polluée. Et grâce à son excellente conductivité l'eau occupe une grande place dans l'industrie. [5]

I.8.2. Propriétés physiques

L'eau semble, à première vue, être une molécule très simple, se composant de justes deux atomes d'hydrogène liés à un atome d'oxygène. En effet, il y a très peu des molécules qui sont plus petites ou plus légères qu'elle. La taille de la molécule d'eau,

cependant, montre la complexité de ses actions ainsi que ses capacités uniques et ses propriétés anormales semblent s'adapter idéalement pour créer les conditions de la vie. La glace est de l'eau à l'état solide, cristallisée, gelée. [13]

Les propriétés physiques plus particulièrement intéressantes pour le traitement de l'eau sont :

- a. **Masse volumique** : la masse volumique ρ de l'eau varie avec la température et la pression, mais aussi avec la teneur en sels dissous. L'eau a une masse volumique. avec $\rho=0.999973 \text{ g/cm}^3 \approx \text{de } 1\text{g/cm}^3$.
- b. **La viscosité** : elle diminue lorsque la température croit ; par contre, elle augmente avec la teneur en sels dissous. Contrairement aux autres liquides, une pression modérée, rend l'eau moins visqueuse aux basses températures . [6]
- c. **La tension superficielle** : elle est définie comme une force de traction qui s'exerce à la surface du liquide en tendant toujours à réduire le plus possible l'étendue de cette surface. Elle est extrêmement élevée ; égale à $72.7 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$ à 20°C . [7]
- d. **Température d'ébullition** : la température d'ébullition dépend de la pression l'eau peut être conservée à l'état liquide à des températures supérieure à 100°C à condition d'opérer sous vide partiel . [6]

- e. **La conductivité électrique:** l'eau est légèrement conductrice. Cette conductivité très faible, mais jamais nulle est expliquée par une légère dissolution de la molécule d'eau selon l'équation chimique :



Elle est exprimée en $\mu\text{s}/\text{cm}$.

I.8.3. Propriétés biologique

L'eau, l'oxygène et le dioxyde de carbone contribuent à créer des conditions favorables au développement des être vivants [8]. Il existe un cycle biologique, cycle au cours duquel s'effectue une série d'échanges ; l'eau entre pour une grande part dans la constitution des êtres vivants. La présence de certains microorganismes dans les eaux polluées en ont fait un vecteur de transmission de maladies graves qu'il fallu identifier et combattre. [7]

I.9.Pollution des eaux

I.9.1. Origine de la pollution

I.9.1.1. Pollution Domestique

Elle est généralement liée aux rejets d'eaux usées, qui peuvent être de deux types :

➤ Les eaux usées issues de l'utilisation d'eau au quotidien (toilettes, cuisine, douche...) contiennent des déchets organiques ou de la matière fécale. Les habitations mal ou non raccordées au réseau d'assainissement collectif, peuvent ainsi engendrer une pollution bactériologique de l'eau.

➤ Les produits ménagers que nous utilisons sont chargés de polluants chimiques nocifs pour l'environnement. Mélangés à l'eau, ils terminent dans nos canalisations ou dans la nature et engendrent une pollution chimique. Difficilement traités par les réseaux d'assainissement, les résidus de ces produits viennent enrichir les cours d'eau en substances chimiques. [14]

I.9.1.2. Pollution Industrielle

L'industrie génère des pollutions différentes selon le secteur d'activité. Les usines de papier, par exemple, utilisent de grands volumes de produits chimiques dans leurs processus de fabrication. Malgré les réglementations imposant le traitement de leurs eaux usées, certaines substances restent difficiles à éliminer et se retrouvent dans l'environnement. [14]

Les activités agroalimentaires (conserveries, coopératives...) traitent de gros volumes de matière organique, qui vient enrichir le milieu en nutriments et contribue au phénomène d'eutrophisation. [14]

I.9.1.3. Pollution Agricole

Les pesticides et les engrais engendrent une pollution chimique. L'utilisation massive d'engrais d'origine naturelle, tel que le fumier, peut constituer une source de pollution bactériologique. Ces substances, par le biais du cycle de l'eau, s'infiltrent ou ruissellent polluant les milieux aquatiques.

I.9.1.4. Pollution Liée aux Transports Maritimes

Le transport maritime peut être à l'origine de pollutions chimiques. Elles sont souvent causées par des rejets d'hydrocarbures, volontaires ou non, directement dans l'océan. Les marées noires en sont l'exemple le plus frappant. [14]

I.9.1.5. Pollution d'origine naturelle

Certaines substances naturellement présentes dans l'environnement entraînent parfois des problèmes de contamination de l'eau potable. Des composés inorganiques comme le baryum, l'arsenic, les fluorures, le sodium, les chlorures, le mercure, le cadmium et les cyanures peuvent contaminer l'eau potable. L'eau souterraine est particulièrement vulnérable lorsqu'il y a présence de métaux dans les formations géologiques environnantes. [11]

I.10. Différents Types de Pollution de l'eau

Il existe quatre types de pollution de l'eau :

I.10.1. Pollution Physique

les principaux agents de pollution physique sont : La chaleur, les matières en suspension (MES), la radioactivité...etc.

a. L'élévation de la température de l'eau de surface diminue la solubilité des gaz dans l'eau, en particulier l'oxygène. Il en résulte une diminution du pouvoir auto-épurateur des eaux de surface, donc une augmentation de la matière organique.

b. Les particules en suspension de nature organique ou minérale sont introduites dans l'eau de surface par les eaux de ruissellement, elles proviennent essentiellement d'effluents industriels et urbains.

c. La radioactivité est potentiellement la plus dangereuse des polluants physiques, elle met en jeu les rayonnements α , β et δ , de puissance diverses. Certaines roches et minerais contiennent des éléments instables et radioactifs, comme l'uranium, le radium et le thorium. Leurs accumulations dans l'organisme provoquent des toxicités . [15]

I.10.2. Pollution Chimique

Elle concerne les nitrates et les phosphates contenus dans les pesticides, les médicaments humains et vétérinaires, les produits ménagers, la peinture, les métaux lourds (mercure, cadmium, plomb, arsenic...), les acides, ainsi que les hydrocarbures utilisés dans l'industrie.

I.10.3. Pollution Microbienne

C'est une pollution d'origine humaine et animale; elle est engendrée par les rejets urbains. La pollution microbienne devient très dangereuse lorsque les eaux usées sont rejetées dans un milieu pouvant être utilisé comme moyen de loisir (eau de mer ; lac ; rivière etc.) . [16]

La présence de microorganismes pathogènes (E – coli ; Streptocoques fécaux ; salmonelle ; vibrions) peut être à l'origine des maladies infectieuses (fièvre typhoïde ; choléra). [16]



CHAPITRE II : Paramètres de la Qualité des Eaux Naturelle

II.1. Paramètres des Qualité d'une Eau Naturelle

Pour apprécier la qualité des eaux de surface, la mesure de paramètres physico chimiques ainsi que la présence ou l'absence d'organismes et de microorganismes aquatiques est une nécessité. [17]

II.1.1. Paramètres physico-chimiques

L'appréciation de la qualité des eaux potable se base sur la mesure de paramètres physicochimiques l'ensemble de ces éléments permet d'évaluer le degré de pollution des cours d'eau et la potabilité.

- **Qualité physique** : englobe l'étude de la matière en suspension, la turbidité, la transparence, la température, la conductivité et la salinité .
- **Qualité chimique** : englobe l'étude du pH, des sels minéraux, de la matière organique , de l'oxygène dissous, des nutriments (nitrites, nitrates, ammonium, phosphate, silice), des pesticides, etc... [17]

II.1.1.1. Température (T °C)

La température de l'eau joue un rôle important en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10 °C.

L'activité métabolique des organismes aquatiques est également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît. La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduelles chaudes.

La source principale de nuisance thermique pour les eaux de surface est constituée par les centrales thermiques (70 à 80 %), le reste étant lié à la métallurgie, aux industries chimiques et alimentaires.....etc. [18]

II.1.1.2. Conductivité

La conductivité électrique est l'image de la minéralisation globale d'une solution aqueuse. Elle dépend de la quantité de sels en solution ; en effet, en se dissolvant, les sels se dissocient en paires d'ions (anions et cations) qui autorisent le passage du courant électrique. Plus la solution est minéralisée, plus il y a d'ions en solution et plus la conductivité électrique sera élevée. [19]

Pour les usages industriels, l'interprétation des résultats doit se faire en fonction d'une analyse complète de l'eau retenons, pour le contrôle des rejets industriels, que la conductivité ne reflète qu'une minéralisation globale et que l'identification des éléments chimiques en cause est assez difficile .

Tableau II.1 : Relation entre la minéralisation et la conductivité électrique .[19]

Conductivité électrique	Taux de minéralisation
CE < 100 $\mu\text{s/cm}$	minéralisation très faible
100 < C.E < 200 $\mu\text{s/cm}$	minéralisation faible
200 < C.E < 333 $\mu\text{s/cm}$	minéralisation moyenne
333 < C.E < 666 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation moyenne accentuée
666 < C.E < 1000 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation importante
C.E > 1000 $\mu\text{s/cm}$	Minéralisation élevée

II.1.1. 3.Turbidité

La turbidité d'eau est l'inverse de la transparence. Elle est due à la présence de matière en suspension. Le MES ne doit pas passer 1mg/l dans l'eau potable. La turbidité est mesurée par la diffusion d'un faisceau lumineux traversant l'eau. [20]

Turbidité : réduction de la transparence d'un liquide par la présence de matières non dissoutes en suspension. [21]

II.1.1.4.pH

Le pH de l'eau mesure la concentration des protons H^+ contenus dans l'eau. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates . [22]

II.1.1.5.Salinité

La salinité est un facteur écologique propre aux biotopes aquatiques (mais aussi aux sols) qui caractérise leur teneur en sel (NaCl) et autres sels dissous dans les eaux. Par ailleurs, toute modification intempestive de la salinité due à l'action de l'homme peut présenter un impact redoutable sur les biotopes aquatiques concernés. [23]

II.1.1.6.Taux de solides dissous TDS

Il représente la concentration totale de substances dissoutes dans l'eau. Le TDS se compose de sels inorganiques et de certains composés organiques. Les sels inorganiques courants dans l'eau comprennent des cations tels que le calcium, le magnésium, le potassium et le sodium et des anions tels que le carbonate, le nitrate, le chlorure et le

sulfate. L'eau minérale contient beaucoup de solides dissous car ils se forment à travers des roches riches en sel.

Les solides dissous totaux affectent la conductivité et il existe une relation entre la teneur en sel dissous de l'eau et sa conductivité. Elle l'a donc mesuré avec un conductimètre, exprimé en mg/l. [24]

II.1.1.7. Titres alcalimétriques TA, TAC, TAOH

L'eau contient des hydroxydes et des carbonates. Le titre alcalimétrique hydroxyde (TAOH) mesure les hydroxydes. Le titre alcalimétrique (TA), mesure les hydroxydes et la moitié des carbonates. Le titre alcalimétrique complet (TAC) mesure la totalité des hydroxydes et des carbonates. [25]

$$\text{TA : Titre Alcalimétrique} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] \quad \text{Equation II.1}$$

✓ correspond à la concentration de l'eau en ions OH⁻ (alcalinité libre) et 1/2 de la concentration en ions carbonates.

✓ se mesure par la quantité d'acide à verser dans l'eau pour ramener son pH à 8,2 (virage de phénolphtaléine du rouge à l'incolore).

✓ si pH d'une eau < 8,2, alors TA = 0. [25]

$$\text{TAC: Titre alcalimétrique complet} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-] \quad \text{Equation II.2}$$

✓ correspond à la concentration de l'eau en ions OH⁻, en ions carbonates CO₃²⁻ et bicarbonates HCO₃

✓ se mesure par la quantité d'acide à verser dans l'eau pour ramener son pH à 4,3 (virage du méthylorange du jaune au rouge orangé).

✓ toujours TA < TAC. [25]

II.1.1.8. La dureté TH

Dureté totale est calculée comme la somme des concentrations des ions calcium et magnésium dans l'eau, exprimés en carbonate de calcium. La dureté d'une eau peut être temporaire ou permanente. [26]

La dureté temporaire, appelée aussi la dureté carbonate est causée par la présence de calcium et de bicarbonates de magnésium. Ce type de dureté résiste à l'action des savons et provoque des incrustations. Elle est appelée temporaire car les bicarbonates, par l'action de la chaleur, se décomposent en gaz carbonique, eau et carbonates insolubles qui se précipitent. [26]

II.1.2. Paramètres chimiques

II.1.2.1. La demande biochimique en oxygène (DBO)

C'est la quantité d'oxygène consommée à 20 °C et à l'obscurité pendant un temps donné pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques présentes dans l'eau. On utilise conventionnellement la DBO₅, c'est-à-dire la quantité d'oxygène consommé après 5 jours d'incubation. La DBO₅ n'est représentative normalement que de la pollution organique carbonée biodégradable. [27]

Un autre paramètre important est la demande biochimique en oxygène (DBO), qui représente la quantité d'oxygène requise par les microorganismes de l'environnement pour détruire ou dégrader la matière organique dans l'eau. C'est un paramètre qui mesure l'oxydation biologique de la matière organique impliquée dans les réactions enzymatiques.

II.1.2.2. La Demande Chimique en Oxygène : DCO

La demande chimique en oxygène (DCO) est la quantité d'oxygène consommée par l'organisme Substances présentes dans l'eau et oxydables dans des conditions de fonctionnement spécifiées. Exister Faire correspondre les mesures aux estimations des espèces oxydables présentes dans l'eau quelle que soit son origine organique ou minérale. La DCO est fonction des propriétés des matériaux présents, de leur Les proportions respectives, la possibilité d'oxydation. [28]

La DCO correspond à la teneur de l'ensemble des matières organiques que celles-ci aient un caractère biodégradable ou non. Elle s'exprime par la quantité d'O₂ fournie par le bichromate de potassium et nécessaire à l'oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides...) présentes dans les eaux résiduaires. Donc en un mot, c'est la demande chimique en oxygène mesurée en g/litre qui exprime la quantité totale d'oxygène nécessaire pour oxyder en présence de permanganate, les substances contenues dans l'eau notamment les éléments chimiques.

On a toujours un DCO >DBO car les bactéries ne permettent pas d'oxyder les éléments organiques et chimiques les plus stables. 38 Cependant, d'une façon générale, les composés azotés ainsi que certains noyaux aromatiques et certaines chaînes aliphatiques peuvent échapper à l'oxydation. [28]

II.1.2.3. Fer

L'eau de surface peut contenir jusqu'à 0,5 mg/l de fer croisement d'origine ou contamination industrielle.

Ce métal à l'état ferreux est Très soluble dans l'eau. Le fer dans l'eau n'a certainement aucun inconvénient du point de vue de l'eau d'un point de vue physiologique, mais à un niveau très élevé, cela affecte la qualité propriétés organoleptiques de l'eau (goût, couleur et saveur désagréables) . [28]

II.1.2.4.Le sulfate(SO_4^{2-})

Les sulfates (SO_4) peuvent être trouvés dans presque toutes les eaux naturelles. L'origine de la plupart des composés sulfates est l'oxydation des minerais de sulfites, la présence de schistes, ou de déchets industriels. Le sulfate est un des éléments majeurs des composés dissouts dans l'eau de Pluit La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable.

Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg / L) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé . [29]

II.1.2.5. Titre Alcalimétrique Complet (TAC) (°F)

Cette grandeur qui mesure le taux d'hydroxydes, de carbonates et de bicarbonates d'une eau permet d'évaluer l'agressivité d'une eau.[30]

II.1.2.6.Calcium

Pour déterminer la durezza calcique on utilise l'EDTA comme complexant, auparavant on précipite le magnésium sous forme de $\text{Mg}(\text{OH})_2$ vers un pH = 12, par addition de la soude, indicateur utilisé est sensible aux seuls ions de calcium. [29]

II.1.2.7. Ions Phosphates : (PO_4^{-3})

Les phosphates sont généralement responsables de l'accélération du phénomène eutrophisation dans les lacs ou les rivières. S'ils dépassent les normes, ceux-ci sont considérés comme indice de contamination fécale entraînant une prolifération des germes, goût et coloration. [29]

II.1.2.8. Potassium (K^+)

Le potassium (K^+) Élément naturel indispensable à la croissance du vivant. Cependant sa présence en excès dans une eau (> 2 ou 3mg/l) est un indice de pollution par des effluents agricoles (lisier, ..) ou d'industries agro-alimentaires, qui en contiennent beaucoup. A moindre proportion, son origine peut être également l'utilisation d'engrais (et de lisier) dans le bassin versant amont. L'excès de K a peu d'impact sur la vie aquatique. [31]

II.1.2.9. Nitrates (NO_3^-)

Les nitrates se trouvant naturellement dans les eaux, proviennent en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol constituant le bassin versant.

Les eaux naturelles non polluées contiennent généralement peu de nitrates. Les nitrates présents dans l'eau peuvent provenir de sources indirectes ou directes.

Lors du rejet d'azote organique (protéines, acides amines, urée...), les molécules sont tout d'abord transformées en ammonium (NH_4^+) qui est ensuite oxydé en nitrites puis en nitrates sous l'action de bactéries nitrifiantes. Ces processus d'oxydation, également appelés «nitrification», sont très sensibles à la présence de matières toxiques (métaux, pesticides) et aux températures basses. [32]

II.1.2.10. Nitrites (NO_2^-)

Les nitrites constituent une étape importante dans la métabolisation des composés azotés ; ils s'insèrent dans le cycle de l'azote entre l'ammoniac et les nitrates. Leur présence est due, soit à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac, soit à la réduction des nitrates. Ils ne représentent qu'un stade intermédiaire et sont facilement oxydés en nitrates (par voie chimique et bactérienne).

Des concentrations élevées en nitrites, témoignent souvent de la présence de matières toxiques. Les nitrites sont surtout nuisibles pour les jeunes poissons. On considère que la situation est très critique à partir d'une concentration de plus de 3mg

NO₂-/l. En absence d'oxygène, des bactéries anaérobies transforment les nitrates et produisent de l'ammoniac (NH₃) ou de l'ammonium (NH₄⁺).[32]

II.1.2.11. L'azote ammoniacal : (NH₄⁺)

L'azote ammoniacal se présente sous la forme toxique NH₄⁺. Sa présence dans les eaux traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique NH₄⁺, l'azote ammoniacal se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation. Nitrosomonas Nitrobacters Azote organique Azote ammoniacal Nitrites Nitrates O₂ dissous O₂, Oxydation de l'azote ammoniacal 34 L'azote ammoniacal des eaux superficielles peut avoir pour origine :

- ✓ la matière végétale des cours d'eau ;
- ✓ la matière organique animale ou humaine ;
- ✓ les rejets industriels ;
- ✓ les engrais.

Sa présence est rapprochée des autres éléments azotés identifiés dans l'eau : nitrates et des résultats des examens bactériologiques. L'oxydation biologique de l'ammoniaque peut développer des zones aérobies dans certaines parties des réseaux de distribution, provoquant la corrosion des conduites. [33]

II.1.2.12.L'ammoniaque

L'ammoniaque constitue un des maillons du cycle complexe de l'azote. Dans son état primitif l'ammoniaque est un gaz soluble dans l'eau, mais suivant les conditions de pH il se transforme, soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée. [33]

II.1.2.13Chlorures Cl⁻

La teneur en chlorure d'eaux très différentes est principalement liée à la nature du terrain traversé. Le plus gros inconvénient des chlorures est leur goût désagréable fournit 250 mg/l d'eau, en particulier de chlorure de sodium . [34]

II.1.3. Paramètres biologiques et bactériologiques

II.1.3.1. Paramètres bactériologiques

L'analyse bactériologique des eaux consiste en la recherche d'un certain nombre de germes tests, car il est très difficile d'identifier tous les germes dangereux. L'eau doit présenter une potabilité du point de vue bactériologique, celle-ci étant destinée à la consommation humaine. [34]

L'analyse bactériologique de l'eau a pour but de mettre en évidence la présence des bactéries qui modifient l'aptitude d'une eau à une utilisation donnée, ces organismes possèdent plusieurs caractéristiques telles que :

- ✓ la provenance exclusive des matières fécales des animaux à sang chaud.
- ✓ la résistance aux antiseptiques voisins de ceux des bactéries pathogènes.
- ✓ leur non prolifération anarchique dans la nature.
- ✓ la production des réactions simples et spécifiques au cours de leur étude.
- ✓ leur apparition en très grand nombre dans le milieu par rapport aux germes pathogènes. En général, les germes utilisés sont les coliformes fécaux et les streptocoques fécaux. [35]

Germes totaux

Germes totaux se réalisent à deux températures différentes afin de cibler à la fois les micro-organismes à tendance psychrophiles soit à 20° et ceux franchement mésophiles soit 37°C. [36]

Les coliformes totaux

Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité microbienne de l'eau parce qu'ils peuvent indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Les coliformes fécaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme β -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35°C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé approprié (Archibald, 2000 ; CEAEQ, 2000 ; Edberg et al., 2000 ; Santé Canada, 1991). Les principaux genres inclus dans les groupes : Citrobacter, Escherichia, Klebsiella et Serratia (CEAEQ, 2000). La presque

totalité des espèces sont non pathogènes et ne représente pas de risque direct pour la santé , à l'exception de certaines souches d'E. coli. [36]

✚ **Streptocoques fécaux**

Ces bactéries appartiennent à la famille de Streptococcaceae, au genre Streptococcus. Ils sont définis comme étant des cocci sphériques légèrement ovales, gram positifs. Ils se disposent le plus souvent en diplocoques ou en chaînettes, se développent le mieux à 37°C et ils possèdent le caractère homo-fermentaire avec production de l'acide lactique sans gaz. [35]

La persistance entérocoques dans divers types d'eau peut être supérieure à celle des autres organismes indicateurs notamment cause de leur résistance notoire aux agents désinfectants , ce qui fait d'eux des indicateurs privilégiés pour évaluer l'efficacité du traitement de l'eau. De plus leur résistance à la dessiccation fait des entérocoques des indicateurs pour le contrôle lors des réparations de réseau de distribution nécessitant un assèchement . [36]

✚ **Les Entérocoques intestinaux :**

Ils constituent un sous-groupe des Streptocoques fécaux ; ce sont des bactéries Gram positives, catalases négatives, en forme de cocci, commensaux du tube digestif. Les entérocoques appartiennent au groupe D de Lancefield, les plus fréquemment isolés sont Enterococcusfaecalis et à un moindre degré Enterococcusfaecium.

Ils peuvent être définis comme des microorganismes capables de se développer entre 10 et 45 °C à pH 9,6 et dans 6.5% de NaCl , ou comme des microorganismes capables de se développer en aérobiose et d'hydrolyser le 4- methylumbeliferyl β -D Glucoside en présence d'acétate de thallium, acide nalidixique et 2,3,5- triphenyltetrazoliumchloride (TTC). [37]

✚ **Anaérobies sulfito-réducteurs :**

Elles sont anaérobies, sporulées, sulfito-réductrices,Il appartient à la famille Bacillus et Clostridium.

Les spores de microorganismes anaérobies sulfito-réducteurs sont largement présentes dans réagir dans l'environnement. On les trouve dans les matières fécales humaines et les animaux ainsi que les eaux usées et le sol. [38]

Contrairement aux coliformes, les spores survivre longtemps dans l'eau car ils sont plus résistants aux effets de l'eau facteurs chimiques et physiques que les formes végétales, ils peuvent ainsi fournir signes de contamination à distance ou intermittente . [38]

Coliformes fécaux

Les coliformes fécaux ont les mêmes caractéristiques que les coliformes Somme après incubation entre 44 et 45 °C. *Escherichia coli* est la plus commune Ce groupe comprend également les espèces des genres suivants : *Citrobacter*, *Yersinia*, *Klebsiella* et *Enterobacter* Les coliformes fécaux ne sont présents que dans à sang chaud, ce qui en fait un indicateur intéressant. ils sont L'eau est donc forcément exposée à la contamination fécale . [38]

Escherichia coli

E. Surveillance d'*E. coli* en combinaison avec d'autres indicateurs dans le cadre d'une approche de la source au robinet pour atteindre une qualité d'eau potable acceptable. Étant donné que les sources d'eau potable sont souvent contaminées par des matières fécales humaines ou animales, il est possible de détecter la présence d'*E. coli*. *Escherichia coli*. Sa présence dans les échantillons d'eau est considérée comme un bon indicateur d'une contamination fécale récente. Pouvoir détecter la contamination fécale de l'eau potable est essentiel car les micro-organismes pathogènes provenant des matières fécales humaines ou animales constituent une menace sérieuse pour la santé publique. [38]

Dans le cadre d'une approche de gestion des risques pour les systèmes d'approvisionnement en eau potable, comme une approche de la source au robinet ou un plan de salubrité de l'eau, la surveillance d'*E. coli* sert à vérifier la qualité de l'eau pour démontrer que les barrières naturelles et les procédés de traitement en place assurent le degré de contrôle nécessaire. La détection d'*E. coli* dans l'eau potable indique une

Chapitre II Paramètres de la Qualité des Eaux Naturelle

contamination fécale et, par conséquent, la présence possible d'agents pathogènes fécaux qui peuvent poser un risque pour la santé des consommateurs. Dans une source d'eau souterraine, la présence d'*E. coli* indique que l'eau souterraine est contaminée par des matières fécales, tandis que dans l'eau potable traitée, la présence d'*E. coli* peut indiquer que le traitement est inadéquat ou que l'eau traitée a été contaminée pendant la distribution. [38]

Tableau II.2 : Normes bactériologiques des eaux . [38]

Paramètre	Unités	Concentration selon le journal officielle de la République Algérienne, N°18 de 23 mars 2011
Germes totaux	Nombre / 1ml	20
Coliformes totaux	Nombre / 100 ml	0
Coliformes fécaux	Nombre / 100 ml	0
Clostridium sulfitoRéducteur	Nombre / 20 ml	0
Stréptocoques fécaux	Nombre / 100 ml	0



CHAPITRE III : Matériel et Méthodes

III.1.Introduction :

Les études expérimentales du projet comprenaient des analyses physico-chimiques et microbiologiques des eaux de forages provenant de différents puits (forage Complexe Islamique(Sidi Okba) , Forage Ancien Daira (Tolga) , forage Résidence elwali (Biskra), forage El Hadjeb , labreche (Tolga), El Hadjeb). Comparaison des eaux de puits situés dans plusieurs régions de la Wilaya de Biskra.

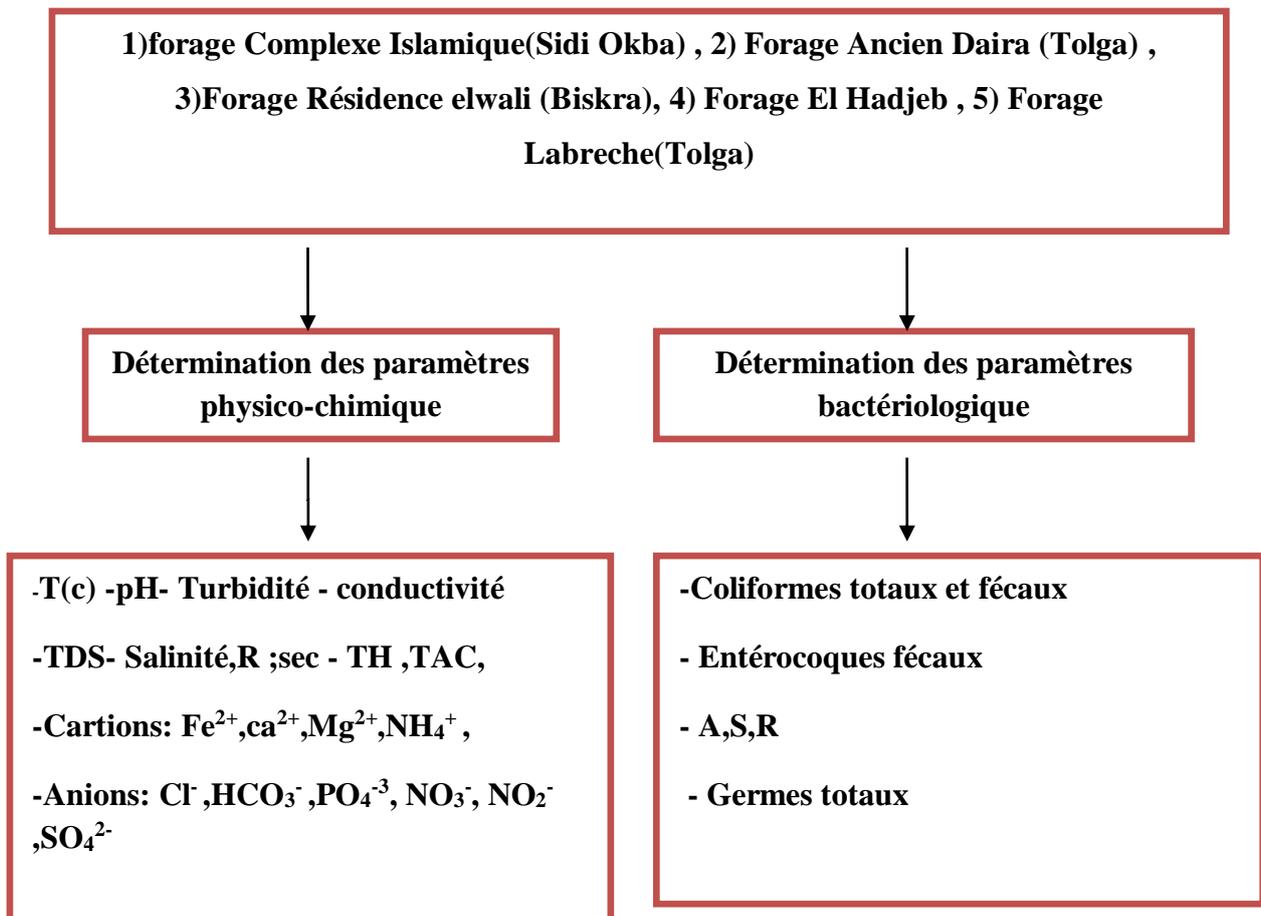


Figure III.1 : Diagramme montrant le protocole expérimental

III.2.Présentation de L'ADE de Biskra

L'ADE est le premier pourvoyeur de l'emploi dans le secteur des ressources en eau. Le capital humain une composante essentielle dans la réussite de l'entreprise.

(ADE) L'algérienne des eaux nommée ADE est une EPIC (Entreprise public a caractère industriel et commercial), elle a été décret exécutif N01-101 Du 21 avril 2001 elle est charge d'assurer sur l'ensemble du territoire national la mise en œuvre de la politique de l'eau potable ainsi que la prise en charge des activistes de gestion des opérations de production , de transport , de traitement , de stockage d'adduction et de distribution d'eau.

Elle est structurée sous forme d'agences régionales qui sont à leurs tours structurées d'unités opérationnelles. L'ensemble de ces structures à sa tête une direction générale, l'unité de Biskra faisant partie de l'agence régionale de la wilaya de Biskra, le rôle de laboratoire est le contrôle de la qualité des eaux destinées à la consommation au niveau de wilaya de Biskra.

III.3. Matériel et méthodes

III.3.1. Présentation des zones d'étude

L'Algérie est considérée parmi les pays riches en eaux des puits, grâce aux nombreuses sources qui existent. La connaissance des caractéristiques hydro- climatologique est nécessaire pour l'étude hydrogéologique, il est indispensable pour évaluer l'alimentation de réservoir souterraine par infiltration, et pour l'établissement d'un bilan hydrique.

III.3.2. Situation Géographique :

la wilaya [Biskra](#) est située dans la partie sud-est du pays ; Sous les pentes du massif des Monts des Aurès, qui représente la frontière naturelle entre celui-ci et le nord. Il occupe une superficie de 509,8021 km² et comprend 33 communes et 12 arrondissements. Il est bordé par :

· La Wilayat de [Batna](#) de le nord.

La Wilayat de M'sila depuis le nord-ouest.

Khenchela du [nord-est](#).

Awlad Djalal du [sud- ouest](#) .

État de la vallée du sud-est.

L'état de El M'ghair du sud. [39]

III.3.3. Présentation de la zone d'étude :

- (a) et (b), Situation géographique de la ville de Biskra; (c) carte de découpage administratif, wilaya de Biskra (Source: Archive de l'auteur) Son altitude est d'une moyenne de 88 m, au-dessus du niveau de la mer. Le climat de Biskra est caractérisé par un été très chaud et sec, la température moyenne est de 43.5 °C, (figure (a)), l'humidité relative moyenne est de 12 %, (figure (b)), et un hiver très froid (température minimale moyenne de 4 °C, humidité relative maximum moyenne de 89 %). Les précipitations sont rares et ne dépassent pas les 31 jours par an. Biskra se place dans la région aride, selon l'indice d'aridité de 'Martonne'. [40]



Figure III. 2 : (a) et (b), Situation géographique de la ville de Biskra; (c) carte de découpage administratif, wilaya de Biskra

III.3.4. Climat :

Par sa situation elle constitue un carrefour important de lien entre les villes du nord particulièrement celles de l'est et les villes du sud. Cette implantation lui a confié un climat désertique rigoureux, sec et aride, dont des hivers froids et secs et des étés chauds et secs ; la température moyenne annuelle est de 21.8 °C, avec un minimum de 3,4°C en janvier et décembre et une température un maximale de 49,5°C en juillet et août. (Direction du transport, 2011) Quand aux Précipitations la station météorologique de Biskra, au cours de la période 1967-2005 a enregistré 136 mm/an de précipitation moyenne dans la région pendant 35 jours ; considérée comme très faible. (Monographie de la wilaya, 2011). [41]

III.4.Méthodologie

L'étude de qualité de l'eau comporte trois étapes :

- ✓ Prélèvement, échantillonnage
- ✓ Analyse
- ✓ Interprétation

III.4.1. Échantillonnage et modes de prélèvements

Le prélèvement d'échantillons d'eau est une opération délicate qui doit être maniée avec une extrême prudence. Il détermine les résultats d'analyse et l'interprétation qui leur sera donnée. Placer l'échantillon dans un flacon en polyéthylène préalablement nettoyé avec de l'acide chlorhydrique dilué (1/10) puis rincer plusieurs fois à l'eau distillée . Par exemple, homogénéisation lors de l'administration.

III.4.2. Méthodes d'analyse

III.4.2.1.Matériels et produit utilisée

a/ les appareils utilisés pour analyse physicochimique et bactérie :

Elle est présentée dans le tableau suivant :

Tableau III.1 : les appareille utilisé pour les analyses.

Les appareils	
01/- pH mètre	15/- Etuve
02/- conductivité mètre	16/- four a moufle
03/- turbidimètre	17/- spectrophotomètre a flamme
04/-appareillages de titrage	18/-Spectre uv visible
06/- balance de précision	19/-Papier filtre sans sandre
07/- bouteilles pour échantillonnages	20/-Capsule
08/- Bain marum	21/-Crusse
09/- bac benzene	22/-Pence
10/-Boite pétrie	23/-Hotte bactériologique

11/-Etuve bactériologique Memmert 400l	24/-Flacon stérilisé 500ml
12/-Etuve bactériologique Memmert UM 300	25/-Pipette pastori
13/-Papier filtre 0,45 μ	26/-Les tubes
14/-Papier filtre 0,2 μ	

b/ Les réactifs utilisés pour l'analyse

Tableaux III.2 : les produits qui utilisent pour l'analyse.

Les produits	
01/-Hydroxyde de sodum NaOH	15/-Gélose SLANAET
02/-Acide de carboxylique HSN	16/-Gélose TTC
03/-Acide ethylenedinitrilo EDTA	17/-Viande foie
04/-Chromate de potassium $K_2Cr_2O_4$	18/-ADAMLABO ROTHE
05/-Nitrate d'argent $AgNO_3$	19/-ADAMLABO BCP LD/Cloche
06/-Acide chlorhydrique HCL	20/-ADAMLABO B EA
07/-Vert de promocrisol	21/-Additif sulfite de sodium
08/-Solution de tampon	22/-Additif alun de fer
09/-Morthanat noir	23/-Oxidase discs
10/-Acide ascorbique $C_6H_8O_6$	24/-Kovacs
11/-Molybdate	25/-Oxidase discs
12/-Acide sulfurique H_2SO_4	26/-Bouillon Schubert
13/-Chlorhydrate d hydroxylam	27/-ADAMLABO TSA
14/-Tampon acétate	28/-Phenontraline

III.4.2.2. Les paramètres qui analysée

III.4.2.2.1. Paramètre physicochimique

La caractérisation de l'eau passe essentiellement par l'analyse des paramètres fondamentaux (pH, température, conductivité, etc...), les ions majeurs et les éléments traces éventuels.

a. La température

Utilisez un thermomètre pour mesurer la température pendant l'échantillonnage.

b. pH

La mesure du pH est effectuée par un pH mètre électronique relié à une électrode en verre. L'électrode est introduite dans l'eau à analyser et la lecture se fait directement sur l'enregistreur électronique quand l'affichage est stabilisé. L'électrode a été d'abord étalonnée dans une solution tampon de pH égale à 7 et à 4 puis introduit dans l'eau à analyser. [42]



Figure III.3: pH mètre de paillasse HACH

c. Mesure de conductivité

La conductivité électrique désigne la capacité de l'eau à conduire un courant électrique et elle est déterminée par la teneur en substances dissoutes, la charge ionique, la capacité d'ionisation, la mobilité et la température de l'eau, qui est exprimé en $\mu\text{s/cm}$.

[43]

➤ Mode opératoire

Prélever l'eau dans un flacon en polyéthylène bien rempli et bien bouché. Effectuer la mesure la plus vite possible.

D'une façon générale, opérer avec de la verrerie rigoureusement propre et rincée, avant usage, avec de l'eau permutée.

➤ Mesure directe

Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau permutée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner ; faire la mesure dans un deuxième récipient en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées.

Agiter le liquide (barreau magnétique) afin que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant.

Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes. Introduire alors le thermomètre aussi près que possible de la cellule. Opérer de préférence à la température de référence de 25 °C. La température du liquide ne devra en aucun cas varier pendant la mesure. L'utilisation du bain thermostaté facilite l'équilibre thermique et améliore les résultats de la mesure. [44]

d. Taux des solides dissouts TDS

Le **TDS** est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques. Les sources d'eau minérales contiennent de l'eau avec un taux élevé de solides dissous parce qu'elles se sont formées à travers des roches riches en sels. Les solides totaux dissous influent sur la conductivité, Il existe une relation entre la teneur de sel dissous d'une eau et sa conductivité. Donc Elle mesuré à partir conductivité mètre et s'exprimé avec **mg/l**

e. Salinité totale

La salinité de même que la TDS est mesuré avec le conductivimètre ,on fait les mesures avec la même méthode que la conductivité dans un seul appareil qui mesure à la fois : conductivité, salinité, TDS. Qui est exprimé en%.



Figure III.4: Mesure de Conductivité, TDS et salinité.

f. Chlorure Cl⁻**➤ Principe:**

Le chlorure est titré au nitrate d'argent en milieu neutre en présence de chromate de potassium, la réaction se termine par l'apparition La teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

➤ Réactif :

Chromate de potassium $K_2Cr_2O_4$

Nitrate d'argent $AgNO_3$

➤ Mode de fonctionnement:

A l'aide d'une éprouvette graduée on introduit 10ml de l'échantillon et 90ml d'eau distillée donc un totale de 100ml dans un erlenmeyer de 250ml ,on prépare aussi un

essai à blanc composé de 100ml d'eau distillée dans un erlenmeyer de 250ml car on a besoin comme référence et pour le calcul de la concentration de Cl^- , on ajoute à l'aide d'une pipette graduée pour chaque un 1ml de la Solution chromate de potassium (K_2CrO_4) on obtient une coloration jaunâtre, on commence à titrer avec la solution de Nitrate d'Argent (AgNO_3) jusqu'au virage brun. [45]

➤ **Expression et résultat :**

$$[\text{Cl}^-] \text{ en mg/l} = \frac{V_{\text{AgNO}_3} \times N_{\text{AgNO}_3} \times M_{\text{Cl}^-}}{\text{PE}} \times 1000$$

$$[\text{Cl}^-] \text{ en mg/l} = V_{\text{AgNO}_3} \times 71 \times F$$

V_{AgNO_3} : Volume d' AgNO_3 nécessaire pour le dosage de l'échantillon.

N_{AgNO_3} : Normalité d' AgNO_3 .

M_{Cl^-} : Masse molaire des chlorures.

F : Facteur de correction du titre d' AgNO_3 .

P_E : la prise d'essai.

Pour calculer le Facteur de correction du titre d' AgNO_3 , il faut:

- ✓ Prendre 5 ml de la solution mère à 71 mg/l.
- ✓ Ajouter 2 gouttes de l'indicateur coloré.
- ✓ Doser par AgNO_3 à 0.01 N jusqu'au virage (couleur brune rougeâtre).

$$F = \frac{1}{V_{\text{AgNO}_3}}$$

III.2.2.2. Paramètre volumétrie

a. Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC)

➤ Principe :

Le but est de déterminer la teneur en bicarbonate dans l'eau. Le dosage est basé sur la neutralisation d'un volume d'eau avec de l'acide minéral (HCl), dilué en présence de vert de promocrisol.

➤ Méthode de travail

Réactifs et matériel Réactifs

a) Acide chlorhydrique (HCl) concentré à 37 %.

b) Solution d'acide chlorhydrique (HCl) à 0.01 N Diluer 0,82 ml de l'acide chlorhydrique concentré à 37 % (a) et compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée.

Matériels :

- ✚ pH-mètre;
- ✚ Electrode ,
- ✚ Burette manuelle ou burette automatique ;
- ✚ Agitateur magnétique, barreaux magnétiques ;
- ✚ Bécher de 250 ml.

III.5.Partie expérimentale

Comme pour toute méthode instrumentale, la méthode d'essai est très étroitement lié aux matériels dont on dispose ; se reporter à la notice de l'appareil. Amener 100 ml d'eau à analyser au pH 4.3 ; Soit V_2 le volume total d'acide employé.

Si le pH est supérieur à 8.3 verser lentement l'acide chlorhydrique pour obtenir cette valeur .Noter le volume V_1 lu au dosimat . Suivre les instructions de l'utilisation du PH mètre. [46]

Dans un Erlenmeyer de 250 ml : on prélève 10ml eau à analyser, on ajoute 3gouttes méthyle orange, on titré ensuite avec l'HCL à 0.01 N jusqu'au virage du jaune au jaune orange. [46]

III.5.1. Mesures et calcul du résultat

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

$$\text{TAC} = (V_2 * N * 1000) * \text{masse molaire des bicarbonates} / V$$

$$\text{Masse molaire des bicarbonates} = 61\text{mg}$$

$$\text{Masse molaire des carbonates} = 60\text{mg}$$

Si l'eau contient des bicarbonates seulement donc :

$$\text{TAC} = (\text{HCO}_3^-) \text{ mg/l} = V_1 * 61.$$

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

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

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.

III.5.2. Enregistrement du résultat

Les résultats sont retranscrits sur la feuille des résultats puis dans une trame informatique. [46]

III.5.2.1. Détermination de la dureté TH

➤ **Mode opératoire :**

A l'aide d'une éprouvette graduée, on introduit 10ml de l'échantillon d'eau à analyser et 40ml d'eau distillée, donc dans un erlenmeyer de 250ml on a un total de

50ml, on utilise une pipette graduée pour ajouter 4ml de solution tampon puis une pincée de Eriochrome noir on obtient un Violet rouge profond, on commence à titrer

avec E.D.T.A jusqu'à le bleu change, la couleur ne devrait plus changer en ajoutant des gouttes supplémentaires d'E.D.T.A. [47]

➤ **Expression des résultats :**

La concentration totale en calcium et magnésium, exprimée en milliéquivalents par litre, est donnée par l'expression :

$$TH = (N_{EDTA} \times V_{EDTA}) \times 1000/V_0.$$

TH : C'est le titre hydrométrique en mg/L.

N_{EDTA} : Normalité d'EDTA.

V_{EDTA} : Volume d'EDTA.

V₀ : Volume de l'échantillon



Figure III.5 : Le résultat du virage de TH.

a. Dosage du l'ion de calcium

➤ **Mode opératoire :**

A l'aide d'une éprouvette graduée on introduit 10 ml de l'échantillon et 40 ml d'eau distillée donc un totale de 50ml dans un erlenmeyer de 250ml, on ajoute à l'aide d'une pipette graduée 2 gout de la solution d'hydroxyde de sodium NaOH (2N), puis une pincer de Murexide on obtient une coloration rose, on commence a titré avec l'E.D.T.A jusqu'au virage violet .

➤ **Expression des résultats**

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

N_{EDTA} : Normalité d' EDTA.

V_{EDTA} : Volume d' V_{EDTA}.

V₀: Volume de l'échantillon



Figure III.6 : Le résultat du virage de Ca²⁺



Figure III.7 : Opération de titrage.

b. Magnésium

Connaissant la dureté totale d'une part et la dureté calcique d'autre part, il est facile par différence de calculer la dureté magnésienne. On applique directement la relation suivant:

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

$$[\text{Mg}^{+2}] = \text{még/L}$$

Pour

$$[\text{Mg}^{+2}] = [\text{TH}] / 50 - [\text{Ca}^{+2}] / 20.04 \text{ méq/L}$$

➤ **Mesures et calcul du résultat**

Les résultats sont exprimés en $\text{Mg } 2^+ \text{ mg/L}$.

III.5.2.2. Paramètres de Spectrophotométrie

➤ **Matériels et Réactifs utilisé :**

Tableau III.3 : Matériels et Réactifs utiliser pour l'analyse des paramètres de spectrophotométrie.

Paramètre	Matériels	Réactifs	Unité
Fer Fe	Spectrophotomètre	<ul style="list-style-type: none"> • Solution Tampon Acétate. • Acide sulfurique (H_2SO_4). • Solution chlorhydrate • d'hydroxylamine. • Solution de phénantroline 	mg/l
Sulfate SO_4^{2-}	Spectrophotomètre	<ul style="list-style-type: none"> • Acide chlorhydrique HCl. • Solution de polyvinyl-pyrrolidone. • Solution de Chlorure de • baryum (BaCl_2). 	mg/l
Nitrate NO_3^-	Spectrophotomètre	<ul style="list-style-type: none"> • Solution Hydroxyde de sodium (NaOH). • Solution Azoture de sodium (NaN_3). 	mg/l

		<ul style="list-style-type: none"> •Acide acétique. •Solution Salicylate de sodium. •Acide sulfurique(H₂SO₄). 	
Phosphate PO₄³⁻	Spectrophotomètre Fiole jaugée. Pipette	<ul style="list-style-type: none"> •Réactif molybdate Acide ascorbique. 	mg/l
Ammonium NH₄	Spectrophotomètre. Fiole jaugée Pipette	<ul style="list-style-type: none"> •Réactif coloré d'NH₄ + Solution deϖ. •Dichloroisocyanurate de sodium. 	mg/l
Nitrites NO₂⁻	Spectrophotomètre. Fiole jaugée Pipette	<ul style="list-style-type: none"> •Réactif coloré d'No₂ 	mg/l

III.5.2.3. Dosage de Nitrate NO₃⁻ : [45]

➤ Réactifs

a) Solution de Salicylate de Sodium à 0.5%

Dissoudre 0.5 g de salicylate de sodium dans de l'eau et compléter à 100 ml avec de l'eau distillée. Conserver dans une bouteille en verre ou en polyéthylène. Préparer cette solution chaque jour au moment de l'emploi.

b) Solution d'hydroxyde de Sodium à 30%.

Dissoudre 30 g d'hydroxyde de sodium dans de l'eau et compléter à 100 ml avec de l'eau distillée.

c) Solution de tartrate double de sodium et de potassium

Dissoudre 400 g d'hydroxyde de sodium dans une fiole de 1000 ml, ajouter 60 g de tartrate double de sodium et potassium, laisser refroidir et compléter avec de l'eau distillée. Conserver dans un flacon en polyéthylène.

d) Acide sulfurique (H₂SO₄) concentré**e) Solution mère de nitrate à 1000 mg/l**

Dissoudre 1.37 g de nitrate de sodium dans de l'eau et compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée.

f) Solution fille étalon de nitrate 10 mg/l

Diluer 10 ml de la solution mère à 1000 mg/l et compléter à 1000 ml avec de l'eau distillée.

➤ Matériel

- Balance analytique de laboratoire précision 0.1 µg .
- Capsules de 100 ml .
- Pipettes 10ml, 5ml, 2ml, 1ml .
- Poires à pipeter .
- Etuve pour séchage .
- Spectrophotomètre .

➤ Mode opératoire :

- Prélever 10 ml de l'eau à analyser.
- Ajouter 2 à 3 gouttes de NaOH à 30 %.
- Ajouter 1 ml de salicylate de sodium.
- Evaporer à sec au bain marie ou à l'étuve 75 - 88° C.
- (Ne pas surcharger ni surchauffer très longtemps) laisser refroidir.
- Reprendre le résidu avec 2 ml. H₂SO₄ laisser reposer 10 mn.
- Ajouter 15 ml d'eau distillée.
- Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et pour donner un coloure jaune , identique au test à blanc, et enfin on fait des lectures avec un spectrophotomètre à partir du blanc de test.

➤ **Mesures et calcul du résultat**

Les résultats sont exprimés en NO_3^- mg/L.

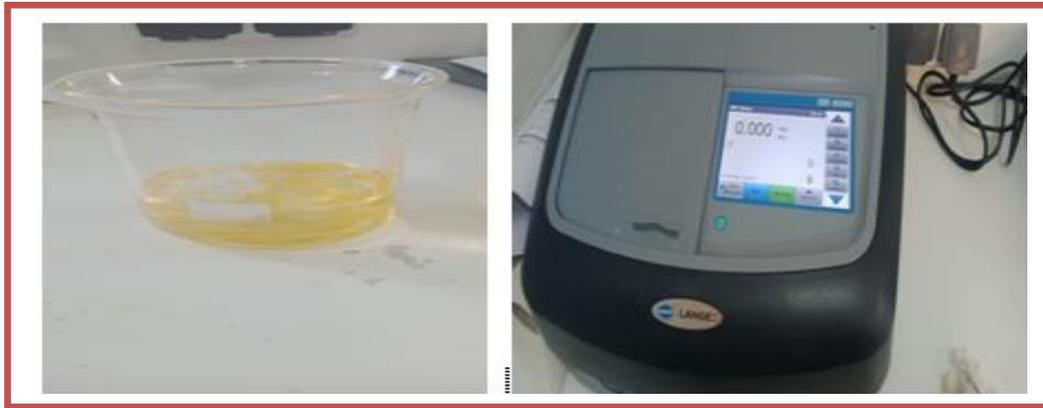


Figure III.8: Dosage Nitrate NO_3^-

Figure III.9: Spectrophotomètre

III.5.2.4. Les nitrites (NO_2^-): [48]

- **Réactifs**

a) Réactif mixte

Dissoudre 40 gr d' amino-4 benzène sulfonamide ($\text{NH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{NH}_2$) dans un mélange formé de 100ml d'acide orthophosphorique et de 500ml d'eau. Ajouter 2 gr de dichlorhydrate de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane ($\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2-2\text{HCl}$), compléter le volume à 1000 ml avec de l'eau distillée. Cette solution est stable pendant un mois si elle est conservée entre 2 et 5°C.

b) Solution étalon mère de nitrites 100 mg/l

Dissoudre 0,15 g de nitrite de sodium (séché à 105°C durant au moins 2 h) dans 1000 ml d'eau distillée. Cette solution est stable pendant un mois si elle est conservée entre 2 et 5°C.

c) Solution étalon fille de nitrites 1 mg/l

Prélever à l'aide d'une pipette 1ml de la solution étalon de nitrites de concentration 100 mg/l, la transvaser dans une fiole de 100ml et compléter au volume avec de l'eau distillée. Cette solution est préparée le jour de l'emploi.

- **Matériel**

Matériel courant de laboratoire : verrerie (fioles et pipettes...)

- ✓ Spectrophotomètre UV -Visible permettant des mesurages à une longueur d'onde de 540 nm, équipé de cuves de 10 mm d'épaisseurs.

- **Mode opératoire**

- Prendre 40 ml de l'eau à analyser.
- Ajouter 1 ml du réactif coloré 1.
- Compléter avec de l'eau distillée jusqu'au 50 ml.
- il y'a apparition d'une couleur rose foncé .
- Laisser reposer 20 mn.
- Effectuer les lectures au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 540 nm .

➤ **Mesures et calcul du résultat**

Les résultats sont exprimés en NO_2^- mg/L.

III.5.2.5.Dosage de Fer : [49]

- **Réactifs**

Tous les réactifs seront préparés à partir d'eau distillée exempte de toutes traces de fer.

a) Solution d'acide chlorhydrique à 10%

Diluer 10 ml de HCl à 1.12 g/ml dans une fiole de 100 ml et compléter avec l'eau distillée.

b) Solution de Peroxodisulfate de potassium à 40 g/l

Dissoudre 4 grammes de Peroxodisulfate de potassium ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) dans l'eau distillé et complété à 100 ml. Cette solution est stable pendant une semaine.

c) Solution de chlorhydrate d'hydroxylamine à 100 g/l

Dissoudre 10 g de chlorhydrate hydroxylamine ($\text{NH}_2\text{OH.HCL}$) dans l'eau distillé et compléter à 100 ml. Cette solution est stable pendant une semaine.

d) Solution de phénotroline-1,10

Dissoudre 0.5 g de chlorure de phénotroline 1.10 monohydrate ($C_{12}H_9ClN_2 \cdot H_2O$) dans l'eau distillé et complété à 100 ml. Cette solution est stable pendant une semaine si elle est conservée à l'obscurité.

e) Solution tampon acétate

Dissoudre 40 g d'acétate d'ammonium (CH_3COONH_4) dans l'eau, ajouter 50 ml d'acide acétique cristallisable (CH_3COOH) et complété à 100 ml.

Cette solution peut être préparé à partir d'ammonium- fer (II) sulfate hexa hydraté ($(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$, appelé sel de Mohr. 0.7022 g dans 100 ml d'eau distillé.

g) Solution intermédiaire (fille) de fer correspondant à 10 mg/l

Diluer 10 ml de la solution mère à 1 g/l dans une fiole de 1000 ml et compléter avec l'eau distillée.

• Matériel

- Toute la verrerie et flacons de prélèvement doivent-être lavés à l'acide chlorhydrique (HCl) à 1.12 g/ml.
- Spectrophotomètre UV-Visible convenant pour effectuer des mesurages à 510 nm .
- Cuve photométrique, de parcours optique d'au moins 10 mm et convenant pour l'absorbance prévue de la solution d'essai .
- Balance analytique de laboratoire .
- Fioles .
- Pipettes.

• Mode opératoire

- Prendre comme prise d'essai, 50 ml.
- Transvaser la solution dans une fiole de 100 ml, ajouter 1 ml de la solution chlorhydrate hydroxylamine et mélanger soigneusement.

- Ajouter 2.0 ml de tampon acétate pour obtenir un pH entre 3.5 et 5.5 de préférence 4.5.
- Ajouter 2.0 ml de la solution phénantroline et conserver pendant 15 min à l'obscurité. Mesurer l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre UV VIS à 510 nm , En utilisant une cuve de 10 mm² .

➤ **Mesures et calcul du résultat**

Les résultats sont exprimés en Fe mg/L.

III.5.2.6. Dosage d'Ammonium NH₄⁺

➤ **Mode opératoire :**

A l'aide d'une éprouvette on verse 40ml d'eau à analyser dans une Fiole jaugée de 50ml, puis on ajoute 4ml de réactif coloré d'NH₄⁺ on agite, on remarque l'apparition d'une couleur jaune, ensuite on ajoute 4ml de la Solution de Dichloroisocyanurate de sodium et on complète jusqu'à 50ml, Après au moins 60 mn, attendre le développement de la couleur ,si il y'a apparition d'une couleur verte . Effectuer les mesures spectrophotométriques à la longueur d'onde de 655nm.

➤ **Mesures et calcul du résultat**

Les résultats sont affichés directement par le spectromètre en mg/l d'ammonium.

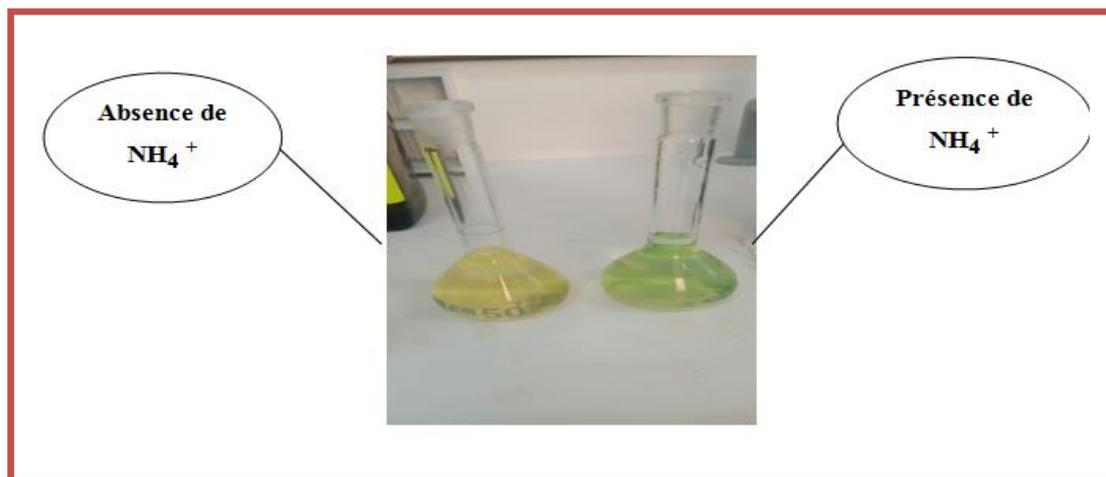


Figure III.10: Dosage d'Ammonium

III.5.2.7. Dosage de Phosphate PO_4^{3-} : [50]**➤ Réactifs****a) Acide sulfurique à 9 mol/L (dilution de $\frac{1}{2}$)**

Introduire 500 ml \pm 5 ml d'eau dans un bécher de 2L. Ajouter avec précaution, sous agitation et refroidissement continu, 500 ml \pm 5 ml d'acide sulfurique ($\rho = 1.84$ g/ml). Bien mélanger et laisser la solution refroidir à température ambiante.

b) Réactif mélange (solution molybdate acide)

Dissoudre 13 g \pm 0.5 g d'heptamolybdate d'ammonium tétrahydraté $[(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ dans 100 ml \pm 5 ml d'eau. Dissoudre 0.35 g \pm 0.05 g de tartrate de potassium et d'antimoine hémihydraté $[\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}]$ dans 100 ml \pm 5 ml d'eau. Ajouter, tout en agitant, la solution de molybdate à 300 ml \pm 5 ml d'une solution d'acide sulfurique à 9 mol/L. Ajouter la solution de tartrate et bien mélanger. Conservé dans une bouteille en verre brun, ce réactif est stable pendant au moins deux mois.

c) Acide ascorbique, solution, $\rho = 100$ g/l

Dissoudre 10 g \pm 0.5 g d'acide ascorbique ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$) dans 100 ml d'eau. Cette solution est stable pendant deux semaines si elle est conservée dans une bouteille en verre brun au réfrigérateur et peut être utilisée tant qu'aucune coloration n'apparaît.

d) Orthophosphates, solution mère, $\rho = 50$ mg/l

Sécher quelques grammes de dihydrogénophosphate de potassium jusqu'à masse constante à 105°C. Dissoudre 0.2197 g \pm 0.0002 g de KH_2PO_4 dans environ 800 ml \pm 10 ml d'eau dans une fiole jaugée de 1000 ml. Ajouter 10 ml \pm 0.5 ml de solution d'acide sulfurique (dilution de $\frac{1}{4}$) et compléter au volume avec de l'eau. Conserver dans un flacon en verre bouché, cette solution est stable pendant au moins trois mois. Une réfrigération à environ 4 °C est recommandée.

e) Orthophosphates, solution étalon, $\rho = 2$ mg/l

Introduire, à l'aide d'une pipette, 20 ml \pm 0.01 ml de la solution mère d'orthophosphates dans une fiole jaugée de 500 ml. Compléter au volume avec de l'eau

et bien mélanger. Préparer et utiliser cette solution le jour de l'emploi.

➤ **Mode opératoire :**

Introduire 40 ml d'échantillon, ajouter 1 ml d'acide ascorbique et 2mL de réactif mélange dans une fiole jaugé de 50 ml. Compléter le volume. Après un laps de temps compris entre 10 à 30 min, Si il y'a apparition de couleur bleu, mesurer l'absorption à 880 nm.

➤ **Mesures et calcul du résultat**

Les résultats sont exprimés en NH_4^+ mg/L.

III.5.2.8. Dosage de Sulfate SO_4^{2-}

➤ **Réactif :**

A-Solution stabilisante :...deux fois par mois

- Acide chlorhydrique (c)..... 60ml
- Ethanol..... 200 ml
- Chlorure de sodium150ml
- glycérol100ml
- Eau distillée ...100ml

B-Solution de chlorure de baryum (BaCl_2) 0.01 mol/h.

- Chlorure de baryum150g
- Acide, chlorhydrique.....5 ml
- Eau distillée1000 ml

C-Solution mère de sulfates à 1 g/l à partir de (Na_2SO_4) (sulfate de sodium) ...par mois

- Peser 1.479 g de Na_2SO_4 1000 ml d'eau distillée.

➤ **Matériel**

- Matériel courant de laboratoire (fioles, pipettes, béchers ...)
- Spectrophotomètre UV/Visible.
- Agitateur magnétique.

➤ **Mode opératoire**

- Prélever 10ml d'eau à analyser.
- Ajouter 0.5 ml de solution stabilisante
- Ajouter 0.2 ml d'indicateur de chlorure de baryum (0.01 mol/L), et bien mélanger.
- Placer l'échantillon dans le spectrophotomètre et lire le résultat.

Calcul : $[\text{SO}_4^{2-}] = \text{la valeur de lecture} \times \text{facteur de dilution}$

- Enregistrer la gamme dans le spectrophotomètre à la longueur d'onde $\lambda = 420 \text{ nm}$.

➤ **Mesures et calcul du résultat**

Les résultats sont exprimés en $\text{SO}_4^{2-} \text{ mg/L}$.

III.5.2.9. Dosages de Sodium et Potassium K^+ , Na^+

➤ **Mode opératoire :**

Verser une certaine quantité d'eau de l'échantillon dans le bécher, à l'intérieur de la sonde du spectrophotomètre à flamme et prenez la lecture. Puisque le laboratoire établit une gamme standard pour chaque élément mesuré, elle peut être référencée pour déterminer des concentrations inconnues.

➤ **Expression des résultats :**

Les résultats sont exprimés en mg/l .



Figure III.11 : Spectrophotomètre à flamme.

III.6. Paramètres Bactérie

Les analyses habituellement effectuées sur une eau de consommation humaine sont basées sur la recherche et le dénombrement des germes suivants :

- Les Germes totaux .
- Les Coliformes totaux et fécaux .
- Les Streptocoques fécaux .
- Les Clostridium sulfito-réducteurs.

Dans la présente étude, nous avons utilisé un méthode de dénombrement : méthode solide.

III.6.1.Méthode par filtration

La technique par filtration n'est pas appropriée pour des eaux usées brutes à cause de la charge bactérienne très élevée et de la teneur excessive en matières en suspension (MES) pouvant provoquer le colmatage de la membrane. Elle convient plutôt aux eaux très peu chargées en matières particulaires telles que les eaux potables.

III.6.1.1.Principe

Le principe repose sur 4 étapes qui sont la filtration, la culture, l'incubation et le dénombrement des colonies.

III.6.1.2. Concentration au laboratoire par filtration sur membranes :

C'est la technique de concentration la plus utilisée au laboratoire. Le plus généralement, on procède à une filtration sur membranes en esters de cellulose, de porosité 0,22 μm ou 0,45 μm , susceptibles de retenir les bactéries.

III.6.1.3. Matériel pour filtration sur membranes

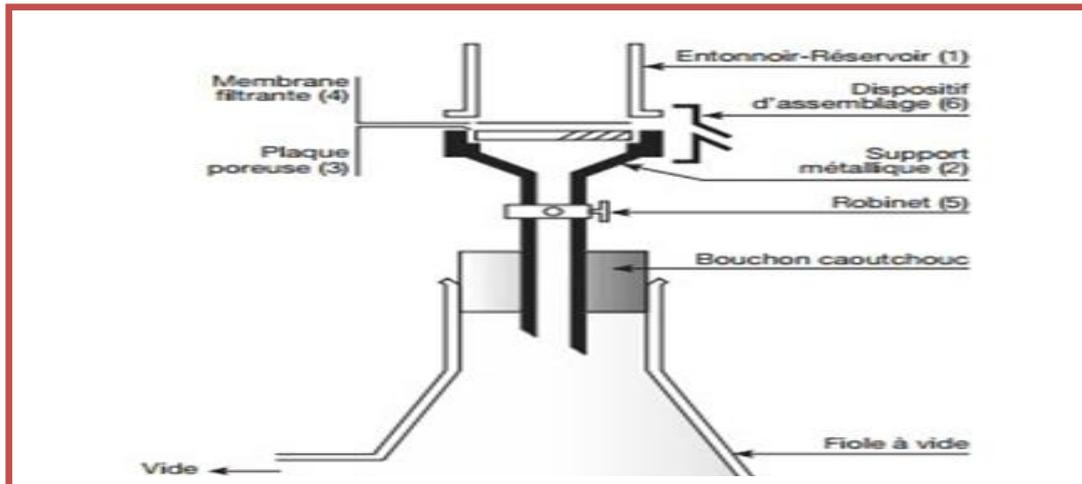


Figure III.12 : Coupe schématique d'un appareil de filtration sur membrane.



Figure III.13 : Dispositif de filtration sur membrane

III.6.1.4. Préparation du dispositif et technique de filtration : [46]

- Relier le dispositif de filtration à une source de vide (pompe ou trompe à eau) ;
- Brancher la pompe à une prise de courant .

- Ouvrir le robinet du dispositif de filtration .
- Enlever le réservoir et stériliser à la flamme la surface du support poreux, ainsi que le réservoir .
- Laisser refroidir en y versant de l'eau distillée et laisser la pompe aspirer .
- Fermer le robinet et remettre le réservoir sur le support .
- Placer, à l'aide d'une pince préalablement passée à la flamme puis refroidie, une membrane stérile (la tenir seulement par le bord extérieur) sur la base du support poreux .
- Rincer à l'eau distillée stérile le réservoir et la membrane filtrante tout en maintenant l'arrivée fermée .
- Homogénéiser bien l'échantillon et verser ou transférer à l'aide d'une pipette un volume V connu d'échantillon .
- Ouvrir le robinet et faire un vide pour filtrer lentement l'eau à travers la membrane .
- Refermer aussitôt le robinet après que tout l'échantillon ait été filtré
- Retirer le réservoir et ensuite la membrane et la déposer sur le milieu de culture.

1) Les germes totaux :

La recherche et le dénombrement des germes totaux se réalisent à deux températures différentes afin de cibler à la fois les micro-organismes à tendance psychrophiles soit à 20° et ceux franchement mésophiles soit 37°C.

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement 2 fois 1ml dans deux boîtes de Pétri vides préparées à cet usage et numérotées.

Compléter ensuite chacune des boîtes avec environ 20 ml de gélose **TGEA** fondue puis refroidie à 45±1°C. Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose .

Laisser solidifier sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose ou de gélose blanche. Cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations diverses.

a)-L'incubation

La première boîte sera incubée, couvercle en bas à 20°C pendant 48h, la seconde sera incubée couvercle en bas à 37°C, pendant 72 heures avec : première lecture à 24 heures, deuxième lecture à 48 heures, et troisième lecture à 72 heures. [46]

b)- Lecture

Les germes totaux se présentent dans les deux cas sous forme de colonies lenticulaires poussant en masse. Puis il s'agit de dénombrer toutes les colonies. [41]

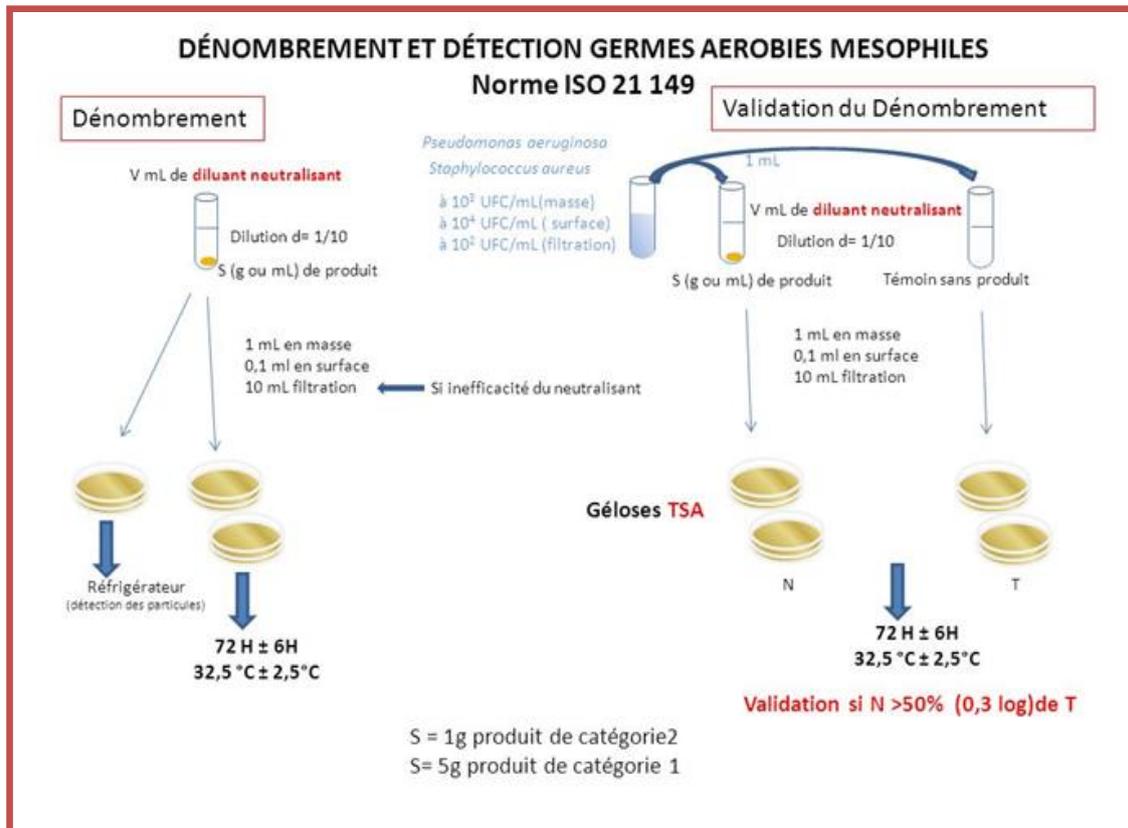


Figure III.14 : Méthode de dénombrement et recherche de germes totaux

1) Recherche et dénombrement des coliformes par filtration sur membrane : [51]

Nous avons procédé selon les étapes suivantes :

- ✓ La surface supérieure de la rampe de filtration et la plaque poreuse, ont été stérilisées puis refroidies.

- ✓ Une membrane de porosité de 0.45 μm est posée sur la plaque poreuse de la rampe de filtration à l'aide d'une pince stérile .
- ✓ Le flacon d'eau à analyser (100ml) est agité soigneusement puis versé stérilement .
- ✓ Le robinet de la rampe est ouvert pour laisser l'eau s'écouler.
- ✓ Dès que la quantité d'eau est filtrée, la membrane est prélevée et déposée sur le milieu Gélose Tergitol , avec une pince stérile, en prêtant attention à ne pas piéger des bulles d'air .

- ✓ L'incubation est à :
 - 37°C pendant 48 heures pour les boites de pétri qui serviront à la recherche des coliformes totaux.
 - Des colonies jaunes ou jaunes orangées peuvent être observées..
- a. Test confirmatif pour la recherche des coliformes totaux**
 - ✓ Le test de confirmation se fait par repiquage des colonies jaunes ou jaunes orangées sur milieu **TSI** (triple surirons)) à l'aide d'une pipette Pasteur stérile à la fois en stries à la surface de l'agar et par piqûre centrale sur toute la profondeur du tub, ensuite incuber les tubes à 37°C pendant 24 heures.
 - ✓ Le changement de couleur du milieu vers le jaune et le dégagement de gaz indique la présence des coliformes totaux.
 - ✓ L'incubation se fait à 44°C pendant 24 heures pour les boites qui serviront à la recherche des coliformes fécaux.
- b. Test confirmatif pour la recherche des coliformes fécaux**
 - ✓ A partir du milieu **TSI**, un repiquage vers le milieu Schubert se fait puis l'incubation s'effectue à 44°C pendant 24 heures.
 - ✓ Un trouble et un dégagement de gaz jusqu'au 1/10 de la cloche de Durham et l'apparition d'un anneau rouge après l'addition de quelques gouttes du réactifs Kovacs sur la surface du milieu indique la présence des coliformes fécaux et plus spécialement Escherichia coli.
 - ✓ Le résultat est donné en nombre de germes par 100 ml.

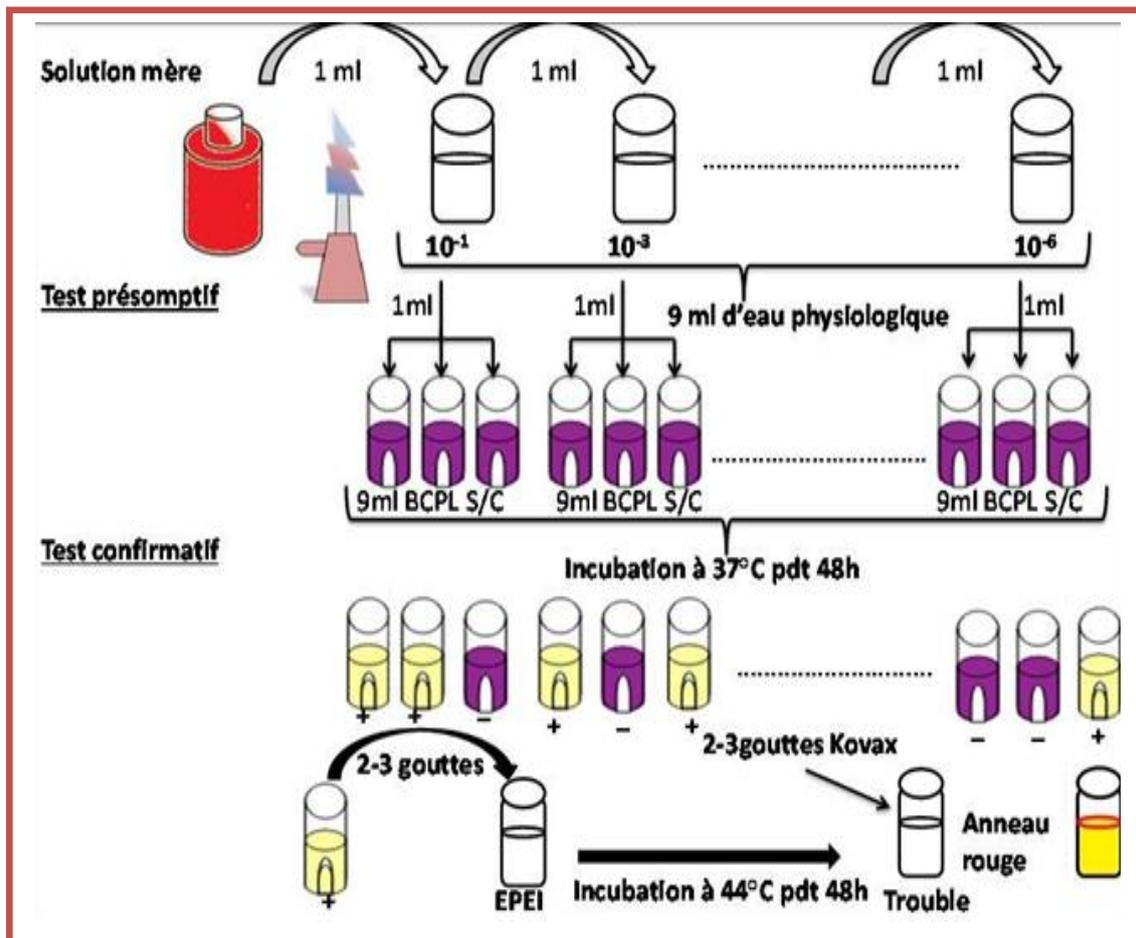


Figure III.15: Méthode de dénombrement et recherche des Streptocoque fécaux et totaux

III.6.2. La recherche et le dénombrement des Streptocoques fécaux :[52]

La recherche des entérocoques intestinaux ou Streptocoques du groupe « D » par filtration sur membrane avec la même étape de coliforme :

Mais pour ce type on utilise le milieu de culture gélose slanetz

1) Lecture et interprétation :

Après la période d'incubation spécifiée, les entérocoques intestinaux ou Streptocoques du groupe « D » apparaissent sous forme de petites colonies lisses légèrement bombées à contours réguliers et pigmentées en rouge, marron ou rose. on ajoute le filtre complet dans une milieu culture BEA et on incubé a t=44 pendant 2h

après l'incubation colonies caractéristiques prennent alors une coloration noire traduisant ainsi l'hydrolyse de l'esculine présente dans le milieu. Après on fait le test de catalase pour reconnaître le streptocoque

2) **Teste de catalase** : On ajoute dans le filtre une goutte de H_2O_2 et on regarde dans Macroscopie s'il y a une bulle d'air donc résultat négative si non positive. [53]

III.6.3. Recherche et dénombrement des spores des bactéries anaérobies sulfito-réducteurs (ASR)

Cette recherche concerne les bactéries anaérobies strictes; parmi ces bactéries figure le genre Clostridium, il s'agit de bacille Gram (+) presque toujours mobile. Il a une structure spéciale appelée endospore ou spore; très résistante dans l'environnement et se développant en 24 à 48 h à une température de $36 \pm 2^\circ C$

Les ASR sont ainsi dénommés car ils sont capables de réduire les sulfites de sodium (Na_2SO_3) présents dans le milieu de culture en sulfures: ceux-ci combinés avec un sel de fer (Fe^{2+}) pour donner du sulfure de fer noir (FrS).

Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne d'un milieu.

➤ Mode Opératoire

- A partir de l'eau à analyser Transférer environ 25 ml dans un tube stérile; qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de $57^\circ C$ pendant 15 mn dans le but de détruire toutes les formes végétatives des bactéries anaérobies sulfito-réductrices éventuellement présentes.

- Après chauffage, refroidir immédiatement le flacon destiné à l'analyse, sous l'eau de robinet.

- Répartir ensuite le contenu de ce tube. Dans 4 tubes différents et stériles.

À raison de 5 ml par tube.

- Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose Viande Foie. Fondue puis refroidie à $47 \pm 1^\circ C$. additionnée de leurs additifs spécifiques.

- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant d'introduire des bulles d'air.

- Laisse solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incubé à $36 \pm 2^\circ\text{C}$, pendant 44 ± 4 h .

III.6.4. Recherche et dénombrement des Spores des bactéries anaérobies Sulfito-réductrices. [54]

Cette recherche concerne les bactéries anaérobies strictes; parmi ces bactéries figure le genre Clostridium , ils'agit de bacille Gram (+) presque toujours mobile. Il acquière une structure spéciale appelée endospore ou spore; très résistante dans l'environnement et se développant en 24 à 48 h à une température de $36 \pm 2^\circ\text{C}$

Les **ASR** sont ainsi dénommé car ils sont capables de réduire les sulfites de sodium (Na_2SO_3) présents dans le milieu de culture en sulfures: ceux-ci combine avec un sel de fer (Fe^{2+}) pour donner du sulfure de fer noir (FeS) . Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne d'un milieu .

Mode Opératoire

A partir de l'eau à analyser

- Transférer environ 25 ml dans un tube stérile; qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 57°C pendant 15 mn dans le but de détruire toutes les formes végétatives des bactéries anaérobies sulfito-réductrices éventuellement présentes.
- Après chauffage , refroidir immédiatement le flacon destiné à l'analyse , sous l'eau de robinet.
- Répartir ensuite le contenu de ce tube. Dans 4 tubes différents et stériles.
À raison de 5 ml par tube.
- Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose Viande Foie. Fondue puis refroidie à $47 \pm 1^\circ\text{C}$, additionnée de leurs additifs spécifiques.
- Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant d'introduire des bulles d'air.
- Laisse solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incubé à $36 \pm 2^\circ\text{C}$, pendant 44 ± 4 h .



CHAPITRE IV : Résultats et Discussion

IV.1. Organisation de laboratoire

IV.1.1 Machines et équipements

Le laboratoire de l'ADE contient deux services : d'une pour les analyses physico-chimiques, et l'autre pour les analyses bactériologiques. Ils existent dans ces services les matériels suivants :

- Laboratoire des analyses physico-chimiques : Etuve Spectrophotomètre Conductimètre Hotte chimique Béchers Erlenmeyer Fiole jaugée.
- Laboratoire des analyses bactériologiques Verre de montre Tubes à Essais spatules Autoclave Etuve Bain Marie Hotte Bactériologique.



Figure IV.1 : Laboratoire des analyses physico-chimiques



Figure IV.2 : Laboratoire des analyses bactériologiques

IV.2. Appareillage

IV.2.1. Spectrophotomètre

La spectrophotométrie implique l'utilisation d'un spectrophotomètre, un photomètre spécialisé. En chimie, la spectrophotométrie est la mesure quantitative des propriétés de réflexion ou de transmission d'un matériau en fonction de la longueur d'onde. Il est plus spécifique que le terme général de spectroscopie électromagnétique du fait que la spectrophotométrie traite la lumière visible et son spectre d'émission, du proche ultraviolet.

Etuve : Une étuve est un appareil de chauffage fonctionnant le plus souvent à la pression atmosphérique (parfois sous vide ou sous gaz neutre) et permettant d'effectuer divers traitements thermiques à température régulée. Les laboratoires d'analyse ou de recherche en sont souvent pourvus. En laboratoire l'étuve sert à réaliser la culture in vitro ou le traitement d'innombrables échantillons dans les mêmes conditions de température. C'est un appareil dans lequel on crée un environnement particulier, par l'intermédiaire d'un réglage précis de la température.

IV.2.2. Analyses bactériologiques

L'analyse bactériologique a pour but de mettre en évidence la présence de bactéries en se basant sur la recherche et le dénombrement des bactéries présentes dans l'échantillon à analyser. L'analyse n'est pas seulement qualitative mais aussi quantitative. Il est à noter que les examens bactériologiques ne peuvent être interprétés que lorsqu'ils sont effectués sur des échantillons correctement sortis des contenants stériles. Selon des procédures précises pour éviter toute contamination accidentelle, il est correctement transporté ou en laboratoire et analysé immédiatement, ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes.

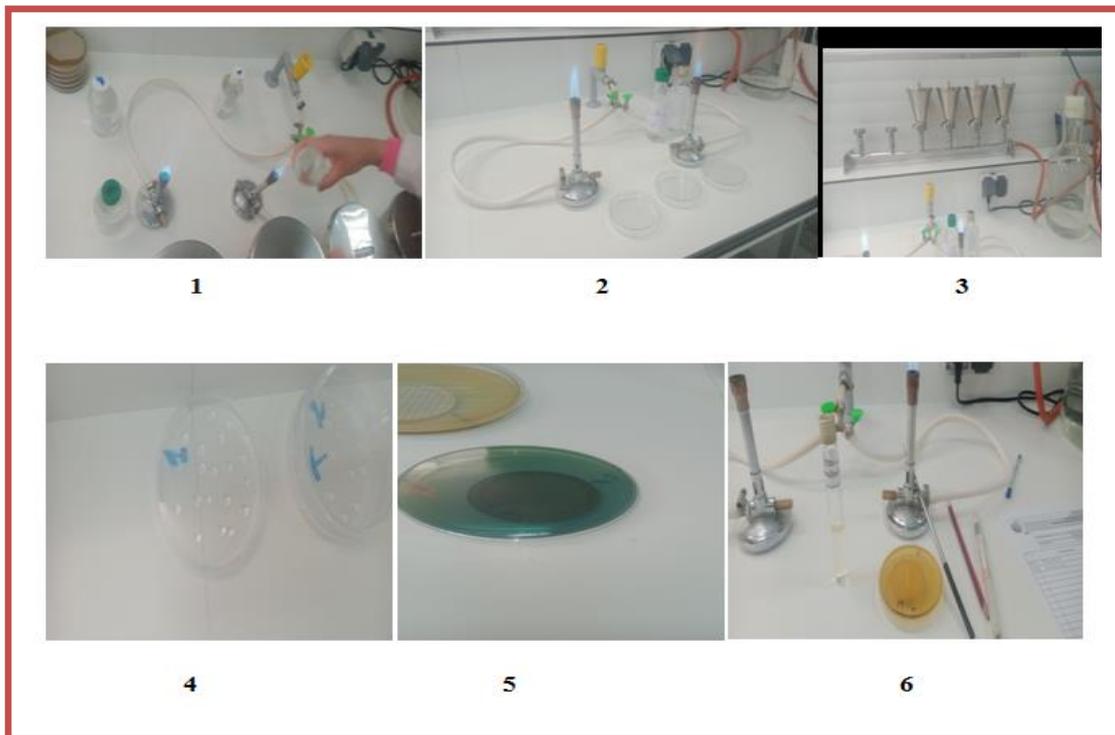


Figure IV.3: Les étapes de filtration

Ce chapitre est consacré aux résultats et à la discussion des analyses effectuées sur les eaux souterraines, pour évaluer leur qualité physico-chimique et bactériologique. Ce travail a été effectué sur 5 forages, du 21 février au 29 avril 2022.

IV.3. Les Paramètres physique et chimiques

Pour évaluer et contrôler la qualité de l'eau. A cet effet, des analyses physico-chimiques et bactériologiques ont été réalisées sur différents échantillons prélevés au laboratoire ADE dans la province de Biskra.

L'interprétation des résultats de chaque paramètre est effectuée selon les dispositions suivantes :

- Normes algériennes concernant la qualité de l'eau potable pour l'homme (**Décret exécutif JO n°18 du 23 mars 2011 n°11-125**).
- Valeur guide OMS, 2006. [55]

Les résultats des analyses physico-chimiques réalisées sont présentés dans le tableau ci-dessous :

N. A: Norme Algérienne relative au décret exécutif N° 14-96.

F1 : forage Résidence elwali (Biskra)

F2 : Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)

F3 : Forage Ancien Daira (Tolga)

F4 : Forage El Hadjib

F5 : Forage Labrach (Tolga)

Tableau IV.1 : Les résultats des analyses physico-chimiques de l'échantillon pour les eaux des Forages

	Les Paramètres	Unité	Résultat					Norme algérienne	
			F1	F2	F3	F4	F5	N.A	
Paramètres Physiques	Concentration en ions hydrogène	Unité pH	7.68	7.3	7.62	6.79	7.03	6,5-9	
	Conductivité à 25°C	µS/cm	4430	3610	2202	9830	726	2800	
	Température	°C	21.7	23	22	21	20.5	25	
	Taux des solides dissous (TDS)	mg/l	2215	1805	1101	4660	363	--	
	La Salinité	‰	2.2	1.8	1.1	4.6	0.3	--	
Paramètres Chimiques	Paramètres de pollution	Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/l	0	0	0	0.29	0.301	0.2
		Ammonium(NH ₄ ⁺)	mg/l	0	0	0	0	0	0.5

		Phosphat (PO_4^{3-})	mg/l	0	0	0	0	0	0.5
	Minéralisation Globale	Calcium (Ca^{2+})	mg/l en CaCO_3	220	240	312	537	156	200
		Magnésium (Mg^{2+})	mg/l	155	25	78	579	56	--
		Dureté totale (TH)	mg/l en CaCO_3	1190	1300	1100	3720	620	500
		Chlorures (Cl^-)	mg/l	541	389	286	2092	198	500
		Sulfates (SO_4^{2-})	mg/l	229	134	110	394	231	400
		Titre Alcalimétrique Complet (TAC)	mg/l en CaCO_3	196	200	129	286	260	--
		K^+	mg/l	22	22	10	80	5	12
		Sodium(Na^+)	mg/l	520	320	250	660	40	200
		Nitrates (NO_3^-)	mg/l	24	10	6.8	47.69	7.44	50
		paramètres Indésirables							
		Fer	mg/l	0	0	0	3.02	3.019	0.3

Les résultats des analyses physico-chimiques réalisées sont présentés dans les tableaux suivants :

IV.3.1. Le pH

Nom de Forage	forage Résidence elwali (Biskra)	Forage Complexe Islamique (Sidi Okba)	Forage Ancien Daira (Tolga)	Forage El Hadjib	Forage Labrach (Tolga)	Normes
pH	7.68	7.3	7.62	6.79	7.03	6.5-9

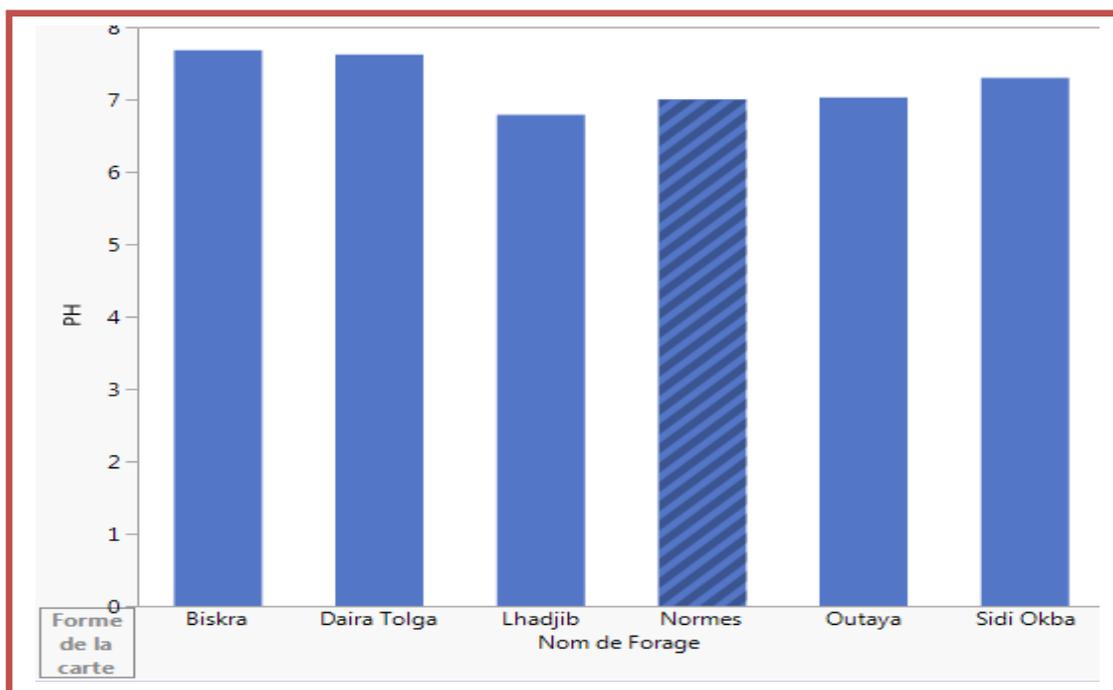


Figure IV.4 : Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de pH.

La figure (IV.4) montre la valeur du pH changeant entre 6,79 et 7,68. Ces valeurs montrent que le pH est légèrement neutre à alcalin dans toutes les sources d'eau analysées, et que le pH est très sensible à une variété de facteurs environnementaux, en fonction des changements de température, de salinité et des niveaux de dioxyde de carbone dissous.

Ces résultats respectent le niveau de référence du pH de 6,5 à 9 fixé par la législation algérienne.

IV.3.2. La température T ° C

Nom de Forage	forage Résidence elwali (Biskra)	Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)	Forage Ancien Daira (Tolga)	Forage El Hadjib	Forage Labrach (Tolga)	Normes
T°	21.7	23	22	21	20.5	25

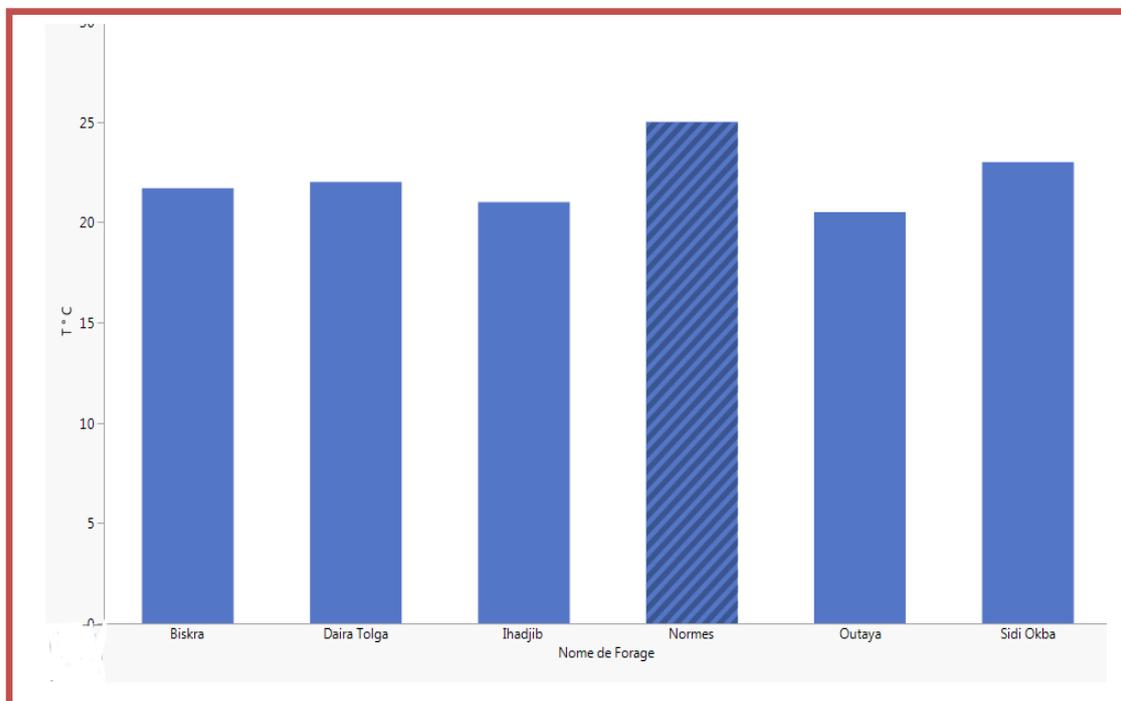


Figure IV.5 : Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre T°

Au sein de la zone d'étude, la température de l'eau des différentes sources étudiées variait en moyenne entre 23°C et 20,5°C (voir Figure IV.5). atteint une valeur maximale de 23°C, Enregistré à Sidi Okba, donc garder en dessous de 25°C. Les observations sont conformes à la norme algérienne recommandée de 25°C . **[56]**

Cela nous permet de dire que notre eau est dans la norme. Conforme aux autres résultats obtenus .

IV.3.3. La pourcentage de SAL

Nom de Forage	forage Résidence elwali (Biskra)	Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)	Forage Ancien Daira (Tolga)	Forage EL Hadjib	Forage Labrach (Tolga)
SAL%	2.2	1.8	1.10	4.6	0.3

Les valeurs de la salinité des 5 sites oscillent entre 0,3% et 4,6 %; la valeur maximale a été enregistrée au site (4) et la valeur minimale a été enregistrée au site (5), ce qui est confirme les valeurs de la conductivité trouvés précédemment, (Figure IV.6).

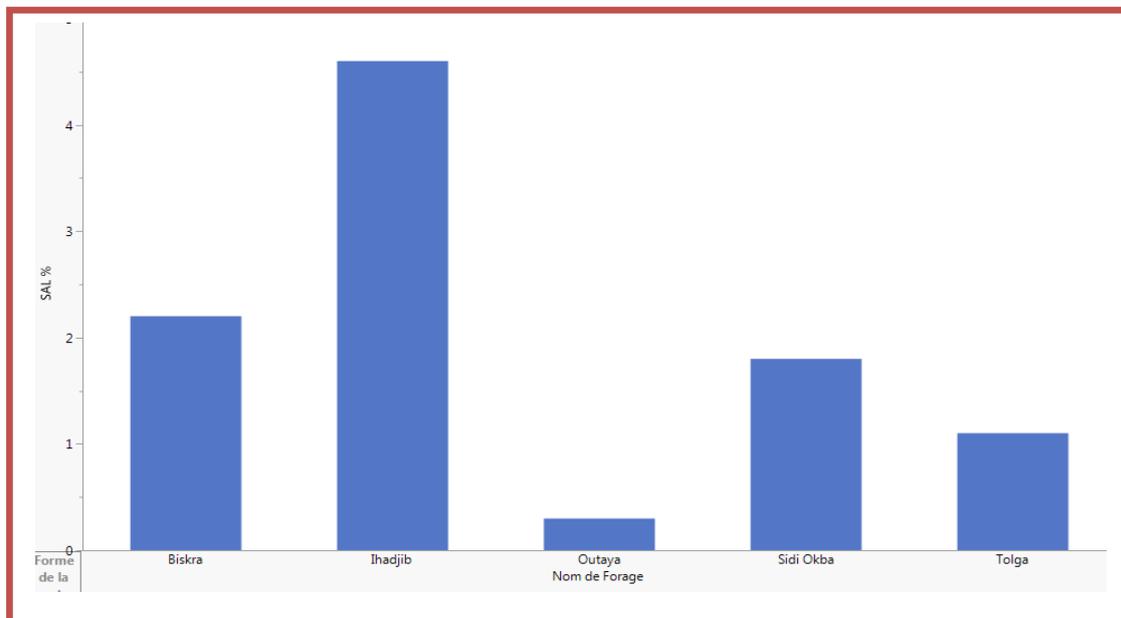


Figure IV.6 : Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de SAL

IV.3.4.La TDS

Nom de Forage	forage Résidence elwali (Biskra)	Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)	Forage Ancien Daira (Tolga)	Forage El Hadjib	Forage Labrach (Tolga)
TDS	2215	1805	1101	4660	363

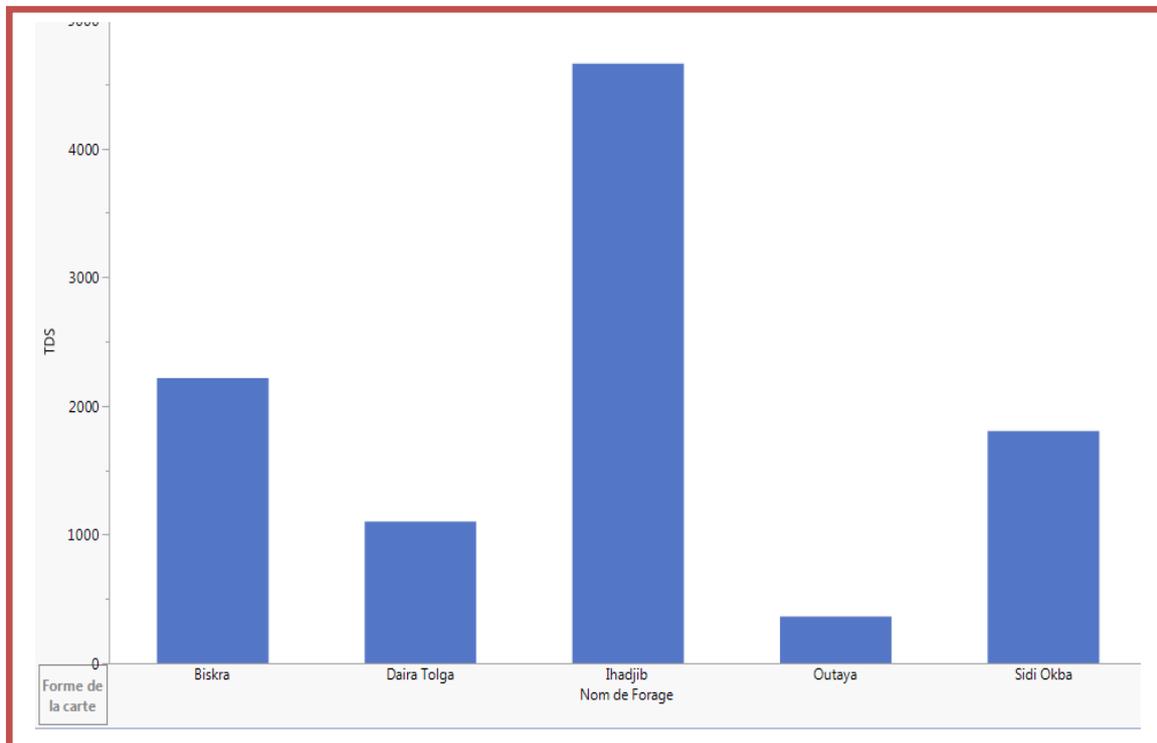


Figure IV.7 : Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de TDS

Les résultats des analyses des échantillons d'eau de la zone d'étude montrent une TDS qui varie entre 363 mg/l et 4660mg/l. La valeur maximale est enregistrée au niveau du F4 (4660mg/l) et la valeur minimale est enregistrée au niveau du F5 (363mg/l), il n'existe pas de concentration maximale admissible légale

IV.3.5. La Conductivité

Nom de Forage	forage Résidence elwali (Biskra)	Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)	Forage Ancien Daira (Tolga)	Forage El Hadjib	Forage Labrach (Tolga)	Normes
Conductivité	4430	3610	2202	9830	726	2800

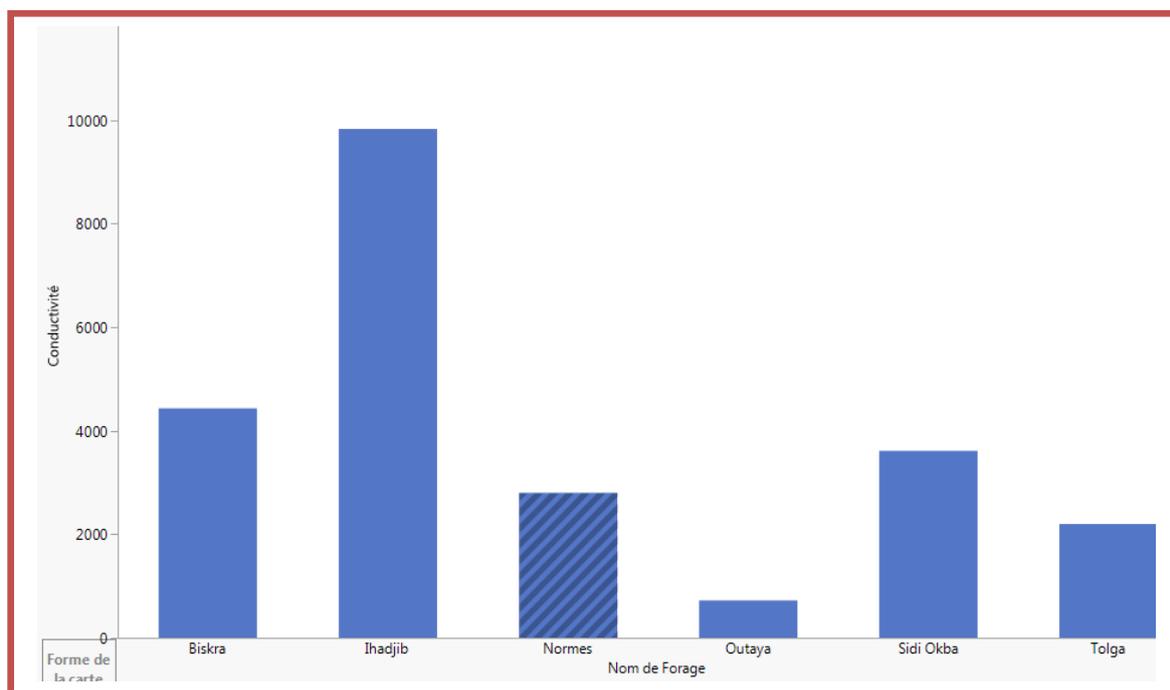


Figure IV.8 : Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de Conductivité.

Les résultats des analyses d'échantillons d'eau de la zone d'étude ont montré un manque de comprises entre 726 μ s/cm et 9830 μ s/cm. La valeur maximale est stockée dans F4 (9830 μ s/cm.) La valeur minimale est enregistrée au niveau F5 (726 μ s/cm.) Toutes les valeurs sont conformes à la norme algérienne, sauf la valeur TH pour F5, F1 et F2 qui dépasse la norme qui est 2800 (μ s/cm) . Ils peuvent donc être considérés comme de l'eau très dure

IV.3.6. Les ions de Cl⁻

Nom de Forage	forage Résidence elwali (Biskra)	Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)	Forage Ancien Daira (Tolga)	Forage El Hadjib	Forage Labrach (Tolga)	Normes
Cl ⁻	541	389	286	2092	198	500

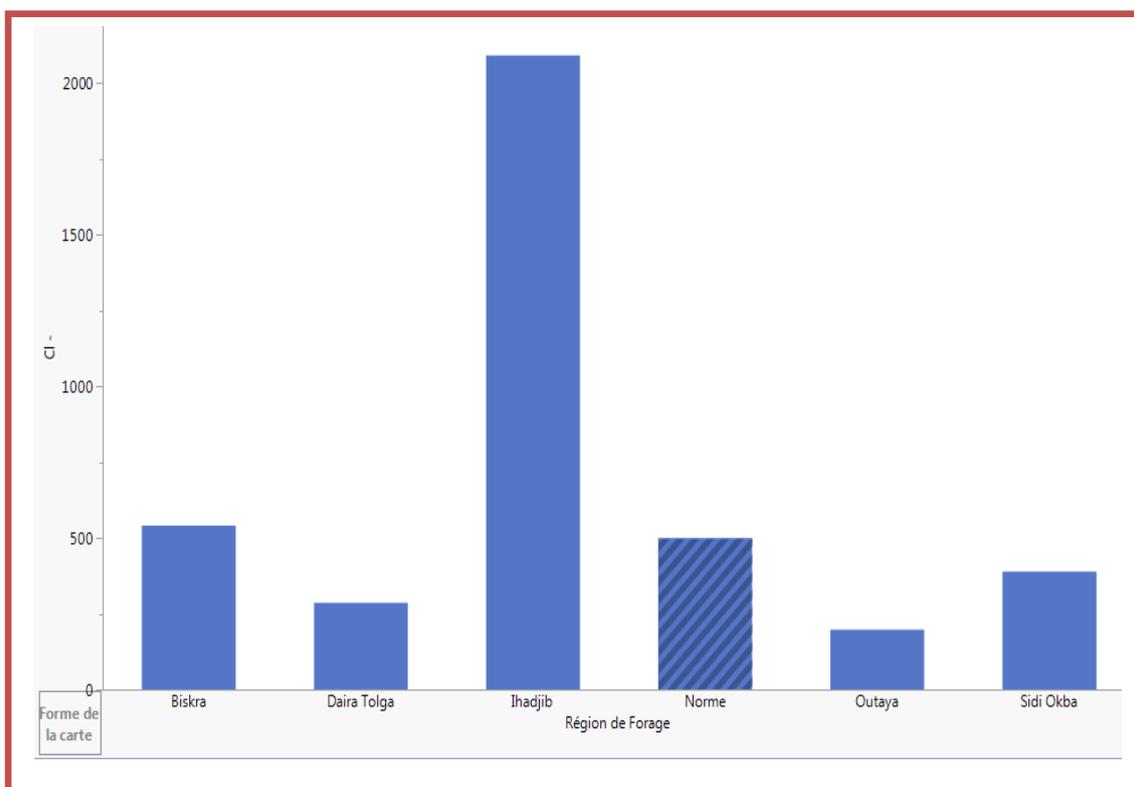


Figure IV.9 : Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de concentration de Cl⁻

Les résultats des analyses des échantillons d'eau de la zone d'étude montrent un taux de Chlorure qui varie entre 198 mg/l et 2092 mg/l. La valeur maximale est enregistrée au niveau du F4(2092mg/l) et la valeur minimale est enregistrée au niveau du F 5 (198mg/l). Toutes les valeurs sont conformes à la Norme Algérienne à l'exception des valeurs F1(541 mg /l) et F4(2092mg /l) qui dépassent la norme Algérienne.

Cette variation peut être expliquée par la multitude d'origines qu'ils peuvent avoir, d'abord leur présences en fortes concentrations dans les eaux ayant traversées les

formations argilo-sableuses ou argileuses ce qui facilite la dissolution des terrains salifères .

IV.3.7.Valeur de TAC

Nom de Forage	forage Résidence elwali (Biskra)	Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)	Forage Ancien Daira (Tolga)	Forage El Hadjib	Forage Labrach (Tolga)
TAC	196	200	129	286	260

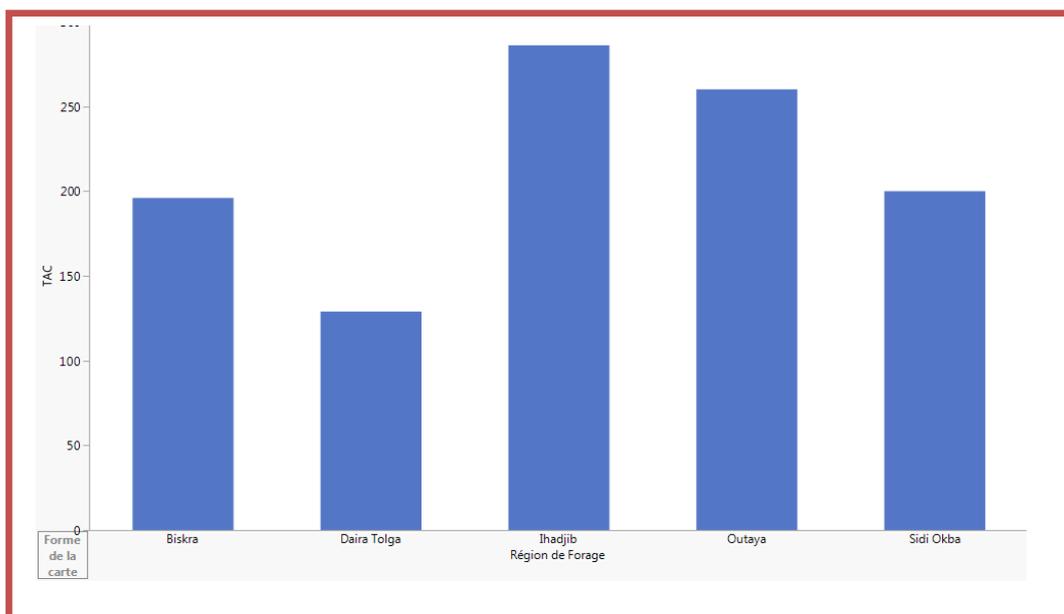


Figure IV.10 : Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de TAC

Les résultats des analyses des échantillons d'eau de la zone d'étude montrent un TAC qui varie entre 129 mg/l et 286mg/l. La valeur maximale est enregistrée au niveau du et (286mg/l)la valeur minimale est enregistrée au niveau du F3(129 mg/l) , il n'existe pas de concentration maximale admissible légale. Cette variation peut être expliquée par l'augmentation de la minéralisation suite aux apports riches en cations et en anions.

IV.3.8.La dureté TH

Nom de Forage	forage Résidence elwali (Biskra)	Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)	Forage Ancien Daira (Tolga)	Forage El Hadjib	Forage Labrach (Tolga)	Normes
TH	1190	1300	1100	3720	620	500

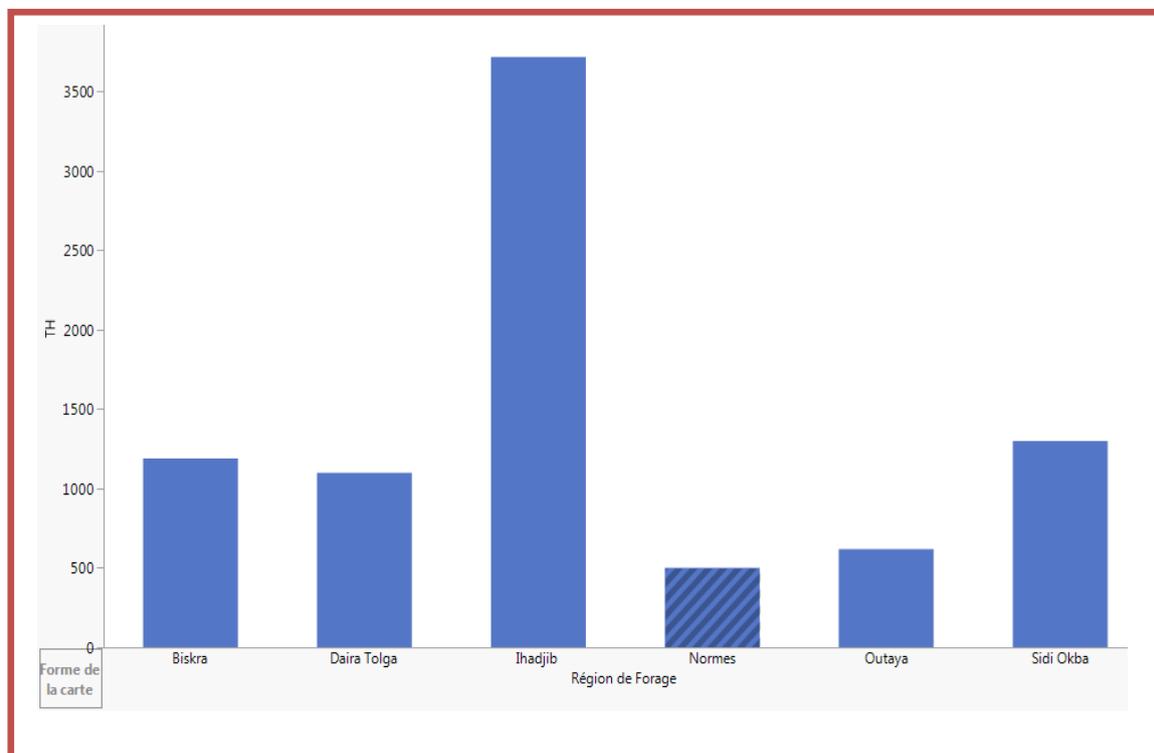


Figure IV.11 : Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de TH.

Les résultats des analyses des échantillons d'eau de la zone d'étude montrent un TH qui varie entre 620 mg/l et 3720 mg/l . La valeur maximale est enregistrée au niveau de F4 (3720mg/l), la valeur minimale est enregistrée au niveau de F5 (620mg/l), toutes les valeurs ne répondent pas à la norme algérienne, le dépassement de la norme est de 500 (mg /l), elle peut donc être considérée comme une eau très dure.

Dans la plupart des cas, ce changement peut s'expliquer par la migration des sels solubles présents dans la couche superficielle du sol du sous-bassin, également due aux ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} . Globalement, cela correspond aussi au lessivage des terrains traversés. L'eau dure apporte plus de sels minéraux à l'organisme, ce qui protège contre certaines maladies cardiovasculaires, mais peut irriter la peau, notamment les peaux sensibles, elle provoque donc des dépôts de calcaire qui réduisent l'efficacité de tous les équipements générateurs de chaleur, d'où une consommation d'énergie accrue .

IV.3.9. Les ions de Ca^{2+}

Nom de Forage	forage Résidence elwali (Biskra)	Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)	Forage Ancien Daira (Tolga)	Forage El Hadjib	Forage Labrach (Tolga)	Normes
Ca^{2+}	156	240	312	537	156	200

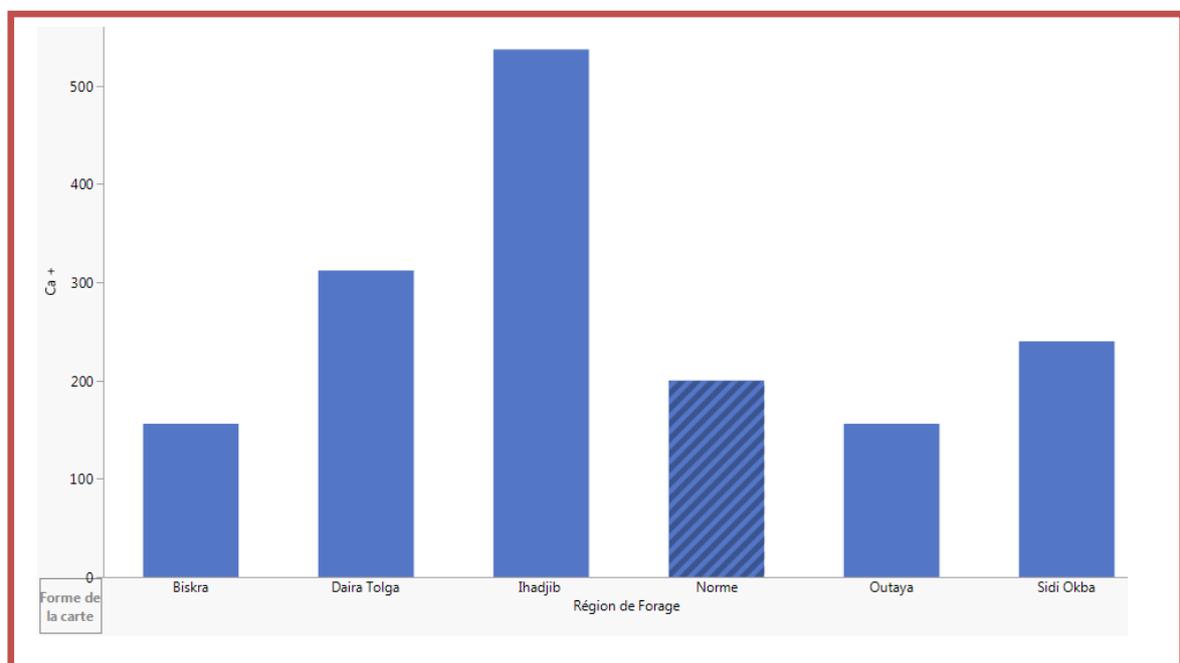


Figure IV.12 : Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de Concentration de Ca^{2+}

D'après les résultats obtenus, on peut voir la variation moyenne de Ca^{2+} et par rapport à la norme de l'eau, on constate que le forage Ihadjeb (537mg /l) est plus riche en Ca^{2+} que les autres régions, et F1 et F5 ont la même valeur et sont soumis à la mêmes normes algériennes pour l'eau, nous pouvons voir que les valeurs de Ca^{2+} pour F2, F3 et F4 ont dépassé les normes algériennes pour l'eau de 200 mg/L.

Le Ca^{+2} est l'élément principal de l'eau potable. Le composant principal de la dureté de l'eau. Il existe principalement sous forme de bicarbonate, et une petite quantité existe sous forme de sulfate et de chlorure ...etc.

Ceci suggère que la source de calcium est généralement liée au terrain et à l'approvisionnement en eau traversés. Plusieurs types de formations géologiques sont à l'origine du calcium, dont nous citons : les roches carbonatées et les roches gypseuses. Les roches carbonatées libèrent du calcium par érosion de l'eau en présence de dioxyde de carbone (CO_2) et par dissolution dans le cas des roches gypseuses.

Les concentrations sont devenues plus faibles, ce qui pourrait s'expliquer par un dépôt précoce de minéraux calciques. Les concentrations d'ions calcium (Ca^{2+}) dans les échantillons dépassant la norme d'eau algérienne variaient de 240 mg/L à 537 mg/L. Cette augmentation est due au phénomène d'évaporation de l'eau sous l'influence de la température.

IV.3.10. Les ions Mg^{2+}

Nom de Forage	forage Résidence elwali (Biskra)	Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)	Forage Ancien Daira (Tolga)	Forage El Hadjib	Forage Labrach (Tolga)	Normes
Mg^{2+}	155	25	78	579	56	150

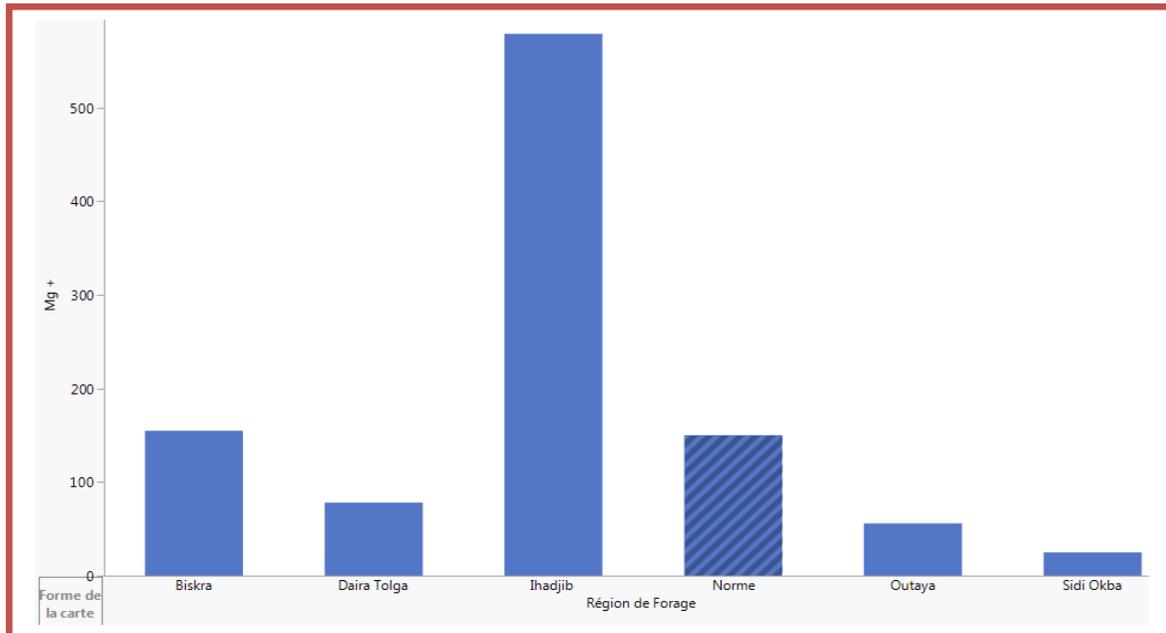


Figure IV.13 : Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de Concentration de Mg⁺

Le manganèse Le manganèse accompagne généralement le fer dans les roches et dans les eaux. [57]

Le magnésium est inférieur au calcium et au sodium. Le magnésium provient de deux sources ; dissolution du calcaire dolomitique, libérant du magnésium en présence de dioxyde de carbone dissolution de Mg SO₄ dans un sol de gypse. Le graphique de distribution du Mg . montre que la teneur en le plus haut niveau de magnésium mesuré dans Forage El Hadjib (579 mg/L) alors que la teneur la plus élevée moins est mesuré au Forage Complexe Islamique (Sidi Okba) (25 mg/L), et effectivement, tous les puits de biskra ont des teneurs en magnésium supérieures à la norme algérienne fixée à 150 mg/L, sauf que les valeurs de F2, F3 et F5 ne dépassait pas la norme algérienne pour l'eau.

Les concentrations élevées des ions Mg⁺⁺ peuvent provenir de la contamination des eaux par les rejets industriels ou bien l'activité agricole. [58]

IV.3.11. Nitrite NO_2^-

Nom de Forage	forage Résidence elwali (Biskra)	Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)	Forage Ancien Daira (Tolga)	Forage El Hadjib	Forage Labrach (Tolga)	Normes
NO_2^-	0	0	0	0.29	0.301	0.2

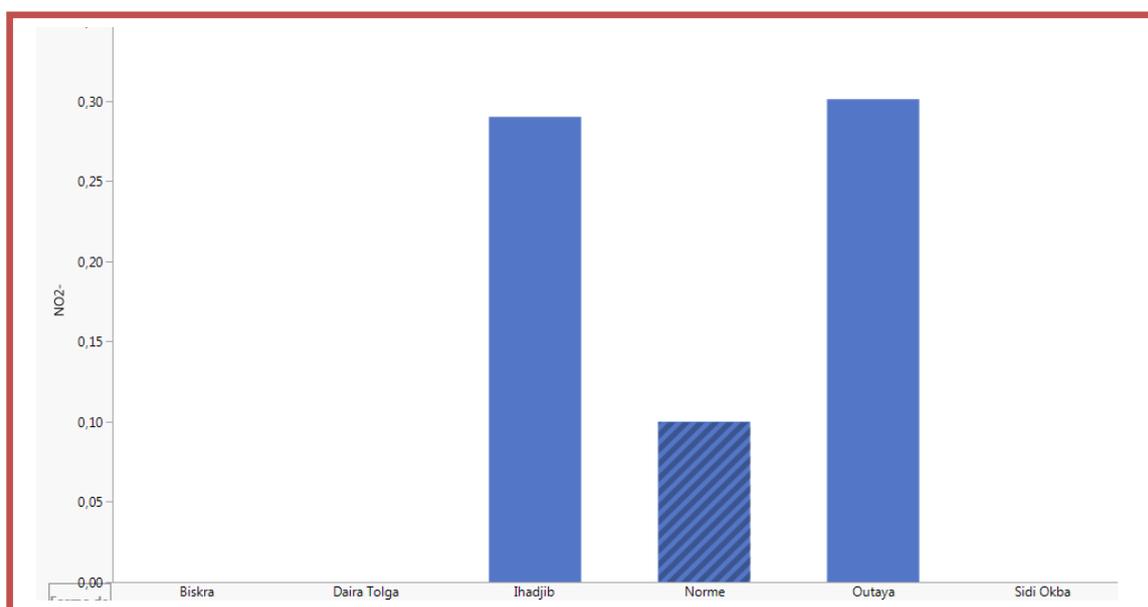


Figure IV.14 : Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de Concentration de NO_2^-

Les résultats des analyses des échantillons d'eau de la zone d'étude dans F1 , F2 , F3 que montrent une absence de Nitrite donc toutes les valeurs sont conformes à la Norme Algérienne (0.2mg/l)montrent que la teneur en azote nitreux est dont il est très élevé en prélèvement F4(0.29mg/l) et F5 (0.301mg/l) passés la norme Algérienne d'eau .

Selon, les nitrites proviennent d'une oxydation incomplète des matières organiques. Comme les nitrates, les nitrites sont très répandus dans les eaux. Les fortes teneurs correspondent à la réduction des nitrates en nitrites par les anaérobies sulfito-réducteurs. Elles peuvent également être liées à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac.

montre que Le nitrite étant toxique pour l'organisme l'être humain la présence en quantité importante dégrade la qualité de l'eau. La toxicité liée au nitrite est très significative en raison de leur pouvoir oxydant. [59]

IV.3.12. Nitrate NO₃⁻

Nom de Forage	forage Résidence elwali (Biskra)	Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)	Forage Ancien Daira (Tolga)	Forage El Hadjib	Forage Labrach (Tolga)	Normes
NO ₃ ⁻	24	10	6.8	47.69	7.44	50

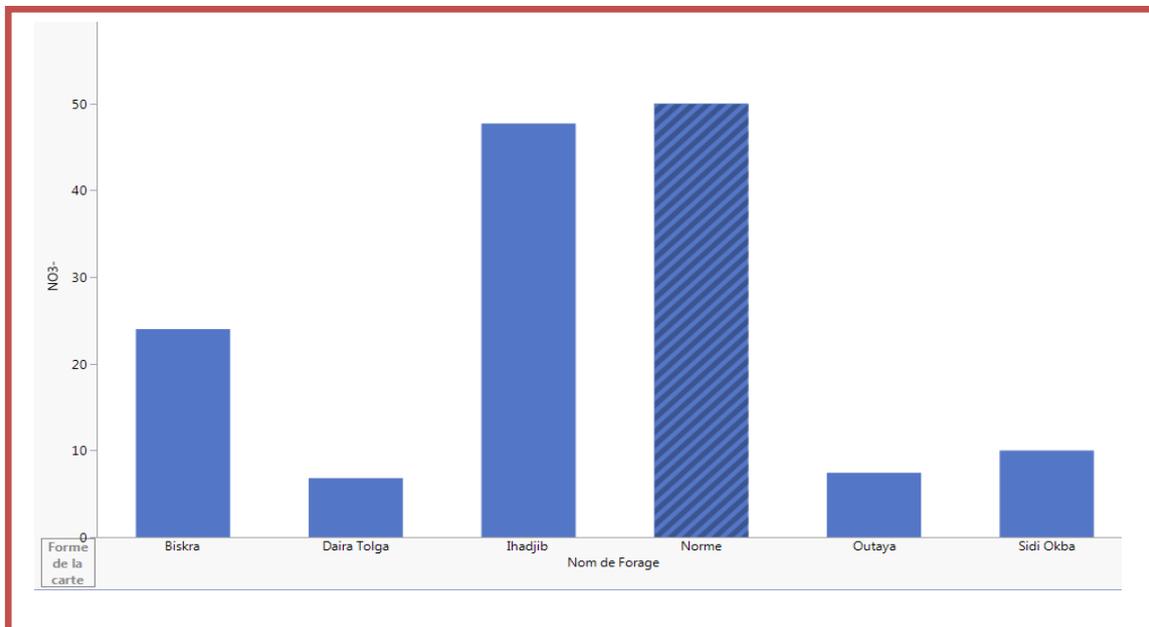


Figure IV.15 : Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de Concentration de NO₃⁻

Les résultats obtenus à partir de nos prélèvements indiquent la présence de nitrate dans Sif el Menadi et chott Haloufa en quantité faible entre 6.8 et 47.69 mg/l ce résultat sont conforme aux normes d'eau potable 50 mg/l.

De ce fait, les eaux étudiées ne sont pas sujette à un risque de pollution par les nitrates. Ces nitrates sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques ou des engrais de synthèse ou naturels d'après Samak (2002). [60]

IV.3.13.La valeur de Fe Total

Nom de F Forage	forage Résidence elwali (Biskra)	Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)	Forage Ancien Daira (Tolga)	Forage El Hadjib	Forage Labrach (Tolga)	Normes
Fe total	0	0	0	3.02	3.019	0.3

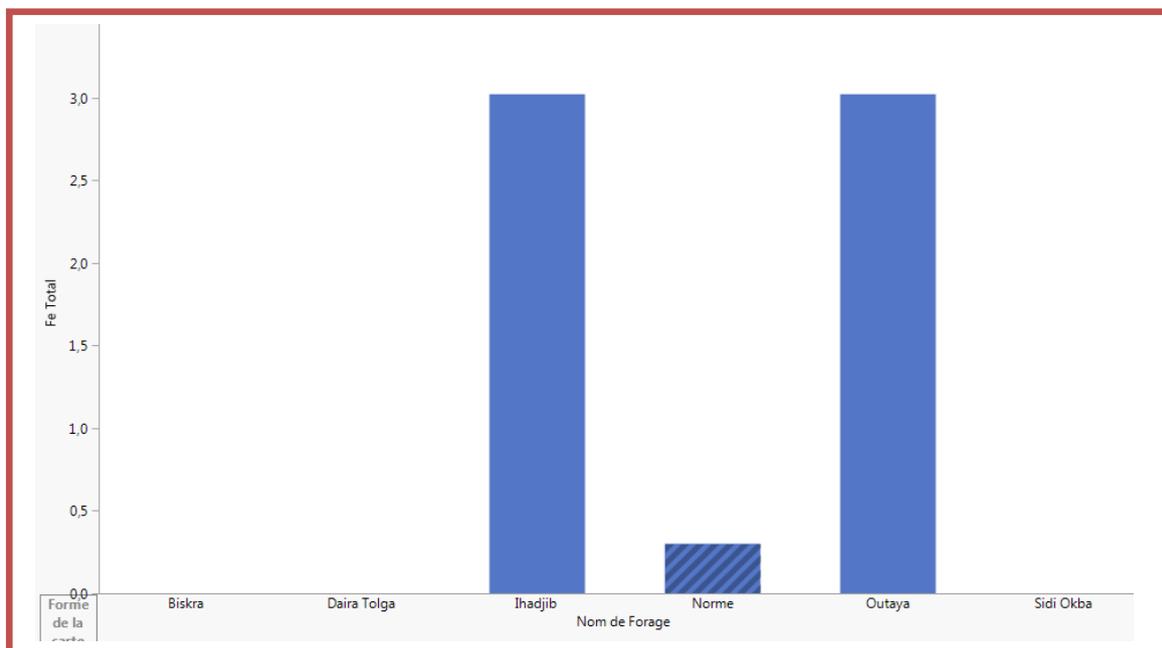


Figure IV.16 : Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de Fe Total

Le fer est un élément essentiel pour la fonction de l'hémoglobine dans le sang humain). Les besoins quotidiens sont estimés à environ 10 milligrammes (mg) par jour, selon votre âge et votre sexe.

L'eau potable algérienne a été déterminée comme ayant une concentration maximale en fer de 0,3 mg/L. Notre les résultats ont montré que les valeurs des échantillons étudiés F1=F2 = F3=0 , respectaient toutes la norme d'eau potable algérienne, à l'exception des valeurs F4(3.02mg/l) et F5(3.019mg/l) qui dépassaient toutes la norme d'eau potable algérienne.

La présence de fer dans les sources naturelles indique la dégradation des roches et des minéraux du sol.

IV.3.14. L'Ammonium NH_4^+

Nom de Forage	forage Résidence elwali (Biskra)	Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)	Forage Ancien Daira (Tolga)	Forage El Hadjib	Forage Labrach (Tolga)	Normes
NH_4^+	0	0	0	0	0	0.5

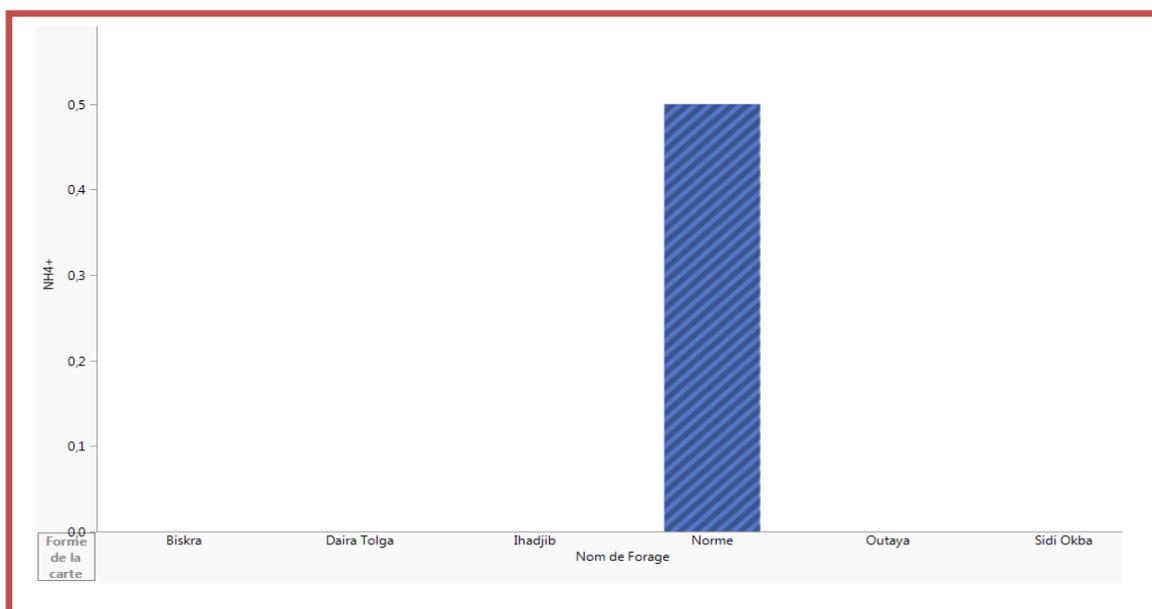


Figure IV.17 : Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de NH_4^+

Les résultats des analyses des échantillons d'eau de la zone d'étude montrent une absence d'Ammonium donc toutes les valeurs sont conformes à la Norme Algérienne (0.5mg/l)

IV.3.15. Phosphate PO_4^{3-}

Nom de Forage	forage Résidence elwali (Biskra)	Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)	Forage Ancien Daira (Tolga)	Forage El Hadjib	Forage Labrach (Tolga)	Normes
PO_4^{3-}	0	0	0	0	0	0.5

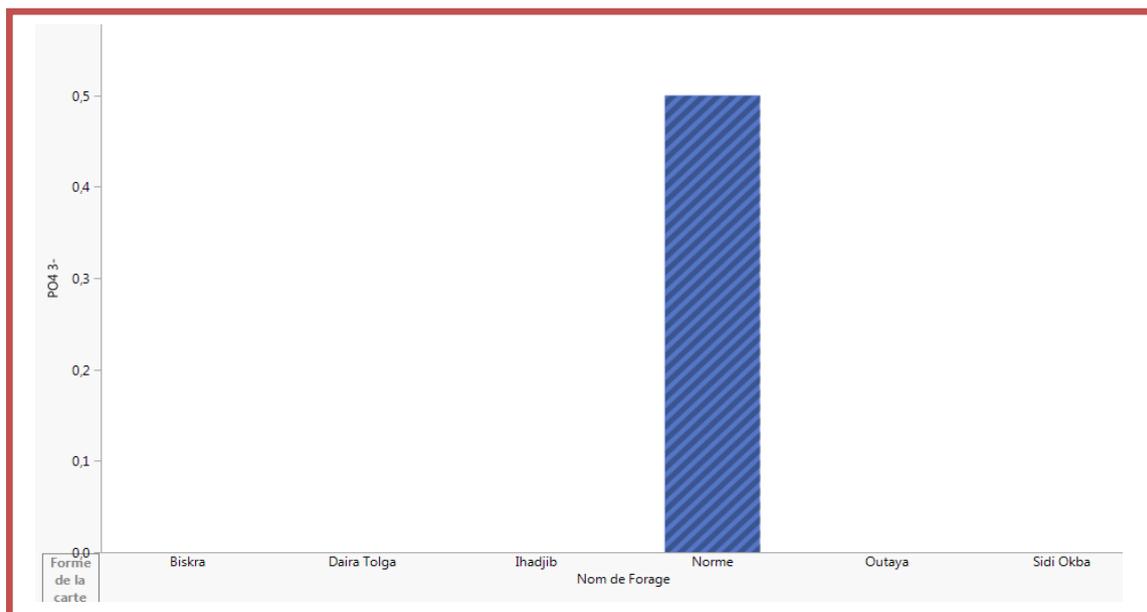


Figure IV.18 : Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de PO_4^{3-}

Les résultats des analyses des échantillons d'eau de la zone d'étude montrent une absence de Phosphate donc toutes les valeurs sont conformes à la Norme Algérienne (0.5mg/l). Cela montre une absence de pollution par détergents le phosphate ont généralement responsables de l'accélération du phénomène eutrophisation dans les lacs

ou les rivières. S'ils dépassent les normes, ceux-ci sont considérés comme indice de contamination fécale entraînant une prolifération des germes, goût et coloration. [61]

IV.3.16. Les sulfates SO_4^{2-}

Nom de Forage	forage Résidence elwali (Biskra)	Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)	Forage Ancien Daira (Tolga)	Forage El Hadjib	Forage Labrach (Tolga)	Normes
SO_4^{2-}	229	110	134	394	231	400

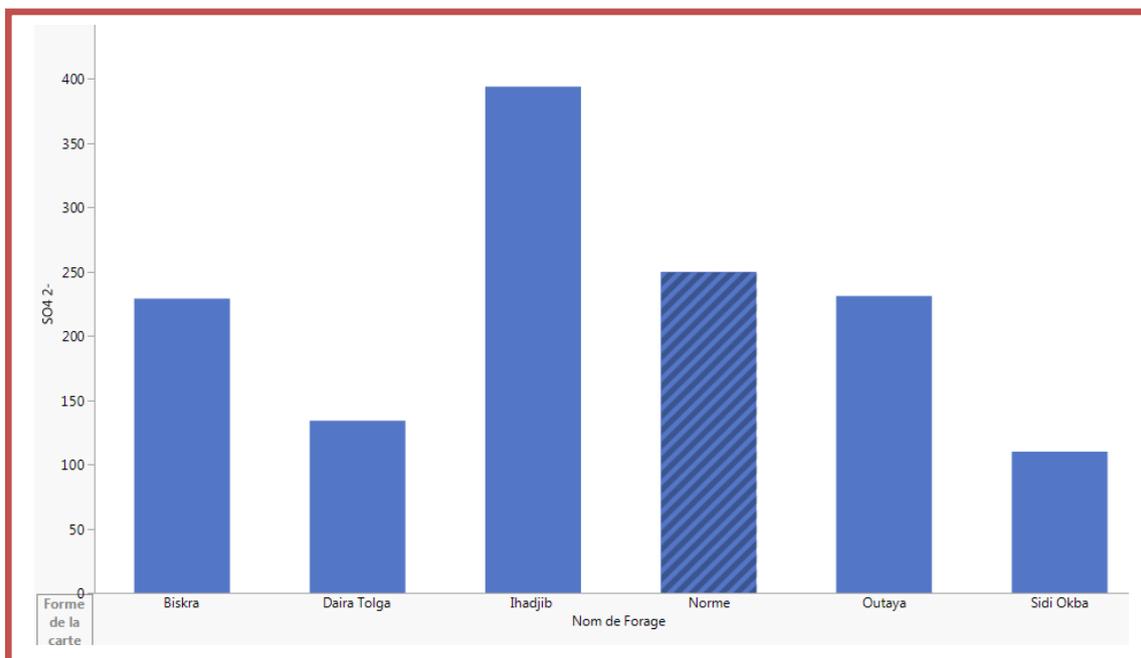


Figure IV.19 : Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de SO_4^{2-}

Les sulfates (SO_4^{2-}) proviennent du ruissellement ou d'infiltration dans les terrains à gypse. Ils résultent également de l'activité de certaines bactéries (chlorothiobactéries, rhodothiobactéries, etc. [62]

Le graphique des sulfates (Figure . IV.19) montre que les échantillons prélevés contiennent des sulfates allant de 110 mg/L à 394 mg/L. pour lui les valeurs mesurées ne dépassaient pas significativement les valeurs guides de la norme algérienne (400 mg/L), sauf que F4(394mg/l) dépassait la norme spécifiée.

D'une façon générale, la présence de sulfate dans des eaux naturelles "non polluées" invoque la présence de gypse ou de pyrite . [63]

IV.3.17. Le Sodium Na^+

Nom de Forage	forage Résidence elwali (Biskra)	Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)	Forage Ancien Daira (Tolga)	Forage El Hadjib	Orage Labrach (Tolga)	Normes
Na^+	520	250	320	660	40	200

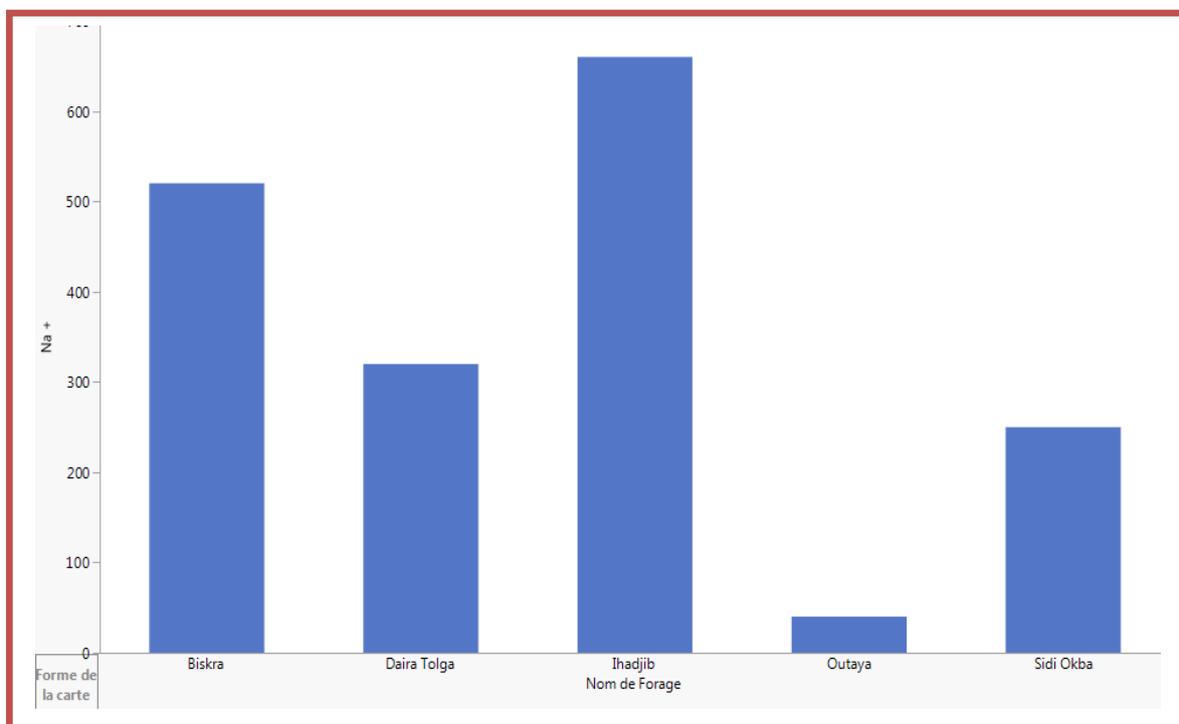


Figure IV.20 : Diagramme représentatif des résultats d'analyses du paramètre de Na^+

Le sodium provient essentiellement de la dissolution de l'Halite, les eaux trop chargées en sodium deviennent saumâtres et prennent un goût désagréable

L'eau de l'aquifère composite terminal contient une concentration en sodium très élevée qui dépasse la norme de l'eau algérienne (200 mg/l); le maximum est d'environ F4 (660 mg/l) et le minimum est de F5 (40 mg/l) . [64]

Selon les résultats de l'analyse effectuée au cours de l'étude, les niveaux de sodium étaient très concentrés. Si ce paramètre n'est pas pris en compte, la majeure partie de l'eau analysée au cours de cette étude n'est pas potable.

IV.3.18. Le Potassium K⁺ :

Nom de Forage	forage Résidence elwali (Biskra)	Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)	Forage Ancien Daira (Tolga)	Forage El Hadjib	orage Labrach (Tolga)	Normes
k ⁺	22	22	10	80	5	12

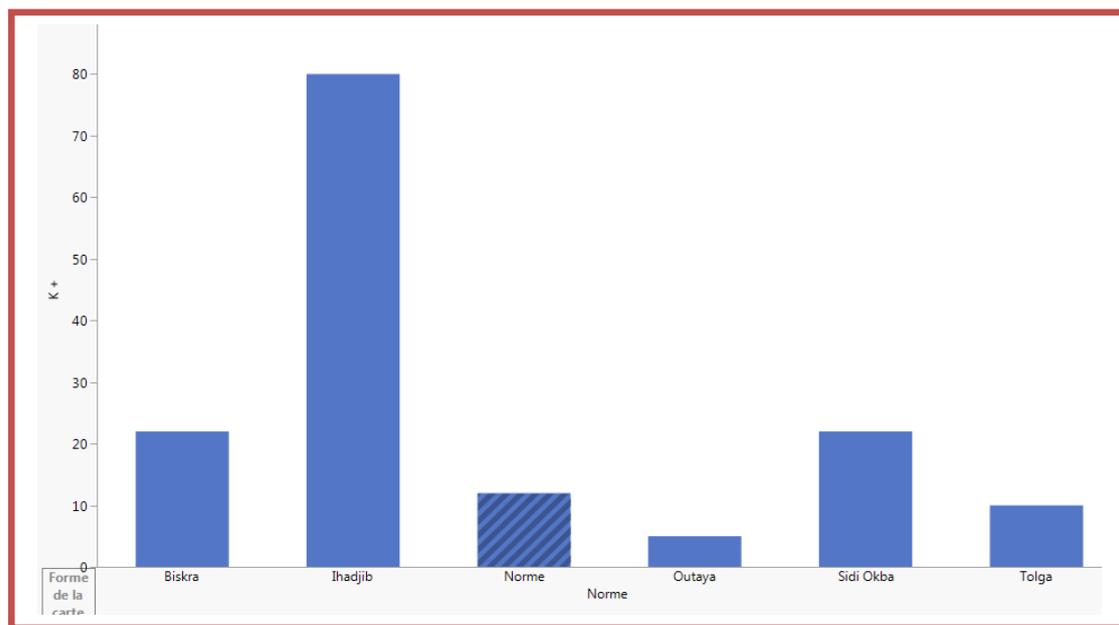


Figure IV.21 : Diagramme représentatif des résultats d’analyses du paramètre de K⁺

Les résultats d'analyses d'échantillons d'eau de la zone d'étude ont montré un taux de potassium variant entre 5 mg/L et 80 mg/L. La valeur maximale est stockée dans Niveau F4 (80 mg/L) et la valeur la plus basse enregistrée au niveau F5 (5 mg/L). Toutes les valeurs correspondent au critère de potabilité algérien (12 mg/L) sauf que F1= F2 et F4 ne répondent pas au critère de l'eau algérienne.

IV.4. Interprétation des résultats microbiologique

Les analyses bactériologique ont été effectuées au niveau de laboratoire ADE de Biskra qui consiste à la recherche des Coliformes totaux et fécaux, des Streptocoques fécaux, anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) . Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant (tableau)

	Les Paramètres	Unité	Résultat					Les normes d' Eau brute Souterraine
			F1	F2	F3	F4	F5	N.A
Paramètres Bactériologiques	Coliformes totaux	/	00	00	00	00	00	/
	Escherichia Coli	n/100 ml	00	00	00	00	00	00
	Entérocoques	n/100 ml	00	00	00	00	00	00
	Bactéries silfite- réducteurs	n/20 ml	00	00	00	00	00	00

Tableau IV.2 : Les résultats des analyses microbiologiques de l'échantillon pour les eaux des Forages

N. A: Norme Algérienne relative au décret exécutif N° 14-96.

F1 : forage Résidence elwali (Biskra)

F2 : Forage Complexe Islamique(Sidi Okba)

F3 : Forage Ancien Daira (Tolga)

F4 : Forage El Hadjib

F5 : Forage Labrach (Tolga)

L'analyse bactériologique peut mettre en évidence une contamination fécale de l'eau . Les microorganismes pathogènes sont divers et variés et ne peuvent donc pas faire l'objet de recherches spécifiques. De plus, dans le cas des virus, leur identification est très difficile, voire impossible, car leur durée de vie peut être courte.

Pour ces différentes raisons, il est ceux-ci sont plus faciles à entretenir avant de rechercher des bactéries qui sont constamment abondantes dans les excréments humains et animaux à sang chaud dans le milieu extérieur ce sont : Germes totaux, les coliformes totaux, les coliformes fécaux , streptocoques fécaux et les anaérobies sulfito-réducteurs (ASR). Les résultats obtenus sont nettement nuls .

Pour une eau de bonne qualité bactériologique, l'absence totale de bactéries pathogènes est nécessaire et souhaitable pour se conformer aux normes nationales et internationales. D'autre part, une eau de mauvaise qualité bactériologique est basée sur le nombre de bactéries pathogènes

➤ **Germes totaux ,Coliformes fécaux totaux :**

Nos résultats ont montré que l'eau des deux puits était complètement exempte Germes totaux , de coliformes totaux et de coliformes fécaux.

➤ **Streptocoque fécaux:**

La réglementation de notre pays impose l'exclusion de 100 ml de Streptococcus faecalis, et il en va de même pour nos eaux, où nous avons constaté une absence totale de Streptococcus faecalis dans les eaux que nous avons étudiées. Cela répond aux normes de consommation alentours.

➤ **Les anaérobies sulfito-réducteurs (ASR):**

Selon la réglementation algérienne, 20 ml d'eau de boisson ne doivent pas contenir de anaérobies sulfito-réducteurs et aucune colonie noire entourée d'un halo noir ne doit apparaître.

Des échantillons indiquent que nos eaux sont exemptes de spores de anaérobies sulfito-réducteurs ,Conforme aux normes.

A high-speed photograph of a water splash, showing a large, curved splash of water with many smaller droplets and bubbles. The water is a clear, vibrant blue. The text 'Conclusion Générale' is overlaid in the center of the splash.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Conclusion Générale

L'étude menée au cours de ce modeste travail a pour but de déterminer à quel niveau des différents points d'eau (forages, réservoirs ou robinets) on peut effectuer une étude ou une évaluation d'une eau destinée à la consommation humaine en terme de qualité organoleptique, physico-chimique et bactériologique. La ville de Biskra a été le cadre de cette étude.

Du point de vue physico-chimique et bactériologique, l'ensemble des résultats obtenus ont révélé que :

Les résultats de l'analyse physique et chimique et bactériologique des eaux souterraines dans plusieurs zones de la région de Biskra ont été obtenus durant la période février 2022 / mars 2022.

Il peut être considéré comme acceptable et ne représente pas un danger pour la consommation, mais des concentrations très élevées dans la région de Biskra, qui représentent sans aucun doute un danger pour la population.

Du point de vue bactériologique, les puits étudiés sont considérés comme acceptables et n'a montré aucune contamination bactérienne, ce qui a prouvé l'efficacité du traitement de désinfection du puits. Par conséquent, une surveillance renforcée et un contrôle strict et régulier de cet élément important tout au long de l'année sont fortement recommandés, car l'eau est un milieu favorable à la prolifération des bactéries et autres organismes vivants pathogènes lorsqu'elle est contaminée par des matières organiques. Et ne représentent pas un danger, pour la comparaison des propriétés physico-chimiques, l'eau de puits de El Hadjib a des teneurs élevés par rapport l'eau de puits de région de Biskra notamment pour les ions calcium et magnésium et le potassium, le sodium, fer, titre hydrométrique (TH), conductivité, les chaleurs, qui probablement pour origine les pratiques de fertilisation agricole, accompagnées de teneurs excessives due à l'influence de la géologie du terrain traversé et se charge de sels minéraux.

L'eau est synonyme de vie et de santé, mais elle peut être source de maladies mortelles Epidémies et nuisances. En fait, l'approvisionnement en eau pose un double problème car Quantité et qualité vont de pair.

La rareté de l'eau est connue pour entraver la croissance démographique et réduire production alimentaire. L'eau devient progressivement un facteur limitant du développement humain nature humaine.

Il est vrai que l'eau représente un facteur de santé et de progrès des populations, mais aussi

Conclusion Générale

Le vecteur le plus important pour la transmission de plusieurs maladies, connues sous le nom de maladies hydriques.

La pollution menace à chaque minute toutes nos belles aires protégées, c'est pour

Il est devenu très utile d'effectuer des inspections et des analyses physico-chimiques

Arroser régulièrement.

Il est donc dans l'intérêt de tous de le protéger.

L'eau est un élément vital, il est donc nécessaire de la préserver et d'assurer sa pérennité, non seulement pour fournir aux êtres humains en quantité suffisante pour répondre à ces besoins, mais aussi pour s'assurer qu'il est d'une qualité irréprochable. C'est l'objet de notre recherche. Aujourd'hui, la qualité de l'eau et l'environnement nous concernent tous. La qualité de l'eau est avant tout une exigence sanitaire. C'est pourquoi il est nécessaire de le traiter et de le préserver.

Pour éviter la possibilité de tout risque pour la santé, il est recommandé de :

- Traiter l'eau domestique avec de l'hypochlorite
- Utilisation des compte-gouttes
- Extension des réseaux d'eau potable en milieu rural
- Conception des réseaux d'assainissement
- Collecte des ordures
- Protection des bassins versants.

- [1] **Nour El-Houda Riguet**, 2019, Examineur Contribution à l'étude de qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de sources (Guedila, Manbaa et El-Kantara); cas d'étude la région de Biskra . Université de Biskra .
- [2] **Gil Michard** , Chimie des eaux naturelles. Principes de géochimie des eaux .
- [3] **MERAH Abdelkader** , 2019 , Pour l'obtention du diplôme de Master en biologie réalisé au Laboratoire de Microbiologie, Université de Mostaganem , Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.
- [4] **BENMOUSSA Hasnia** , 2018 , Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf ,Faculté de Chimie Département de Génie Chimique ,Polycopié Chimie des eaux, Ce cours est destiné aux étudiants de Master 1 Génie des Procédés de l'Environnement.
- [5] **Guermah Djedjiga ; Tadjadit Karima** ;Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux brutes et traitées du barrage Taksebt (cas de la station monobl).
- [6] **HÉBERT, S. et S. LÉGARÉ**, 2000. Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq no ENV-2001-0141, rapport n° QE-123, 24 p.
- [7] **DEROUAZ SIHAM , BELMADI HASSIBA** , Etude de la qualité bactériologique de l'eau provenant du Barrage Tilesdit, traitée et distribuée dans deux communes de la Wilaya de Bouira ,MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER.
- [8]Caractérisation physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de l'oued de Cheliff ,(Belguaqua, 2002).
- [9] <http://www.toutpourleforage.com/hydrogeologie-definition>.
- [10]https://www.atlasinfo.fr/En-France-la-moitie-des-eaux-de-surface-n-est-pas-debonne-qualite_a543.html.
- [11] **Mr BENYAHIA Larbii , Bochra** , 2020,Diagnostic de la station de traitement d'eau potable de Hammam Boughrara.
- [12] **BENYAHIA Larbii , ZAOUI Bochra** , 2020,Diagnostic de la station de traitement d'eau potable de Hammam Boughrara.
- [13] **Zakijamal et Neghbil Amina** , 2020 , Méthodes de traitement des eaux polluée par les colorants , Université de M'sila .

- [14]<http://fr.opencampus.surfrider.eu/cours/Sqw/pollution-marine-les-oceans-la-poubelle-du-monde>
- [15]**Tizi Rached et Ait Toudert**, Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques et bactériologiques sur deux périodes d'échantillonnage de deux sources d'eau au niveau de deux communes , Wilaya de TiziOuzou.
- [16]**Babou Lyliia**, Suivi des paramètres physico-chimiques et biologiques des eaux brutes et traitées de la STEP Est de Tizi-Ouzou.
- [17]**BARKAT Kenza** , 2016 , Suivi de la qualité physico-chimique des eaux du Barrage Béni Haroun. Université des Frères Mentouri Constantine.
- [18]**KEDDARI Dounia**, 2015, Mise au point des techniques de mesure de la DBO5, des formes azotées et des paramètres physiques des eaux superficielles.
- [19]<https://www.issep.be/wp-content/uploads/16-P-16-Mesure-de-la-conductivite-C3-A9-in-situ.pdf>
- [20] **MEZIANE Imane & ZAOUI Bochra** ,2022 , Mémoire de fin de formation pour l'obtention du diplôme Technicien Supérieur, Institut National Spécialisé dans la Formation Professionnelle MENOUAR Hebri - Maghnia .
- [21]<https://www.issep.be/wp-content/uploads/19-P-19-Mesure-de-la-turbidite-C3-A9-in-situ.pdf>
- [22] **Abderrazak ATALLAH** , procède de dessalement et qualité physico-chimique de l'eau dessalée par la station de dessalement de l'eau de mer de honaine - teneurs : cations, anions et métaux lourd.
- [23]**BELHADJ Sara** , 2018 , Analyse de la qualité de l'eau suivant les normes de potabilité de quelques sources naturelle dans la commune de Feraoun (Wilaya Bejaia).
- [24]**MEZIANE Imane** , 2010, Diagnostic de la station de traitement d'eau potable de Hammam Boughrara
- [25]**Dr. BENMOUSSA Hasnia** , 2018 , Polycopié , Ce cours est destigné aux étudiants de Master 1 , Génie des Procédés de l'Environnement .p23
- [26]Fondation Nationale de la Santé , Manuel Pratique d'Analyse de l'Eau ,4ème édition, Brasilia, 2013, p51.
- [27]**ALLALI Samira** , 2016, Suivi de la qualité des eaux usées urbaines par la STEP de Bouira , UNIVERSITE DE BOUIRA.
- [28] **Imène BENZINA** , 2019 , Biodiversité des macroinvertébrés benthiques et évaluation multiparamétrique de la qualité des cours d'eau dans la réserve de biosphère du

Belezma (région aride du Nord Est Algérien). THESE Présentée en vue de l'obtention du diplôme Doctorat Troisième Cycle LMD , l'Université Mostefa Ben Boulaid Batna ,
[29] **MERAH Abdelkader**, 2018 , étude de la qualité physico-chimique et microbiologique de l'eau des puits de la région el HASSIANE. Pour l'obtention du diplôme de Master en biologie.

[30] Concentration selon le journal Officiel de la République Algérienne .Décret exécutif n° 11-124du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 23 mars 2011 relatif, qualité de l'eau de consommation humaine

[31] Paramètres physiques et chimiques des eaux et commentaires , publié le 1 janvier 2015, Catégories [Paramètres physiques et chimiques de l'eau : INDICATEURS DES POLLUTIONS](#))

[32] **Touhari Fadhila** , Etude de la Qualité des Eaux de la vallée du Haut Cheliff, 2015 . P22. THÈSE DE DOCTORAT ES-SCIENCES DE L'ÉCOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE.

[33] Guide des Analyses Physico-chimiques des eaux destinées à la consommation humaine , Version 2019, p50.

[34] **DEROUAZ SIHAM** , 2018 , Etude de la qualité bactériologique de l'eau provenant du Barrage Tilesdit, traitée et distribuée dans deux communes de la Wilaya de Bouira. MEMOIRE DE FIN D'ETUDES EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER , humaine , Version 2019, p50.

[35] **MOKDADI Hadjer** , **MESSAI AHMED Nihad** , 2015 , Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'El-Oued (Cas du lac Ayata, chott Marouan, lac Sif El-Menadi et chott Halloufa,. En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique Filière : Sciences biologiques.

[36] **Bengaibona** , 2010 , Analyse comparée des qualités microbiologique et physico-chimique des eaux de pluie stockées dans des citernes en Ferro ciment : Cas des impluviums de DORI.

[37] **El Attiffi El Ouadrassi Ali** , 2011 , LA QUALITE MICROBIOLOGIQUE DES EAUX DE BAIGNADE THESE Pour l'Obtention du Doctorat en Pharmacie ,

[38] **Recommandations pour qualité eau potable Canada : document technique Escherichia-coli** , mars 2020.

[39] <https://www.vitamedz.com/ar/6000108-ولاية-بسكرة-الجزائر-Articles-0-274-1.html>

- [40] https://www.researchgate.net/figure/a-et-b-Situation-geographique-de-la-ville-de-Biskra-c-carte-de-decoupage_fig3_317259488
- [41] Digital Journal of Archaeology, Architecture and Arts , Le paysage oasien entre perception et réalité Dr. Soumia Bouzahar, Université Med Kheider- Biskra, Algérie.
- [42] **Sari Hassiba** , 2014. Contribution a l'étude de la qualité chimique et bactériologique de l'eau de la source « ATTAR» (TLEMEN). Mémoire magister. Université ABOUBEKR BELKAID TLEMEN . P92.
- [43] **E. DERWICH. et al.** (2010) Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluvial du haut sebou en aval de sa confluence avec oued Fès. Journal Larhyss, n°8, pp.101- 112.p105.
- [44] **Jean RODIER Bernard LEGUBE, Nicole MERLET et coll.** 2009 L'Analyse de l'eau 9e édition Entièrement mise à jour, P79 .
- [45] METHODE DF'ESSAI ;MEAC-LAB 10 ,LABORATOIRES DE L'ADE , DOSAGE DES NITRATES PAR SPECTROMETRIE D'ABSORPTION MOLECULAIRE.
- [46] Norme des eaux,Méthode d'essai ,MEAC-LAB 09 ,laboratoires de l'ade ,version 1 détermination de l'alcalinité titre alcalimétrique simple (ta) et titre alcalimétrique complet (tac)
- [47] **Jean RODIER et Bernard LEGUBE, Nicole MERLET et coll.** L'Analyse de l'eau,9e édition ,Entièrement mise à jour. p 65.
- [48] Norme des eaux,Méthode d'essai ;MEAC-LAB 05 , laboratoires de l'ADE dosage des nitrites par spectrométrie d'absorption moléculaire.
- [49] Norme des eaux ,Méthode d'essai ;MEAC-LAB 14 , laboratoires de L'ADE , dosage du fer par spectrométrie a la phenantroline -1,10
- [50]] Norme des eaux, Méthode d'essai ;MEAC-LAB 06,laboratoires de L'ADE , détermination du phos-phore par spectrométrie a l'aide du molybdate d'ammonium.
- [51] **MOUAZ Nasreddine ,BENTCHICH Khedidja** , 2017 , Caractérisation physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de l'oued de Cheliff , Université de Khemis-Miliana Mémoire de fin d'étude En vue de l'obtention du Diplôme de Master .
- [52] **Hadj Chahinez** , 2020 , Etude comparative de la qualité physico-chimique et bactériologique entre eau de puits de Si Abdelghani (Tiaret) et Puits de Daïa(Ghardaïa),Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de MASTER .p31 -67.

[53] **Hadj Chahinez** , 2020 : Etude comparative de la qualité physico-chimique et bactériologique entre eau de puits de Si Abdelghani (Tiaret) et Puits de Daïa (Ghardaïa) Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de MASTER Domaine , Univ. Ghardaïa .p31 -67.

[54] **Daifallah Meryem-Maoui Yasmine**, Recherche des endoparasites chez une famille des Calpterigidae (Odonates) et évaluation de la qualité bactériologique de l'eau d'Oued Chénior et de Oued Zénati (Guelma), Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master, p63

[55] **OMS**, (2006). Paludisme: lutte antivectorielle et protection individuelle, Série de Rapports techniques, N°936, 71p.

[56] **Journal Officiel de la République Algérienne (JORA).**, (2011). Décret exécutif n° 11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif, qualité de l'eau de consommation humaine .

[57] **A. AYOUBA MAHAMANE et B. GUEL** / Int. J. Biol. Chem. Sci. 9(1): 517-533, 2015, ARTICLE , Caractérisations physico-chimiques des eaux souterraines de la localité de Yamtenga Burkina Faso.

[58] **Hadj Chahinez** , 2020 , Etude comparative de la qualité physico-chimique et bactériologique entre eau de puits de Si Abdelghani (Tiaret) et Puits de Daïa (Ghardaïa). Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de MASTER , Univ. Ghardaïa.

[59] **MOKDADI Hadjer ,MESSAI AHMED Nihad** , 2015, Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'El-Oued (Cas du lac Ayata, chott Marouan, lac Sif El-Menadi et chott Halloufa, MEMOIRE DE FIN D'ETUDE En vue de l'obtention du diplôme de Master

[60] **Nour El-Houda RIGUET** , 2019 ,Contribution à l'étude de qualité physico-chimique et microbiologique des eaux de sources (Guedila, Manbaa et El-Kantara); cas d'étude la région de Biskra mémoire Mastre

[61] **MOKDADI Hadjer ,MESSAI AHMED Nihad** , 2015, Contribution à l'étude de la qua-lité physicochimique et bactériologique des quelques zones humides de la wilaya d'El-Oued (Cas du lac Ayata, chott Marouan, lac Sif El-Menadi et chott Halloufa)), MEMOIRE DE FIN D'ETUDE En vue de l'obtention du diplôme de Master, Université El-Oued.

- [62] **Larhyss Journal**, ISSN 1112-3680, n°14, Juin 2013, pp. 21-36 © 2013 Tous droits réservés Larhyss/Journal n° 14, Juin 2013 ,ETUDE DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE DES EAUX SOUTERRAINES DE LA NAPPE PLIO-QUATERNAIRE DANS LA RÉGION DE MEKNÈS (MAROC) BELGHITI M.L.1 , CHAHLAOUI A.1 , BENGOUMI D.2 , EL MOUSTAINE R.1
- [63] **Larhyss Journal**, ISSN 1112-3680, n° 12, Janvier 2013, pp. 25-36 © 2013 ,ETUDE DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE DES EAUX DE LA SOURCE AIN SALAMA-JERRI (REGION DE MEKNES –MAROC) GHAZALI D.1 , ZAID A.
- [64] **Zidane Mohammed Laid Soufi Mohammed**, 2018 , Etude hydrogéologique et hydrochimique de l'aquifère de Complexe Terminale (CT) de El-Oued (SE Algérie).
MEMOIRE DE FIN D'ETUDE En Vue De L'obtention Du Diplôme de Master ,
UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA .
- [65] **Hadj Chahinez** , 2020 , Etude comparative de la qualité physico-chimique et bactériologique entre eau de puits de Si Abdelghani (Tiaret) et Puits de Daïa (Ghardaïa).
Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de MASTER , Univ. Ghardaïa.

Annexes

Préparation des solutions (Laboratoire ADE) .

Préparation de solution EDTA 0,02N

-EDTA (poudre séchée pendant 1heure à 180°C) = 3,7264 g

-Eau distillée = 1000 ml 2.

Préparation de solution Acide chlorhydrique 0, 1N

- Acide chlorhydrique pure (HCL) = 8 ml - Eau distillée = 1000 ml 3.

Préparation de solution de Nitrates d'argent 0.02N

-Nitrate d'argent (AgNO₃ séché) = 1.600 g

- Eau distillée = 500 ml Conserver à l'abri de la lumière

Chromate de potassium K₂ CrO₄

-Chromate de potassium K₂ CrO₄ = 10 g

- Eau distillée = 100 ml

Tableau 1 : Paramètres physico-chimiques (Norme Algérienne de potabilité de l'eau) [65]

Variable	Concentration maximale admissible	Effets indésirables
Ph	6.5-8.5	PH acide, corrosion des conduites PH basique, diminue l'efficacité de la désinfection
Température	12 °C à < 22 °C	Basse, diminue l'efficacité de traitement Elevée, favorise la croissance microbienne et la formation des THM
Dureté total(TH)	500 mg/l de CaCO ₃	Entartrage des conduites. Consommation excessive de savon
Turbidité	2 NTU	Protège les micro-organismes contre les effets de la désinfection
Chlorures	200 - 500 mg/l	Saveur désagréable, effet laxatif Corrosion des conduites
Nitrates	50 mg /l	Risque de méthémoglobinémie infantile
Nitrites	0,1 mg/l	Risque de méthémoglobinémie infantile
Sulfate	200 - 400 mg/ l	Trouble gastro-intestinaux, corrosion des conduites
Fer	0,3 mg/l	Saveur désagréable. Tache de linge et la plomberie, favorise le développement de bactéries
Calcium	75 - 200 mg/l	Entartrage des conduites.
Magnésium	150 mg/l	Combiné au SO ₄ génère goût
Sodium	200 mg/l	A concentration élevée gêne les hypertendus

Annexes

Tableau 2 : Paramètres bactériologiques (Norme Algérienne de potabilité de l'eau) [65]

Paramètres	Concentration maximale admissible (eau désinfectée)	Effet sur santé et signification
<i>Germes totaux / 100 ml</i>	10	Indicateur d'efficacité du traitement
<i>Coliformes totaux et fécaux / 100 ml</i>	0	Gastro-entérite infantile, contamination fécale récente
<i>Streptocoques fécaux / 100 ml</i>	0	Contamination fécale récente
<i>Clostridium sulfite réducteur / 20 ml</i>	0	Contamination fécale ancienne