REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA

Faculté de Technologie

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Génie des Procédés
Spécialité : Génie de l'Environnement

Réalisé par :

Taibi Wissam
Rezgui Hassina

Suivi de la qualité physico-chimique des eaux du barrage Ghrib wilaya d'Ain Defla

Le jury composé de:

Mme. Saidoune Fatma Z	MCB	Université MEDEA	Président
Mme. Hamza Imane	MCB	Université MEDEA	Examinateur
Mme. Ghalem Naima	MCB	Université MEDEA	Encadreur
Mr. Hanini Salah	Pr	Université MEDEA	Co-Encadreur

Année universitaire: 2022/2023

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à:

***À** mes chers parents qui m'ont aidée par leurs amours et leurs encouragements pour réaliser mon travail*

***À** ma chère sœur Asmaa*

***À** mes chers frères Taher, Salah Eddine,…*

Et mon petit fils Assil

***À** toute ma belle famille*

***Á** mon marie Abdelmalek qu'il était le plus grand support de tout*

***Á** mes belles sœurs : Ikram, Kods, Hanine, Sadjida, Ghoufran.*

Et mes beaux parents

***Á** toute la famille Taibi*

***Á** ma chère amie et binôme Hassina pour sa patience et son sérieux*

***Á** la promotion Master **2022-2023** (LMD) de Génie des Procédés et de l''Environnement*

***Á** tous ceux que j'aime et tous ceux qui m'aiment.*

TAIBI Wissam

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à:

Tout d'abord á ma chère grand-mère

***À** mes chers parents qui m'ont aidée par leurs amours et leurs encouragements pour réaliser mon travail*

***À** mes chères sœurs «Imane, Soumia, Ghania»*

***À** mes chers frères «Houssem, Hcene, Souhieb et Fouad»*

***À** toutes Mes amies «Manel et Lamia,…»*

***Á** toute la famille REZGUI et HASNAOUI*

***Á** ma chère amie et binôme Wissam pour sa patience et son sérieux*

*Á la promotion Master **2022-2023** (LMD) de Génie des Procédés et de l'Environnement*

Á tous ceux que j'aime et tous ceux qui m'aiment.

REZGUI Hassina

Remerciements

Tout d'abord, Je tiens à remercier Dieu clément et miséricordieux de m'avoir donné la force et le courage démener à bien ce modeste travail.

Nous tenons à remercier vivement notre Promotrice ***Mme. GHALEM*** *et notre Co-promoteur* ***Mr. HANINI*** *d'avoir accepté de diriger ce travail et pour leurs précieux conseils et leurs encouragements durant le déroulement de ce travail.*

Nos vifs remerciements s'adressent à tous les membres de jury

Saidoune F & Hamza I

qui nous ont fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nous remercions également ***Mme. DJEZZAR*** *la directrice de l'ADE-Médéa et la responsable du laboratoire des analyses physicochimiques et bactériologiques* ***Mme. LOUNAS*** *et toute l'équipe de laboratoire qui nous a donné beaucoup des aidés.*

En fin, nos vifs remerciements à tous les enseignants du département de Génie des procédés et de l'Environnement.

Merci du fond du cœur…

Résumé: Suivi de la qualité physico-chimique des eaux du barrage Ghrib wilaya d'Ain Defla

La qualité de l'eau est l'une des préoccupations permanentes de l'homme qui lui a consacré toute une législation et a ratifié de nombreux protocoles et conventions internationaux pour sa protection et sa préservation. Ces dernières années, les barrages algériens ont été exposés à un impact important du changement climatique sur la qualité de l'eau. L'objectif principal de cette présente étude était de suivre la qualité physico-chimique du l'eau du barrage Ghrib situé dans la wilaya d'Ain Defla. Un échantillonnage a été prélevé mensuellement durant une période de six mois de Novembre 2022 jusqu'à Avril 2023. Les analyses ont été effectuées dans laboratoire de l'ADE wilaya de Médéa. Le suivi de la qualité de ces eaux s'est basée sur les mesures de la température, le potentiel d'hydrogène, la conductivité électrique et sur les dosages du calcium et du magnésium, les chlorures, les sulfates et des nitrates etc. Les résultats obtenus ont montré que les valeurs mesurées des paramètres physicochimiques des eaux analysées étaient toutes conformes aux normes algériennes ainsi ces eaux sont de bonne qualité.

Mots-clés : Barrage Ghrib, Analyse, Paramètre physico-chimique, Qualité de l'eau.

تعد جودة المياه من الإهتمامات الدائمة للإنسان الذي خصص لها تشريعًا كاملا وصادق على العديد من الإتفاقيات الدولية لحمايتها والحفاظ عليه.

تعرضت السدود الجزائرية في السنوات الأخيرة لتأثير لتغير المناخ على جودة المياه. الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو متابعة الجودة الفيزيائية والكيميائية لمياه سد غريب الواقع بولاية عين الدفلى، حيث تم أخذ عينات شهرية خلال فترة ستة أشهر من نوفمبر 2022 حتى أفريل 2023، التحليلات أجريت في مخبر ADE بولاية المدية. تعتمد مراقبة جودة هذه المياه على قياسات درجة الحرارة، امكانات الهيدروجين، التوصيل، الكهربائي، معايرة الكالسيوم والمغنيسيوم، الكلوريدات، الكبريتات والنترات ... إلخ. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن قيم قياسات العناصر الفيزيائية والكيميائية للمياه التي تم تحليلها كانت جميعها مطابقة للمعايير الجزائرية وبالتالي فإن هذه المياه ذات جودة نوعية جيدة .

الكلمات المفتاحية: سد غريب، تحليل، معامل، فيزيائي، كيميائي، جودة الماء.

Summary: Monitoring of the physico-chemical quality of waters dam Ghrib wilaya of Ain Defla

The quality of water is one of the permanent concerns of man who has dedicated a whole legislation to it and has ratified numerous protocols and international conventions for its protection and preservation. In recent years; Algerian dams have been exposed to a significant impact of climate change on water quality. The main objective of this present study was to follow the physico-chemical quality of the water of the Ghrib dam located in the wilaya of Ain Defla. A sample was taken monthly during a period of six months from November 2022 until April 2023. The analyses were carried an ADE laboratory wilaya of Medea. The monitoring of the quality of these waters is based on the measurements of the temperature, the hydrogen potential, the electrical conductivity and the dosages of calcium and magnesium, chlorides, sulphates and nitrates, etc. The results obtained showed that the measured values of the physicochemical parameters of the analyzed waters were all in conformity with the Algerian standards thus these waters are of good quality.

Keywords: Ghrib Dam, Analysis, Physicochemical parameter, Water quality.

SOMMAIRE

Dédicace
Remerciements
Résumé
Abréviations
Liste des figures
Liste des tableaux
Introduction générale……. **01**

CHAPITRE I: GENERALITES SUE L'EAU

I.1. Introduction……..……...……. **03**
I.2. Généralités……..…… **03**
I.2.1. Définition et l'importance de l'eau……..…….……..…… **03**
I.2.2. Les différents états de l'eau …….. **04**
I.2.2.1. L'état liquide…..……..……..……. **05**
I.2.2.2. L'état solide…….…….……. **05**
I.2.2.3. L'état gazeux…..……..…….……..…… **06**
I.3.Cycle de l'eau……..……..……. **08**
I.4. Composition de l'eau……..……...….... **09**
I.5. Utilisation de l'eau……..……..……..……... **10**
I.5.1. Eau domestique……..…….……...…… **11**
I.5.2. Utilisation agricole……..…….…….. **11**
I.5.3.Utilisation industriel……....……...…….…… **11**
I.5.4.Usages énergétiques……..……..…… **11**
I.5.5.Usages liés à la santé et récréatifs……..……..……..…… **11**
I.6. Cause de rareté de l'eau……..……...…….. **12**
I.6.1. La surexploitation ……..…….. **12**
I.6.2. La pollution……..……..…….……..……..…… **12**
I.6.3. La mauvaise technique d'irrigation……..……..…… **12**
I.7. Position de l'eau en Algérie……..……..……..…… **12**
I.8. Conclusion……..……..……..... **13**

CHAPITRE II : RESSOURCES ET QUALITE DE L'EAU

II.1. Introduction…….……..... **14**
II.2. Ressources en eau……..……..…… **14**

II.2.1. Les eaux souterraines……..……..…… **15**
II.2.2. Les eaux de surface…….…… **15**
II.2.3. Les eaux de mers et océans…..……..…… **16**
II.2.4. Les eaux usées……..……...…… **16**
II.2.5. Les eaux de consommation……..……...…… **16**

II.3. Paramètres de la qualité des eaux superficielles ……..…….... **17**

II.3.1. Paramètres organoleptiques……..……..……. **17**

II.3.1.1. Couleur……..……..…… **17**
II.3.1.2. Odeur…..……..……. **17**
II.3.1.3. Gout…..……...…… **17**
II.3.1.4. Saveur ……..…..……...…… **17**
II.3.1.5. Flaveur…….…… **18**

II.3.2. Paramètres physiques……..…….. **18**

II.3.2.1.Température……..…… **18**
II.3.2.2. Conductivité électrique (CE)…..……..… **18**
II.3.2.3. Potentiel d'hydrogène (pH)……..…… **19**
II.3.2.4. Turbidité…..……. **19**
II.3.2.5. Oxygéné dissous.…..…… **20**
II.3.2.6. Résidu sec (RS)……..……...… **20**
II.3.2.7. Matières en suspension (MES)….……...… **20**
II.3.2.8. Salinité…..……...…. **21**

II.3.3. Paramètres chimiques...…… **21**

II.3.3.1. Calcium (Ca^{2+})...……...….. **21**
II.3.3.2. Magnésium (Mg^{2+})...……..…….. **21**
II.3.3.3. Chlorures (Cl^{-})...……..……...…….. **22**
II.3.3.4. Ion de Sodium (Na^{+}) ……..……..… **22**
II.3.3.5. Ion de Potassium (K^{+})……..……...… **22**
II.3.3.6. Ion d'Ammonium (NH_4^{+}) ……..……..…… **22**
II.3.3.7. Ion de Fer (Fe^{2+}) ……...……...… **22**
II.3.3.8. Ions Carbonates (CO_3^{2-}) et Bicarbonates(HCO_3^{-})…….…..…… **22**
II.3.3.9. Ion des Sulfates (SO_4^{2-}) ……..……. **22**
II.3.3.10. Ions des Phosphates (PO_4^{3-}) ……...……...… **23**
II.3.3.11. Ions Nitrates **(**NO_3^{-}) et Nitrites (NO_2^{-})….…… **23**
II.3.3.12. Titre alcalimétrique (TA)..…… **23**
II.3.3.13. Titre alcalimétrique complet (TAC)……...… **23**
II.3.3.14. Dureté total ou titre hydrotimétrique (TH)…… **24**
II.3.3.15. Demande biochimique en oxygène **(**DBO_5) …… **24**
II.3.3.16. Demande chimique en oxygène (DCO) …… **24**

II.4. Pollution de l'eau……..…… **25**

II.4.1. Origine de pollution…… **25**
II.2.4.1.1. L'industrie …… **25**
II.2.4.1.2. L'agriculteur……..……...… **25**
II.2.4.1.3. La pollution domestique…… **25**
II.2.4.1.4. La pollution par les eaux pluviales…… **25**
II.4.2. Principaux polluant……... **25**
II.4.2.1. Polluant physique…… **26**
II.4.2.2. Polluant chimique…… **26**
II.4.2.3. Biologique……... **26**
II.5. Qualité des eaux selon les normes……..… **26**
II.5.1. Les normes de l'organisation mondiale de la santé (OMS) …… **26**
II.5.2. Les normes algériennes …… **28**
II.6. Conclusion……...… **28**

CHAPITRE III: MATERIELS ET METHODES

III.1. Introduction……..…….. **29**
III.2. Présentation de la zone d'étude……..……... **29**
III.2.1. Sur le plan régional……....…….. **29**
III.2.2. Sur le plan géologique……. **30**
III.2.3. Utilisation de barrage Ghrib ……..…….…….……. **30**
III.2.4. Caractéristique du barrage Ghrib (Morpho-métrique) ……..…….. **31**
III.3.Présentation de l'algérienne des eaux (ADE-Médéa) ……..…… **31**
III.3.1. Organisation de l'ADE unité de Médéa…….……. **32**
III.4. Echantillonnage et prélèvement……..… **33**
III.4.1. Echantillonnage pour l'analyse physico-chimique…… **32**
III.4.2. Mode de prélèvement…… **32**
III.4.3. Conditionnement et transport des échantillons…… **33**
III.5. Travail de laboratoire……..… **33**
III.5.1. Méthodes d'acquisition des données…….…….. **33**
III.5.2. Objectifs …….…. **34**
III.6. Analyses de laboratoire……..… **34**
III.6.1. Analyses organoleptiques…… **35**
III.6.2. Analyses physico-chimiques…….…… **35**
III.7. Conclusion……..…….…… **43**

CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSIONS

IV.1. Introduction……..… **44**

IV.2. Résultats et discussions……. **44**

IV.2.1. Interprétation des résultats obtenus pour les paramètres organoleptiques…..... **44**

IV.2.2. Interprétation des résultats obtenus pour les paramètres physiques……. **44**

IV.2.2.1. Température…..……..……..….. **45**

IV.2.2.2. Potentiel d'hydrogène (pH)……... **45**

IV.2.2.3. Conductivité électrique (CE)…… **46**

IV.2.2.4. Turbidité……...…….……..….. **47**

IV.2.3. Interprétation des résultats obtenus pour les paramètres chimiques…….... **48**

IV.2.3.1. Chlorures (Cl^-) …… ……..…. **48**

IV.2.3.2. Calcium (Ca^{2+}). ……...…..…….……..…… **49**

IV.2.3.3. Magnésium (Mg^{2+}). …….……...…… **50**

IV.2.3.4. Dureté totale (TH). ……...…….…… **51**

IV.2.3.5. Sulfates (SO_4^{2-}) ……..……...……..…… **52**

IV.2.3.6. Titre alcalimétrique complet (TAC)……...…….…… **53**

IV.2.3.7. Résidu sec (RS). ……...……..……... **55**

IV.2.3.8. Matière organique. ……..…….. **55**

IV.2.3.9. Ammonium (NH_4^+).....…….. **56**

IV.2.3.10. Nitrates (NO_3^-) …….……..…… **57**

IV.2.3.11. Phosphates (PO_4^{-3})**.**. …….……..……. **58**

IV.3.Conclusion…….……..……. **59**

Conclusion générale **60**

Références bibliographiques **61**

ANNEXES

Annexe 01 **64**

Annexe 02 **65**

Annexe 03 **66**

Annexe 04 **67**

ABREVIATIONS

ADE	Algérienne Des Eaux
CE	Conductivité Electrique
CATO	Centre d'Accueil Téléphonique Opérationnel
DBO_5	Demande Biochimique en Oxygène
DCO	Demande Chimique en Oxygène
EDTA	Ethyle-Diamine-Titra-Acétique
MARE	Ministère Algérien des Ressources en Eaux
MES	Matières en Suspension
MO	Matière Organique
NTU	Unité Néphélémétrie de la turbidité
Obsc	Obscurité (absence de la lumière)
OD	Oxygène Dissous
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
pH	Potentiel Hydrogène
RS	Résidu Sec
TA	Titre Alcalimétrique
TAC	Titre Alcalimétrique Complet
TDS	Taux de Sels Dissous
TH	Titre Hydrométrie (Dureté Totale)

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I: GENERALITES SUE L'EAU

Figure I.1. La géométrie de la molécule d'eau……. **04**
Figure I.2. Les états de l'eau……..……...… **05**
Figure I.3. Désordre des molécules……..…… **05**
Figure I.4. Structure cristalline des molécules d'eau…… **06**
Figure I.5. Désordre maximale des molécules…….…… **07**
Figure I.6. Diagramme de phase de l'eau…….…….…… **08**
Figure I.7. Cycles de l'eau ……...…… **09**

CHAPITRE II : RESSOURCES ET QUALITE DE L'EAU

Figure II.1. La répartition de l'eau sur terre …….. **14**

CHAPITRE III: MATERIELS ET METHODES

Figure III.1. Photo réelle du barrage Ghrib…….……..… **29**
Figure III.2. Localisation géographique de barrage Ghrib (Google modifier 2022)..... **30**
Figure III.3. Résultats des chlorures……..……..……..… **37**
Figure III.4. Détermination des sulfates……..… **39**
Figure III.5. Détermination du titre alcalimétrique complet ……. **40**
Figure III.6. Changement de couleur de l'échantillon lors d'essai.…..……. **41**
Figure III.7. Résultats du test d'Ammonium…….……... **42**

CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSION

Figure IV.1. Comparaison des résultats des températures obtenus avec la norme… **45**
Figure IV.2. Comparaison des résultats du pH obtenus avec la norme...…… **46**
Figure IV.3. Comparaison des résultats de la conductivité électrique obtenus avec la norme ……...…….…….…….……. **47**
Figure IV.4. Comparaison des résultats des turbidités obtenus avec la norme ……. **48**
Figure IV.5. Comparaison des résultats du chlorure obtenus avec la norme …..…. **49**
Figure IV.6. Comparaison des résultats du Calcium obtenus avec la norme……... **50**
Figure IV.7. Comparaison des résultats du Magnésium obtenus avec la norme …. **51**
Figure IV.8. Comparaison des résultats des duretés totales obtenus avec la norme **52**
Figure IV.9. Comparaison des résultats du sulfate obtenus avec la norme…….…. **53**

Figure IV.10.	Comparaison des résultats du titre alcalimétrique complet obtenus avec la norme ……..……..…….……...……..…..	**54**
Figure IV.11.	Comparaison des résultats du résidu sec obtenus avec la norme……..	**55**
Figure IV.12.	Comparaison des résultats de la matière organique obtenus avec la norme……..……..…….……...……..……..….	**56**
Figure IV.13.	Comparaison des résultats du [NH_4^+] obtenus avec la norme …..…	**57**
Figure IV.14.	Comparaison des résultats du [NO_3^- obtenus avec la norme ……...	**58**
Figure IV.15.	Comparaison des résultats du [PO_4^{-3}] obtenus avec la norme..……	**59**

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE I: GENERALITES SUE L'EAU

Tableau I .1. Principales constantes physique de l'eau pure……..…… **07**

Tableau I .2. Composition de l'eau……...…….…… **10**

CHAPITRE II : RESSOURCES ET QUALITE DE L'EAU

Tableau II.1. Classification des eaux selon le type de l'eau, la conductivité (µS/cm) et la résistivité……..…… **18**

Tableau II.2. Classes de turbidité usuelles ……..…… **20**

Tableau II.3. Classification de l'eau selon la dureté totale…… **24**

Tableau II.4. Normes d'eau potable selon l'Algérie et selon l'OMS ……...… **27**

Tableau II.5. Grille normative pour estimer la qualité de l'eau en Algérie (2021)……... **28**

CHAPITRE III: MATERIELS ET METHODES

Tableau III.1. La fiche technique de barrage Ghrib…… **31**

Tableau III.2. Calendrier des prélèvements…… **32**

Tableau III.3. Les conditions de conservation de prélèvement…….. **33**

Tableau III.4. Types d'appareillages utilisés pour les différentes analyses …….. **34**

Tableau III.5. Types des solutions et des produits utilisés pour les différentes analyses... **34**

CHAPITRE IV: RESULTATS ET DISCUSSION

Tableau IV.1. Résultats d'analyse de la température…….…… **44**

Tableau IV.2. Résultats d'analyse du potentiel d'hydrogène……..… **45**

Tableau IV.3. Résultats d'analyse de la conductivité…… **46**

Tableau IV.4. Résultats d'analyse de la turbidité……..……..……..…… **47**

Tableau IV.5. Les résultats d'analyses des Chlorures……..……. **48**

Tableau IV.6. Les résultats d'analyses du Calcium……..……..... **49**

Tableau IV.7. Résultats d'analyse du Magnésium……..…..……..…….. **50**

Tableau IV.8. Résultats d'analyse de la dureté totale…..……..……..…… **51**

Tableau IV.9. Résultats d'analyse du Sulfate……..... **52**

Tableau IV.10. Les résultats d'analyse du titre alcalimétrique complet…….…….... **53**

Tableau IV.11. Résultats d'analyse du résidu sec….. ……..…… **54**

Tableau IV.12. Résultats d'analyse de la matière organique……..…….....… **55**

Tableau IV.13. Résultats d'analyses de l'Ammonium……..……..……..…… **56**

Tableau IV.14. Résultats d'analyse du Nitrate……..…….……..... **57**

Tableau IV.15. Résultats d'analyse du Phosphate……..…….....….. **58**

1 Introduction générale

Introduction générale

L'eau est un élément naturel indispensable à la vie. C'est une richesse nécessaire à toute activité humaine, et constitue le patrimoine d'une nation. Il s'agit d'un facteur de production déterminant dans le développement durable, elle participe à toutes les activités quotidiennes notamment, domestiques, industrielles et agricoles et pour ça il faut la protéger [**1]**.

Pour ces raisons l'homme a appris à maîtriser l'eau, toute fois il la rend impropre et polluée ce qui constitue une véritable menace pour la vie. En effet sa santé est altérée si l'eau dont il dispose est de mauvaise qualité ou bien si elle est polluée par des agents pathogènes. De ce fait on s'inquiète de sa qualité et ses caractéristiques physico-chimiques.

La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés et l'utilisation intensive des engrais chimiques en agriculture. Ces derniers produisent une modification chimique de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités. De nombreux travaux se sont aussi rapportées sur l'étude des différents effets des rejets industriels et urbains sur l'évolution de la qualité et la pollution des eaux**.**

La mobilisation des ressources en eau et leur régularisation sont assurées par l'exploitation des nappes d'eaux superficielles ou profondes. Dans les structures géologiques et par la réalisation de stockages de surface (les barrages). En Algérie, l'exploitation de ces ressources est très intense avec les besoins grandissants liés à l'essor démographique et le développement accéléré des activités économiques, notamment l'agriculture en irrigation et l'industrie .Ces dernières années, la qualité des eaux est devenue une opération majeure et obligatoire, afin de protéger l'environnement et la santé des êtres vivant ou l'exploitation pour la consommation humaine ou l'utilisation industrielle **[2]**.

L'objectif de notre travail est le suivi des paramètres physico-chimiques de l'eau du barrage Ghrib dans la wilaya d'Ain Defla pendant six mois de Novembre 2022 jusqu'à Avril 2023. Cette étude est répartie comme suite :

- Après une introduction, une première partie bibliographique a été consacrée aux généralités sur les eaux, et ce en montrant leurs propriétés et utilisations.

- Une deuxième partie est entamée à une étude théorique sur les sources et ce en montrant leurs caractéristiques organoleptiques, physicochimiques tel que: la température, le pH, la conductivité électrique, les alcalins (Na^+, K^+), les alcalino-terreux (Ca^{2+}, Mg^{2+}) et les ions (NO_3^-, NO_2^-, PO_4^{3-} CO_3^{2-}, HCO_3^-, Cl^-).
- Une troisième partie réservée à la présentation de la zone d'étude du barrage Ghrib, la description des matériels et les méthodes mis en œuvre dans ce travail, ainsi aux différents essais menés pour la mise au point des méthodes analytiques.
- Une quatrième partie détaille la discussion des résultats obtenus ainsi leurs interprétations, suivie par une conclusion générale.

Chapitre I
Généralités sur l'eau

GÉNÉRALITÉS SUR L'EAU

I.1. INTRODUCTION:

L'eau est considérée par les anciens comme l'un des quatre éléments de base avec le feu, l'air et la terre. L'eau est une ressource naturelle autour de laquelle se maintient et se développe lavie, cependant, l'accroissement de la demande en eau au fil des ans, il est risque de pollution et autre formes d'agression, mettent cette source en péril et constituent une menace à la qualité de nos réserve d'eaux.

L'eau fait l'objet d'une surveillance attentive à travers le monde. Son importance pour la préservation de la santé public détermine de veste programme de surveillance tant à l'échelle nationale qu'au plein international.

C'est dans ce contexte qui s'inscrit cette présente formation dont l'objectif principale est d'assurer un contrôle et une surveillance efficace de la qualité de l'eau de consommation et effectuant des analyses qui constituant une étape fondamentale des programmes de surveillancede la qualité des eaux **[3]**.

I.2. GENERALITE:

I.2.1. Définitions et importance de l'eau :

L'eau est une substance naturelle, inodore, incolore et sans saveur à l'état pur, de formule chimique H_2O. Elle existe sous trois phases: solide, liquide et gaz, l'eau est l'un des agents ionisants les plus connus, on l'appelle fréquemment le solvant universel **[4]**.

L'eau est une ressource naturelle indispensable pour la survie de l'humanité et de toute espèce animale ou végétale sur terre. Pour leur croissance et leur développement, Les plantes ont besoin d'eau de bonne qualité pour atteindre les racines au bon moment **[5]**.

En effet, elle a plusieurs particularités qui la rendent unique parmi les autres substances minérales. Dans sa phase liquide, elle a l'atout d'être un support des formes de vie. C'est le dissolvant des composants qui transporte les molécules clés et active les réactions chimiques.

On parle aussi sur l'eau en tant que molécule polaires disposant d'un pôle positif (Hydrogène) et un autre négatif (Oxygène). Ses atomes d'hydrogènes ont la capacité de tendre des liaisons avec d'autres molécules. Aucun autre liquide ne peut former un réseau aussi souple et résistant et agir comme solvant à autant de substances acides ou basiques **[4]**.

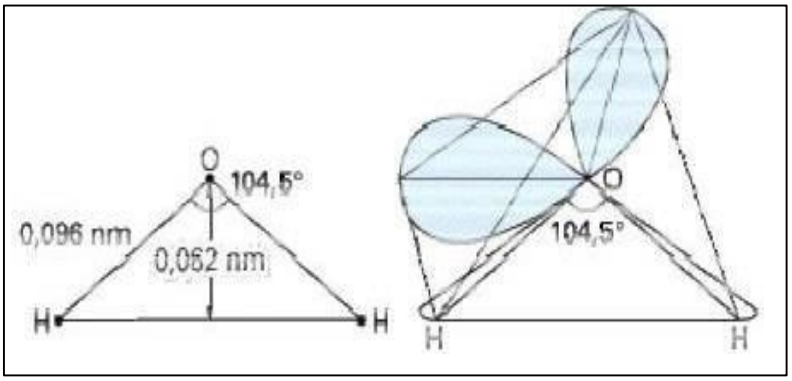


Figure I.1. La géométrie de la molécule d'eau **[6]**.

I.2.2. Les différents états de l'eau :

L'eau est le seul composé naturel qui existe sous forme liquide solide et gazeuse (Figure I.2), avec l'action conjuguée de la chaleur (exemple: solaire) et de la pression (atmosphérique), elle change de phase ces changements d'états interviennent par rupture des liaisons hydrogène qui unissent les molécules d'eau entre elles **[7]**.

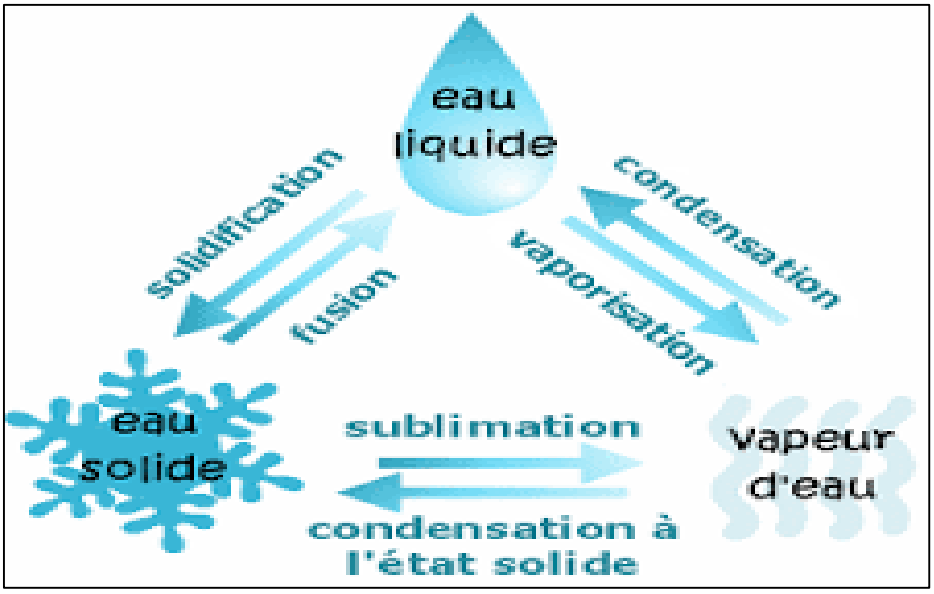


Figure I.2. Les états de l'eau **[8]**.

I.2.2.1. L'état liquide :

L'eau est à l'état liquide pour des températures oscillant entre 0° et 100 °C à une pression normale (1 bar). Dans cet état les molécules sont en désordre, elles sont moins serrées qu'à l'état solide, ce qui explique qu'un litre d'eau occupe plus d'un litre quand elle gèle (Figure I.3) **[7]**.

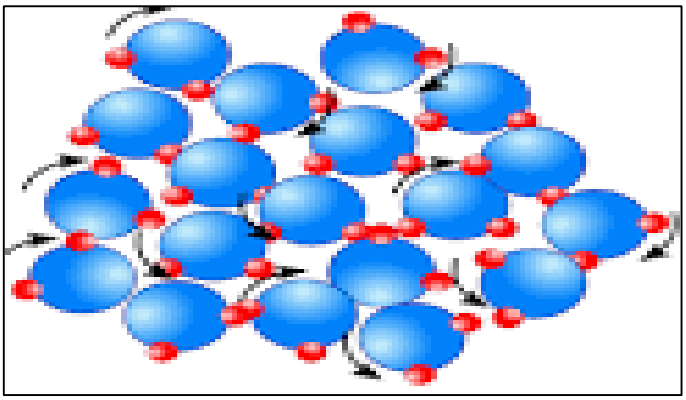


Figure I.3. Désordre des molécules **[8]**.

Voici quelques exemples de présentation de l'eau à l'état liquide:

- **Les nuages** : ils sont formés par l'accumulation de gouttelettes d'eau;
- **La pluie** : elle est constituée des gouttelettes d'eau libérées par les nuages;
- **Le brouillard** : il est constitué de gouttelettes d'eau en suspension dans l'air.

I.2.2.2. L'état solide:

L'eau pur est à l'état solide si la température est inférieure ou égale à 0 °C. A cet état, la disposition la plus courante des molécules est une structure cristalline (Figure I.4) **[7]**.

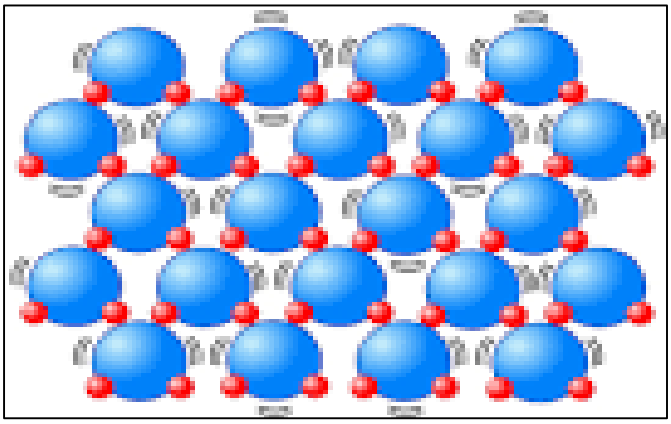


Figure I.4. Structure cristalline des molécules d'eau **[8]**.

Voici quelques exemples de présentation de l'eau à l'état solide :

- **La glace** : elle résulte du gel de l'eau, elle se forme à 0 °C;
- **La neige** : c'est un minuscule cristal de glace en forme d'étoiles;
- **Les flocons**: se forment par agglomération de ces cristaux;
- **Le givre** : c'est le gel du brouillard;
- **Le glacier** : il est le résultat du tassement de la neige accumulée.

I.2.2.3. L'état gazeux :

L'eau est à l'état gazeux ou à l'état de vapeur ayant une température plus de 100°C à pression normale mais l'être aussi à température inférieure c'est ce qui se passe au-dessus des océans lors de l'évaporation. L'état gazeux est celui du désordre maximal des molécules (Figure I.5) **[7]**.

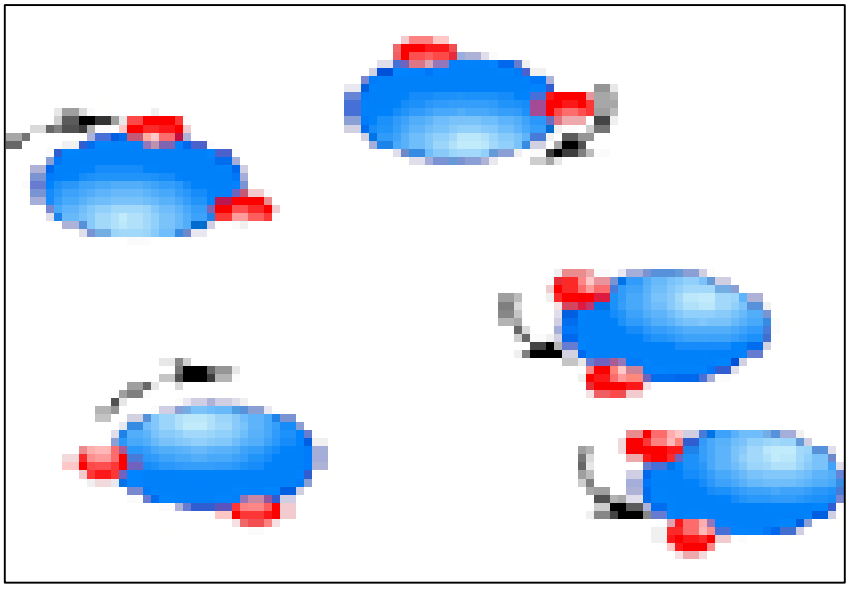


Figure I.5. Désordre maximal des molécules **[8]**.

Les valeurs constantes physiques de l'eau sont rassemblées dans le tableau suivant:

Tableau I.1. Principales constantes physiques de l'eau pure **[9]**.

Eau liquide	
Température d'ébullition sous 760 mmHg (101325,02Pa)	100 °C
Capacité thermique massique à 15°C	4.1868 $J.g^{-1}$
Enthalpie de vaporisation à 100 °C	2252.5 $J.g^{-1}$
Conductivité thermique à 20 °C	5.98 $mW.cm^{-1}.K^{-1}$
Résistivité à 20 °C	23.8 MΩ.cm
Masse volumique à 4°C	1 $g.cm^{-3}$ (par définition)
Eau solide	
Température de fusion	0°C (par définition)
Capacité thermique massique	2.0934 $J.g^{-1}$
Enthalpie de fusion sous760mmHg	333.27 $J.g^{-1}$
Tension de vapeur à 0°C	877.128 Pa
Permittivité relative	3.26
Indice de réfraction pour la raie D	1,30907
Densité (par rapport à l'eau à 4°C)	0.91649 ± 0.0007
Eau vapeur	
Conductivité thermique à100 °C	0.231 $mW.cm^{-1}.K^{-1}$
Densité par rapport à l'air	0.62337
Indice de réfraction pour la raie D à100°C	1.00259

Le changement de phase de l'eau dépend essentiellement de la température et de la pression mais aussi du degré de pollution de l'atmosphère. La figure I.6, donne les différentes conditions de pression et de température pour les trois états de l'eau, ainsi que les transformations de phase **[10]**.

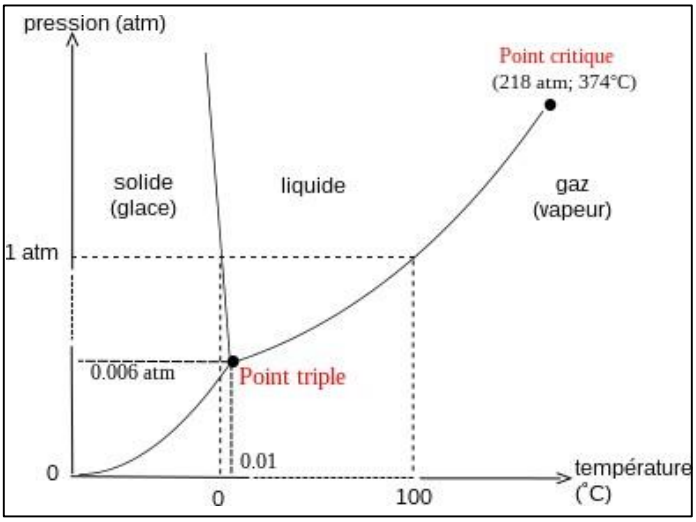


Figure I.6. Diagramme de phase de l'eau **[11]**.

I.3. CYCLE DE L'EAU:

On appelle la circulation naturelle d'eau sur la planète le cycle hydrologique. L'eau est évaporée par le soleil, incorporée aux nuages comme vapeur d'eau, tombe sur la terre et sur les étendues d'eaux sous forme de pluie, à partir de la terre elle retourne de nouveau aux ressources d'eaux dans le cycle hydrologique **[12**].

Six composants principaux du cycle hydrologique: les précipitations, l'infiltration, l'évaporation, les eaux de surface, la transpiration et écoulement des eaux souterraines. L'évaporation à la surface et la transpiration des végétaux ont un rôle majeur dans le cycle de l'eau; ces deux phénomènes sont pris en compte dans le seul terme d'évapotranspiration.

L'eau qui arrive à la surface d'un sol se trouve à la pression atmosphérique, cette eau tend toujours à s'infiltrer sous l'effet de la gravitation dans le cas d'un sol saturé ou par effet du gradient de potentiel matriciel pour un sol non saturé **[13]**.

L'eau pénètre dans le sol et pousse l'eau déjà présente. Il se forme alors un front d'infiltration qui progresse au fil du temps. Le flux infiltré est limité par la filtrabilité du milieu qui dépend de la conductivité hydraulique du milieu et de son état hydrique.

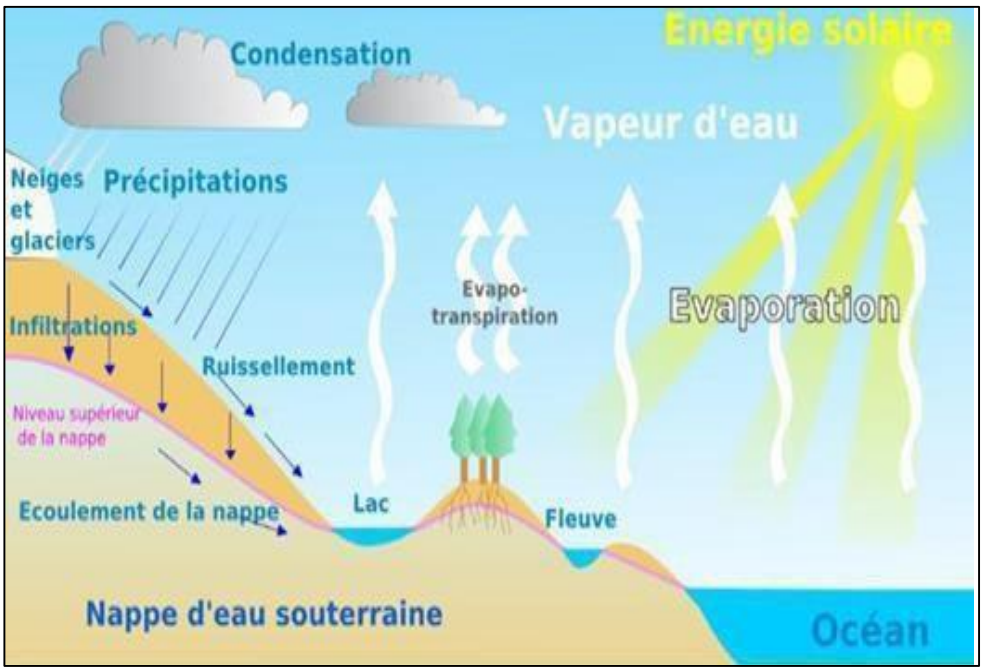


Figure I.7. Cycle de l'eau **[14]**.

I.4. COMPOSITION DE L'EAU:

L'eau absolument pure ne contient que la molécule H_2O, elle n'existe pas dans la nature, l'absence de minéralisation la rend mauvaise pour la santé. Les eaux naturelles contiennent des substances dissoutes, principalement des sels minéraux provenant des couches géologiques traversées par l'eau. Pour être propre à la consommation, l'eau doit contenir des sels minéraux. Dans le corps humain nos cellules et notre sang contiennent des électrolytes (des sels).

Une eau complètement déminéralisée (ou de l'eau distillée) est mauvaise, car un phénomène "Osmotique" conduirait les sels de nos cellules ou de notre sang à migrer dans l'eau, réduisant ainsi leur concentration normale dans notre corps **[15]**.

Tableau I.2. Composition de l'eau **[15]**.

Les sels minéraux	Minéraux et oligo-éléments	Substances naturelles
• Le calcium Ca^{2+} • Le magnésium Mg_2^{+} • Le sodium Na^{+} • Le potassium K^{+} • Le bicarbonate HCO_3^{-} • Le sulfate SO_4^{2-} • Le chlorure Cl^{-} • Le nitrate NO_3^{-} • Le fluorure F^{-}	• Le fer • Le zinc • Le cuivre • Le plomb • Le cadmium • L'uranium	• L'oxygène O_2 • Gaz carbonique CO_2 • La silice SiO_2 • Des matières organiques • Des bactéries

Les ions des sels minéraux sont bénéfiques ou neutres leur concentration est en milligrammes/litre et quelques centaines de milligrammes/litre. Seul le nitrate NO_3^- et le fluorure (F^-) ne doivent pas exister à des concentrations élevées. C'est particulièrement vrai pour le fluorure. Le nitrate est-il est inoffensif pour les adultes.

L'eau contient de nombreux autres éléments de concentration à faible, dont le métal : Fer, Zinc, Cuivre …, certains sont considérés comme bénéfiques (petites quantités de fer, de zinc ou de cuivre) c'est les oligo-éléments, tandis que d'autres sont toxiques, comme le plomb, qui fait partie des "métaux lourds". L'arsenic, du sélénium ou du bore sont utilisés pour indiquer que certaines très faibles concentrations de métaux sont médicalement bénéfiques, mais il n'y a pas dedéfinition scientifique précise **[1]**.

I.5. UTILISATION DE L'EAU :

L'eau est la substance de base de tous les êtres vivants : les humains, les animaux et les plantes. Il est également nécessaire pour toutes les activités de développement humain, on peut citer certains usages de l'eau **[16]**.

I.5.1. Eau domestique (eau potable) :

En moyenne, chaque personne consomme 150 litres d'eau par jour. La majeure partie de l'eau consommée est utilisée pour l'hygiène personnelle, l'assainissement de l'environnement, l'entretien ménager et divers travaux ménagers. Boire et préparer à manger ne représentent que 7% de notre consommation totale. A cela s'ajoute une consommation collective impliquant tous les acteurs : écoles, hôpitaux, bureaux, lavage des rues, fontaines urbaines, etc.

I.5.2. Utilisation agricole :

L'agriculture est l'activité humaine la plus consommatrice d'eau pour l'irrigation et l'élevage : elle représente en moyenne 70 % de la consommation mondiale. Elle varie selon les pays, les climats, les types de cultures, les techniques d'irrigation. Avec l'intensification de la production agricole, l'usage de l'irrigation répand et en gendre des consommations d'eau croissantes. L'alimentation du bétail nécessite également un approvisionnement abondant en eau dans les régions d'élevage **[17]**.

I.5.3. Utilisation industrielle :

L'eau est au cœur de nombreux processus industriels. Il est également largement utilisé dans le lavage et le traitement des déchets, les installations de refroidissement ou le fonctionnement des chaudières. Le refroidissement de l'appareil représente la plupart des utilisations industrielles.

I.5.4. Usages énergétiques :

Les barrages, les conduites sous pression qui recueillent des sources et les centrales hydroélectriques équipées de turbines. L'eau est également utilisée pour refroidir les centrales thermiques et nucléaires.

I.5.5. Usages liés à la santé et récréatifs :

Il s'agit de l'hyperthermie de la thalassothérapie, voile, ski nautique, plongée, natation, canoë et pêche, piscines et terrains de sports nautiques, bains chauds naturels, stations de ski d'hiver et patinoires **[16]**.

I.6. CAUSE DE RARETE DE L'EAU :

L'eau est menacée dans sa qualité et dans sa quantité. La rareté grandissante des ressources en eau qui résulte de la diminution des quantités disponibles par habitant, la dégradation de la quantité et les objectifs de développement économique et social imposent donc l'élaboration et la définition d'une stratégie de gestion de l'eau à moyen et à long terme **[18]**.

Dans notre pays, l'eau s'est raréfiée en raison du climat, mais d'autres facteurs y ont contribué :

I.6.1. La surexploitation :

Pendant longtemps l'exploitation de cette ressource s'est faite sans aucune planification ce qui a poussé à un usage excessif .Le gaspillage : par définition cela implique tout écoulement d'eau non justifié tel que les robinets ouverts, les fuites dans les foyers, les industries et dans les réseaux urbains. Ainsi un robinet qui fuit lentement c'est 2 à 90 m^3/an, une déchirure dans un branchement c'est une perte de 100m^3/an. Une mauvaise méthode d'irrigation c'est une perte en eau de 100 à des milliers de m^3/an **[19]**.

I.6.2. La pollution :

A cause de la pollution, certaine ressources deviennent inutilisables **[19]**.

I.6.3. Les mauvaises techniques d'irrigation :

L'irrigation avec excès apporte aussi du sel en excès qui s'accumule dans le sol et qui contribue à la perte de l'eau. Le sel attire l'eau de la nappe par capillarité qu'évapore. Ainsi, le niveau de la nappe descend **[19]**.

I.7. POSITION DE L'EAU EN ALGERIE :

L'Algérie fait partie des pays les plus pauvres au niveau hydrique. Sa position géographique, en zone de transition, et son climat aride et semi-aride, en fait un espace très vulnérable. Le secteur de l'eau sera l'un des plus déstabilisés : diminution de l'écoulement des eaux, modificationdu régime hydrologique saisonnier avec des impacts sur certains aménagements hydrauliques et agricoles, augmentation de la salinité des eaux, baisse du niveau des nappes souterraines.

Le pays est confronté alors à une rareté de l'eau mesurée en termes de stress hydrique et d'irrégularité de la ressource, deux facteurs susceptibles de s'accentuer avec le changement climatique, éloigner le spectre du stress hydrique dans un contexte géographique et climatique peu favorable, voire hostile, devient l'unique préoccupation des pouvoirs publics **[3]**.

I.8. CONCLUSION :

L'eau avant d'être une ressource est une source. C'est la source de la vie car sa seule absence marque la fin de toute existence vivante .Par ailleurs à la différence des autres ressources notamment l'énergie, le pétrole, l'eau n'est pas substituable. En revanche on ne peut pas remplacer l'eau par une autre matière tant pour l'agriculture que pour l'alimentation animale et humaine.

Chapitre II
(.isssources et quaûté defeau

RESSOURCES ET QUALITE DE L'EAU

II.1. INTRODUCTION:

Issue de nappes d'eaux souterraines non polluées, profondes ou protégées des rejets dus aux activités humaines, les eaux de source sont des eaux naturellement propres à la consommation humaines. Avoir de l'eau à disposition en quantité et en qualité suffisantes contribue au maintien de la santé. Le suivi de la qualité physico-chimique de l'eau destinée à la consommation est nécessaire pour s'assurer que sa teneur demeure en deçà des valeurs pouvant en gendre rune toxicité chez l'homme comme stipulé par les normes de qualité des eaux potable de l'OMS **[20].**

II.2. RESSOURCES EN EAU :

L'eau recouvre 72 % de la surface terrestre et représente une réserve totale de 1350milliard de km³ dans la biosphère. L'eau douce ne représente que 2.5 % du stock total d'eau sur la planète (les 97,5 % restant étant salés) ou 2/3 de l'eau douce planétaire est concentrée dans les glaciers et la couverture neigeuse et 1/3 dans les nappes souterraines difficiles d'accès. Il ne reste que 0.3 % de l'eau douce (soit 0.007 % de la totalité de l'eau de la planète) dans les rivières, les ruisseaux, les réservoirs et les lacs.

Seule cette infime partie est aisément disponible et serre nouvelle relativement rapidement : 16 jours en moyenne pour une rivière, 17ans pour un lac **[21]**. Les réserves disponibles en eau naturelle sont constitués d'eaux souterraines (nappe souterraines) des eaux terrestres (barrage, lacs, rivière), des eaux de surface et en eaux de mer **[22]**.

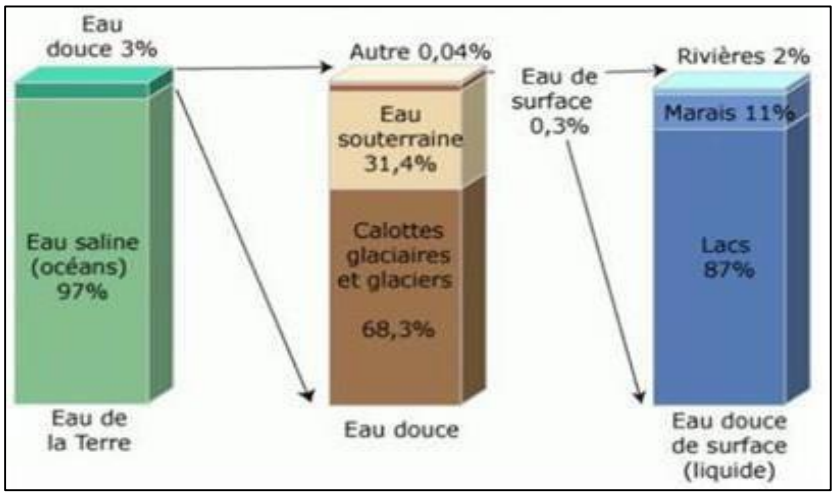


Figure II.1. La répartition de l'eau sur terre **[23]**.

II.2.1. Les eaux souterraines :

Sont des eaux qui correspondent à 22 % des réserves d'eaux douces, soit environ 1000 milliards de m³. Leur origine est représentée par l'accumulation des infiltrations dans le sol qui varient en fonction de la porosité et de la structure géologique du sol **[24]**.

Du point de vue hydrogéologique les couches aquifères se divisent en :

- Nappes phréatiques ou alluviales : peu profondes et alimentées directement par les précipitations pluvieuses ou les écoulements d'eau en dessus;
- Nappes captives : plus profondes que le premier et séparées de la surface par une couche imperméable. L'alimentation de ces nappes est assurée par l'infiltration sur leurs bordures.

La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de réservoirs aquifères appelés nappes **[22]**.

Les eaux souterraines sont habituellement l'aride source de pollution, elles sont donc d'excellente qualité physicochimique et microbiologique par rapport aux eaux de surface **[24]**.

II.2.2. Les eaux de surface :

Les principales sources d'eau potable sont les eaux de surface. Ce type des eaux englobe toutes les eaux circulantes ou stockées à la surface des continents (rivières, lacs, étangs, barrages,…). Ces eaux s'avèrent souvent impropres à la consommation en raison de la pollution générée par nos activités urbaines, industrielles et agricoles. La qualité et composition chimique des eaux de surface dépend de la nature des terrains traversés par l'eau durant son parcours dans l'ensemble des bassins versants. Au cours de son cheminement, l'eau dissout les différents éléments constitutifs des terrains, elle est donc généralement riches en matières en suspension et en matières organiques naturelles, acides peu minéralisées,…, elles sont également vulnérables aux pollutions **[25]**.

De ce fait, les eaux de surface nécessitent des installations de traitement conséquentes comprenant généralement des opérations de chloration, coagulation, floculation, décantation/flottation, filtration et minéralisation.

L'eau de surface peut aussi être filtrée sur de charbon actif l'ozonisation est aussi une technique utilisée pour éliminer les micropolluants, les germes, les mauvais gouts, les couleurs et les odeurs **[22]**.

II.2.3. Les eaux de mers 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 **[26]**.

II.2.4. Les eaux usées :

Les eaux usées sont les eaux résiduaires d'une industrie ou d'une communauté, qui sont destinées à être rejetées après usage. Elles sont des eaux ayant perdu, par leur utilisation industrielle ou domestique, leur pureté initiale, et qui sont devenues impropres à d'autres utilisations de qualité. Les eaux usées, ne doivent pas être rejetées en masse dans le milieu naturelavant d'avoir été traitées en vue de l'élimination des polluants indésirables par passage dans une station d'épuration **[27]**.

II.2.5. Les eaux de consommation :

Une eau potable est une eau douce chimiquement et biologiquement saine, conforme pour un usage lié à la consommation humaine pour éviter toute maladie. Les normes appliquées à une telle eau ne devraient pas être inférieures à celles proposées dans la dernière édition de "Normes internationales pour l'eau potable" publiée par l'organisation mondiale de la santé (OMS).
L'eau du robinet est très utilisée par les ménages car son niveau de potabilité est élevé. L'eau potable est une eau non salée, une eau douce suffisamment sûre et saine pour être consommée parles humains ou utilisée avec un faible risque de préjudice immédiat ou à long terme.

II.3. PARAMETRES DE LA QUALITE DES EAUX SUPERFICIELLES:

II.3.1. Paramètres organoleptiques :

Il s'agit de la saveur, de la couleur, de l'odeur et de la turbidité (inverse de la transparence). Ils n'ont pas de signification sanitaire mais, par leur dégradation, peuvent indiquer une pollution ou un mauvais fonctionnement des installations de traitement ou de distribution.

II.3.1.1. Couleur :

Dans l'idéal, l'eau potable doit être claire et incolore. Le changement de couleur d'une eau potable peut être le premier signe d'un problème de qualité. Dans un échantillon d'eau, l'intensité relative d'une couleur est analysée à l'aide d'une échelle arbitraire composée d'unités de couleur vraie **[28]**.

II.3.1.2. Odeur :

Odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition. Ces substances sont en général en quantité si minime qu'elles ne peuvent être mises en évidence par les méthodes d'analyse ordinaire. Le sens olfactif peut seul, parfois, les déceler. Les échantillons doivent être prélevés dans des récipients en verre hermétiques. Il faut bannir les récipients en plastique. L'examen doit être pratiqué le plus rapidement possible après le prélèvement. L'échantillon peut éventuellement Être conservé à 4 °C (2 °C) en évitant toute mise en contact Avec des odeurs étrangères. Le temps de stockage ne doit pas dépasser 72 heures **[28]**.

II.3.1.3. Goût :

Peut être défini par l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche, la propriété des produits provoquant ces sensations **[28].**

II.3.1.4. Saveur :

Peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la simulation, par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs **[28]**.

II.3.1.5. Flaveur :

Peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif, les bourgeons Gustatifs et la cavité buccale auxquelles peuvent s'ajouter des sensations thermiques, tactiles, chimiques, kinésiques et douloureuses **[28]**.

II.3.2. Paramètres physiques :

II.3.2.1. Température :

La température est un facteur important pour une eau de boisson elle influe sur une certaine propriété de l'eau telle que la solubilité de l'oxygène, la vitesse de réaction chimique et biochimique de plus la prolifération des bactéries est favorisée par une élévation de température .Dès que l'on augmente la température de l'eau, l'activité métabolique des organismes aquatiques est alors accélérée. La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduaires chaudes **[29]**.

II.3.2.2. Conductivité électrique (CE):

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. L'unité de mesure de la conductivité est siemens/cm (S/cm): 1S /m = 10^4 µS /cm. La minéralisation de l'eau (teneur globale en espèces minérales) peut entrainer selon les cas, un gout salé (variable selon la nature des sels présents), une concentration de la corrosion et les dépôts dans les tuyauteries (entartrage) **[30]**.

Tableau II.1. Classification des eaux selon le type de l'eau, la conductivité (µS /cm) et la résistivité **[22]**.

Type de l'eau	Conductivité (µS /cm)	Résistivité (Ω.m)
Eau pure	< 23	> 30000
Eau douce peu minéralisée	100 à 200	5000 à 10000
Eau de minéralisation moyenne	250 à 500	2000 à 4000
Eau douce très minéralisée	1000 à 2500	400 à 1000

II.3.2.3. Potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H^+), est défini par l'expression suivante:

$$pH = -\log H^+$$

Où (H^+) est l'activité de l'ion hydrogène dans la solution **[31]**.

Les équilibres physicochimiques sont conditionnés par le pH. Il intervient avec d'autres paramètres comme la dureté, l'alcalinité et la température, habituellement il varie entre 7.2 et 7.6 **[32]**. Des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac et elle est toxique pour les poissons **[28]**.

Dans le domaine de l'eau le pH joue un rôle primordial à la fois dans :

- Les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité);
- Les processus biologiques dont certains exigent des limites très étroites de pH;
- L'efficacité et les mécanismes de certains traitements (coagulation, adoucissement, contrôle de la corrosion et chloration).

II.3.2. 4.Turbidité :

La turbidité est un paramètre organoleptique et une expression des propriétés optiques d'une eau à absorber ou/et à diffuser la lumière. Elle est due à la présence des matières en suspension finement divisées : argiles, limons, etc. Les désagréments causés par une turbidité auprès des usagers est relative: certaines populations habituées à consommer une eau très colorée n'apprécient pas les qualités d'une eau très claire. Cependant, une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur les particules en suspension : la qualité bactériologique d'une eau turbide est donc suspecte **[33]**.

Il est recommandé d'effectuer la mesure de la turbidité aussi rapidement que possible après Prélèvement sinon l'échantillon doit être conservé à l'obscurité pour une durée maximale de 24 h toute conservation prolongée peut provoquer des modifications irréversibles de la turbidité. La turbidité se mesure en unité néphélométrie (NTU) **[34]**.

Tableau II.2. Classes de turbidités usuelles **[30]**.

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

II.3.2.5. Oxygène dissous :

L'oxygène est l'un des paramètres particulièrement utile pour l'eau et constitue un excellent indicateur de sa qualité. C'est un des paramètres les plus sensibles à la pollution, sa valeur nous renseigne sur le degré de pollution et par conséquent sur le degré de l'autoépuration d'un cours d'eau **[22]**.

II.3.2.6. Résidu sec (RS) :

Le résidu sec donne une information sur la teneur en substances dissoutes non volatiles (le taux des éléments minéraux), suivant le domaine d'origine de l'eau cette teneur peut varier de moins de 100 mg/l à plus de 1000 mg/l. Reliquat obtenu à partir d'un prélèvement d'échantillon après dessiccation totale au four à 105°C, c'est un indicateur qui exprime le taux des minéraux **[35]**. Elles sont classifiées comme suit :

- Plus de 1 500 mg/l : eau riche en sels minéraux ;
- Entre 500 et 1 500 mg/l : eau moyennement minéralisée ou oligo-minérale;
- Entre 50 et 500 mg/l : eau faiblement minéralisée ;
- Résidu sec < 50 mg/l : eau très faiblement minéralisée.

II.3.2.7. Matières en suspension (MES) :

Elles représentent les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc retenues par un filtre. Les matières en suspension, qui comportent des matières organiques et minérales, constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution de l'eau **[36]**.

La présence des matières en suspension augmente la turbidité de l'eau et diminue sa transparence **[34**, **37]**.

II.3.2.8. Salinité :

C'est la masse de sels (composés ioniques) dissous dans l'eau. Elle s'exprime en g par litre d'eau. Un composé ionique ou solide ionique cristallin est constitué de cations (ions chargés positivement) et d'anion (ion chargés négativement). Globalement, un cristal ionique est électriquement neutre. Chaque solide ionique cristallin possède une formule statistique qui indique la nature et la proportion des ions présents sans en mentionner **[38]**.

II.3.3. Paramètres chimiques :

II.3.3.1. Calcium (Ca^{2+}) :

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répondu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates aussi est un composant majeur de ladureté totale de l'eau. Le calcium est généralement l'élément dominant des eaux potables, il existe surtout à l'état d'hydrogénocarbonates et en quantité moindre, sous forme de sulfates, chlorure, Les eaux de bonne qualité renferment de 250 à 350 mg/l les eaux qui dépassent les 500 mg/l présente de sérieux inconvénient pour les usages domestique et pour l'alimentation des chaudières **[22]**.

II.3.3.2. Magnésium (Mg^{2+}) :

C'est aussi un élément de la dureté de l'eau dont la teneur dépend des terrains traversés, indispensable pour la croissance, il intervient comme élément plastique dans l'os et comme élément dynamique dans les synthèses enzymatiques et hormonales.

Les concentrations de magnésium ne sont pas tellement dépendantes des activités humaines, donc le magnésium n'est pas utilisé comme indicateur de stress lié à la pollution. Son apport journalier nécessaire à l'adulte est de 200 à 300mg. Toutefois, à partir de certaines teneurs il donne à l'eau une amertume désagréable **[39]**.

II.3.3.3. Chlorures (Cl^-) :

Les chlorures sont des anions inorganiques importants contenus en concentrations variables dans les eaux naturelles, généralement se trouve sous forme de sels de sodium (NaCl) et de potassium (KCl).

Ils sont souvent utilisés comme un indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique ainsi que sur la croissance des végétaux **[40]**.

II.3.3.4. Ions de Sodium (Na^+) :

Les eaux très riches en sodium deviennent saumâtres, prennent un goût désagréable et ne peuvent pas être consommées **[34]**.

II.3.3.5. Ions de Potassium (K^+) :

Le potassium règle la teneur en eau à l'intérieur des cellules. C'est un métal alcalin étroitement rattaché au sodium à tel point qu'il est rarement analysé comme un constituant à partdans les analyses de l'eau, sa présence est moins répandue dans la nature [**41]**.

II.3.3.6. Ions d'Ammonium (NH_4^+) :

Dans l'eau l'azote réduit soluble se retrouve sous deux formes; l'ion ammonium (NH_4^+) et la seconde non dissociée communément appelée ammoniaque (NH_3).En ce qui concerne la toxicité de l'ammoniaque, il est reconnu que ce n'est pas la forme ammoniaque ionisée qui est toxique, mais celle non ionisée dont la proportion dépend du pH et de la température **[41]**.

II.3.3.7. Ion de Fer (Fe^{2+}) :

Le fer se classe en 4ème rang des éléments de la croûte terrestre. Ce métal à l'état ferreux est assez soluble dans l'eau. Les besoins pour l'organisme humain se situent entre 2 et 3 mg/j.

II.3.3.8. Ions Carbonates (CO_3^{2-}) et Bicarbonates (HCO_3^-) :

L'ion bicarbonate est le principal constituant alcalin de la plupart des eaux courantes. Sa présence dans l'eau est due à l'action des bactéries qui fournissent du CO_2 à partir des minéraux contenant des carbonates **[34]**.

II.3.3.9. Ions des Sulfates (SO_4^{2-}) :

Le sulfate qui se dissout dans l'eau provient de certains minéraux en particulier du gypse, où apparait à partir de l'oxydation de minéraux sulfureux. La limite supérieure admise dans l'eau potable est 250 mg/l **[41]**.

II.3.3.10. Ions des Phosphates (PO_4^{3-}) :

Le phosphore est un élément assez rare mais indispensable à tous les êtres vivants. Il joue un rôle d'engrais. Le phosphate est obtenu dans la nature à partir de la décomposition des cellules mortes qui sont minéralisées par les micro-organismes. Les phosphates peuvent être d'origine naturelle (produit de décomposition de la matière vivante, lessivage de minéraux) mais, à l'heure actuelle, leurs présences dans les eaux sont plutôt d'origine artificielle (engrais, poly-phosphates des formulations détergentes, eaux traités aux phosphates et industrie chimique) **[32]**.

Bien que non toxique, les phosphates présents dans l'eau peuvent occasionner des troubles digestifs à cause de leur effet tampon.

II.3.3.11. Ions Nitrates (NO_3^-) et Nitrites (NO_2^-) :

Les nitrites et nitrates sont des ions présents de façon naturelle dans l'environnement .Ils sont le résultat d'une nitrification de l'ion ammonium (NH_4^+) **[38]**.

Les nitrates présents à l'état naturel et solubles dans le sol et les eaux souterraines ils se déversent dans les cours d'eau. Mais ils sont aussi apportés de manière synthétique par les engrais. Ils sont l'une des causes de la dégradation de l'eau **[33]**.

Les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées en milieu aquatique (quelques micromoles par litre d'azote nitreux). Une concentration supérieure à 0,10 mg/l ne devrait pas être dépassée dans une eau d'origine profonde **[33]**.

II.3.3.12. Titre alcalimétrique (TA) :

La teneur en hydroxyde (OH), est la moitié de la teneur en carbonate (CO^{2-}) et un tiers environs des phosphates présents **[40]**.

II.3.3.13. Titre alcalimétrique complet (TAC) :

Il correspond à la teneur en ions OH, (CO_3^{2-}) et (HCO_3^-) pour des pH inférieur à 8.3, la teneur en ions OH^- et (CO_3^{2-}) sont négligeables (TA=0), dans ce cas la mesure de TAC correspondant au dosage des bicarbonates seulement **[40]**.

II.3.3.14. Dureté totale ou titre hydrotimétrique (TH) :

La dureté ou titre hydrotimétrique (TH) correspondant à la concentration totale en ionscalcium (Ca^{+2}) et en ions magnésium (Mg^{+2}), ces deux ions proviennent de la dissolution à partir des roches calcaires ou dolomitiques. La présence de CO_2 dans l'eau favorise cette dissolution.

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow Ca^{2+} + 2HCO^{3-}$$

$$MgCO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow Mg^{2+} + 2HCO^{3-}$$

Tableau II.3. Classification de l'eau selon la dureté totale **[40]**.

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

II.3.3.15. Demande biochimique en oxygène (DBO_5) :

La demande biologique en oxygène (DBO_5) est la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes présents dans un milieu pour oxyder (dégrader) les substances organiques contenues dans un échantillon d'eau maintenu dans l'obscurité, pendant 5 jours. Ce paramètre constitue un bon indicateur de la teneur en matière organique biodégradable d'une eau naturelle polluée ou d'une eau résiduaire.

Deux échantillons sont nécessaires : le premier sert à la mesure de la concentration initiale en oxygène, le second à la mesure de la concentration résiduaire en oxygène au bout de 5 jours. La DBO_5 est la différence entre ces 2 concentrations. Plus la différence est grande et plus le milieu est demandeur en oxygène et donc mal équilibré car les déchets à transformer sont trop importants **[22]**.

II.3.3.16. Demande chimique en oxygène (DCO) :

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une oxydation complète des matières organiques et minérales présentes dans l'eau.

Certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium en milieu acide en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium **[34]**.

II.4. POLLUTION DE L'EAU :

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques .La dégradation des ressources en eau, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peuvent non seulement détériorer gravement l'environnement mais aussi entrainer des risques de pénurie **[42]**.

II.4.1. Origine de pollution :

II.4.1.1. L'industrie :

Les activités industrielles rejettent un bon nombre de substances qui vont polluer nos rivières et nos nappes, parfois d'une manière intensive que l'on n'en connaît pas les effets à long terme. Les rejets industriels renferment des produits divers sous forme insoluble ou soluble d'origine minérale et/ou organique, à caractère plus ou moins biodégradable et parfois toxique même à très faible concentration.

II.4.1.2 L'agriculture :

Elle utilise des engrais chimiques azotés et phosphorés, des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures. Ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès vont contaminer en période de pluie les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration.

II.4.1.3. La pollution domestique :

Nos eaux usées urbaines sont constituées de matière organique biodégradable certes mais de grandes consommatrices d'oxygène, de germes pathogènes et des produits chimiques **[42]**.

II.4.1.4 la pollution par les eaux pluviales :

Il ne faut pas oublier par ailleurs la pollution générée par les eaux pluviales. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles).

II.4.2. Principaux polluants :

II.4.2.1 Polluants physiques :

La pollution physique représente les éléments solides entrainés par l'eau. Ils ses subdivisent en plusieurs catégories selon leur nature et leur dimension : les éléments grossiers, les sables, la matière en suspension (MES).

II.4.2.2. Polluants chimiques :

La pollution chimique d'une eau est plus complexe et peut avoir plusieurs sources. On distingue selon la nature de la pollution chimique :

- Les éléments chimiques minéraux ;
- Les éléments chimiques organiques.

II.4.2.3. Polluants biologiques :

L'eau peut contenir des microorganismes pathogènes : des virus, des bactéries, des parasites,.., qui sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau **[42]**.

II.5. QUALITE DES EAUX SELON LES NORMES:

QU'EST-CE QU'UNE NORME ?

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser, ou une limite inférieure à respecter au CAM: concentration maximale admissible (maximale autorisée pour un élément).

II.5.1. Les normes de l'organisation mondiale de la santé (OMS) :

Les normes de l'eau potable sont établies par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ou par l'Union Européenne (UE) ou le Ministère Algérien des ressources en eaux (MARE).

L'élaboration des normes de potabilité est basée sur les études scientifiques montrant les effets nocifs sur la santé, des éléments physico-chimiques à partir d'un seuil de concentration maximale à ne pas dépasser. Par sécurité la valeur de la norme sera largement inférieure cette dose, afin d'éviter le développement de pathologie, malgré le dépassement du seuil. Actuellementdans le monde plus de 4 millions de personnes meurent encore chaque année à cause d'une eau non potable et 885 millions n'y ont pas accès **[43]**.

Les lignes directrices de l'OMS en ce qui concerne la qualité de l'eau potable, mises à jour en 2006 sont la référence en ce qui concerne la sécurité en matière d'eau potable (Tableau II.4).

Tableau II. 4. Normes d'eau potable selon l'Algérie et selon l'OMS.

Paramètres	Symbole	Unité	Norme algérienne	Norme de l'OMS
Potentiel d'hydrogène	pH	--	6.5-8.5	6.5-9.2
Température	T	°C	25	--
Conductivité	CE	µs/cm	2800	--
Turbidité	--	NTU	5	5
Résidu sec	RS	mg/l	2000	1500
Matière organique	MO	mg/l	3	--
Aluminium	Al	mg/l	0.2	0.2
Ammonium	NH_4^+	mg/l	0.5	--
Calcium	Ca^{2+}	mg/l	200	--
Chlorure	Cl^-	mg/l	500	250
Fer	Fe^2	mg/l	0.3	0.3
Manganèse	Mn^{2+}	mg/l	0.3	0.1
Magnésium	Mg^{2+}	mg/l	150	150
Nitrite	NO_2^-	mg/l	0.1	0.1
Nitrate	NO_3^-	mg/l	50	50
Potassium	K^+	mg/l	20	--
Sodium	Na^+	mg/l	200	--
Sulfate	SO_4^{2-}	mg/l	400	250
Phosphate	PO_4^{3-}	mg/l	0.5	0.5
Dureté totale	TH	mg/l	500	500

Source : (ADE 2019)

II.5.2. Les normes algériennes :

Le tableau II.5 ci-dessous résume la grille normative de la qualité de l'eau appliquée en Algérie.

Tableau II.5. Grille normative pour estimer la qualité de l'eau en Algérie (2019) **[4,44]**

Paramètres	Bonne (mg/L)	Moyenne (mg/L)	Mauvaise (mg/L)	Très mauvaise (mg/L)
Physicochimiques				
PH	6.5-8.5	6.5-8.5	> 6 < 9	> 5 < 9
TºC	25	25-30	30-35	> 35
Minéralisation	300-1000	1000-1200	1200-1600	> 1600
Ca^{2+}	40-100	100-200	200-300	> 300
Mg^{2+}	30	30-100	100-150	> 150
Na^{+}	10-100	100-200	200-500	> 500
Chlorure	10-150	150-300	300-500	> 500
Sulfates	50-200	200-300	300-400	> 400
Organiques	>100	100-50	50-30	> 30
O_2 dissous%	5	5-10	10-15	> 15
DBO_5 mg/l	5	20-40	40-50	> 50
DCO mg/l	20	5-10	10-15	> 15
Ammonium	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3
Nitrites	0-0.01	0.01-0.1	0.1-3	>3

II.6. CONCLUSION :

De tout ce qui précède, il faut retenir que l'eau, c'est la vie. L'être humain, animal et même les végétaux ont besoin de l'eau pour se développer. Mais rappelons malgré que son importance, la consommation de sa mauvaise qualité est très nuisible l'organisme. L'eau n'est donc profitableque lorsqu'elle est de bonne qualité.

Chapitre III :Materiefs etméthodes

MATERIELS ET METHODES

III.1. INTRODUCTION :

Avoir de l'eau à disposition en quantité et en qualité suffisantes contribue aumaintien de la santé. Le suivi de la qualité physico-chimique de l'eau destinée à la consommation est nécessaire pour s'assurer que sa teneur demeure en deçà des valeurs pouvant engendrer une toxicité chez l'homme comme stipulé par les normes de qualité des eaux potable de l'OMS. Les paramètres régulièrement suivi lors des contrôles de qualité physicochimiques comprennent : la turbidité, le pH, la température, les teneurs en pesticides et en minéraux qui présentent des risques néfastes pour la santé tels que les nitrates, l'arsenic, le plomb et les ions métalliques **[41]**.



Figue. III.1. Photo réelle du barrage Ghrib.

III.2. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE :

III.2.1. Sur le plan régional :

Barrage de Ghrib est un barrage de type remblai ; situé sur le Cheliff au niveau de la commune d'oued Chorfa, dans la wilaya d'Ain Defla, en Algérie. Il est construit entre 1936 et 1939; c'est un barrage en enrochement avec une capacité initiale de 280 hm^3, mais du fait du fort envasement qu'il a subi, sa capacité actuelle n'est que de 116 hm^3.

Il est destiné actuellement, à l'alimentation en eau potable et industrielle des communes de la wilaya de Médéa (couloirs de Médéa et de Berrouaghia) et à l'irrigation du périmètre du haut Cheliff, il est connecté au barrage de Bouroumi **[41].**

III.2.2. Sur le plan géographique :

Le barrage du Ghrib est situé dans la vallée du Chlef à 7 km en amont du centre d'Oued Chorfa à 45 km de Khemis Méliana (Ain Defla) à 30 km au sud-ouest de Médéa et à 150 km à l'ouest d'Alger. Le site du barrage Ghrib est localisé à une longitude de 02°35'14 00'E et à une latitude de 36°07'52 90''N **[41]**.

- Le site de barrage est repéré par les coordonnées Lambert suivant :

X = 487.25 m **Y = 318.4 m** **Z = 450**

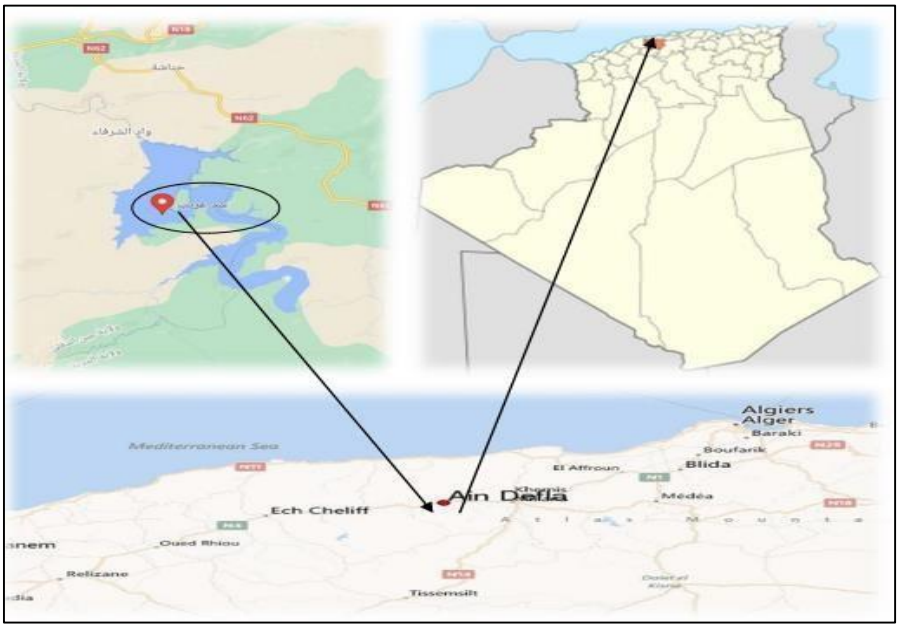


Figure. III.2. Localisation géographique de barrage Ghrib (Google modifier 2022).

III.2.3. Utilisation de barrages Ghrib :

- Alimentation en eau potable des villes Médéa, Berrouaghia et Oued Chorfa;
- Irrigation du périmètre haut Chlef.

III.2.4. Caractéristiques de barrage Ghrib (Morpho-métriques) :

Les caractéristiques du barrage Ghrib et son bassin versant sont présentées comme suit dans le tableau :

Tableau. III.1. La fiche technique de barrage Ghrib**.**

Année de construction	1927
Année e de mise en eau	1939
Caractéristiques hydrologiques	
Oued	Cheliff
Capacité utile initiale	280 Hm^3
Capacité utile (2004)	115,30 Hm^3
Capacité utile après surélévation	185,32 Hm^3
Apport moyen annuel	148,50 Hm^3/an
Envasement	3,20 Hm^3/an
Surface du bassin versant	23300 Km^3
Caractéristiques du barrage	
Type	Enrochement avec masque amont
Hauteur	65 m
Langueur	270 m
Cote des retenus normales (R.N)	427,50 m
Déversoir à hausses fusibles	45000 m^3/s
Vidage de fond	100 m^3/s

III.2.4. Utilisation de barrages Ghrib :

- Alimentation en eau potable des villes Médéa, Berrouaghia et Oued Chorfa;
- Irrigation du périmètre haut Cheliff.

III.3. PRESENTATION DE L'ALGERIENNE DES EAUX (ADE-MEDEA):

Issus de la restructuration des entreprises pour l'environnement et l'entreprise publique de distribution d'eau de ménagère industrielle et d'assainissement (EDEMIA).

L'ADE unité de Médéa gérait 10communes en 2003 et gère actuellement (2015) 24 communes au détail (population desservie: 450381 habitants), 12 communes en gros (population desservie : 58077) et deux communes desservies en gros hors wilaya (Benhar wilaya de Djelfa et Oued Chorfa wilaya d'Ain Defla). La population totale desservie 508458 habitants représente 62% de la principale et secondaire de la wilaya **[44]**.

III.3.1. Organisation de l'ADE unité de Médéa :

Outre les structures centrales de l'unité (les départements: administration et moyens finances et comptabilité ressources humaines commercial exploitation qualité sécurité du patrimoine et CATO les communes gérées sont organisées en centres regroupant plusieurs communes selon le nombre d'abonnés et la proximité géographique. Ces centres comprennent une structure technique et une structure commerciale (Agence commerciale) **[44]**.

III.4. ECHANTILLONNAGE ET PRELEVEMENT :

III.4.1. Échantillonnage pour l'analyse physico-chimique:

Pour étudier l'évolution des paramètres physico-chimiques de l'eau du barrage Ghrib, (06) prélèvements mensuelle ont été effectuées durant l'année courante 2022 /2023 (de Novembre 2022 jusqu'à Avril 2023).

Pour cette contribution nous avons choisis plus de (15) paramètres physico-chimiques qui sont les plus utilisés lors des études de la qualité de l'eau. Ce choix est aussi effectué suivant la disponibilité du matériel d'analyses au niveau du laboratoire de l'ADE et de la Wilaya de Médéa au sein desquels nous avons effectués nos différentes analyses.

III.4.2. Mode de prélèvement :

- Pour le prélèvement, la bouteille sera plongée à une distance du fond (50 cm) de la surface. Les échantillons d'eau sont prélevés dans des bouteilles en de 1.5l;
- Remplir et refermer les flacons en prenant soin de ne pas toucher l'intérieur du flacon ni du bouchon, et ils sont conservés dans une glacière.

Tableau III.2. Calendrier des prélèvements.

Mois	Jour de prélèvement	Heure de prélèvement
Novembre	13/11/2022	10:00h
Décembre	07/12/2022	10:15h
Janvier	15/01/2023	10:00h
Février	13/02/2023	10^{h}:05
Mars	11/03/2023	10:00h
Avril	09/04/2023	10:00h

III.4.3. Conditionnement et transport des échantillons :

Tous les flacons ont été immédiatement identifiés et étiquetés (date et l'heure de prélèvement) pour éviter tout risque de confusion. Si la durée du transport dépasse 1 heure, et si la température extérieure est supérieure à 10°C, les prélèvements seront transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 4 à 6 °C. Même dans de telles conditions. Si exceptionnellement l'analyse doit être reportée, il faut entreposer les échantillons à 4 °C.

Tableau III.3. Les conditions de conservation de prélèvement.

Caractéristiques a analysé	Volume minimum du prélèvement (ml)	Température de Conservation à (°C)	Effectuer la mesure avant l'analyse
pH	100	4	6 jours
CE	100	4	24 h (obsc)
Résidu SEC	500	4	7 jours
MES	500	4	48 h (obsc)
Dureté Total	100	-	1 mois
Calcium	100 – 500	4	Plusieurs mois
Magnésium	100 – 500	4	Plusieurs mois
Sodium	100 – 500	4	Plusieurs mois
Nitrates	250	4	24 h (obsc)
Chlorures	100	-	1 mois
Sulfates	200	4	1 mois
Carbonates et Bicarbonates	500	4	Quelque jour (Obsc)

III.5. TRAVAIL DE LABORATOIRE:

III.5.1. Méthodes d'acquisition des données :

L'étude de la qualité des eaux du barrage Ghrib comporte trois étapes :

- Prélèvements, échantillonnages;
- Analyses;
- Interprétations.

III.5.2. Objectifs :

Pour un contrôle de la qualité des eaux du barrage Ghrib, nous avons réalisé les analyses sur des échantillons pris de six prélèvements. Ce control consiste à l'analyse des :

- Paramètres organoleptiques;
- Paramètres physico-chimiques.

III.6. Analyse de laboratoire :

Les échantillons ont été analysés au sein du laboratoire de l'ADE de Médéa, qui nous a offert tous les moyens pour effectuer les analyses physico-chimiques nécessaires à l'étude.

Tableau III.4. Types d'appareillages utilisés pour les différentes analyses.

Paramètres mesurés	Type d'appareils
Température	Multi paramètre (marque: WTW LF 19
pH	
Conductivité électrique (µs / cm)	
Turbidité	Turbidimètre (marque: HACH 2100N)
Résidu sec	Etuve à 105 °C

Tableau III.5. Types des solutions et des produits utilisés pour les différentes analyses.

Paramètres mesurés	Types de solutions et produits
TAC	Phénolphtaléine et Méthyle d'orange
Calcium et Dureté totale	NaOH, Meruxide et solution tampon pH=10, Noir Eriochrome, EDTA
Chlorures	Chromate de potassium, Nitrates d'argent
Ammonium	Réactif coloré, 4 ml du réactif Dichloro-isocyanurique de sodium

III.6.1. Analyses Organoleptiques :

L'analyse des caractères organoleptiques qu'on a effectués pour les échantillons d'eau. On permit d'examiner :

- La couleur est évaluée par l'œil nu;
- L'odeur et saveur sont évaluées par les organes de dégustations (la langue et le nez).

III.6.2. Analyses Physico-physiques :

- **La température :**

  La température est mesurée par un thermomètre en le trompant dans l'échantillon, après stabilité, la valeur de la température et notée .les valeurs obtenues sont exprimées en degrés Celsius.

- **Le potentiel d'Hydrogène (pH) :**

Le pH est mesuré directement à l'aide d'une électrode de pH combiné à 20°C. Il consiste à tremper l'électrode dans le bêcher contenant l'échantillon, laisser stabiliser un moment, puis noter le pH, La mesure du pH a été réalisée à l'aide du pH-mètre.

- **La conductivité électrique:**

  Pour la détermination de la conductivité un multi-paramètre est utilisé. Elle est déterminée après rinçage plusieurs fois de l'électrode, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner; faire la mesure en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée. Le résultat de conductivité est donné directement en µS/cm.

- **La turbidité :**
  - **Principe :**

La turbidité est mesurée au laboratoire à l'aide d'un turbidimètre à cellule photo-électrique, par la méthode néphélémétrie. Les résultats sont exprimés en unité de turbidité néphélémétrie (NTU).

- **Mode opératoire :**

- Agiter bien l'échantillon à analyser, verser quelques millilitres dans la cuvette rincée à l'avance avec l'eau distillée jusqu'au la flèche indiquée dans cette dernière.
- Fermer la cuvette et bien la séchée et mettre dans leur place spécialisé, fermez le capot de turbidimètre et lisez la première valeur qui s'affiche dans l'écran. Les résultats sont exprimés en NTU.

➢ **Le résidu sec (RS):**

- **Principe :**

Le dosage des solides totaux est effectué sur une portion d'échantillon qui est évaporée dans un creuset de porcelaine préalablement pesé. Lorsque l'évaporation est terminée le résiduest séché à 105 °C et pesé de nouveau. La quantité de solides totaux est obtenue par différence des poids.

- **Mode opératoire :**
  - Tracer une capsule préalablement lavée, rincer à l'eau distillée et desséchée;
  - Peser les capsules avant (vide);
  - Prélever 100 ml d'eau à analyser dans une fiole jaugée et déverser la dans la capsule;
  - Porter cette dernière à l'étuve à 105 °C pendant 24 h;
  - Laisser refroidir pendant ¼ d'heure au dessiccateur;
  - Peser immédiatement et rapidement pour la 2éme fois à la balance **(ADE, 2023)**.

➢ **Les chlorures (Cl^-) :**

- **Principe :**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge carac1téristique du chromate d'argent.

- **Mode opératoire :**
  - Introduire 100 mld'eau à analyser, préalablement filtrée dans un erlenmeyer de 250 ml;
  - une pincée de carbonate de chaux et 3 gouttes de solution de chromate de potassium à 10%;

- Verser alors au moyen d'une burette la solution de nitrate d'argent jusqu'à apparition d'une teinte rougeâtre;
- Après addition d'un goutte de solution de chlorure de sodium cette coloration et disparaître.

- **Mesuré et calculé les résultats :**

$$P_{Cl} = \frac{V_S - V_b}{V_a \, C \, F} \qquad \textbf{(III.1)}$$

Où:

P_{Cl}: la concentration en mg/l de chlorure.

Vs: le volume en ml d'échantillons pour essaie.

V_b: le volume en ml de sodium de nitrate d'argent utilisé pour le titrage de blanc.

Va: le volume en ml de sodium de nitrate d'argent utiliser pour le titrage d'échantillons.

C: la concentration réelle exprime en mol $AgNo_3$ par l de la solution de nitrate d'argent.

F:le facteur de conservation F= 35453 mg/l.



Figure III.3. Résultat des chlorures.

- **Détermination du calcium (Ca^{2+}) et du magnésium (Mg^{2+}) :**

Le calcium est dosé avec une solution aqueuse d'EDTA, à pH entre 12 et 13. Ce dosage se fait en présence du Meruxide. l'EDTA, réagi tout d'abord avec les ions calcium libres puis avec les ions calcium combinés avec l'indicateur coloré qui vire alors de la couleur rouge au violet.

- **Mode opératoire :**
- **Ca^{2+} :**
  - Prendre 50 ml d'eau à analyser de chaque échantillon;
  - Ajouter 2 ml de NaOH à 2 N;
  - Ajouter du Meruxide;
  - Titrer avec l'EDTA jusqu'au virage (violet).

$$[Ca^{2+}] = \frac{C_{EDTA} \times V_{EDTA}}{V_{echan}} \times 40,08 \times 100 \qquad \textbf{(III.2)}$$

Où:

$[Ca^{2+}]$: concentration de calcium en (mg/l).

V_{EDTA}: volume d'EDTA utilisé pour le titrage en (ml).

C_{EDTA}: concentration molaire d'EDTA en (g/mol).

V_{echan}: volume d'échantillon en (ml).

- **Mg^{2+} :**
  - Prendre 50 ml d'eau à analyser;
  - Ajouter 2 ml de NH_4OH (pH =10,1);
  - Ajouter le noir Eriochrome (NET);
  - Titrer avec l'EDTA, jusqu'au virage (bleu).

$$[Mg^{2+}] = \frac{C_{EDTA} \times V_{EDTA}}{V_{echan}} \times 40,08 \times 100 \qquad \textbf{(III.3)}$$

➢ **Détermination de la dureté (TH):**

- **Mode opératoire :**
  - Prélever une prise d'essai de 50 ml d'échantillon;
  - Ajouter 4ml de la solution tampon ammoniacal et une pincé d'indicateur noire d'Erichrome bien mélanger, la solution doit se colore rose;
  - Titrer immédiatement avec la solution de l'EDTA, en versant lentement jusqu'au virage au bleu (ADE, 2023).
- **Mesure et calcul du résultat :**

La concentration totale en ions calcium et magnésium (Ca^{2+} et Mg^{2+}) exprimé en (°F) et donner par la formule suivante:

$$\mathbf{TH = V_2 \times 2 \times F \times F_e} \qquad \textbf{(III.4)}$$

Où:

TH: la dureté exprimé en °F.

V_2: le volume en ml d'échantillons dosé.

F_e: le facteur de correction.

F: le facteur de dilution.

- **Détermination des Sulfates (SO_4^{2-}) :**

- **Principe :**

Les ions sulfates sont précipités et passés à l'état de sulfate de baryum en présence de ($Ba\ Cl_2$).

$$\mathbf{BaCl_2 + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4 + 2Cl^-}$$

- **Mode opératoire :**
  - Prendre 20 ml d'eau à analyser puis compléter à 100 ml d'eau distillée;
  - Ajouter 5 ml de la solution stabilisante;
  - Ajouter 2 ml de chlorure de baryum;
  - Agiter énergiquement pendant 1 min;
  - Passer au spectrophotomètre λ = 420 nm.

$[SO_4^{2-}]$ en (mg/l) = la valeur lue sur le spectrophotomètre × facteur de la dilution.



Figure III.4. Détermination des sulfates.

➢ **Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC) :**

- **Mode opératoire :**
  - Introduire 100 ml d'échantillons dans un bêcher et noté le pH ;
  - Amener 100 ml d'eau à analyser au pH 4.3 en versant lentement de l'acide chlorhydrique pour obtenir cette valeur à l'aide d'un disimat ;
  - Notre le volume V1 lu au dosimat **(ADE, 2023)**.

- **Mesures et calcul des résultats :**

Le titre alcalimétrique complet (TAC) exprimer en mg/l sont données respectivement par l'expression suivante:

$$\mathbf{TAC} = \frac{(V_2 \times N \times 1000) \times \text{Massemolaire des bicarbonates}}{V} \qquad \textbf{(III.5)}$$

Avec :

- La masse molaire de bicarbonate = 61 g/mol;
- TAC=(HCO_3^-) mg/l =V_{TAC}×61;
- V_2 : le volume d'acide chlorhydrique en ml;
- V : le volume en ml de la prise d'essai (100) ml;
- N : la normalité de la solution d'acide chlorhydrique =0.01N.



Figure III.5. Détermination du titre alcalimétrique complet.

➢ **La matière organique (MO):**

- **Mode opératoire :**
  - Dans un bécher de 250 ml on introduit 100 ml d'échantillon à analyser;
  - Ajouter 20 ml (H_2SO_4 à 2 M) puis agiter;

- Placer le sur une plaque chauffante et porter à l'ébullition ;
- Ajouter 20 ml de $KMnO_4$ de 2 mmol/l puis démarrer le chronomètre pendant 10min;
- Retirer le bécher de la plaque et poser le sur l'agitateur et titrer la solution avec KM_nO_4 jusqu'à une coloration rose ;
- Noter le volume V_1;
- Effectuer parallèlement un essai de témoin en utilisant 100 ml d'eau distillée
- Noter le volume V_0;
- Conserver le témoin titré;
- A ce moment dernier ajouter 20ml de $Na_2C_2O_4$;
- Réchauffer 2 min et retirer avec $KMnO_4$ jusqu'à l'apparition d'une coloration rose persistant 30 s.
- Noter le volume V_2 (ADE, 2023).

$$[MO] = \frac{V_1 - V_0}{V_2} \times F \qquad \textbf{(III.6)}$$

Avec:

- $\mathbf{V_0}$: le volume en millilitre de la solution de permanganate consommé dans le dosage du blanc.
- $\mathbf{V_1}$: le volume en millilitre de la solution de permanganate consommé dans le dosage de la prise d'essai.
- $\mathbf{V_2}$: le volume en millilitres de la solution de permanganate consommé lors de la vérification de la solution titrant.
- **F**: le facteur correctif utilisé, compte tenu des unités pour exprimer le résultat en milligrammes d'oxygène par litre F=16.



Figure III.6. Changement de couleur de l'échantillon lors d'essai.

- **L'Ammonium NH_4^+ :**

- **Mode opératoire:**
  - Prélever 40 ml d'échantillon à analyser, ajouter dans l'ordre :
  - 4 ml du réactif coloré homogénéisé;
  - 4 ml du réactif de dichloro-isocyanurate de sodium et homogénéiser;
  - Après au moins 60 min attendre le développement de la couleur puis lire les mesures spectro-photométriques à la longueur d'onde de 655nm comme nous avons procédé pour la gamme d'étalonnage **[49]**.



Figure III.7. Résultats du test d'Ammonium.

- **Les Nitrates (NO_3^-):**

- **Principe :**

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitro-sonylate de sodium coloré en jaune et susceptible d'un dosage colorimétrique.

- **Mode opératoire**
  - Prendre 10 ml de l'échantillon à analyser (pour chaque échantillon);
  - 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), laisser refroidir;
  - Reprendre le résidu avec 2 ml de H_2SO_4puis laisser reposer 10 mn;
  - Ajouter 15 ml d'eau distillée;
  - Ajouter 15 ml de tartrate double de sodium et de potassium puis passé au spectrophotomètre au 420 nm (ADE, 2023).

- **Détermination des phosphates (PO_4^{-3}) :**

- **Principe :**

La formation en milieu acide d'un complexe avec le molybdate d'Ammonium et le tartrate double d'antimoine et de potassium. Réduction par l'acide ascorbique en un complexe coloré en bleu qui présente deux valeurs maximales d'absorption l'une vers 700 nm, l'autre plus importante à 880 nm.

- **Mode opératoire :**
  - Prendre 40 ml d'eau à analyser (pour chaque échantillon) ;
  - Ajouter 1 ml acide ascorbique puis 2 ml du réactif mixte;
  - Attendre 10 nm le développement de la couleur bleue;
  - Effectuer la lecture à une longueur d'onde de 880 nm.

III.7. CONCLUSION :

Les analyses faites au laboratoire ont été effectué par les méthodes volumétriques et spectre photométriques pour les paramètres physico-chimiques.

Chapitre Io/
CR.jsuûats et discussions

RESULTATS ET DISCUSSIONS

IV.1. INTRODUCTION:

L'eau destinée à la consommation humaine ne doit pas présenter des paramètres, dont les concentrations dépassent les valeurs limites définies par l'Organisation Mondiale de la santé (OMS) mise en place à Genève 1991 et par la normalisation Algérienne. Les analyses ont pour but de suivre la qualité physico-chimique de l'eau des six prélèvements répartis en six mois.

La qualité d'une eau est caractérisée par un certain nombre de paramètres physico-chimiques, en ce qui concerne l'eau étudiée, les analyses ont permis de révéler les résultats sous formes des tableaux et graphiques ci -dessous qui seront comparés aux normes Algériennes.

IV.2. RESULTATS ET DISCUSSIONS:

IV.2. 1. Interprétation des résultats obtenus pour les paramètres organoleptiques:

Pour la qualité organoleptique de l'eau doit être agréable à boire, fraiche et sans odeur. Tous les échantillons analysés présentent une bonne qualité organoleptique.

IV.2.2. Interprétation des résultats obtenus pour les paramètres physiques:

IV.2.2.1. Température :

Les valeurs de la température expérimentale de l'eau brute obtenue, sont données sont regroupés dans le tableau IV.1.

Tableau IV.1. Résultats d'analyse de la température.

Date	Nov-2022	Déc-2022	Jan-2023	Fév-2023	Mar-2023	Avr-2023
Température (°C)	20	20	20	20	20	20
Norme Algérienne [44]	25	25	25	25	25	25

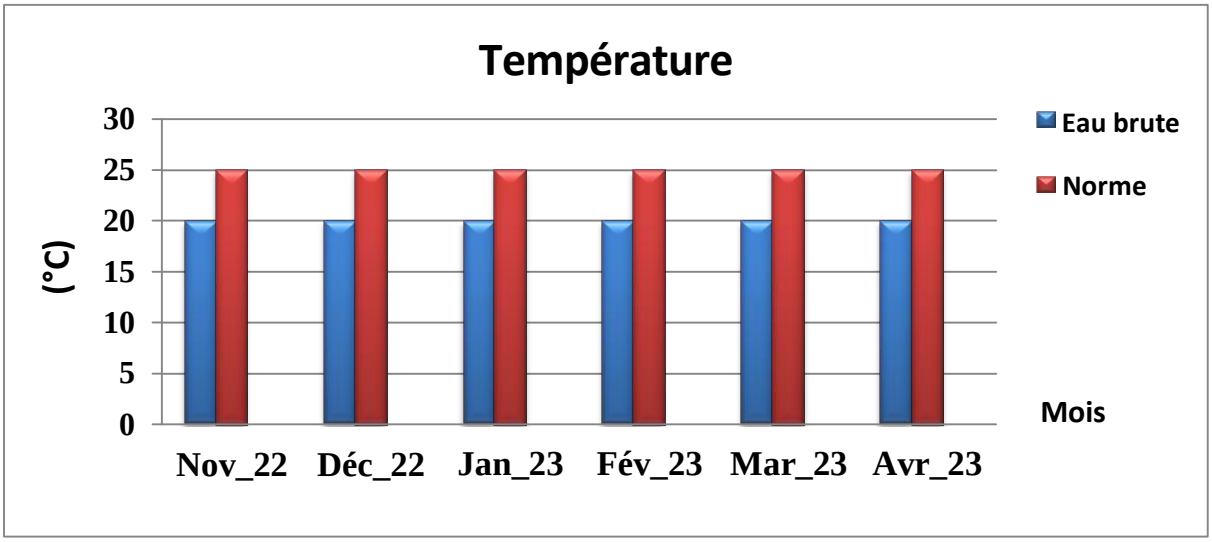


Figure IV.1. Comparaison des résultats des températures obtenus avec la norme.

La température des eaux de surface est très variable selon la saison et le climat. C'est un paramètre important pour la vie aquatique en fait, la majorité des paramètres physico-chimiques dépendant de la température, joue un rôle important dans la solubilité des sels et des gaz ainsi que sur la valeur du pH Ainsi un réchauffement entraine l'apparition des algues flottantes et des organismes aquatiques indésirables.

On peut constater que toutes les valeurs observées sont bonnes et conformes à la norme.

IV.2.2.2. Potentiel d'hydrogène (pH) :

Le pH est un paramètre physique qui détermine l'acidité ou l'alcalinité du milieu. Le pH d'une eau de surface doit être compris entre 6.5 et 8.5. Les valeurs du pH des eaux étudiées sont présentées sur la figure IV.2.

Tableau IV.2. Résultats d'analyse du potentiel d'hydrogène.

Date	Nov-2022	Déc-2022	Jan-2023	Fév-2023	Mar-2023	Avr-2023
pH	7.94	8.05	8.26	8.06	7.94	8.41
Norme Algérienne [44]	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5

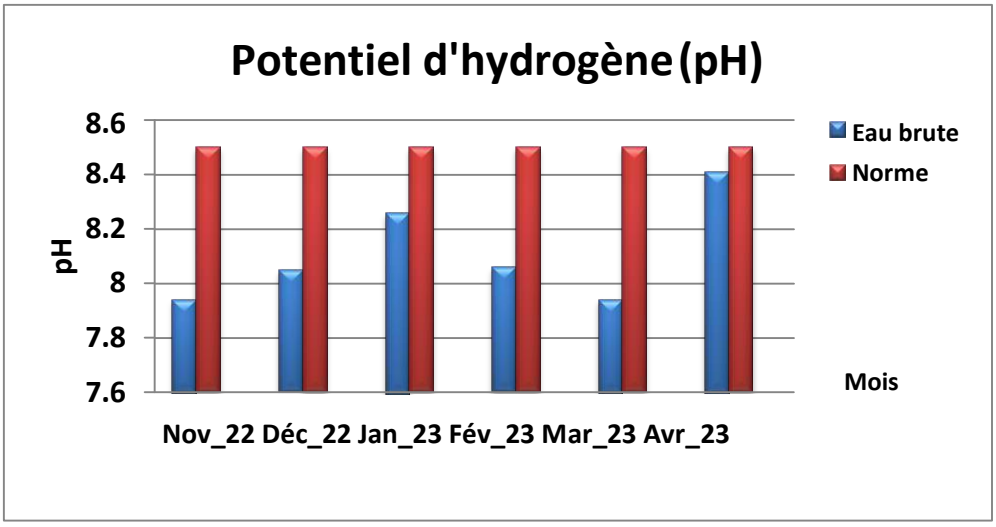


Figure IV.2. Comparaison des résultats du pH obtenus avec la norme.

Les valeurs des pH enregistrées au niveau du barrage oscillent entre 7.9 et 8.4 (Figure IV.2). Elles indiquent des eaux à pH faiblement alcalin. Ces résultats montrent que les valeurs du pH sont légèrement variée ce qui reflète clairement l'influence de la nature géologique du bassin versant sur la composition chimique des eaux. En effet, le bassin drainé estformé essentiellement par des roches sédimentaires. Ces variations du pH peuvent être expliquées également par l'influence des eaux de ruissellements chargés généralement de diverses matières aux origines différentes.

Les valeurs enregistrées respectent les normes.

IV.2.2.3. Conductivité électrique (CE):

Elle est considérée comme étant la propriété que possède l'eau à permettre au courant électrique de passer, celle-ci est fonction de la température, de la concentration des espèces ioniques en solution. Les normes fixent une valeur de 2800µs/cm. Les valeurs moyennes de la conductivité pour les six mois de prélèvements sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV.3. Résultats d'analyse de la conductivité.

Date	Nov-2022	Déc-2022	Jan-2023	Fév-2023	Mar-2023	Avr-2023
Conductivité (µs /cm)	1864	2059	2102	2000	2164	2495
Norme Algérienne [44]	2800	2800	2800	2800	2800	2800

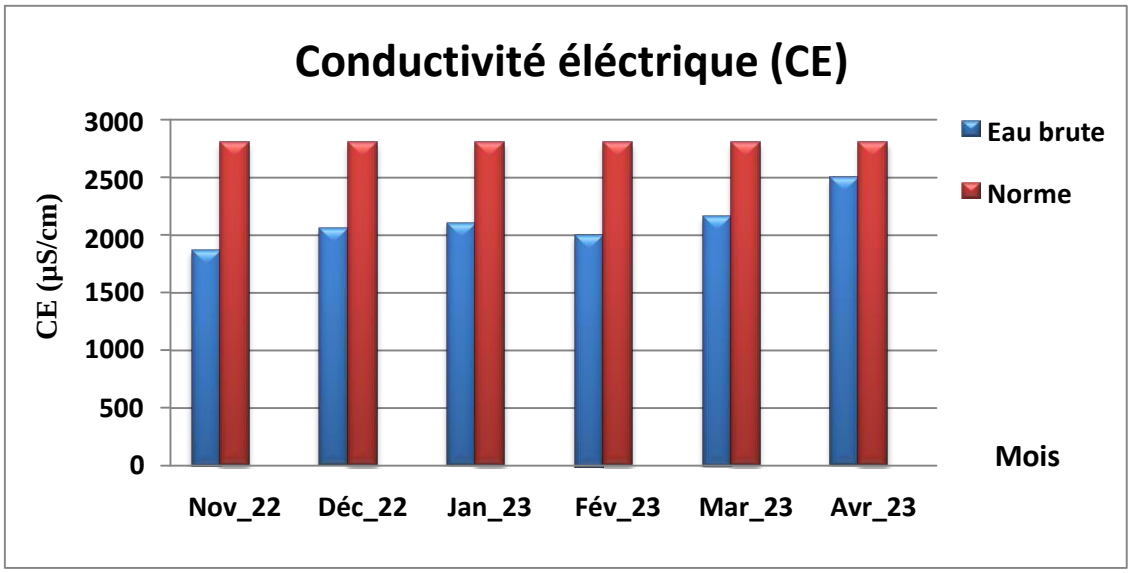


Figure IV.3. Comparaison des résultats de la conductivité électrique obtenus avec la norme.

La conductivité électrique constitue un indicateur du degré de la minéralisation globale des eaux. Elle dépend de la concentration des ions et de la température.

L'allure de l'histogramme (Figure IV.3.) montre que les eaux du barrage Ghrib sont caractérisées par une CE moyenne de 2000 µS/cm, ce qui reflète d'après Rodier et *al*. (2009) une minéralisation excessive (CE >1000µS/cm), mais ne dépassant pas les normes (2800µs/cm). D'après les normes algériennes, les eaux du barrage Ghrib sont de bonne qualité.

IV.2.2.4. Turbidité :

Les valeurs de la turbidité pour les 06 prélèvements sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV.4. Résultats d'analyse de la turbidité.

Date	Nov-2022	Déc-2022	Jan-2023	Fév-2023	Mar-2023	Avr-2023
Turbidité (NTU)	2.43	4.18	4.9	3.86	4.04	3.9
Norme Algérienne [44]	5	5	5	5	5	5

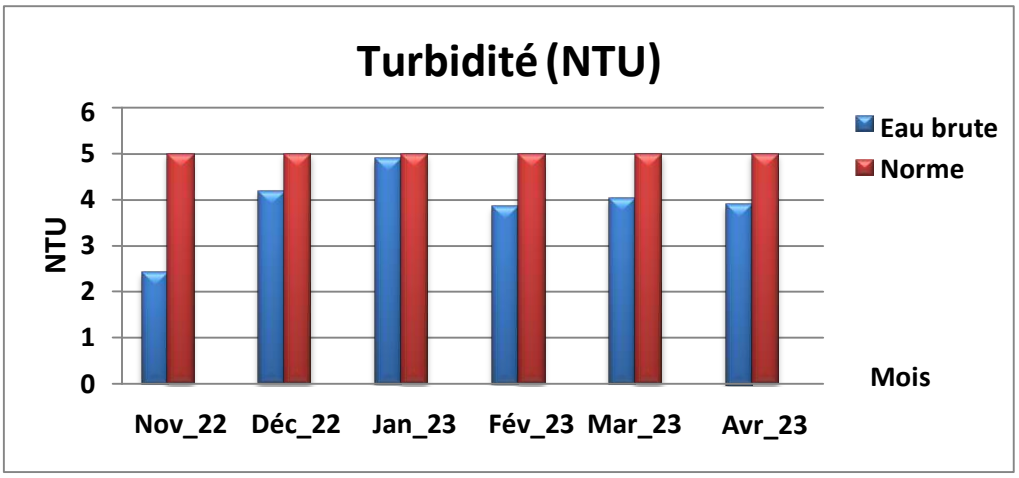


Figure IV.4. Comparaison des résultats des turbidités obtenus avec la norme.

La turbidité est due à la présence de matières en suspension (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...etc.), entraînées dans les eaux qui donnent un aspect trouble à l'eau. D'après les résultats obtenus, la valeur varie entre 3.86 NTU et 4.9 NTU alors les résultats sont toujours en conformité avec les normes Algérienne et l'OMS de 5 NTU.

IV.2.3. Interprétation des résultats obtenus pour les paramètres chimiques:

IV.2.3.1. Chlorures (Cl^-) :

Tableau IV.5. Les résultats d'analyse des Chlorures.

Date	Nov-2022	Déc-2022	Jan-2023	Fév-2023	Mar-2023	Avr-2023
Chlorure	340.8	340.8	347.9	305.3	313.8	355
Norme Algérienne [44]	500	500	500	500	500	500

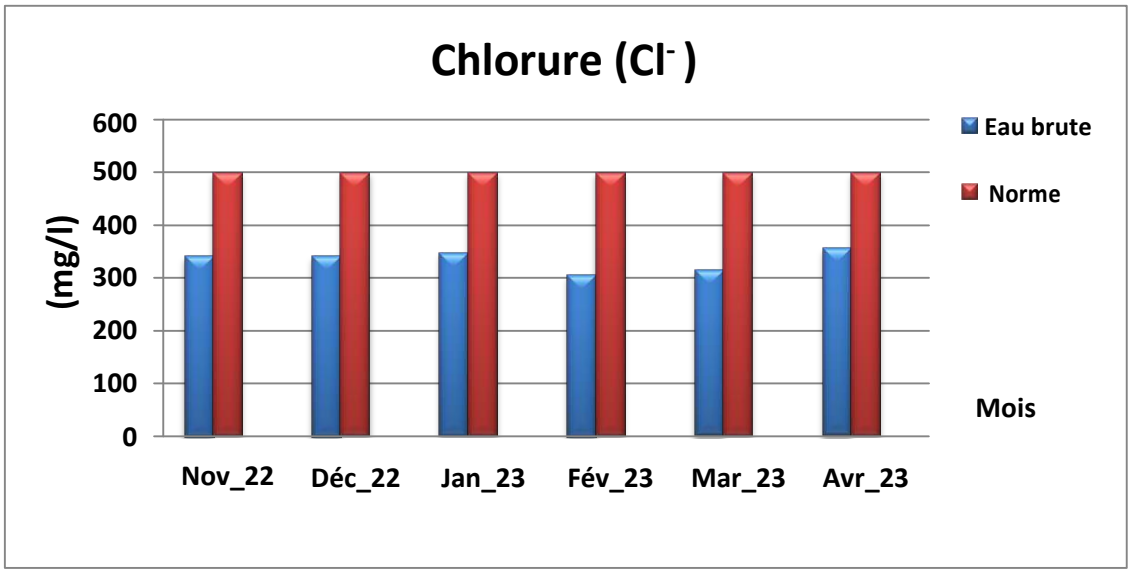


Figure IV.5. Comparaison des résultats du chlorure obtenus avec la norme.

La concentration des chlorures dans l'eau dépend aussi du terrain traversé. Sur la base des résultats des analyses effectuées pour les échantillons des eaux, les teneurs en chlorure est de l'ordre de 305.3 mg/l à 355 mg/l au niveau de la région d'étude. Ces teneurs restent conformes aux normes Algériennes qui préconisent une valeur égale à 500 mg/l.

V.2.3.2. Calcium (Ca^{2+}) :

Le Calcium est généralement l'élément dominant des eaux potable et sa teneur varie essentiellement suivant la nature des terrains traversés le tableau suivant donne l'ensemble des résultats analysées :

Tableau IV.6. Résultats d'analyse du Calcium.

Date	Nov-2022	Déc-2022	Jan-2023	Fév-2023	Mar-2023	Avr-2023
Calcium	158.70	196.33	150.78	166.65	162.68	196.33
Norme	200	200	200	200	200	200

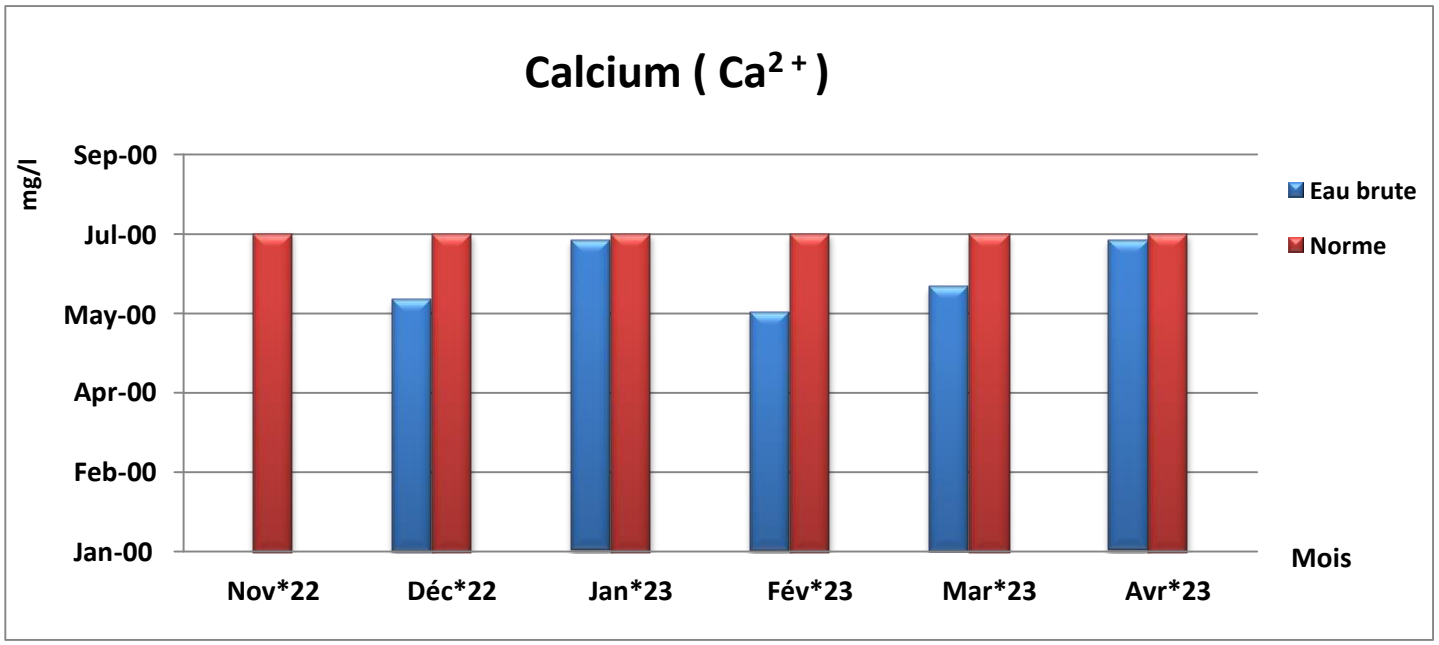


Figure IV.6. Comparaison des résultats du Calcium obtenus avec la norme

Le Calcium est généralement l'élément dominant des eaux potable. D'après les résultats obtenus qui varie entre 150.78 à 206.33 mg/l avec une valeur moyenne de 170 mg/l qui est inférieur à la concentration maximale admissible 200 mg/l aux normes Algériennes.

IV.2.3.3. Magnésium (Mg^{2+}) :

Le tableau suivant donne les résultats des analyses de Magnésium :

Tableau IV.7. Résultats d'analyse du Magnésium.

Date	Nov-2022	Déc-2022	Jan-2023	Fév-2023	Mar-2023	Avr-2023
Magnésium	72.9	72.9	111.8	102.6	89.91	65.6
Norme Algérienne [44]	150	150	150	150	150	150

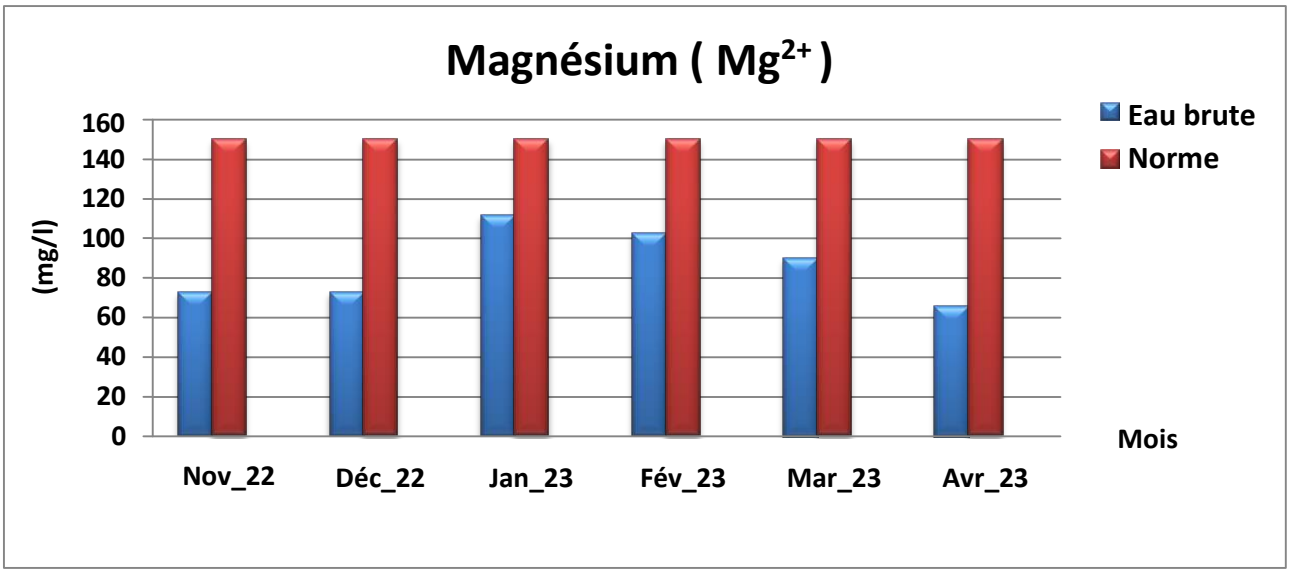


Figure IV. 7. Comparaison des résultats du Magnésium obtenus avec la norme

Second élément intervenant dans la dureté totale des eaux, le magnésium est moins abondant que le calcium et le sodium, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrées (calcaire). D'après les résultats obtenus une valeur varie entre 65.6 mg/l à 111.8 mg/l Donc les résultats demeurent dans le respect des normes Algérienne (150 mg/l) et celle de l'OMS qui est de 150mg/l alors la qualité de l'eau elle est acceptable.

IV.2.3.4. Dureté totale (TH):

Tableau IV.8. Les résultats d'analyse de la dureté totale.

Date	Nov-2022	Déc-2022	Jan-2023	Fév-2023	Mar-2023	Avr-2023
Dureté totale (°F)	700	820	840	840	780	790
Norme	500	500	500	500	500	500

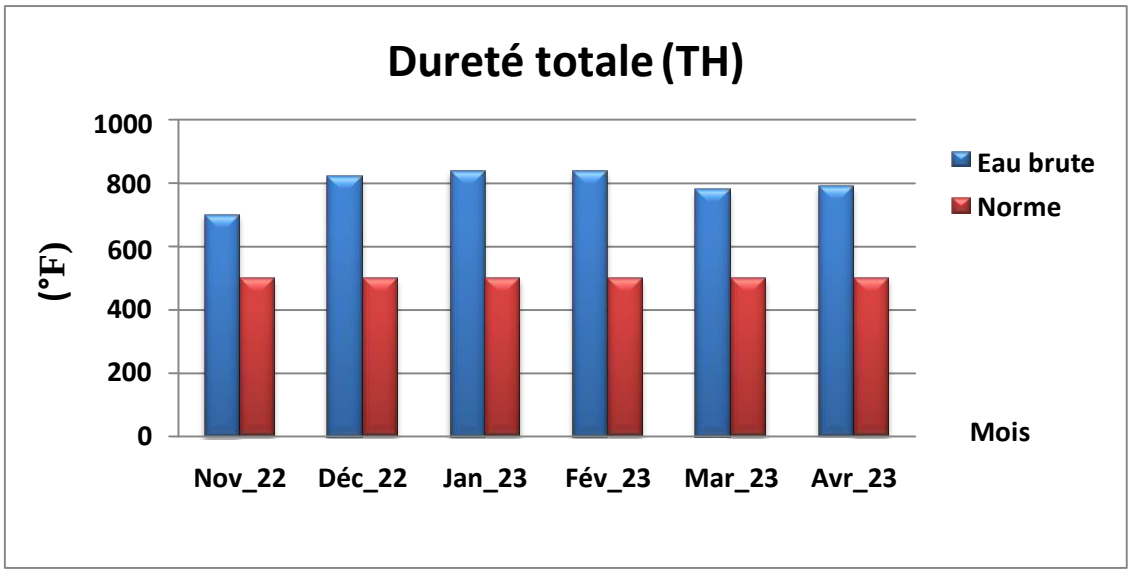


Figure IV.8. Comparaison des résultats des duretés totales obtenus avec la norme.

La dureté totale est une qualité particulière de l'eau due à la présence de Calcium et de Magnésium. On distingue: une dureté Carbonatée qui correspond à la teneur en Carbonates et Bicarbonates de Ca^{2+} et Mg^{2+} et une dureté non Carbonatée produite par les autres sels.

Les valeurs enregistrées de la dureté totale varient entre 700°F et 840°F indiquent que les eaux du barrage Ghrib. C e s valeurs supérieures au seuil admissible (500°F), donc ces eaux ne sont pas conformes à la réglementation Algérienne, on peut dire que ces eaux sont très dures.

IV.2.3.5. Sulfates (SO_4^{2-}) :

La teneur en sulfate admise par les normes Algériennes est de l'ordre de 400 mg/l, le tableau IV.9 regroupe les résultats d'analyse obtenus.

Tableau IV.9. Les résultats d'analyse deu sulfate.

Date	Nov-2022	Déc-2022	Jan-2023	Fév-2023	Mar-2023	Avr-2023
Sulfate	790	860	1055	975.4	814	1014
Norme	400	400	400	400	400	400

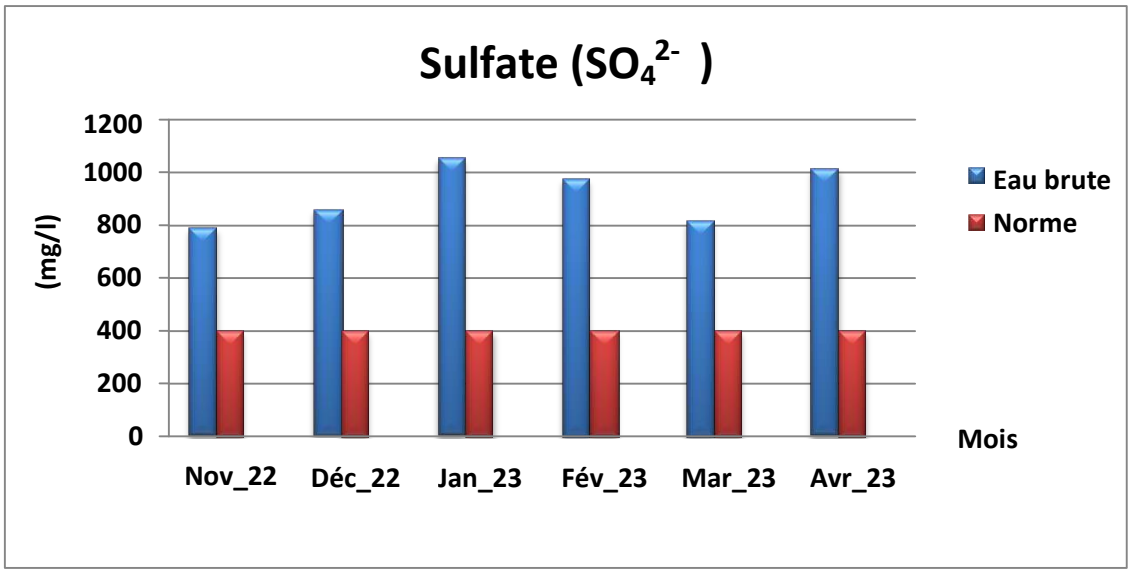


Figure IV.9. Comparaison des résultats du sulfate obtenus avec la norme.

Les sulfates (SO_4^{2-}) proviennent du ruissellement ou d'infiltration dans les terrains à gypse. Les teneurs en sulfates d'eaux de source Ghrib étudiée varient entre 790 et 1055 mg/l, on a remarqué que les teneurs sont supérieures à 400mg/l; donc ces eaux ne sont pas conformes à la norme.

IV.2.3.6. Titre alcalimétrique complet (TAC):

Le titre alcalimétrique complet (TAC) correspond à la teneur de l'eau en alcalins libres, carbonates et hydrogénocarbonates. Les résultats d'analyse titrimétries sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau IV. 10. Les résultats d'analyse du titre alcalimétrique complet.

Date	Nov-2022	Déc-2022	Jan-2023	Fév-2023	Mar-2023	Avr-2023
TAC	106	110.5	125	117.5	115	110
Norme Algérienne [44]	500	500	500	500	500	500

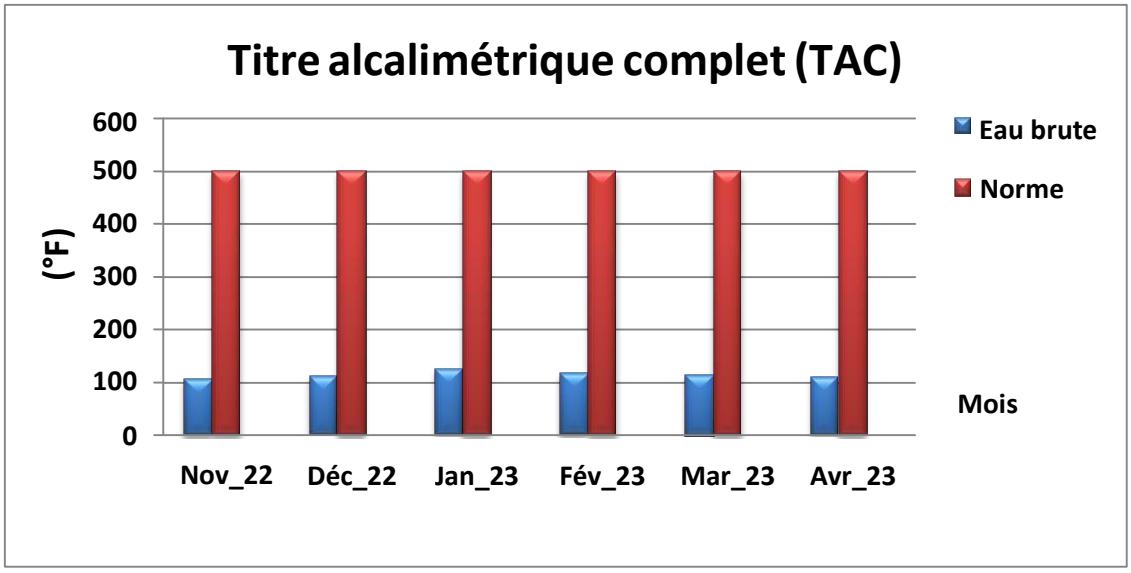


Figure IV.10. Comparaison des résultats du titre alcalimétrique complet obtenus avec la norme.

L'allure de l'histogramme montre que les teneurs du TAC varient entre 106°F et 125°F, alors que les valeurs enregistrées sont inférieurs à la valeur guidée par les normes Algérienne (500 °F).

IV.2.3.7. Résidu sec (RS):

Le tableau suivant résume tous les résultats d'analyse au laboratoire du résidu sec :

Tableau IV.11. Résultats d'analyse du résidu sec.

Date	Nov-2022	Déc-2022	Jan-2023	Fév-2023	Mar-2023	Avr-2023
Résidu sec	1662	1592	1824	1776	1662	1657
Norme Algérienne [44]	2000	2000	2000	2000	2000	2000

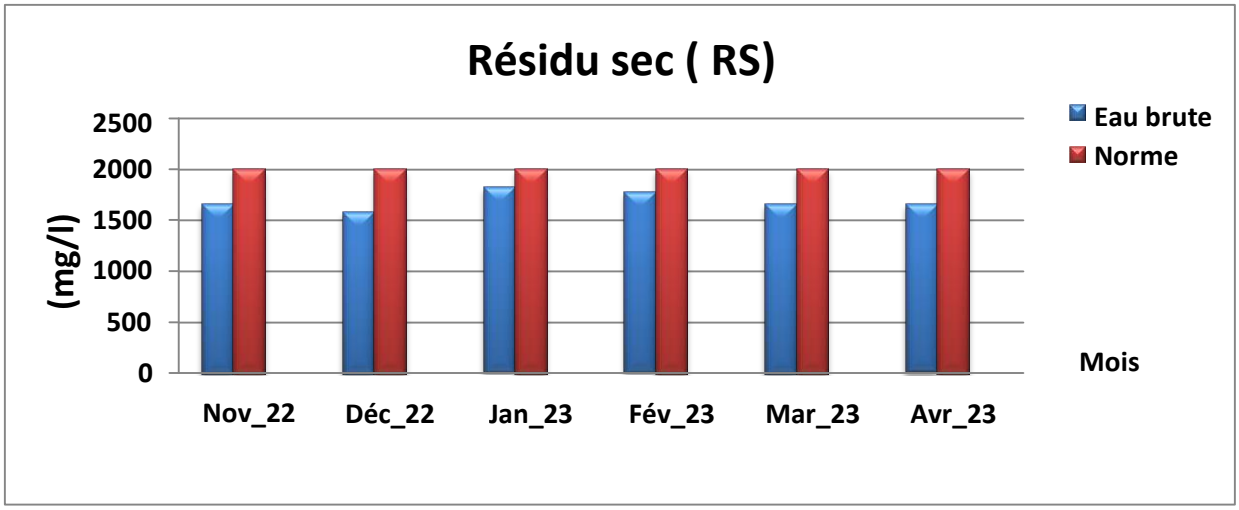


Figure IV.11. Comparaison des résultats du résidu sec obtenus avec la norme.

La détermination du résidu sec dans l'eau non filtrée permet d'évaluer la teneur en matières dissoutes et en suspension non volatiles, Obtenues après une évaporation d'eau. D'après l'allure de l'histogramme (Figure IV.11) le taux des résidus secs le plus élevé est 1824 mg/l, et le taux le plus faible 1592 mg/l, donc les résultats ne dépassent pas les normes Algérienne de 2000 mg/l et la qualité de l'eau est acceptable ce qui traduit que l'eau du barrage Ghrib riche en sels minéraux.

IV.2.3.8. Matières organiques (MO) :

Dans les eaux superficielles, les MO peuvent provenir soit des effets de l'érosion naturelle du bassin versant suite à de violentes précipitations, soit des rejets d'eaux résiduaires urbaines ou industrielles. La présence des matières organiques dans l'eau provoque l'existence et la prolifération des micro-organismes qui peuvent être pathogènes, donc la détermination de ces matières organiques est indispensable dans la surveillance de la qualité des eaux. Le tableau IV.12 donne les valeurs analysées des matières organiques du barrage Ghrib.

Tableau IV.12. Les résultats d'analyse de la matière organique.

Date	Nov-2022	Déc-2022	Jan-2023	Fév-2023	Mar-2023	Avr-2023
Matière organique	3.04	2.44	3.8	4.94	3.07	1.68
Norme Algérienne	5	5	5	5	5	5

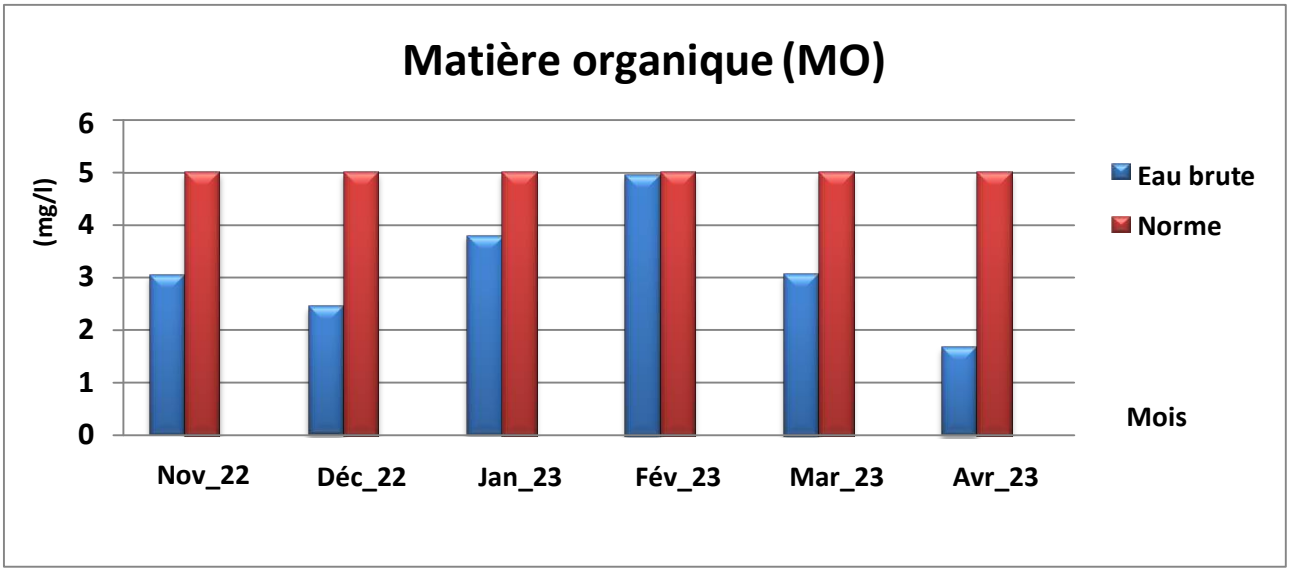


Figure IV.12. Comparaison des résultats de la matière organique obtenus avec la norme.

L'histogramme IV.12 montre une variation des teneurs en MO, le plus faible égale à 1.68 mg/l et le plus élevé égala à 4.94 mg/l, sont conformes à la norme cette dernière est admissible pour une concentration maximale de 5 mg/l.

IV.2.3.9. Ammonium (NH_4^+):

Dans les eaux superficielles, l'azote ammoniacal peut avoir pour origine : la matière organique végétale des cours d'eau, la matière organique animale ou humaine et les rejets industriels (engrais, textiles…). Le tableau IV.13 regroupe les données analysées.

Tableau IV.13. Les résultats d'analyse de l'Ammonium.

Date	Nov-2022	Déc-2022	Jan-2023	Fév-2023	Mar-2023	Avr-2023
Ammonium	0.41	0.36	0.3	0.391	0.227	0.225
Norme Algérienne [44]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

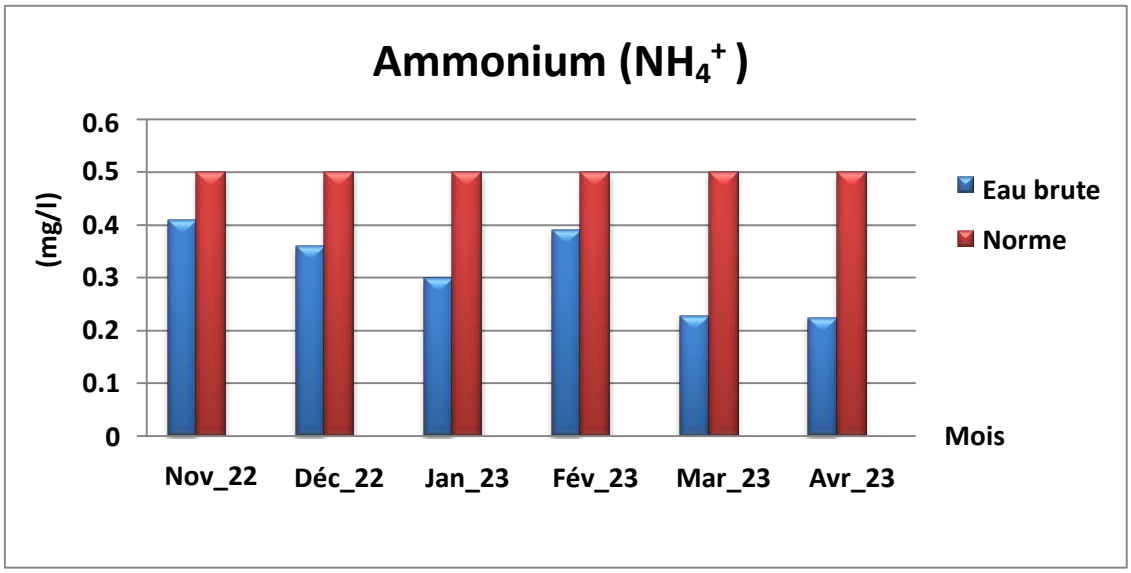


Figure IV.13. Comparaison des résultats du [NH_4^+] obtenus avec la norme.

D'après l'histogramme (Figure IV.13) le taux des NH_4^+ le taux le plus faible est 0.225 mg/l et le plus élevé est 0.41 mg/l. ces taux révèlent une eau appartenant à une qualité des eaux bonne selon la grille des normes algérienne.

IV.2.3.10. Nitrates (NO_3^-) :

La présence de Nitrate dans l'eau peut être expliquée soit par une pollution organique d'origine inconnue soit par un lessivage des produits chimiques utilisés en agriculture (type engrais azoté). Le tableau IV.14 donne les valeurs analysées du Nitrate.

Tableau IV.14. Les résultats d'analyse du Nitrate.

Date	Nov-2022	Déc-2022	Jan-2023	Fév-2023	Mar-2023	Avr-2023
Nitrate	7.533	5.23	6.17	7.544	8.394	5.68
Norme Algérienne [44]	50	50	50	50	50	50

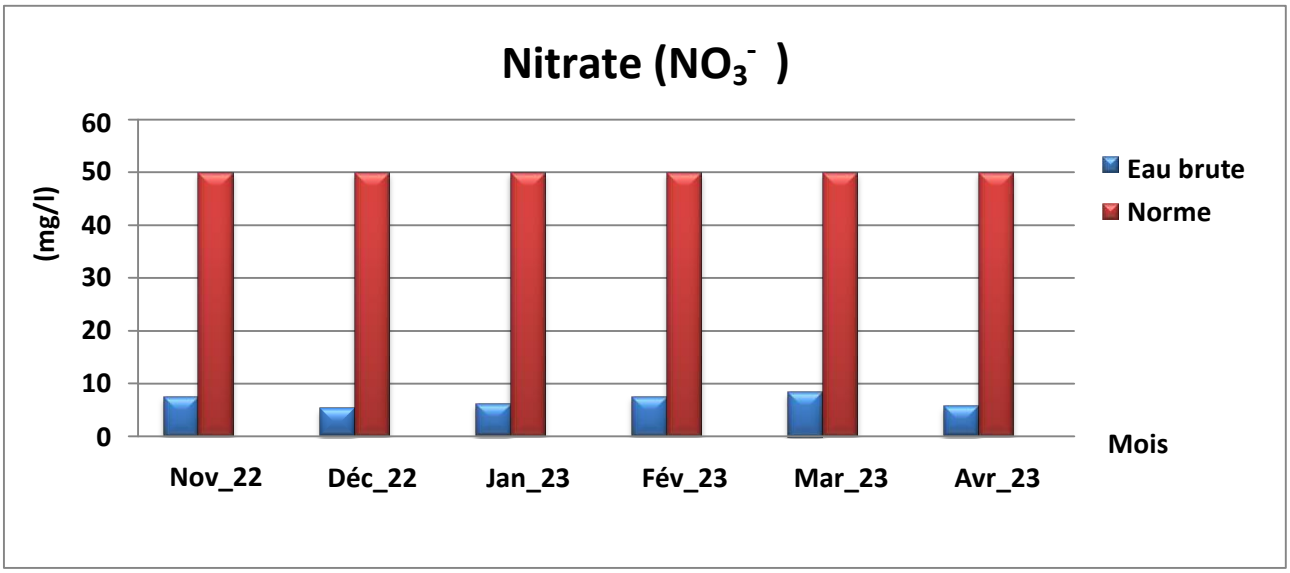


Figure IV.14. Comparaison des résultats du [NO_3^- obtenus avec la norme.

Il est recommandé pour le cas des Nitrates, une valeur de 50mg/l dans une eau destinée à la consommation. Les résultats des analyses des eaux de sources ont révélé que les teneurs en NO_3^- varient entre 5.23 et 8.394 mg/l. D'après les normes algériennes on a constaté qu'il n'y a pas un dépassement des normes, les valeurs traduisent une eau de très bonne qualité ce qui n'indique pas une pollution.

IV.2.3.11. Phosphates (PO_4^{-3}) :

Le phosphate est naturellement présent dans les eaux superficielles en faible quantité, et son absence peut être expliquée par le fait que les ions phosphates sont susceptibles d'être absorbé par les sédiments dans le cas de désoxygénations importantes (Tableau IV.15).

Tableau IV.15. Les résultats d'analyse du Phosphate.

Date	Nov-2022	Déc-2022	Jan-2023	Fév-2023	Mar-2023	Avr-2023
Phosphate	0	0	0.001	0	0.008	0
Norme Algérienne	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

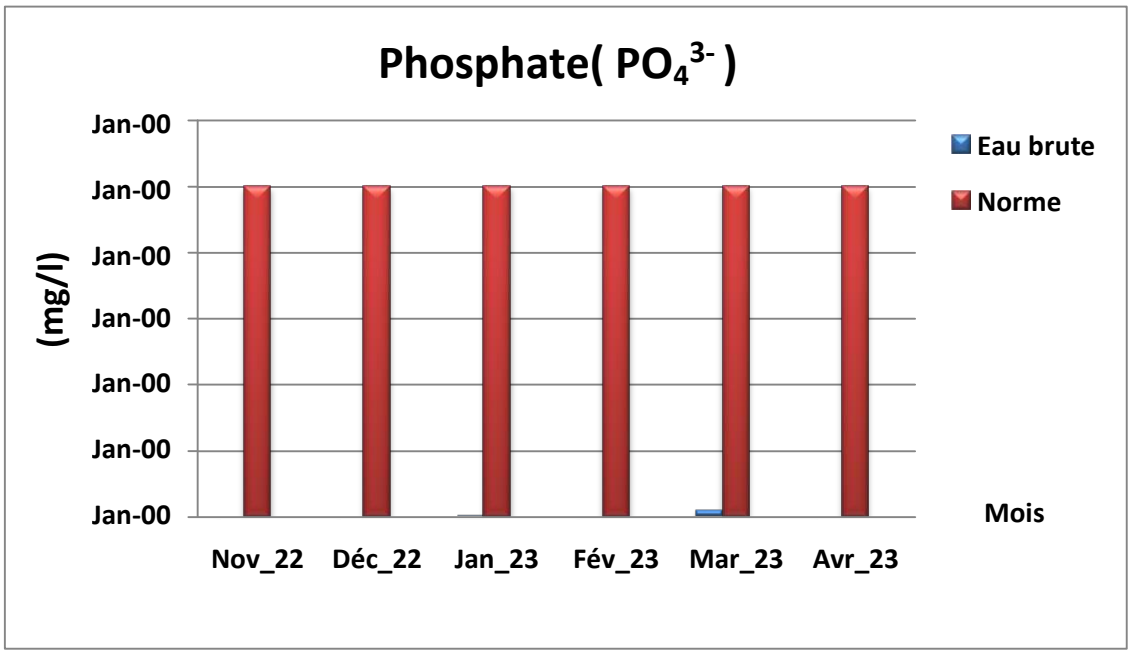


Figure IV.15. Comparaison des résultats du [PO_4^{-3}] obtenus avec la norme.

L'eau du barrage contient des teneurs en phosphates allant de 0 mg/l à 0.008 mg/l, traduisant ainsi des eaux de bonne qualité (teneur < 0.5 mg/l) selon les classes d'aptitude des normes.

IV.3. CONCLUSION:

A travers ce chapitre la qualité des eaux du barrage Ghrib comporte à un ensemble de critères physico-chimiques qui définissent leur degré de pureté et, en conséquence leur aptitude aux divers usages alimentaires, domestiques, agricoles et/ou industriels.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le but de notre étude était de suivre la qualité physico-chimique des eaux du barrage Ghrib qui situé dans la commune de Oued Chorfa, wilaya d'Ain Defla analysant des paramètres physico-chimiques sur une période de six (06) mois à partir du Novembre 2022 jusqu'à Avril 2023 au niveau du laboratoire d'analyse de l'eau (ADE) de Médéa et les comparés avec une série de données sur la qualité de l'eau. A cet effet, il convient de rappeler que ce barrage est l'un des principaux barrages en Algérie.

Les résultats des analyses physico-chimique sur les échantillons prélevés mensuellement ont montré que les eaux du barrage sont caractérisé par :

- L'analyse des paramètres organoleptiques a révélé que l'eau du barrage présente une eau de bonne qualité.
- Une température inférieure à 25°C qui est saisonnière, influencée par la température de l'air (ne dépasse pas la norme),
- Un pH à tendance faiblement alcalin oscille entre 7.9 à 8.4,
- Une moyenne entre 1864 et 2495µs/cm pour la CE qui est élevée mais ne dépassant pas les normes, traduisant une minéralisation excessive,
- Les teneurs de minéralisation : Cl^-, Ca^{2+}, Mg^{2+} et TAC des eaux du barrage reflétant une eau de très bonne qualité avec une TH élevée mais ne dépasse pas le seuil des normes qui traduisent des eaux dures aussi des teneurs de SO_4^{2-} sont élevées.
- Les teneurs en résidu sec, matière organique, Ammonium, Nitrates et Phosphate profèrent une eau de qualité très bonne.

Ces barrages peuvent constituer des ateliers pour de nombreuses investigations et répondre ainsi à de multiples préoccupations scientifiques aussi bien sur le plan de l'évaluation des niveaux des divers types de contamination que sur celui de la biodiversité faunistique et floristique.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

[1] **PRESCOTT L-M., HARLEY JP., KLEIN D., WOOLVERTON CJ.,** (2013). https://www.eyrolles.com/Sciences/Livre/microbiologie-9782804180393.

[2] **HADEF D., HASNI M.,** (2017). "Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de l'oued boutanerégion khemis Miliana Ain defla", mémoire master en chimie pharmaceutique et substance naturelle. Université Djilalli Bounaama Khemis Miliana, Algérie.

[3] **HAREZ A., DJELAILIA H.,** (2006). "Etude d'une station de traitement et de production d'eau potable à partir d'un forage" «Hôpital El-Hadjar», mémoire Master en Hydraulique Option: Hydraulique urbain et ressource hydraulique. Université Badji Mokhtar d'Annaba, Algérie.

[4] **AOUISSIETT L., MERABTI**., (2019). "Étude Physico-Chimique et Bactériologique et Développement d'un Système de Traitement (membrane à Base de Charbon Actif)", mémoire Master en Génie des Procédés. Université 8 Mai 1945 de Guelma, Algérie.

[5] l'utilisation de l'eau en agriculture [en ligne] (cité le 02-06-2023) http://www.fao.org/3/y4683f/y4683f07.htm#:text=L'eau%20de%20la%20production%2.

[6] **DUREND R.**, "L'eau et la vie". Opéra, Nantes, 2001, 76 -86.

[7] **ALI ABBOU S., BENMLOUKA M., (**2013/2014)."Caractéristique physico-chimiques des eaux embouteillées Algérienne et vérification d'étiquetage", mémoire de Master. Université Mohamed Boudiaf d'Oran, Algérie.

[8] Les états de l'eau [en ligne]. (cité le 27-05-2020) disponible sur: http://sciencejunior.fr/chimie/les-trois-états-de-leau.

[9] **BOEGLIN J-C., (**2006)."Propriétés des eaux naturelles", Environnement Technologies de l'eau", Technique de l'ingénieur.

[10] **LUZOLOLUTET K.,** (2012)."Les eaux souterraines: captage, exploitation et gestion", Université de Kinshasa – Graduat, Congo.

[11] **Musy A.**, (2005)."Cours d'hydrologie générale", Laboratoire d' Hydrologie et Aménagements (HYDRAM).

[12] **KEMMER F**., (1984). "Manuel de l'eau, technique et documentation". Edition, Lavoisier, pp.95-112.

[13] **MENAD K., METADJER.,** (2012). "Traitement des eaux saumâtre par l'osmose inverse cas de l'eau de Khemis Miliana". Université Khemis Miliana.

[14] **SARI H., (**2014)."Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines dans la plaine du Harouz". Mémoire de licence, Université Cadi Ayyad, Marrakech.

[15] La composition de l'eau [en ligne] (cité le 27-05-2021) disponible sur: http://dardel.info/eau_composition.html.

[16] **GROSCLAUDE. G,** (1999). Un point sur l'eau. Tome II usages et polluants. Edition. INRA. Paris. pp 210.

[17] **BENSOULLAH S.,** (1995)."Contribution à l'étude hydrogéologique des Hautes Plaines sétifiennes dans le cadre de la haute vallée de l'oued Rhumel en amont d'Oued Athmania". Mémoire de magister, Faculté des sciences de la terre. UniversitéMentouri de Constantine, Agérie.

[18] **REMINI B., (**Juin 2010). "La problematique de l'eau en Algerie du nord", Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 08,

[19] **Mekki M**., (Mars 2009)." Cadre Environnement ".

[20] **Miquel G**., (2003)."Office Parlementaire d'évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques". Rapport sur la qualité de l'eau et l'assainissement en France. Rapport, N°215. Tome I. Sénat.

[21] **MEBARKI A**., (2005)."Hydrologie des bassins de l'Est algérien, Ressources en eau, aménagement et environnement". Thèse de doctorat d'Etat. Faculté des sciences de la terre, de la géographie et de l'aménagement du territoire, pp, 360. Université Mentouri de Constantine, Algérie.

[22] **HADEF D., HASNI M.**, (2017). " Etude des propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de l'oued boutane région khemis Miliana Ain defla". Mémoire master en chimie pharmaceutique et substance naturelle, Université Djilalli Bounaama Khemis Miliana, Algérie.

[23] **BOUZIANI M., (**2000). "L'eau De La Pénurie A La Maladie". Edition Ebean thaldoun. pp. 84.

[24] **MEBARKI A., (**1982). "Le bassin du Kebir Rhumel, Ressources en eaux et aménagement en Algérie".Thèse doctorat 3ém cycle, pp, 303.Université de Nancy II.

[25] (MDDEP) Ministere de Developpement Durable, Environnement et Parcs. (2012).

[26] **BOEGLIN J-C., (**2001). "Propriétés des eaux naturelles". Dossier N° G1110. Environnement Technologies de l'eau. Technique de l'ingénieur.

[27] **ZEGHOUD M.,** (2014)."Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra". Mémoire de master, pp 20, Université d'el-Oued, Algérie.

[28] **RODIER J, BERNAD L.**, (2009)."l'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer". 9 éme édition, Dunod, Paris.

[29] **RODIER J.,** (1984)." l'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer". Dunod, paris.

[30] **JOEL G**., (Novembre 2003). "La qualité de l'eau potable, technique et responsabilités", Paris.

[31] **RAMADE F.,** (1998)."Elément d'écologie appliquée : action de l'homme sur la biosphère".5th Edition, science internationale, pp, 621. France.

[32] **BREMOND R., AND VUICHARDR.,** (1973)."paramètres de la qualité des eaux". Documentation française, pp, 17, Paris,

[33] **Ghazali D., Zaid A**., (2013)." Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (région de Meknès –Maroc)". Faculté des Sciences, Département de Biologie, Maroc.

[34] **RODIER J.**, (2005)."L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer". 8 éme édition, Dunod, Paris.

[35] **Berne F., Jean C**., (1996) "Traitement des eaux", Édition Technip.

[36] **SATIN M., SELMI B.,** (1999)."Guide technique de l'assainissement". 2 ème édition.

[37] **DEGREMONT G.,** (2005)." Mémento technique de l'eau". Tome 1, 10 ème édition.

[38] **GAUJOUS D**., (1995) HNIP(1991). "La pollution des milieux aquatiques", aide-mémoire 2éme édition. Lavoisier.

[39] An analysis of water, natural water, sea water chemistry, bacteriologie, biologiy (1975).

[40] **LEYLA G., RONNEFOY C., GUILLET F**., (2002)." Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire", Paris.

[41] **MERCIER J**., (2000)." Le grand livre de l'eau", Edition, la reconnaissance du livre, Collecte art de vivre.

[42] **MOUSSA M.**, (2005). "Caractéristiques physico-chimiques, bactériologiques et impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines", Keneya.

[43] **GUERZOU F**., (2008)"Etude de la potabilité des eaux souterraines de la région de Djelfa (Aspect physico-chimique) ", Mémoire d'ingénieur d'Etat en Biologie, pp, 56, Algérie.

[44] Journal officiel de la république Algérienne N°18,18 Rabie Ethani 1432 (23 mars 2011).

ANNEXES

Annexe 01 : Annexe d'appareillage



Multi-paramètre



Turbidimètre



Balance



Etuve

Annexe 0 2: Annexe méthodes d'analyses physico-chimiques de l'eau appliquée par le laboratoire de l'ADE Médéa.

CODE	METHODE	REFERENCE
MEAC-LAB 01	Détermination du pH	NA 751
MEAC-LAB 02	Détermination de la conductivité	NA 749
MEAC-LAB 03	Détermination de la turbidité	ISO 7027
MEAC-LAB 04	Dosage de l'ammonium par spectrophotomètre à l'aide de Salicylate de sodium	ISO7150
MEAC-LAB 05	Dosage du nitrite par spectrophotomètre	ISO 6777/NA1657
MEAC-LAB 06	Détermination du phosphate par spectrophotomètre à l'aide du Molybdate d'ammonium	ISP 6878/NA2364
MEAC-LAB 07	Détermination des sulfates	J.Rodier
MEAC-LAB 08	Dosage des chlorures-titrage au nitrate d'argent avec du chromate de potassium	ISO 9297/NA 6917
MEAC-LAB 09	Détermination de l'alcalinité titre alcalimétrique simple (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC)	NF T90-036
MEAC-LAB 10	Dosage des nitrates par spectrophotomètre	J.Rodier. T90-012
MEAC-LAB 12	Dosage de calcium méthode titrimétrique à l'EDTA	ISO 6052
MEAC-LAB 13	Dosage de la somme du calcium et magnésium par méthode titrimétrique à l'EDTA	ISO 6059
MEAC-LAB 19	Détermination des résidus secs	NA 6954

Annexe 03 : Annexe des réactifs

- **EDTA:**

L'EDTA, ou acide éthylène diamine tétra acétique, est un acide diaminotétra-carboxylique de formule **C10H16N2O8**. L'EDTA comporte six sites basiques, quatre correspondant aux bases conjuguées (carboxylates) des fonctions carboxyliques et deux correspondant aux fonctions amines. Ces sites basiques sont également des centres ligands, faisant de l'EDTA un ligand hexadentate (ou parfois tétradentate, lorsque seuls les sites carboxyliques sont utilisés). C'est d'ailleurs sa principale caractéristique, son fort pouvoir chélatant (ou complexant) par lequel il forme des complexes métalliques très stables, ce qui en fait un poison. Dans les complexes, l'EDTA est lié aux cations métalliques sous la forme d'une de ses bases conjuguées.



EDTA

- **Noir Eriochrome (NET):**

Le Noir ériochrome T (NET) est un indicateur coloré utilisé lors des titrages d'ion métall iques en solution par complexation, par exemple pour déterminer la dureté de l'eau. Dans sa forme protonée, cet indicateur est bleu. Il passe au rouge quand il forme un complexe avec le calcium, le magnésium ou d'autres ions métalliques. Sa formule chimique est la suivante**:** **$HOC_{10}H_6N{=}NC_{10}H_4(OH)(NO_2)SO_3Na$.**

- **Murexide (MX):**

La murexide, appelé aussi purpurate d'ammonium ou MX, est le sel d'ammonium de l'acide purpurique. Elle est utilisée comme indicateur dans le titrage du calcium et de certains métaux. C'est le produit de la réaction de la murexide, une réaction chimique utilisée dans la détection d'acide urique, de la xanthine et d'autres substances apparentées.

Annexe 04 : Annexe des solutions

4. Préparation des solutions

4.1. Solution de nitrate d'argent 0.02N

Nitrate d'argent (AgNO3) m=3.40g Eau distillée V=1000ml

4.2. Solution d'acide sulfurique 0.02N

Acide sulfurique (H_2SO_4) V=0.54ml Eau distillée V=1000ml

4.3. Solution méthyle d'orange 1%

Méthyle d'orange m=1g, Eau distillée V=99ml

4.4. Solution EDTA 0.02N=0.01M

EDTA m=3.725g, Eau distillée V=1000ml

4.5. Solution phénolphtaléine 0.5%

Phénolphtaléine m= 0.5g Alcool éthylique (éthanol 96%) V=100ml Eau distillée V=100ml

4.6. Solution Noir d'eriochrome

T (N.E.T) 0.5% Noir d'eriochrome, T (N.E.T) m=0.5g Alcool éthylique (éthanol 96%) V=100ml

4.7. Solution NaOH 0.1N

NaOH m=1.124g, Eau distillée V=275ml

4.8. Solution HCl 0.1N

100 ml d'eau à analyser, 2 à 3 gouttes d'acide nitrique 3 gouttes de solution de chromate de potassium à 10%, Nitrate d'argent, Soit V le nombre de millilitres de nitrate d'argent N/10 utilisés